Proposta n. 578 Anno 2017

CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA

Atto dirigenziale

Direzione Ambiente

Servizio Energia, aria e rumore

Atto N. 524/2017

Oggetto: AMIU GENOVA S.P.A. - DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI SITA IN LOCALITÀ SCARPINO, COMUNE DI GENOVA D.LGS. N. 152/2006, PARTE II, TITOLO IIIBIS. AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE. AUTORIZZAZIONE DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DEL NUOVO INVASO SCARPINO 3, DI CUI AL PROGETTO DEFINITIVO: DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI. PROGETTO P1..

In data 02/03/2017 il dirigente RISSO ORNELLA, nella sua qualità di responsabile, adotta il seguente Atto dirigenziale;

Vista la Legge 7 aprile 2014 n. 56, “Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni”;

Richiamato il vigente Statuto della Città Metropolitana di Genova;

Visto l’art. 107, commi 1, 2 e 3, del Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267, “Testo unico delle leggi sull’ordinamento degli enti locali”.

Visto l’articolo 5, comma 11, del Decreto-Legge 30 dicembre 2016, n. 244, che differisce il termine per la deliberazione del bilancio annuale di previsione degli enti locali al 31 marzo 2017 e autorizza l’esercizio provvisorio;

Visto l’articolo 163 del Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267, che disciplina l’esercizio provvisorio, per il quale occorre fare riferimento all’annualità 2017 del bilancio di previsione triennale 2016-2018 approvato con Delibera del Consiglio metropolitano n. 56 del 3 aprile 2016;

Visto il D.Lgs 13 gennaio 2003, n. 36 “Attuazione alla direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;

Visto il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” e ss.mm.ii. ed in particolare il Titolo III-bis della Parte II e il Titolo I della Parte IV;

Vista la L.R. Regione Liguria 24 febbraio 2014, n. 1 “Norme in materia di individuazione degli ambiti ottimali per l’esercizio delle funzioni relative al servizio idrico integrato e alla gestione integrata dei rifiuti.” e ss.mm.ii.;

Vista la Legge Regionale 30 dicembre 1998, n. 38 “Disciplina della valutazione di impatto ambientale”;

Vista la Legge Regionale 21 giugno 1999, n. 18, recante “Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni agli enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia”;

Visto il regolamento provinciale approvato con deliberazione del Consiglio Provinciale in data 30 giugno 2014 n. 25;

copia informatica per consultazione

Visto il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e delle Bonifiche approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale D.C.R. n. 14 del 25 marzo 2015;

Visto il P.D. n. 712 del 7 febbraio 2011 recante “Autorizzazione Integrata Ambientale. Discarica per rifiuti non pericolosi sita in località scarpino – Comune di Genova, gestita da AMIU S.p.A.”;

Atteso che con nota n. 4786 del 20.04.2015 assunta a protocollo della Città Metropolitana con n. 35310 del 21.04.2015, e perfezionata da AMIU con nota n. 5519 del 06.05.2015 (protocollo della città Metropolitana n. 41189 del 07.05.2015) AMIU Genova S.p.A. ha presentato domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale per il polo impiantistico Scarpino 3;

Vista la ulteriore documentazione integrativa trasmessa da AMIU con nota n. 10980 del 05.10.2015 assunta a protocollo della città Metropolitana con n. 79812 del 06.10.2015;

Atteso che l'istanza conteneva documentazione relativa al progetto definitivo “Discarica per rifiuti non pericolosi – Progetto P1 – Nuovo invaso Scarpino 3”;

Visto il P.D. n. 2229 del 20.07.2016 con il quale è stato, tra l’altro, approvato il progetto P6 relativo alla copertura provvisoria di Scarpino 2, aree interessate dal nuovo invaso di Scarpino 3;

Atteso che il progetto P6 prevede l’adeguamento delle aree di Scarpino 2 mediante la realizzazione di una copertura secondo un cronoprogramma articolato su tre stralci come di seguito descritto:

I stralcio

- strato di regolarizzazione realizzato con movimentazione interna di rifiuti e con il riporto di materiale derivante dagli interventi di riprofilatura previsti all’interno dei progetti P2 (copertura aree di Scarpino 2 non interessate dal nuovo invaso di Scarpino 3) e P4 int (copertura di Scarpino 1)
- posa di uno strato costituito da geocomposito di drenaggio del biogas
- strato di minerale compattato caratterizzato da uno spessore pari a 1.0 m e conducibilità idraulica di 1E-9 m/s

II e III stralcio

- strato di regolarizzazione realizzato con movimentazione interna di rifiuti e con il riporto di materiale derivante dagli interventi di riprofilatura previsti all’interno del progetto P4 (copertura di Scarpino 1)
- posa di uno strato costituito da geocomposito di drenaggio del biogas
- strato di minerale compattato caratterizzato da uno spessore pari a 0.50 m e conducibilità idraulica di 1E-9 m/s
- posa di geomembrana in LDPE

Atteso che la copertura realizzata nell’ambito del progetto P6 costituirà parte integrante del progetto del nuovo invaso di Scarpino 3;

Visto l'Accordo Conciliativo stipulato tra Città Metropolitana di Genova e AMIU Genova S.p.A. in data 22.02.2016 con il quale, tra l'altro, sono state definite le modalità di copertura delle aree di Scarpino 2 destinate a costituire il fondo del nuovo invaso di Scarpino 3;

Atteso che ARPAL, nel proprio parere redatto per la Conferenza di servizi del 02.03.2016, aveva evidenziato le seguenti criticità relativamente al progetto per l’invaso di Scarpino 3:

- inadeguatezza del sistema di barrieramento al di sotto dello strato di impermeabilizzazione, che necessita dell’integrazione di uno strato di spessore di almeno 1 m di materiale minerale compattato di conducibilità idraulica inferiore a 1E-9 m/s
- assenza dello strato drenante di spessore di almeno 0,5 m al di sopra dello strato di impermeabilizzazione

Atteso che AMIU Genova S.p.A., in esito alla conferenza del 03.02.2016, ha presentato un nuovo progetto P1 che ha tenuto conto delle osservazioni di ARPAL e che ha sostituito integralmente il precedente progetto (nota AMIU assunta a protocollo della Città Metropolitana di Genova n. 30632 del 24.05.2016);

copia informatica per consultazione

Atteso che il nuovo progetto P1 prevede, per la realizzazione del nuovo invaso di Scarpino 3, la realizzazione di un sistema di barriera di confinamento avente le caratteristiche sinteticamente di seguito descritte:

a) barriera di fondo:

- materiale minerale compattato, eventualmente addittivato e/o trattato, di spessore non inferiore a 100 cm in grado di garantire una conducibilità idraulica di 1E-9 m/s (opera realizzata nell'ambito del progetto P6)
- geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/
- geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomenbrana in HDPE di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/s
- geomembrana in HDPE di spessore pari a 2,5 mm
- tessuto non tessuto di grammatura non inferiore a 1.000 g/m^2

b) barriera delle sponde:

- uno strato di materiale minerale compattato di spessore pari a 2 m e conducibilità idraulica non superiore a 1,5E-8 m/s
- geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/s
- geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomenbrana in HDPE di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/s
- geomembrana in HDPE di spessore minimo pari a 2 mm ad aderenza migliorata su entrambe le superfici
- tessuto non tessuto ad aderenza migliorata su entrambe le superfici di grammatura non inferiore a 1.000 g/m^2

c) argine di base costituente il limite occidentale del nuovo invaso:

- uno strato di materiale minerale compattato di spessore non inferiore a 1,00 m e conducibilità idraulica non superiore a 1E-9 m/s
- geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/s
- geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomenbrana in HDPE di spessore minimo di 5 mm (agugliato o cucito) e avente conducibilità idraulica ≤ 1E-11 m/s
- geomembrana in HDPE di spessore minimo pari a 2 mm
- tessuto non tessuto di grammatura non inferiore a 1.000 g/m^2

Preso atto del Cronoprogramma aggiornato e consegnato da AMIU con nota n. 11422/16 del 07/12/2016 (assunta al protocollo della Città Metropolitana con n. 68242 del 09/12/2016);

Atteso che nel corso della Conferenza di servizi tenutasi in data 20.12.2016, relativamente al nuovo progetto P1, ARPAL ha espresso parere favorevole in merito alla configurazione della barriera di confinamento del fondo ma ha espresso dubbi circa i calcoli eseguiti da AMIU in merito all'equivalenza della barriera proposta per le sponde ed ha altresì evidenziato l'assenza, nella documentazione progettuale presentata, della relazione circa la stabilità delle sponde prevista dal D.Lgs. 36/2003;

Vista la nota di AMIU assunta a protocollo della Città Metropolitana di Genova con n. 7806 del 09.02.2017 con la quale è stata trasmessa una relazione sull'analisi di stabilità del sistema di confinamento delle sponde dell'invaso di Scarpino 3;

copia informatica per consultazione

Vista la nota di AMIU assunta a protocollo della Città Metropolitana di Genova con n. 9341 del 17.02.2017 con la quale sono stati trasmessi ulteriori chiarimenti in merito alla verifica dell'equivalenza idraulica delle soluzioni progettuali per la realizzazione del sistema di barriera delle sponde dell'invaso di Scarpino 3;

Atteso che la verifica di cui sopra è stata effettuata prendendo in considerazione due differenti scenari:

Scenario 1:

- strato minerale compattato di spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,5E-08 m/s
- geocompositi bentonici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 21 mm e da un valore di conducibilità idraulica ≤1,0E-11 m/s

Scenario 2:

- strato minerale compattato di spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,5E-08 m/s
- geocompositi bentonici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 14 mm e da un valore di conducibilità idraulica ≤5,0E-12 m/s

Atteso che la verifica in questione ha condotto alla conclusione che con entrambi gli scenari il modello di calcolo utilizzato ha confermato che il limite temporale minimo di attraversamento previsto dalla normativa risulta ampiamente rispettato (rispettivamente 70,82 anni e 93,02 anni a fronte di un minimo previsto dal punto 2.4.2 del D.Lgs. 36/2003 di 63,42 anni);

Considerato che AMIU Genova S.p.A., alla luce dei risultati di cui sopra, ha chiesto di poter rimandare alla fase della progettazione esecutiva la scelta della soluzione tecnica per il barrieramento del fondo di Scarpino 3, anche a seguito di prove su campo, e di poter eventualmente utilizzare soluzioni equivalenti che emergessero ulteriori da ricerche di mercato;

Ritenuto che la scelta progettuale potrà tenere conto, nel rispetto dei requisiti tecnici minimi richiesti dalle norme tecniche vigenti, delle valutazioni relative al rapporto tra costo degli interventi progettati e benefici ambientali ottenibili, così come previsto dalla normativa relativa all'A.I.A.;

Vista la nota di AMIU Genova S.P.A. prot. n. 1671 del 22.02.2017 assunta a protocollo della Città Metropolitana di Genova con n. 10436 del 22.02.2017 con la quale è stata trasmessa la seguente documentazione aggiornata del Progetto P1 – Discarica per rifiuti non pericolosi – Nuovo invaso Scarpino 3, relativa alle caratteristiche del sistema di barriera di confinamento dell'invaso di Scarpino 3:

- Progetto definitivo – A.01 – Relazione tecnico illustrativa (Rev. del 21.02.2017)
- Progetto esecutivo – Elaborato – Verifiche di equivalenza idraulica (Rev. del 21.02.2017)
- Progetto definitivo – Elaborato – Sistema di barriera di confinamento delle sponde. Analisi di stabilità ai sensi del D.Lgs. 36/2003 punto 2.4.2 comma 9
- Progetto definitivo – Opere in Progetto – Particolari costruttivi – Elaborato 1 di 2 (planimetria)

Vista la nota di ARPAL assunta a protocollo della Città Metropolitana di Genova con n. 12132 del 01/03/2017 con la quale è espresso parere favorevole in merito alle scelte progettuali per il sistema di barriera delle sponde proposto da AMIU;

Ritenuto pertanto che si configurino i presupposti per approvare la realizzazione del sistema di barriera di confinamento dell'invaso di Scarpino 3 conformemente al progetto definitivo "Progetto P1 - Discarica per rifiuti non pericolosi – Nuovo invaso Scarpino 3", revisione 0 del 23.05.2016, così come integrato dall'elaborato "Progetto P1 - Discarica per rifiuti non pericolosi – Nuovo invaso Scarpino 3 - Sistema di barriera di confinamento delle sponde", revisione 2 del 07.02.2017 e dall'elaborato "Progetto P1 - Discarica per rifiuti non pericolosi – Nuovo invaso Scarpino 3 – Approfondimento tecnico sulle soluzioni progettuali per il sistema barriera di confinamento delle sponde", revisione 0 del 14.02.2017;

Preso atto:

dell'avvenuta verifica dell'insussistenza di situazioni anche potenziali di conflitto di interesse da parte del responsabile di procedimento rispetto al provvedimento assumendo;

copia informatica per consultazione

del versamento delle dovute spese istruttorie per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale, come da accertamento n. 2014/209, Azione 3.01.02.01.035.3001628;

DISPONE

1. di approvare la realizzazione del sistema di barriera di confinamento dell'invaso di Scarpino 3 nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

a) la copertura provvisoria delle aree di Scarpino 2 interessate dal nuovo invaso di Scarpino 3 (identificate come settori Q2, Q3 e Q4) dovrà essere realizzata come da progetto P6 approvato e in ottemperanza delle prescrizioni del Provvedimento 2229/2016, in modo da integrarsi perfettamente con quanto previsto dal progetto P1;

b) qualora le operazioni di realizzazione e completamento del sistema di barrieramento del fondo di Scarpino 3 non vengano avviate entro 30 giorni dall'ultimazione dei collaudi delle coperture previste delle aree di Scarpino 2 interessate dal nuovo invaso (progetto P6), prima dell'inizio dei lavori per il completamento del sistema di barrieramento del fondo del nuovo invaso dovranno essere ripetute le prove per la verifica dei requisiti di impermeabilizzazione delle coperture stesse.

c) AMIU Genova S.p.A. dovrà realizzare il sistema di barriera di confinamento dell'invaso di Scarpino 3 nel rispetto delle soluzioni progettuali riportate nella seguente documentazione progettuale ed allegate al presente provvedimento (rif. nota AMIU Genova S.P.A. prot. n. 1671 del 22.02.2017):

Progetto definitivo "Polo impiantistico di Monte Scarpino – Progetto P1 - Discarica per rifiuti non pericolosi – Nuovo invaso Scarpino 3":

- Progetto definitivo – A.01 – Relazione tecnico illustrativa (Rev. del 21.02.2017)
  - Capitolo 7 – Gli interventi propedeutici alla realizzazione del nuovo invaso S3
  - Capitolo 9 – Le opere in progetto
- Progetto esecutivo – Elaborato – Verifiche di equivalenza idraulica (Rev. del 21.02.2017)
- Progetto definitivo – Elaborato – Sistema di barriera di confinamento delle sponde. Analisi di stabilità ai sensi del D.Lgs. 36/2003 punto 2.4.2 comma 9
- Progetto definitivo – Opere in Progetto – Particolari costruttivi – Elaborato 1 di 2 (planimetria);

d) per la valutazione delle modalità di gestione operativa, di copertura finale e di gestione post operativa del nuovo invaso di Scarpino 3 saranno convocate apposite conferenze di servizi e pertanto tali aspetti non sono da ritenersi oggetto della presente autorizzazione;

e) la Società dovrà illustrare in un'apposita relazione tecnica nell'ambito del progetto esecutivo la soluzione progettuale scelta per la realizzazione del sistema di barriera di confinamento delle sponde, e la conferma del principio di equivalenza idraulica della soluzione scelta, che dovrà essere trasmessa almeno entro 30 giorni prima dell'avvio dei lavori a Città Metropolitana e ARPAL - Dipartimento provinciale di Genova;

f) le opere di messa in posa dello strato minerale compatto sulle sponde e dei geocompositi bentonitici sul fondo invaso e sulle sponde dovranno essere sottoposte a collaudi a cura della Parte;

g) prima dell'inizio dei lavori di messa in posa dello strato minerale compatto sulle sponde e dei geocompositi bentonitici sul fondo invaso e sulle sponde, AMIU dovrà presentare un piano dei collaudi comprensivo di cronoprogramma di esecuzione, anche al fine di garantire la presenza degli Enti di controllo;

h) le prove e le misure del piano di collaudo dovranno essere congruenti con quanto indicato nell'Allegato 2 del Provvedimento 2229/2016 e nella Relazione tecnica illustrativa del nuovo invaso Scarpino 3- rev.21/02/2017, al cap. 9.3.3.2 (pag.24-25);

i) nel corso delle opere dovrà essere garantita la tracciabilità dei singoli lotti di materiali impiegati nei diversi siti delle aree interessate all'opera stessa;

copia informatica per consultazione

j) il collaudo dovrà svolgersi in corso d'opera così da garantire che tutte le realizzazioni nelle diverse fasi siano rispondenti ai dati di progetto, informando la Città Metropolitana dello stato dell'arte, le tempistiche di realizzazione dell'intervento;

k) i lavori assentiti con la presente determinazione dirigenziale dovranno essere conclusi entro le scadenze indicate nel crono programma degli interventi, e cioè:

· Collaudo I stralcio del Progetto P1 entro il 13.08.2017;

· Collaudo II stralcio del Progetto P1 entro il 10.05.2018;

· Collaudo III stralcio del Progetto P1 entro il 06.12.2018.

l) AMIU dovrà mantenere aggiornata la Città Metropolitana sullo stato dell'arte del progetto e della sua esecuzione (esperimento gara, avvio lavori, fasi delle attività di cantiere, collaudo, fine lavori), inviando di norma una comunicazione ogni 90 giorni, contestualmente agli aggiornamenti per l'avanzamento dei progetti P2, P3, P4, P4int, P6, P7 come previsti alla prescrizione 8 del Provvedimento dirigenziale n. 3582 del 28.12.2016;

2. di notificare il presente atto ad AMIU Genova S.p.A.

3. di trasmettere copia del presente provvedimento alla Regione Liguria, al Comune di Genova, all'ARPAL – dipartimento provinciale di Genova e all'ASL 3 "Genovese" S.C.I.S.P.

Contro il presente provvedimento può essere proposto ricorso al Tribunale Amministrativo Regionale entro 60 giorni dal ricevimento del provvedimento medesimo ovvero ricorso straordinario al Capo dello Stato entro il termine di 120 giorni.

DATI CONTABILI

S/E	Codice	Cap.	Azione		Importo	Prenotazione		Impegno		Accertamento		CUP	CIG
					Euro	N.	Anno	N.	Anno	N.	Anno		
ENTRATA	3010201	035	3001628	+	11.250,00					209	2014		
Note:													
TOTALE ENTRATE:				+	11.250,00								
TOTALE SPESE:				-									

Sottoscritta dal Dirigente
(RISSO ORNELLA)
con firma digitale

copia informatica per consultazione

Azienda Multiservizi e d'Igiene Urbana Genova S.p.A.

Polo impiantistico di Monte Scarpino

Discarica per rifiuti non pericolosi

Progetto P1 – Nuovo Invaso Scarpino 3

Fase progettuale

Progetto Definitivo

Oggetto

Sistema di barriera di confinamento delle sponde

Analisi di stabilità ai sensi del D.Lgs 36/2003 Punto 2.4.2 comma 9

Ufficio di progettazione

Progetto e coordinamento prestazioni specialistiche

Ing. Stefano NERVIANI

Progettazione specialistica

Ing. Riccardo RAVELLO
Ing. Marco SCIARINI
Ing. Simona SCENDRATE
Ing. Stefano AINA
Geom. Tiziano CAVANI
Geom. Patrick GUGLIELMETTI
Geom. Vitoalessio SIMINI

Progettazione geotecnica

Ing. Sergio VIOLETTA
Ing. Manuela SOLI

Raggruppamento Temporaneo di imprese





ELABORATO

EUROPROGETTI s.r.l. (mandataria)
28100 NOVARA - Corte degli Arrotini, 1
tel +39 0321 455100 - fax +39 0321 499775 - posta@europrogetti.eu
74123 TARANTO - Via Cavallotti, 116 - ep.puglia@europrogetti.eu
www.europrogetti.eu

IS INGEGNERIA E SERVIZI soc. coop. (mandante)
Via Malavolti, 43 - 41122 Modena (MO) ITALY
tel +39 059 350060 - fax +39 059 342750 - is@ingegneriaeservizi.it

EG ENGINEERING GEOLOGY (mandante)
Via C. Battisti, 25 - 20048 Carate B.za (MI) ITALY
tel +39 0362 800091 - fax +39 0362 803628 - eg@studioeg.net

copia informatica per consultazione

Professionisti	SN-ms		

A. Redazione documento	
n. pagine	20
n. allegati	0

B. Lista di distribuzione	
AMIU Genova S.p.A. Via D'Annunzio, 27 – 16121 Genova	1 copia

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO (art. 254 DPR207/2010)
0	EMISSIONE	01/02/2017	M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
1	REVISIONE	06/02/2017	M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
2	REVISIONE	07/02/2017	M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
3					
4					
File:	E1603132				

copia informatica per consultazione

INDICE

1. PREMESSA 4

2. OBIETTIVO DEL DOCUMENTO 4

3. LA SOLUZIONE TECNICA DEL SISTEMA BARRIERA DI CONFINAMENTO SULLE SPONDE PREVISTA DAL PROGETTO DEFINITIVO 4

4. CRITERI DI CALCOLO E DATI DI INPUT 4

4.1. Descrizione del metodo di calcolo 6

4.2. Normativa di riferimento 6

4.3. Software di calcolo e correlazioni fra i fattori di sicurezza 9

4.4. Condizioni di analisi 9

4.4.1. Software SLOPE/W 2007 10

4.4.2. Parametri adottati per l'analisi 10

4.4.2.1. Terreno di fondazione e scarpate 11

4.4.2.2. Barriera geologica 11

4.4.2.3. Interfaccia HDPE – geotessuto 11

4.4.3. Sintesi dei parametri adottati e fattorizzazione come da NTC 2008 11

4.5. Azione sismica di progetto 12

4.5.1. Configurazione a breve termine 13

4.5.2. Metodo pseudostatico 14

5. ANALISI DI STABILITÀ LOCALE DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO 15

6. CONCLUSIONI 19

copia informatica per consultazione

1. PREMESSA

Con riferimento al verbale prot. N. 71444/2016 del 20 Dicembre 2016 Città Metropolitana di Genova – Direzione Ambiente, si redige la presente analisi di stabilità della barriera di confinamento.

2. OBIETTIVO DEL DOCUMENTO

Obiettivo del presente documento è la verifica dell'idoneità del sistema di barriera di confinamento delle sponde individuato dal progetto P1, con riferimento alla stabilità locale dello stesso, in accordo a quanto previsto dal D.Lgs 36/2003 al punto 2.4.2 e precisamente al comma:

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

3. LA SOLUZIONE TECNICA DEL SISTEMA BARRIERA DI CONFINAMENTO SULLE SPONDE PREVISTA DAL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un sistema barriera di confinamento artificiale integrato mediante utilizzo di materiali minerale compattate e di geocompositi bentonitici. .

Come meglio indicato al successivo capitolo, la verifica di stabilità è stata condotta sulla sponda ritenuta maggiormente rappresentativa, caratterizzata da due versanti di lunghezza pari a 19 m per il versante inferiore e 25,0 m il versante superiore, separati da una berma intermedia.

La soluzione progettuale prevista dal Progetto P1, prevede per la protezione delle sponde il seguente sistema di barrieramento:

- riporto di materiale minerale compattato a bassa permeabilità (spessore ≥ 2,00 m);
- n. 2 geocompositi bentonitici sovrapposti;

4. CRITERI DI CALCOLO E DATI DI INPUT

La sezione oggetto di verifica locale identifica per maggiore chiarezza le tre condizioni possibili, tra le quali la situazione più rappresentativa presente nel progetto, ovvero la scarpata completamente realizzata e la discarica completamente vuota, che rappresenta la condizione di carico più critica.

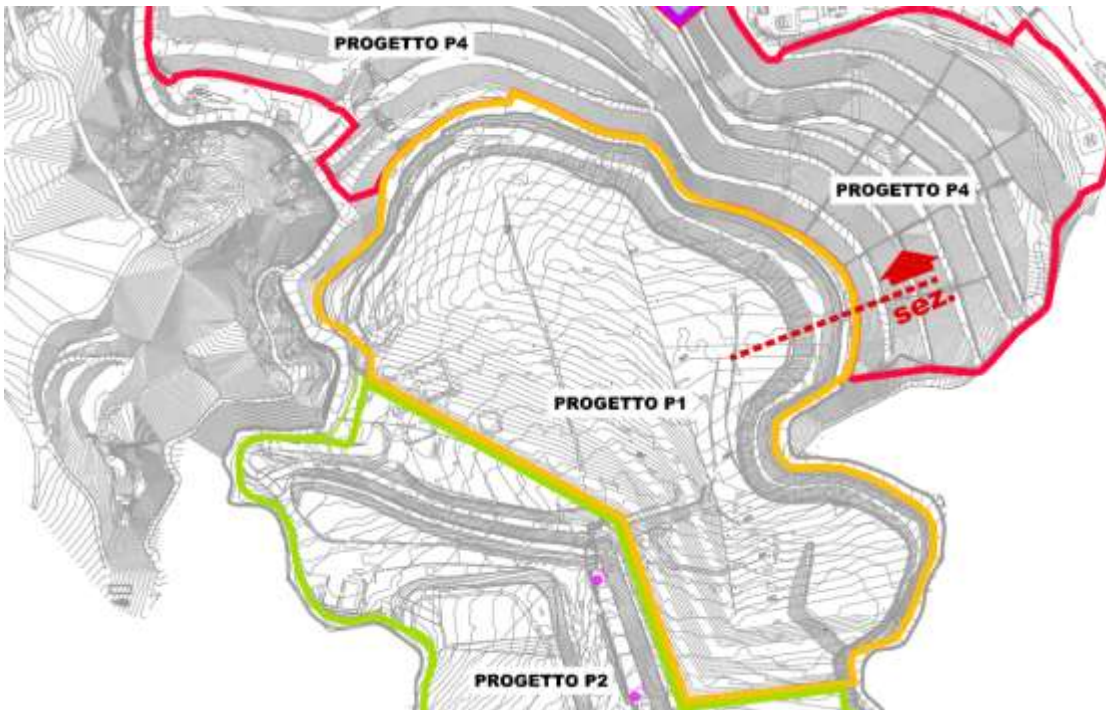
Tale situazione, quando si verifica, ha comunque carattere di transitorietà in quanto l'allocazione dei rifiuti implicitamente rincalza la scarpata stessa migliorandone la stabilità.

In ogni caso, a favore di sicurezza, qualora localmente a causa di criticità puntuali dovute a particolarità specifiche e di limitata entità dovessero presentarsi situazioni difformi da quanto sopra rappresentato, in

copia informatica per consultazione

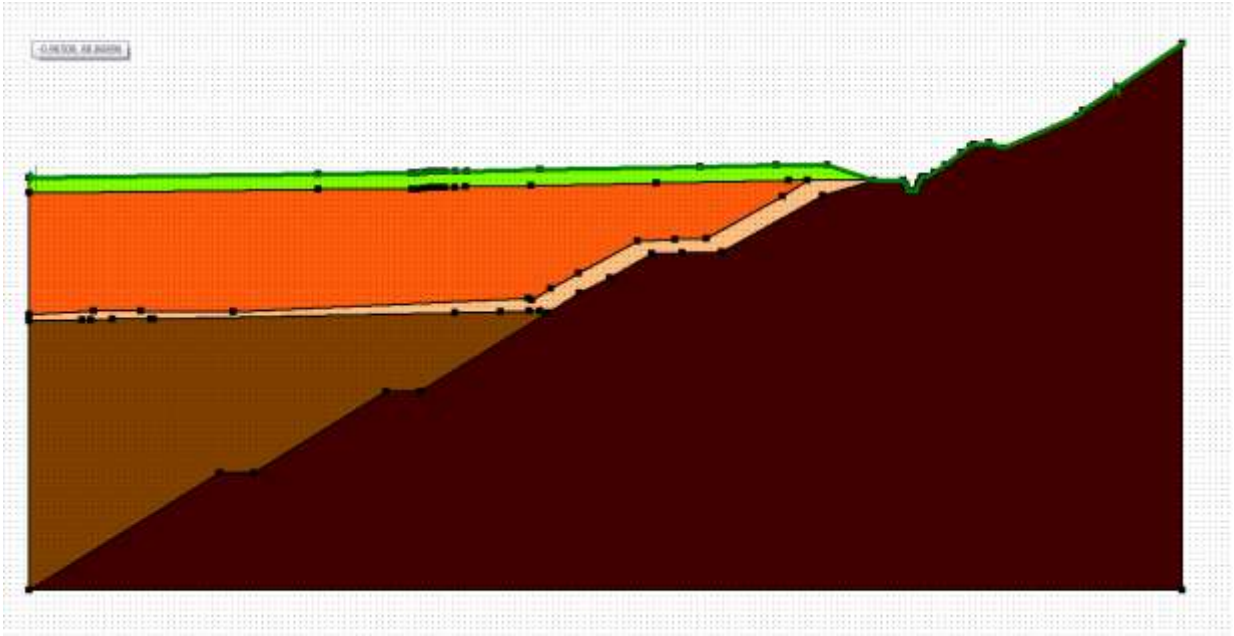
sede di progetto esecutivo si provvederà ad aumentare il livello di sicurezza con l'inserimento di geogriglie e/o a predisporre particolari procedure operative.

Tutti i geocompositi adottati (geomenbrane, geocompositi bentonici, ecc.) saranno del tipo grimpante: gli strati da essi costituiti non verranno modellati in quanto, essendo di spessori ridotti, non possono essere opportunamente studiati dal programma. Tuttavia essi sono inclusi nella modellazione dello strato di "barriera geologica", rappresentato da parametri cautelativi.



Sezione di referimento per la verifica delle sponde

copia informatica per consultazione



Sezione di referimento per la verifica delle sponde

4.1. Descrizione del metodo di calcolo

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il metodo cosiddetto "dell'equilibrio limite". Il metodo consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come rigido. È stato considerato il metodo di Bishop in quanto tale metodologia tiene già conto della presenza di forze interconcio, tenendo conto della geometria del problema e del tipo di materiale interessato.

La superficie di scivolamento alla quale corrisponde il coefficiente di sicurezza (Fs) minimo è detta 'superficie critica' e tale valore di Fs è assegnato all'insieme dei materiali interessati. Nel caso di Fs =1 la superficie critica corrisponde ad una superficie di rottura.

Come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la "Combinazione 2": (A2+M2+R2) in condizioni statiche e (M2+R2+Sisma) in condizioni sismiche.

4.2. Normativa di riferimento

Il calcolo relativo alle verifiche di stabilità è stato svolto seguendo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14 Gennaio 2008) in base alle quali le analisi di stabilità dei rilevati devono essere effettuati verificando che sia soddisfatta la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

copia informatica per consultazione

Dove:

- E_d rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;
- R_d rappresenta il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

In campo statico i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali e delle azioni vengono rispettivamente, divisi e moltiplicati per i coefficienti parziali previsti dalla combinazione di carico:

Combinazione 2: A2+M2+R2

In cui:

- A2: rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_F da applicare alle azioni o all'effetto delle azioni;
- M2: rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_M da applicare ai parametri del terreno;
- R2: rappresenta il gruppo di coefficienti parziali γ_R per le verifiche di sicurezza

Il tutto come esposto dalle seguenti tabelle, estratte dalle Norme Tecniche vigenti:

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale (γ_F)	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_Q	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni - (tabella 6.2.I – DM 14/01/2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	Coefficiente parziale (γ_M)	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25

copia informatica per consultazione

Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c'_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici delle azioni - (tabella 6.2.II – DM 14/01/2008)

Coefficiente (γ_R)	R2
γ_R	1.1

Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo - (tabella 6.8.I – DM 14/01/2008)

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni in precedenza citate non forniscono indicazioni riguardo al valore del coefficiente di sicurezza che deve essere osservato nella valutazione della stabilità sismica dei pendii artificiali, lasciando al giudizio del progettista la scelta del valore più idoneo da assegnare al coefficiente γ_R.

Nel nostro caso, si è ritenuto sufficiente applicare γ_R >1,10 considerando la cautelatività insita nell'applicazione del metodo pseudo-statico per le verifiche in condizioni sismiche e operando con valori ridotti dei parametri di resistenza dei materiali, utilizzando lo stesso fattore di sicurezza utilizzato in campo statico.

E' infatti noto che l'applicazione del metodo pseudo-statico per la valutazione della stabilità sismica dei pendii in terra porta a risultati largamente cautelativi, che possono comportare la necessità, in alcuni casi, di interventi molto onerosi dal punta di vista economico. È opinione diffusa che un modo per superare questa situazione sia di ridurre i valori dei coefficienti di sicurezza da utilizzare nelle verifiche sismiche nei confronti di quelli adoperati in campo statico.

A questo proposito, ad esempio, Stewart et al. (1995), citano il caso della contea di Los Angeles, che ha adottato il valore FS=1.1 per le zone sismiche caratterizzate da una accelerazione a/g=0.15.

In generale, comunque, un campo di valori più appropriato risulta essere compreso tra FS=1.1 e FS=1.2. Il valore FS=1.2 è stato anche adottato nella Normativa Nazionale per le dighe di sbarramento (D.M. 24/3/1982) per la valutazione della stabilità sismica di queste opere con il metodo pseudo-statico.

Per quanto riguarda gli impianti per lo smaltimento dei rifiuti sono state riportate evidenze [Augello et. al. (1995), Siegell et al. (1990)] secondo le quali discariche progettate con coefficienti di sicurezza statici FS > 1,2 hanno subito danni di natura solo marginale in occasione di eventi sismici di intensità anche elevata (a/g >_ 0.1, terremoti di Northridge 1994, Pasadena 1988, Whittier Narrow 1987).

copia informatica per consultazione

4.3. Software di calcolo e correlazioni fra i fattori di sicurezza

Come indicato nel precedente paragrafo, per le verifiche in condizioni sismiche si adotta un fattore di sicurezza FS = 1,1, tale fattore è stato ricavato dalla resistenza R_d ed il coefficiente γ_R.

La stabilità risulta pertanto verificata nella seguente condizione:

$$E_d \leq R_d \text{ ovvero } R_d / E_d \geq 1{,}00$$

Dove E_d , che rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, si ottiene applicando azioni agenti fattorizzate utilizzando i coefficienti γ_F per quanto concerne le azioni esterne e i coefficienti γ_M per quanto riguarda invece le azioni derivanti dai materiali/terreni.

La resistenza R_d di progetto del sistema geotecnico è invece ottenuta dal rapporto fra la resistenza ottenuta dall'analisi R_e e il fattore di sicurezza γ_R.

$$E_d \leq R_e / \gamma_R = E_d \leq R_e / 1{,}1 \text{ ovvero } R_e / E_d \geq 1{,}10$$

Da quanto sopra ne deriva che il coefficiente di sicurezza che si ottiene dall'analisi dipende dal codice di calcolo utilizzato e dalla possibilità o meno di inserire nello stesso i tre coefficienti γ_F, γ_N e γ_R.

Il software "Slope/W 2007", utilizzato per le verifiche sulla sponda, non permette l'inserimento dei coefficienti e per ovviare a questa caratteristica vengono inserite nella modellazione azioni già implementate con i coefficienti γ_F da normativa e parametri dei materiali già ridotti con i coefficienti γ_M.

Non è tuttavia possibile fattorizzare le resistenze quindi il programma fornirà il valore della resistenza R_e non ancora fattorizzato.

Ciò significa che la verifica sarà soddisfatta se il rapporto fra Rd/Ed che il programma calcola è ≥ 1,10.

Per effettuare l'analisi di stabilità globale, di cui al documento "R.11 – Analisi di stabilità globale mediante modello numerico tridimensionale" viene invece utilizzato un software che non permette l'inserimento di alcun coefficiente di cui sopra. Pertanto, solo per suddette verifiche, le stabilità indagate risultano verificate per coefficienti FS ≥ 1,375 in quanto:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_e / \gamma_M \leq R_e / \gamma_R$$

$$E_e / 1.25 \leq Re / 1.10 \text{ quindi } Re / Ed \geq 1{,}375$$

4.4. Condizioni di analisi

L'unica configurazione studiata è quella di breve termine, in quanto la situazione studiata è una situazione provvisoria.

Verranno studiate sia le condizioni statiche che sismiche, queste ultime valutatate con vita nominale di 10 anni.

copia informatica per consultazione

Verrà studiata localmente la stabilità dei vari strati significativi.

Come prescritto dalla normativa la verifica viene effettuata secondo la "Combinazione 2" dell'Approccio 1, sia in condizioni statiche che sismiche.

4.4.1. Software SLOPE/W 2007

Il software Slope/W consente un'analisi di stabilità tenendo conto di terreni variamente stratificati, dell'eventuale falda idrica, della presenza di pressioni neutre diverse dalla idrostatica, di sollecitazioni sismiche per via statica equivalente, di tiranti di ancoraggio e altre opere di rinforzo e sostegno.

Esso è in grado di fornire una soluzione generale al problema bidimensionale di stabilità ricavandone il coefficiente di sicurezza FS.

Il programma effettua le verifiche di stabilità fornendo il coefficiente di sicurezza secondo il criterio di Bishop semplificato, con il quale il coefficiente di sicurezza viene ricercato con riferimento ad una condizione di equilibrio alla rotazione partendo da superfici di scorrimento a direttrice circolare.

Il criterio di rottura adottato per il terreno è quello classico di Mohr-Coulomb.

Normalmente la valutazione del coefficiente di sicurezza viene effettuata per tentativi, generando un grande numero di superfici con un algoritmo pseudo-casuale, facendo alcune ipotesi semplificative circa la loro forma geometrica rispettando però, per quanto possibile, le condizioni reali nei riguardi delle sollecitazioni esterne, delle caratteristiche fisiche dei terreni, delle eventuali evidenze fisiche (labbri o nicchie di distacco ed accumuli al piede); oltre alla possibilità di calcolare il coefficiente di sicurezza per una determinata superficie di rottura assegnata.

Data una sezione di cui valutare il coefficiente di sicurezza, il programma esamina migliaia di superfici lungo tutto il pendio e fornisce quelle con coefficiente di sicurezza inferiore.

4.4.2. Parametri adottati per l'analisi

Di seguito vengono definiti i parametri di resistenza dei materiali adottati nei calcoli di stabilità. I valori riportati sono da intendersi come requisiti prestazionali minimi necessari per garantire la stabilità delle singole situazioni esaminate. Qualora si utilizzassero materiali di progetto diversi, questi dovranno essere congruenti con quanto prescritto e contenuto nel presente documento, eventualmente con i necessari pretrattamenti.

Per quanto concerne invece i materiali esistenti, come meglio precisato in altra parte della relazione, i parametri sono stati adottati in coerenza con il materiale tecnico messo a disposizione da AMIU e/o secondo la migliore bibliografia in materia secondo un criterio prudenziale In sede di progetto esecutivo e/o costruttivo di cantiere, si ritiene necessario eseguire un'adeguata campagna di caratterizzazione sia sui rifiuti già presenti in discarica che su quelli nuovi in modo da poter verificare le reali caratteristiche degli stessi punto per punto.

copia informatica per consultazione

4.4.2.1. *Terreno di fondazione e scarpate*

Per quanto riguarda i materiali posti sotto i rifiuti sono stati adottati i valori desunti dalla caratterizzazione geotecnica riportata nel "Progetto del secondo lotto funzionale-Seconda fase-Secondo stralcio": l'ammasso roccioso del Monte Scarpino è prudenzialmente stimato come materiale avente le seguenti caratteristiche:

- peso di volume γ = 19.5 KN/m^3
- angolo di attrito ϕ' = 30°
- coesione c' = 5.00 Kpa

Viene stimata una lieve coesione efficace essendo in condizioni di breve termine.

4.4.2.2. *Barriera geologica*

Per quanto concerne i tratti in adiacenza al terreno preesistente, viene inserito uno strato di materiale impermeabilizzante dalle seguenti caratteristiche:

- peso di volume naturale : γ = 20.00 KN/m^3
- angolo di attrito : ϕ' = 25°
- coesione : c' = 10.00 KPa

Viene stimata una lieve coesione efficace essendo in condizioni di breve termine.

4.4.2.3. *Interfaccia HDPE – geotessuto*

Al fine di eliminare eventuali superfici di scivolamento locale che tale interfaccia può generare è previsto l'utilizzo di una geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) con entrambe le superfici ad aderenza migliorata tipo "sabbiata" fabbricata con resine di alta qualità di polietilene controllate in continuo.

4.4.3. Sintesi dei parametri adottati e fattorizzazione come da NTC 2008

La tabella seguente sintetizza i parametri dei materiali adottati nelle analisi. Mostra inoltre la loro fattorizzazione con i coefficienti γ_M come da Norme tecniche, fattorizzazione che viene o no effettuata in automatico dal programma di calcolo come illustrato in precedenza.

Materiale	γ (KN/m3)	ϕ (°)	c' (Kpa)		ϕ (°) FATTORIZZATO	c' (KPa) FATTORIZZATO
TERRENO DI FONDAZIONE	19.50	30.00	5.00		24.79	4.00
BARRIERA GEOLOGICA	20.00	25.00	10.00		20.45	8.00

copia informatica per consultazione

4.5. Azione sismica di progetto

Le azioni sismiche di progetto ai sensi del D.M. 14/01/2008, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC-DM 14/01/2008), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

In allegato alla norma citata NTC-DM 14/01/2008, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g, F_o e T^*_C necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

In particolare il sito in oggetto è contraddistinto dalle coordinate:

- Latitudine: 44.46622 [°]
- Longitudine: 8.855714 [°]

Il DM 14.01.2008 al fine di definire l'azione sismica di progetto, richiede di valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica è possibile fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di tipologie di sottosuolo di riferimento.

Facendo riferimento a tale approccio semplificato e sulla base delle indagini a suo tempo eseguite i terreni in sito risultano classificabili come suolo di tipo "C" *(Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).*

Tali indagini sono state eseguite a corredo del "Progetto del secondo lotto funzionale-Seconda fase-Secondo stralcio" nel quale si sono eseguite prove down hole.

Nello specifico, per quanto riguarda la coltre di copertura detritica eluvio – colluviale sottostante i rifiuti si sono eseguite due prove nei fori denominati V2bis e V3bis.

In entrambe le prove, la velocità di propagazione delle onde sismiche ha presentato valori crescenti, nei primi 8 ÷ 10 m, occupati dalla coltre detritica, sino a un massimo di:

- Vp = 1250 m/s velocità delle onde primarie (di compressione);
- Vs = 650 m/s velocità delle onde secondarie (di taglio)

Inoltre al di sotto dello strato di coltre detritica è presente uno strato roccioso in cui sono state eseguite delle prove geofisiche di tipo down-hole condotte in sito.

copia informatica per consultazione

Osservando i risultati di tali prove si è notato, in corrispondenza del passaggio dalla coltre detritica al substrato roccioso meno degradato, un incremento piuttosto repentino delle velocità di propagazione; tali velocità sono risultate assestanti, con oscillazioni contenute, attorno ai valori:

- Vp = 2500 m/s velocità delle onde primarie (di compressione);
- Vs = 1500 m/s velocità delle onde secondarie (di taglio).

Secondo l'attuale classificazione tali valori di Vs sono riconducibili ad un categoria di sottosuolo B per la coltre detritica e A per l'ammasso roccioso presente sotto di essa.

Considerando però che i valori Vs della coltre detritica disponibili dalle suddette prove fanno riferimento ai valori massimi, per le successive verifiche si assume in via cautelativa una categoria di sottosuolo C.

Per quanto concerne invece le caratteristiche della superficie topografica l'area in oggetto può essere classificata di categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i < 15°" sulla base di quanto assunto nella relazione geotecnica del medesimo "Progetto del secondo lotto funzionale-Seconda fase-Secondo stralcio" redatto dallo Studio Geotecnico Italiano, come mostrato nell'immagine seguente.

Considerando però la forte variabilità spaziale dell'inclinazione delle scarpate, e quindi la possibilità in linea teorica di trovarsi puntualmente in zone con pendenze maggiori, si è assunto in modo cautelativo un'inclinazione media del pendio > 15° corrispondente a una categoria topografica T2.

L'opera può essere caratterizzata ai fini del calcolo sismico dai parametri riportati nel seguito, a seconda della configurazione di riferimento, ottenuti mediante l'ausilio del programma "Geostru" appositamente adattato alle verifiche geotecniche.

4.5.1. Configurazione a breve termine

La configurazione ha durata temporale limitata e quindi può essere inquadrata, per quanto concerne la vita nominale dell'opera, analogamente a quanto previsto dalle opere provvisorie i strutture in fase costruttiva (DM 14/01/2008 - § 2.4.1)

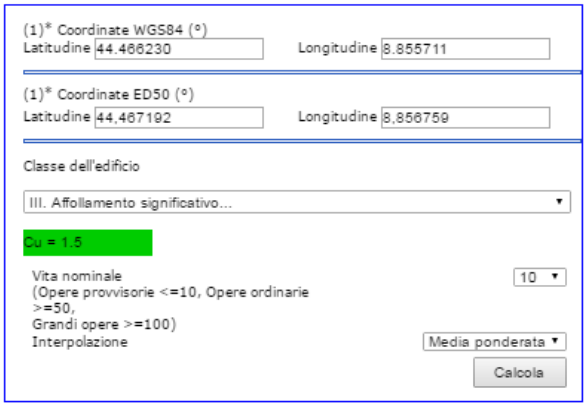
- Vita nominale V_N= 10 anni, Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva
- Classe d'uso: III (coefficiente d'uso CU = 1,5) – Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Tale configurazione però non verrà studiata nell'ambito del presente progetto, ma solo in sede di verifica dell'esistente. Anche se il profilo dei rifiuti in condizione di breve termine risulta più alto in quanto deve ancora avvenire l'assestamento degli stessi, il peso minore dei rifiuti stessi, la non presenza del capping e le azioni limitate esterne agenti sugli stessi, fanno si che la configurazione di "breve termine" risulti poco significativa rispetto a quella di "lungo termine", che verrà trattata in maniera approfondita. Inoltre lo studio degli

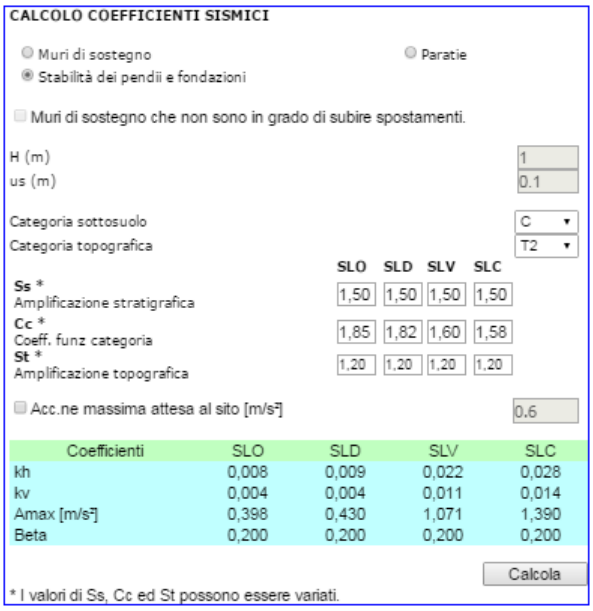
copia informatica per consultazione

assestamenti nel tempo dei rifiuti porta a definire profili a breve termine poco significativi, nel senso che si avvicinano molto a quelli di lungo termine, che verranno ampliamente studiati.

Si riportano comunque i valori del sisma nella presente condizione:



Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,023	2,548	0,181
Danno (SLD)	35	0,024	2,539	0,188
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,061	2,521	0,279
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,079	2,521	0,289
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			



4.5.2. Metodo pseudostatico

Per la stabilità in condizioni sismiche è stato utilizzato il metodo pseudostatico che consente di rappresentare l'azione sismica mediante un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Nelle verifiche allo Stato Limite Ultimo le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come:

$$F_h = k_h * W$$

$$F_v = k_v * W$$

con kh e kv rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

copia informatica per consultazione

dove:

- β_s rappresenta il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{max} rappresenta l'accelerazione massima orizzontale attesa al sito;
- g rappresenta l'accelerazione di gravità.

I valori di βs sono riportati nella tabella seguente in funzione del valore dell'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido a_g e della categoria di sottosuolo.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_s	β_s
$0.2<a_g(g)<0.4$	0.30	0.28
$0.1<a_g(g)<0.2$	0.27	0.24
$a_g(g)<0.1$	0.20	0.20

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito - (tabella 7.11.I– DM 14/01/2008)

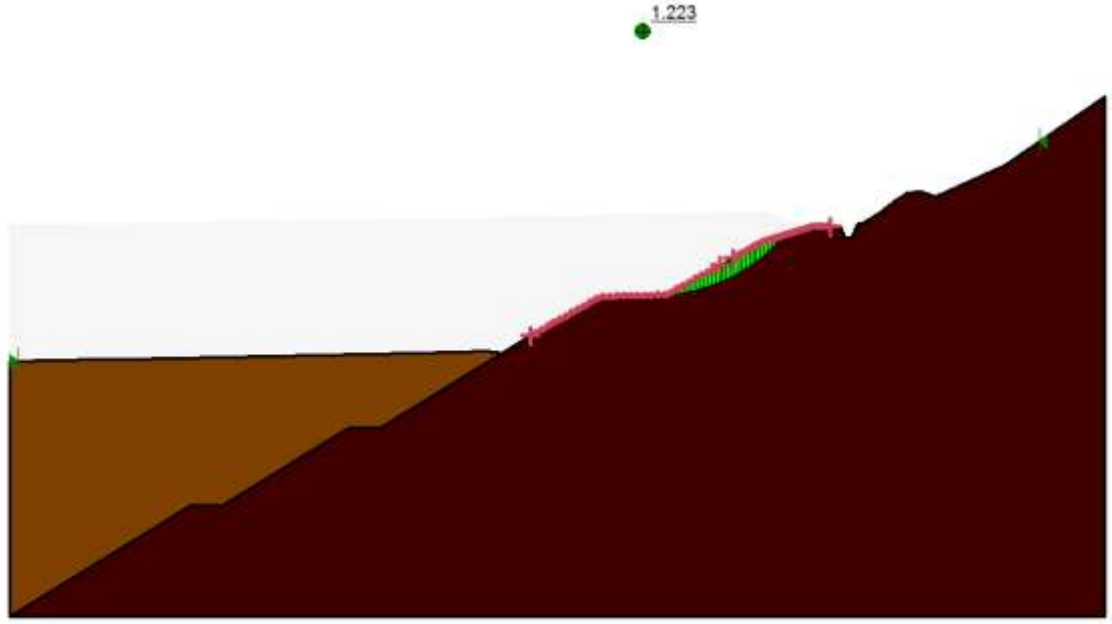
5. ANALISI DI STABILITÀ LOCALE DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO

Le verifiche sono condotte sia in condizioni statiche che sismiche per tre condizioni di stabilità:

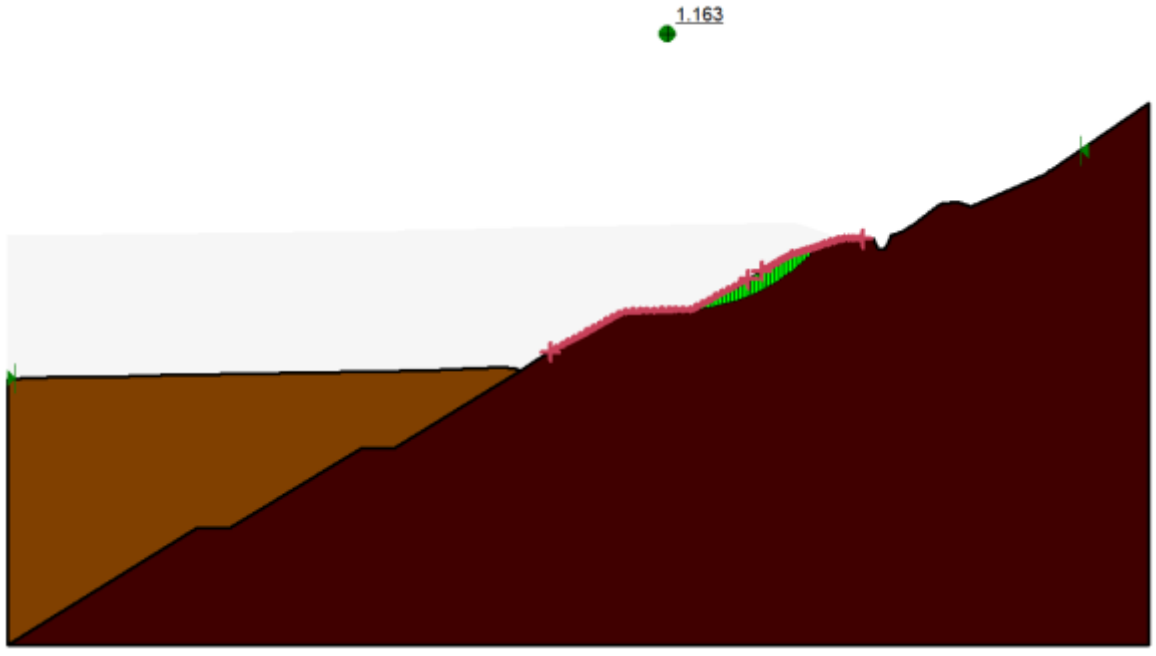
- verifica della scarpata senza la posa della sistema barriera di confinamento (IPOTESI 1);
- verifica a seguito della posa della barriera di confinamento (IPOTESI 2);

Come evince dalle immagini seguenti tutte le verifiche sono soddisfatte in quanto presentano coefficienti di sicurezza maggiori a 1,10 (rapporto R_d/E_d).

copia informatica per consultazione

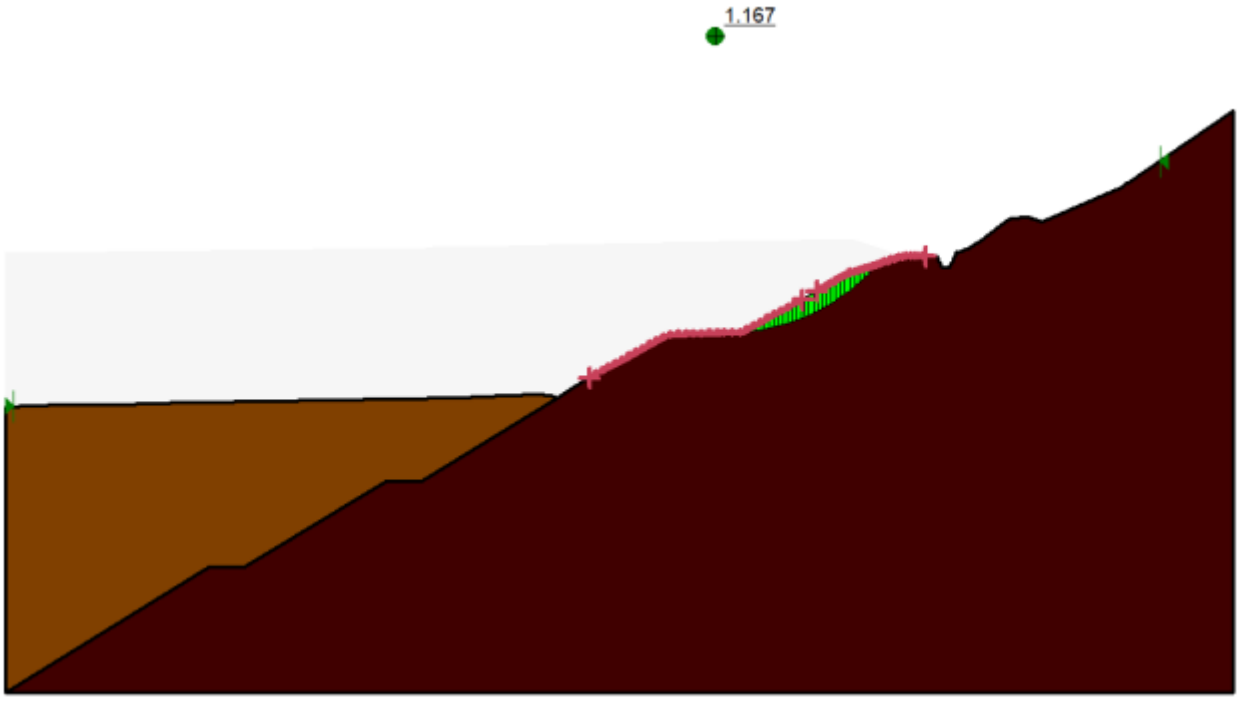


Curve di scivolamento - IPOTESI 1 - Condizione Statica



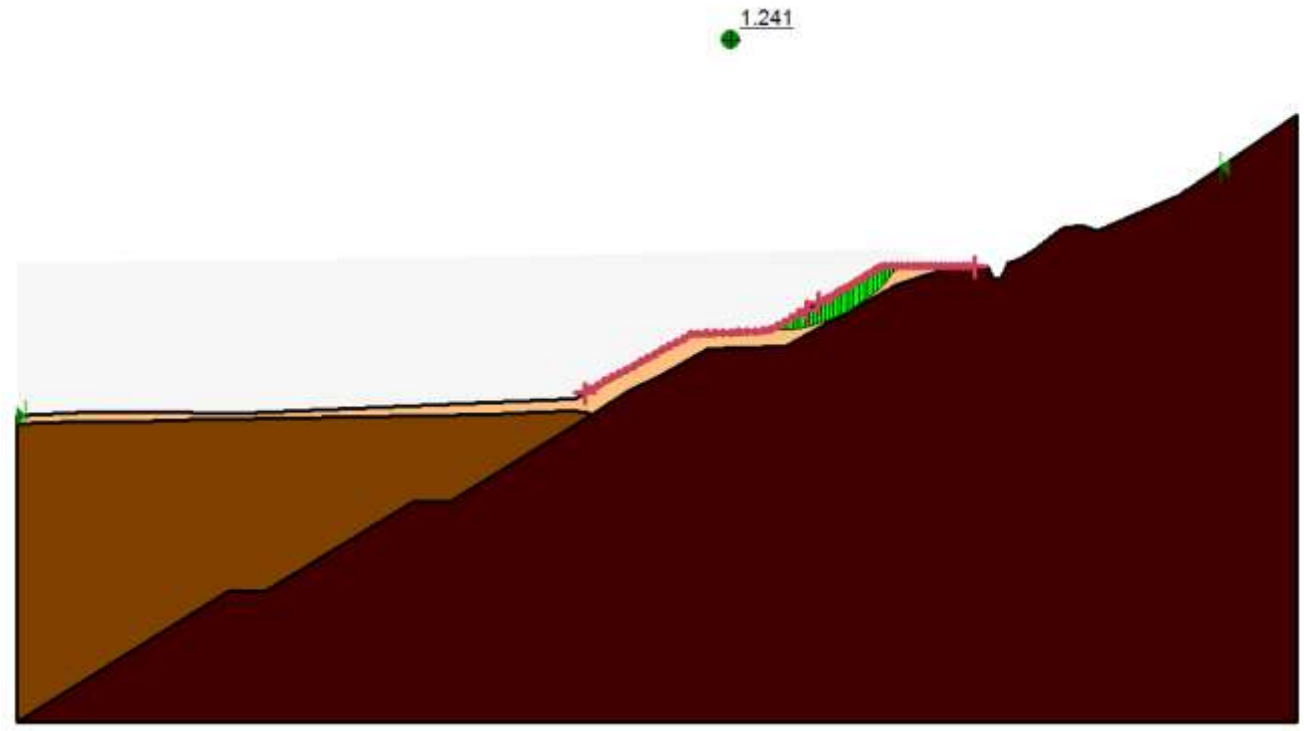
Curve di scivolamento - IPOTESI 1 - Condizione Sismica +

copia informatica per consultazione

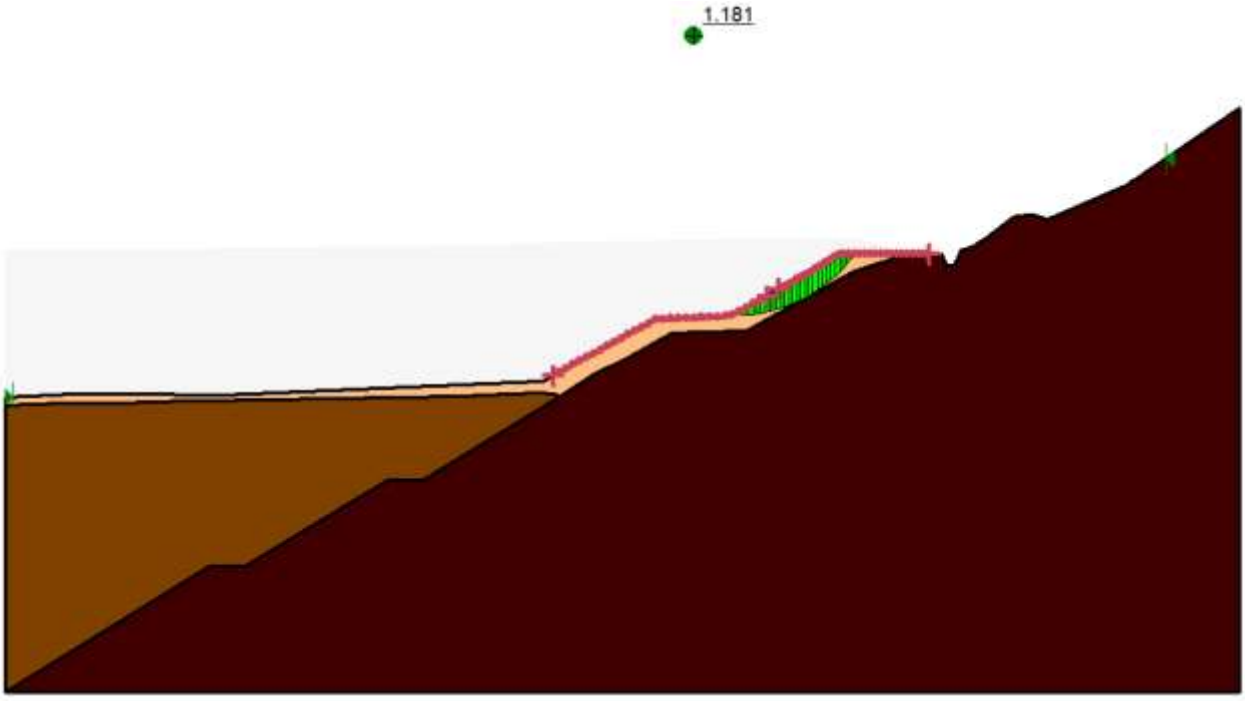


Curve di scivolamento - IPOTESI 1 - Condizione Sismica –

copia informatica per consultazione

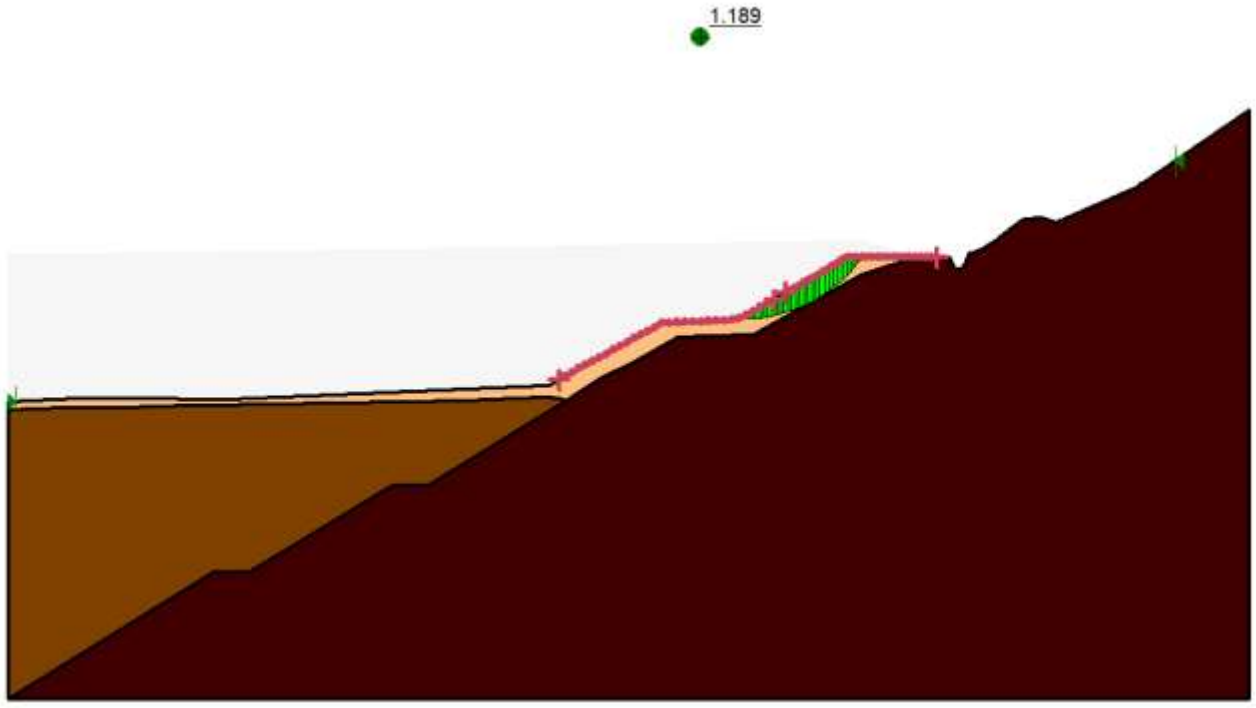


Curve di scivolamento - IPOTESI 2 - Condizione Statica



Curve di scivolamento - IPOTESI 2 - Condizione Sismica +

copia informatica per consultazione



Curve di scivolamento - IPOTESI 2 - Condizione Sismica -

6. CONCLUSIONI

Le analisi condotte sulla sezione A, riportata al capitolo 3 ha permesso di verificare il rispetto del sistema barrieramento sulle sponde in conformità a quanto previsto dal D.Lgs 36/03.

Il sistema costituito da una sovrapposizione di più, caratterizzati da

- Uno strato barriera geologico caratterizzato da uno spessore ≥ 2,00 m;
- Uno strato di impermeabilizzazione artificiale costituito da due geocompositi bentonitici sovrapposti;

permette il rispetto del fattore di sicurezza minimo (FS = 1,10), ricavato applicando i coefficienti parziali previsti dalla combinazione di carico, in particolare moltiplicando i valori delle azioni e dividendo i parametri geotecnici dei materiali sia per le verifiche condotte in campo statico che dinamico.

Il software "Slope/W", utilizzato per la verifica di stabilità locale della sponda non permette l'inserimento dei coefficienti e pertanto per la modellazioni sono state inserite valori di azioni già implementate con i coefficienti γ_f da normativa e parametri dei materiali già ridotti con i coefficienti γ_m.
Non potendo inoltre fattorizzare la resistenza, il programma fornisce un valore della resistenza R_e non ancora fattorizzato.
Pertanto la verifica risulta soddisfatta se il rapporto fra R_d/E_d che il programma calcola è ≥ 1,10

copia informatica per consultazione

Il risultato delle verifiche condotte sulle sponde è espresso dalla seguente tabella:

STABILITA' DEL SISTEMA BARRIERA DI CONFINAMENTO

	FS massimo
IPOTESI 1	
Condizione statica	1.223
Condizione sismica +	1.163
Condizione sismica -	1.167
IPOTESI 2	
Condizione statica	1.241
Condizione sismica +	1.181
Condizione sismica -	1.189

Come si evince la soluzione proposta dal Progetto P1 – Nuovo Invaso Scarpino 3 risulta conforme al DM 14/01/2008.

copia informatica per consultazione

amiu

Azienda Multiservizi e d'Igiene Urbana Genova S.p.A.

Polo impiantistico di Monte Scarpino

Discarica per rifiuti non pericolosi

Progetto P1 – Nuovo Invaso Scarpino 3





Fase progettuale

Progetto Definitivo

Oggetto

Approfondimento tecnico sulle soluzioni progettuali per il sistema barriera di confinamento delle sponde

Progettisti

Progetto e coordinamento prestazioni specialistiche

Ing. Stefano NERVIANI

Progettazione specialistica
Ing. Riccardo RAVELLO
Ing. Marco SCIARINI
Ing. Simona SCENDRATE
Ing. Stefano AINA
Geom. Tiziano CAVANI
Geom. Patrick GUGLIELMETTI
Geom. Vitoalessio SIMINI

Progettazione geotecnica
Ing. Sergio VIOLETTA
Ing. Manuela SOLI

ELABORATO

A.01

Raggruppamento Temporaneo di imprese

EUROPROGETTI s.r.l. (mandataria)
28100 NOVARA - ITALY - Corte degli Arrotini, 1
tel +39 0321 455100 - fax +39 0321 499775 - posta@europrogetti.eu
74123 TARANTO - Via Cavallotti, 116 - ep.puglia@europrogetti.eu
www.europrogetti.eu

IS INGEGNERIA E SERVIZI soc. coop. (mandante)
Via Malavolti, 43 - 41122 Modena (MO) ITALY
tel +39 059 350060 - fax +39 059 342750 - is@ingegneriaeservizi.it

EG ENGINEERING GEOLOGY (mandante)
Via C. Battisti, 25 - 20048 Carate B.za (MI) ITALY
tel +39 0362 800091 - fax +39 0362 803628 - eg@studioeg.net

copia informatica per consultazione

Professionisti	SN-ms		

A. Redazione documento	
n. pagine	13
n. allegati	0

B. Lista di distribuzione	
AMIU Genova S.p.A. Via D'Annunzio, 27 – 16121 Genova	1 copia

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO (art. 254 DPR207/2010)
0	EMISSIONE	14/02/2017	M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
1					
2					
3					
4					
File:	E1518176				

Il presente documento è stampato su carta ecologica certificata

copia informatica per consultazione

INDICE

1. PREMESSA 4

2. OBIETTIVO DEL DOCUMENTO 4

3. LA SOLUZIONE TECNICA PREVISTA DALLA NORMATIVA VIGENTE (D.LGS 36/03) 4

4. LA SOLUZIONE TECNICA DI PROGETTO PER IL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DELLE SPONDE 5

5. I CRITERI PER LE VERIFICHE DI EQUIVALENZA IDRAULICA 5

5.1. Metodo di calcolo di equivalenza idraulica 5

6. LA VERIFICA IDRAULICA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO 6

6.1.1. I risultati dell'equivalenza idraulica 6

6.2. Conclusioni 8

7. PROCEDURE OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE E IL COLLAUDO DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DELLE SPONDE 8

7.1. Descrizione generale delle attività 8

7.2. Procedura di posa del materiale minerale 9

7.3. Procedura di collaudo del materiale minerale 10

7.3.1. Prove tipo Boutwell 10

7.3.1.1. Attrezzatura 11

7.3.1.2. Esecuzione della prova 11

7.3.2. Report e documentazione dei collaudi eseguiti 12

copia informatica per consultazione

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce integrazione al Progetto definitivo "Discarica per rifiuti non pericolosi Progetto P1 – Nuovo Invaso Scarpino 3" e in particolare alle verifiche di equivalenza idraulica riportate all'Allegato 1 della Relazione tecnico-illustrativa A.01.

2. OBIETTIVO DEL DOCUMENTO

Con riferimento alle soluzioni tecniche individuate per il sistema barriera di confinamento delle sponde del nuovo invaso previste dal Progetto definitivo "*Discarica per rifiuti non pericolosi Progetto P1 – Nuovo Invaso Scarpino 3"*, il presente documento si pone il duplice obiettivo di:

- verificare, a favore di sicurezza, la soluzione tecnica di progetto utilizzando, ai fini del calcolo dell'equivalenza idraulica, il solo spessore a secco dei geosintetici riducendo le tolleranze e le incertezze legate alla misura dello spessore a saturazione;
- fornire le procedure operative per la realizzazione e il collaudo del sistema barriera di confinamento delle sponde del nuovo invaso S3.

3. LA SOLUZIONE TECNICA PREVISTA DALLA NORMATIVA VIGENTE (D.LGS 36/03)

Il D.Lgs 36/2003 al punto 2.4.2 prevede la realizzazione di un sistema barriera di confinamento per una discarica di rifiuti non pericolosi costituito da un substrato geologico e da una barriera di confinamento artificiale rispondenti ai seguenti requisiti di permeabilità e spessore:

- Barriera geologica: spessore ≥ 100 cm di materiale minerale compattato caratterizzato da una conducibilità idraulica di k≤ 1E-9 m/s;
- Barriera di confinamento artificiale: spessore ≥ 100 cm di materiale minerale compattato caratterizzato da una conducibilità idraulica di k≤ 1E-9 m/s con una geomembrana.

La normativa inoltre prevede che "*particolari soluzioni progettuali nella realizzazione del sistema barriera di confinamento delle sponde, che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m".*

Il legislatore ha ritenuto quindi applicabili soluzioni progettuali alternative a quella individuata dalla normativa, a condizione che venga dimostrato che tali soluzioni garantiscano una protezione almeno equivalente a quella normata.

Un criterio, ormai condiviso dalle istituzioni e dai professionisti per la valutazione della protezione dei sistemi di barrieramento, è definito dal *tempo di attraversamento* del sistema barriera di confinamento.

copia informatica per consultazione

Il tempo di attraversamento calcolato per la soluzione prevista dal punto 2.4.2 del D.Lgs 36/2003 è di:

- 63,42 anni.

Tale valore costituisce pertanto il limite di riferimento per le verifiche di equivalenza di soluzioni tecniche alternative. Pertanto qualunque configurazione di progetto dovrà garantire un tempo di attraversamento almeno uguale a quello individuato dalla normativa e pari a 63,42 anni.

4. LA SOLUZIONE TECNICA DEL PROGETTO DEFINITIVO PER IL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DELLE SPONDE

La soluzione progettuale del sistema barriera di confinamento delle sponde del nuovo invaso presente nel progetto definitivo consegnato agli Enti, prevede la seguente configurazione:

- strato minerale compattato caratterizzato da uno spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,50E-08 m/s.
- due strati di geocompositi bentonitici caratterizzati da uno spessore non inferiore a 5 mm e da un valore di conducibilità idraulica di k ≤ 1,0 E-11 m/s.
- una geomembrana HDPE 2,5 mm ad aderenza migliorata su entrambe le facce.

5. I CRITERI PER LE VERIFICHE DI EQUIVALENZA IDRAULICA

Nel presente capitolo vengono descritti i criteri di equivalenza idraulica alla base della comparazione tra la soluzione progettuale e il sistema barriera di confinamento per le sponde del nuovo invaso previsto dal D.Lgs 36/2003, specificando e motivando le condizioni operative con la quale è stata condotta l'equivalenza.

5.1. Metodo di calcolo di equivalenza idraulica

L'equivalenza idraulica viene effettuata approcciando alla problematica con il metodo della "*protezione equivalente*", ovvero effettuando un'equivalenza del tempo di attraversamento dello strato costituente il sistema barriera di confinamento.

La valutazione non prende in considerazione la presenza della geomebrana in HDPE presente al di sopra sia della soluzione prevista dalla normativa sia della soluzione progettuale.

Il tempo di attraversamento è determinato dal rapporto:

$$t_i = s_i/k_i$$

dove:

- ti: tempo di attraversamento dello strato i-esimo
- si: spessore dello strato i-esimo

copia informatica per consultazione

- ki: conducibilità idraulica dello strato i-esimo

Qualora lo strato sia composto da differenti materiali, il tempo complessivo è dato dalla somma del tempo di attraversamento, calcolato per singolo materiale.

6. LA VERIFICA IDRAULICA DELLA SOLUZIONE DI PROGETTO

La verifica di equivalenza tra la soluzione progettuale e le condizioni richieste dalla normativa viene eseguita considerando il tempo di attraversamento di tutti gli strati che compongono il sistema barriera di confinamento, valutato come sommatoria del tempo di attraversamento di ogni singolo materiale.

La verifica sarà effettuata nella condizione cautelativa che prevede l'utilizzo dello spessore del materiale minerale compattato valutato perpendicolarmente alla sponda. Nelle condizioni reali, infatti, sulla base delle pendenze di progetto, si hanno incrementi di lunghezza di attraversamento dello strato minerale sia nella direzione verticale che orizzontale.

La conducibilità idraulica dei materiali geocompositi sarà verificata, sul materiale fornito, mediante una prova standardizzata ASTM D5887.

Il metodo di prova consiste nel determinare un indice di flusso e successivamente un coefficiente di conducibilità idraulica di un campione di geocomposito bentonitico di 100 mm di diametro. Il campione posizionato in un permeametro a pareti flessibili viene sottoposto ad una pressione di confinamento fino a 515 kPa e un carico fino a 550 kPa per un periodo di tempo di 48 h.

Il flusso viene determinato nelle condizioni in cui la portata in ingresso al geocomposito è approssimativamente eguale a quella in uscita (± 25%) ovvero in condizioni di completa saturazione in cui si genera un moto stazionario.

Al fine di calcolare la conducibilità idraulica, il metodo prevede che lo spessore deve essere determinato durante la prova stessa, ma date le difficoltà esecutive, il test prevede anche la determinazione dello spessore a completamento del test.

Lo spessore del gecomposito a saturazione viene misurato entro 30 minuti dalla conclusione del test tagliando il campione con un coltello dedicato e rimuovendo lo strato superiore e inferiore di geotessuto. Lo spessore della bentonite viene determinata tramite misurazione diretta in tre differenti punti lungo l'area di taglio utilizzando calibri o altri idonei strumenti.

Il calcolo della conducibilità idraulica viene determinato utilizzando la media dei tre valori di spessore misurati sulla bentonite.

Nel caso specifico, a favore di sicurezza, lo spessore utilizzato ai fini della verifica è quello "a secco" cioè accertato prima dell'inizio della prova con prova EN ISO 9863-1

6.1.1. I risultati dell'equivalenza idraulica

Le verifiche sono state condotte con due diversi scenari:

copia informatica per consultazione

Scenario 1:

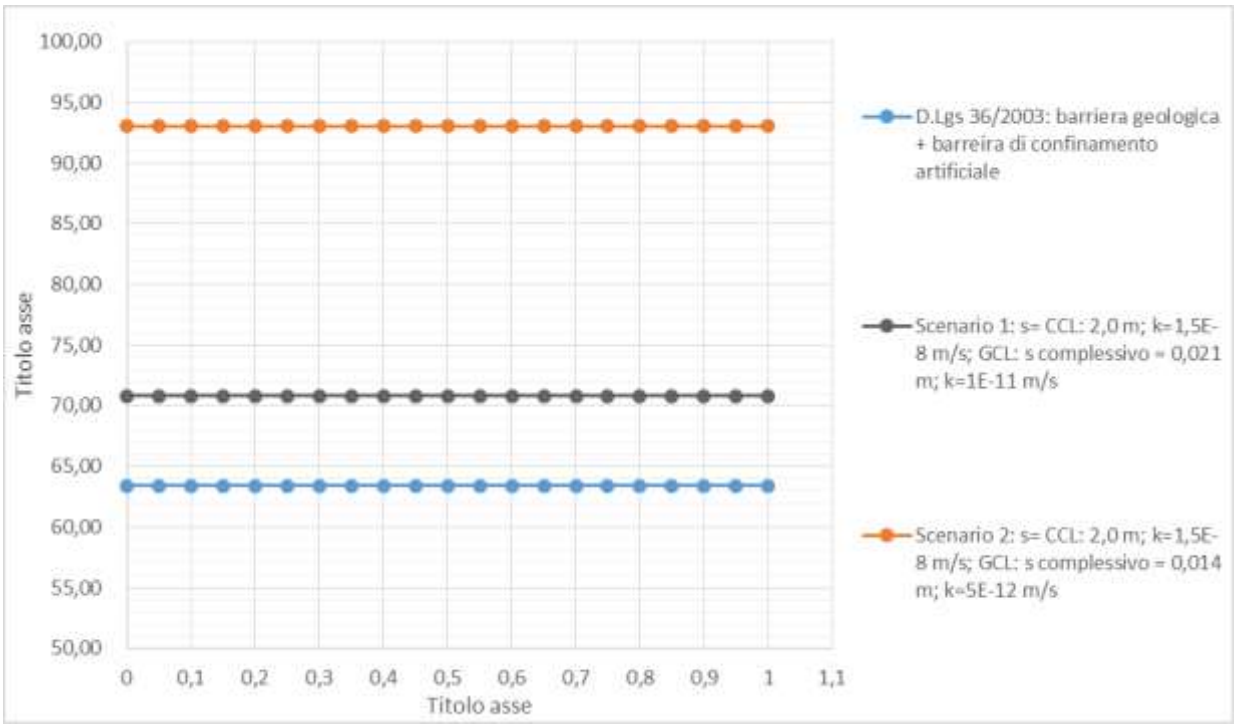
- strato minerale compattato caratterizzato da uno spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,50E-08 m/s.
- geocompositi bentonitici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 21 mm e da un valore di conducibilità idraulica di k ≤ 1,0 E-11 m/s.

Scenario 2

- strato minerale compattato caratterizzato da uno spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,50E-08 m/s.
- geocompositi bentonitici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 14 mm e da un valore di conducibilità idraulica di k ≤ 5,0 E-12 m/s.

Tali scenari sono riconducibili a soluzioni tecniche attualmente presenti sul mercato.

Con tali scenari si evidenziano i seguenti tempi di attraversamento:



Come è possibile notare dal grafico:

- Scenario 1: 70,82 anni
- Scenario 2: 93,02 anni

copia informatica per consultazione

Entrambi gli scenari proposti superano il limite temporale residuo di 63,42 anni e soddisfano il tempo di attraversamento minimo previsto dalla normativa.

Si rammenta che, a favore di sicurezza, il risultato è generato dall'utilizzo degli spessori nominali del geocomposito bentonitico misurato con prova EN ISO 9863-1.

6.2. Conclusioni

In termini generali, il rispetto della normativa è garantito da una pluralità di soluzioni tecniche e di accoppiamenti di materiali che garantiscano, nel loro complesso, un *tempo di attraversamento* del sistema barriera di confinamento superiore a 63,42 anni.

Le verifiche effettuate con l'utilizzo dello spessore nominale dei geocompositi bentonici, in alternativa allo spessore a saturazione, impongono, a parità di conducibilità, un maggiore spessore del pacchetto dei geocompositi.

Attualmente sul mercato sono presenti geocompositi con uno spessore massimo pari a 7,5 mm con una tolleranza di circa 10% e pertanto sarà necessario posare n. 3 geocompositi bentonitici di tale spessore.

Con l'utilizzo di geocompositi maggiormente performanti in termini di conducibilità (sino a k ≤ 5,0 E-12 m/s) che sul mercato sono presenti anch'essi con spessori pari a 7,5 mm, potranno essere posati n. 2 geocompositi bentonitici di tale spessore.

Tali soluzioni saranno verificate in fase di progettazione esecutiva anche a seguito di uno specifico campo prova eseguito per accertare le caratteristiche di impermeabilità del materiale minerale previsto per le sponde nonché di una verifica delle soluzioni tecniche presenti sul mercato, utilizzando la metodica illustrata nei precedenti capitoli.

Qualora si individuassero soluzioni tecniche ulteriori almeno equivalenti per tempo di attraversamento a quelle verificate, si provvederà ad effettuare specifica comunicazione.

7. PROCEDURE OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE E IL COLLAUDO DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DELLE SPONDE

7.1. Descrizione generale delle attività

Come indicato nei precedenti capitoli, il sistema barriera di confinamento delle sponde è composto da una successione di materiali sovrapposti.

La base del sistema barriera di confinamento è costituito da materiale minerale steso e compattato per strati paralleli al fondo invaso su tutto lo sviluppo delle scarpate.

Il materiale minerale posato sarà caratterizzato da una larghezza variabile e tale da garantire sia il passaggio dei mezzi operativi che il rispetto delle pendenze previste da progetto al termine delle operazioni di riprofilatura.

copia informatica per consultazione

Durante l'esecuzione, il materiale sarà eventualmente additivato con percentuali di bentonite sodica in polvere in concentrazioni determinate a seguito di campi prova appositamente realizzati in aree dedicate all'interno del Polo Impiantistico.

A completamento della fase di posa, il materiale minerale in eccedenza rispetto allo spessore previsto dal progetto verrà rimosso mediante idonei mezzi meccanici al fine di ottenere le pendenze di progetto.

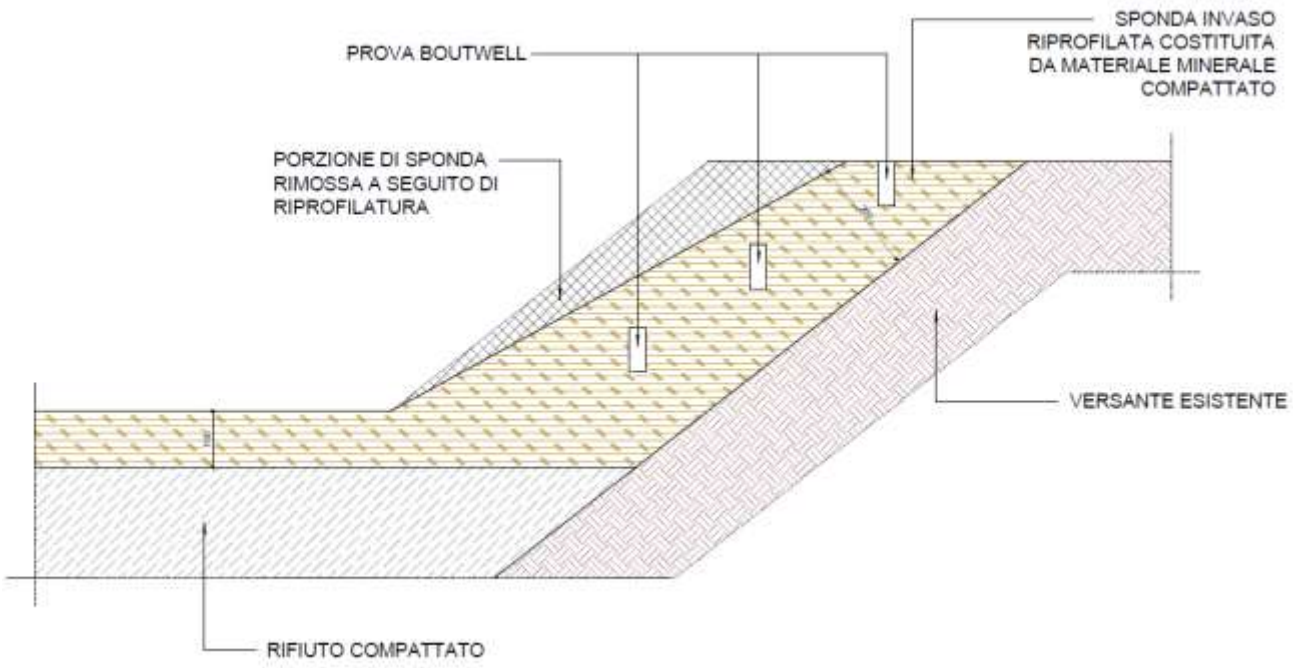


Fig. 2 – Particolare riprofilatura versante

Al termine delle operazioni previste per lo strato minerale saranno stesi i due strati di geocompositi bentonitici e la geomembrana in HDPE.

I geocompositi bentonitici, la geomembrana in HDPE e il successivo strato di tessuto non tessuto di protezione meccanica saranno ancorati in testa alle sponde in una trincea di ancoraggio.

7.2. Procedura di posa del materiale minerale

Il materiale minerale sarà steso per spessori compattati non superiori a 25 – 30 cm.

La compattazione sarà eseguita con l'utilizzo di rulli compattatori caratterizzati da un peso non inferiore a 12 tonnellate e un tamburo a piede di pecora. Il numero di passate ottimali e la percentuale di additivazione di bentonite sarà definita in fase esecutiva con l'esecuzione del campo prova.

copia informatica per consultazione

7.3. Procedura di collaudo del materiale minerale

Il corretto avanzamento dello strato di materiale minerale verrà verificato con prove di densità in sito, prove di permeabilità con permeametro tipo Boutwell (ASTM D6391) e prelievo di campioni indisturbati con fustella per la verifica di:

- Peso in volume con fustella tarata (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
- Determinazione della conducibilità idraulica in cella edometrica (UNI CEN ISO/TS 17892-11)

Fermo restando che le prove Boutwell saranno le uniche a certificare la corretta posa in opera del materiale, la valutazione del grado di compattazione di ogni singolo strato lavorato, sarà verificata, specie nella fase iniziale di messa a punto del procedimento di posa, mediante prova di densità in sito condotta con il metodo del volumometro a sabbia (CNR-BU n° 22/72; ASTM 1556).

La prova di densità dovrà comprovare il raggiungimento di almeno il 95% del valore di densità secca in riferimento alla densità secca massima ottenuta con Prova Proctor Modificata AASHTO T180 (UNI EN 13286- 2:2005/CNR BU n°69-78).

Le prove con volumometro a sabbia saranno effettuate per spessori non superiori a 50 cm e per distanze lungo il fronte di avanzamento della sponda di 50 m.

7.3.1. Prove tipo Boutwell

Le prove di permeabilità tipo Boutwell sono caratterizzate dalla possibilità di investigare l'anisotropia del terreno in sito, verificando il contributo della componente di filtrazione verticale e di quello orizzontale, secondo una procedura che prevede in un primo stage la verifica della sola velocità di filtrazione verticale e in un secondo stage la determinazione della componente orizzontale.

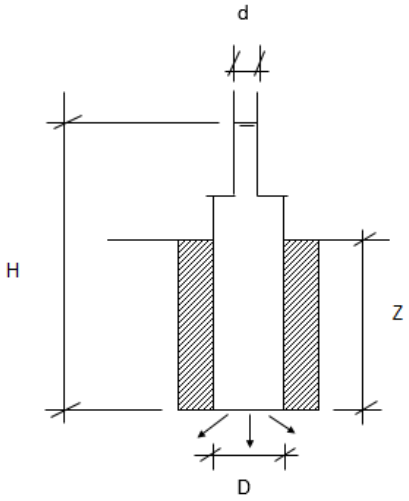


Fig. 1 – Primo stage, determinazione della componente verticale del flusso

copia informatica per consultazione

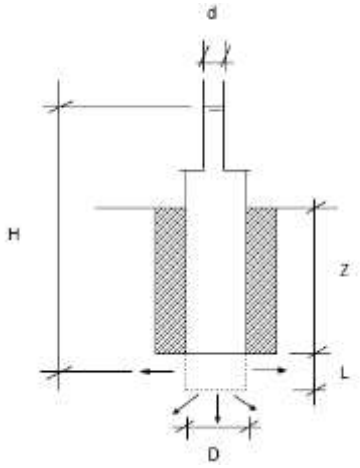


Fig. 2 – Secondo stage, determinazione della componente orizzontale

Le prove Boutwell saranno effettuate per avanzamenti in elevazione non superiore a 3 m e per distanze lungo il fronte di avanzamento della sponda di 50 m.

La posa di materiale su strati successivi alla quota di installazione della prova Boutwell avverrà solamente a seguito del rispetto degli esiti della prova condotta.

7.3.1.1. Attrezzatura

Come indicato dalla norma, la prova potrà essere svolta con un *permeametro* in acciaio o in PVC di diametro interno Φ 100 mm, dotato in sommità di elementi a tenuta stagna con l'apparato superiore.

L'apparato superiore è composto da un *tappo a tenuta idraulica* che collega il permeametro con un sistema di *burette volumetriche* per la gestione del flusso. Tali componenti idraulici sono costituiti da cilindri trasparenti aventi scala graduata con risoluzione di 1 mm e altezza minima di 1 m.

7.3.1.2. Esecuzione della prova

Il foro di scavo viene eseguito con un diametro di ca 30 cm. La corona circolare esterna al permeametro viene riempita con sigillante per fissare permeametro e impedire trafilamenti durante il primo stage.

Per consentire una corretta saturazione del terreno da indagare, a termine dell'installazione il permeametro dovrà essere riempito d'acqua e si dovrà attendere un periodo non inferiore a 24 h prima di iniziare la prova.

Per entrambe gli stage previsti, le letture del livello di abbassamento verranno effettuate con frequenza più ravvicinata negli istanti successivi al riempimento della buretta e con minore frequenza al perdurare della prova.

Eventuali variazioni della frequenza delle letture sarà valutata durante la prova in funzione della prova stessa

Ogni registrazione dovrà riportare le seguenti indicazioni:

copia informatica per consultazione

- la data;
- il livello della colonna d'acqua corrispondente alla parte inferiore del menisco presente nella buretta
- il tempo intercorso dalla lettura precedente
- l'eventuale registrazione del valore di temperatura.

Il primo stage è da ritenersi conclusa quando vengono raggiunte le condizioni stazionarie.

Nel secondo stage il foro in cui è inserito il permeametro viene approfondito senza rivestimento per circa 1 o 2 volte il diametro del permeametro al fine di massimizzare l'effetto di k_h e successivamente riempito d'acqua.

Terminata la preparazione del secondo stage, la registrazione dei dati viene eseguita con lo spesso procedimento prevista per lo stage 1.

7.3.2. Report e documentazione dei collaudi eseguiti

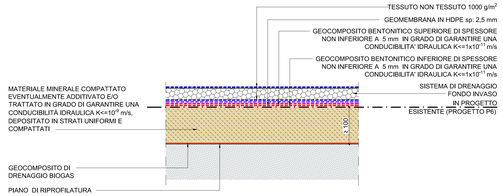
A completamento di ogni campagna di collaudo eseguita con permeametro Boutwell dovranno essere emessi rapporti di prova che identificano i risultati delle osservazioni effettuati.

I rapporti dovranno contenere i dati dimensionali della strumentazione utilizzata, le condizioni iniziali della prova e il codice identificativo della prova effettuata con riferimento a planimetria di accompagnamento ai report prodotti.

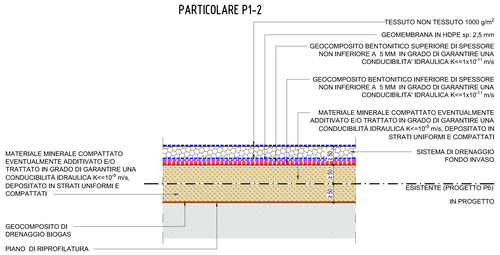
I risultati ottenuti da ogni singolo stage dovranno essere rappresentati sia in forma tabellare che in forma grafica, evidenziando i valori di conducibilità idraulica verticale (k_v) e orizzontale (k_h).

copia informatica per consultazione

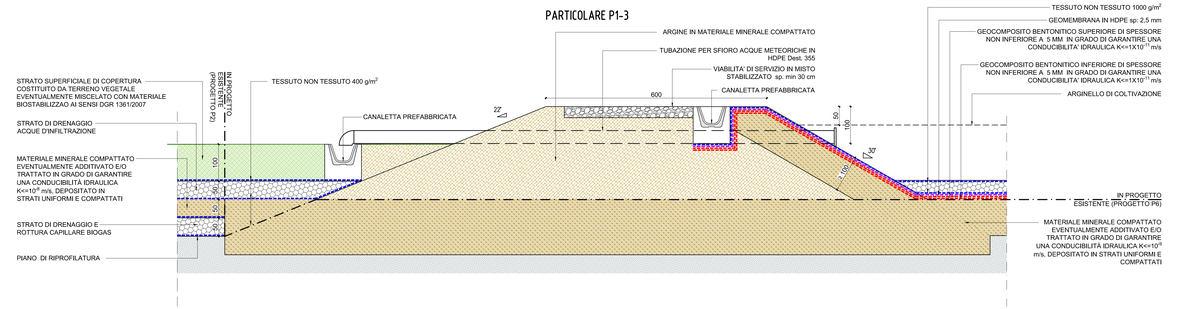
PARTICOLARE P1-1



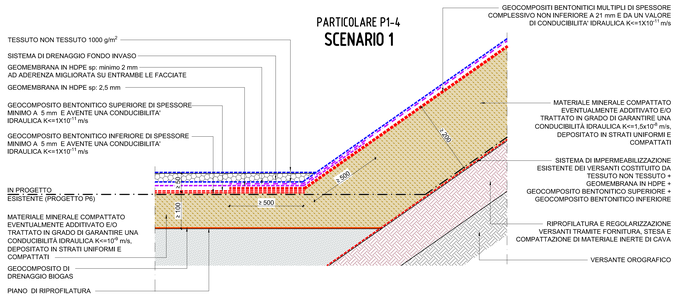
PARTICOLARE P1-2



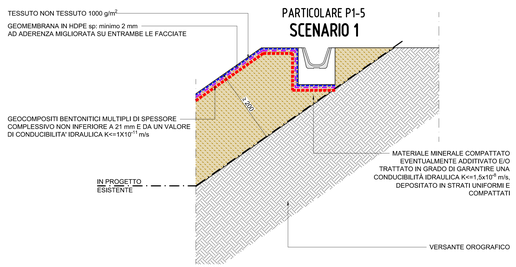
PARTICOLARE P1-3



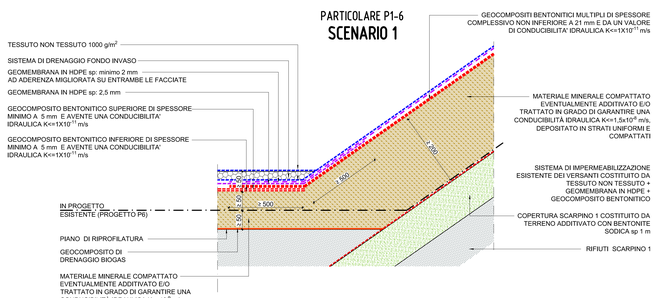
PARTICOLARE P1-4 SCENARIO 1



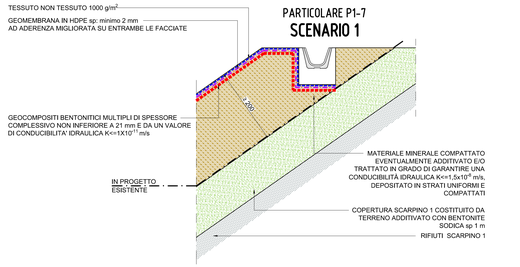
PARTICOLARE P1-5 SCENARIO 1



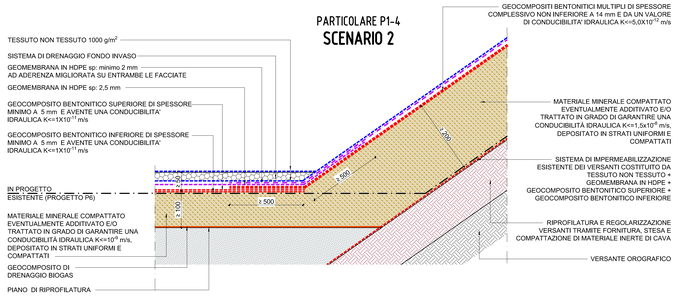
PARTICOLARE P1-6 SCENARIO 1



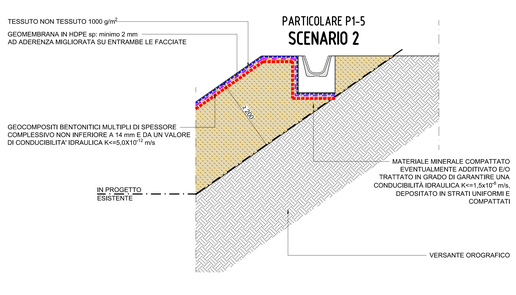
PARTICOLARE P1-7 SCENARIO 1



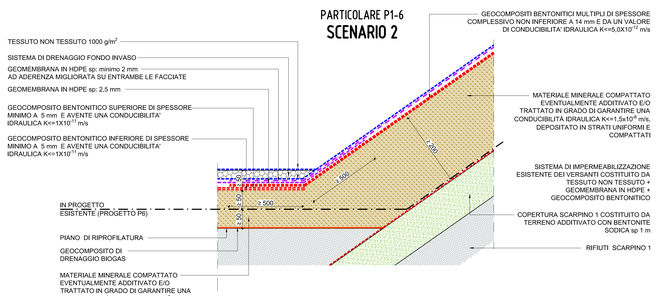
PARTICOLARE P1-4 SCENARIO 2



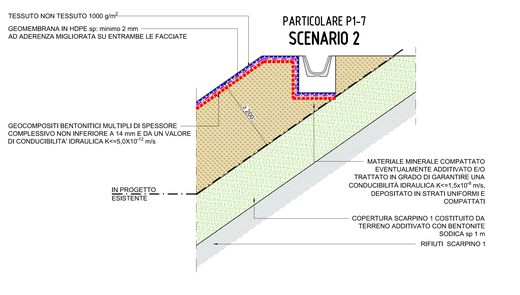
PARTICOLARE P1-5 SCENARIO 2



PARTICOLARE P1-6 SCENARIO 2

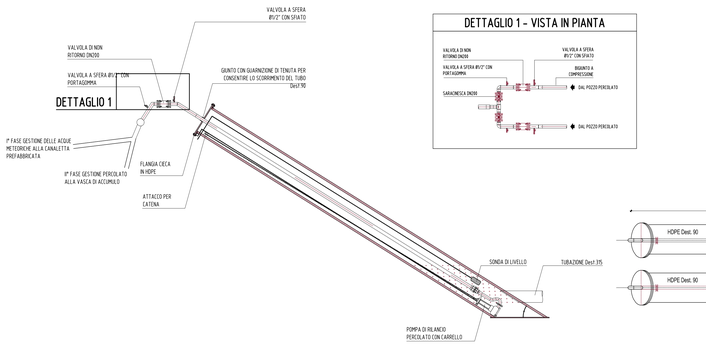


PARTICOLARE P1-7 SCENARIO 2

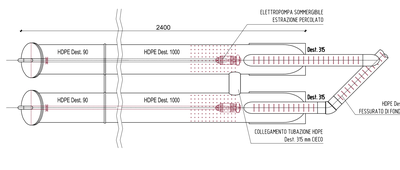


NOTA: GLI SCENARI 1 E 2 RAPPRESENTANO DUE POSSIBILI CONFIGURAZIONI DEL SISTEMA BARRIERA DI CONFINAMENTO.
SI RIMANDA AL PROGETTO ESECUTIVO LA SCELTA DELLA SOLUZIONE TECNICA PIU' IDONEA PER IL BARRIERAMENTO DEL NUOVO INVASO SCARPINO 3, ANCHE A SEGUITO DI PROVE SU CAMPO E EVENTUALI SOLUZIONI EQUIVALENTI CHE EMERGESSERO DA RICERCHE DI MERCATO.
LE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DERIVANTI DALLE RICERCHE DI MERCATO DI CUI SOPRA DOVRANNO GARANTIRE IL RISPETTO DELL'EQUIVALENZA IDRAULICA DEL SISTEMA BARRIERA DI CONFINAMENTO SECONDO I CRITERI PREVISTI DALL'ELABORATO A.01 DEL PRESENTE PROGETTO.

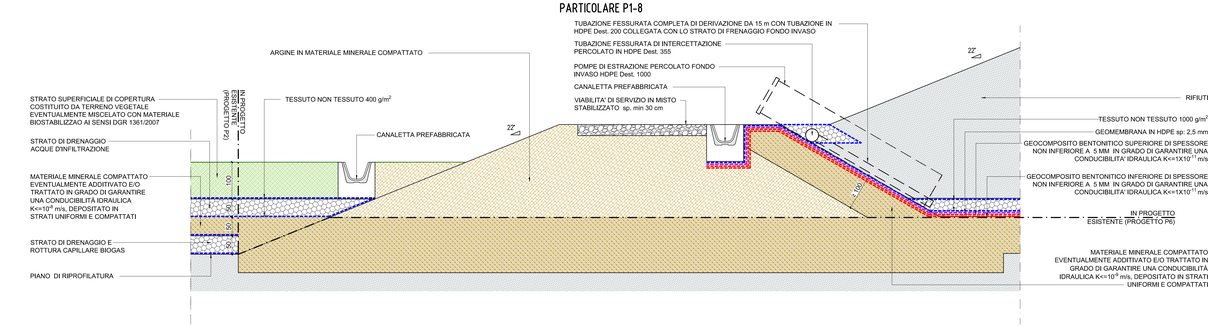
PARTICOLARE P1-12



VISTA IN PIANTA - Scala 1:50



PARTICOLARE P1-8

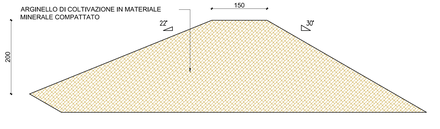


PARTICOLARE P1-9

Schema di coltivazione - Scala 1:200



PARTICOLARE P1-10



amiu
Azienda Multiservizi e d'Igiene Urbana Genova S.p.A.

Polo impiantistico di Monte Scarpino

Progetto P1

Discarica per rifiuti non pericolosi
Nuovo invaso Scarpino 3

Fase progettuale
Progetto definitivo
(rev. a seguito CDS del 02/03/2016)

Oggetto
Opere in progetto
Particolari costruttivi
Elaborato 1 di 2

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	EMISSIONE	03/05/2016	S.MAN.	P.GUGLIELMETTI	S.NEPHAM
1	REVISIONE	21/02/2017	V.SIMINI	M.SCANINI	S.NEPHAM
2					
3					

Ufficio di progettazione
Progetto e coordinamento prestazioni specialistiche
Ing. Stefano NEPHAM

Progettazione specialistica
Ing. Riccardo RAZETO
Ing. Marco SCANINI
Ing. Simona SCENDRATE
Ing. Stefano AINA
Geom. Tiziano CAVANI
Geom. Patrick GUGLIELMETTI
Geom. Vitoalessio SIMINI

Progettazione Geomeccanica
Ing. Sergio VIGLIONE
Ing. Manuela CAVALLERO

Raggruppamento Temporaneo d'imprese

SOCIETA' CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO ISO 9001:2008 E ISO 14001:2004

SOCIETA' CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO ISO 9001:2008

EUROPROGETTI s.r.l. (mandataria)
28100 NOVARA - ITALY - Corte degli Amotini 3
tel +39 0321 626611 - fax +39 0321 626600 - europrogetti@europrogetti.eu
74123 TARANTO - Via Gavallotti, 116 - ep.ta@pec.europrogetti.eu

IS INGEGNERIA E SERVIZI soc. coop. (mandante)
Via Malavolti, 43 - 41122 Modena (MO) ITALY
tel +39 059 330900 - fax +39 059 342750 - is@ingegneriaeservizi.it

EG ENGINEERING GEOLOGY (mandante)
Via C. Battisti, 25 - 20048 Cavate B.za (MI) ITALY
tel +39 0382 800001 - fax +39 0382 803629 - egi@studioeg.net

CODICE: E1518
FILE: E1518178.dwg
SCALA: 1:50
ELABORATO: B.12.1

File: E1518178.VG

Copia informatica per consultazione

amiu

Azienda Multiservizi e d'Igiene Urbana Genova S.p.A.

Polo impiantistico di Monte Scarpino

Progetto P1

Discarica per rifiuti non pericolosi

Nuovo invaso Scarpino 3

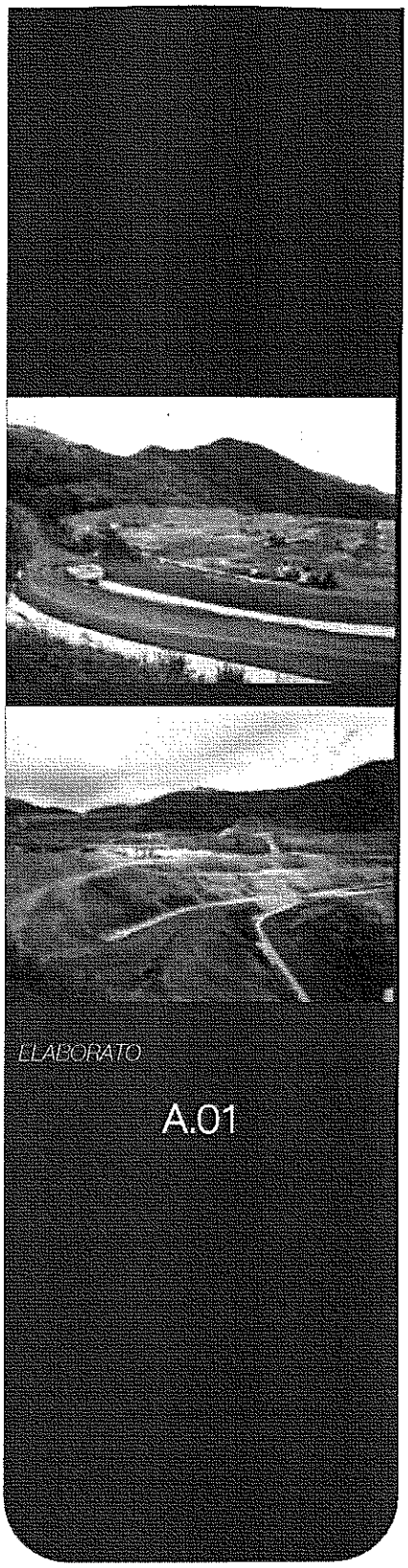
Fase progettuale

Progetto definitivo

(rev. a seguito CDS del 02/03/2016)

Oggetto

Relazione tecnico illustrativa



ELABORATO

A.01

Ufficio di progettazione

Progetto e coordinamento prestazioni specialistiche

Ing. Stefano NERVIANI

Progettazione specialistica

Ing. Riccardo RAVELLO
Ing. Marco SCIARINI
Ing. Simona SCENDRATE
Ing. Stefano AINA
Geom. Tiziano CAVANI
Geom. Patrick GUGLIELMETTI
Geom. Vitoalessio SIMINI

Progettazione geotecnica

Ing. Sergio VIOLETTA
Ing. Manuela SOLI

Raggruppamento Temporaneo di imprese

EUROPROGETTI s.r.l. (mandataria)
28100 NOVARA - ITALY - Corte degli Arrotini, 1
tel +39 0321 455100 - fax +39 0321 499775 - posta@europrogetti.eu
74123 TARANTO - Via Cavallotti, 116 - ep.puglia@europrogetti.eu

IS INGEGNERIA E SERVIZI soc. coop. (mandante)
Via Malavolti, 43 - 41122 Modena (MO) ITALY
tel +39 059 350060 - fax +39 059 342750 - is@ingegneriaeservizi.it

EG ENGINEERING GEOLOGY (mandante)
Via C. Battisti, 25 - 20048 Carate B.za (MI) ITALY
tel +39 0362 800091 - fax +39 0362 803628 - eg@studioeg.net

copia informatica per consultazione

Professionisti	SN-pg-ms

A. Redazione documento

n. pagine	51
n. allegati	0

B. Lista di distribuzione

AMIU Genova S.p.A. Via D'Annunzio, 27 – 16121 Genova	1 copia

REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO (art. 254 DPR207/2010)
0	EMISSIONE	23/05/2016	P.GUGLIELMETTI M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
1	REVISIONE	21/02/2017	M.SCIARINI	S.NERVIANI	S.NERVIANI
2					
3					
4					
File:	E1518177				

Il presente documento è stampato su carta ecologica certificata

copia informatica per consultazione

INDICE

1. PREMESSA **6**

2. STRUMENTI URBANISTICI E VINCOLI TERRITORIALI **6**

3. LA NORMATIVA VIGENTE **7**

4. LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DI UN NUOVO INVASO **8**

5. DOCUMENTAZIONE E STUDI TECNICI CONSULTATI **10**

6. STATO DI CONSISTENZA DELLE AREE INTERESSATE DAL NUOVO INVASO **11**

7. GLI INTERVENTI PROPEDEUTICI ALLA REALIZZAZIONE DEL NUOVO INVASO S3 **12**

7.1. Interventi del progetto P6 12

7.2. Collaudo della copertura provvisoria 13

8. IL NUOVO INVASO SCARPINO 3 **13**

8.1. I principali dati dimensionali 13

8.2. Tipologia di rifiuto conferibile 14

8.3. La suddivisione in stralci funzionali 15

8.4. Le principali interferenze con la discarica esistente 15

9. LE OPERE IN PROGETTO **16**

9.1. Il sistema barriera di confinamento secondo la normativa vigente (D.Lgs 36/03) 16

9.2. Metodo di calcolo dell'equivalenza idraulica 17

9.3. Fasi progettuali 18

9.3.1. Sistema barriera di confinamento - Fondo invaso 18

9.3.1.1. Verifica dell'equivalenza idraulica della soluzione per il fondo invaso alla soluzione prevista D.Lgs 36/03 18

9.3.2. Approntamento invaso - Argine di base 20

9.3.2.1. Collaudo dello strato minerale compattato – Fondo invaso 21

9.3.3. Sistema barriera di confinamento - Sponde 21

9.3.3.1. Verifica dell'equivalenza idraulica della soluzione per le sponde invaso alla soluzione prevista D.Lgs 36/03 22

copia informatica per consultazione

9.3.3.2. Collaudo dello strato minerale compattato – Sponde invaso 24

9.3.3.3. Ancoraggio sistema di impermeabilizzazione 25

9.3.4. Arginelli di coltivazione 30

9.3.5. Sistemi di regimazione ed allontanamento acque meteoriche precedente al conferimento dei rifiuti 30

9.3.5.1. Sistemi di drenaggio provvisorio delle acque meteoriche presenti nei settori di invaso non in coltivazione 30

9.3.5.2. Sistema provvisorio di protezione dell'invaso in progetto 31

9.3.6. Sistemi di gestione del percolato raccolta, convogliamento e stoccaggio del percolato 31

9.3.6.1. Sistemi di raccolta 32

9.3.6.2. Sistema di estrazione del percolato 32

9.3.6.3. Sistema di allontanamento e stoccaggio del percolato 33

9.3.7. Sistemi di raccolta ed allontanamento di acque e/o percolati presenti nelle aree esterne (area vallecola) 33

9.3.8. Sistemi di copertura giornaliera 34

9.3.8.1. Sistema di copertura intermedia 35

9.3.9. Sistemi di copertura superficiale 36

9.3.9.1. Copertura provvisoria 36

9.3.9.2. Copertura superficiale finale 37

9.3.10. Viabilità di sevizio interna 40

9.3.11. Sistemi di raccolta e trattamento del biogas 41

9.3.11.1. Interventi sul nuovo invaso 41

9.3.11.2. Specifiche pozzi in progetto 42

9.3.11.3. Specifiche delle reti di convogliamento e sottostazioni esistenti 42

9.3.12. Ripristino ambientale 43

10. MODALITÀ DI COLTIVAZIONE E GESTIONE DEGLI ASSESTAMENTI 43

10.1. Modalità di abbancamento 43

copia informatica per consultazione

10.2. Gestione degli assestamenti 44

11. PROFILO DI PRE ASSESTAMENTO 47

11.1. Considerazioni generali 47

11.2. Il modello proposto 47

11.3. Cedimenti del fondo 49

12. SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO 49

13. PIANI DI GESTIONE, POST GESTIONE E DI EMERGENZA 50

copia informatica per consultazione

copia informatica per consultazione

- 4 serbatoi mobili per lo stoccaggio di percolato utilizzati in caso di raggiungimento dei livelli di emergenza all'interno delle vasche di raccolta del percolato situate al piede di Scarpino 2, posti nella zona nord-ovest.
- Sponde provviste di una copertura realizzata con teli in HDPE come riportato dalle previsioni dei precedenti progetti presentati per l'ampliamento del vecchio invaso di Scarpino 2.

7. GLI INTERVENTI PROPEDEUTICI ALLA REALIZZAZIONE DEL NUOVO INVASO S3

Come maggiormente dettagliato all'interno del progetto P6, il presente progetto si inserisce a valle della realizzazione delle attività di copertura superficiale provvisoria per tutte le superfici che saranno interessate dalla realizzazione del nuovo invaso Scarpino 3.

Tali superfici nella fattispecie ricomprendono tutte le aree indicate dai settori Q2, Q3 e Q4, oggetto dell'accordo conciliativo con final ` transattive sottoscritto tra la Città Metropolitana di Genova e AMIU S.p.A.

Le soluzioni tecniche adottate, nel rigoroso rispetto dell'accordo sottoscritto, sono state diversificate in funzione dell'apprestamento del nuovo invaso, con particolare riferimento al cronoprogramma di realizzazione degli stralci funzionali (I°, II° e III° stralcio).

Il progetto denominato P6 prevede pertanto l'esecuzione delle seguenti attività suddivise in funzione delle previsioni progettuali di cui al presente progetto.

7.1. Interventi del progetto P6

I° stralcio

- Adeguamento di parte degli attuali sistemi di captazione di biogas (pozzi verticali) realizzato da parte della società ASJA Ambiente Italia S.p.A alla morfologia di progetto prevista a seguito dello strato di regolarizzazione;
- Strato di regolarizzazione realizzato con movimentazione interna dei rifiuti e con il riporto di materiale derivante dagli interventi di riprofilatura previsti all'interno dei progetti P2 e P4 INT
- Predisposizione di vasche per la laminazione delle acque meteoriche, realizzate in scavo all'interno del corpo rifiuti.
- Posa di uno strato costituito da un geocomposito di drenaggio di biogas su tutta la superficie.
- Strato di materiale minerale compattato caratterizzato da uno spessore pari ad 1,00 m e conducibilità idraulica di 1E-9 m/s.

II e III° stralcio

- Adeguamento di tutti i sistemi di sistemi di captazione di biogas (pozzi verticali) realizzato da parte della società ASJA Ambiente Italia S.p.A alla morfologia di progetto prevista a seguito dello strato di regolarizzazione e predisposizione di trincee di drenaggio per l'alloggiamento delle tubazioni di drenaggio per i pozzi individuati a rimanere al di sotto della barriera di fondo del nuovo invaso S3.

copia informatica per consultazione

- Strato di regolarizzazione realizzato con movimentazione interna dei rifiuti e con il riporto di materiale derivanti dagli interventi di riprofilatura previsti all'interno del progetto P4 (copertura Scarpino1).
- Posa di uno strato costituito da un geocomposito di drenaggio di biogas su tutta la superficie.
- Strato di materiale minerale caratterizzato da uno spessore di 0,50 m e conducibilità idraulica di 1E-9 m/s.
- Posa di geomembrana in LDPE con opportuno sistema di ancoraggio per limitare l'azione del vento.

7.2. Collaudo della copertura provvisoria

Al termine della realizzazione della copertura provvisoria di ogr stralcio è prevista l'esecuzione di una fase di collaudo finalizzata a certificare la corretta realizzazione della copertura provvisoria.

Come riportato nel progetto P6, al raggiungimento degli spessori di materiale minerale compattato si dovranno effettuare prove di permeabilità finalizzate a certificare il raggiungimento delle caratteristiche previste in sede progettuale (k≤ 1E-9 m/s).

Il raggiungimento dello spessore individuato in sede progettuale dovrà essere opportunamente verificato tramite appropriata documentazione fotografica eseguita su tutta la superficie interessata dall'intervento.

8. IL NUOVO INVASO SCARPINO 3

8.1. I principali dati dimensionali

Il progetto del nuovo invaso, elaborato secondo le linee guida citate al capitolo 5, prevede i seguenti principali dati dimensionali:

volume rifiuti ad assestamento avvenuto pari a 1.319.000 m³ al lordo delle coperture provvisorie ed al netto della copertura definitiva definito mediante modello matematico;

n. 3 stralci funzionali rispettivamente di

I° stralcio 468.000 m³

II° stralcio 381.000 m³

III° stralcio 470.000 m³

superficie planimetrica complessiva di intervento (area oggetto di conferimento dei rifiuti) pari a circa 101'000 m²

copia informatica per consultazione

Tali interferenze impongono, preliminarmente alla predisposizione del nuovo invaso, l'esecuzione di operazioni di adeguamento della morfologia e dei manufatti esistenti secondo le previsioni progettuali.

In particolare occorrerà prevedere una regolarizzazione dei versanti con opportuni materiali per costituire un idoneo piano di posa per la realizzazione delle sponde in progetto e la sopraelevazione dei pozzi posizionati all'interno di un tubo camicia di protezione.

Le tubazioni di biogas addossate alle pareti non costituiscono particolare problematiche alla realizzazione delle sponde; è infatti previsto che le stesse rimangano al di sotto della futura barriera realizzata sui versanti. All'atto della realizzazione si dovrà prestare particolare attenzione al fine di evitare schiacciamenti o rotture delle tubazione che comprometterebbero il loro utilizzo e generando possibili situazione di pericolosità determinata dalla fuoriuscita di biogas incontrollato.

Preliminarmente alla realizzazione del II° e III° stralcio si dovrà prevedere una fase preliminare per dismettere la copertura provvisoria (telo in LDPE) e la rimozione delle opere realizzate per la regimazione delle acque.

9. LE OPERE IN PROGETTO

Come riportato nelle linee guida del presente progetto, il nuovo invaso rappresenta un nuovo impianto e non un ampliamento dell'attuale discarica. Per tale motivo, tutte le soluzioni progettuali studiate per la realizzazione del nuovo invaso rispettano i criteri ed i requisiti prestazionali minimi richiesti dal D.Lgs 36/2003.

La revisione del presente progetto P1, inoltre acquisisce le osservazioni emerse in sede di CdS del 02.03.2016 e gli ulteriori chiarimenti in merito alla verifica dell'equivalenza idraulica delle sponde dell'invaso trasmesse alla Città Metropolitana in data 17.02.2017, modificando, di conseguenza, le soluzioni precedentemente individuate.

L'impianto verrà realizzato sulle aree interessate dalle coperture provvisorie descritte al cap. 7 che costituiranno, visti i requisiti prestazionali previsti, parte del sistema di barricamento di base del nuovo invaso, come meglio specificato nei capitoli seguenti.

9.1. Il sistema barriera di confinamento secondo la normativa vigente (D.Lgs 36/03)

Il D.Lgs 36/2003 al punto 2.4.2 prevede la realizzazione di un sistema barriera di confinamento per una discarica di rifiuti non pericolosi costituito da un substrato geologico e da una barriera di confinamento artificiale rispondenti ai seguenti requisiti di permeabilità e spessore:

- Barriera geologica: spessore ≥ 100 cm di materiale minerale compattato caratterizzato da una conducibilità idraulica di k≤ 1E-9 m/s;
- Barriera di confinamento artificiale: spessore ≥ 100 cm di materiale minerale compattato caratterizzato da una conducibilità idraulica di k≤ 1E-9 m/s con una geomembrana.

La normativa inoltre prevede che *"particolari soluzioni progettuali nella realizzazione del sistema barriera di confinamento delle sponde, che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m".*

copia informatica per consultazione

Il legislatore ha ritenuto quindi applicabili soluzioni progettuali alternative a quella individuata dalla normativa per la realizzazione delle sponde, a condizione che venga dimostrato che tali soluzioni garantiscano una protezione almeno equivalente a quella normata.

Un criterio, ormai condiviso dalle istituzioni e dai professionisti per la valutazione della protezione dei sistemi di barriera di confinamento, è definito dal *tempo di attraversamento*.

Il tempo di attraversamento calcolato per la soluzione prevista dal punto 2.4.2 del D.Lgs 36/2003 è di:

63,42 anni.

Tale valore costituisce pertanto il limite di riferimento per le verifiche di equivalenza di soluzioni tecniche alternative. Pertanto qualunque configurazione di progetto dovrà garantire un tempo di attraversamento almeno uguale a quello individuato dalla normativa e pari a 63,42 anni.

9.2. Metodo di calcolo dell'equivalenza idraulica

L'equivalenza idraulica viene effettuata approcciando alla problematica con il metodo della "*protezione equivalente*", ovvero effettuando un'equivalenza del tempo di attraversamento dello strato costituente il sistema barriera di confinamento.

La valutazione non prende in considerazione la presenza della geomebrana in HDPE presente al di sopra sia della soluzione prevista dalla normativa sia della soluzione progettuale.

Il tempo di attraversamento è determinato dal rapporto:

$$t_i = s_i/k_i$$

dove:

ti: tempo di attraversamento dello strato i-esimo

si: spessore dello strato i-esimo

ki: conducibilità idraulica dello strato i-esimo

Qualora lo strato sia composto da differenti materiali, il tempo complessivo è dato dalla somma del tempo di attraversamento, calcolato per singolo materiale.

Nel caso specifico, in presenza di geocompositi bentonitici, a favore di sicurezza, lo spessore utilizzato ai fini della verifica è quello "a secco" e cioè accertato prima dell'inizio della prova ASTM D5887, con prova EN ISO 9863-1.

copia informatica per consultazione

9.3. Fasi progettuali

Sistema barriera di confinamento - Fondo invaso

Il nuovo invaso viene realizzato a partire dalla quota di estradosso della copertura superficiale provvisoria della discarica sottostante (progetto P6).

La copertura realizzata nell'ambito del progetto P6 costituirà parte integrante del progetto del nuovo invaso in quanto concorrerà alla realizzazione, ai sensi del D.Lgs 36/03, del nuovo sistema barriera di confinamento (barriera geologica + sistema di barriera di completamento).

A completamento del sistema di barrieramento la configurazione finale sul fondo del nuovo invaso dovrà essere costituita dai seguenti elementi costruttivi (elencati dal basso verso l'alto):

- Materiale minerale compattato, eventualmente additivato e/o trattato, di spessore non inferiore a 100 cm in grado di garantire una conducibilità idraulica di 1E-9 m/s (opera realizzata nell'ambito del progetto P6);
- Geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato, coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm (ISO 9863-1) e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s (ASTM D5887);
- Geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomembrana in HDPE coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm (ISO 9863-1) e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s (ASTM D5887);
- Geomembrana in HDPE dello spessore di 2,5 mm.
- Tessuto non tessuto non tessuto con grammatura non inferiore a 1000 g/mq

Si precisa che il progetto P6 prevede il collaudo di tutta la copertura provvisoria e la verifica dei requisiti minimi di progetto (conducibilità idraulica di 1E-9 m/s) al termine della realizzazione. Requisiti che coincidono, come si vedrà nel prosieguo, con i requisiti di legge per il fondo di un nuovo invaso.

In particolare sul I° stralcio si prevede che lo strato della copertura provvisoria costituisca l'intero strato di materiale minerale compattato del sistema di barrieramento del nuovo invaso, mentre per il II° e III° stralcio la copertura provvisoria costituisca parte (50 cm su 100 cm) del sistema.

A tal fine per il II° e III° stralcio, il materiale minerale compattato della copertura superficiale provvisoria sarà integrato da 50 cm di minerale compattato eventualmente additivato e/o trattato in grado di garantire una conducibilità idraulica di 1E-9 m/s per poter soddisfare i requisiti richiesti per la formazione del sistema di barrieramento del fondo invaso.

Verifica dell'equivalenza idraulica della soluzione per il fondo invaso alla soluzione prevista D.Lgs 36/03

La verifica viene condotta secondo le scelte progettuali riportate nel precedente capitolo sui soli materiali che costituiscono il sistema di confinamento. A tal fine dalla verifica viene omessa la geomembrana in HDPE:

copia informatica per consultazione

Materiale minerale compattato, eventualmente additivato e/o trattato, di spessore non inferiore a 100 cm in grado di garantire una conducibilità idraulica di 1E-9 m/s (opera realizzata nell'ambito del progetto P6);

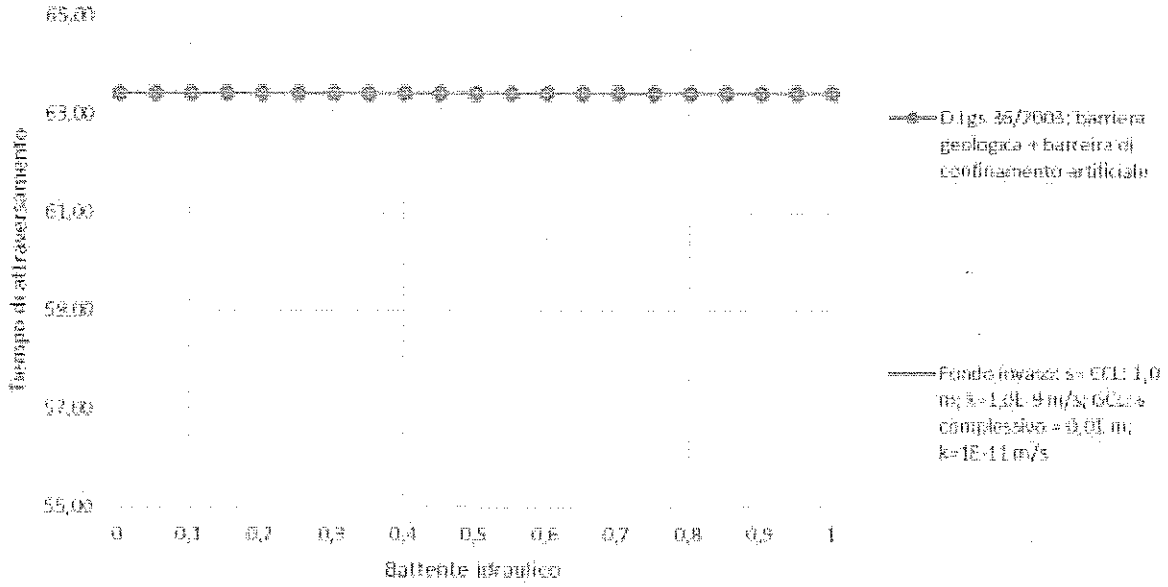
Geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato, coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm (ISO 9863-1) e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s (ASTM D5887);

Geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomembrana in HDPE coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm (ISO 9863-1) e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s;

Applicando la relazione descritta al par.9.2, la soluzione proposta determina un tempo di attraversamento di 63,42 anni, risultando equivalente alla soluzione progettuale prevista dal D.Lgs 36/03.

Si rammenta che, a favore di sicurezza, il risultato è generato dall'utilizzo degli spessori nominali del geocomposito bentonitico misurato con prova EN ISO 9863-1.

TEMPO DI ATTRAVERSAMENTO - SOLUZIONE FONDO INVASO



copia informatica per consultazione

Approntamento invaso - Argine di base

La perimetrazione del nuovo invaso che non è individuata dai versanti esistenti, è delimitata dalla realizzazione di un argine di base che rappresenta, anch'esso, una netta separazione tra l'impianto esistente ed il nuovo invaso.

L'argine è realizzato con materiale minerale al di sopra dello strato di copertura provvisoria ed è caratterizzato da una larghezza misurata alla base di 20 m e da un'altezza di 3,50 m.

Come è possibile notare dall'elaborato B.12.1, lo strato più interno dell'argine costituisce parte integrante della barriera di confinamento del nuovo invaso in continuazione con la soluzione progettuale prevista per il fondo del nuovo invaso.

Il sistema di barrieramento dell'argine è pertanto costituito dai seguenti strati:

- Materiale minerale compattato ed eventualmente additivato, a granulometria fine e avente spessore non inferiore a 1,00 m e conducibilità idraulica non superiore a 1E-9 m/s, idonea a garantire il rispetto dell'equivalenza idraulica;
- Geocomposito bentonitico inferiore di contatto con i nuovi profili in materiale minerale compattato, coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm (ISO 9863-1) e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s (ASTM D5887);
- Geocomposito bentonitico superiore di contatto con la geomembrana in HDPE coesionato meccanicamente (ovvero agugliato o cucito) dello spessore minimo di 5mm e conducibilità idraulica k≤ 1E-11 m/s;
- Geomembrana in HDPE ad dello spessore minimo di 2 mm;
- Tessuto non tessuto non tessuto con grammatura non inferiore a 1000 g/mq

La soluzione progettuale del sistema barriera di confinamento risulta identica a quella prevista per il fondo invaso, si rimanda pertanto alla verifica riportata al paragrafo precedente.

I geocompositi bentonitici, la geomembrana HDPE e il tessuto non tessuto saranno ancorati in sommità all'argine prevedendo la realizzazione di una berma di fissaggio caratterizzata da una sezione di 1,00 x 1,00 m e posta ad una distanza dalla sponda interna dell'argine maggiore di 1 m

La soluzione progettuale prevede che la sommità dell'argine abbia una larghezza tale da contenere la futura copertura superficiale finale e la realizzazione di una viabilità di servizio finalizzata alla manutenzione dei versanti del nuovo invaso.

La pendenza della viabilità deve garantire una pendenza verso il versante del nuovo invaso al fine di garantire il deflusso delle acque meteoriche verso una canaletta posta tra la viabilità e la base del versante.

copia informatica per consultazione

Collaudo dello strato minerale compattato – Fondo invaso

Al termine della stesura del materiale minerale compattato eventualmente additivato sul II° e III° stralcio, si procede alla fase di collaudo finalizzata a certificare il raggiungimento delle prestazioni richieste in sede progettuale.

Il raggiungimento delle caratteristiche prestazionali di conducibilità idraulica dello strato minerale compattato predisposto alla formazione del sistema barriera di confinamento dovrà essere determinato con l'esecuzione di prove di permeabilità in sito eseguite su tutta la superficie interessata dal nuovo invaso.

Si rimanda alla successiva fase progettuale la determinazione del numero di prove da effettuarsi.

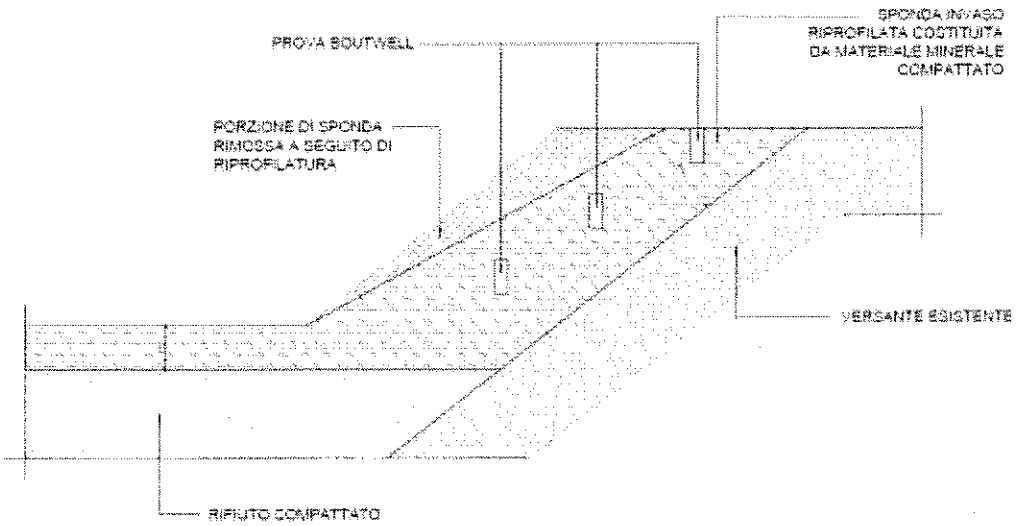
Sistema barriera di confinamento - Sponde

Lo strato inferiore del sistema barriera di confinamento è costituito da materiale minerale steso e compattato per strati paralleli al fondo invaso su tutto lo sviluppo delle scarpate.

Il materiale minerale posato sarà caratterizzato da una larghezza variabile e tale da garantire sia il passaggio dei mezzi operativi che il rispetto delle pendenze previste da progetto al termine delle operazioni di riprofilatura.

Durante l'esecuzione, il materiale sarà eventualmente additivato con percentuali di bentonite sodica in polvere in concentrazioni determinate a seguito di campi prova appositamente realizzati in aree dedicate all'interno del Polo Impiantistico.

A completamento della fase di posa, il materiale minerale in eccedenza rispetto allo spessore previsto dal progetto verrà rimosso mediante idonei mezzi meccanici al fine di ottenere le pendenze di progetto.



copia informatica per consultazione

Al termine delle operazioni previste per lo strato minerale saranno stesi gli ulteriori strati che compongono la barriera di confinamento, composti da geocompositi bentonitici e la geomembrana in HDPE di spessore minimo di 2 mm ad aderenza migliorata su entrambe le facce.

I geocompositi bentonitici, la geomembrana in HDPE e il successivo strato di tessuto non tessuto di protezione meccanica da 1000 g/m², sono ancorati in testa alle sponde in una trincea di ancoraggio.

Verifica dell'equivalenza idraulica della soluzione per le sponde invaso alla soluzione prevista D.Lgs 36/03

Le verifiche sono state condotte con due diversi scenari:

Scenario 1:

- strato minerale compattato caratterizzato da uno spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,50E-08 m/s.
- geocompositi bentonitici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 21 mm e da un valore di conducibilità idraulica di $k \leq 1,0$ E-11 m/s.

Scenario 2

- strato minerale compattato caratterizzato da uno spessore minimo di 2,00 m e da una conducibilità idraulica di 1,50E-08 m/s.
- geocompositi bentonitici multipli caratterizzati da uno spessore complessivo non inferiore a 14 mm e da un valore di conducibilità idraulica di $k \leq 5,0$ E-12 m/s.

Applicando la relazione descritta al par.9.2, gli scenari proposti per le sponde determinano un tempo di attraversamento pari a:

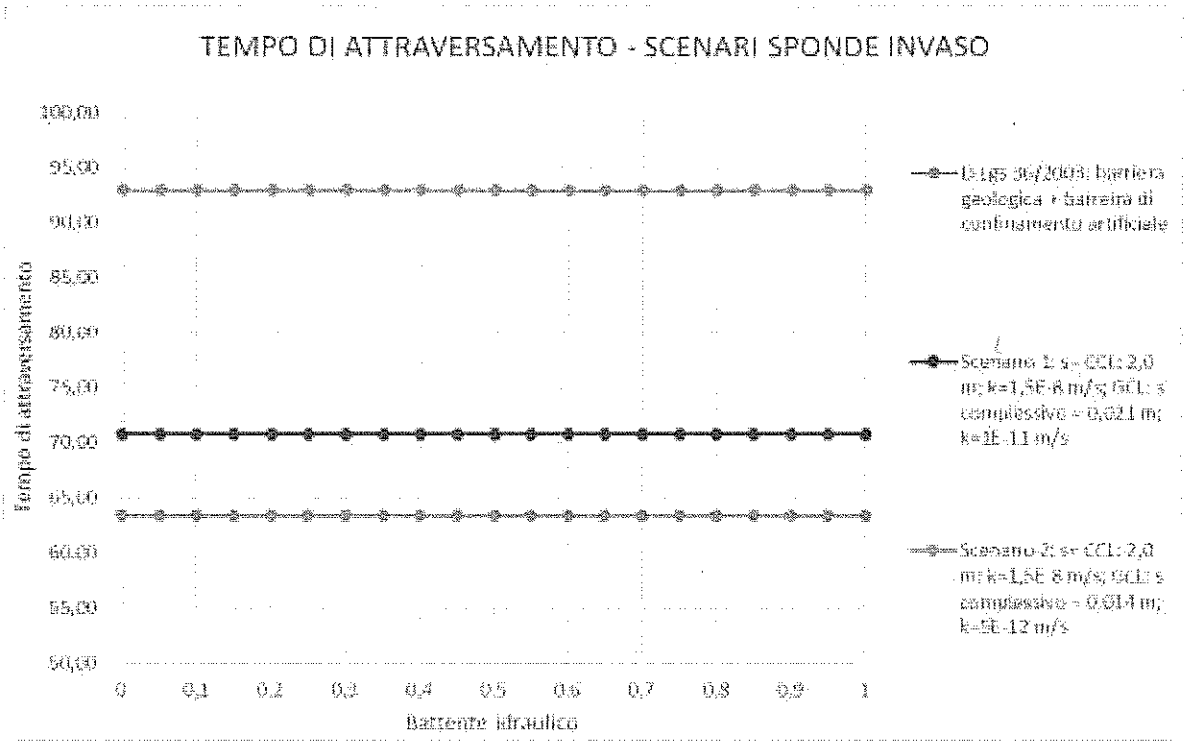
Scenario 1: **70,82 anni**

Scenario 2: **93,02 anni**

Entrambi gli scenari proposti superano il limite temporale residuo di 63,42 anni e soddisfano il tempo di attraversamento minimo previsto dalla normativa.

Si rammenta che, a favore di sicurezza, il risultato è generato dall'utilizzo degli spessori nominali del geocomposito bentonitico misurato con prova EN ISO 9863-1.

copia informatica per consultazione



In termini generali, il rispetto della normativa è garantito da una pluralità di soluzioni tecniche e di accoppiamenti di materiali che garantiscano, nel loro complesso, un *tempo di attraversamento* del sistema barriera di confinamento superiore a 63,42 anni.

Le verifiche effettuate con l'utilizzo dello spessore nominale dei geocompositi bentonici, in alternativa allo spessore a saturazione, impongono, a parità di conducibilità, un maggiore spessore del pacchetto dei geocompositi.

Attualmente sul mercato sono presenti geocompositi con uno spessore pari a 7,5 mm con una tolleranza di circa 10% e pertanto sarà necessario posare n. 3 geocompositi bentonitici di tale spessore.

Con l'utilizzo di geocompositi maggiormente performanti in termini di conducibilità (sino a k ≤ 5,0 E-12 m/s) che sul mercato sono presenti anch'essi con spessori pari a 7,5 mm, potranno essere posati n. 2 geocompositi bentonitici di tale spessore.

Tali soluzioni saranno verificate in fase di progettazione esecutiva anche a seguito di uno specifico campo prova eseguito per accertare le caratteristiche di impermeabilità del materiale minerale previsto per le sponde nonché di una verifica delle soluzioni tecniche presenti sul mercato, utilizzando la metodica illustrata nei precedenti capitoli.

Qualora si individuassero soluzioni tecniche ulteriori almeno equivalenti per tempo di attraversamento a quelle verificate, si provvederà ad effettuare specifica comunicazione.

copia informatica per consultazione

Collaudo dello strato minerale compattato – Sponde invaso

Il corretto avanzamento dello strato di materiale minerale verrà verificato con prove di densità in sito, prove di permeabilità con permeametro tipo Boutwell (ASTM D6391) e prelievo di campioni indisturbati con fustella finalizzato alla determinazione di:

Peso in volume con fustella tarata (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Determinazione della conducibilità idraulica in cella edometrica (UNI CEN ISO/TS 17892-11)

Fermo restando che le prove Boutwell saranno le uniche a certificare la corretta posa in opera del materiale, la valutazione del grado di compattazione di ogni singolo strato lavorato, sarà verificata, specie nella fase iniziale di messa a punto del procedimento di posa, mediante prova di densità in sito condotta con il metodo del volumometro a sabbia (CNR-BU n° 22/72; ASTM 1556).

La prova di densità dovrà comprovare il raggiungimento di almeno il 95% del valore di densità secca in riferimento alla densità secca massima ottenuta con Prova Proctor Modificata AASHTO T180 (UNI EN 13286- 2:2005/CNR BU n°69-78).

Le prove con volumometro a sabbia saranno effettuate per spessori non superiori a 50 cm e per distanze lungo il fronte di avanzamento della sponda di 50 m

Le prove di permeabilità tipo Boutwell sono caratterizzate dalla possibilità di investigare l'anisotropia del terreno in sito, verificando il contributo della componente di filtrazione verticale e di quello orizzontale, secondo una procedura che prevede in un primo stage la verifica della sola velocità di filtrazione verticale e in un secondo stage la determinazione della componente orizzontale.

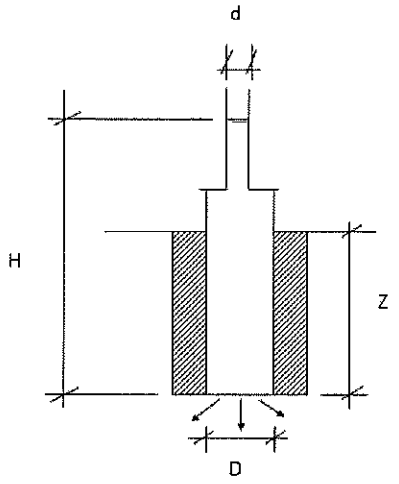


Fig. 1 – Primo stage, determinazione della componente verticale del flusso

copia informatica per consultazione

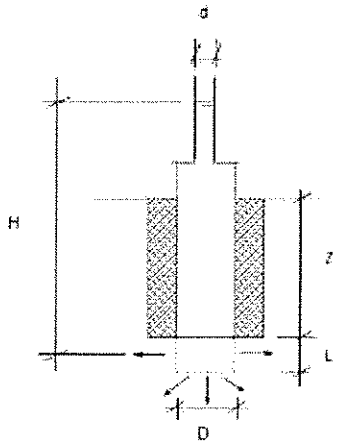


Fig. 2 – Secondo stage, determinazione della componente orizzontale

Le prove Boutwell saranno effettuate per avanzamenti in elevazione non superiore a 3 m e per distanze lungo il fronte di avanzamento della sponda di 50 m.

La posa di materiale su strati successivi alla quota di installazione della prova Boutwell avverrà solamente a seguito del rispetto degli esiti della prova condotta.

Ancoraggio sistema di impermeabilizzazione

I sistemi di impermeabilizzazione delle scarpate saranno ancorati in sommità al nuovo argine o in sommità alla strada di coronamento esistente mediante una trincea di ancoraggio appositamente progettata di dimensioni 1,00x1,00m.

In tale trincea verrà inoltre collocata la nuova canaletta di perimetrazione dell'invaso costituita da mezzo tubo in cls DN500 od altra tipologia di manufatto di equivalente portata idraulica.

Tale sezione è stata oggetto di specifica verifica al fine di accertarne l'idoneità con riferimento alle caratteristiche specifiche dei versanti e dei sistemi di impermeabilizzazione.

Per garantire il fissaggio temporaneo della copertura prevista per le sponde, prima che sia completato l'ancoraggio nella trincea posta in sommità, vengono predisposti sacchi in sabbia del peso di 15/20 kg in polietilene stabilizzato agli U.V., posizionati a distanze non superiore a 5 m.

Verifica dell'ancoraggio perimetrale dei teli

La verifica del sistema di ancoraggio perimetrale del telo è stata eseguita valutando la tensione per metro lineare presente al bordo superiore del telo in HDPE nell'ipotesi che questo sia l'unico elemento resistente quando sottoposto all'azione del peso proprio e del geocomposito bentonitico ad esso aderente.

copia informatica per consultazione

Si è quindi calcolato il peso del terreno naturale sotto il quale è necessario inserire l'ancoraggio allo scopo di contrastare lo sfilamento dei teli dalla trincea con un adeguato coefficiente di sicurezza.

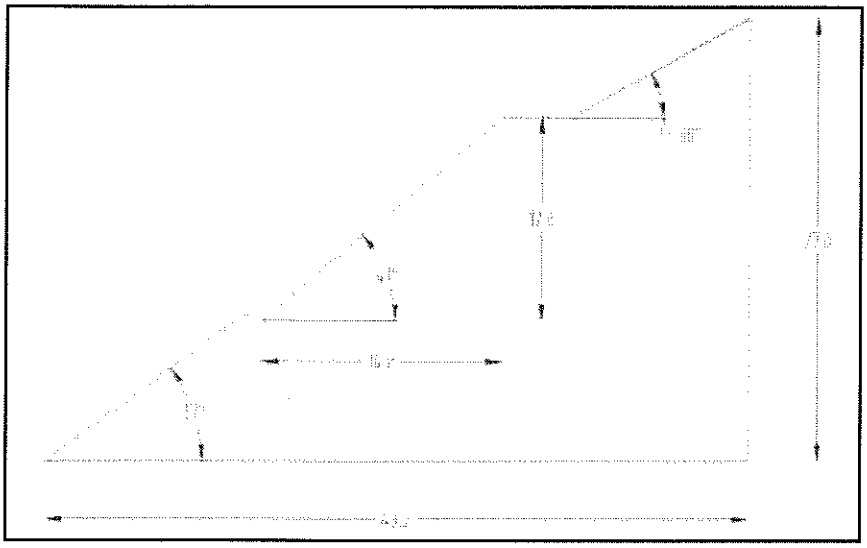
Nei calcoli si è fatto riferimento alle indicazioni riportate nelle NTC 2008.

Dati di calcolo

Per il calcolo della verifica degli ancoraggi si e fatto riferimento ai seguenti dati di progetto.

Scarpata

E' stata considerata la scarpata più sfavorevole in termini di altezza e pendenza avente le seguenti caratteristiche geometriche:



Caratteristiche geometriche approssimate per eccesso:

pendenza 41°;
altezza H = 13 m;
Lunghezza scarpata = 20 m.

Caratteristiche della geomembrana in HDPE

Sono state considerate geomembrane in HDPE dalle seguenti caratteristiche:

σ_s = 16.000 kN/m² sollecitazione a snervamento;
s_{HDPE} = 0,002 m spessore della geomembrana.

Peso proprio impermeabilizzazione pareti

Di seguito sono riassunti i dati di peso considerati nel calcolo per quanto riguarda i teli di impermeabilizzazione delle pareti:

copia informatica per consultazione

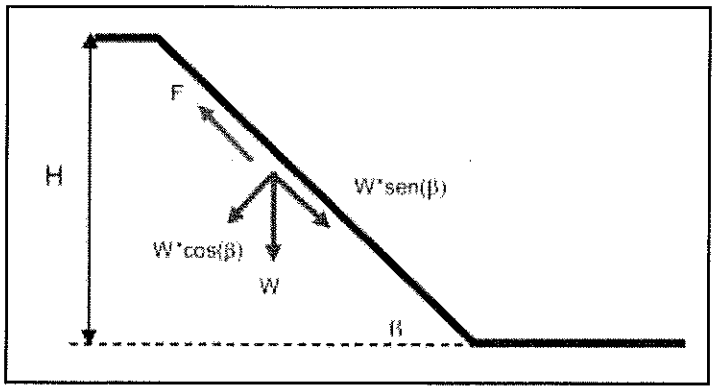
HDPE 2.000 g/m²;
Geocomposito bentonitico 6.000 g/m²;
Tessuto non tessuto 1.500 g/m²;

Peso totale impermeabilizzazione pareti:

Sulle scarpate laterali (aventi due strati di geocomposito): 15,5 kg/m² = 0,155 kN/m²;

Calcolo della tensione agente

La schematizzazione delle forze in gioco a cui si farà affidamento nel seguito è rappresentato dalla seguente figura:



Peso proprio

Il contributo dovuto al peso proprio dei teli, essendo la scarpata lunga circa 20 metri, è risultato pari a:

$$W = 0{,}155 * 20 = 3{,}10 \frac{kN}{m}$$

Attrito

Per quanto riguarda l'angolo di attrito tra l'impermeabilizzazione e il piano di posa si assume $\delta = 17°$

$$F = W * cos\beta * tan\delta = 3{,}10 * cos41 * tan17 = 0{,}715 \frac{kN}{m}$$

Forza di trazione a cui è sottoposta la geomembrana

La forza di trazione a cui è sottoposta la geomembrana si ottiene dalla

$$T_{prog} = W - F = 2{,}385 \frac{kN}{m}$$

Verifica del telo

copia informatica per consultazione

Nell'ipotesi cautelativa che la geomembrana sia l'unico elemento a resistere, si è verificato che la tensione per metro lineare al bordo superiore del telo in HDPE moltiplicata per un fattore di sicurezza pari a FS=1,5 risulti inferiore alla tensione massima ammissibile propria del materiale.

Con i dati precedentemente ottenuti é risultato:

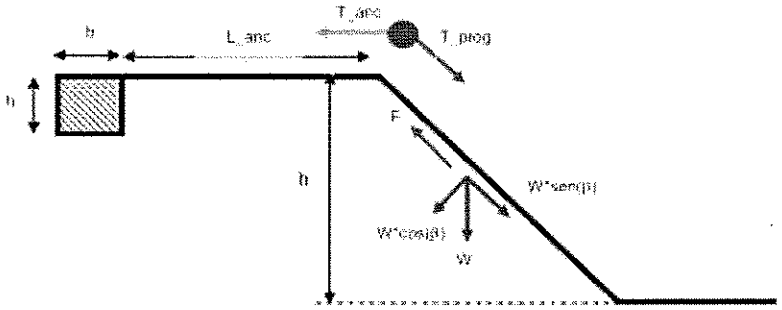
$$\sigma = \frac{2{,}385}{0{,}002} * 1{,}5 = 1192 \frac{kN}{m^2} < 16000 \frac{kN}{m^2}$$

Dimensionamento dell'ancoraggio

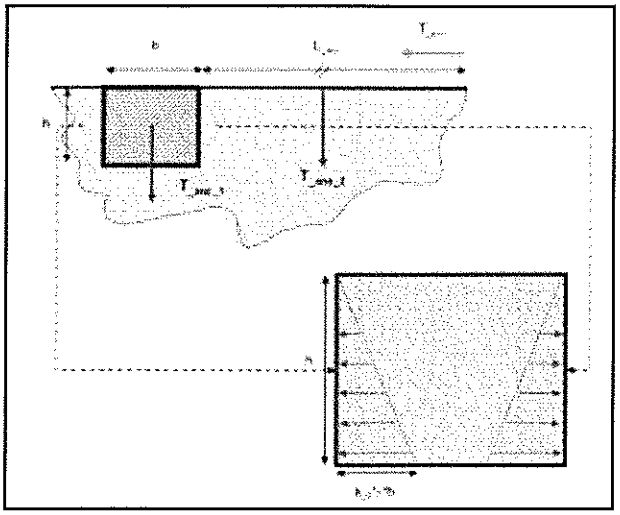
Si è quindi calcolato il peso del terreno naturale sotto il quale è necessario inserire l'ancoraggio allo scopo di contrastare lo sfilamento dei teli dalla trincea con un adeguato coefficiente di sicurezza, sempre nell'ipotesi cautelativa che la geomembrana sia l'unico elemento a resistere.

Il peso di materiale da inserire nella trincea di ancoraggio dovrà essere tale da assicurare la stabilita allo sfilamento del telo sottoposto ad una trazione pari a F_{TOT} ; nel calcolo si sono trascurati a favore di sicurezza agli attriti dovuti alle curvature del telo stesso e l'attrito dovuto alla lunghezza di ancoraggio L_{anc}.

Per meglio comprendere le forze che entrano in gioco nella verifica si riporta una figura e un suo dettaglio



copia informatica per consultazione



Si può quindi valutare la forza esplicitata dall'ancoraggio come:

$$T_{ancoraggio} = \gamma * S * tan\delta + \frac{2k_0 * \gamma * h^2}{2tan\delta}$$

dove:

γ = peso proprio del materiale di riempimento, pari 19 kN/m^3 per il terreno;

S = area della sezione della trincea e della massicciata sovrastante costituita in prevalenza da terreno di riempimento;

δ = angolo di attrito terreno - impermeabilizzazione (quest'ultima dovrà essere assicurata al fondo della trincea con tondini passanti) assunto paria δ=22°

k_0 = coefficiente di spinta a riposo del terreno $k_0 = 1 - sen\delta$,

Considerando quindi la sezione di ancoraggio prevista pari a 1,00x1,00m e introducendo i valori precedentemente illustrati si ottiene

$$T_{ancoraggio} = 12{,}67\ \frac{kN}{m}$$

Considerando un coefficiente di sicurezza pari a FS=1,5 si ottiene

$$T_{prog} * 1{,}5 = 3{,}5775\ \frac{kN}{m} < 12{,}67\ \frac{kN}{m}$$

Risulta quindi verificato il dimensionamento progettuale della trincea di ancoraggio.

copia informatica per consultazione

Tale verifica è stata inoltre eseguita anche sostituendo parte del terreno con la posa della canaletta perimetrale DN 500. Anche in questo caso risulta verificato il dimensionamento.

copia informatica per consultazione

Proposta n. 578 /2017

CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA

PARERE DI REGOLARITA' CONTABILE
E VISTO ATTESTANTE LA COPERTURA FINANZIARIA

Ai sensi dell'articolo 147 bis del decreto legislativo 18 agosto 2000, n.267

Proponente: Ufficio Elaborazione dati ambientali e C.O.P.
Oggetto: AMIU GENOVA S.P.A. - DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI SITA IN LOCALITÀ SCARPINO, COMUNE DI GENOVA D.LGS. N. 152/2006, PARTE II, TITOLO IIIBIS. AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE. AUTORIZZAZIONE DEL SISTEMA DI BARRIERAMENTO DEL NUOVO INVASO SCARPINO 3, DI CUI AL PROGETTO DEFINITIVO: DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI. PROGETTO P1.

PARERE DI REGOLARITA' CONTABILE

[ ] Il presente provvedimento non necessita di parere di regolarità contabile in quanto non produce effetti diretti o indiretti sulla situazione economico-finanziaria e/o sul patrimonio dell'Ente.

[ ] Il presente provvedimento produce effetti indiretti sulla situazione economico-finanziaria e/o sul patrimonio dell'ente per cui si esprime parere: FAVOREVOLE

Annotazioni o motivazioni del parere sfavorevole:

[X] Il presente provvedimento produce effetti diretti sulla situazione economico-finanziaria e/o sul patrimonio dell'ente, evidenziate nelle imputazioni contabili di seguito indicate, per cui si esprime parere: FAVOREVOLE

Annotazioni o motivazioni del parere sfavorevole:

[X] VISTO ATTESTANTE LA COPERTURA FINANZIARIA

S/E	Codice	Cap.	Azione		Importo	Prenotazione		Impegno		Accertamento		CUP	CIG
					Euro	N.	Anno	N.	Anno	N.	Anno		
ENTRATA	3010201	035	3001628	+	11.250,00					209	2014		
Note:													
TOTALE ENTRATE:				+	11.250,00								
TOTALE SPESE:				+									

Genova li, 09/03/2017

Sottoscritto dal responsabile
dei Servizi Finanziari
(POLESE BARBARA)
con firma digitale

copia informatica per consultazione

Proposta n. 578 /2017

CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA

copia informatica per consultazione