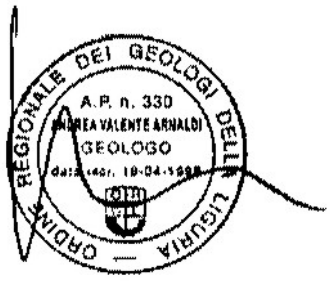
STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE

Dott. Geol. ANDREA VALENTE ARNALDI

Geotecnica - Geofisica - Prove geotecniche e geomeccaniche in sito e di laboratorio
Sondaggi geognostici - Palificazioni - Tiranti - Consolidamenti - Monitoraggi
Verifiche di stabilità di pendii e di fronti di scavo - Bonifiche movimenti franosi
Idrogeologia - Pozzi per acqua - Opere sotterranee (tunnel) - Discariche - Cave - Dighe
Idrologia ed idraulica - Sistemazioni fluviali e marittime - Ingegneria naturalistica
Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) - Valutazione Ambientale Strategica (VAS)
Studi di Fattibilità Ambientale - Valutazione d'incidenza Ambientale
Caratterizzazioni, bonifiche e recuperi ambientali - Consulenze ambientali
Sistemi di Gestione Ambientale per certificazione ISO 14001 e/o per registrazione EMAS
Pianificazione territoriale - Piani di Protezione Civile
Valutazione rischio sismico, idrogeologico ed ambientale

Provincia	IMPERIA	**Comuni**	SANREMO e TAGGIA
Oggetto	Progetto di soluzione temporanea per lo smaltimento R.S.U. per il territorio provinciale nella discarica di Collette Ozotto per mesi 24 a far data dal 01/05/2011 **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA INTEGRATIVA**		

Dati catastali	Riferimenti normativi nazionali	Riferimenti normativi locali
Fogli: vedasi progetto Mappali: vedasi progetto	D.M. 14.01 2008. Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003. R.D. n. 3267 del 30.12.1923. D.lgs. n. 36 del 13.01.2003 D.Lgs n. 152 del 03.04.2006 D.Lgs 4/2008, art. 1 comma 3	L.R. 29/83. L.R. n. 4 del 22.01.1999. D.G.R. n. 878 del 04.08.2006 Piano di Bacino dei torrenti Argentina ed Armea. P.R.G.C.

Committente	**Denominazione**	Spett. IDROEDIL s.r.l.
	Indirizzo	Via Colombo 54 - Arma di Taggia (IM)
Il Tecnico	Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI	
Progettista	Ing. Antonino TETAMO	
Codice documento	11.SR.IDROEDIL	

Rev.	Copie	Data	Redazione	Verifica	Validazione	Descrizione
00	n. 3	08.03.2011	Geol. A. Valente Arnaldi	Geol. A. Valente Arnaldi	Geol. A. Valente Arnaldi	1° emissione

18038 SANREMO (IM) - Via Manzoni 61 (Piazza Colombo) - Tel./Fax 0184.570051
10126 TORINO - Via Spotorno 59/C (Lingotto) - Tel./Fax 011.6960115
12042 BRA (CN) - Strada San Michele 14 - Tel./Fax 0172.44016
335.6458897
E-mail : geostudiovalente@tiscali.it
www.geostudiovalente.com

INDICE

1 PREMESSA Pag. 3

2 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO Q) Pag. 4

3 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO R) Pag. 9

4 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO S) Pag. 11

5 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO T) - parte Pag. 14

6 DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO U) Pag. 36

7 ALLEGATI Pag. 38

- Ubicazione dei n. 3 sondaggi geognostici eseguiti in sito
- Stratigrafie dei n. 3 sondaggi geognostici eseguiti in sito
- Documentazione fotografica dei n. 3 sondaggi geognostici eseguiti in sito (cassette catalogatrici)
- Certificati rilasciati dal Laboratorio di Analisi Chimica relativi ai n. 2 campioni di terreno (coltre e conglomerato) sottoposti ad analisi chimica di laboratorio
- Certificati rilasciati dal Laboratorio Geotecnico relativi ai n. 3 campioni di terreno (conglomerato) sottoposti a prove di compressione monoassiale
- Certificati rilasciati dal Laboratorio Geotecnico relativi ai n. 3 campioni di terreno (limo e argilla) sottoposti a prove di permeabilità

1. PREMESSA

Il presente elaborato, riportante la documentazione integrativa alla "Relazione geologica e geotecnica" del 20.12.2010 a firma dello scrivente, a supporto del **progetto di soluzione temporanea per lo smaltimento R.S.U. per il territorio provinciale nella discarica di Collette Ozotto per mesi 24 a far data dal 01/05/2011**, su incarico conferito allo scrivente dalla **società IDROEDIL s.r.l.,** avente sede in via Colombo 54 - Arma di Taggia (IM), nonché dal **Progettista** dell'intervento, **dott. ing. Antonino TETAMO**, è stata eseguita sulla base delle richieste avanzate dalla **Regione Liguria - Dipartimento Ambiente - Settore Valutazione Impatto Ambientale**, con comunicazione **Prot. n. PG/2011/14488 – Rif. 181/261 del 02.02.2011**, relativamente al progetto in esame.

Come indicato nella suddetta comunicazione della Regione, per la prosecuzione dell'iter approvativo del progetto viene richiesta la seguente documentazione integrativa:
q) Approfondimento del modello geologico del sito attraverso: (i) realizzazione di non meno di tre sondaggi profondi spinti almeno un metro al di sotto della quota di ritrovamento della falda e comunque non inferiori a 80 metri dal p.c. attuale del piazzale (di cui i primi 20 m a rotazione e a carotaggio continuo con analisi geomeccanica e strutturale) e (ii) prove di permeabilità in foro di tipo Lugeon (non meno di tre per foro).
r) Campionamento dei suoli, del substrato e delle acque sotterranee nelle aree di scavo ed effettuazione delle analisi di laboratorio di tipo geotecnico e ambientale.
s) Piano di gestione delle terre e rocce da scavo conforme alla D.G.R. 859/08.
t) - parte: […] riproposizione delle verifiche di stabilità dei fronti di scavo sulla base dei risultati ottenuti dalle prove in situ e laboratorio nelle varie fasi di lavorazione.
u) Provenienza, specifiche tecniche e modalità di certificazione dell'argilla utilizzata per la preparazione dell'impianto.

La presente relazione è stata elaborata ai sensi di:

- D.M. 14.01 2008;
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003;
- R.D. n. 3267 del 30.12.1923;
- D.lgs. n. 36 del 13.01.2003;
- D.Lgs n. 152 del 03.04.2006;
- D.Lgs 4/2008, art. 1 comma 3;
- L.R. 29/83;
- L.R. n. 4 del 22.01.1999;
- D.G.R. n. 878 del 04.08.2006;
- Piano di Bacino dei torrenti Argentina ed Armea, elaborati dalla Provincia di Imperia;
- P.R.G.C.

2. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO Q)

Nel presente capitolo verranno fornite le integrazioni tecniche relative al seguente punto:
q) Approfondimento del modello geologico del sito attraverso: (i) realizzazione di non meno di tre sondaggi profondi spinti almeno un metro al di sotto della quota di ritrovamento della falda e comunque non inferiori a 80 metri dal p.c. attuale del piazzale (di cui i primi 20 m a rotazione e a carotaggio continuo con analisi geomeccanica e strutturale) e (ii) prove di permeabilità in foro di tipo Lugeon (non meno di tre per foro).

2.1 Punto q (i)

Al fine di un approfondimento del modello geologico del sito in esame è stata realizzata un'apposita indagine consistente nell'esecuzione di **n. 3 sondaggi geognostici**, opportunamente ubicati e spinti fino ad una profondità di m 80 da p.c., rappresentativa per indagare anche il terreno presente al di sotto della discarica, stimata sulla base dell'entità degli scavi previsti da progetto.

In particolare, i suddetti sondaggi sono stati realizzati, nella prima parte, a rotazione ed a carotaggio continuo (S1 fino a 30 m da p.c., mentre S2 e S3 fino a 20 m da p.c.), per poi essere completati, fino alla profondità di 80 m da p.c., mediante perforazione a distruzione di nucleo.

Le risultanze di tali sondaggi, opportunamente correlate tra loro, hanno permesso di fornire, con buona attendibilità, la locale successione litostratigrafica verticale dell'area interessata dallo scavo della discarica, nonché di verificare la presenza o meno di acque sotterranee fino alla profondità massima indagata, ben al di sotto del fondo discarica.

Le indagini dirette di profondità, di cui si riportano in allegato ubicazione e relative stratigrafie, hanno evidenziato quanto segue:

- in superficie è presente un livello di coltre di alterazione, costituito essenzialmente da argille residuali di colore rossastro e di potenza complessivamente alquanto limitata (generalmente non superiore a m 1,5 – 2,0 circa);
- al di sotto della suddetta coltre si ritrova il substrato roccioso omogeneo costituito, fino alla massima profondità indagata, unicamente dalla tipica facies conglomeratica, di colore marroncino, e composta da clasti poligenici immersi in matrice per lo più sabbiosa.

Al fine di valutare la presenza di una falda idrica o di venute idriche sub – superficiali nell'area d'indagine, in ciascun foro di sondaggio è stato installato un tubo piezometrico in PVC della lunghezza di 80 metri interamente fessurato.

In seguito alle misure effettuate in data 07.03.2011 all'interno dei n. 3 tubi piezometrici installati, non è emersa la presenza di una falda freatica né di una circolazione idrica sub - superficiale profonda.

Tale considerazione, peraltro, risulta essere confermata dalle risultanze delle campagne di monitoraggio effettuate negli anni passati all'interno di ulteriori piezometri, ubicati nell'intorno dell'area d'indagine in tempi diversi, all'interno dei quali non è mai stata rilevata la presenza di acque sub - superficiali.

Al fine di monitorare la situazione idrogeologica dell'area d'indagine si dovrà proseguire l'attività di monitoraggio all'interno dei piezometri (a cadenza almeno mensile) per una durata di mesi 12 (intero ciclo meteoclimatico).

2.2 Punto q (ii)

Al fine di valutare lo stato di fratturazione e la permeabilità del substrato conglomeratico presente in sito, sono state realizzate un totale di **n. 9 prove di permeabilità del tipo Lugeon** (n. 3 per ciascun foro di sondaggio).

Ciascuno set di prove è stato denominato come il rispettivo sondaggio ed i valori sono stati opportunamente mediati al fine di ricavare un valore medio significativo per il conglomerato in esame.

Tali prove sono state effettuate immettendo acqua in pressione all'interno di n. 3 tratti prestabiliti per ciascun foro di sondaggio, al fine di valutare la permeabilità dell'ammasso roccioso in termini di assorbimento di acqua nell'unità di tempo, in funzione della pressione di prova e della lunghezza del tratto di foro interessato.

Le n. 3 profondità di indagine per ciascun sondaggio sono state le seguenti: 20, 25 e 30 m da p.c., indagando così ampiamente la porzione di substrato al di sotto del futuro piano basale della discarica.

La permeabilità della roccia così misurata viene generalmente espressa in Unità Lugeon: un Lugeon corrisponde alla permeabilità di un ammasso roccioso che assorbe 1 litro di acqua al minuto per ogni metro di foro, con una pressione di prova di 10 atm. Una Unità Lugeon è pari all'assorbimento di 1 litro al minuto sotto una pressione di 1 MPa per 1 metro lineare di camera di prova e corrisponde a circa $0.6 * 10^{-5}$ cm/s.

In generale è possibile ricavare un indice del grado di fratturazione: solo nel caso di mezzo omogeneo ed uniforme (roccia porosa, diffusamente microfessurata o con fratture molto ravvicinate) i risultati della prova possono essere tradotti nel coefficiente di permeabilità, se si realizza un flusso laminare a regime intorno al tratto di foro in esame.

Le sezioni del foro da sottoporre a prova sono state realizzate durante l'avanzamento della perforazione del sondaggio, isolando successivamente le sezioni da provare con due otturatori, uno alla sommità ed uno alla base della sezione stessa. Particolare cura è stata posta nella scelta e nella posa in opera degli otturatori, al fine di evitare perdite di acqua che avrebbero potuto alterare, anche sensibilmente, i risultati, e che non sempre possono essere evidenziate (un rifluimento d'acqua a boccaforo indica una perdita attraverso l'otturatore superiore, ma non sempre tale acqua risale fino a giorno, ed inoltre, nel caso di prova con due otturatori, è impossibile verificare perdite attraverso l'otturatore inferiore).

Gli otturatori utilizzati sono realizzati con elementi cilindrici in gomma, che si espandono sotto una spinta idropneumatica.

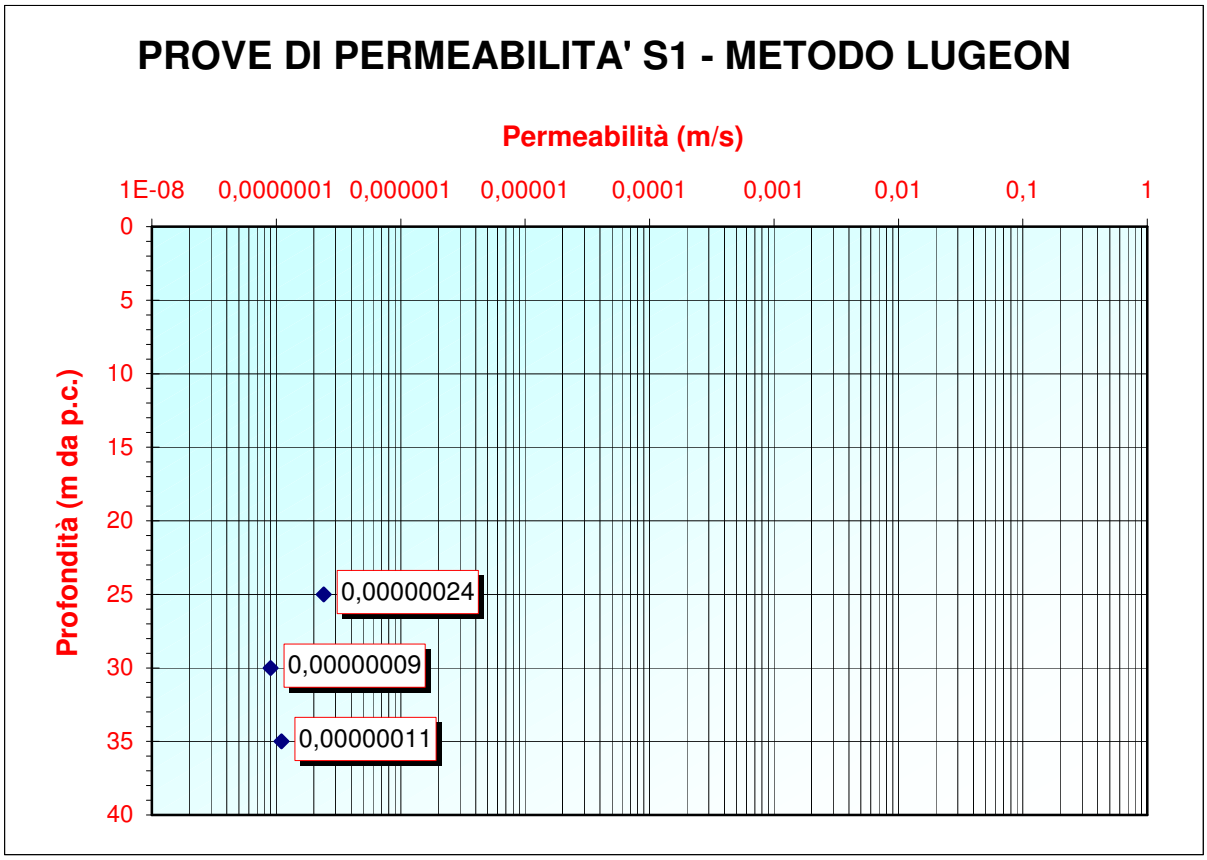
In ogni sezione la prova è stata eseguita con diversi valori di pressione (in progressione crescente), ogni volta mantenuti costanti per 10 - 20 minuti dopo il raggiungimento della condizione di regime (portata costante).

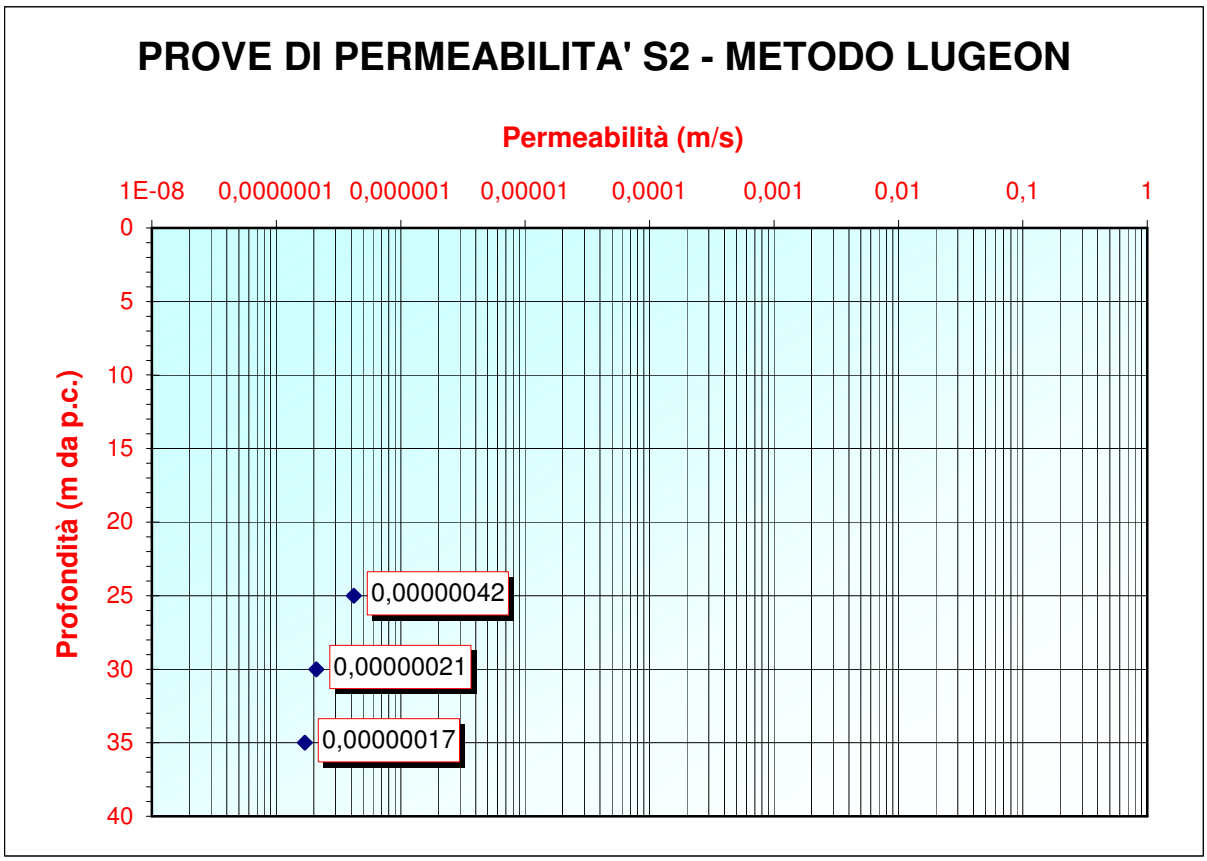
La realizzazione delle prove e l'interpretazione finale hanno seguito le seguenti fasi:

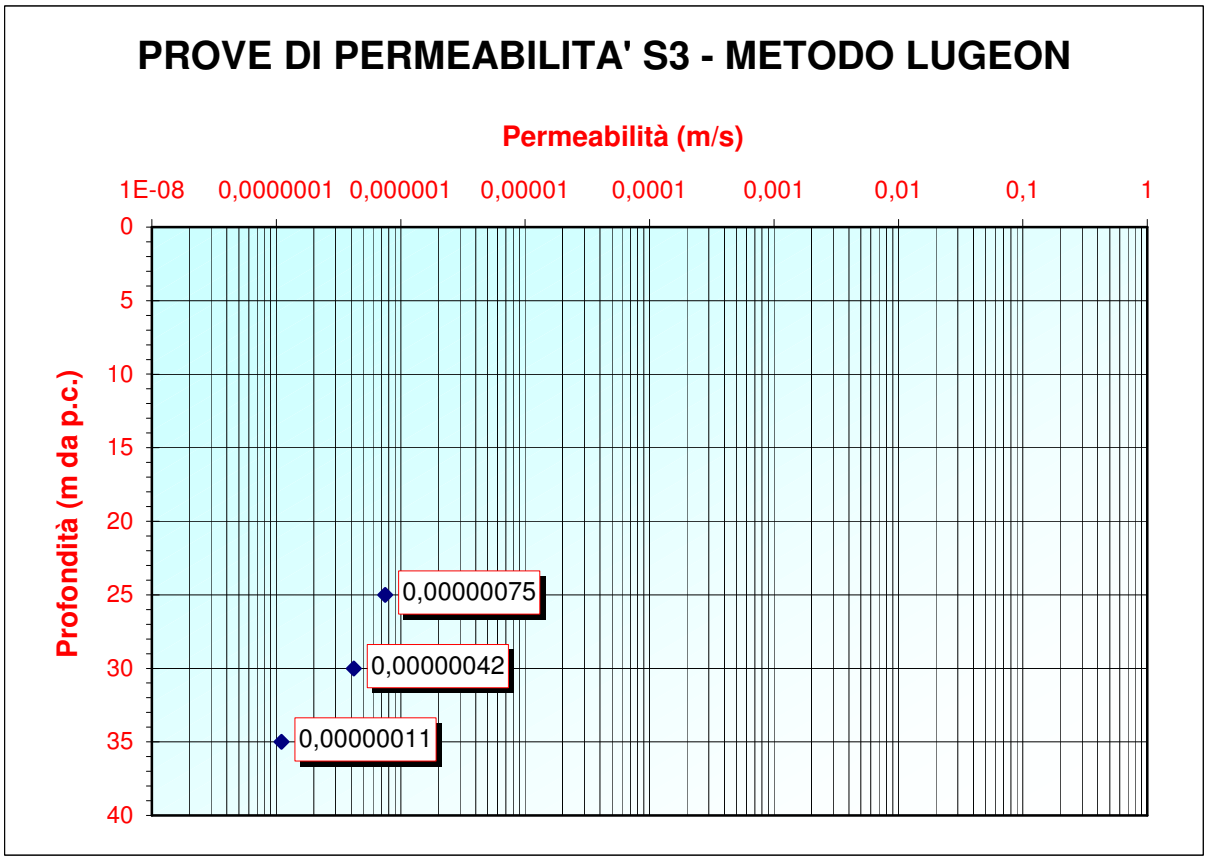
1. Taratura dei manometri e dei contatori di portata.
2. Verifica della tenuta del packer superiore, con immissione di una piccola quantità di acqua nella camera di prova e valutazione del livello idrico con freatimetro.

3. Inizio della prova con il primo gradino di carico, con una pressione di 0,20 MPa.
4. Esecuzione di altri 2 gradini di carico crescenti (per un numero complessivo di 3), con pressioni rispettivamente di 0,40 e 0,60 MPa.
5. Interpretazione della prova.

Nei grafici seguenti vengono rappresentati i risultati delle n. 3 prove Lugeon eseguite utilizzando i suddetti 3 gradini di pressione (0,20, 0,40 e 0,60 Mpa).







I valori medi di permeabilità riferiti al substrato conglomeratico, ottenuti dalla media dei 3 gradini di pressione all'interno di ciascun sondaggio, sono risultati i seguenti:

Sondaggio	**Permeabilità (m/s)**
S1	$1{,}46667*10^{-07}$
S2	$2{,}66667*10^{-07}$
S3	$2{,}06667*10^{-07}$

Mediando i valori di permeabilità ottenuti dalle prove eseguite all'interno di ciascun sondaggio, è risultato un valore medio complessivo di permeabilità pari a **$2{,}06*10^{-07}$ m/s**.

In base alla classificazione proposta da V. Francani (1985) che prevede 4 classi di permeabilità a seconda della tipologia di materiale e dei valori di K ottenuti da prove in sito e laboratorio, è possibile definire la permeabilità K del substrato conglomeratico presente in sito, come "cattiva" (10^{-5} - 10^{-9} m/s).

3. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO R)

Nel presente capitolo verranno fornite le integrazioni tecniche relative al seguente punto:
r) Campionamento dei suoli, del substrato e delle acque sotterranee nelle aree di scavo ed effettuazione delle analisi di laboratorio di tipo geotecnico ed ambientale.

Al fine di caratterizzare i terreni presenti in sito dal punto di vista ambientale e geotecnico, a supporto del presente studio sono state eseguite **n. 2 analisi chimiche di laboratorio**, di cui n. 1 su di un campione di terreno superficiale (coltre colluvio – eluviale) prelevato ad una profondità compresa tra m 0,5 e m 0,75 da p.c. e n. 1 su di un campione di terreno profondo (substrato conglomeratico) prelevato ad una profondità compresa tra 9,5 e 10,0 m da p.c., e **n. 3 prove geotecniche di laboratorio** su di altrettanti campioni di conglomerato prelevati alle seguenti profondità: C1 – 25 m nel sondaggio S1, C2 – 15 m nel sondaggio S2, C3 – 10 m nel sondaggio S3.

Relativamente alle analisi delle acque sotterranee, si rappresenta che non è stato possibile effettuarne, in quanto, come evidenziato nel capitolo precedente, l'assetto idrogeologico locale vede l'assenza di una falda freatica e/o di venute idriche sotterranee, pertanto la matrice in oggetto è risultata mancante e non campionabile.

3.1 Analisi chimiche di laboratorio

I terreni ottenuti dal sondaggio geognostico S1, eseguito nel settore SE del sito in esame, sono stati oggetto di apposite analisi chimiche di laboratorio: in particolare, sono stati prelevati n. 2 campioni del materiale depositi nelle cassette catalogatrici, di cui n. 1 rappresentante i terreni superficiali (**coltre colluvio – eluviale**), denominato **S1.1** e prelevato ad una profondità compresa tra m 0,5 e m 0,75 da p.c., e n. 1 rappresentativo dei terreni profondi (**substrato conglomeratico**), denominato **S2.1** e prelevato ad una profondità compresa tra m 9,5 e m 10,0 da p.c.

Tali campioni, costituiti da materiali sia incoerenti (campione **S1.1**) che coesivi (campione **S2.1**), poco disturbati, sono stati oggetto delle seguenti tipologie d'analisi:

Il set delle sostanze chimiche analizzate (analiti), scelte in funzione della ricostruzione storica del sito e delle caratteristiche geologiche dell'area, viene riportato nella seguente tabella:

ANALITI
Antimonio
Arsenico
Mercurio
Cadmio
Cromo
Cobalto
Nichel
Rame
Piombo
Selenio
Stagno
Zinco
Idrocarburi leggeri (C < 12)
Idrocarburi pesanti (C > 12)
Idrocarburi policiclici aromatici
PCB

Alla luce delle risultanze delle analisi di laboratorio effettuate sui n. 2 campioni di terreno appositamente prelevati in sito (vedasi rapporti di prova allegati), è possibile affermare che nessun elemento o composto preso in esame ha evidenziato un superamento dei valori di CSC.

Limitatamente ai parametri determinati, è possibile affermare che i campioni in esame risultano conformi a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All. 5, Tab. 1A relativamente ai siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, nonché a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All. 5, Tab. 1B relativamente ai siti ad uso commerciale ed industriale.

I terreni analizzati, pertanto, ai sensi dell'ex art. 186 del D.lgs 152/2006, potranno essere impiegati, in fase esecutiva degli interventi in progetto, come "terre e rocce da scavo" senza alcuna limitazione, non presentando al loro interno concentrazioni di sostanze contaminanti superiori a quanto indicato nelle suddette tabelle.

3.1 Prove geotecniche di laboratorio

I terreni prelevati dai n. 3 sondaggi geognostici eseguiti in sito, come indicato in precedenza, sono stati oggetto di apposite analisi geotecniche di laboratorio: in particolare, è stato prelevato un campione di terreno dalle cassette catalogatrici di ciascun sondaggio, per un totale di n. 3 campioni.

Valutate le caratteristiche progettuali dell'intervento in esame, che prevederà la realizzazione di uno scavo all'interno del materiale litoide costituente il locale substrato pre – quaternario (conglomerati pliocenici), sono stati prelevati i seguenti campioni:
- n. 1 campione di substrato roccioso alla profondità di 25 m nel sondaggio S1;
- n. 1 campione di substrato roccioso alla profondità di 15 m nel sondaggio S2;
- n. 1 campione di substrato roccioso alla profondità di 10 m nel sondaggio S3.

Tali campioni, costituiti da materiali coesivi poco disturbati, sono stati sottoposti a prove di compressione monoassiale eseguite su provini cilindrici. In sintesi, i risultati di tali prove sono stati i seguenti:

Campione	Angolo d'attrito interno efficace φ' (°)	Coesione efficace c' (kg/cm^2)
C1	39	3,7
C2	41	3,9
C3	42	4,2

Si rappresenta che in allegato alla presente relazione vengono riportati i certificati relativi alle suddette prove di laboratorio.

4. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO S)

Nel presente capitolo verranno fornite le integrazioni tecniche relative al seguente punto:
s) Piano di gestione delle terre e rocce da scavo conforme alla D.G.R. 859/08.

L'intervento in esame, come desunto dagli elaborati progettuali, comporterà l'esecuzione delle seguenti operazioni di scavo e movimento terra:

- escavazione di 280.000 m^3 di materiale in banco, finalizzato alla creazione dell'ampliamento della discarica in oggetto;
- conferimento di 180.000 m^3 di materiale inerte presso l'impianto Colli: di questi, 120.000 m^3 verranno stoccati provvisoriamente ai fini della formazione dell'area dell'impianto di trattamento e movimentazione mezzi di conferimento d'opera, nonché per quella da destinarsi alla manutenzione e riparazione degli stessi. I rimanenti 60.000 m^3, invece, verranno destinati all'impianto di recupero inerti di Colli, ove verranno utilizzati per la formazione di biostabilizzati e sabbie di varie granulometrie;
- conferimento di 100.000 m^3 di materiale presso discariche di rifiuti inerti presenti nel territorio provinciale o, in alternativa, per l'esecuzione dell'intervento di messa in sicurezza del Rio Cascine in valle Armea (Comune di Sanremo), in corrispondenza del sito ex – Trasca, il cui iter autorizzativo risulta attualmente in stato avanzato.

Di seguito, alla luce dei dati ottenuti dalle indagini ambientali eseguite a supporto del presente studio, vengono riportati gli opportuni approfondimenti circa gli aspetti geologici ed ambientali relativi all'utilizzo ed alla gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'ex art. 186 del D.lgs n. 152 del 03.04.2006, della D.G.R. Liguria n. 878 del 04.08.2006 e del D.lgs 4/2008, art. 1 comma 3.

1. Stima dei volumi complessivi di terre e rocce previsti nell'escavazione.

I volumi complessivi di terre e rocce previsti nell'escavazione, come sopra rappresentato, sono i seguenti: $\underline{m^3\ 280.000}$ circa.

2. Stima dei volumi di terre e rocce delle quali è previsto l'allontanamento in altro sito (discarica e/o riutilizzo).

Come precedentemente indicato, l'intervento in esame comporterà l'allontanamento dal sito di produzione di tutto il materiale oggetto di scavo, par a 280.000 m^3.
La destinazione di tali materiali, in sintesi, sarà la seguente:

- 180.000 m^3 verranno conferiti al vicino impianto Colli: di questi, 120.000 m^3 verranno stoccati provvisoriamente, per poi essere riutilizzati in una serie di interventi di sistemazione di aree annesse all'impianto di stoccaggio rifiuti, mentre i restanti 60.000 m^3 verranno riutilizzati, in qualità di materiale inerte, nella produzione di biostabilizzati e sabbie a diversa granulometria;
- 100.000 m^3 verranno conferiti in altre discariche autorizzate per il recupero di materiale inerte presenti nel territorio provinciale o, in alternativa, verranno utilizzati per eseguire i lavori di messa in sicurezza del Rio Cascine in valle Armea (Comune di Sanremo), il cui iter autorizzativo, attualmente, risulta in stato avanzato.

3. Verifica che il sito di produzione non sia inserito in area contaminata e che lo scavo non necessiti di tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre.

Si rappresenta che l'area d'intervento non ricade all'interno di un'area contaminata o potenzialmente contaminata per i seguenti motivi:

- l'area in esame, seppur posta in adiacenza ad aree oggetto di abbancamento di RSU, non presenta concentrazioni di sostanze inquinanti all'interno delle matrici suolo e sottosuolo superiori rispetto a quelle ammissibili per legge (cfr. Allegato 5, Tab. 1A e 1B del D.lgs 152/2006), come dimostrato dalle apposite analisi chimiche eseguite a supporto del presente studio;
- nel lotto in esame non sono stati individuati serbatoi o cisterne esterne od interrate, ne' altri manufatti potenzialmente contenenti sostanze inquinanti stoccate senza appositi sistemi di sicurezza;
- non sono presenti, nell'area in esame ed in un suo significativo intorno, aste fluviali o canali potenzialmente interessati da fonti di contaminazione, quali acque reflue industriali e/o urbane;
- le operazioni di scavo, da realizzarsi quasi completamente nel substrato roccioso costituito da conglomerati arenacei, mediamente alterato e fratturato in superficie, non richiederanno l'impiego di prodotti che potrebbero determinare la contaminazione delle matrici suolo e sottosuolo. La presenza, infatti, di terreni e rocce con tenacità variabile, passante da modesta a buona in funzione della profondità, permetterà l'utilizzo di normali mezzi di scavo, quali escavatori a benna rovescia e cartelloni, solo localmente si ricorrerà all'uso di esplosivi;
- la tipologia di terreni presenti in sito (con particolare riferimento, ma non solo, al substrato, costituito da conglomerati arenacei appartenenti al complesso pliocenico) oggetto di escavazione, non contengono percentuali apprezzabili di elementi fibrosi (minerali appartenenti alla classe degli asbesti) che potrebbero disperdersi nell'aria.

4. Verifica della presenza di aree contaminate nel raggio di almeno metri 50 dal limite più esterno dell'area di scavo, salvo diversa dimostrazione di non influenza delle fonti di potenziale inquinamento sull'area in esame.

Da un attento rilevamento di terreno nelle aree circostanti il sito oggetto d'intervento, dall'analisi della cartografia tematica storica ed attuale disponibile della zona in esame, è possibile affermare che nel raggio di almeno metri 50 dal limite più esterno della zona di scavo non sono presenti aree contaminate.

A tale merito, si rappresenta che l'impianto di stoccaggio di RSU presente in adiacenza al lotto d'intervento, come verificato in numerosi studi effettuati negli anni passati, non ha mai determinato l'insorgere di contaminazioni delle matrici ambientali (con particolare riferimento al suolo, al sottosuolo, alle acque superficiali / sotterranee ed all'atmosfera), a dimostrazione della corretta realizzazione delle strutture di contenimento delle sostanze inquinanti prodotte dalla degradazione naturale dei materiali stoccati, nonché delle operazioni di formazione degli abbancamenti e delle successive sistemazioni finali delle aree coltivate.

5. Verifica che l'area di scavo non è compresa nella fascia limitrofa a strade di grande comunicazione e non ricade in zone interessate da fenomeni di inquinamento diffuso.

L'area di scavo non è compresa nella fascia limitrofa a strade di grande comunicazione, in quanto l'unica infrastruttura viaria presente in sito è rappresentata dalla viabilità interna all'impianto, non accessibile al pubblico.

Il sito in esame, in virtù delle caratteristiche morfologiche locali, risulta essere ubicato in un settore non interessato dai principali collegamenti viari presenti nel territorio comunale. Inoltre, valutata la mancanza di altri usi del territorio in oggetto diversi da quelli descritti in precedenza, si rappresenta che l'area in esame non ricade inoltre in zone interessate da fenomeni di inquinamento diffuso (es. contaminazioni da prodotti utilizzati nelle pratiche agricole).

Alla luce degli elementi sopra riportati, nonché delle risultanze delle indagini ambientali eseguite in sito (rilevamenti di terreno ed analisi chimiche di laboratorio), è possibile affermare che i terreni oggetto di scavo non presentano contaminazioni, né contenuti apprezzabili di materiali di origine antropica (es. cumuli di macerie e simili).

Tali terreni, pertanto, ai sensi dell'ex art. 186 del D.lgs 152/2006, potranno essere impiegati, in fase esecutiva degli interventi in progetto, come "terre e rocce da scavo" senza alcuna limitazione, non presentando caratteristiche chimico – fisiche che li rendono idonei ad essere classificati come tali. Si rappresenta, inoltre, che gli usi previsti per tali materiali, come descritto nei punti precedenti, risultano compatibili con le prescrizioni tecniche fornite dalla vigente normativa di settore, così come risultano compatibili le destinazioni sopra elencate.

5. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO T) - parte

Nel presente capitolo verranno fornite le integrazioni tecniche relative al seguente punto:
[…] riproposizione delle verifiche di stabilità dei fronti di scavo sulla base dei risultati ottenuti dalle prove in situ e laboratorio nelle varie fasi di lavorazione.

5.1 Metodo di analisi

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) ed angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb;
- in alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza $F = \tau_f / \tau$.

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu, etc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n, il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F;

Complessivamente le incognite sono *(6n - 2)*, mentre le equazioni a disposizione sono:

- Equazioni di equilibrio dei momenti *n*;
- Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale *n*;
- Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale *n*;
- Equazioni relative al criterio di rottura *n*;

Totale numero di equazioni = *4n*

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a:

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a *(n-2)* in quando si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le *(n-2)* indeterminazioni.

Tale metodo stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata, etc.) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$

$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X=\frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx}-\gamma\frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Metodo di Morgenstern e Price

Il metodo di calcolo utilizzato nelle verifiche in oggetto è quello di **Morgenstern e Price**. Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ f(x)E, dove λ è un fattore di scala e f(x), funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione f(x) è scelta arbitrariamente (costante, sinusoide, semisinusoide, trapezia, spezzata…) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E, X, il coefficiente di sicurezza F_S, il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU.

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c'\sec^2\frac{\alpha}{F_s}+tg\varphi'\left(\frac{dW}{dx}-\frac{dX}{dx}-tg\alpha\frac{dE}{dx}-\sec\alpha\frac{dU}{dx}\right)=$$

$$=\frac{dE}{dx}-tg\alpha\left(\frac{dX}{dx}-\frac{dW}{dx}\right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

$$X=\frac{d\left(E_\gamma\right)}{dx}-\gamma\frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento.

Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Valutazione dell'azione sismica

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H=K_o\cdot W$$
$$F_V=K_v\cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
W: peso concio
K_o: Coefficiente sismico orizzontale
K_V: Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_o e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta s \times (a_{max}/g)$$

$$K_V = \pm 0{,}5 \times K_o$$

Con:

βs coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \, S_T \, a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq Ss \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).
S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

T1$(S_T = 1.0)$ ***T2***$(S_T = 1.20)$ ***T3***$(S_T = 1.20)$ ***T4***$(S_T = 1.40)$.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1-PVR)$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Metodologia di analisi

La verifica di sicurezza del rilevato della discarica e dei fronti di scavo sono state effettuate secondo l'**Approccio 1** – **Combinazione 2**: (**A2+M2+R2**) del D.M. 14.1.2008, con i coefficienti di sicurezza parziali geotecnici della tabella seguente:

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coeff. parziale	Coefficiente parziale γm	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \varphi'_k$	γφ'	1,0	1,25
Coesione efficace	C'_k	γc'	1,0	1,25
Resistenza non dreanata	Cu_k	γcu	1,0	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γγ	1,0	1,0

Per il coefficiente parziale per le azioni in presenza sismica (**A2**), si assume per tutti i carichi (permanenti, permanenti non strutturali ben definiti) il valore: $\gamma_G = 1,0$

Per strutture importanti erette sopra o in vicinanza di pendii con inclinazione maggiore di 5° e dislivelli superiori a circa 30 metri, dovrà essere incrementata l'azione sismica di progetto Sa_g moltiplicandola per un coefficiente di amplificazione topografica S_T.

Il coefficiente di resistenza finale si esprime con il rapporto tra i momenti o le forze resistenti di progetto e quelle attive di progetto:

Fs = Rd / Ed

dove:
Rd = insieme delle forze resistenti
Ed = insieme delle forze attive

Nel caso tale coefficiente Fs risulti > 1 il pendio o fronte di roccia analizzato risulta stabile

ODF = Fs / γre

Dove γre = 1,1.

Se tale valore risulta ancora maggiore di 1, cioè al requisito minimo della normativa, il pendio o fronte di roccia analizzato risulta stabile con un margine di sicurezza maggiore di quello ritenuto adeguato dall'EC7.

5.2. Analisi di stabilità dei fronti di scavo in roccia

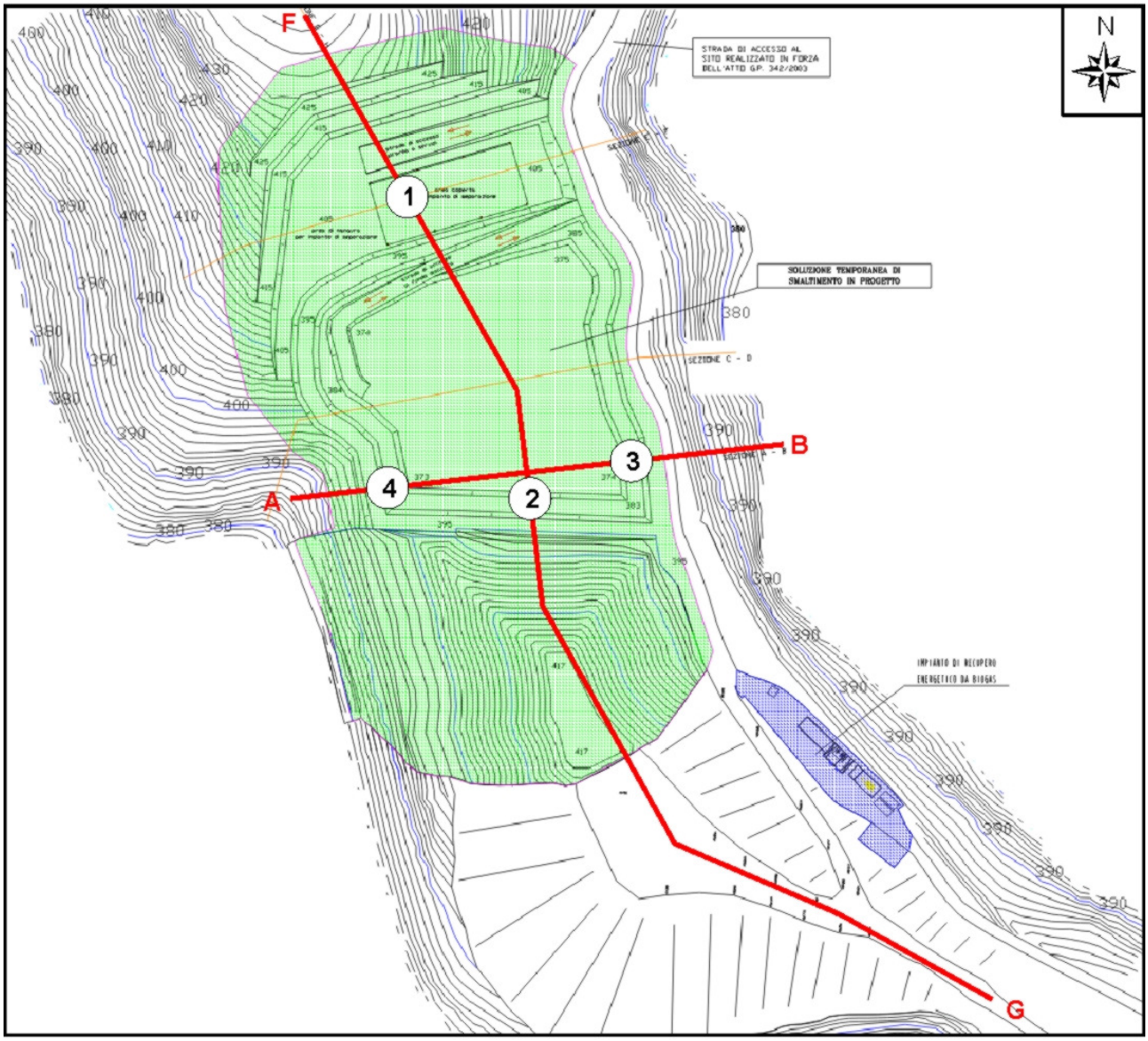
Di seguito sono riportate le risultanze delle verifiche di stabilità eseguite nell'area oggetto di ampliamento, alla luce dei nuovi parametri ottenuti dalle prove di laboratorio appositamente eseguite, interessanti le seguenti situazioni:

Verifica di stabilità dei fronti di scavo a breve termine (Vita nominale 10 anni)

1) Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte N) - Sezione FG
2) Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte S) - Sezione FG
3) Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte E) - Sezione AB
4) Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte W) - Sezione AB

Di seguito si riporta una planimetria con indicazione delle sezioni interessate dalle verifiche di stabilità.

UBICAZIONE DELLE TRACCE DELLE SEZIONI STRATIGRAFICHE UTILIZZATE NELLE VERIFICHE DI STABILITA'



Verifica di stabilità dei fronti di scavo a breve termine (Tr 20 anni)

1) Verifica di stabilità del fronte di scavo N
2) Verifica di stabilità del fronte di scavo S
3) Verifica di stabilità del fronte di scavo E
4) Verifica di stabilità del fronte di scavo W

5.3 Verifica di stabilità dei fronti di scavo in roccia a breve termine

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo, le sezioni utilizzate e le risultanze delle seguenti verifiche:

- Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte N)
- Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte S)
- Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte E)
- Verifica di stabilità del fronte di scavo (fronte W)

VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO (FRONTE NORD)

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Lat./Long.	43,856126/7,826673
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-21,14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	61,44 m
Ascissa vertice destro superiore xs	28,86 m
Ordinata vertice destro superiore ys	111,44 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	20,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.D.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.V.	190,0	1,01	2,42	0,27
S.L.C.	390,0	1,41	2,43	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.V.	1,212	0,27	0,0334	0,0167
S.L.C.	1,692	0,27	0,0466	0,0233

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0069
Coefficiente azione sismica verticale 0,0034

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,5	10,0
4	12,5	10,0
5	14,0	20,0
6	18,0	20,0
7	19,5	29,0
8	58,5	29,0
9	60,5	39,0
10	65,5	39,0
11	67,5	49,0
12	72,5	49,0
13	74,0	58,5
14	81,0	59,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	3,9		40,6	2300	2500	0,00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

==========

Fs minimo individuato 3,26
Ascissa centro superficie -16,14 m
Ordinata centro superficie 71,44 m
Raggio superficie 63,08 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = -16,141 yc = 71,437 Rc = 63,078 Fs=3,2579

Lambda = 0,919

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,65	28,21	0,74	2963,74
2	2,79	30,01	3,22	20463,76
3	1,72	32,39	2,03	7225,34
4	1,0	33,86	1,2	15930,67
5	2,44	35,77	3,01	49094,86

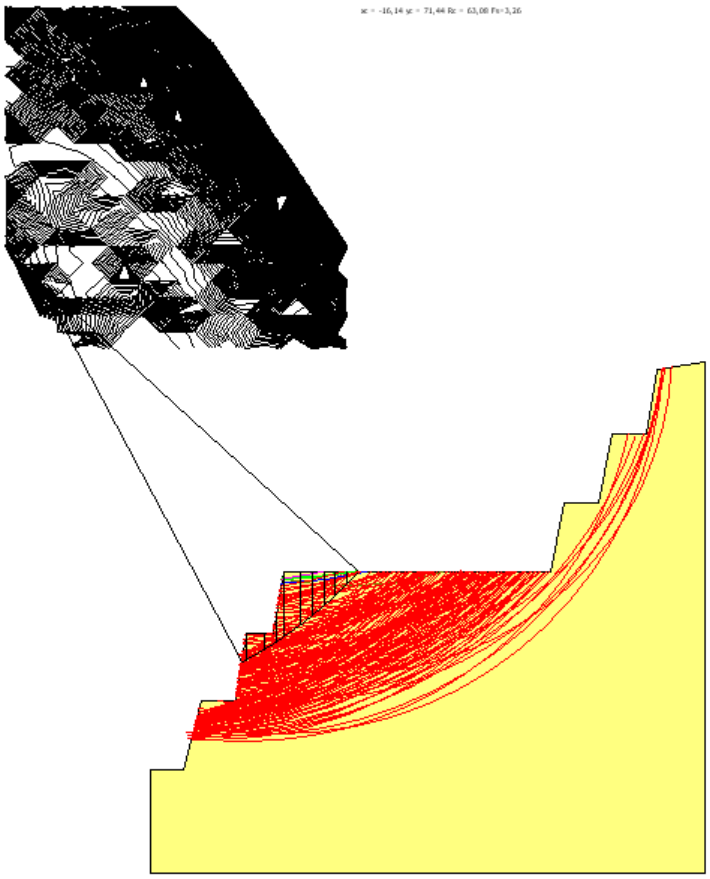
6	1,72	38,13	2,18	28391,36
7	1,72	40,14	2,25	22872,31
8	1,72	42,21	2,32	16939,3
9	1,72	44,36	2,4	10550,98
10	1,72	46,58	2,5	3656,47

Sforzi sui conci

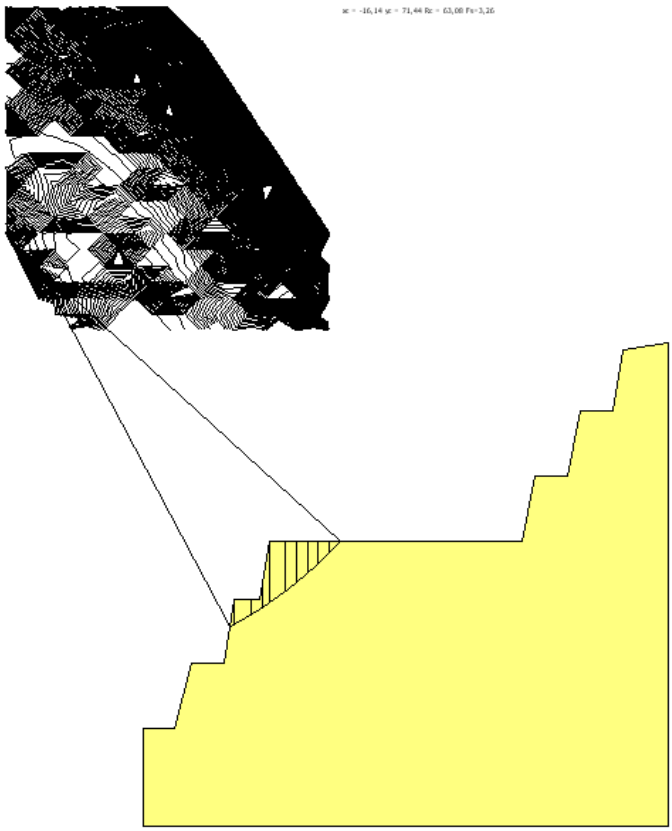
Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	30586,68	33298,02	0,0	0,0	-8603,16	4757,6	0,0
2	52878,15	57565,51	30586,68	33298,02	10542,71	30035,0	0,0
3	92768,2	100991,6	52878,15	57565,51	-4324,99	16880,66	0,0
4	128639,4	140042,6	92768,2	100991,6	5182,69	11429,07	0,0
5	116622,4	126960,4	128639,4	140042,6	41874,91	34188,08	0,0
6	149896,8	163184,4	116622,4	126960,4	18478,8	22544,14	0,0
7	236138,5	257070,9	149896,8	163184,4	12036,72	21862,61	0,0
8	906623,4	986990,8	236138,5	257070,9	6337,69	21401,45	0,0
9	666800,6	725908,9	906623,4	986990,8	-3539,54	20236,1	0,0
10	530704,1	577748,2	666800,6	725908,9	-11577,98	19540,85	0,0

Dalle risultanze delle analisi si ottengono i seguenti risultati:

Fs = 3,26(Stabilità)
ODS = 2,96 (Stabilità)



Sezione in esame con indicazione delle potenziali superfici di scivolamento indagate



Sezione in esame con indicazione della superficie di scivolamento con Fs minimo

VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO (FRONTE SUD)

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Lat./Long.	43,856126/7,826673
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-8,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	26,09 m
Ascissa vertice destro superiore xs	17,7 m
Ordinata vertice destro superiore ys	52,89 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	20,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.D.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.V.	190,0	1,01	2,42	0,27
S.L.C.	390,0	1,41	2,43	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.V.	1,212	0,27	0,0334	0,0167
S.L.C.	1,692	0,27	0,0466	0,0233

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0069
Coefficiente azione sismica verticale 0,0034

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	19,5	0,0
3	21,2	9,3
4	23,16	21,17
5	28,07	21,17
6	28,07	11,15
7	36,58	11,15

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	3,9		40,6	2300	2500	0,00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

==========

Fs minimo individuato 2,15
Ascissa centro superficie 7,1 m
Ordinata centro superficie 28,77 m
Raggio superficie 27,43 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = 7,101 yc = 28,766 Rc = 27,426 Fs=2,1537

Lambda = 0,89

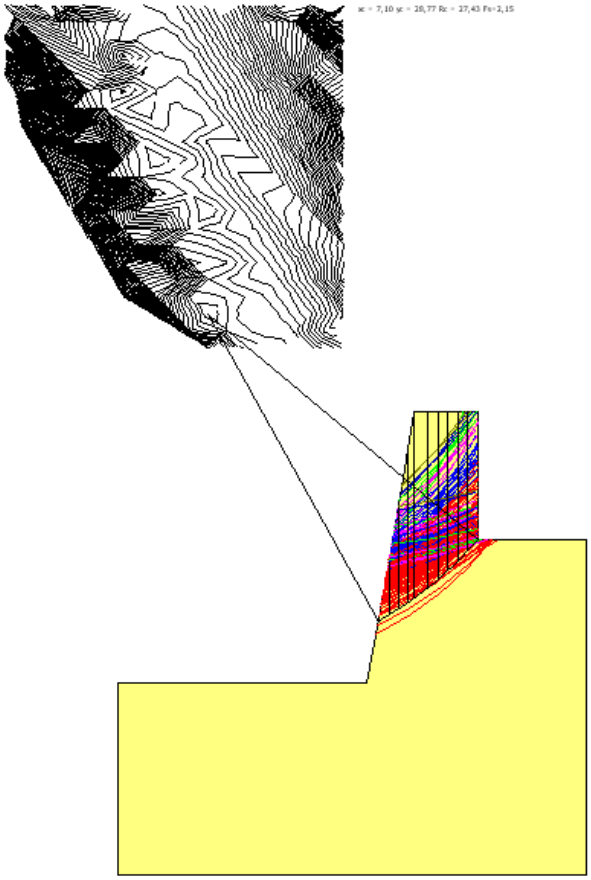
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,83	29,93	0,96	4217,93
2	0,72	31,82	0,85	10868,44
3	0,78	33,68	0,93	19541,2
4	0,46	35,24	0,56	15459,68
5	1,09	37,26	1,37	38768,03
6	0,78	39,75	1,01	26154,79
7	0,78	41,89	1,04	24856,92
8	0,78	44,11	1,08	23455,84
9	0,78	46,41	1,12	21939,92
10	0,78	49,52	1,19	20294,04

Sforzi sui conci

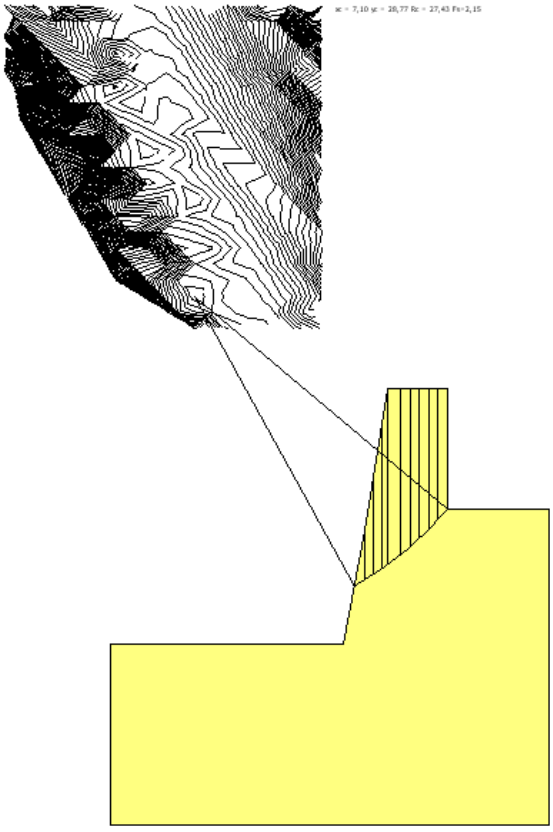
Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	6549,17	7360,44	0,0	0,0	1650,63	12603,27	0,0
2	10735,01	12064,79	6549,17	7360,44	8150,51	11182,36	0,0
3	11598,05	13034,74	10735,01	12064,79	16061,2	12271,73	0,0
4	13915,91	15639,72	11598,05	13034,74	12217,51	7439,34	0,0
5	6625,38	7446,1	13915,91	15639,72	31637,34	18028,42	0,0
6	4205,95	4726,96	6625,38	7446,1	20184,0	13281,67	0,0
7	2169,54	2438,28	4205,95	4726,96	18440,52	13717,54	0,0
8	655,75	736,99	2169,54	2438,28	16690,17	14221,37	0,0
9	-170,53	-191,65	655,75	736,99	14966,83	14810,1	0,0
10	-69,61	-78,23	-170,53	-191,65	13133,98	15729,74	0,0

Dalle risultanze delle analisi si ottengono i seguenti risultati:

Fs = 2,15 (Stabilità)
ODS = 1,95 (Stabilità)



Sezione in esame con indicazione delle potenziali superfici di scivolamento indagate



Sezione in esame con indicazione della superficie di scivolamento con Fs minimo

VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO (FRONTE EST)

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

==========

Lat./Long.	43,856126/7,826673
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-5,32 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	40,84 m
Ascissa vertice destro superiore xs	26,97 m
Ordinata vertice destro superiore ys	70,08 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

==========

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	20,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.D.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.V.	190,0	1,01	2,42	0,27
S.L.C.	390,0	1,41	2,43	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.V.	1,212	0,27	0,0334	0,0167
S.L.C.	1,692	0,27	0,0466	0,0233

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0069
Coefficiente azione sismica verticale 0,0034

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	14,71	-0,08
3	18,3	11,01
4	24,7	11,01
5	27,98	22,09
6	35,94	22,09
7	39,06	25,37
8	47,02	25,37

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	3,9		40,6	2300	2500	0,00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

==========

Fs minimo individuato 2,04
Ascissa centro superficie -2,09 m
Ordinata centro superficie 61,31 m
Raggio superficie 58,26 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = -2,087 yc = 61,308 Rc = 58,257 Fs=2,0372

Lambda = 0,745

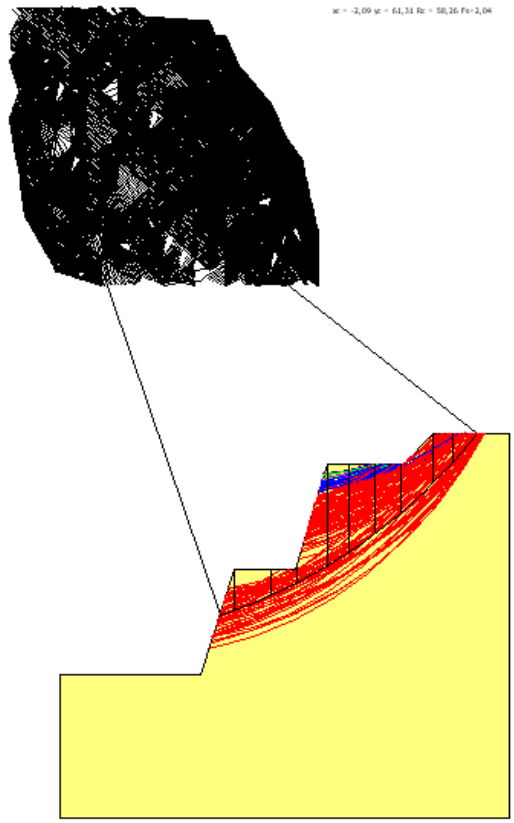
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1,57	19,66	1,66	8395,39
2	3,84	22,53	4,16	33790,55
3	2,7	26,05	3,01	13810,8
4	3,13	29,3	3,59	49358,59
5	2,27	32,39	2,69	56712,47
6	2,7	35,34	3,31	56199,18
7	2,7	38,68	3,46	42434,0
8	3,4	42,66	4,63	43822,09
9	2,0	46,36	2,9	21426,54
10	2,7	49,85	4,19	11225,97

Sforzi sui conci

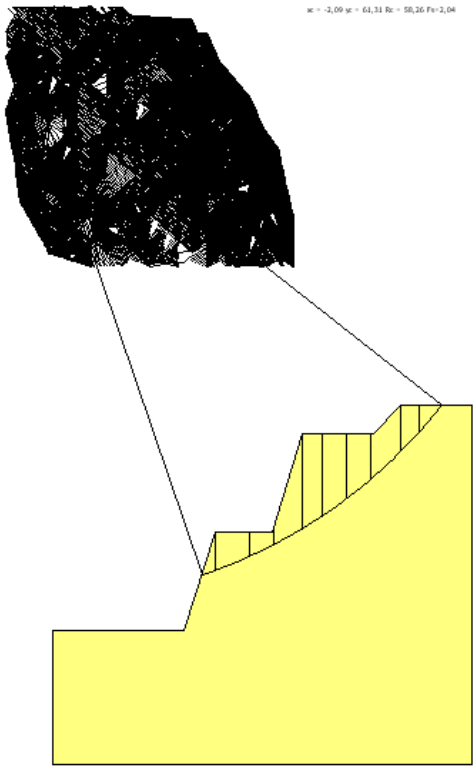
Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	56383,83	75716,13	0,0	0,0	-19706,15	23157,42	0,0
2	106516,4	143037,6	56383,83	75716,13	10712,06	57890,75	0,0
3	192740,2	258825,0	106516,4	143037,6	-14206,27	41897,13	0,0
4	257321,6	345549,4	192740,2	258825,0	29143,57	50048,26	0,0
5	339353,0	455706,9	257321,6	345549,4	37582,09	37463,63	0,0
6	593317,3	796747,8	339353,0	455706,9	35897,08	46145,13	0,0
7	321983,8	432382,3	593317,3	796747,8	17183,96	48214,77	0,0
8	231767,2	311233,1	321983,8	432382,3	16388,34	64461,68	0,0
9	129066,6	173319,6	231767,2	311233,1	-14203,96	40391,72	0,0
10	32111,75	43121,89	129066,6	173319,6	-29798,85	58376,73	0,0

Dalle risultanze delle analisi si ottengono i seguenti risultati:

Fs = 2,03 (Stabilità)
ODS = 1,84 (Stabilità)



Sezione in esame con indicazione delle potenziali superfici di scivolamento indagate



Sezione in esame con indicazione della superficie di scivolamento con Fs minimo

VERIFICA DI STABILITÀ DEL FRONTE DI SCAVO (FRONTE OVEST)

Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

==========

Lat./Long.	43,856126/7,826673
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-12,47 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	23,13 m
Ascissa vertice destro superiore xs	19,82 m
Ordinata vertice destro superiore ys	52,38 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

==========

Coefficienti sismici [N.T.C.]

==========

Dati generali

Tipo opera:	1 - Opere provvisorie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	10,0 [anni]
Vita di riferimento:	20,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.D.	30,0	0,28	2,6	0,18
S.L.V.	190,0	1,01	2,42	0,27
S.L.C.	390,0	1,41	2,43	0,29

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.D.	0,336	0,2	0,0069	0,0034
S.L.V.	1,212	0,27	0,0334	0,0167
S.L.C.	1,692	0,27	0,0466	0,0233

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0069
Coefficiente azione sismica verticale 0,0034

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	0,0
2	18,0	0,0
3	19,5	9,3
4	24,5	9,3
5	26,6	19,3
6	36,6	19,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

==========

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

==========

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	cu (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia	
1	3,9		40,6	2300	2500	0,00		

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

==========

Fs minimo individuato 1,62
Ascissa centro superficie 14,98 m
Ordinata centro superficie 24,59 m
Raggio superficie 18,87 m

==========

Analisi dei conci. Superficie...xc = 14,98 yc = 24,595 Rc = 18,866 Fs=1,6229

Lambda = 0,678

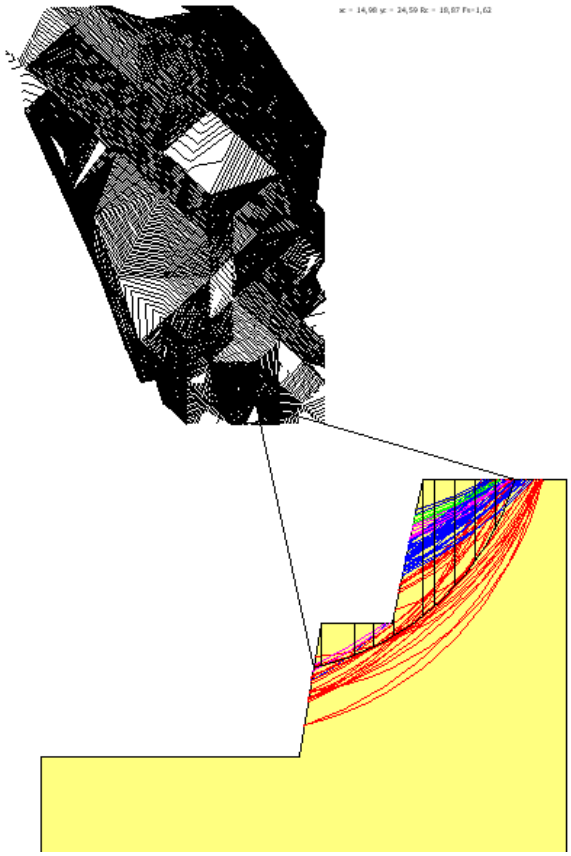
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	0,51	13,08	0,52	1915,24
2	2,31	17,55	2,43	15593,55
3	1,41	23,57	1,54	7048,76
4	1,41	28,34	1,6	4634,29
5	1,97	34,39	2,39	27563,73
6	0,85	39,7	1,1	19607,68
7	1,41	44,37	1,97	28925,16
8	1,41	50,75	2,23	23512,89
9	1,41	58,2	2,67	16602,23
10	1,41	67,98	3,76	7009,98

Sforzi sui conci

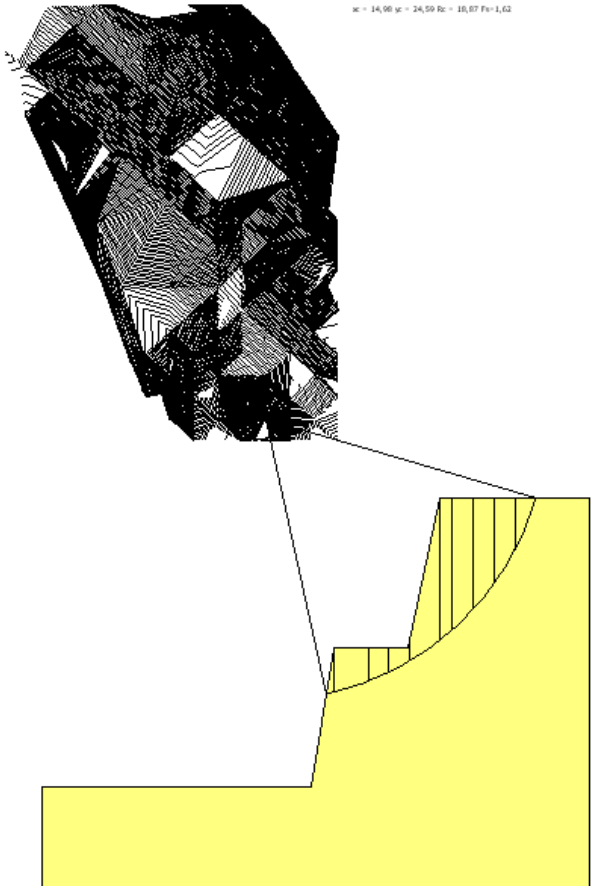
Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	33548,79	49466,59	0,0	0,0	-19617,9	9085,81	0,0
2	77454,62	114204,3	33548,79	49466,59	-7458,03	42386,55	0,0
3	274532,3	404788,9	77454,62	114204,3	-57984,19	26873,92	0,0
4	115517,2	170326,4	274532,3	404788,9	32750,71	27985,55	0,0
5	88485,47	130468,9	115517,2	170326,4	22505,77	41696,68	0,0
6	65176,38	96100,45	88485,47	130468,9	11033,92	19309,65	0,0
7	52391,38	77249,38	65176,38	96100,45	16563,97	34458,68	0,0
8	38199,65	56324,14	52391,38	77249,38	7576,13	38931,84	0,0
9	20491,31	30213,77	38199,65	56324,14	-4178,37	46744,07	0,0
10	-5252,3	-7744,34	20491,31	30213,77	-22947,07	65706,3	0,0

Dalle risultanze delle analisi si ottengono i seguenti risultati:

Fs = 1,62 (Stabilità)
ODS = 1,47 (Stabilità)



Sezione in esame con indicazione delle potenziali superfici di scivolamento indagate



Sezione in esame con indicazione della superficie di scivolamento con Fs minimo

6. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA PUNTO U)

Nel presente capitolo verranno fornite le integrazioni tecniche relative al seguente punto:
q) Provenienza, specifiche tecniche e modalità di certificazione dell'argilla utilizzata per la preparazione dell'impianto.

Il materiale utilizzato per la preparazione dell'impianto, costituito da un misto di limo ed argilla, sarà reperito presso l'impianto di frantumazione inerti presente in Comune di Taggia (IM) - Regione Colli, posto a breve distanza dall'area d'intervento in esame.

La permeabilità del terreno da utilizzarsi come base ad un impianto per lo stoccaggio rifiuti risulta di fondamentale importanza per la salvaguardia delle matrici ambientali poste in profondità, con particolare riferimento al suolo ed alle acque sotterranee, e deve presentare valori ben precisi, come prescritto dalla vigente normativa ambientale. In particolare, come indicato nell'Allegato 1 del D.lgs 36/2003 "Criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica", il materiale minerale da utilizzarsi per la costituzione della barriera di sconfinamento, opportunamente compattato, deve presentare valori di permeabilità $K \leq 10^{-7}$ cm/s.

Al fine di verificare l'idoneità del suddetto materiale ad essere utilizzato per la preparazione dell'impianto in progetto, sono state eseguite n. 3 prove di permeabilità in laboratorio su altrettanti campioni rappresentativi del materiale in oggetto, al fine di certificarne dettagliatamente le caratteristiche di permeabilità.

Di seguito si riportano alcune considerazioni relative alle classificazioni dei materiali in termini di permeabilità, nonché le risultanze delle suddette prove eseguite in laboratorio.

6.1 Classificazione dei terreni in termini di permeabilità

Classificazione di colombo

Nella seguente tabella viene riportata, in sintesi, la classificazione proposta da Colombo in funzione della granulometria del terreno:

<table>
<tr><td>K (cm/s)</td><td colspan="5">10^{2} 10^{1} 1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9}</td></tr>
<tr><td>DRENAGGIO</td><td colspan="3">buono</td><td>povero</td><td>praticamente impermeabile</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">ghiaia pulita</td><td>sabbia pulita e miscele di sabbia ghiaia pulita</td><td></td><td>sabbia fina, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati</td><td rowspan="2">terreni impermeabili, argille omogenee sotto la zona altera dagli agenti atmosferici</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">terreni impermeabili modificativi dagli effetti della vegetazione e del tempo</td></tr>
</table>

Classificazione di Darcy

La classificazione proposta da Darcy prevede n. 4 classi di permeabilità, definite a seconda della tipologia di materiale considerato e dei valori di K ottenuti da prove in sito e di laboratorio.

Permeabilità [k] (cm/s)	>1	$1 – 10^{-3}$	$10^{-3} – 10^{-7}$	$10^{-7} – 10^{-9}$
Litologie	Ciottoli e ghiaie senza elementi fini	Sabbie, sabbie e ghiaie	Sabbie fini, limi, argille con limi e sabbie	Argille omogenee
Classe	elevata	buona	cattiva	impermeabili

6.2 Risultanze delle n. 3 prove di permeabilità eseguite in laboratorio

Come precedentemente anticipato, il materiale limoso – argilloso derivante dalle operazioni di frantumazione inerti all'interno dell'impianto Colli è stato oggetto di n. 3 prove di permeabilità eseguite in laboratorio, al fine di verificarne le proprietà intrinseche di permeabilità e di valutarne l'idoneità ad essere utilizzato nella preparazione dell'impianto di stoccaggio RSU in progetto.

I n. 3 campioni di materiale limoso – argilloso, come rappresentato nei certificati di prova riportati in allegato, sono stati sottoposti in principio ad una prova edometrica, effettuata mediante edometro Controls Modello T302, matricola 8201058, attrezzato con permeametro a carico variabile. L'edometria è stata realizzata su provini ricostituiti mediante compattazione Proctor, con energia AASHTO standard e tenore di umidità naturale.

Successivamente, sempre utilizzando il medesimo strumento, sono state eseguite le prove di permeabilità dei provini in esame, effettuate utilizzando un carico idraulico variabile.

Dalle risultanze di tali analisi (cfr. rapporti di prova riportati allegato), è emerso, par il materiale in esame, un valore medio del coefficiente di permeabilità K pari a **$6,4*10^{-8}$ cm/s**.

Tale valore, secondo la classificazione di Colombo sopra riportata, risulta rappresentativo di materiali "**praticamente impermeabili"**, mentre nella classificazione di Darcy rappresenta terreni ricadenti nella classe **"impermeabile"**.

Alla luce di tali risultati, si rappresenta che il materiale esaminato, ai sensi delle prescrizioni tecniche fornite dalla vigente normativa, risulta idoneo ad essere utilizzato per la preparazione dell'impianto di stoccaggio di RSU in progetto.

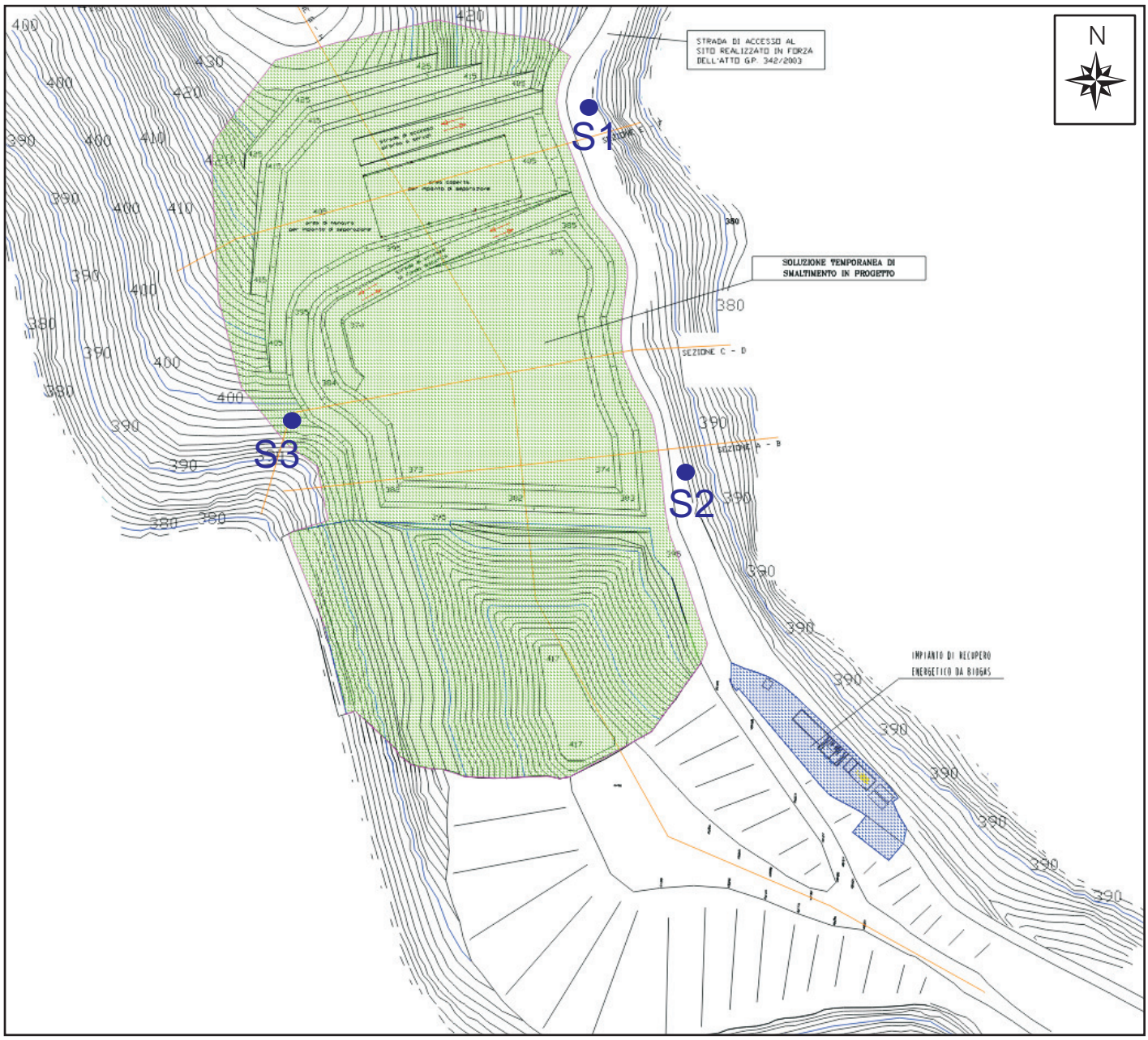
Sanremo, 08 Marzo 2011

Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI



7. ALLEGATI

UBICAZIONE DEI N. 3 SONDAGGI GEOGNOSTICI ESEGUITI



LEGENDA

S1 ● Ubicazione dei sondaggi geognostici della profondità di m 80 ciascuno

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S1 - Foglio n. 1
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 28 Febbraio - 2 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (390,0 m s.l.m.)

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SCALA METRICA	TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO	CLIVIO RAP 3 CAROTIERE SEMPLICE T1	PRISMETTI IN WIDIA	101 mm	0,00					20 40 60 80 100
CLIVIO RAP 3 CON CAROTIERE DOPPIO TIPO T6		CORONA DIAMANTATA DEL TIPO IMPREGNATA S6		0,80				S1.1	
								S2.1	
				20,00					

0,00 – 0,80: Terreno di riporto grossolano con brecce arenaceo - calcaree in abbondante matrice sabbiosa sciolta

0,80 – 20,00: Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S1 - Foglio n. 2
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 28 Febbraio - 2 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (390,0 m s.l.m.)

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SCALA METRICA	TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO	CLIVIO RAP 3 CON CAROTIERE DOPPIO TIPO T6	CORONA DIAMANTATA DEL TIPO IMPREGNATA S6	101 mm	20,00					20 40 60 80 100
DISTRUZIONE DI NUCLEO				25,00				C1	
				30,00					
				40,00					

Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	40,00 60,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S1 - Foglio n. 3
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 28 Febbraio - 2 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (390,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	60,00		
				80,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S1 - Foglio n. 4
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 28 Febbraio - 2 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (390,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

FINE PERFORAZIONE

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S2 - Foglio n. 1
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 2 - 4 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SCALA METRICA	TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO	CLIVIO RAP 3 CAROTIERE SEMPLICE T1	PRISMETTI IN WIDIA	101 mm	0,00					
	CLIVIO RAP 3 CON CAROTIERE DOPPIO TIPO T6	CORONA DIAMANTATA DEL TIPO IMPREGNATA S6		0,50					
				2,50					
				20,00				C2	

0,00 – 0,50: Terreno di riporto grossolano con brecce arenaceo - calcaree in abbondante matrice sabbiosa sciolta

0,50 – 2,50: Detrito sabbioso con clasti arenacei e calcarei in matrice sabbiosa sciolta di colore bruno

2,50 – 20,00: Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

PERCENTUALE DI RECUPERO (%): 20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	20,00 40,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S2 - Foglio n. 2
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 2 - 4 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	40,00 60,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S2 - Foglio n. 3
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 2 - 4 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	60,00 80,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S2 - Foglio n. 4
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 2 - 4 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa molto cementata, con clasti arenacei e calcarei decimetrici, localmente con alterazioni di colore bruno - rossiccio

FINE PERFORAZIONE

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S3 - Foglio n. 1
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 3 - 5 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)	SCALA METRICA	TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO	CLIVIO RAP 3 CAROTIERE SEMPLICE T1	PRISMETTI IN WIDIA	101 mm	0,00					
				0,50					
	CLIVIO RAP 3 CON CAROTIERE DOPPIO TIPO T6	CORONA DIAMANTATA DEL TIPO IMPREGNATA S6		2,50				C3	
				20,00					

Terreno di riporto grossolano con brecce arenaceo - calcaree in abbondante matrice sabbiosa sciolta

Detrito sabbioso con clasti arenacei e calcarei in matrice sabbiosa sciolta di colore bruno

Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA	**STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE** **Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI** **Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)** **Committente:** Spett. Idroedil s.r.l. **Sondaggio:** S3 - Foglio n. 2 **Località:** Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM) **Data esecuzione:** 3 - 5 Marzo 2011 **Quota inizio:** 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)	TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	20,00			Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici				20 40 60 80 100
				25,00			Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici				
				40,00							

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	40,00 60,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S3 - Foglio n. 3
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 3 - 5 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	TIPO DI CORONA	DIAMETRO PERF.	PROFONDITÀ DA P.C. (m)		SCALA METRICA
DISTRUZIONE DI NUCLEO			101 mm	60,00		
				80,00		

STUDIO GEOLOGICO TECNICO AMBIENTALE
Dott. Geol. Andrea VALENTE ARNALDI
Sanremo (IM) - Torino - Bra (CN)

Committente: Spett. Idroedil s.r.l.
Sondaggio: S3 - Foglio n. 4
Località: Discarica Collette Ozotto - TAGGIA (IM)
Data esecuzione: 3 - 5 Marzo 2011
Quota inizio: 0,0 m da p.c. (395,0 m s.l.m.)

Conglomerato con matrice sabbiosa, di colore giallo, localmente poco cementata, con clasti arenacei e calcarei fino a decimetrici

FINE PERFORAZIONE

TUBO PIEZOMETRICO	FALDA	CAMPIONI	PERCENTUALE DI RECUPERO (%)
			20 40 60 80 100

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S1

CASSETTA 1



CASSETTA 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S1

CASSETTA 3



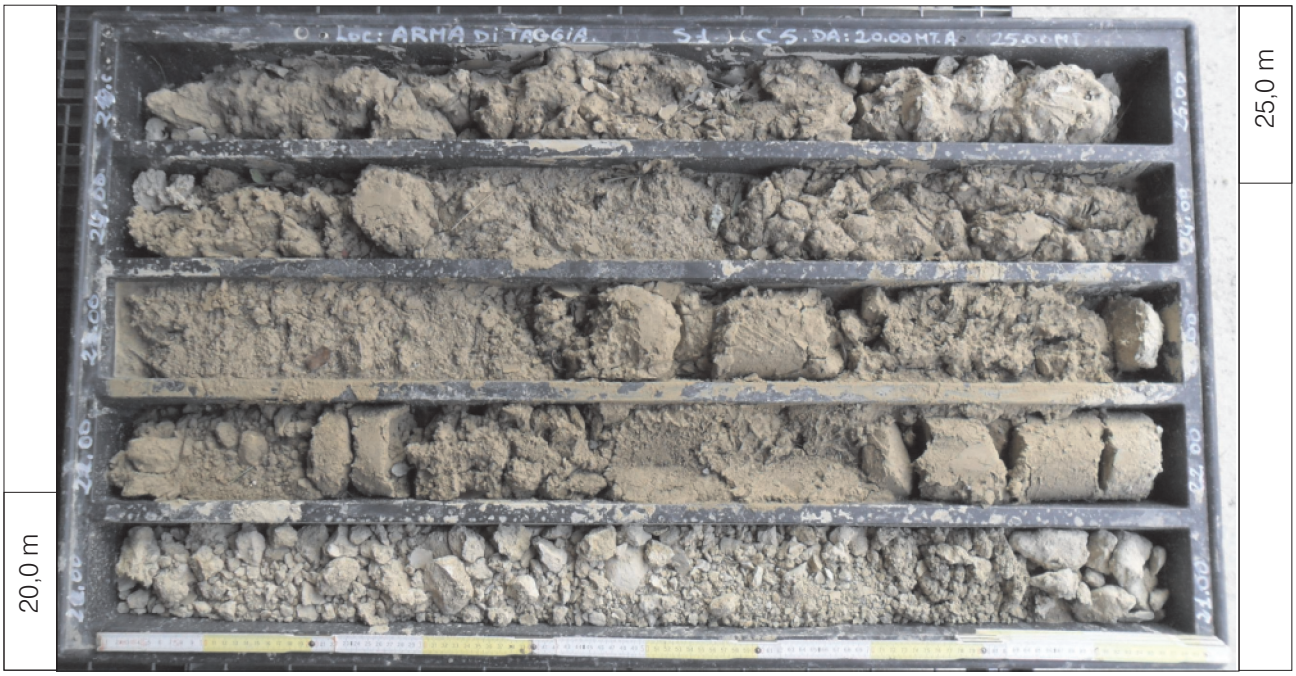
CASSETTA 4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S1

CASSETTA 5



CASSETTA 6



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S2

CASSETTA 1



CASSETTA 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S2

CASSETTA 3



CASSETTA 4



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S3

CASSETTA 1



CASSETTA 2



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
CASSETTE CATALOGATRICI

SONDAGGIO S3

CASSETTA 3

10,0 m



15,0 m

CASSETTA 4

15,0 m



20,0 m

SINERGOS
Tecnologie Ambientali, Igiene e Sicurezza

RAPPORTO DI PROVA n. APV110304A-001

Cliente :	IDROEDIL SRL
Indirizzo:	VIA C. COLOMBO, 54 – 18011 ARMA DI TAGGIA (IM)
Tipologia campione :	TERRENI E SUOLI
Id campione cliente :	TERRENO
Punto campionato :	S 1.1 (sito di Regione Collette Ozotto)
Id campione interno :	APV110304A-001
Data ricevimento campione :	28/02/2011
Procedura di campionamento:	Campionamento effettuato dal committente
Data campionamento :	28/02/2011
Data emissione rapporto di prova :	04/03/2011

Risultati						
Caratteristica chimico-fisica	UM	Valore Riscontrato	Valore limite		Metodo di prova	Data
			Verde pubblico	Commerciale ed industriale		
Antimonio	mg/Kg	3,2	10	30	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Mercurio	mg/Kg	< 0,01	1	5	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Selenio	mg/Kg	< 0,4	3	15	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Arsenico	mg/Kg	1,2	20	50	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cadmio	mg/Kg	0,2	2	15	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cobalto	mg/Kg	9,8	20	250	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cromo	mg/Kg	88,9	150	800	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Rame	mg/Kg	32,1	120	600	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Nichel	mg/Kg	85,6	120	500	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Piombo	mg/Kg	12,1	100	1000	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Stagno	mg/Kg	0,3	1	350	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Zinco	mg/Kg	66,1	150	1500	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Idrocarburi leggeri C inferiore o uguale a 12	mg/Kg	< 0,005	10	250	GC-MS – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 5030B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	mg/Kg	< 0,005	50	750	GC-FID – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8015B 1996	04-mar-11

Idrocarburi policiclici aromatici	mg/Kg	< 0,5	10	Commerciale ed industriale	GC-MS- Met. Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11
PCB	mg/Kg	< 0,01	0,06	30	GC-MS – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11

GIUDIZIO: Limitatamente ai parametri determinati si può affermare che il campione in esame è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All.5 , Tab. 1A relativamente ai siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale; si può, invece, affermare che il campione in esame è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All.5 , Tab. 1B relativamente ai siti ad uso commerciale ed industriale."

Il Direttore Tecnico
Per.Ind. Daniele Scioratto



SINERGOS
Tecnologie Ambientali, Igiene e Sicurezza

RAPPORTO DI PROVA n. APV110304A-002

Cliente :	IDROEDIL SRL
Indirizzo:	VIA C. COLOMBO, 54 – 18011 ARMA DI TAGGIA (IM)
Tipologia campione :	TERRENI E SUOLI
Id campione cliente :	TERRENO
Punto campionato :	S 2.1 (sito di Regione Collette Ozotto)
Id campione interno :	APV110304A-002
Data ricevimento campione :	28/02/2011
Procedura di campionamento:	Campionamento effettuato dal committente
Data campionamento :	28/02/2011
Data emissione rapporto di prova :	04/03/2011

Risultati						
Caratteristica chimico-fisica	UM	Valore Riscontrato	Valore limite		Metodo di prova	Data
			Verde pubblico	Commerciale ed industriale		
Antimonio	mg/Kg	2,4	10	30	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Mercurio	mg/Kg	< 0,01	1	5	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Selenio	mg/Kg	< 0,4	3	15	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Arsenico	mg/Kg	1,4	20	50	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cadmio	mg/Kg	0,3	2	15	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cobalto	mg/Kg	6,7	20	250	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Cromo	mg/Kg	69,9	150	800	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Rame	mg/Kg	25,3	120	600	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Nichel	mg/Kg	88,9	120	500	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Piombo	mg/Kg	17,7	100	1000	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Stagno	mg/Kg	0,2	1	350	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Zinco	mg/Kg	59,7	150	1500	ICP-OES – Met.Uff. EPA 3051A 1998 + EPA 6010C 2000	04-mar-11
Idrocarburi leggeri C inferiore o uguale a 12	mg/Kg	< 0,005	10	250	GC-MS – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 5030B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11
Idrocarburi pesanti C superiore a 12	mg/Kg	< 0,005	50	750	GC-FID – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8015B 1996	04-mar-11

Idrocarburi policiclici aromatici	mg/Kg	< 0,5	10	Commerciale ed industriale	GC-MS- Met. Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11
PCB	mg/Kg	< 0,01	0,06	30	GC-MS – Met.Uff. EPA 3550B 1996 + EPA 8270D 1998	04-mar-11

GIUDIZIO: Limitatamente ai parametri determinati si può affermare che il campione in esame è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All.5 , Tab. 1A relativamente ai siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale; si può, invece, affermare che il campione in esame è conforme a quanto previsto dal D.Lgs 152/06 parte IV, All.5 , Tab. 1B relativamente ai siti ad uso commerciale ed industriale."

Il Direttore Tecnico
Per.Ind. Daniele Scioratto



so spe rit
società
sperimentazione
ricerca
idoneità tecnica
s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER
INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71

Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Committente: IDROEDIL S.R.L.
Via C. Colombo 54
18018 ARMA DI TAGGIA

LABORATORIO PROVE (IM) Sosperit Taggia

RAPPORTO DI PROVA N° 20748/G DEL 07/03/2011	Pagina n° 1 di 4
Verbale Accett. n° 11525 del 07/03/2011 Vs. rif. ---	

SETTORE	**AGGREGATI**

CANTIERE	Discarica RSU - Regione Collette Ozotto - Comuni Sanremo - Taggia (IM)	
DIRETTORE DEI LAVORI	----	
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	----	
DESCRIZIONE E PROVENIENZA DEL MATERIALE	n°3 campioni di conglomerato pliocenico	*DATA ARRIVO AL LABORATORIO* **28/02/2011** *MODALITA'* **Da committente**
PROVE ESEGUITE		*NORMA DI RIFERIMENTO*
Compressione Monoassiale		ASTM D 2166
ALLEGATI	Il presente certificato consta di n° 2 pagine	

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005)

LO SPERIMENTATORE	Geom. Daniele Roccia
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	Dott. Ing. Michele Canevello

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVE DI COMPRESSIONE MONOASSIALE**
Normativa di riferimento	ASTM D 2166
Provenienza/loc. prelievo	Discarica RSU - Regione Collette Ozotto - Comuni Sanremo - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**C1**
Data inizio prova	28/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita con una pressa Controls Modello T401 matricola 89091582 attrezzato con anello dinamometrico Modello T1004 portata 1000kgf Matricola 2026.

RISULTATI DELLA PROVA

Contrassegno	**Dimensioni**		**Peso**	**Coesione efficace**	**Angolo di atrito interno**
	Diametro	**Altezza**		**c'**	**φ**
	[mm]	[mm]	[g]	[Kg/cm^2]	
C1	38,1	76,0	186	3,7	**39°**

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVE DI COMPRESSIONE MONOASSIALE**
Normativa di riferimento	ASTM D 2166
Provenienza/loc. prelievo	Discarica RSU - Regione Collette Ozotto - Comuni Sanremo - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**C2**
Data inizio prova	28/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita con una pressa Controls Modello T401 matricola 89091582 attrezzato con anello dinamometrico Modello T1004 portata 1000kgf Matricola 2026.

RISULTATI DELLA PROVA

Contrassegno	**Dimensioni**		**Peso**	**Coesione efficace**	**Angolo di atrito interno**
	Diametro [mm]	**Altezza** [mm]	[g]	**c'** [Kg/cm^2]	**φ**
C2	38,0	75,9	184	3,9	**41°**

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVE DI COMPRESSIONE MONOASSIALE**
Normativa di riferimento	ASTM D 2166
Provenienza/loc. prelievo	Discarica RSU - Regione Collette Ozotto - Comuni Sanremo - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**C3**
Data inizio prova	28/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita con una pressa Controls Modello T401 matricola 89091582 attrezzato con anello dinamometrico Modello T1004 portata 1000kgf Matricola 2026.

RISULTATI DELLA PROVA

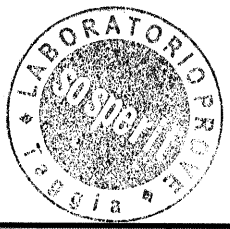
Contrassegno	**Dimensioni**		**Peso**	**Coesione efficace**	**Angolo di atrito interno**
	Diametro [mm]	**Altezza** [mm]	[g]	**c'** [Kg/cm^2]	**φ**
C3	38,0	76,1	189	4,2	**42°**

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Committente: IDROEDIL S.R.L.
Via C. Colombo 54
18018 ARMA DI TAGGIA (IM)



RAPPORTO DI PROVA N° 20769/G DEL 07/03/2011	Pagina n° 1 di 4

Verbale Accett. n° 11525 del 07/03/2011 Vs. rif. ---

SETTORE	**AGGREGATI**

CANTIERE	Provenienza: Impianto di frantumazione inerti - Regione Colli - Taggia (IM) Destinazione: Discarica RSU - Regione Collette Ozotto - Comuni Sanremo - Taggia (IM)	
DIRETTORE DEI LAVORI	----	
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	----	
DESCRIZIONE E PROVENIENZA DEL MATERIALE	Campione di limo e argilla	*DATA ARRIVO AL LABORATORIO* **07/02/2011** *MODALITA'* **Da committente**
PROVE ESEGUITE		*NORMA DI RIFERIMENTO*
Determinazione del coefficiente di permeabilità		ASTM D2434
ALLEGATI	Il presente certificato consta di n° 4 pagine	

I risultati si riferiscono esclusivamente ai campioni sottoposti a prova (UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005)

LO SPERIMENTATORE	Geom. Daniele Roccia
IL DIRETTORE DEL LABORATORIO	Dott. Ing. Michele Canevello

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe r i t società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA**
Normativa di riferimento	ASTM D2434
Provenienza/loc. prelievo	Impianto di frantumazione inerti - Regione Colli - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**limo e argilla C1**
Data inizio prova	07/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita in edometro Controls Modello T302 matricola 8201058, attrezzato con permeametro a carico variabile su un provino ricostituito mediante compattazione Proctor con energia AASHTO standard e tenore di umidità naturale.

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro (mm)	50,47
Sezione A_S *(cm²)*	20,00
Altezza iniziale H_1 *(mm)*	20,0
Umidità naturale (%)	27,5

CARATTERISTICHE INIZIALI DI PROVA

Carico idraulico iniziale h_0 *(mm)*	500
Pressione di compattazione iniziale (kPa)	0
Tempo iniziale t_0 *(s)*	0

Sezione buretta a_b *(cm²) :* 1,005

RISULTATI DELLA PROVA

Pressione di compattazione [kPa]	**δH** [mm]	**ε** [%]	**carico idraulico finale (h_1)** [mm]	**tempo (t_1)** [s]	**Coefficiente di permeabilità k** [cm/s]
100	0,128	0,640	135	1956700	**6,68E-08**

$$\text{Coefficiente di permeabilità } K = \frac{a_b \cdot (H_1 - \delta H)}{A_S \cdot (t_1 - t_0)} \ln \frac{h_0}{h_1}$$

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA**
Normativa di riferimento	ASTM D2434
Provenienza/loc. prelievo	Impianto di frantumazione inerti - Regione Colli - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**limo e argilla C2**
Data inizio prova	07/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita in edometro Controls Modello T302 matricola 8201058, attrezzato con permeametro a carico variabile su un provino ricostituito mediante compattazione Proctor con energia AASHTO standard e tenore di umidità naturale.

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro (mm)	50,47
Sezione A_S *(cm²)*	20,00
Altezza iniziale H_1 *(mm)*	20,0
Umidità naturale (%)	28,0

CARATTERISTICHE INIZIALI DI PROVA

Carico idraulico iniziale h_0 *(mm)*	500
Pressione di compattazione iniziale (kPa)	0
Tempo iniziale t_0 *(s)*	0

Sezione buretta a_b *(cm²) :* 1,005

RISULTATI DELLA PROVA

Pressione di compattazione [kPa]	**δH** [mm]	**ε** [%]	**carico idraulico finale (h_1)** [mm]	**tempo (t_1)** [s]	**Coefficiente di permeabilità k** [cm/s]
100	0,135	0,675	142	1988500	**6,32E-08**

$$\text{Coefficiente di permeabilità } K = \frac{a_b \cdot (H_1 - \delta H)}{A_S \cdot (t_1 - t_0)} \ln \frac{h_0}{h_1}$$

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.

so spe rit società sperimentazione ricerca idoneità tecnica s.r.l.

CENTRO PROVE - RICERCHE - SERVIZI PER INGEGNERIA - GEOTECNICA - AMBIENTE
AUTORIZZ. DAL MINISTERO LL. PP. ART. 20 L. 1086/71
Via Periane, 212 • 18018 TAGGIA (IM) • Tel. 0184.477434 • Fax 0184.055002
www.sosperit.it • e-mail: info@sosperit.it

Tipo di prova	**PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA**
Normativa di riferimento	ASTM D2434
Provenienza/loc. prelievo	Impianto di frantumazione inerti - Regione Colli - Taggia (IM)
Contrassegno campione	**limo e argilla C3**
Data inizio prova	07/02/2011

MODALITA' DI PROVA

Prova eseguita in edometro Controls Modello T302 matricola 8201058, attrezzato con permeametro a carico variabile su un provino ricostituito mediante compattazione Proctor con energia AASHTO standard e tenore di umidità naturale.

CARATTERISTICHE DEL PROVINO

Diametro (mm)	50,47
Sezione A_S *(cm²)*	20,00
Altezza iniziale H_1 *(mm)*	20,0
Umidità naturale (%)	28,1

CARATTERISTICHE INIZIALI DI PROVA

Carico idraulico iniziale h_0 *(mm)*	500
Pressione di compattazione iniziale (kPa)	0
Tempo iniziale t_0 *(s)*	0

Sezione buretta a_b *(cm²) :* 1,005

RISULTATI DELLA PROVA

Pressione di compattazione [kPa]	**δH** [mm]	**ε** [%]	**carico idraulico finale (h_1)** [mm]	**tempo (t_1)** [s]	**Coefficiente di permeabilità k** [cm/s]
100	0,130	0,650	145	1998500	**6,18E-08**

$$\text{Coefficiente di permeabilità } K = \frac{a_b \cdot (H_1 - \delta H)}{A_S \cdot (t_1 - t_0)} \ln \frac{h_0}{h_1}$$

È vietata la riproduzione anche parziale di questo documento, senza autorizzazione scritta della So. Spe. R.I.T.