

REGIONE ABRUZZO

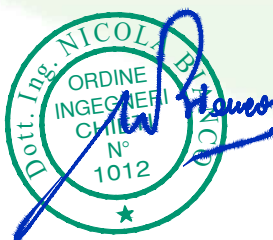
COMUNE DI NOTARESCO (TE)

DISCARICA "GRASCIANO 1" IN LOC. CASSETTE DI GRASCIANO NOTARESCO (TE) *- Progetto di copertura superficiale finale e ripristino ambientale -*

RELAZIONE TECNICA - ILLUSTRATIVA

Progettazione:

Ing. N. Bianco



Rev.	Data	Descrizione	Responsabile di progetto	Elaborazione	Approvazione
0	Agosto 2024	Emissione	GIC	GIC	NIB
1					
2					
3					



DECO S.p.A.
Sede legale: 66020 San Giovanni Teatino (Ch) • Italia • Via Salara, 14/bis
Tel. +39 085 440931 • Fax + 39 085 44093200
info@decogroup.it • posta@pec.decogroup.it • www.decogroup.it



Elaborato: **A1**

Scala: -

Commessa: 14005

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. NORMATIVA DI SETTORE.....	6
2.1 Gestione dei rifiuti.....	6
2.2 Costruzione e gestione discariche	6
2.2.1 Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36	6
2.2.2 Interpello provincia di Alessandria	7
3. CARATTERIZZAZIONE TECNICA DEL SITO.....	9
3.1 Inquadramento territoriale	9
3.2 Inquadramento urbanistico	9
3.3 Inquadramento dei vincoli	9
3.4 Inquadramento geologico.....	10
4. PROGETTO DI CHIUSURA APPROVATO	12
5. STATO DI FATTO	14
5.1 Morfologia della discarica.....	14
5.2 Copertura provvisoria	16
5.3 Gestione del percolato	16
5.4 Gestione del biogas	17
5.5 Regimazione acque meteoriche.....	18
5.6 Impianto elettrico.....	18
5.7 Presidi di controllo.....	18
5.7.1 Inclinatori	18
5.7.2 Campionamento scarichi idrici	19
5.7.3 Campionamento Percolato	19
5.7.4 Emissioni in atmosfera.....	19
6. NUOVO PROGETTO DI CHIUSURA	20
6.1 Morfologia della discarica.....	20
6.2 Movimenti di rifiuti.....	20
6.3 Copertura superficiale finale.....	21
6.3.1 Struttura multistrato.....	21
6.3.2 Verifica delle prestazioni ed equivalenza dei materiali sintetici.....	21
6.3.2.1 Verifica delle prestazioni geocomposito drenante acque meteoriche	21
6.3.2.2 Verifica delle prestazioni del geocomposito bentonitico.....	26
6.3.2.3 Verifica delle prestazioni del geocomposito drenante per il	
drenaggio del biogas.....	28
6.4 Verifiche di stabilità.....	32

6.4.1	Stabilità della copertura superficiale finale.....	33
6.4.2	Stabilità del fronte della discarica.....	33
6.5	Regimazione acque meteoriche.....	34
6.6	Gestione del percolato	41
6.6.1	Calcolo della produzione.....	41
6.6.2	Sistema di estrazione, trasporto e stoccaggio.....	43
6.7	Gestione del biogas	44
6.7.1	Sistema di captazione e trasporto.....	45
6.7.2	Centrale di estrazione (CE) e torcia di combustione	46
6.8	Presidi di controllo.....	47
6.8.1	Inclinometri di monitoraggio.....	47
6.8.2	Piezometri.....	47
6.8.3	Pozzetti di campionamento scarichi idrici.....	47
6.8.4	Percolato	48
6.9	Ripristino ambientale	48
6.10	Durata dei lavori.....	48
7.	CONFRONTO PROGETTO AUTORIZZATO E DI VARIANTE.....	49
8.	ITER AMMINISTRATIVO	52
9.	CONCLUSIONI.....	54
10.	ELENCO ALLEGATI.....	56
11.	ELENCO ELABORATI	57

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 - PARTICELLE INTERESSATE DALL'INTERVENTO	9
TABELLA 2 - VOLUMI RIFIUTI MOVIMENTATI.....	21
TABELLA 3 - EQUIVALENZA GHIAIA - GEOCOMPOSITO DRENANTE.....	23
TABELLA 4 - VERIFICA IDRAULICA GEOCOMPOSITO DRENANTE.....	26
TABELLA 5 - STRATO MINERALE COMPATTATO D.LGS. 36/03 E S.M.I.....	27
TABELLA 6 - TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO STRATO MINERALE COMPATTATO.....	27
TABELLA 7 - GEOCOMPOSITO BENTONITICO IN PROGETTO.....	28
TABELLA 8 - TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO GEOCOMPOSITO BENTONITICO.....	28
TABELLA 9 - CARATTERISTICHE TIPICHE PER I FLUIDI PIÙ COMUNI	30
TABELLA 10 - SERIE STORICA DATI PER ANALISI PLUVIOMETRICA	36
TABELLA 11 - ALTEZZA PRECIPITAZIONE PER INTERVALLI.....	37
TABELLA 12 - PARAMETRI A E N PER TEMPI DI RITORNO PREFISSATI	38
TABELLA 13 - CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA DI DEFLUSSO	39
TABELLA 14 - VERIFICA IDRAULICA DEI CANALI DI RACCOLTA ACQUE SUPERFICIALI.....	40
TABELLA 15 - BILANCIO IDRICO IN FUNZIONE DELLE VARIE FASI OPERATIVE.....	42
TABELLA 16 - STIMA PRODUZIONE PERCOLATO DAL 1° AL 30° ANNO DI GESTIONE POST OPERATIVA.....	43
TABELLA 17 - COPERTURA SUPERFICIALE FINALE: CONFRONTO PROGETTO AUTORIZZATO – PROGETTO PROPOSTO	50

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 - MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA	11
FIGURA 2 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE TIPICHE DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE.....	22
FIGURA 3 - SCHEMATIZZAZIONE BILANCIO IDRICO	25
FIGURA 4 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	37
FIGURA 5 - GRAFICO DELLA PRODUZIONE DEL PERCOLATO	43

1. PREMESSA

Nel giugno 2018, dopo la prima immissione in possesso di DECO S.p.A. per la conservazione e custodia del polo ex Cirsu, esitata da un'aggiudicazione provvisoria della procedura fallimentare, nell'ambito della proposta di concordato fallimentare del Cirsu, Acea Ambiente, all'esito di gara pubblica e competitiva tenutasi nell'udienza del 28.06.2022, è risultata aggiudicataria del ramo di azienda denominato "Polo Ex Cirsu" ad essa trasferito, ex art. 105 L.F., con Decreto del Tribunale di Teramo del 9.9.2022, divenendole di fatto proprietaria.

Alla procedura appena sopra richiamata, ai fini della gestione del Polo, in data 22.11.2022 ha fatto seguito la sottoscrizione, tra Acea Ambiente s.r.l. e DECO S.p.A., di un contratto di servizio della durata di anni 1 e pertanto, con Determinazione n. DPC026/306 del 13/12/2022, il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche della Regione Abruzzo ha volturato le Autorizzazioni Integrate Ambientali AIA n. 10/10 del 4.08.2010 (volturata con l'AIA n. 8/11 del 01.12.2011 e ss.mm.ii), AIA n. 1/14 del 12.02.2014 e ss.mm.ii., AIA n. DPC026/179 del 22/09/2020 da ACEA AMBIENTE S.r.l. (P.IVA 12070130153) a DECO S.p.A. (C.F. 00601570757).

Al punto 7) di suddetto atto di volturazione, l'Autorità Competente prescriveva *«alla società beneficiaria della presente autorizzazione di provvedere a depositare presso il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche (SGRB-dpc026):*

- a) ...Omissis...;
- b) *Cronoprogramma relativo a tutte le operazioni da porre in essere per l'attività di post gestione della discarica esaurita "Grasciano 1", entro 90 giorni dalla notifica del presente provvedimento;*
- c) ...Omissis...

Con nota del 10 marzo 2023, prot. n. 3196/23 NIB, nei termini stabiliti dall'Autorità Competente, ovvero entro il 13 marzo 2023, DECO S.p.A. ha riscontrato la prescrizione di cui al precedente punto b), ribadendo quanto già presente agli atti della pregressa corrispondenza sull'argomento, con la quale la DECO S.p.A. aveva evidenziato talune criticità che non avrebbero consentito di effettuare la copertura superficiale finale della discarica ed il conseguente avvio della gestione post operativa.

Prima della scadenza del citato contratto di servizi, attesa per il 23.11.2023, è stato sottoscritto in data 13.11.2023 tra Acea Ambiente s.r.l. e DECO S.p.A. un contratto di affitto del ramo di azienda ex "Polo Cirsu" al quale ha fatto seguito la Determinazione del Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche della Regione Abruzzo n. DPC026/271 del 17/11/2023 di "Presenza d'atto "Contratto di affitto di ramo d'Azienda".

Alla menzionata nota Deco del 10 marzo 2023, prot. n. 3196/23 NIB, con la quale veniva trasmesso il cronoprogramma relativo a tutte le operazioni da porre in essere per l'attività di post gestione della discarica esaurita "Grasciano 1", il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche della

Regione Abruzzo ha dato riscontro con nota del 28 febbraio 2024, prot. n. 0088124/24, con la quale l'Ente *«tenuto conto delle criticità evidenziate dal gestore in merito allo stato di fatto della discarica in oggetto e facendo seguito a colloqui intercorsi con quest'ultimo e con l'ARTA – Distretto di Teramo»*, ha chiesto alla scrivente di:

1. *«di volere procedere alla trasmissione della progettazione definitiva di cui ai punti 1 e 2 del cronoprogramma inviato con la nota del 10/03/2023, da inoltrare allo scrivente Servizio entro e non oltre **sei mesi dalla data di notifica della presente nota**, formulando l'istanza nelle forme di legge»;*
2. *...omissis...*

Per quanto precede, la scrivente Società, nel rispetto dei termini stabiliti dall'A.C. nella sopra menzionata nota del 28 febbraio 2024, ovvero entro il 28 agosto 2024, ha predisposto gli elaborati tecnici e grafici del “nuovo progetto di chiusura” della discarica “Grasciano 1” di Notaresco (TE).

Come si vedrà nel seguito dell'esposizione, il progetto di cui alla presente relazione prevede una rimodellazione del profilo dei rifiuti e la realizzazione di una copertura superficiale finale, da eseguirsi mediante l'impiego di materiali alternativi rispetto a quelli previsti dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

2. NORMATIVA DI SETTORE

Di seguito si riportano i principali indirizzi normativi presi in considerazione nell'ambito dello sviluppo del presente progetto di chiusura della discarica, con particolare riferimento al quadro legislativo in materia di gestione dei rifiuti e di discariche.

2.1 Gestione dei rifiuti

La gestione dei rifiuti in ambito nazionale è disciplinata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".

In ambito regionale, invece, la normativa di riferimento è ad oggi rappresentata dalla Legge Regionale n. 45 del 19.12.2007, "*Norme per la gestione integrata dei rifiuti*" in attuazione del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

In particolare, la L.R. citata, oltre ad approvare il nuovo piano regionale di gestione dei rifiuti (art. 10), detta e stabilisce:

- le competenze istituzionali e strumenti di organizzazione;
- gli effetti e l'efficacia della pianificazione regionale per la gestione integrata dei rifiuti;
- l'organizzazione del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani;
- l'organizzazione della gestione di particolari categorie di rifiuti speciali;
- le norme per l'esercizio delle funzioni su autorizzazioni e iscrizioni;
- i poteri di emergenze, vigilanza e poteri sostitutivi;
- gli interventi di bonifiche e ripristino ambientale dei siti contaminati;
- le modalità di attivazione del fondo ambientale e di incentivi e premialità, nonché l'approvazione delle tariffe di conferimento di rifiuti urbani agli impianti ed il contributo ambientale ai comuni sede di impianti per rifiuti urbani;
- le disposizioni transitorie ed abrogazioni.

2.2 Costruzione e gestione discariche

2.2.1 DECRETO LEGISLATIVO 13 GENNAIO 2003, N. 36

Gli indirizzi normativi in materia di discariche di rifiuti sono contenuti nel Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, recentemente modificato dal Decreto legislativo 3 settembre 2020, n. 121, in attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.

Ai sensi del citato D.LGS. 36/03 e s.m.i., la discarica "Grasciano 1", sita in loc. "Casette di Grasciano" a Notaresco (TE), è classificata come "*discarica per rifiuti non pericolosi*".

Lo stesso D.Lgs. 36/03 e s.m.i. individua al punto 2 dell'Allegato 1, i criteri costruttivi e gestionali degli impianti per rifiuti non pericolosi.

Nello specifico, al punto 2.4.3 dello stesso allegato, vengono fornite le indicazioni per la realizzazione della **“copertura superficiale finale”**, prese come riferimento per lo sviluppo del presente progetto.

2.2.2 INTERPELLO PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Con particolare riferimento ai criteri di realizzazione della copertura superficiale finale, si ritiene opportuno richiamare anche l'interpello della Direzione Ambiente e Pianificazione Territoriale della Provincia di Alessandria *«relativamente all'applicabilità dei nuovi criteri della copertura superficiale finale a discariche esistenti»*.

Nell'interpello in parola l'Ente chiedeva al Ministero *«se, considerate le modifiche previste dal D.Lgs. 121/2020 per la barriera di fondo e delle sponde che, in particolare per le discariche per rifiuti non pericolosi e pericolosi prevedono un sistema accoppiato costituito da barriera geologica e da strato di impermeabilizzazione artificiale, i nuovi criteri costruttivi relativi alla copertura superficiale finale possano applicarsi anche a discariche autorizzate con i precedenti requisiti o debbano applicarsi invece soltanto alle nuove discariche per le quali siano attuate anche le modifiche sul fondo di discarica ai sensi del D.Lgs. 121/2020.»*.

Il Ministero della Transizione Ecologica ha quindi riscontrato l'interpello della Provincia di Alessandria, fornendo le considerazioni di seguito testualmente riportate:

«Le seguenti considerazioni vengono rese nel rispetto delle condizioni e dei termini di cui all'articolo 3-septies del decreto legislativo 152/2006.

Al fine di circoscrivere l'ambito della questione posta con l'interpello ambientale in argomento occorre preliminarmente richiamare l'articolo 2 del decreto legislativo n. 121 del 2020, rubricato “abrogazioni e disposizioni transitorie” che dispone l'applicazione delle norme specificate all'articolo 1, lettere i), n) e o), del citato decreto alle discariche di nuova realizzazione, nonché alla realizzazione di nuovi lotti delle discariche esistenti le cui domande di autorizzazione siano state presentate dopo la data dell'entrata in vigore dello stesso decreto legislativo.

Tale disposizione, quindi, disciplina l'obbligo dell'applicazione della norma individuando inequivocabilmente quali siano i casi in cui le discariche, di nuova realizzazione o esistenti, debbano attenersi ai criteri costruttivi meglio esplicitati nell'allegato 1 del decreto legislativo in parola.

Infatti, l'articolo 1, lettera i) del D. Lgs. 121/2020 modifica sostanzialmente l'articolo 8, comma 1 del previgente decreto legislativo 36/2003, introducendo altresì la lettera f-bis) che, proprio in relazione alle scelte costruttive impone che siano inseriti “accorgimenti progettuali previsti per garantire la stabilità del manufatto e del terreno di fondazione con riferimento alle diverse fasi di vita dell'opera, facendo riferimento agli stati limite ultimi e di esercizio previsti dalle vigenti norme tecniche per le costruzioni sia in campo statico che sismico. Nel caso di barriere composite, devono

essere valutate le condizioni di stabilità lungo superfici di scorrimento che comprendano anche le interfacce tra i diversi materiali utilizzati”.

La norma quindi, nulla dispone relativamente alle discariche esistenti già autorizzate per le quali non si intenda realizzare nuovi lotti, lasciando quindi alla discrezionalità del gestore dell’impianto di discarica la scelta di procedere alla copertura finale per come progettata e già autorizzata, ovvero di presentare all’autorità competente al rilascio del titolo abilitativo una proposta di modifica della copertura finale con adeguamento ai nuovi criteri costruttivi. Quest’ultima ipotesi non è quindi preclusa per le discariche esistenti, purché le scelte progettuali siano in linea con le disposizioni di nuova introduzione e che le stesse garantiscano la tutela dell’ambiente e della salute, senza alcun pregiudizio per la gestione post operativa della discarica.».

3. CARATTERIZZAZIONE TECNICA DEL SITO

3.1 Inquadramento territoriale

Nell'*Elaborato grafico B1* si riporta l'inquadramento territoriale dell'area oggetto di intervento e nello specifico:

- stralcio Carta Corografica;
- stralcio Carta IGM;
- stralcio Carta Tecnica Regionale;
- stralcio Mappa catastale;
- estratto Google Earth.

Con particolare riferimento agli aspetti catastali, l'area della discarica e le relative pertinenze sono individuate al vigente Catasto terreni/urbano del Comune di Notaresco (TE), secondo i dati esposti nella tabella di seguito riportata.

TABELLA 1 - PARTICELLE INTERESSATE DALL'INTERVENTO

FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE	PROPRIETARIO	GESTORE
3	7 (parte)	ca. 41.000 mq	Acea Ambiente S.r.l.	DECO S.p.A.

3.2 Inquadramento urbanistico

Per ciò che attiene all'inquadramento urbanistico dell'area di intervento, nell'*Elaborato grafico B2* si riporta un estratto del P.R.G. del Comune di Notaresco (TE), con evidenza dell'area sulla quale insiste la discarica "Grasciano 1", nonché della destinazione d'uso prevista da tale strumento urbanistico.

Nel P.R.G. approvato dal Comune di Notaresco con Delibera del C.C. n. 14 del 09/08/2011 e s.m.i., la destinazione d'uso indicata per l'area sulla quale insiste la discarica "Grasciano 1" è: **Zona "G2 Attrezzature ed impianti tecnologici"**, i cui usi sono regolati dall'art. 83 delle Norme Tecniche di Attuazione.

3.3 Inquadramento dei vincoli

Nell'*Elaborato grafico B3* si riporta graficamente un quadro di sintesi dei vincoli che caratterizzano l'area sulla quale insiste la discarica "Grasciano 1". L'aspetto vincolistico è quindi dettagliato ed approfondito negli *elaborati grafici B4a* e *B4b*.

Con riferimento al vincolo idrogeologico e forestale di cui al R.D. n. 3267 del 30.12.1923, si rileva che il sito in cui è ubicata la discarica risulta soggetto a tale vincolo; a tal riguardo si evidenzia che il progetto in questione non influirà sulla stabilità dei luoghi e sul regime attuale delle acque,

ma al contrario le opere previste consentiranno di garantire una maggiore stabilità ed una efficiente regimazione delle acque meteoriche.

Per ciò che attiene al Piano Regionale Paesistico (P.R.P.), approvato dal Consiglio Regionale con atto n. 141/21 del 21.03.90, come si evince dalla cartografia estratta del GeoPortale della Regione Abruzzo, il sito della discarica è individuato come ambito fluviale e ricade in zona “C1 – trasformazione condizionata”. In tale area, con riferimento all’art. 71 delle Norme Tecniche Coordinate del citato Piano, è consentito l’uso tecnologico.

In merito al Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (P.S.D.A.), l’estratto dal GeoPortale dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale evidenzia che il sito della discarica è posto al di fuori di aree interessate da pericolosità.

Analogamente, in merito a quanto previsto dal Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico “Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi” (P.A.I.), anch’esso estratto dal GeoPortale dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale, si rileva che il sito in oggetto non risulta interessato dalle pericolosità previste da tale Piano.

Su tale ultimo aspetto, facendo riferimento al Sistema Informativo Territoriale del Comune di Notaresco, il sito risulterebbe apparentemente interessato da “Orli di frana”, identificati dal sopra citato P.A.I. con il termine “Pscarpate”.

In realtà, con deliberazione di Consiglio Comunale n. 44 del 5/12/2008, il Comune di Notaresco ha approvato definitivamente, previo sopralluogo e successivo parere dell’Autorità di Bacino, la modifica al P.A.I. con l’eliminazione del graficismo lineare di “scarpata” posizionato sul versante sud della discarica in oggetto; appare del tutto evidente che allo stato attuale non è stata aggiornata la cartografia di riferimento comunale, mentre risulta aggiornata quella disponibile sul GeoPortale dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale e riportata nell’elaborato B4b.

3.4 Inquadramento geologico

Ai fini della caratterizzazione del sito sotto l’aspetto geologico e geotecnico, si è fatto riferimento alla “Relazione Geologica – Relazione sulle indagini e modellazione sismica” a firma del Dott. Geol. Ermenegildo Rossetti, redatta dal tecnico nell’ambito della progettazione dell’intervento di “Sostituzione dell’impianto di pesatura esistente mediante installazione di una nuova pesa”, eseguito nell’anno 2023 presso il Polo Tecnologico in loc. “Casette di Grasciano” a Notaresco (TE).

Per la redazione di suddetto elaborato, il Geol. Rossetti ha acquisito “elementi di documentazione esaustivi, rappresentati dai dati reperibili nella letteratura specializzata, dalla conoscenza del

territorio”, oltre che le risultanze di indagini condotte in diverse occasioni nell’area del Polo Tecnologico.

Come si evince dalla menzionata *Relazione Geologica*, dal punto di vista geologico, i terreni presenti nell’area appartengono ai termini di età Pliocenica e Pleistocenica dell’avanfossa adriatica e sono costituiti da una sequenza deposizionale silico clastica terrigena e sabbiosa, potente fino a 3.000 m, cui segue, a colmamento del settore centrale dell’avanfossa periadriatica, una successione di depositi grossolani in facies di spiaggia sommersa, di spiaggia, di conoide e/o di laguna costiera.

Nello specifico, l’assetto geologico dell’area è rappresentabile, escludendo il terreno vegetale e/o di alterazione superficiale e/o di riporto, con un modello a due orizzonti, come rappresentato nella figura di seguito riportata.

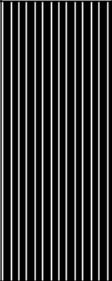

PROFONDITÀ (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE (RIF. SONDAGGI P16 E P26 E PROVA PENETROMETRICA P24)	VALORI GEOTECNICI CARATTERISTICI	FALDA (m)
6-8		<i>Orizzonte 1 Ghiaia sabbiosa</i>	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 34^\circ$ $M = 20 \text{ MPa}$	5
>> 100		<i>Orizzonte 2 Limo con argilla di colore grigio-azzurro</i>	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 26$ $c' = 20 \text{ kPa}$ $c_u = 200 \text{ kPa}$ $M = 20 \text{ MPa}$	

FIGURA 1 - MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

4. PROGETTO DI CHIUSURA APPROVATO

Il progetto di chiusura approvato nella sua versione definitiva prevede la realizzazione di un capping finale caratterizzato da n. 2 distinti pacchetti di chiusura, da realizzarsi rispettivamente lungo le sponde della discarica e nell'area sommitale della stessa.

Nello specifico, il progetto prevede la realizzazione di una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

Pacchetto di chiusura nell'area sommitale della discarica

1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e delle barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. geotessile tessuto non tessuto a protezione del successivo strato drenante;
3. strato drenante di spessore uguale a 0,5 m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra la barriera impermeabile in argilla di cui al successivo punto 5;
4. geotessile tessuto non tessuto a protezione del successivo strato;
5. strato di argilla compattato dello spessore di 0,50 m e di conducibilità idraulica $\leq 10^{-8}$ m/sec;
6. geotessile tessuto non tessuto a protezione del successivo strato;
7. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare di spessore uguale a 0,50 m.

Pacchetto di chiusura sulle sponde della discarica

1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e delle barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. geotessile tessuto non tessuto a protezione del successivo strato drenante;
3. geocomposito drenante;
4. sandwich bentonitico agugliato;
5. geocomposito drenante.

Sulla realizzabilità del progetto di chiusura della discarica "Grasciano 1" approvato, la scrivente società, già alla sua immissione in possesso del Polo a cui ha fatto seguito l'acquisizione degli atti progettuali, ha manifestato alcune perplessità.

Ci si riferisce in particolare ai profili di chiusura che prevedono una sola rottura di pendenza, per giunta non continua su tutto lo sviluppo della scarpata, come si evince dalla Tav.03 "Planimetria del progetto di chiusura" – ottobre 2013" (cfr. *Elaborato grafico C4a*).

L'assenza di rotture di pendenza delle scarpate opportunamente posizionate, nonché le elevate inclinazioni delle stesse, costituiscono criticità che renderebbero proibitive, se non impossibili, le operazioni di corretta posa in opera degli strati del pacchetto di copertura, sia per ciò che attiene agli aspetti operativi che a quelli di sicurezza.

Tali criticità hanno indotto la scrivente a richiedere una valutazione specialistica del progetto alla Desmos Ingegneria Ambiente Energia s.r.l. con la consulenza geotecnica dell'Università Politecnica delle Marche, che ha rimesso la "Nota tecnica – Progetto di chiusura della discarica di servizio" (**All. 1**).

Nelle conclusioni di tale nota si legge testualmente:

"Le criticità rilevate riassumibili sinteticamente in un diverso stato attuale dei luoghi rispetto al progetto, in problematiche di stabilità del sistema di copertura progettato ed in importanti difficoltà esecutive ne rendono il "Progetto di chiusura della discarica di servizio a firma dell'Ing. Lorenzo Giammattei" autorizzato ad oggi non eseguibile".

5. STATO DI FATTO

Il sito “Grasciano 1” di Notaresco (TE) è una discarica per rifiuti non pericolosi destinata, nella sua fase di gestione operativa, a svolgere la funzione di discarica di servizio del complesso impiantistico “Ex CIRSU” di Notaresco (TE).

Nell’ambito della gestione operativa, la discarica in oggetto ha subito numerose modifiche mediante le quali è stata via via incrementata la volumetria autorizzata.

La complessità dell’iter amministrativo e delle procedure gestionali del sito susseguitesi negli anni, unitamente al mancato possesso, da parte della scrivente, dell’insieme dei diversi documenti autorizzativi, rendono oggi impossibile la ricostruzione certa dell’iter amministrativo che ha portato, oggi, la discarica nel suo stato di fatto; ancor più complessa è la determinazione del profilo di fondo della discarica e, conseguentemente, la determinazione certa della volumetria complessiva di rifiuti abbancati.

Nella predisposizione del presente progetto di copertura superficiale finale, è stata ipotizzata una ricostruzione del fondo della discarica, al fine di determinare, almeno, l’ordine di grandezza del volume dei rifiuti conferiti. Come si evince dall’elaborato grafico C3, parte integrante del presente progetto, è possibile stimare la volumetria complessiva dei rifiuti abbancati in discarica nell’ordine dei 515.000 mc.

Al fine di accertare la volumetria della discarica ed il rispetto delle quote di progetto autorizzate, nell’ambito delle complesse vicende tecniche ed amministrative che hanno interessato il complesso impiantistico “Ex CIRSU”, ivi inclusa la discarica “Grasciano 1”, in data 5 novembre 2019 il Distretto Centrale dell’ARTA Abruzzo ha effettuato un rilievo piano altimetrico della discarica, rimettendo i relativi esiti nella relazione tecnica datata 4 febbraio 2020 e nei relativi allegati.

Le conclusioni della relazione tecnica predisposta da ARTA, nella quale sono esposte le risultanze del rilievo effettuato, sono riportate nel seguito dell’esposizione.

Lo stato di fatto della discarica “Grasciano 1” è graficamente rappresentato negli elaborati grafici C1, C2, C3, C4a e C4b, laddove si riporta la planimetria generale dello stato di fatto del sito corredata di sezioni, rilevata sia da DECO che da ARTA, documentazione fotografica di dettaglio, ricostruzione volumetrica, nonché il confronto con il progetto autorizzato dal quale si evince quanto puntualmente di seguito riportato.

5.1 Morfologia della discarica

In seguito all’immissione della società DECO S.p.A. nella conservazione e custodia del Polo Cirsu, la stessa DECO ha eseguito dei rilievi topografici della discarica “Grasciano 1”, finalizzati alla determinazione del suo stato di fatto, nell’ottica di valutare gli interventi necessari a rendere eseguibile il progetto di copertura superficiale finale approvato con AIA 1/14.

Le risultanze dei rilievi topografici effettuati sulla discarica sono state trasmesse all'Autorità Competente (Servizio Gestione Rifiuti della Regione Abruzzo), con nota prot. n. 2865/19 NIB del 26.03.2019, evidenziando che la sagoma dei rifiuti abbancati, anche al netto delle naturali subsidenze, supera irreversibilmente le quote dei profili autorizzati, sia sulla sommità che sulle sponde della discarica.

La realizzazione della copertura superficiale finale, come da progetto autorizzato con AIA n. 1/14 del 11.02.2014, richiederebbe la rimozione dei rifiuti irregolarmente abbancati per un volume complessivo non inferiore a 22.000 mc.

Il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche, a seguito della segnalazione da parte della scrivente Società, ha dunque chiesto l'intervento dell'ARTA - Distretto Provinciale di Teramo – per l'esecuzione di verifiche di cui all'art. 9 del D.LGS. 36/03 e s.m.i., al fine di constatare quanto segnalato dalla DECO S.p.A. e consentire la definizione degli adempimenti necessari alla chiusura definitiva della discarica, preannunciando l'attivazione del procedimento di escussione della polizza 2014/50/2308754, emessa dalla Compagnia Assicuratrice Reale Mutua.

In data 5 novembre 2019, i tecnici di ARTA si sono recati in sito per eseguire il rilievo plano altimetrico, rimettendone, con nota del 4 febbraio 2020, gli esiti qui di seguito sintetizzati:

- dai calcoli ARTA, nell'invaso sono abbancati circa **8.561,316 mc** in più rispetto ai volumi assentiti con AIA n. 1/14 del 11.02.2014;
- al di sotto della stradina di servizio a lato sud alla discarica, si è riscontrata la abusiva presenza di rifiuti interrati.

Dalla relazione di ARTA Abruzzo si rileva altresì:

- *..... si sono sovrapposti i profili generati dal rilievo altimetrico dello stato di fatto dell'invaso alla data del 05/11/2019, dalla chiusura come prevista nel progetto approvato e il profilo dei rifiuti alla data del precedente rilievo planoaltimetrico ARTA del 23/10/2012*
- *Si riscontrano superamenti altimetrici della massa dei rifiuti nella parte sommitale dell'invaso, che vanno ad occupare gli spazi riservati alla realizzazione del capping finale fino ad arrivare a 3,5 metri.*
- *L'angolo della scarpata generata dagli abbancamenti di rifiuti nel corso degli anni risulta essere di circa 45° con conseguenti pendenze del 100%".*

Sulle conclusioni dell'ARTA si rendono necessarie le seguenti considerazioni:

1. la violazione dei profili autorizzati è ben maggiore rispetto a 8.561,316 mc.

ARTA si è limitata a formulare un calcolo matematico per differenza, sottraendo il volume realmente abbancato da quello autorizzato.

Ma ARTA non ha tenuto presente che a causa delle pendenze estreme dei profili dei rifiuti nel loro stato di fatto attuale, la discarica difficilmente soddisferebbe le vigenti NTC 2018 nel

momento in cui si eseguisse il capping di chiusura, la cui realizzazione, dunque, postulerebbe pericolo di crollo, aspetto di cui l'Arta stessa ha preso atto in occasione della Conferenza dei Servizi del 14.10.2020.

Il volume dei rifiuti da rimuovere, quindi, è molto maggiore rispetto all'eccedenza indicata da Arta, e non può essere ridistribuito matematicamente all'interno della sagoma autorizzata.

Per la precisione, i rifiuti irregolarmente stoccati dal precedente gestore e da rimuovere per rientrare all'interno del profilo autorizzato e garantire la stabilità dell'impianto, sono pari ad almeno 22.000 mc;

2. la stradina di servizio alla discarica, oltre a svilupparsi fuori sagoma, come dichiarato da ARTA, risulta altresì difforme rispetto alla Relazione Illustrativa di progetto datata ottobre 2013 (CIRSU S.p.A.), essendo essa realizzata non in terra ma con rifiuti, la qual cosa svela il sospetto che esistano maggior quantitativi di rifiuti da rimuovere.

5.2 Copertura provvisoria

Allo stato attuale la copertura superficiale provvisoria della discarica di "Grasciano 1" presenta uno strato di terreno agrario/vegetale di riporto, su una superficie di estensione pari a ca. 21.160 mq e sulla restante superficie un telo in HDPE finalizzato ad isolare idraulicamente le acque meteoriche incidenti su parte del corpo della discarica.

5.3 Gestione del percolato

Uno dei primi interventi eseguiti dalla scrivente società all'immissione nella gestione del Polo ha riguardato la rete di estrazione, trasporto e stoccaggio del percolato che si presentava in uno stato di completo abbandono.

Alla data di immissione in possesso della DECO, infatti, le vasche di accumulo del percolato risultavano completamente piene, al limite della loro effettiva capacità.

Le pompe di estrazione del percolato, poste all'interno dei pozzi di captazione, laddove esistenti, risultavano spente non essendo collegate elettricamente e pertanto l'invaso era completamente saturo di percolato.

La scrivente ha quindi tempestivamente attuato degli interventi urgenti, provvedendo allo spurgo ed alla riattivazione dei pozzi di estrazione del percolato, sostituendo le esistenti pompe con sistemi di sollevamento più idonei costituiti da pompe sommerse trituratrici del tipo Atex, favorendo l'estrazione in automatico del percolato dai pozzi.

Ad oggi la rete risulta costituita da n. 7 pozzi di estrazione, che convogliano il percolato alle vasche di stoccaggio, posizionate su area adiacente la discarica, sul versante ovest; il pozzo n. 5 risulta completamente asciutto e non capta percolato.

5.4 Gestione del biogas

Al momento della immissione in possesso della scrivente, la rete di captazione del biogas installata sulla discarica si articolava in:

- n. 6 pozzi di estrazione posizionati l'uno in adiacenza all'altro in prossimità dell'area sommitale della discarica;
- n. 1 centrale di estrazione posizionata su di una piazzola localizzata sul versante est dell'invaso;
- n. 1 torcia di combustione ad alta temperatura posizionata su di una piazzola localizzata sul versante est dell'invaso.

L'intero sistema risultava completamente fuori uso e la torcia di combustione, non funzionante, è stata trovata completamente scollegata dalla centrale di aspirazione e dai pozzi di captazione.

Quanto sopra è stato confermato anche dalla CONVECO, fornitrice della centrale di aspirazione e combustione biogas installata nella discarica, la quale, incaricata dalla Deco, in occasione del sopralluogo effettuato a giugno 2020, ha avuto modo di constatare lo stato di totale abbandono del presidio ambientale, così come lasciato dal precedente gestore:

Vani sono risultati gli interventi tecnici volti a tentare di ripristinare il regolare funzionamento del sistema che non ha mai garantito il suo esercizio, essendo il biogas estratto dai pozzi di captazione attualmente presenti sul corpo discarica, caratterizzato dalla presenza di metano in concentrazioni inferiori al 1%; le campagne di monitoraggio eseguite dalla scrivente hanno confermato come l'attività metanigena della discarica sia praticamente esaurita, rilevando trascurabili concentrazioni di metano.

Il basso valore riscontrato ha reso quindi impossibile la riattivazione dell'impianto di combustione del biogas: esso, infatti, è stato progettato per operare ad una portata massima di 500 Nm³/h (di cui almeno il 50% di CH₄) con un turn-down del 80% (100 m³/h).

In considerazione di quanto sopra, nel maggio 2022, la scrivente ha maturato l'intenzione di sostituire l'impianto di combustione esistente con uno nuovo e di capacità di trattamento molto inferiore (portata minima 10 Nm³/h), ritenendo a tal proposito di dover collegare al nuovo impianto di combustione, oltre che la rete di aspirazione dei pozzi di biogas, anche i pozzi di percolato, per tentare di aspirare quanto biogas possibile e rendere fattibile almeno l'accensione saltuaria dello stesso impianto.

Con nota del 20 luglio 2022, prot. n. 7621/22 NIB, all'esito della procedura di marcia controllata, la scrivente ha comunicato il mancato avvio dell'impianto di aspirazione e combustione; nell'ambito degli autocontrolli effettuati, infatti, è stata rilevata una percentuale di CH₄ nel biogas aspirato inferiore al 5%, condizione non sufficiente ad alimentare e garantire il funzionamento in continuo della torcia di combustione ad alta temperatura. Analoga condizione è stata inoltre rilevata in

pag. 17

occasione di un secondo autocontrollo, effettuato in occasione dei monitoraggi ambientali svolti dal laboratorio incaricato.

Per quanto sopra esposto, suddetta sezione impiantistica sarà oggetto di una opportuna rivisitazione tecnica-operativa nell'ambito del presente progetto.

5.5 Regimazione acque meteoriche

Ai fini della regimazione delle acque meteoriche, la discarica è dotata di n. 2 trincee drenanti posizionate sui versanti nord ed ovest dell'invaso; queste intercettano le acque meteoriche idraulicamente isolate dal corpo dei rifiuti per mezzo del telo in HDPE, posto a copertura di parte della superficie della discarica.

Oltre alle sopra citate trincee, la discarica è servita da linee interrato di trasporto delle acque meteoriche, posizionate sui lati est ed ovest dell'invaso.

Tali linee consentono il trasporto, sino agli scarichi finali, delle acque meteoriche provenienti dalla discarica e dai terreni esterni alle pertinenze localizzati a sud-sud/est.

5.6 Impianto elettrico

Al momento della immissione in possesso della scrivente, l'impianto elettrico a servizio della discarica "Grasciano 1" risultava interessato da guasti vari, che non consentivano la corretta alimentazione delle pompe di estrazione del percolato nonché il funzionamento dell'impianto di illuminazione.

La funzionalità delle linee elettriche e dell'impianto di illuminazione è stata prontamente ripristinata dalla scrivente e, allo stato attuale, l'intero impianto elettrico risulta a norma e perfettamente funzionante.

5.7 Presidi di controllo

5.7.1 INCLINOMETRI

Ai fini del monitoraggio inclinometrico, il corpo della discarica è stato dotato di n. 9 inclinometri (da I2 a I10), posizionati perimetralmente all'invaso di discarica, come desumibile da documentazione agli atti.

Da una ricognizione dello stato dei luoghi, gli inclinometri risultavano in uno stato di completo abbandono e non utilizzabili, tanto da rendersi necessari interventi manutentivi di carattere straordinario.

La rete di monitoraggio inclinometrico è stata quindi prontamente ripristinata, riportando in funzione tutti gli inclinometri, ad eccezione dell'inclinometro I2 ed I5, non sottoposti a monitoraggio

per via di problemi di carattere deformativo, che ne hanno impedito l'impiego.

5.7.2 CAMPIONAMENTO SCARICHI IDRICI

Il campionamento degli scarichi idrici avviene attualmente in corrispondenza del pozzetto di scarico S1, localizzato in prossimità della base dell'argine in rilevato, sul versante nord-est della discarica.

5.7.3 CAMPIONAMENTO PERCOLATO

Il campionamento del percolato, finalizzato all'analisi dei parametri caratteristici, avviene in corrispondenza delle vasche di accumulo n. 3 e n. 4, posizionate sul lato nord-ovest dell'invaso.

5.7.4 EMISSIONI IN ATMOSFERA

L'unico punto di emissione è costituito dalla torcia di combustione ad alta temperatura che, come dettagliatamente sopra descritto, attualmente non è in funzione.

Per ciò che attiene alle emissioni diffuse, allo stato attuale si effettuano misure di flusso di CO₂ e CH₄ su un totale di 33 punti distribuiti sulla superficie del corpo della discarica.

6. NUOVO PROGETTO DI CHIUSURA

6.1 *Morfologia della discarica*

Come anticipato nel capitolo precedente, la consistente presenza di rifiuti fuori sagoma rispetto al progetto autorizzato, la presenza di fronti di discarica aventi considerevoli pendenze, nonché la necessità di realizzare delle berme intermedie, rende necessaria la riprofilatura della sagoma dei rifiuti (cfr. par. 6.2), sino a raggiungere una configurazione morfologica che consenta l'ottimale ed efficiente esecuzione dei lavori di chiusura, che allo stato attuale non risulta possibile.

Nello specifico, la soluzione progettuale adottata prevede l'esecuzione di scavi e riporti per la formazione di berme intermedie di rottura del pendio, fino al raggiungimento di versanti aventi pendenze nell'ordine di ca. 30°.

Come si evince dall'*Elaborato grafico D1*, al fine di garantire la stabilità dei fronti della discarica e del capping, nonché di consentire l'agevole realizzazione del pacchetto di copertura superficiale, sono state previste delle berme di interruzione dei versanti caratterizzate da:

- larghezza media pari a ca. 3,0 m;
- pendenza longitudinale 1,0-2,0 %;
- pendenza trasversale del 1,0 %.

La definizione delle pendenze longitudinali e trasversali di cui sopra, scaturisce dall'esigenza di garantire efficienti sistemi di regimazione ed allontanamento delle acque meteoriche dal corpo della discarica, aspetti questi ultimi, che saranno adeguatamente approfonditi nei paragrafi successivi.

In linea generale, la definizione del profilo dei rifiuti è stata eseguita facendo riferimento alle comuni tecniche di esecuzione di scavo e riporto di materiali, finalizzate a garantire il massimo della stabilità del complesso.

6.2 *Movimenti di rifiuti*

Le soluzioni progettuali sopra descritte impongono dei movimenti di rifiuti, al fine di raggiungere l'ottimale configurazione di progetto riportate nell'*Elaborato grafico D1*, corrispondenti ad uno scavo di ca. 3.824 mc e ad un riporto di ca. 3.927 mc.

Il bilancio tra scavo e riporto, nella configurazione progettuale esposta, richiederà quindi l'aggiunta di materiale di riporto per circa 103 mc, che sarà costituito da terreno argilloso posizionato nelle aree opportune in fase di costruzione.

Nella tabella seguente si riassumono i dati relativi ai movimenti di rifiuti previsti dalla soluzione progettuale in oggetto.

TABELLA 2 - VOLUMI RIFIUTI MOVIMENTATI

Volume di rifiuti in scavo [mc]	3.824
Volume di rifiuti in riporto [mc]	3.927
Volume di materiale da aggiungere [mc]	103

6.3 Copertura superficiale finale

6.3.1 STRUTTURA MULTISTRATO

Con riferimento al progetto approvato (cfr. cap. 4), tenuto conto dell'interpello della Provincia di Alessandria (cfr. par. 2.2.2), per la copertura superficiale finale si prevede, in analogia ai pacchetti autorizzati con provvedimento AIA n. 1/14 del 11.02.2014 e con le dovute migliorie, la realizzazione di un pacchetto multistrato, da realizzarsi sulle sponde della discarica e sulla sommità della stessa.

Nello specifico, il pacchetto di chiusura della discarica sarà costituito, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura in prato sintetico ai fini del ripristino ambientale ed al fine di fornire una protezione adeguata contro l'erosione e delle barriere sottostanti dalle escursioni termiche, che favorisce l'inserimento paesaggistico della discarica del tutto simile alla piantumazione delle specie vegetali sull'invaso previsto dal D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.;
2. geocomposito drenante dotato su entrambe le facce di un geotessile non tessuto, del tutto equivalente allo strato di 50 cm di ghiaia previsto per il drenaggio delle acque meteoriche dal D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.;
3. geocomposito bentonitico di impermeabilizzazione dotato di un rivestimento inferiore in HDPE, avente permeabilità $k \leq 1 \cdot 10^{-14}$ m/s, del tutto equivalente allo strato di 50 cm di argilla previsto per lo strato impermeabile dal D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.;
4. geocomposito drenante dotato su entrambe le facce di un geotessile non tessuto, del tutto equivalente allo strato di 50 cm di ghiaia previsto per il drenaggio del biogas dal D.Lgs. 36/2003 e s.m.i.

Oltre alla copertura superficiale finale appena descritta, sulla sommità della discarica e sulle berme di interruzione del pendio, sarà posta in opera una massicciata stradale realizzata di misto stabilizzato per uno spessore di ca. 30 cm, avente anche funzione di ancoraggio dei diversi elementi che costituiscono il capping.

6.3.2 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI ED EQUIVALENZA DEI MATERIALI SINTETICI

6.3.2.1 Verifica delle prestazioni geocomposito drenante acque meteoriche

Verifica dell'equivalenza del geocomposito drenante

In linea con quanto previsto all'allegato 1 punto 2.4.3 del D.Lgs. 36/2003 e s.m.i., di seguito si

riporta la verifica delle prestazioni idrauliche del geocomposito drenante, confrontate con quelle offerte dallo strato di ghiaia.

Ai fini del calcolo delle prestazioni idrauliche della ghiaia è stata utilizzata la seguente equazione:

$$q_{ghiaia} = \text{portata specifica idraulica dello strato di ghiaia} = k_{ghiaia} * i * t \text{ [m}^3/\text{sm]}$$

dove:

i = gradiente idraulico [ad.] = $\sin(\beta)$, con β angolo di inclinazione copertura superficiale finale

k_{ghiaia} = permeabilità ghiaia [m/s] = $1 \cdot 10^{-4}$ m/s

t = spessore strato [m] = 0,50 m.

Per ciò che attiene invece al geocomposito drenante, in progetto si è fatto riferimento alla scheda tecnica di un prodotto disponibile in commercio, di cui si riporta di seguito un grafico rappresentativo delle caratteristiche idrauliche tipiche.

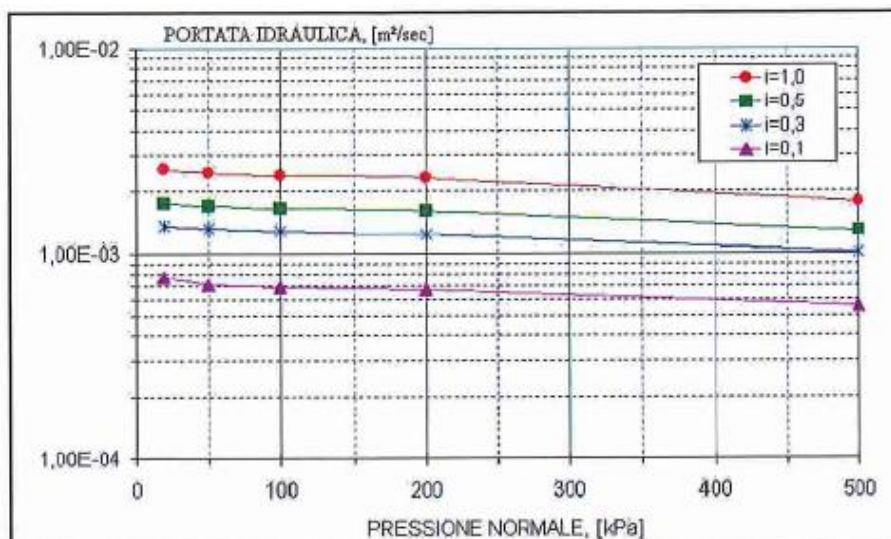


FIGURA 2 - CARATTERISTICHE IDRAULICHE TIPICHE DEL GEOCOMPOSITO DRENANTE

Sulla base dei dati sperimentali sopra riportati, data una pressione normale agente cautelativamente stimata in 20 kPa (corrispondenti ad 1 m di terreno), è stata definita una equazione di correlazione tra la portata idraulica specifica nominale del geocomposito drenante ed il gradiente idraulico, di seguito riportata:

$$q_{GCD} = 2,4456 * i^{0,5213} \text{ (formula di interpolazione in funzione di } i \text{) [l/sm]}$$

Valutata la portata idraulica specifica nominale del geocomposito drenante, si è proceduto al calcolo del valore ammissibile, tenendo conto di opportuni fattori di riduzione della capacità drenante nel tempo.

A tal proposito sono stati considerati gli approcci di calcolo suggeriti per geocompositi drenanti nelle seguenti pubblicazioni scientifiche:

- Hydraulic Design of Geosynthetic and Granular Liquid Collection Layers - J.P. Giroud, J.G. Zornberg, A. Zhao (2000);
- GRI Standard GC8 – Determination of the Allowable Flow Rate of a Drainage Geocomposite - Geosynthetics Research Institute (GRI) (2001).

In via del tutto cautelativa, nell'ipotesi di adottare un geocomposito drenante, dotato di anima drenante ed un geotessile di protezione su entrambe le facciate, sono stati adottati i seguenti fattori di riduzione:

- $RF_{in}=1,30$ – Fattore di riduzione per deformazioni elastiche o di intrusione del geotessile all'interno dell'anima drenante;
- $RF_{cr}=1,20$ – Fattore di riduzione per le deformazioni di creep subite, nel tempo, dalla rete drenante;
- $RF_{bc}=1,50$ – Fattore di riduzione per intrusione di materiale biologico o per intrusione della frazione più fine del terreno di copertura;
- $RF_{cc}=1,20$ – Fattore di riduzione per intasamento chimico della rete drenante.

Risulta quindi che per il geocomposito drenante la portata a lungo termine è data dalla seguente formula:

$$q_{amm} = \frac{q_{nom}}{RF_{in}RF_{cr}RF_{bc}RF_{cc}}$$

La verifica di equivalenza delle capacità idrauliche dello strato di ghiaia e del geocomposito drenante, riportata nella tabella seguente, è stata eseguita definendo il gradiente idraulico medio i per la copertura superficiale finale.

Nello specifico, essendo la copertura superficiale finale della discarica "Grasciano 1" caratterizzata da una pendenza media pari a ca. 30° , si è assunto il seguente gradiente idraulico:

$$i = \sin(30^\circ) = 0,5$$

La verifica di equivalenza delle capacità idrauliche dello strato di ghiaia e del geocomposito drenante, riportata nella tabella seguente, è stata eseguita considerando un gradiente idraulico $i=0,5$ calcolato per versanti aventi pendenza di circa 30° .

TABELLA 3 - EQUIVALENZA GHIAIA - GEOCOMPOSITO DRENANTE

Gradiente idraulico medio	Q_{ghiaia}		Q_{GCD}			F_s
[-]	[mc/(s*m)]	[l/(s*m)]	$Q_{GCD,i}$	RF	$Q_{GCD,It}$	$Q_{GCD,It}/Q_{ghiaia}$
			[l/(s*m)]	[$RF_{in}*RF_{cr}*RF_{bc}*RF_{cc}$]	[l/(s*m)]	
0,50	2,50E-05	0,025	1,704	2,81	0,61	24,27

Dalla tabella si evince che il geocomposito drenante (GCD) ha una capacità drenante nettamente superiore allo strato di ghiaia, così come si evince dai valori assunti dal fattore di sicurezza F_s .

Verifica idraulica del geocomposito drenante

Oltre al calcolo dell'equivalenza sopra riportata, il D.LGS. 36/03 e s.m.i. prevede che il geocomposito drenante sia *"in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica in progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni"*.

Con riferimento a tale aspetto, si è proceduto preliminarmente alla ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica, per le quali sono stati elaborati i dati di precipitazione desunti dagli annali idrologici resi disponibili dal Servizio Idrografico della Regione Abruzzo (le elaborazioni numeriche sono dettagliatamente esposte al paragrafo 6.5). Quindi, è stata valutata cautelativamente un portata meteorica con un tempo di ritorno pari a 50 anni, considerevolmente superiore ai 30 anni previsti dal citato Decreto.

Nello specifico, per un tempo di ritorno T_R pari a 50 anni, sono stati calcolati i seguenti parametri della curva di possibilità pluviometrica:

$$* a = 65,107$$

$$* n = 0,266$$

Attraverso la correlazione $h=a*t^n$, le curve di possibilità pluviometrica forniscono l'altezza di pioggia h [mm] in funzione della durata dell'evento t [ore].

In particolare, ai fini della verifica richiesta dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i., si è ritenuto opportuno calcolare, in via cautelativa, l'altezza di precipitazione relativa ad eventi meteorici intensi e di lunga durata: sono questi, infatti, gli eventi meteorici critici, ovvero quelli che generalmente cimentano le opere di scarico delle acque di ruscellamento superficiale. Quindi, ricorrendo alla correlazione precedentemente esposta, si è ottenuta l'altezza di precipitazione relativa ad un evento meteorico assunto, in via cautelativa, della durata di 24 ore:

$$h = a * t^n = 65,107 * 24^{0,266} = 151,62 \text{ mm}$$

A partire dall'altezza di precipitazione calcolata è possibile procedere al calcolo della portata unitaria di deflusso da drenare giornalmente (Q_{TR}); tuttavia è necessario preliminarmente fare alcune considerazioni.

È bene evidenziare che il flusso idrico costituito dalle acque meteoriche che investono la superficie della discarica (P), come schematizzato nella figura 3, nelle condizioni di discarica chiusa, è soggetto ai seguenti fenomeni:

- ruscellamento superficiale (R_s), attraverso il quale parte delle acque meteoriche si allontanano dalla superficie della discarica;)

- deflusso ipodermico, anche noto come deflusso sottosuperficiale che avviene attraverso il geocomposito drenante (RGCD);
- evapotraspirazione (ET), attraverso la quale parte delle acque meteoriche tornano in atmosfera;
- infiltrazione (I), attraverso la quale l'acqua piovana si infiltra nel volume di rifiuti.

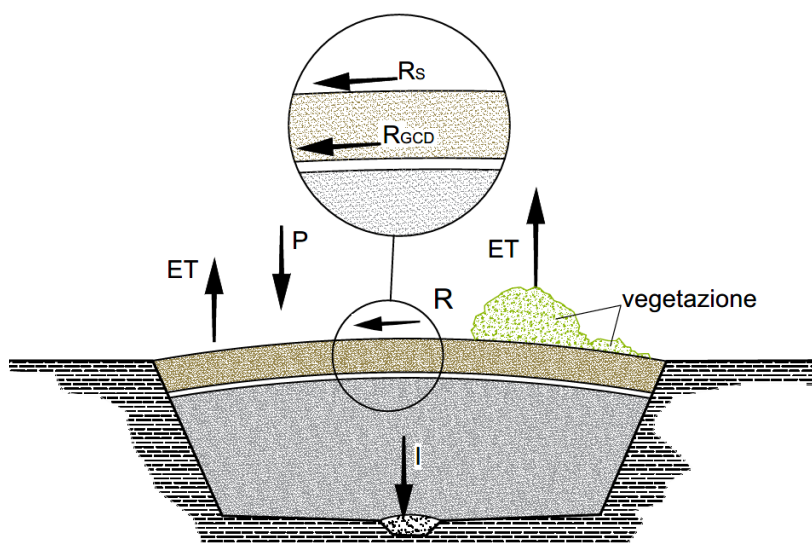


FIGURA 3 - SCHEMATIZZAZIONE BILANCIO IDRICO

Il bilancio idrico in termini di portate, per effetto dei fenomeni sopra indicati, può essere sintetizzato nella seguente equazione:

$$Q_P - Q_{RS} - Q_{R,GCD} - Q_{ET} - Q_I = 0$$

dove:

Q_P = portata di pioggia

Q_{RS} = portata di ruscellamento superficiale

$Q_{R,GCD}$ = portata di deflusso ipodermico (che avviene attraverso il geocomposito drenante)

Q_{ET} = portata di evapotraspirazione

Q_I = portata di infiltrazione.

Sulla base dei dati desumibili in letteratura specifica si assume cautelativamente che, in condizioni di discarica completamente chiusa e sistemata, la percentuale di acque meteoriche allontanata per mezzo del ruscellamento (Q_{RS}) e del deflusso ipodermico ($Q_{R,GCD}$) si attesi sul 40% portata di pioggia Q_P .

$$Q_{RS} + Q_{R,GCD} = Q_P - Q_{ET} - Q_I \approx 35 - 40\% Q_P$$

Ai fini della verifica idraulica del geocomposito drenante si assume, in via cautelativa, che l'intera componente idrica soggetta a ruscellamento superficiale (Q_{RS}) e deflusso ipodermico ($Q_{R,GCD}$) venga allontanata per mezzo del geocomposito drenante, installato in sostituzione dello strato di ghiaia dello spessore di 0,50 m.

Nella tabella seguente sono esposti i risultati di tale verifica, eseguita sulla base delle considerazioni sopra esposte ed assumendo, in via del tutto cautelativa, una lunghezza massima di drenaggio sulla copertura superficiale finale pari a 50 m.

TABELLA 4 – VERIFICA IDRAULICA GEOCOMPOSITO DRENANTE

Verifica idraulica geocomposito drenante	
Durata evento meteorico [h]	24
Altezza precipitazione [mm/giorno]	151,62
Aliquota drenata dal geocomposito drenante [%]	40%
Portata unitaria giornaliera di deflusso da drenare [$m^3/(giorno \cdot m^2)$]	0,061
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare [$m^3/(s \cdot m^2)$]	7,02E-07
Lunghezza di drenaggio [m]	50
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare Q_{TR} [$m^3/(s \cdot m)$]	3,51E-05
Portata unitaria istantanea di deflusso da drenare Q_{TR} [$l/(s \cdot m)$]	0,04
Portata ammissibile geocomposito drenante $Q_{GCD,lt}$ [$l/(s \cdot m)$]	0,61
Fs	17,29

Dalla tabella si evince che la portata ammissibile drenabile a lungo termine dal geocomposito drenante $Q_{GCD,lt}$ risulta maggiore della massima portata unitaria istantanea di deflusso Q_{TR} valutata, come anticipato, sulla base di precipitazioni intense della durata di 24 h e con tempi di ritorno pari a 50 anni), conservando dei considerevoli fattori di sicurezza.

Inoltre, è bene ribadire che nel calcolo dei fattori di sicurezza Fs si è tenuto conto della ipotetica riduzione nel tempo delle prestazioni idrauliche del geocomposito drenante GCD, adottando quindi una "Portata ammissibile geocomposito drenante " $Q_{GCD,lt}$ " già cautelativamente diminuita mediante opportuni fattori di riduzione.

Va altresì considerato che, nell'esecuzione delle verifiche sopra riportate, le prestazioni idrauliche del geocomposito drenante sono state confrontate con quelle di uno strato di ghiaia di permeabilità $k = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s, quindi ben superiore al limite di $1 \cdot 10^{-5}$ m/s previsto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

6.3.2.2 Verifica delle prestazioni del geocomposito bentonitico

Come precedentemente anticipato, in analogia a quanto previsto dal progetto approvato con AIA 1/14 del 11.02.2014, è stato previsto l'impiego di un geocomposito bentonitico, dotato di rivestimento inferiore in HDPE, in sostituzione dello strato minerale compattato dello spessore $s \geq$

0,5 m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale previsto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Sebbene tale soluzione fosse già prevista nel progetto autorizzato, si è ritenuto opportuno effettuare una verifica dell'equivalenza in termini di tempi di attraversamento, assumendo in via del tutto cautelativa un carico idraulico minimo pari a 0,30 m, come richiesto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i. nell'ambito della verifica della barriera di fondo e delle sponde delle discariche per rifiuti non pericolosi.

Si considerano le seguenti correlazioni:

Velocità v (Darcy)

$$v = k * i$$

Gradiente

$$i = \frac{\Delta h}{D}$$

Tempo di attraversamento T_a

$$T_a = \frac{D}{v} = \frac{D^2}{k * \Delta h}$$

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche dello strato minerale compattato previsto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i. per la copertura superficiale finale.

TABELLA 5 – STRATO MINERALE COMPATTATO D.LGS. 36/03 E S.M.I.

Strato	Spessore		Coefficiente di permeabilità	
	Id.	[m]	Id	[m/s]
Argilla	$D_{argilla}$	0,5	$k_{argilla}$	1,00E-08

Preliminarmente si determina il tempo di attraversamento $T_{argilla}$ relativo allo strato argilloso, avente caratteristiche fisico-meccaniche e idrauliche come previste da D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Quindi, noti lo spessore dello strato di materiale argilloso ed il relativo coefficiente di permeabilità, si procede al calcolo del tempo di attraversamento $T_{argilla}$ nell'ipotesi di carico idraulico pari a 0,3 m.

TABELLA 6 – TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO STRATO MINERALE COMPATTATO

Parametro	Unità di misura	Valore
Carico idraulico (Δh)	[m]	0,3
Spessore ($D_{argilla}$)	[m]	0,500
Gradiente (i)	[m/m]	0,60
Permeabilità ($k_{argilla}$)	[m/s]	1,0E-08
Velocità Darcy (v)	[m/s]	6,0E-09
Tempo di attraversamento (T_a)	[s]	8,3E+07
Tempo di attraversamento ($T_{argilla}$)	[anni]	2,6

Noto il tempo di attraversamento $T_{argilla}$ offerto dallo strato di materiale minerale compattato, si procede al calcolo del tempo di attraversamento $T_{bentonitico}$ offerto dal geocomposito bentonitico previsto in progetto.

Con particolare riferimento a quest'ultimo, nella tabella seguente si riepilogano le principali caratteristiche di un geocomposito bentonitico tipo che si prevede di impiegare.

TABELLA 7 – GEOCOMPOSITO BENTONITICO IN PROGETTO

Strato	Spessore		Coefficiente di permeabilità	
	Id.	[m]	Id	[m/s]
Geocomposito bentonitico	D	0,006	k	1,00E-14

Analogamente a quanto effettuato per lo strato di materiale minerale, anche per il geocomposito bentonitico si procede al calcolo del tempo di attraversamento, esposto, in termini numerici, nella tabella seguente

TABELLA 8 – TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO GEOCOMPOSITO BENTONITICO

Parametro	Unità di misura	Valore
Carico idraulico (Δh)	[m]	0,3
Spessore ($D_{\text{bentonitico}}$)	[m]	0,006
Gradiente (i)	[m/m]	50,00
Permeabilità ($k_{\text{bentonitico}}$)	[m/s]	1,0E-14
Velocità Darcy (v)	[m/s]	5,0E-13
Tempo di attraversamento (T_b)	[s]	1,2E+10
Tempo di attraversamento ($T_{\text{bentonitico}}$)	[anni]	380,5

Dall'analisi dei dati esposti nella tabella sopra riportata, appare del tutto evidente come il geocomposito bentonitico previsto in progetto garantisca prestazioni decisamente superiori allo strato di 0,5 m di argilla, con un fattore di sicurezza

$$F_s = \frac{T_{\text{bentonitico}}}{T_{\text{argilla}}} = \frac{380,5}{2,6} = 144.$$

6.3.2.3 Verifica delle prestazioni del geocomposito drenante per il drenaggio del biogas

Il pacchetto di copertura superficiale finale previsto dal progetto approvato con AIA 1/14 del 11.02.2014 prevedeva anche per il drenaggio del biogas, limitatamente ai versanti della discarica, l'impiego di un geocomposito drenante in luogo dello strato di 0,50 m di ghiaia.

Anche nel presente progetto è stata conservata tale soluzione, estendendola anche alla sommità della discarica, in considerazione della difficoltà di messa in opera di uno strato di ghiaia dello spessore di 0,50 m lungo superfici caratterizzate da inclinazioni di progetto imposte dallo stato dei luoghi che, come già specificato, si attestano sui 30°.

Sotto il profilo tecnico, al fine di valutare l'effettiva possibilità di attribuire ad un geocomposito drenante la funzione di strato di drenaggio del biogas (determinazione dell'equivalenza), sono state eseguite delle opportune valutazioni e considerazioni, riassumibili nei seguenti punti:

- calcolo della trasmissività dello strato di ghiaia di 0,50 m ai gas, a breve e lungo termine;
- calcolo della trasmissività del geocomposito drenante ai gas, a breve e lungo termine;

c. comparazione dei dati ottenuti ai punti a) e b).

Tramissività della ghiaia ai gas

Si procede alla valutazione della tramissività del citato strato di ghiaia ai gas, partendo dalla tramissività nei confronti dell'acqua ed impostando una opportuna relazione di equivalenza per la determinazione delle prestazioni nei confronti del gas.

Il valore ottenuto sarà quindi confrontato con la tramissività del GCD, definita sulla base dei dati rilevati dalla scheda tecnica del materiale prescelto.

Considerando una permeabilità idraulica della ghiaia pari a

$$k_{ghiaia} = 10^{-3} \text{ m/s}$$

ed uno spessore dello strato pari a

$$s_{ghiaia} = 0,50 \text{ m}$$

si ottiene la tramissività idraulica della ghiaia attraverso la seguente formula:

$$\theta_{ghiaia,acqua} = k_{ghiaia} * s_{ghiaia} = 10^{-3} \text{ m/s} * 0,50 \text{ m} = 0,50 * 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

Il calcolo della tramissività ai gas dello strato di ghiaia viene eseguito, come sopra anticipato, impostando una relazione di equivalenza che si basa sulla tramissività idraulica della ghiaia e nello specifico:

$$\theta_{H_2O} = \frac{\mu_{LFG}}{\mu_{H_2O}} * \frac{\gamma_{H_2O}}{\gamma_{LFG}} * \theta_{LFG}$$

dove:

θ_{H_2O} : tramissività ghiaia-acqua [m^2/s];

θ_{LFG} : tramissività ghiaia-gas [m^2/s]. (LFG=Landfill gas)

μ_{LFG} : viscosità dinamica del gas [Ns/m^2]

μ_{H_2O} : viscosità dinamica dell'acqua [Ns/m^2]

γ_{LFG} : Peso specifico del gas [kN/m^3]

γ_{H_2O} : Peso specifico dell'acqua [kN/m^3]

Nella tabella seguente si riportato i valori tipici delle caratteristiche sopra elencate per i fluidi più comuni:

TABELLA 9 - CARATTERISTICHE TIPICHE PER I FLUIDI PIÙ COMUNI

Fluid or gas	Density, ρ		Unit Weight, γ		Dynamic Viscosity, μ		
	slug/ft ³	kg/m ³	pcf	N/m ³	Centipoise	lb-s/ft ²	N-s/m ²
Water	1.94	1000	62.4	9800	1.01	2.12E-5	1.01E-3
Air	2.34E-3	1.2	0.0753	11.8	0.018	3.78E-7	1.79E-5
CO ₂	3.55E-3	1.83	0.114	17.9	0.015	3.15E-7	1.50E-5
Methane	1.29E-3	0.666	0.0416	6.54	0.011	2.31E-7	1.10E-5
LFG(*)	2.53E-3	1.31	0.0815	12.8	0.0132	2.77E-7	1.32E-5

*55% CO₂ ,45% CH₄

Assumendo per il calcolo in esame, in via estremamente cautelativa, che la composizione del gas di discarica (LFG) sia per il 55% CO₂ e per il 45% CH₄, si ottiene:

$$\theta_{ghiaia,gas,bt} = \theta_{ghiaia,acqua} * \frac{(1,01 * 12,8)}{(0,0132 * 9.800)} = 0,5 * 10^{-3} m^2/s * 0,1 = 0,5 * 10^{-4} m^2/s$$

Il valore sopra ottenuto individua la trasmissività della ghiaia nei confronti dei gas a breve termine. Tuttavia, nell'ottica di valutare lo stesso parametro a lungo termine, è necessario applicare alcuni fattori di riduzione della trasmissività a breve termine.

Nel dettaglio si tengono in considerazione:

- $RF_{cc} = 1,20$ - fattore di riduzione per occlusione chimica o precipitazione chimica nei vuoti della ghiaia;
- $RF_{bc} = 1,20$ - fattore di riduzione per occlusione biologica.

Ne deriva che:

$$\theta_{ghiaia,gas,lt} = \frac{\theta_{ghiaia,gas,bt}}{RF_{cc} * RF_{bc}} = \frac{0,5 * 10^{-4} m^2/s}{(1,20 * 1,20)} = 0,347 * 10^{-4} m^2/s$$

Trasmissività del geocomposito drenante ai gas

Analogamente a quanto fatto per la ghiaia, si procede dapprima alla valutazione della trasmissività idraulica del geocomposito drenante, dalla quale, attraverso una relazione di equivalenza, sarà calcolata la trasmissività dello stesso nei confronti dei gas.

Come già precedentemente introdotto, la trasmissività idraulica del geocomposito drenante è una caratteristica dipendente da due principali aspetti: il gradiente idraulico e la pressione verticale che agisce sul geocomposito.

Per ciò che attiene al gradiente idraulico i , essendo la pendenza delle sponde della discarica pari a ca. 30°, è possibile assumere

$$i = 0,50$$

Relativamente alla pressione verticale agente sul geocomposito drenante, sebbene non prevista la posa in opera di strati di terreno nella copertura superficiale finale, è stata cautelativamente

presa in considerazione una pressione di riferimento pari a 20 kPa, corrispondente alla presenza di uno strato di terreno agrario dello spessore di 1,0 m.

Noti i dati sperimentali esposti nelle schede tecniche dei prodotti disponibili sul mercato, si è proceduto a definire, fissata una pressione verticale agente di 20 kPa, la correlazione tra il gradiente idraulico e la portata idraulica specifica del geocomposito drenante, ottenendo la seguente equazione:

$$q = 2,4456 * i^{0,5213}$$

Nel caso in esame, posto $i=0,50$, si ottiene:

$$q = 1,70 \text{ l/sm}$$

da cui deriva una trasmissività idraulica pari a:

$$\theta_{GCD,acqua} = \frac{q_{GCD,acqua}}{i} = \frac{1,70 * 10^{-3} m^3/sm}{0,50} = 0,34 * 10^{-2} m^2/s$$

Impiegando la relazione precedentemente introdotta

$$\theta_{H_2O} = \frac{\mu_{LFG}}{\mu_{H_2O}} * \frac{\gamma_{H_2O}}{\gamma_{LFG}} * \theta_{LFG}$$

dove:

θ_{H_2O} : trasmissività GCD-acqua [m^2/s];

θ_{LFG} : trasmissività GCD-gas [m^2/s]. (LFG=Landfill gas)

μ_{LFG} : viscosità dinamica del gas [Ns/m^2]

μ_{H_2O} : viscosità dinamica dell'acqua [Ns/m^2]

γ_{LFG} : Peso specifico del gas [kN/m^3]

γ_{H_2O} : Peso specifico dell'acqua [kN/m^3]

si ottiene:

$$\theta_{GCD,gas,bt} = 0,34 * 10^{-2} m^2/s * 0,1 = 0,34 * 10^{-3} m^2/s > 0,5 * 10^{-4} m^2/s = \theta_{ghiaia,gas,bt}$$

La trasmissività del geocomposito drenante ai gas, a breve termine, risulta dunque superiore a quella dello strato di ghiaia di 0,50 m.

Partendo dalla trasmissività idraulica del geocomposito drenante a breve termine calcolata precedentemente, applicando opportuni fattori di sicurezza, è possibile ottenere la trasmissività idraulica a lungo termine. Nello specifico si considera:

- $RF_{in}=1,30$ – Fattore di riduzione per deformazioni elastiche o di intrusione del geotessile all'interno dell'anima drenante;
- $RF_{cr}=1,20$ – Fattore di riduzione per le deformazioni di creep subite, nel tempo, dalla rete drenante;
- $RF_{cc}=1,50$ – Fattore di riduzione per intrusione di materiale biologico o per intrusione della frazione più fine del terreno di copertura;
- $RF_{bc}=1,20$ – Fattore di riduzione per intasamento chimico della rete drenante.

Ne segue che la trasmissività idraulica del geocomposito drenante a lungo termine è pari a:

$$\theta_{GCD,acqua,lt} = \frac{q_{GCD,acqua}}{i * RF_{in} RF_{cr} RF_{cc} RF_{bc}} = \frac{1,70 * 10^{-3} m^3/sm}{0,50 * 2,808} = 1,21 * 10^{-3} m^2/s$$

Facendo ricorso alla relazione precedentemente introdotta

$$\theta_{H_2O} = \frac{\mu_{LFG}}{\mu_{H_2O}} * \frac{\gamma_{H_2O}}{\gamma_{LFG}} * \theta_{LFG}$$

dove:

θ_{H_2O} : trasmissività GCD-acqua [m^2/s];

θ_{LFG} : trasmissività GCD-gas [m^2/s]. (LFG=Landfill gas)

μ_{LFG} : viscosità dinamica del gas [Ns/m^2]

μ_{H_2O} : viscosità dinamica dell'acqua [Ns/m^2]

γ_{LFG} : Peso specifico del gas [kN/m^3]

γ_{H_2O} : Peso specifico dell'acqua [kN/m^3]

si ottiene:

$$\begin{aligned} \theta_{GCD,gas,lt} &= 1,21 * 10^{-3} m^2/s * 0,1 = 1,21 * 10^{-4} m^2/s > 0,347 * 10^{-4} m^2/s \\ &= \theta_{ghiaia,gas,lt} \end{aligned}$$

Anche la trasmissività ai gas del geocomposito drenante, a lungo termine, risulta dunque superiore a quella dello strato di ghiaia di 0,50 m, nonostante le considerazioni progettuali decisamente cautelative.

6.4 Verifiche di stabilità

Al fine di analizzare la stabilità della copertura superficiale finale nonché, come di seguito meglio specificato, la stabilità della discarica nel suo insieme, la scrivente ha ritenuto opportuno incaricare il geol. Roberto Sacco, tecnico esperto in materia, per l'esecuzione delle opportune verifiche.

Nel dettaglio, coerentemente con quanto previsto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i., nonché in accordo alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), sono state eseguite delle opportune verifiche di stabilità della copertura superficiale finale e del fronte della discarica.

Di seguito si sintetizzano le risultanze delle verifiche condotte ed integralmente riportate nell'*Elaborato A2*, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti.

Si ritiene opportuno precisare sin da subito come nelle conclusioni del citato *Elaborato A2* si asserisce che *“I risultati ottenuti mostrano, per tutte le superfici di scivolamento ipotizzate nelle verifiche eseguite, un coefficiente di sicurezza maggiore di 1.1, pertanto sussiste una soddisfacente condizione di sicurezza nell’ambito del progetto di copertura superficiale finale della discarica Grasciano 1 ubicata in località C.da Casette nel Comune di Notaresco.”*.

6.4.1 STABILITÀ DELLA COPERTURA SUPERFICIALE FINALE

Nell’ambito delle verifiche di stabilità, in linea con le previsioni del D.Lgs. 36/03 e s.m.i., sono state eseguite le verifiche di stabilità all’interfaccia rifiuti-capping ed all’interfaccia geocomposito-terreno/prato.

Come si evince dal citato elaborato A2, risulta soddisfatta la verifica di stabilità della copertura superficiale finale all’interfaccia rifiuti-capping, presentando un fattore di sicurezza pari a 1,87.

Analogamente, anche all’interfaccia geocomposito-terreno/prato risulta soddisfatta la verifica di stabilità, rilevano un fattore di sicurezza pari a 2,24.

6.4.2 STABILITÀ DEL FRONTE DELLA DISCARICA

Sebbene le conoscenze relative alle caratteristiche costruttive della discarica “Grasciano 1” ed alle tipologie di rifiuti ivi conferiti siano del tutto limitate, è stata altresì eseguita la verifica globale del fronte della discarica in condizioni sismiche, assumendo per tale finalità dei parametri meccanici adeguatamente cautelativi considerando la sezione più gravosa.

Nel dettaglio, è stata valutata la stabilità, in condizioni sismiche, sia con riferimento al solo volume di rifiuti, sia alla discarica completa di copertura superficiale finale.

Con particolare riferimento alla verifica globale dei rifiuti, è stato rilevato un fattore di sicurezza minimo pari a 1,34.

L’analoga verifica, eseguita considerando il volume di rifiuti ed il pacchetto di copertura superficiale finale previsto in progetto, ha evidenziato un fattore di sicurezza minimo pari a 1,35.

6.5 Regimazione acque meteoriche

Nell'ottica di allontanare le acque di ruscellamento, minimizzando così la produzione di percolato, è stata prevista una rete di raccolta delle acque meteoriche, che consenta il deflusso naturale delle acque raccolte verso l'esterno della discarica (cfr. *elaborato grafico E1*).

I canali della rete sono stati dimensionati sulla base dell'afflusso meteorico, delle caratteristiche dei bacini e delle condizioni di deflusso, nelle condizioni di massima portata.

In particolare, sono stati calcolati con le formule di Giandotti, per ogni singolo bacino d'influenza, i seguenti valori:

- tempo di corrivazione (T_c) in funzione dell'area del bacino (S), della massima lunghezza di percorso delle acque (L') e della quota media del bacino rispetto alla sezione (H_m);
- massima portata specifica di deflusso in funzione dell'altezza delle piogge (h) calcolata con tempi di ritorno di 50 anni e con una durata di pioggia (T_p) uguale al tempo di corrivazione (T_c),

Ai fini del calcolo sono state utilizzate le seguenti formule:

$$T_c = (4 \cdot S^{1/2} + 1,5 \cdot L') / (0,8 \cdot H_m^{1/2})$$

T_c = tempo di corrivazione (ore)

S = area del bacino (kmq)

L' = max. lunghezza di percorso delle acque (km)

H_m = quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m)

$$h = a \times T_p^n$$

$$a = 65,11$$

$$n = 0,266$$

$$T_p = T_c$$

T_p = durata della pioggia (ore)

$$Q = 166 \cdot S \cdot h \cdot H_m^{1/2} / (4 \cdot S^{1/2} + 1,5 \cdot L')$$

Q = portata max. di deflusso (mc/sec)

Il valore della quota media del bacino rispetto alla sezione (H_m) è stato determinato sulla base delle curve di livello, mentre i valori di “ a ” ed “ n ” sono stati determinati mediante l'elaborazione delle misure pluviometriche del regime delle piogge intense registrate durante intervalli di tempo di ampiezza prefissata, sulla base delle quali sono state determinate “le curve di possibilità pluviometrica”.

Le “curve di possibilità pluviometrica” (CPP), sono ottenute da considerazioni di tipo statistico e sono idonee ad interpretare le variabili casuali di tipo “estremo”. Le CPP sono state elaborate sulla base dei dati di massima intensità di pioggia, forniti dal Servizio Idrografico della Regione Abruzzo per una stazione pluviometrica prossima al sito in esame.

In particolare, per la località considerata, sono stati elaborati i dati riferiti alla stazione pluviometrica di Giulianova, misurati durante il periodo 1928-2017.

Nella presente verifica si è scelto di utilizzare curve di possibilità pluviometrica valide per tempi critici superiori all'ora (1, 3, 6, 12, 24 ore), dato che, per tempi inferiori all'ora, il Servizio Idrografico non fornisce dati sufficienti per l'elaborazione. Per tempi inferiori all'ora, infatti, sono riportate le altezze di massima pioggia riferite solamente ad una durata di 30 minuti.

Utilizzare le CPP significa considerare le altezze di pioggia come una variabile casuale che, quindi, deve essere stimata in relazione ad un livello di probabilità " P_{ns} " che essa ha di non essere superata, relazionandola ad un periodo di tempo T , detto tempo di ritorno, che intercorre mediamente tra due eventi nei quali il valore di tale precipitazione è superato.

La relazione che lega la probabilità di non superamento P_{ns} con il tempo di ritorno è la seguente:

$$P_{ns} = \frac{T-1}{T}$$

Le "curve di possibilità pluviometrica", ognuna delle quali è ottenuta in corrispondenza di un preordinato tempo di ritorno (T), descrivono la variabile casuale "massima altezza annuale di precipitazione di assegnata durata" e vengono approssimate con espressioni del tipo:

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

dove (h) rappresenta l'altezza di una pioggia durata un periodo di tempo (t), mentre i due parametri " a " ed " n " dipendono dal tempo di ritorno assegnato, che nel caso specifico sarà assunto pari a **50 anni**.

La serie storica di dati utilizzati per l'analisi pluviometrica che, come già accennato, è stata fornita dal Servizio Idrografico, è riportata di seguito in forma tabellare ed è rappresentata dal valore massimo annuale per le diverse durate delle altezze di pioggia espresse in mm.

TABELLA 10 - SERIE STORICA DATI PER ANALISI PLUVIOMETRICA

Anno	Altezze di pioggia per diverse durate [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1928	32	57			
1929				68,6	76,6
1931	23,8	28	48	50	76
1932	15	24,4	25,4	31,2	49,4
1935	22	25,8	31,8	38,8	76
1936	11,4	20,2	37	63,6	88,6
1937	12,7	17,6	30	50	60,4
1939	30	37	38,6	41,4	51,6
1941	23,4	31,2	41,2	62,8	72
1942	17,6	17,6	30	48	66,6
1945	18,6	19,4	35,4	70,4	100,2
1946	11	15,6	16,6	24	32,4
1947	19,6	32,6	43,6	56	71,6
1948	31,4	48,2	51,2	51,4	54,2
1950	10,6	20,4	29,4	34,8	47,4
1951	18	35	43,4	44,2	52,2
1952	8,2	17	16,6	28,4	56,8
1953	27,6	32,8	53	63	92
1954	13,2	21	34,4	46,8	60,4
1955	16,8	28,8	32,2	38,2	38,2
1956	29	43,6	57,8	70,6	123
1957	40	71,8	88	88,8	88,8
1958	26,2	66	95,8	124,2	147
1959	13,6	21	32	40,6	43,4
1960	18,8	23,8	43,6	68,4	78,8
1962	18,8	22	38,6	44	48,8
1963	30,8	36,2	41	41,2	52,8
1964	24,2	25,6	40,2	55,6	60
1965	52,2	62	65,2	65,2	65,2
1967	27,8	30,4	54,2	89	103,2
1968	18	34,8	39	45,8	51
1969	31	61,8	68,4	68,4	73
1970	12,6	22,4	31,6	38,6	48,6
1971	26,2	31	45	51,4	51,8
1972	46,5	67,6	69,6	80	108,6
1973	31	50	54,6	64,4	71
1975	25,8	26,2	29,8	37	62
1976	34,8	34,8	34,8	55	84,6
1977	25	25,2	26,6	39,2	39,2

Anno	Altezze di pioggia per diverse durate [mm]				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1978	60	129,8	139,2	194,8	228
1980	80	86	89,4	90,6	91,2
1981	22,6	27,4	32,4	38	38,2
1982	27,6	38,6	61,8	67,6	90,6
1983	17,6	18,6	23,4	23,4	35,8
1984	13,8	14,2	19	22,8	43,4
1986	30	50,8	51,2	59	71
1987	16,8	24,6	33,6	41,8	42,2
1988	52	62	67	67,8	67,8
1989	34,4	42	46,4	49,8	61,2
1990	14,4	26,8	38	49	53,6
1991	14,4	18,6	29,6	39,4	39,4
1992	30	35,4	39,2	52,6	86
1993	19,2	19,8	19,8	23,6	27,2
1994	11,4	19,4	28,8	55,6	83,4
1995	34	35,6	38	42	42,2
1996	22	22,4	42	47,4	50,4
1997	20	22	22	30,4	30,4
1998	28	36	36,2	43,8	58
1999	28	56	68,4	100	107,2
2000	15	22	32	44,6	44,6
2001	6,4	12	13	20	24
2002	58,4	62,2	62,4	64,2	65,6
2003	37,6	68,6	68,8	68,8	80,4
2004	29,4	57,6	77,2	85	121,4
2005	21,4	23,6	24,6	27	51,2
2006	28,8	30,4	31	40,6	60,6
2007	16	25,2	31,4	48,4	62,4
2008	14	23	40,6	50,6	73,8
2009	22,6	30,4	43,4	74,4	81
2010	18,2	26,6	41,4	54,2	62
2011	56	68,8	70,2	100,6	128
2012	74,8	97,4	100,2	100,4	116,8
2013	22,4	33	44,4	47,6	72,8
2014	24,8	39,6	54,2	73,6	97,2
2015	18	28	43,6	72,8	106,2
2016	52,2	60,2	62,8	78,2	88,8
2017	22,2	38,8	53,2	77,2	98,6

Per l'analisi statistica dei dati sopra riportati si è scelto di utilizzare la distribuzione di probabilità "Gumbel", che è la più utilizzata in idrologia:

$$h_t(T) = v_t - \frac{1}{\alpha_t} \ln(\ln(p_{ns})) = v_t - \frac{1}{\alpha_t} \ln\left(\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right)$$

dove i parametri α_t e v_t sono rispettivamente:

$$\alpha_t = \frac{\sqrt{1,645}}{s}$$

$$v_t = \mu - \frac{0,5772}{\alpha}$$

e μ ed s si riferiscono alla media ed alla deviazione standard dei valori delle altezze di massima pioggia.

Una volta determinati i parametri α_t e v_t per ogni prefissato valore del tempo di ritorno T (10, 20, 30, 40, 50, 100), si ricavano le altezze di pioggia "regolarizzate" secondo il metodo di

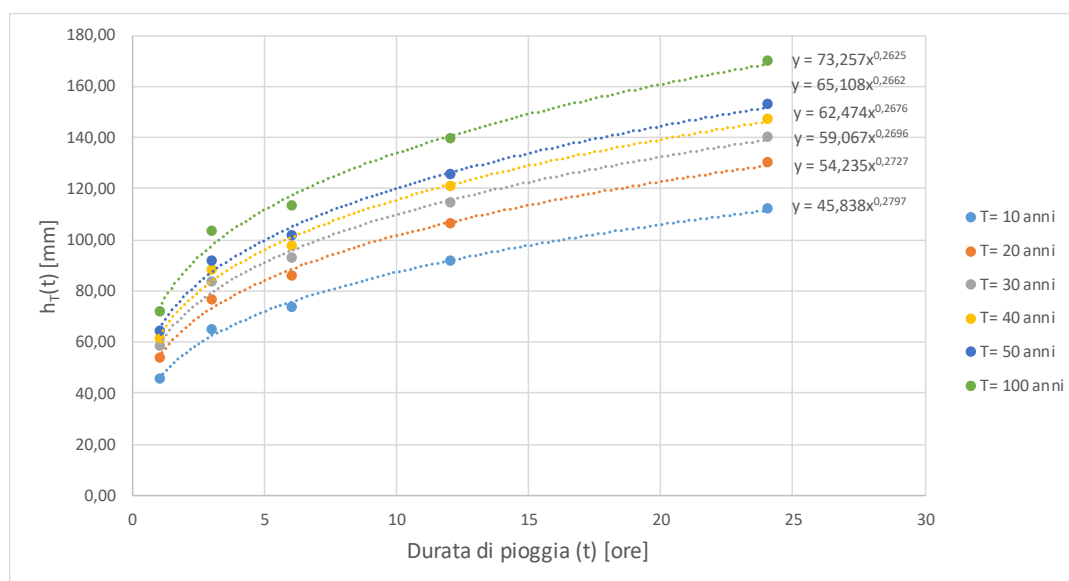
Gumbel; i risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente, dove si pongono in evidenza le altezze di pioggia con tempi di ritorno pari a 50 anni, utilizzati nel caso specifico.

TABELLA 11 - ALTEZZA PRECIPITAZIONE PER INTERVALLI

p_{ns}	T [anni]	Altezza precipitazione per intervalli in ore $h_i(T)$ [mm]					$h_T(t)$
		1	3	6	12	24	
0,900	10	45,35	64,58	73,69	91,43	112,23	$h_{10}(t)$
0,950	20	53,49	76,40	85,81	106,15	129,91	$h_{20}(t)$
0,967	30	58,17	83,20	92,78	114,63	140,09	$h_{30}(t)$
0,975	40	61,47	88,00	97,70	120,60	147,26	$h_{40}(t)$
0,980	50	64,02	91,71	101,50	125,22	152,80	$h_{50}(t)$
0,990	100	71,92	103,17	113,25	139,50	169,95	$h_{100}(t)$

Per poter conoscere la curva di possibilità pluviometrica riferita ad un determinato tempo di ritorno T è necessario stimare i due coefficienti “a” ed “n”, che identificano l’andamento della funzione. Quindi, una volta rappresentati i valori di cui sopra in un campo logaritmico, i coefficienti “a” ed “n” vengono ricavati dall’equazione della curva di possibilità pluviometrica, ottenuta tramite l’interpolazione secondo il metodo dei minimi quadrati.

FIGURA 4 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA



A fine elaborazione si ottengono i parametri “a” ed “n” per valori di tempi di ritorno prefissati.

TABELLA 12 – PARAMETRI A E N PER TEMPI DI RITORNO PREFISSATI

p_{ns}	T [anni]	n	a
0,900	10	0,280	45,837
0,950	20	0,273	54,234
0,967	30	0,270	59,066
0,975	40	0,268	62,473
0,980	50	0,266	65,107
0,990	100	0,263	73,256

Determinati i parametri a ed n , è stato eseguito il calcolo della portata massima di deflusso per ogni bacino di riferimento, adottando i metodi di calcolo precedentemente descritti. Le risultanze sono riportate nella tabella seguente.

TABELLA 13 - CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA DI DEFLUSSO

Tratto	S		L'	H _m	t _c	t _p	a	n	h	Q	Q _{tot}
	nr.	ha									
A-B	2 est	0,269	0,166	12,000	0,165	0,165	65,11	0,266	40,294	0,136	0,136
C-B	1 est	0,486	0,266	5,500	0,361	0,361	65,11	0,266	49,660	0,139	0,139
B-B'			0,004	0,080						0,275	0,275
B'-D	7 est	0,209	0,177	13,500	0,153	0,153	65,11	0,266	39,486	0,112	0,387
E-F	3 est	0,150	0,101	3,500	0,205	0,205	65,11	0,266	42,698	0,065	0,065
G-F	4 est	0,095	0,091	2,500	0,205	0,205	65,11	0,266	42,734	0,041	0,041
F-F'			0,006	0,100						0,106	0,106
F'-K'	5 est	0,043	0,049	7,000	0,074	0,074	65,11	0,266	32,572	0,039	0,145
J-K	12 est	0,192	0,158	2,000	0,364	0,364	65,11	0,266	49,772	0,054	0,054
K-K'			0,004	0,080						0,054	0,054
K'-D	6 est	0,050	0,030	2,000	0,119	0,119	65,11	0,266	36,932	0,032	0,232
U-V	8 est	0,114	0,178	6,500	0,197	0,197	65,11	0,266	42,266	0,051	0,051
V-V'			0,008	1,500						0,051	0,051
W-W	9 est	0,021	0,010	0,200	0,204	0,204	65,11	0,266	42,632	0,009	0,009
W-X	10 est	0,034	0,026	7,000	0,053	0,053	65,11	0,266	29,868	0,040	0,049
D-X			0,020	4,500						0,619	0,619
X-X'	11 est	0,021	0,006	0,500	0,117	0,117	65,11	0,266	36,757	0,014	0,668
X'-N'			0,005	2,500						0,668	0,668
M-N	13 est	0,227	0,168	4,250	0,268	0,268	65,11	0,266	45,884	0,081	0,081
N-N'	15 est	0,008	0,011	1,500	0,053	0,053	65,11	0,266	29,858	0,009	0,090
N'-N"			0,016	3,000						0,758	0,758
V'-N"			0,07	12,00						0,051	0,051
N"-Y			0,090	15,000						0,809	0,809
U-H	1 ovest	0,117	0,086	3,000	0,192	0,192	65,11	0,266	41,958	0,053	0,053
H-H'	2 ovest	0,024	0,011	0,200	0,218	0,218	65,11	0,266	43,391	0,010	0,063
E-I	3 ovest	0,142	0,103	4,000	0,191	0,191	65,11	0,266	41,897	0,065	0,065
I-H'			0,005	1,500						0,065	0,065
H'-L	4 ovest	0,024	0,024	4,500	0,057	0,057	65,11	0,266	30,447	0,026	0,153
J-L	5 ovest	0,161	0,110	1,500	0,332	0,332	65,11	0,266	48,559	0,049	0,049
L-L'			0,005	1,000						0,202	0,202
L'-O	6 ovest	0,028	0,032	6,500	0,056	0,056	65,11	0,266	30,286	0,031	0,233
M-O	7 ovest	0,203	0,133	2,000	0,335	0,335	65,11	0,266	48,690	0,061	0,061
O-O'			0,005	1,000						0,294	0,294
O'-S	8 ovest	0,041	0,034	5,500	0,070	0,070	65,11	0,266	32,118	0,039	0,333
P-S	11 ovest	0,188	0,129	2,000	0,324	0,324	65,11	0,266	48,256	0,058	0,058
S-S'			0,005	1,000						0,391	0,391
S'-T	13 ovest	0,127	0,068	3,500	0,163	0,163	65,11	0,266	40,214	0,065	0,456
P-Q	9 ovest	0,139	0,099	2,000	0,263	0,263	65,11	0,266	45,642	0,050	0,050
R-Q	10 ovest	0,099	0,057	5,000	0,118	0,118	65,11	0,266	36,874	0,064	0,064
Q-Q'			0,007	0,500						0,114	0,114
Q'-T	12 ovest	0,291	0,180	4,000	0,304	0,304	65,11	0,266	47,417	0,094	0,208
T-T'			0,009	0,500						0,664	0,664
T'-T"			0,013	5,000						0,664	0,664
T"-scarico										0,664	0,664

Canalina acque superficiali scarica

Tubazione di trasporto interrata

Cunetta carrabile in cls

Tubazione esistente/scarico

Per la verifica idraulica della sezione dei canali sono state calcolate, mediante le seguenti formule, le portate massime smaltibili dal singolo tratto e confrontate con le portate massimo di deflusso sopra indicate.

$$i = \Delta/L$$

i = pendenza sul fondo

Δ = dislivello (m)

L = lunghezza del tratto (m)

$$Rh = W/B$$

W = area della sezione (mq)

B = contorno bagnato della sezione (m)

R_h = raggio medio (area/contorno bagnato) (m)

G_b = coefficiente di scabrezza Bazin = 0,11 in considerazione dell'applicazione di un canale zincato greco; 0,06 per tubazione in HDPE, 0,11 per canale in cls

$$C = 87 \cdot R_h^{1/2} / (G_b + R_h^{1/2})$$

C = coefficiente di Chezy ($m^{1/2}/sec$)

$$U = C \cdot R_h^{1/2} \cdot i^{1/2}$$

U = velocità media dell'acqua (m/sec)

$$Q_{max} = U \cdot W$$

Q = portata massima del canale/tubazione (mc/sec)

$$C_s = Q_{max} / Q_{eff}$$

C_s = coefficiente di sicurezza

I risultati di tale verifica sono riportati nella tabella seguente.

TABELLA 14 - VERIFICA IDRAULICA DEI CANALI DI RACCOLTA ACQUE SUPERFICIALI

Tratto	Tipo	L [m]	Δ [m]	i	Ø [cm]	W [m ²]	B [m]	R_h [m]	G_b	C	U [m/sec]	Q_{max} [m ³ /sec]	Q_{eff} [m ³ /sec]	C_s
A-B	Semicircolare	166,000	12,000	0,072	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	7,056	1,00	0,14	7,313
C-B	Semicircolare	266,000	5,500	0,021	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,773	0,53	0,14	3,850
B-B'	Circolare	4,000	0,080	0,020	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	5,116	0,78	0,27	2,829
B'-D	Semicircolare	177,000	13,500	0,076	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	7,247	1,02	0,39	2,645
E-F	Semicircolare	101,000	3,500	0,035	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	4,885	0,69	0,06	10,639
G-F	Semicircolare	91,000	2,500	0,027	44,00	0,076	0,69	0,110	0,110	65,332	3,591	0,27	0,04	6,657
F-F'	Circolare	5,500	0,100	0,018	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	4,878	0,74	0,11	7,003
F'-K'	Semicircolare	49,000	7,000	0,143	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	9,918	1,40	0,15	9,645
J-K	Semicircolare	158,000	2,000	0,013	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	2,952	0,42	0,05	7,677
K-K'	Circolare	4,000	0,080	0,020	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	5,116	0,78	0,05	14,309
K'-D	Semicircolare	30,000	2,000	0,067	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	6,776	0,96	0,23	4,130
U-V	Semicircolare	178,000	6,500	0,037	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	5,015	0,71	0,05	13,998
V-V'	Circolare	7,500	1,500	0,200	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	16,180	2,46	0,05	48,576
W-W	Semicircolare	10,000	0,200	0,020	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,711	0,52	0,01	57,764
W-X	Semicircolare	26,000	7,000	0,269	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	13,616	1,92	0,05	39,387
D-X	Circolare	20,000	4,500	0,225	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	17,161	2,61	0,62	4,214
X-X'	Semicircolare	5,500	0,500	0,091	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	7,912	1,12	0,67	1,674
X'-N'	Semicircolare	5,000	2,500	0,500	44,00	0,076	0,69	0,110	0,110	65,332	15,322	1,16	0,67	1,743
M-N	Semicircolare	168,000	4,250	0,025	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	4,174	0,59	0,08	7,326
N-N'	Semicircolare	11,000	1,500	0,136	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	9,690	1,37	0,09	15,251
N'-N"	Circolare	16,000	3,000	0,188	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	15,666	2,38	0,76	3,143
V'-N"	Circolare	73,000	12,000	0,164	80,00	0,503	1,26	0,400	0,060	79,462	20,376	10,24	0,05	202,229
N"-Y	Circolare	90,000	15,000	0,167	80,00	0,503	1,26	0,400	0,060	79,462	20,517	10,31	0,81	12,754
U-H	Semicircolare	86,000	3,000	0,035	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	4,901	0,69	0,05	13,074
H-H'	Semicircolare	11,000	0,200	0,018	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,538	0,50	0,06	7,975
E-I	Semicircolare	103,000	4,000	0,039	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	5,171	0,73	0,06	11,316
I-H'	Circolare	5,000	1,500	0,300	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	19,816	3,01	0,06	46,636
H'-L	Semicircolare	24,000	4,500	0,188	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	11,363	1,61	0,15	10,479
J-L	Semicircolare	110,000	1,500	0,014	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,064	0,43	0,05	8,884
L-L'	Circolare	5,000	1,000	0,200	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	16,180	2,46	0,20	12,175
L'-O	Semicircolare	32,000	6,500	0,203	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	11,827	1,67	0,23	7,170
M-O	Semicircolare	133,000	2,000	0,015	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,218	0,45	0,06	7,459
O-O'	Circolare	5,000	1,000	0,200	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	16,180	2,46	0,29	8,362
O'-S	Semicircolare	34,000	5,500	0,162	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	10,554	1,49	0,33	4,483
P-S	Semicircolare	129,000	2,000	0,016	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,267	0,46	0,06	7,959
S-S'	Circolare	5,000	1,000	0,200	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	16,180	2,46	0,39	6,294
S'-T	Semicircolare	68,000	3,500	0,051	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	5,954	0,84	0,46	1,847
P-Q	Semicircolare	99,000	2,000	0,020	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,730	0,53	0,05	10,537
R-Q	Semicircolare	57,000	5,000	0,088	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	7,772	1,10	0,06	17,199
Q-Q'	Circolare	7,000	0,500	0,071	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	9,669	1,47	0,11	12,905
Q'-T	Semicircolare	180,000	4,000	0,022	60,00	0,141	0,94	0,150	0,110	67,756	3,912	0,55	0,21	2,656
T-T'	Circolare	9,000	0,500	0,056	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	8,527	1,30	0,66	1,953
T'-T"	Circolare	13,000	5,000	0,385	44,00	0,152	0,69	0,220	0,060	77,133	22,437	3,41	0,66	5,138
T"														5,138

	Canalina acque superficiali discarica
	Tubazione di trasporto interrata
	Cunetta carrabile
	Tubazione esistente/scarico

Dalla tabella sopra riportata si evince che, anche nelle condizioni di massima portata, ovvero che tutte le precipitazioni incidenti sull'area della discarica ruscellino e vengano intercettate dalla rete,

il sistema di regimazione delle acque meteoriche previsto in progetto risulta ampiamente sufficiente a garantire il deflusso idrico.

6.6 Gestione del percolato

6.6.1 CALCOLO DELLA PRODUZIONE

Nella gestione di una discarica occorre prestare particolare attenzione al percolato, ossia il fluido che, originato essenzialmente dagli apporti idrici esterni, attraversa la massa dei rifiuti venendo a contatto con diversi contaminanti; tali sostanze inquinanti, rilasciate dalla fase solida a quella liquida per mezzo di processi fisici, chimici e biologici, costituiscono una potenziale fonte di inquinamento che va eliminata.

La formazione del percolato è regolata da diversi fattori legati alla meteorologia ed all'idrologia della zona in cui sorge l'impianto, nonché alle caratteristiche realizzative e gestionali della stessa.

In termini generali, il bilancio idrologico di una discarica controllata, dotata di impermeabilizzazione laterale e di fondo, è riconducibile a quello raffigurato in **FIGURA 3** e descritto al paragrafo 6.3.2.

Nelle condizioni di discarica chiusa e sistemata, come da progetto, una parte dell'acqua piovana incidente sull'area (P) si allontana dalla discarica per effetto del ruscellamento (R), mentre la parte rimanente alimenta il volume idrico trattenuto dal terreno vegetale per le esigenze delle piante, dal quale si ha una perdita per evapotraspirazione (ET); solo una minima parte degli apporti idrici esterni si infila (I), contribuendo alla produzione di percolato.

Nella definizione del bilancio idrico sopra illustrato sono stati trascurati la produzione o consumo di acqua associabile alle diverse reazioni biochimiche di degradazione aerobica e anaerobica della sostanza organica, nonché la variazione di umidità del rifiuto nel tempo. Infatti, assumendo nel lungo periodo valori irrilevanti, tali componenti risultano del tutto trascurabili.

Ai fini della minimizzazione della produzione di percolato, in una fase successiva alla chiusura superficiale finale, i fattori che hanno maggiore influenza sono riconducibili nello specifico a:

- il materiale di copertura finale;
- il grado di compattazione dei rifiuti;
- la pendenza della superficie di ricoprimento;
- il tipo di vegetazione.

Una scelta adeguata del materiale di copertura può infatti limitare le infiltrazioni (ad esempio una copertura impermeabile), tenendo sempre in considerazione che, a causa dei cedimenti differenziali che si manifestano immancabilmente in una discarica, si possono creare per effetto della fessurazione vie preferenziali di ingresso delle precipitazioni.

Accentuare la pendenza della superficie di ricoprimento comporta un aumento del ruscellamento superficiale e quindi una conseguente diminuzione dell'infiltrazione; un ulteriore modo per agire sul bilancio idrologico è quello di aumentare la vegetazione per favorire i fenomeni di evapotraspirazione.

Il grado di compattazione dei rifiuti è direttamente correlato alla capacità di campo dei rifiuti stessi e quindi alla possibilità di accumulo dell'umidità; aumentare la compattazione significa quindi, oltre all'ovvio beneficio di ridurre il volume occupato, anche diminuire gli accumuli di percolato nel corpo discarica. Nel caso in esame, tuttavia, trattandosi di una discarica chiusa ai conferimenti, non è possibile intervenire su tale aspetto.

Sulla base delle considerazioni esposte nei capitoli precedenti 6.3.2 e 6.5, nonché di quanto sopra indicato, è stato ipotizzato, per la fase di gestione post-operativa della discarica, il seguente bilancio idrico espresso in percentuale delle precipitazioni totali.

TABELLA 15– BILANCIO IDRICO IN FUNZIONE DELLE VARIE FASI OPERATIVE

COMPONENTI %	SISTEMAZIONE FINALE
INFILTRAZIONE	5%
EVAPOTRASPIRAZIONE	55%
RUSCELLAMENTO	40%

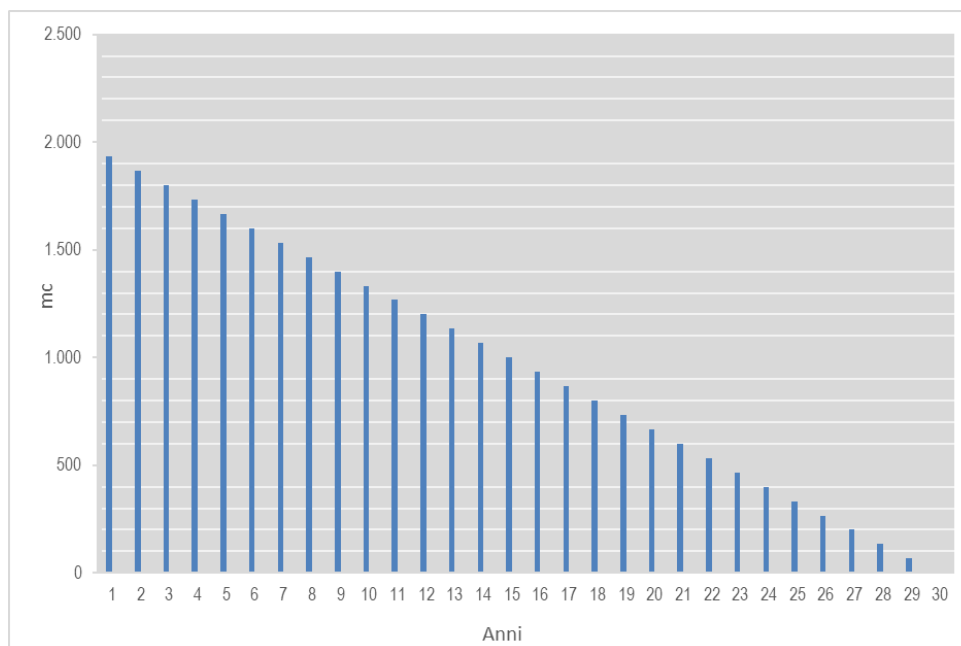
Ai fini della valutazione della produttività annua di percolato, è stata assunta una piovosità annua pari a ca. 356 mm, dato riferito all'annualità 2023 e desunto, come già anticipato, dalla centralina meteo di recente attivazione posta a servizio della discarica "Grasciano 2", nelle immediate vicinanze del sito in esame.

Sulla base di tale dato è stata calcolata la produzione teorica di percolato attesa per il periodo di gestione post operativa di n. 30 anni, ipotizzando prudenzialmente il completo esaurimento del percolato all'interno della discarica al termine di tale periodo.

I risultati sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti.

TABELLA 16 - STIMA PRODUZIONE PERCOLATO DAL 1° AL 30° ANNO DI GESTIONE POST OPERATIVA

FASE DI GESTIONE POST- OPERATIVA			
ANNI	Percolato previsto [mc]	ANNI	Percolato previsto [mc]
1	1.933,3	16	933,3
2	1.866,7	17	866,7
3	1.800,0	18	800,0
4	1.733,3	19	733,3
5	1.666,7	20	666,7
6	1.600,0	21	600,0
7	1.533,3	22	533,3
8	1.466,7	23	466,7
9	1.400,0	24	400,0
10	1.333,3	25	333,3
11	1.266,7	26	266,7
12	1.200,0	27	200,0
13	1.133,3	28	133,3
14	1.066,7	29	66,7
15	1.000,0	30	0,0
Totale percolato previsto nei 30 anni [mc]		29.000,00	

FIGURA 5 – GRAFICO DELLA PRODUZIONE DEL PERCOLATO

Come si evince dalla tabella sopra riportata, si stima una produzione di percolato nel periodo trentennale di gestione post-operativa pari a ca. 29.000 mc.

6.6.2 SISTEMA DI ESTRAZIONE, TRASPORTO E STOCCAGGIO

Sotto il profilo impiantistico, il percolato prodotto dalla discarica sarà captato da n. 6 pozzi di estrazione esistenti (n.1, n.2, n.3, n.4, n. 6, n.7), sollevato automaticamente attraverso delle

elettropompe sommerse ed avviato alle vasche di accumulo, disposte in adiacenza all'invaso, in prossimità del versante nord-ovest dell'argine di base in rilevato.

Con particolare riferimento al pozzo di estrazione n.7, è stata riscontrata una considerevole presenza di biogas al suo interno, motivo per cui, sebbene questo non sia risultato utile ai fini della captazione di percolato, sarà tenuto in esercizio e, come in seguito specificato, collegato alla rete di estrazione del biogas di discarica.

È altresì prevista la dismissione del pozzo di estrazione n.5, completamente asciutto, e dei pozzi C e D, non più necessari in seguito alla rimozione delle esistenti trincee drenanti ed alla successiva copertura superficiale finale.

L'intero sistema è graficamente esposto nell'*elaborato grafico E2*.

6.7 Gestione del biogas

Con riferimento al controllo dei gas di discarica, il D.Lgs. 36/03 e s.m.i. prevede che il biogas debba essere di norma utilizzato per la produzione di energia, anche a seguito di un eventuale trattamento, senza che questo pregiudichi le condizioni di sicurezza per la salute dell'uomo e per l'ambiente.

Laddove il recupero energetico del gas risultasse impraticabile, lo stesso D.Lgs. 36/03 e s.m.i. prevede la termodistruzione del biogas di discarica, che deve avvenire in idonea camera di combustione a temperatura $T > 850\text{ }^{\circ}\text{C}$, concentrazione di ossigeno maggiore o uguale a 3% in volume e tempo di ritenzione maggiore o uguale a 0,3 s.

Nel particolare caso in esame, come già precedentemente specificato, le indagini condotte in sito hanno consentito di rilevare la quasi totale assenza di metano nel biogas campionato, rendendo così possibile assumere che il picco di produzione di biogas della discarica si sia già verificato, conseguendone una eventuale produzione attesa del tutto modesta e comunque destinata ad una graduale riduzione.

Sulla base delle premesse di cui sopra, non essendo praticabile il recupero energetico del biogas per via delle ridotte concentrazioni di metano, è stata prevista la realizzazione di un nuovo sistema di aspirazione e combustione del biogas di discarica; la nuova rete, di seguito dettagliatamente descritta, è finalizzata ad intercettare eventuali sacche di biogas intrappolate nel volume di rifiuti che, verosimilmente, potrebbero essere in grado di alimentare la torcia di termodistruzione descritta al capitolo 5.4.

Di seguito si riporta una descrizione dettagliata dei diversi elementi costitutivi dell'impianto di aspirazione e combustione del biogas che si intende installare, illustrato graficamente nell'*Elaborato grafico E3*.

6.7.1 SISTEMA DI CAPTAZIONE E TRASPORTO

Captazione verticale

Il sistema di captazione del gas di discarica in progetto prevede, in seguito alla dismissione dei pozzi esistenti, la realizzazione di n. 10 nuovi pozzi verticali nell'area di discarica di più recente coltivazione, caratterizzata da rifiuti dotati di maggiore potenziale in termini di produttività di biogas.

I pozzi di captazione saranno realizzati con tubazione in HDPE macrofessurata PN10 Ø_e 250 mm a doppia parete e corrugata, posizionata all'interno di una trincea drenante Ø 800 mm ca realizzata mediante trivellazione, riempiti all'interstizio di materiale lapideo.

Il tubo dovrà portare il marchio di qualità, le caratteristiche UNI, il tipo di materia prima utilizzata, il diametro nominale e la classe di appartenenza.

Oltre ai nuovi pozzi di estrazione del biogas, si prevede di collegare alle centrali di regolazione anche i pozzi di estrazione del percolato n. 2, n. 6 e n. 7, in prossimità dei quali è stata rilevata, nell'ambito di sopralluoghi presso il sito, una sensibile percezione di biogas aerodisperso.

Testa di pozzo

Si posizionano sulla sommità dei pozzi verticali svolgendo le seguenti funzioni:

- il convogliamento del gas di discarica aspirato verso un unico collettore;
- la condensazione del vapore contenuto nel gas di discarica con scarico diretto nel pozzo stesso;
- la regolazione manuale della portata di gas aspirato;
- il controllo delle caratteristiche chimiche del gas di discarica (% CH₄, %O₂, %CO₂) utilizzando le apposite prese;
- l'ispezionabilità del pozzo attraverso il sezionamento della testa di sonda.

Sotto il profilo costruttivo le teste di pozzo dovranno rispondere dei seguenti requisiti:

- costruzione interamente in polietilene ad alta densità (HDPE), con uscita flangiata per il collegamento alla tubazione di trasporto;
- lunghezza non inferiore a 3,0 m e diametro esterno leggermente superiore al diametro della sonda fessurata;
- flangia superiore di chiusura in HDPE o acciaio provvista di manicotti per il controllo DM ½" e manicotti per l'inserimento della tubazione di estrazione del percolato DN 2";
- bulloneria in acciaio inox o zincata;
- valvola di regolazione a farfalla posta sul collegamento con la tubazione di trasporto, dotata di corpo in ghisa rivestito da vernice epossidica, farfalla in AISI 316 o in ghisa rivestita con protezione antiacida, steli in AISI 316, regolazione manuale con leva a più posizioni.

Centrale di regolazione

La centrale di regolazione ha la funzione di ripartire, attraverso la regolazione effettuata con apposite valvole (gruppo di regolazione), la depressione di ogni singolo elemento di captazione in funzione della relativa quantità di gas captato.

Nel caso in esame si è prevista l'installazione di n. 2 centrali di regolazione, entrambe posizionate sulla sommità della discarica, che saranno collocate all'interno di una struttura in carpenteria metallica leggera.

Da tale sezione, per mezzo di strumentazione portatile, sarà possibile i parametri qualitativi caratteristici del gas (% di metano, % di ossigeno, ppm di monossido di carbonio e ppm di acido solfidrico).

Il collettore principale delle singole centrali di regolazione è dotato di n. 8 ingressi e di una uscita, sulla quale è prevista una valvola di regolazione principale di tipo a farfalla. Inoltre, sempre sul collettore principale, sarà predisposta una flangia cieca per eventuali ampliamenti.

Rete di trasporto

La rete di trasporto del gas di discarica, dai pozzi di captazione alla centrale di estrazione, è costituita dai seguenti elementi:

- linee secondarie di collegamento dei pozzi di captazione alle centrali di regolazione, previste con tubazione in HDPE Ø_e 90 mm classe S8;
- linee primarie di collegamento delle centrali di regolazione alla centrale di estrazione, previste con tubazione interrata in HDPE Ø_e 200 mm classe S8.

Linee di trasporto condense

Le condense presenti sulle linee secondarie di trasporto vengono convogliate, per gravità, all'interno dei pozzi di estrazione del biogas, dai quali saranno drenate all'interno dell'invaso per essere successivamente gestite come percolato.

Per ciò che attiene alle condense presenti sulle linee primarie di trasporto, invece, è previsto l'accumulo all'interno di un apposito serbatoio, posizionato in prossimità della centrale di estrazione; da tale serbatoio, per mezzo di un sistema di sollevamento, le condense sono ricircolate all'interno del prossimo pozzo di estrazione del percolato n. 2, per essere in seguito gestite come percolato.

6.7.2 CENTRALE DI ESTRAZIONE (CE) E TORCIA DI COMBUSTIONE

Attraverso le linee di trasporto primarie, il biogas captato sarà avviato alla Centrale di Estrazione (CE) e combustione (torcia) della portata nominale di 50 Nmc/h, presso la quale, in corrispondenza di un gruppo di regolazione automatico, saranno rilevati tutti i parametri fisici del flusso gassoso

pag. 46

(portata, pressione, temperatura) ed i parametri qualitativi principali (% metano, % ossigeno). I parametri fisici e chimici saranno valutati automaticamente da un PLC che provvederà a modificare la regolazione del flusso al fine di ottimizzare la qualità del gas oppure ad interrompere la captazione in caso di pericolo.

Il gas aspirato sarà avviato a termodistruzione presso un combustore adiabatico ad alta temperatura (torcia).

Il sistema di combustione previsto risulta pienamente conforme alla normativa vigente (D.Lgs. 36/03 e s.m.i.), con logica automatica di carburazione, in grado di assicurare la combustione del gas ad elevata temperatura ($> 850^{\circ}\text{C}$) per un adeguato tempo di residenza ($\geq 0,3$ secondi) e con una percentuale di ossigeno residuo $\geq 3\%$, al fine di garantire una termodistruzione ottimale dei gas.

6.8 Presidi di controllo

6.8.1 INCLINOMETRI DI MONITORAGGIO

Nell'ottica di monitorare il sito sotto il profilo della stabilità nel tempo, saranno tenuti sotto controllo gli inclinometri posizionati perimetralmente all'invaso (*cfr. elaborato grafico E4*).

Nell'ambito della conservazione e custodia del sito, tali inclinometri sono stati opportunamente ripristinati, laddove possibile, e sottoposti a periodiche letture (cadenza bimensile) tese al monitoraggio della discarica nel suo complesso.

6.8.2 PIEZOMETRI

Nel presente progetto non è stata prevista la realizzazione di nuovi piezometri da porre a servizio della discarica "Grasciano 1". Il monitoraggio delle acque sotterranee, infatti, potrà essere garantito avvalendosi dei piezometri già esistenti e localizzati in prossimità della discarica, in aree di pertinenza del Polo Impiantistico.

6.8.3 POZZETTI DI CAMPIONAMENTO SCARICHI IDRICI

Le acque meteoriche incidenti sull'area della discarica, regimate attraverso la rete precedentemente descritta, saranno campionate in corrispondenza dei punti S1, S2 e S3 (*cfr. elaborato grafico E4*) tramite dei pozzetti in calcestruzzo di idonee dimensioni, che consentono l'accumulo di un quantitativo di acqua sufficiente ad eseguire il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi chimica.

Tali pozzetti, sebbene già esistenti, potranno essere adattati alle eventuali esigenze di campionamento.

6.8.4 PERCOLATO

Analogamente a quanto avviene allo stato attuale, il campionamento del percolato, finalizzato all'analisi dei parametri caratteristici, avverrà in corrispondenza delle vasche di accumulo n. 3 e n. 4, posizionate sul lato nord-ovest dell'invaso (cfr. elaborato grafico E4).

6.9 Ripristino ambientale

Sotto il profilo funzionale, la "copertura vegetale" assolve degli scopi sia di carattere estetico che tecnico. Per ciò che attiene al primo, ci si riferisce alla possibilità di reinserire armonicamente l'area nel paesaggio circostante (cfr. elaborato grafico D3); con riferimento al secondo, invece, lo strato vegetale consente di proteggere il sistema di copertura da fenomeni erosivi, operati dal vento e dalle acque meteoriche.

Nel particolare caso in esame, come più volte ribadito nel corso dell'esposizione, la morfologia della discarica e le notevoli pendenze che la caratterizzano non consentono di mettere in opera lo strato di terreno vegetale, generalmente impiegato per la copertura delle discariche e previsto dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Per quanto precede, il ripristino ambientale della discarica "Grasciano 1" prevede la posa in opera di uno strato superficiale in prato sintetico, al fine di favorire il reinserimento paesaggistico del sito, nonché offrire idonea protezione degli elementi sottostanti dall'erosione e dalle escursioni termiche.

Per ulteriori approfondimenti in merito al ripristino ambientale della discarica in oggetto, si rimanda all'elaborato A5 – Piano di ripristino ambientale, parte integrante e sostanziale del presente progetto.

6.10 Durata dei lavori

Come anticipato nei paragrafi precedenti, al fine di porre in opera i diversi elementi costitutivi della copertura superficiale finale, saranno necessarie delicate e meticolose attività di scavo e riporto tese al raggiungimento della configurazione morfologica di progetto.

L'articolato contesto nel quale dovranno essere svolti i lavori, unitamente alla delicatezza con la quale dovranno essere installati i diversi teli geosintetici previsti in progetto, nonché alla necessità di suddividere le attività in tratti di ridotta estensione, richiederà un tempo di lavoro minimo stimato in 300 giorni lavorativi (ripartiti in settimane lavorative di n. 5 giorni), come rappresentato nel cronoprogramma riportato nell'elaborato A6, parte integrante della documentazione progettuale.

7. CONFRONTO PROGETTO AUTORIZZATO E DI VARIANTE

Rispetto ai pacchetti di chiusura approvati con AIA 1/14 del 11.02.2014 (cfr. cap. 4), si è ritenuto opportuno, considerato l'attuale stato di fatto, apportare delle modifiche rivelatesi in realtà delle migliorie, di seguito meglio descritte e motivate, al fine di evitare la rimozione dei rifiuti irregolarmente abbancati dal precedente gestore.

Pacchetto di chiusura di sponda

- * È stato previsto l'impiego di un prato sintetico in luogo della piantumazione delle specie vegetali sull'invaso sullo strato di 1 m di terreno vegetale, per l'impossibilità della posa in opera di quest'ultimo.
- * È stato previsto l'impiego di un materassino bentonitico dotato di rivestimento inferiore in HDPE, in luogo di un semplice e classico materassino bentonitico, al fine di garantire una migliore impermeabilizzazione della copertura e limitare drasticamente le infiltrazioni superficiali.

Pacchetto di chiusura di sommità

- * È stato previsto l'impiego di un prato sintetico in luogo della piantumazione delle specie vegetali sull'invaso sullo strato di 1 m di terreno vegetale, per l'impossibilità della posa in opera di quest'ultimo.
- * È stata prevista la sostituzione dello strato di ghiaia per il drenaggio delle acque meteoriche di infiltrazione, con un idoneo geocomposito drenante dotato di rivestimento protettivo su entrambe le facce.
- * È stata prevista la sostituzione dello strato di impermeabilizzazione in argilla mediante l'impiego di un materassino bentonitico dotato di rivestimento inferiore in HDPE, al fine di garantire una migliore impermeabilizzazione della copertura e limitare drasticamente le infiltrazioni superficiali.
- * È stata prevista la sostituzione dello strato di ghiaia per il drenaggio del gas di scarica, con un idoneo geocomposito drenante dotato di rivestimento protettivo su entrambe le facce.

Al fine di semplificare e rendere immediato il confronto tra il progetto autorizzato (cfr. cap. 4) e la soluzione proposta nel presente progetto di variante (cfr. cap. 6), nella seguente TABELLA 17 si riportano in modo schematico le informazioni sopra esposte.

TABELLA 17 – COPERTURA SUPERFICIALE FINALE: CONFRONTO PROGETTO AUTORIZZATO – PROGETTO PROPOSTO

Sponde discarica		
Copertura superficiale finale (D.Lgs. 36/03 e s.m.i.)	Progetto autorizzato con AIA 1/14 del 11.02.2024	Progetto proposto
Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, con spessore maggiore o uguale a 0,5 m di idonea trasmissività e permeabilità al gas in grado di drenare nel suo piano la portata di gas prodotta dai rifiuti.	Geocomposito drenante	Geocomposito drenante con geotessile su entrambe le facce
Strato di protezione (materiale naturale o sintetico)	Non previsto	
Strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale	Sandwich bentonitico agugliato	Materassino bentonitico con rivestimento su una faccia in HDPE
Strato di protezione (materiale naturale o sintetico)	Non previsto	Geocomposito drenante con geotessile su entrambe le facce
Strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($K > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni.	Geocomposito drenante	
Strato di protezione (filtro naturale o geotessile)	Geotessile tessuto-non tessuto	
Strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale 1 m che favorisca lo sviluppo di specie vegetali	Strato di ricopertura in terreno vegetale ≥ 100 cm	Prato sintetico
Area sommitale discarica		
Copertura superficiale finale (D.Lgs. 36/03 e s.m.i.)	Progetto autorizzato con AIA 1/14 del 11.02.2024	Progetto proposto
Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, con spessore maggiore o uguale a 0,5 m di idonea trasmissività e permeabilità al gas in grado di drenare nel suo piano la portata di gas prodotta dai rifiuti.	Strato drenante (50 cm ghiaia)	Geocomposito drenante con geotessile su entrambe le facce
Strato di protezione (materiale naturale o sintetico)	Geotessile tessuto-non tessuto	
Strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale	Strato impermeabilizzante (50 cm argilla)	Materassino bentonitico con rivestimento su una faccia in HDPE
Strato di protezione (materiale naturale o sintetico)	Geotessile tessuto-non tessuto	Geocomposito drenante con geotessile su entrambe le facce
Strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($K > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni.	Strato drenante (50 cm ghiaia)	
Strato di protezione (filtro naturale o geotessile)	Geotessile tessuto-non tessuto	
Strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale 1 m che favorisca lo sviluppo di specie vegetali	Strato di ricopertura (≥ 100 cm di terreno vegetale)	Prato sintetico

La soluzione progettuale proposta è stata adottata nell'ottica di consentire la chiusura della discarica senza ulteriori dilazioni temporali, senza apportare modifiche sostanziali al pacchetto autorizzato e con il preciso fine di evitare la rimozione dei rifiuti irregolarmente abbancati dal precedente gestore oltre i profili autorizzati. Va da sé che la realizzazione del progetto così come proposto consentirebbe di evitare il notevole impatto ambientale associato alla rimozione dei rifiuti, sia in termini di occupazione di spazi su altri impianti dedicati allo smaltimento degli scarti derivanti dal trattamento dei rifiuti urbani, che di carico e trasporto degli stessi.

Va altresì considerato che la posa in opera degli strati di materiale previsti dal D.Lgs. 36/03 e s.m.i., ovvero 50 cm di ghiaia per il drenaggio del biogas, 50 cm di argilla di impermeabilizzazione, 50 cm di ghiaia per il drenaggio delle acque meteoriche ed 1 m di terreno vegetale, non risulta possibile se, come rappresentato più volte all'Autorità Competente, si vuole perseguire l'obiettivo di non rimuovere i rifiuti ormai abbancati in sito.

La posa in opera di detti strati, infatti, determinerebbe la necessità di rimuovere un ingente quantitativo di rifiuti, ben oltre gli 8.561,316 mc rilevati da ARTA, al fine di raggiungere le condizioni morfologiche necessarie per la corretta posa in opera di un così articolato pacchetto di chiusura.

Sul punto si ribadisce ancora una volta che, le pendenze ed i profili che caratterizzano lo stato attuale della discarica non consentono di adottare un pacchetto di copertura superficiale finale diverso da quello in progetto. La soluzione proposta, infatti, costituisce l'unico modo per garantire una tempestiva realizzazione della copertura superficiale finale ed il conseguente avvio della fase di gestione post-operativa trentennale.

8. ITER AMMINISTRATIVO

Alla luce delle modifiche da apportare al progetto di chiusura autorizzato, sotto il profilo amministrativo in materia di procedure IPPC/AIA, per l'iniziativa di cui alla presente istanza trova applicazione la Legge Regionale 21 ottobre 2013, n. 36, *“Attribuzione delle funzioni relative al servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani e modifiche alla legge regionale 19 dicembre 2007, n. 45 (Norme per la gestione integrata dei rifiuti)”*.

Nel dettaglio, ci si riferisce alle previsioni dell'art. 18 c. 2 che recita testualmente:

«...omissis...Le disposizioni di cui al presente articolo si applicano anche per la realizzazione di varianti sostanziali in corso d'opera o di esercizio che comportino modifiche a seguito delle quali gli impianti non sono più conformi all'autorizzazione rilasciata. La Giunta regionale emana apposite direttive tecniche in materia, in particolare si applicano nel caso di:

- a) *...omissis...*
- b) *...omissis...*
- c) *Variazioni in aumento dei quantitativi di rifiuti da trattare, recuperare o smaltire, della stessa tipologia autorizzata, eccedenti il 15%;*
- d) *Modifiche alle discariche per qualsiasi tipologia di rifiuti, quando la variazione riguarda, oltre che eventuali modifiche riconducibili alle lettere a) e b), l'ingombro plano-altimetrico per variazioni volumetriche eccedenti il 15% in più.»*

Con riferimento agli aspetti appena menzionati, volendo prendere in considerazione il dato rilevato da ARTA ed indicato in premessa, ovvero 8.561,316 mc di rifiuti abbancati in eccedenza rispetto a quanto autorizzato con AIA 1/14 del 11.02.2014, considerando altresì una volumetria stimata di rifiuti abbancati pari a ca. 515.000 mc presumibilmente autorizzati, la modifica del profilo di chiusura finale della discarica rispetto a quello autorizzato rientra ampiamente nei limiti del 15% di cui alla L.R. 36/2013 sopra richiamata ($515.000 \text{ mc} \times 15\% = 77.250 \text{ mc} > 8.561,316 \text{ mc}$).

Per ciò che attiene invece all'ingombro plano-altimetrico, planimetricamente lo stato di fatto coincide perfettamente con il progetto approvato, mentre altimetricamente, sulla base della ricostruzione del profilo di fondo, la modifica del profilo dei rifiuti rispetto a quello autorizzato rientra nei limiti del 15% di cui alla L.R. 36/2013 sopra richiamata ($H_{\max} = 30 \text{ m} \times 15\% = 4,5 \text{ m} > \Delta_{\max} = +3,5 \text{ m}$).

Nel frattempo, è intervenuta la Deliberazione della Giunta Regionale n. 118 del 7 febbraio 2019, ed in particolare il relativo Allegato 1 *“Adeguamento delle Linee guida e criteri tecnici per l'individuazione delle modifiche di cui alla Parte II del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.”*, che ha disciplinato i criteri di definizione delle modifiche impiantistiche.

Nel dettaglio, al punto 2 “Modifiche sostanziali”, relativamente alle discariche si legge quanto di seguito testualmente riportato:

A titolo esemplificativo, se una variante per una discarica determina un incremento inferiore alle soglie stabilite dalla LR 45/07 e s.m.i. rispetto alla volumetria autorizzata (criterio di non sostanzialità per la LR 45/07 e s.m.i.), la modifica sarà comunque sostanziale se determina un incremento pari o superiore alla soglia per l'attività 5.4 (pari a 25.000 t), come stabilito dalla lettera l-bis dell'art. 5 c. 1 del D.Lgs. 152/06».

Per quanto precede, essendo l'incremento volumetrico conseguente alla modifica del profilo di chiusura finale della discarica pari a ca. 8.561,316 mc, come rilevato da ARTA, quindi inferiore al valore di soglia sopra indicato (25.000 t), l'iniziativa in progetto è da intendersi quale modifica non sostanziale ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 118 del 7 febbraio 2019.

Constatato che la modifica è da intendersi non sostanziale ai fini dell'AIA, per ciò che attiene alla parte II del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. trovano applicazione le disposizioni di cui al comma 9 dell'art. 6, secondo le quali «Per le modifiche, le estensioni o gli adeguamenti tecnici finalizzati a migliorare il rendimento e le prestazioni ambientali dei progetti elencati negli allegati II, II-bis, III e IV alla Parte seconda del presente decreto, fatta eccezione per le modifiche o estensioni di cui al comma 7, lettera d), il proponente, in ragione della presunta assenza di potenziali impatti ambientali significativi e negativi, ha la facoltà di richiedere all'autorità competente, trasmettendo adeguati elementi informativi tramite apposite liste di controllo, una valutazione preliminare al fine di individuare l'eventuale procedura da avviare.».

Nello specifico, l'iniziativa di cui al presente progetto rientra nelle «modifiche o estensioni di progetti di cui all'allegato III o all'allegato IV già autorizzati, realizzati o in fase di realizzazione, che possono avere notevoli ripercussioni negative sull'ambiente (modifica o estensione non inclusa nell'allegato III)» di cui alla lettera t) punto 8 dell'Allegato IV alla Parte II del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Infatti, la modifica al profilo dei rifiuti autorizzato per un volume eccedente rilevata da Arta in 8.561,316 mc risulta nettamente inferiore alla soglia dei 100.000 mc prevista dalla lettera u) del punto 7 dell'allegato IV alla parte II del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. Relativamente alla modifica degli elementi costitutivi la copertura superficiale finale, si ritiene che la stessa non abbia alcuna ripercussione negativa sull'ambiente.

Per quanto precede, l'iniziativa oggetto della presente relazione verrà sottoposta a Valutazione Preliminare presso il Servizio Valutazioni Ambientali della Regione Abruzzo, mediante la predisposizione della modulistica adottata con D.G.R. n. 660 del 14 novembre 2017 e disponibile sul sito internet dell'Autorità Competente.

9. CONCLUSIONI

Le soluzioni tecniche adottate nel presente progetto sono state determinate sulla base di una attenta analisi dello stato dei luoghi, caratterizzato da numerose criticità dettagliatamente esposte nella presente relazione, che rendono impossibile la realizzazione del progetto di copertura superficiale finale così come approvato e descritto al cap. 4.

I considerevoli volumi di rifiuti abbancati oltre i profili autorizzati, nonché le elevate lunghezze e pendenze dei versanti della discarica allo stato attuale, hanno reso necessaria una concreta rivisitazione della morfologia dell'intero complesso, al fine di rendere eseguibile la posa in opera dei vari strati costitutivi del capping, che si ribadisce impossibile nelle attuali condizioni. Il tutto garantendo la stabilità della discarica, sia in campo statico che sismico, nonché idonee condizioni di stabilità lungo superfici di scorrimento che comprendano anche le interfacce tra i diversi materiali utilizzati.

Quanto sopra, tenuto conto altresì della primaria necessità di evitare la rimozione di volumi di rifiuti già abbancati, ha reso indispensabile, seppur minima, la rivisitazione dei pacchetti di chiusura autorizzati con AIA 1/14 del 11.02.2014, ai quali sono state apportate le migliori descritte nel presente elaborato; ci si riferisce, sinteticamente, al ricorso a materiali tecnologici di copertura superficiale finale, del tutto equivalenti ai tradizionali materiali di copertura, della medesima tipologia del progetto approvato.

A completamento del progetto già autorizzato, è stata prevista altresì la realizzazione e, ove già esistenti, la manutenzione di linee impiantistiche a servizio della discarica, oltre ai presidi da impiegare nell'ambito della sorveglianza e del controllo del sito, finalizzati ad una corretta e virtuosa gestione della stessa nel periodo successivo alla chiusura.

Sotto il profilo tecnico, quanto proposto è consentito alla luce della intervenuta risposta del MASE all'interpello della Provincia di Alessandria (cfr. par. 2.2.2) laddove precisa:

La norma quindi, nulla dispone relativamente alle discariche esistenti già autorizzate per le quali non si intenda realizzare nuovi lotti, lasciando quindi alla discrezionalità del gestore dell'impianto di discarica la scelta di procedere alla copertura finale per come progettata e già autorizzata» (in tal caso con l'AIA 1/14 del 11.02.2014), «ovvero di presentare all'autorità competente al rilascio del titolo abilitativo una proposta di modifica della copertura finale con adeguamento ai nuovi criteri costruttivi. Quest'ultima ipotesi non è quindi preclusa per le discariche esistenti, purché le scelte progettuali siano in linea con le disposizioni di nuova introduzione e che le stesse garantiscano la tutela dell'ambiente e della salute, senza alcun pregiudizio per la gestione post operativa della discarica.».

Sotto il profilo amministrativo, sulla base delle disposizioni normative attualmente vigenti (cfr. cap. 8), le modifiche apportate al progetto di copertura superficiale finale autorizzato con AIA 1/14

pag. 54

del 11.02.2014, Giudizio VIA n. 484 del 16/12/2004 e n. 1123 del 05/08/2008, rientrano tra le modifiche non sostanziali, sia per ciò che attiene all'AIA che per ciò che attiene alla VIA.

La soluzione progettuale proposta è stata adottata nell'ottica di consentire la chiusura della discarica senza ulteriori dilazioni temporali, senza apportare modifiche sostanziali al pacchetto autorizzato e con il preciso fine di evitare la rimozione dei rifiuti irregolarmente abbancati dal precedente gestore oltre i profili autorizzati. Va da sé che la realizzazione del progetto così come proposto consentirebbe di evitare il notevole impatto ambientale associato alla rimozione dei rifiuti, sia in termini di occupazione di spazi su altri impianti dedicati allo smaltimento degli scarti derivanti dal trattamento dei rifiuti urbani, che di carico e trasporto degli stessi.

10. ELENCO ALLEGATI

All. 1 – *Nota tecnica Desmos Ingegneria Ambiente Energia S.r.l.*

11. ELENCO ELABORATI

DISCARICA "GRASCIANO 1" IN LOC. CASSETTE DI GRASCIANO NOTARESCO (TE)	
PROGETTO DI COPERTURA SUPERFICIALE FINALE E RIPRISTINO AMBIENTALE	
ELABORATI TECNICI	
A	Elaborati tecnici
A0	Elenco elaborati
A1	Relazione tecnica-illustrativa
A2	Verifiche di stabilità della copertura superficiale finale e del fronte della discarica
A3	Piano di gestione post-operativa
A4	Piano di sorveglianza e controllo
A5	Piano di ripristino ambientale
A6	Cronoprogramma lavori
ELABORATI GRAFICI	
B	Ubicazione
B1	Inquadramento territoriale
B2	Inquadramento urbanistico
B3	Quadro dei vincoli di sintesi
B4a	Quadro dei vincoli di dettaglio
B4b	Quadro dei vincoli di dettaglio
C	Stato del sito
C1	Planimetria dello stato di fatto con sezioni
C2	Documentazione fotografica dello stato di fatto
C3	Planimetria dello stato di fatto con sezioni ragguagliate per ricostruzione volumetrica rifiuti in sito
C4a	Planimetria e sezioni stato di fatto (rilievo DECO) e progetto di chiusura approvato con AIA 1/14 del 11.02.2014
C4b	Planimetria dello stato di fatto con sezioni (rilievo ARTA) e progetto di chiusura approvato con AIA 1/14 del 11.02.2014
D	Copertura superficiale finale
D1	Planimetria e sezioni di progetto post riprofilatura dei rifiuti
D2	Planimetria, sezioni di progetto e particolari costruttivi progetto di variante e progetto autorizzato con AIA 1/14 del 11.02.2014
D3	Chiusura finale e ripristino ambientale con simulazione fotografica
E	Impiantistica ed infrastrutture
E1	Rete di regimazione delle acque meteoriche
E2	Sistema di captazione, raccolta, trasporto e stoccaggio del percolato di discarica
E3	Sistema di captazione, estrazione, trasporto e combustione del gas di discarica
E4	Presidi di controllo

All. 1 - Nota tecnica Desmos Ingegneria Ambiente Energia S.r.l.

Committente:



Località:

DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI
COMUNE DI NOTARESCO (TE)
Località Casette di Grasciano

Progetto:

PROGETTO DI CHIUSURA DELLA DISCARICA DI SERVIZIO

Titolo elaborato:

NOTA TECNICA

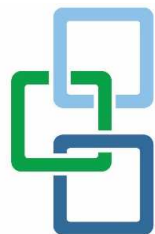
Numero elaborato:

R01

Codice Desmos del documento:

154-006R01

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
E01	08.01.2019	Emissione	Tatiana Terragni	Stefano Veggi	Stefano Veggi
E02					
E03					
E04					
E05					



Desmos
Ingegneria Ambiente Energia

Consulenza Geotecnica

prof. ing. Erio Pasqualini,
Ordinario di Geotecnica f.r.
Università Politecnica delle Marche

dott. ing. Andrea Olimpio

Desmos Ingegneria Ambiente Energia s.r.l.

Uffici: Via Pietrasanta, 12 20141 Milano Tel. +39 02 36588750
Sede legale: Viale Bianca Maria, 13 20122 Milano
E-mail: desmos-ing@desmos-ing.it
P.I. e C.F.: 09016150964 – REA: MI 2063052

Prof. Ing. Erio Pasqualini

Via Del Cassero, 36, 60027 Osimo (AN)
pec: erio.pasqualini@ingpec.eu
e-mail: erio.pasqualini16@gmail.com
tel: (+39) 3471226232
P.I. 02764360422

Ing. Andrea Olimpio

Via Fabriano, 38, 60126 Ancona
pec: andrea.olimpio@ingpec.eu
e-mail: andrea.olimpio@hotmail.it
tel: (+39) 3480962025
P.I. 02770500425

S O M M A R I O

1	PREMESSA	1
2	ASPETTI DI CRITICITA'	2
3	CONCLUSIONI	4

154-006R01	Nota Tecnica	E01
Codice	Titolo	Rev.

1 PREMESSA

Il presente documento riguarda la fattibilità del progetto di chiusura della discarica di servizio presso il Comune di Notaresco (TE) in località Casette di Grasciano nella disponibilità della Società DECO S.p.A., alla luce dello stato attuale dei luoghi e delle considerazioni tecniche riportate nei seguenti paragrafi. Il progetto di riferimento è: "Progetto di chiusura della discarica di servizio – Rev.2 del 19/02/2014 a firma Ing. Lorenzo Giammattei".

Di seguito si allega un'immagine estrapolata da Google Earth che evidenzia il sito d'interesse e si riferisce allo stato prima del subentro di DECO S.p.A..



Figura 1-1 Immagine dell'area di discarica.

La discarica è attualmente esaurita ed è costituita da un argine di base sovrastato dal corpo discarica dotato di una copertura provvisoria costituita nella parte inferiore da un telo in polietilene ad alta densità e nella parte sommitale da terreno. Le scarpate del corpo rifiuti sono molto acclivi ($26-29^\circ$) senza significative rotture di pendenza, con un dislivello dalla testa dell'argine di base alla sommità dell'accumulo di circa 35-37 m.

Nel mese di Ottobre 2018, DECO ha realizzato un rilievo di dettaglio dello stato attuale della discarica sommariamente descritto in precedenza.

La presente nota tecnica evidenzia le problematiche connesse con le condizioni di stabilità globali e locali della discarica, aspetti non trattati nel progetto di chiusura, a firma dell'Ing. Lorenzo Giammattei, pur essendo queste di assoluta rilevanza dal punto di vista ambientale e strutturale.

154-006R01	Nota Tecnica	E01
Codice	Titolo	Rev.

2 ASPETTI DI CRITICITA'

Il sopralluogo eseguito in data 30/10/2018, unitamente all'analisi degli elaborati del "Progetto di chiusura della discarica di servizio a firma dell'Ing. Lorenzo Giammattei" ed al confronto con il rilievo dello stato di fatto dell'ottobre 2018, evidenzia le seguenti criticità:

- **Differenza tra stato attuale e stato di progetto**

E' stata riscontrata una rilevante differenza tra lo stato attuale dell'accumulo rifiuti (ottobre 2018) rispetto allo stato di fatto di progetto desumibile dalla Tav. 02 "Planimetria dello stato di fatto – rev.1 del 19/02/2010" del progetto citato, risalente presumibilmente al 2009-2010.

- **Stabilità del sistema di copertura**

La stratigrafia di progetto desunta dalla Tav. 06 "Sezioni di progetto con particolari del pacchetto di chiusura – rev.2 del 19/02/2014" è la seguente:

Pacchetto lungo le sponde (dal basso verso l'alto):

- Geocomposito drenante;
- Geocomposito bentonitico;
- Geocomposito drenante;
- Geotessile tessuto-non tessuto;
- Strato di ricopertura – terreno vegetale di spessore ≥ 100 cm.

Pacchetto in sommità (dal basso verso l'alto):

- Strato drenante – ghiaia spessore ≥ 50 cm;
- Geotessile tessuto – non tessuto;
- Strato impermeabilizzante – argilla ≥ 50 cm;
- Geotessile tessuto – non tessuto;
- Strato drenante – ghiaia spessore ≥ 50 cm;
- Geotessile tessuto – non tessuto;
- Strato di ricopertura – terreno vegetale di spessore ≥ 100 cm.

Tenendo conto delle pendenze delle scarpate e delle caratteristiche di resistenza tipiche dei geosintetici impiegati sulle scarpate si ritiene che non siano soddisfatti i fattori di sicurezza previsti dell'attuale normativa N.T.C. 2018.

Le tabelle 1.1 e 1.2 riportano il campo di variabilità dei parametri di resistenza a taglio per le interfacce geosintetico – terreno e geosintetico – geosintetico, desunti da prove di laboratorio

154-006R01	Nota Tecnica	E01
Codice	Titolo	Rev.

condotte da vari autori e riportate in letteratura (Mitchell e Mitchell, 1991; Martin et al., 1984; Pasqualini et al., 1993; Manassero et al., 1996; Fratolocchi et al., 2003).

INTERFACCIA	ANGOLO DI ATTRITO (°)	COESIONE (kPa)
Geomembrana HDPE – sabbia	15-28	0
Geomembrana HDPE – argilla	5-29	0
Geotessile – sabbia	22-44	0
Geocomposito bentonitico – sabbia	20-25	0
Geocomposito bentonitico – argilla	14-16	0
Geomembrana HDPE a.m. – ghiaia	20-25	0
Geomembrana HDPE a.m. – sabbia	30-43	0
Geomembrana HDPE a.m. – argilla	7-35	20-30
Geotessile – argilla	15-33	0

Tabella 1.1: Parametri di resistenza a taglio per interfacce geosintetico – terreno

INTERFACCIA	ANGOLO DI ATTRITO (°)	COESIONE (kPa)
Georete – geomembrana in HDPE	6-10	0
Geomembrana in HDPE – geotessile	8-18	0
Geotessile – georete	10-27	0
Geocomposito bentonitico – geomembrana in HDPE a.m.	10-25	0
Geocomposito bentonitico – geomembrana in HDPE	8-16	0
Georete – geomembrana in HDPE a.m.	10-25	0
Geotessile – geomembrana in HDPE a.m.	14-52	0
Geocomposito bentonitico (tra i geotessuti non collegati tra di loro e agugliati/ cuciti)	8-25	0

Tabella 1.2: Parametri di resistenza a taglio per interfacce geosintetico – geosintetico

Da tali tabelle si può desumere come le interfacce terreno vegetale-geotessile e geocomposito drenante (costituito da una georete o da un geocomposito con estradosso similare) – geotessile siano caratterizzate da angoli di attrito al più simili alle pendenze delle scarpate e pertanto non in grado di assicurare i richiesti fattori di sicurezza sia in condizioni statiche che sismiche.

Ciò comporta una assenza di garanzia di integrità nel tempo del sistema di copertura.

- **Difficoltà esecutive e condizioni di sicurezza operative**

La presenza di una sola rottura di pendenza desunta dalla Tav.05 “Planimetria del progetto di chiusura – Rev.01 del 19/02/2010” e per altro non continua su tutto lo sviluppo della scarpata rendono proibitive se non impossibili le operazioni di corretta posa dei vari strati del pacchetto di copertura sia per gli aspetti operativi che di sicurezza.

154-006R01	Nota Tecnica	E01
Codice	Titolo	Rev.

3 CONCLUSIONI

Le criticità rilevate riassumibili sinteticamente in un diverso stato attuale dei luoghi rispetto al progetto, in problematiche di stabilità del sistema di copertura progettato ed in importanti difficoltà esecutive ne rendono il “Progetto di chiusura della discarica di servizio a firma dell’Ing. Lorenzo Giammattei” autorizzato ad oggi non eseguibile.

Risulta pertanto necessario provvedere ad una nuova progettazione che elimini le criticità riscontrate nell’ottica di rendere eseguibile e duraturo l’intervento.

154-006R01	Nota Tecnica	E01
Codice	Titolo	Rev.