

STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.

ingegneria geotecnica ingegneria ambientale ingegneria sismica
geologia applicata



S.p.A.

PROVINCIA DI TARANTO
COMUNE DI TARANTO (TA)



MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE
DELLA DISCARICA "EX CAVA CEMENTIR"

PROGETTO DEFINITIVO

REV. Rev.	DATA Date	DESCRIZIONE Description	REDATTO (IP/RP) Edited	CONTROLLATO (RP) Checked	APPROVATO (DTR) Authorized
E01	24/09/2012	EMISSIONE PER COMMENTI	CARMEN CRISAFULLI	CARMEN CRISAFULLI	STEFANO VEGGI
E02	19/10/2012	EMISSIONE DEFINITIVA	CARMEN CRISAFULLI	CARMEN CRISAFULLI	STEFANO VEGGI
E03	30/10/2012	EMISSIONE DEFINITIVA	CARMEN CRISAFULLI	CARMEN CRISAFULLI	STEFANO VEGGI
E04					

STUDIO GEOTECNICO ITALIANO		IDENTIFICAZIONE SGI			
		SGI identification			
CONTRATTO N. Contract Nr.		COMMESSA	CODICE ARCHIVIO	ELABORATO	EMISSIONE
		0	8	4	7
		8	-	0	0
		7	R	0	3
		E	0	3	
		0			
TITOLO Title					
RELAZIONE GEOTECNICA					
NOME FILE File name		SCALA Scale		SCALA GRAFICA Graphic scale	
08478-007R03E03					
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA SGI Reproduction of this document is forbidden without prior written permission by SGI					

I N D I C E

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Struttura della relazione.....	1
1.2	Normativa di riferimento	1
2.	Metodologia di calcolo delle stabilità'	3
2.1	Analisi statiche	3
2.2	Analisi sismiche	4
2.2.1	Determinazione dei parametri sismici	5
3.	Stabilità della copertura definitiva	10
3.1	Stabilità del pacchetto di copertura	10
3.1.1	Stratigrafia del pacchetto di copertura	10
3.1.2	Caratterizzazione del sistema di copertura.....	11
3.1.3	Impostazione analisi di stabilità statica e pseudo-statica.....	13
3.1.4	Stabilità in condizioni statiche	15
3.1.5	Stabilità in condizioni pseudo-statiche	15
3.2	Stabilità delle terre rinforzate	17
3.2.1	Composizione terre rinforzate	17
4.	CALCOLO DEI CEDIMENTI	19
4.1	Cedimenti nel corpo rifiuti.....	20
4.1.1	Cedimenti di consolidazione primaria a breve termine.....	21
4.1.2	Cedimenti a lungo termine	23
4.2	Riepilogo dei cedimenti	24
5.	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	26

Elenco delle figure contenute nel testo

Figura 2.2-1: Coordinate geografiche di riferimento dell'area di progetto (da Google Earth™).	6
Figura 2.2-2: Punti di griglia adiacenti al luogo geografico in oggetto	8
Figura 3.1-1: Capping con terre rinforzate.	11

Figura 3.1-2: Particolare della sezione A-A' considerata per il calcolo delle stabilità	13
Figura 4.1-1: Sezione di riferimento B-B' con le verticali considerate.	21
Figura 4.2-1: Sezione di riferimento B-B' con le verticali considerate.	25

Elenco delle tabelle contenute nel testo

Tabella 2-1: Coefficienti parziali per le azioni o l'effetto delle azioni	4
Tabella 2-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno	4
Tabella 2-3: Valori dei parametri a_g , F_o e T^*c	8
Tabella 3-1: Parametri geotecnici rappresentativi delle superfici di contatto costituenti la copertura	12
Tabella 3-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (estratto da tab. 6.2.II delle NTC 2008)	14
Tabella 3-3: Parametri assegnati per il calcolo delle stabilità	14
Tabella 3-4: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche	15
Tabella 3-5: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni pseudo-statiche	16
Tabella 3-6: Sintesi dei fattori di sicurezza minimi ottenuti per le terre rinforzate ...	18
Tabella 4-1: Tipologia dei rifiuti presenti in discarica	20

Allegati:

Allegato A: Risultati delle analisi di stabilità della copertura definitiva
A1: Analisi di stabilità Statiche della copertura definitiva
A2: Analisi di stabilità Pseudo-Statiche della copertura definitiva
Allegato B: Risultati delle analisi di stabilità delle terre rinforzate
B1: Analisi di stabilità Statiche delle terre rinforzate
B2: Analisi di stabilità Pseudo-Statiche delle terre rinforzate
Allegato C: Tabulati di calcolo dei cedimenti

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto le verifiche geotecniche correlate alla realizzazione della copertura definitiva della discarica ex 2B "ex Cava Cementir" ubicata nel Comune di Taranto (TA).

Saranno analizzate, le condizioni di stabilità del sistema di copertura, delle terre rinforzate ed i cedimenti dovuti alla realizzazione del capping, facendo sempre riferimento a condizioni largamente conservative.

1.1 Struttura della relazione

Nella presente relazione vengono trattati in differenti capitoli:

- a) lo studio della stabilità della copertura in progetto;
- b) lo studio della stabilità delle terre rinforzate in progetto;
- c) lo studio dei cedimenti attesi in superficie a seguito della posa della copertura definitiva.

1.2 Normativa di riferimento

Per la redazione del presente documento si è fatto riferimento alle indicazioni e alle prescrizioni contenute nelle leggi e nella normativa tecnica di settore, di seguito elencate.

- D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988, "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- Decreto Legislativo n. 36 del 13 Gennaio 2003, "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche per rifiuti"
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

- D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre 2005, "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- EN 1997 Eurocode 7 "Geotechnical Design – Part 1: General Rules".
- DM 14 Gennaio 2008, "Norme tecniche per le costruzioni"



2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE STABILITA'

2.1 Analisi statiche

Le verifiche sono state eseguite con il metodo cosiddetto "dell'equilibrio limite", che consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come se fosse rigido.

I vari metodi di calcolo dell'equilibrio limite disponibili in letteratura (Bishop, 1955; Janbu, 1973; Morgenstern e Price, 1965; Fellenius, 1927; etc.), si basano tutti sulle ipotesi seguenti:

- il coefficiente di sicurezza è definito come rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato lungo la ipotetica superficie di scorrimento;
- il coefficiente di sicurezza (FS), che per la superficie corrispondente alla rottura è unitario, è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento;
- la rottura avviene per il raggiungimento, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento, della resistenza limite.

Le analisi sono condotte in condizioni di deformazione piane; in generale, fra i vari metodi sarà impiegato quello di Morgenstern- Price implementato all'interno di un programma di calcolo specifico per tale tipo di analisi (SLOPE/W, GEOSTUDIO 2007, versione 7.16, sviluppato dalla GEO-SLOPE International, Ltd).

In particolare, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente (D.M. 14.01.2008), le analisi saranno eseguite nei confronti di stati limite ultimi (SLU); per pendii e rilevati artificiali in condizioni statiche, si dovrà verificare che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

Le verifiche dovranno essere effettuate secondo l'Approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2) del D.M. 14.01.2008. Per il quale i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici dovranno essere fattorizzati secondo i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle:

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTI PARZIALI	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1,0
	Sfavorevole		1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	sfavorevole		1,3
Variabili	Favorevole	γ_{G3}	0,0
	Sfavorevole		1,3

Tabella 2-1: Coefficienti parziali per le azioni o l'effetto delle azioni

PARAMETRO	GRANDEZZA	COEFFICIENTI PARZIALI	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,25
Resistenza non drenate	c_{uk}	γ_{cu}	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,00

Tabella 2-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Il rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato, FS (indicato nelle NTC08 come R_2 , coefficiente parziale per la resistenza del sistema geotecnico) deve risultare ≥ 1.1 .

2.2 Analisi sismiche

Le analisi di stabilità sono state condotte in accordo al metodo pseudo-statico, che consiste nel sostituire alle reali azioni dinamiche indotte dal sisma in ogni elemento di volume di terreno una forza di inerzia costante (F) valutata come segue:

a) componente orizzontale: $F_H = W \cdot k_H$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

k_H = coefficiente sismico orizzontale.

b) componente verticale: $F_V = W \cdot k_V$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

k_V = coefficiente sismico verticale.

A loro volta I coefficienti sismici sono valutati con le espressioni seguenti:

$$k_H = \beta_s \cdot a_{\max}/g;$$

$$k_V = \pm 0.5 \cdot k_H;$$

ove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.24
(Tab.7.II.11 NTC 2008);

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima al sito;

g = accelerazione di gravità.

La scelta dei parametri sismici da impiegare per le analisi di stabilità è funzione di diversi elementi che comprendono la tipologia di suolo coinvolto, la topografia dell'area in cui vengono realizzate le opere, la tipologia e le caratteristiche delle opere, ecc.

2.2.1 Determinazione dei parametri sismici

Inquadramento geografico dell'area

L'impianto è ubicato nel territorio comunale di Taranto (TA). In particolare, l'area è situata in corrispondenza delle seguenti coordinate geografiche (si veda la Figura 2.2-1):

Latitudine N 40° 29'26.69'' - Longitudine E 17° 12'22.40''



Figura 2.2-1: Coordinate geografiche di riferimento dell'area di progetto (da Google Earth™).

Classificazione stratigrafica

Per quanto riguarda la scelta della categoria del suolo, la Normativa non prende specificamente in conto il caso in cui i materiali siano costituiti da rifiuti; per la caratterizzazione si è fatto riferimento a parametri di bibliografia in cui al rifiuto è stata attribuita la classe C alla luce dei potenti spessori > 30 m ed alle sue caratteristiche geotecniche assimilabili ai "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, con valori $180 \text{ m/s} \leq V_s \leq 360 \text{ m/s}$ (ovvero $15 \leq NSPT_{30} \leq 50$ ".

Definizione della pericolosità sismica

Come disposto dalle NTC08 l'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite per le opere in progetto va definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita quest'ultima in termini di

accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale. Al parametro a_g sono associati i due parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico nel sito:

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In tabella 1 allegata alle NTC08 sono forniti i valori dei suddetti parametri in una griglia di punti di coordinate geografiche prefissate: i valori per luoghi geografici situati in punti intermedi della griglia si ottengono per interpolazione lineare dei valori nei quattro nodi della griglia adiacenti (si veda lo schema in Figura 2.2-2, ottenuto con il software SPETTRI-NTC v. 1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

Seguendo il testo delle Norme Tecniche 2008 (capitolo 2 "Sicurezza e prestazioni attese"), deve essere definita (par. 2.4.1) la vita nominale V_N di uso della struttura, tenendo conto della classificazione di importanza per la struttura.

Assumendo che all'impianto di discarica sia assegnata una vita nominale $V_N \geq 100$ anni e una classe d'uso III (*Industrie con attività pericolose per l'ambiente*), si ottiene che il periodo di riferimento per il calcolo del tempo di ritorno da cui dipende l'azione sismica di progetto, è:

$$V_R = V_N * C_U$$

Per strutture in classe d'uso III, $C_U = 1.5$ e, di conseguenza:

$$V_R = 100 * 1.5 = 150 \text{ anni.}$$

Si ha quindi:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{V_R})$$

Da cui si ricava, per lo studio limite di progetto (SLV, punto 7.1 delle NTC08):

$$T_R = 1424 \text{ anni}$$

Il risultato dell'interpolazione per i parametri a_g , F_0 e T_c^* riferiti a un periodo di ritorno di 1424 anni sono i seguenti:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	90	0.047	2.431	0.334
SLD	151	0.059	2.510	0.343
SLV	1424	0.143	2.568	0.350
SLC	2475	0.172	2.589	0.351

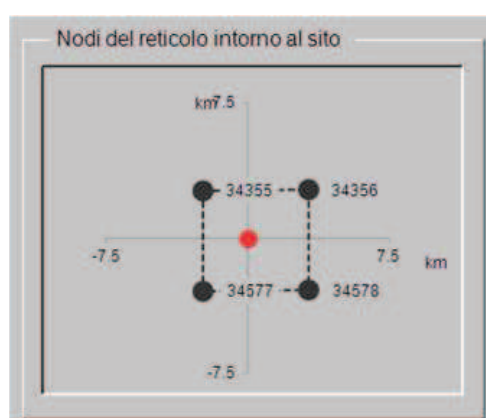
Tabella 2-3: Valori dei parametri a_g , F_o e T_c^* 

Figura 2.2-2: Punti di griglia adiacenti al luogo geografico in oggetto

Accelerazione massima attesa

In particolare l'accelerazione massima attesa al sito è calcolata come:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g = \mathbf{0.212g}$$

ove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica, pari a **1.48**, calcolato con l'ausilio del software Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2008 per il valori di a_g e F_o del sito e dell'opera in esame;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica, pari a **1.0**, per categoria topografica T1, "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Pertanto si è assunto:

$k_H = 0.05$;

$K_v = 0.025$.



3. STABILITÀ DELLA COPERTURA DEFINITIVA

3.1 Stabilità del pacchetto di copertura

3.1.1 Stratigrafia del pacchetto di copertura

Il pacchetto di copertura definitiva proposto è stato progettato in modo tale da garantire la stabilità dello stesso rispetto a fenomeni di scivolamento.

In particolare sulla sommità è prevista la seguente sequenza di materiali:

- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m;
- geotessile da 125 g/m², con funzione filtrante;
- strato di drenaggio dello spessore di almeno 50 cm;
- strato di argilla compattata ($k \leq 10^{-6}$ cm/s) avente lo spessore di 50 cm;
- geotessile da 300 g/m², con funzione di separazione.

Lo spessore complessivo della copertura è pertanto di 2,00 m.

La discarica è confinata dalla presenza di un diaframma plastico, quindi il pacchetto di copertura dovrà essere chiuso all'interno dello stesso.

Questo, in alcune zone, comporta una forte riduzione degli spazi con relativo aumento degli angoli degli starti di copertura.

Per ovviare alle possibili problematiche di instabilità delle scarpate, dovute alla presenza di strati con pendenze $\geq 45^\circ$ nella parte a N-NE- S-SO (vedi Figura 3.1-1) della discarica, verranno stabilizzate mediante la realizzazione di terre rinforzate.

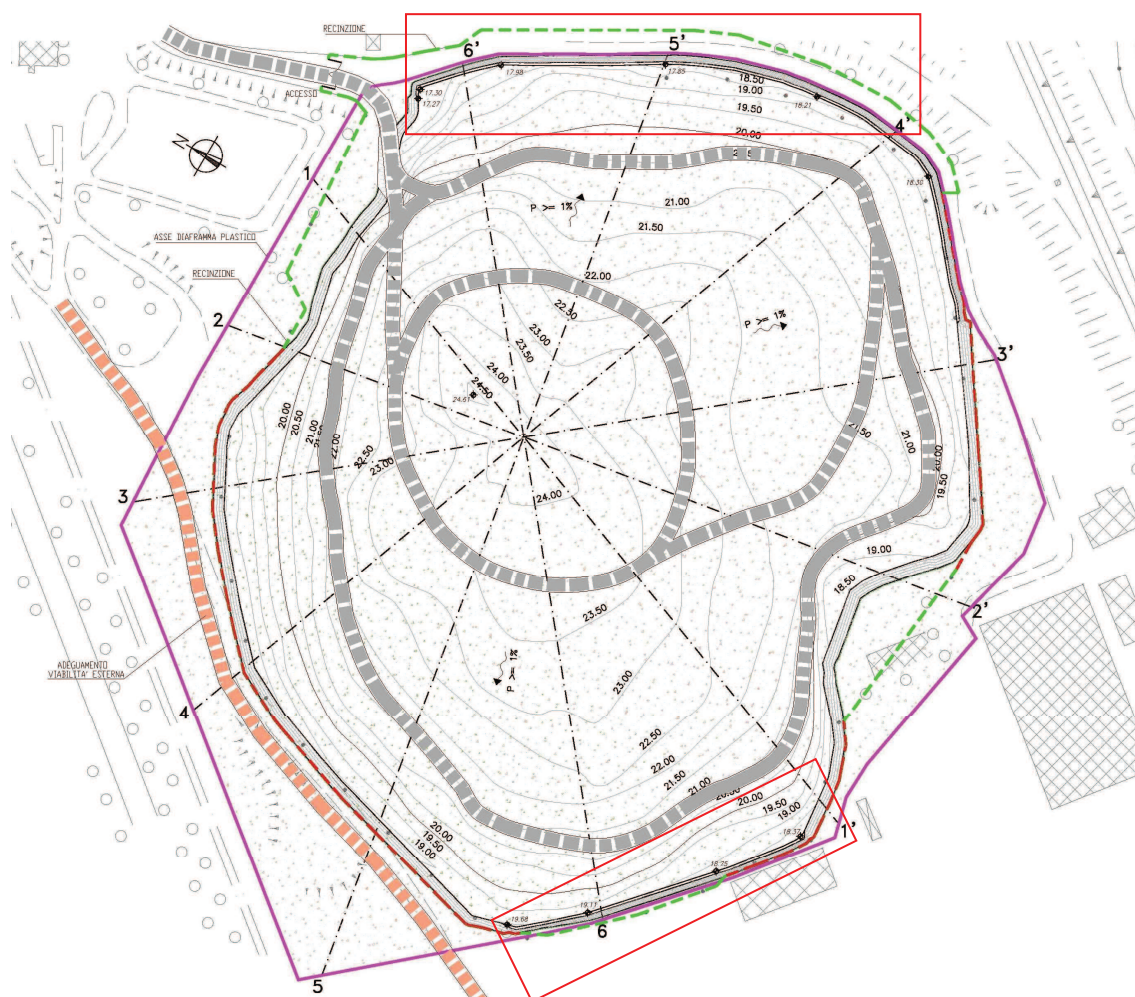


Figura 3.1-1: Area Capping con terre rinforzate.

3.1.2 Caratterizzazione del sistema di copertura

Per la caratterizzazione geotecnica del pacchetto di copertura si è ricorso all'attribuzione di valori equivalenti cautelativi dei valori caratteristici degli strati. Per la determinazione delle caratteristiche peggiori da un punto di vista meccanico si è fatto riferimento a dati di letteratura (Duplancic, 1987) e da back-analyses di casi reali in cui si sono manifestati fenomeni di instabilità [Mitchell & Mitchell (1991); Mitchell et al., (1990); Seed ed al., (1990)]; nella tabella successiva sono riportati i valori desunti con riferimento alla situazione di progetto.

	Condizioni drenate	Condizioni non drenate
Superficie di contatto	Angolo di attrito ϕ' (°)	Coesione c_u (t/m ²)
Argilla	27÷32	7÷11
Materiale drenante	32÷36	--
Terreno vegetale	26÷32	--

Tabella 3-1: Parametri geotecnici rappresentativi delle superfici di contatto costituenti la copertura

Parametri di progetto

Per il caso in oggetto sono stati assegnati valori caratteristici da attribuire ad ognuno degli strati del pacchetto di copertura, ovvero:

Substarto (Argilla naturale):

- peso di volume naturale $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 30^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ KPa}$

Rifiuti:

- peso di volume naturale $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$ (*)
- angolo di attrito $\phi' = 27^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ KPa}$

Argilla di copertura:

- peso di volume naturale $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 25^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ KPa}$

Materiale drenante:

- peso di volume naturale $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 35^\circ$

(*) Dato conservativo per l'analisi in esame.

- coesione $c' = 0 \text{ KPa}$

Terreno vegetale:

- peso di volume naturale $\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
- angolo di attrito $\phi' = 30^\circ$
- coesione $c' = 0 \text{ KPa}$

3.1.3 Impostazione analisi di stabilità statica e pseudo-statica

La verifica è stata eseguita con il metodo cosiddetto "dell'equilibrio limite", che consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come se fosse rigido, come precedentemente descritto nel paragrafo 2.

La sezione presa in considerazione per le analisi di stabilità è la 3 - 3' (vedi Figura 3.1-1) dove gli strati di chiusura del capping hanno un'inclinazione di circa 25° come si può vedere nella figura di seguito, Figura 3.1-2.

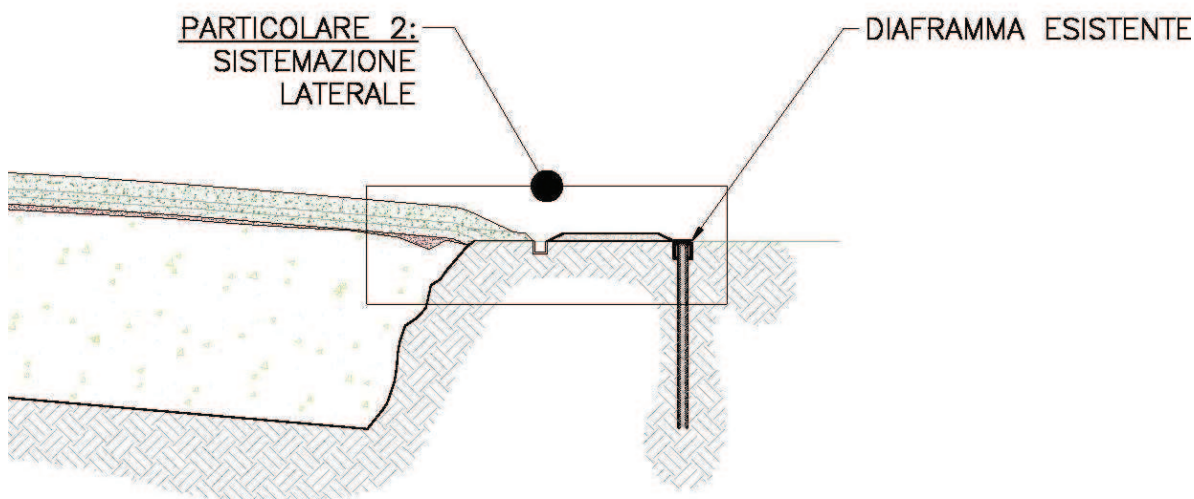


Figura 3.1-2: Particolare della sezione A-A' considerata per il calcolo delle stabilità

3.1.3.1 Abbattimento dei valori caratteristici

I valori "di progetto" dei parametri di resistenza al taglio dei materiali così come riportati negli elaborati di calcolo (si veda **Allegato A**) sono stati ottenuti a partire dai valori 'nominali' o 'caratteristici' degli stessi parametri, discussi nel precedente paragrafo 3.1.2, attraverso l'adozione dei seguenti coefficienti di sicurezza parziali (γ_m):

- angoli di resistenza al taglio dei terreni o angoli di attrito all'interfaccia (ϕ')
 $\tan(\phi^*) = \tan(\phi') / \gamma_{m,\phi}$;
- coesione drenata dei terreni o all'interfaccia:
 $c^* = c' / \gamma_{m,c}$;
- coesione non drenata dei terreni o all'interfaccia:
 $c_u^* = c_u / \gamma_{m,cu}$;

dove i coefficienti parziali assumono il valore riportato nella seguente tabella.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE	COEFFICIENTE	VALORE
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	$\gamma_{m,\phi}$	1,25
Coesione efficace	c'	$\gamma_{m,c}$	1,25
Resistenza non drenata	c_u	$\gamma_{m,cu}$	1,4

Tabella 3-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (estratto da tab. 6.2.II delle NTC 2008)

Parametri assegnati

MATERIALE	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Substarto (argilla compatta)	20	22.1	0
Rifiuti	25	29	0
Argilla	20	20.4	0
Materiale drenate	20	29	0
Terreno vegetale	20	24.6	0

Tabella 3-3: Parametri assegnati per il calcolo delle stabilità

3.1.4 Stabilità in condizioni statiche

La stabilità della copertura definitiva è stata analizzata con riferimento ad un possibile meccanismo di rottura per scorrimento degli strati di copertura lungo le interfacce.

In **Allegato A1** alla presente relazione sono riportati i risultati più significativi delle analisi di stabilità condotte.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori ottenuti nelle diverse condizioni analizzate con i riferimenti alle rispettive figure.

Analisi di stabilità	FATTORE DI SICUREZZA	Figura Allegato B1
Con superfici circolari	1.28	Figura 1
Con superfici imposte	2.04	Figura 2
Con superfici imposte	2.15	Figura 3

Tabella 3-4: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche

In base alle analisi effettuate, pertanto si conclude che la stabilità della copertura definitiva in progetto è soddisfatta con fattori di sicurezza superiori al minimo previsto dalla normativa.

3.1.5 Stabilità in condizioni pseudo-statiche

La stabilità della copertura definitiva è stata analizzata con riferimento ad un possibile meccanismo di rottura per scorrimento degli strati di copertura lungo le interfacce.

In **Allegato A2** alla presente relazione sono riportati i risultati delle analisi di stabilità condotte.

Nella seguente tabella sono riassunti i valori ottenuti nelle diverse condizioni analizzate con i riferimenti alle rispettive figure.

Analisi di stabilità	FATTORE DI SICUREZZA	Figura Allegato B2
Con superfici circolari	1.12	Figura 1a
Con superfici imposte	1.62	Figura 2a
Con superfici imposte	1.70	Figura 3a

Tabella 3-5: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni pseudo-statiche

In base alle analisi effettuate, pertanto si conclude che la stabilità dell'intero corpo discarica è soddisfatta con fattori di sicurezza superiori al minimo previsto dalla normativa.

3.2 Stabilità delle terre rinforzate

3.2.1 Composizione terre rinforzate

Date le difficoltà spaziali dovute alla poca distanza della discarica dalla recinzione, per le zone dove l'inclinazione delle scarpate di copertura lo richiede, verranno realizzati rilevati in terra rinforzata, così definiti:

- strato di terreno drenante con spessore ed altezza pari ad 1,00 m;
- strato di terreno vegetale, di spessore pari a 1,00 m.

Lo spessore complessivo sarà suddiviso in strati di spessore massimo 0.5 m separati da geogriglie.

Il paramento avrà altezza di ~ 2 m ed inclinazione di 45°.

Terreno vegetale

Il terreno vegetale che verrà utilizzato a completamento della copertura definitiva ed in grado di accogliere la vegetazione finale è dovrà avere i seguenti parametri caratteristici minimi:

- γ = 20 kN/m³ (peso di volume)
- ϕ' = 30° (angolo di attrito)

Materiale drenante

Il materiale drenante che verrà utilizzato a completamento della copertura definitiva ed in grado di accogliere la vegetazione finale è dovrà avere i seguenti parametri caratteristici minimi:

- γ = 20 kN/m³ (peso di volume)
- ϕ' = 35° (angolo di attrito)

Si precisa che sarà realizzato uno strato più superficiale di terreno di coltivo vero e proprio dello spessore di 0.5 m a partire dal paramento esterno, più idoneo ad ospitare il rinverdimento e tenuto in posto dalla biostuoia preseminata superficiale.

L'impiego di materiale granulare all'interno delle terre rinforzate avrà lo scopo di drenare le acque di infiltrazione allontanate quindi mediante tubazioni.

Per il calcolo delle stabilità delle terre rinforzate è stato utilizzato un angolo di attrito interno di $\varphi = 32^\circ$, che tiene conto della presenza dei due materiali.

Le verifiche del rilevato sono state eseguite tramite l'ausilio del programma di calcolo MAC.ST.A.R.S W, versione 3.0, realizzato dalle Officine Maccaferri S.p.A. e specifico per le terre rinforzate.

Poiché nelle NTC2008 non sono riportate precise indicazioni circa la progettazione di opere in terra rinforzata, sono state qui adottate le Norme Inglesi (BS8006:1995), come implementato nello stesso MAC.St.A.R.S W.

In particolare sono state eseguite le analisi di stabilità globale, le verifiche di stabilità interna e le verifiche allo scorrimento sia in condizioni statiche che pseudo- statiche.

Le analisi di stabilità, eseguite agli stati limite ultimi e per una vita utile dell'opera di 100 anni, hanno permesso di verificare che il sistema di rinforzi scelto, con le geometrie e i carichi di progetto, garantisca i valori i fattori di sicurezza minimi.

Anche le verifiche allo scorrimento hanno permesso di ottenere valori del coefficiente di sicurezza compatibili con i requisiti minimi di normativa.

In Allegato B1 ed B2 alla presente sono riportati i tabulati di calcolo, i cui risultati sono sintetizzati nella tabella seguente.

VERIFICA	FS STATICHE	FS PSEUDO-STATICHE
Analisi di stabilità globale	1.168	1.069
Analisi di stabilità interna	1.353	1.353
Analisi allo scorrimento	1.126	1.126

Tabella 3-6: Sintesi dei fattori di sicurezza minimi ottenuti per le terre rinforzate

Per la verifica della stabilità delle terre rinforzate sono state utilizzate geogriglie aventi le seguenti caratteristiche:

Carico di rottura Nominale [kN/m]: 50.00
 Rapporto di Scorrimento plastico: 0.00
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN]: 1.10e-04
 Rigidezza estensionale [kN/m]: 415.00
 Lunghezza minima di ancoraggio [m]: 0.15
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia): 1.72
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out: 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia): 1.55
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out: 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo): 1.55
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out: 1.00
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla): 1.55
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out: 1.00
 Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo: 0.16
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia: 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia: 0.90
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo: 0.70
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla: 0.40

4. CALCOLO DEI CEDIMENTI

Per poter determinare le possibili riduzioni di inclinazione della pendenza degli strati di copertura del capping è stato effettuato un calcolo dei cedimenti all'interno del corpo rifiuti esistenti dovuti alla posa della copertura definitiva.

Le valutazioni eseguite tengono conto della tipologia dei rifiuti smaltiti e delle loro caratteristiche.

A tal fine nella tabella Tabella 4-1 si riportano le tipologie di rifiuti e le relative quantità smaltite.

CODICE	NOME	QUANTITA' (ton)	%
010401	ghiaia e rocce triturate di scarto	14248.44	4.89
070699	rifiuti non specificati altrimenti	689.41	0.24
080104	pitture in polvere	30.82	0.01
080201	polveri di scarto di rivestimenti	151.20	0.05
100108	altri fanghi derivanti dal trattamento dei fumi	251.81	0.09
100110	catalizzatori esausti	2.65	0.00
100112	rivestimenti e refrattari inutilizzabili	15.80	0.01
100202	scorie non trasformate	49513.38	17.00
100203	rifiuti solidi derivanti dal trattamento dei fumi	98000.49	33.65
100204	fanghi derivanti dal trattamento dei fumi	49629.47	17.04
100205	altri fanghi	36968.71	12.69
100299	altri rifiuti non specificati altrimenti	13833.31	4.75
101306	altre polveri e particolato	5902.00	2.03
101307	fanghi derivanti dal trattamento fumi	849.84	0.29
101308	rivestimenti e refrattari inutilizzabili	40.00	0.01
110401	altri rifiuti inorganici contenenti metalli non specificati altrimenti	2534.22	0.87
120101	limatura scaglie e polveri di metalli ferrosi	942.92	0.32
120112	grassi e cere esauriti	101.44	0.03
120113	rifiuti di saldatura	6804.20	2.34
120201	polvere per sabbiatura esausta	300.91	0.10
120202	fanghi da rettifica, affilatura e lappatura	218.69	0.08
120299	rifiuti non specificati altrimenti	193.20	0.07
130502	fanghi di separazione olio/acqua	320.61	0.11
150201	assorbenti, materiali filtranti stracci, indumenti protettivi	1303.39	0.45
160103	pneumatici usati	485.40	0.17
160706	rifiuti della pulizia di serbatoi di stoccaggio contenenti oli	5034.95	1.73
170203	plastica	1435.60	0.49
190802	rifiuti di dissabbiamento (filtrazioni acque)	1462.75	0.50

Tabella 4-1: Tipologia dei rifiuti presenti in discarica

4.1 Cedimenti nel corpo rifiuti

Considerando che i rifiuti sono presenti in discarica da diversi anni, il cedimento per auto compattazione, che avviene generalmente entro i primi mesi dalla deposizione dello stesso, è già avvenuto, quindi non è stato tenuto in considerazione.

Non si considerano altresì cedimenti derivati da decomposizione organica dei rifiuti vista la natura degli stessi.

Quindi sono stati stimati i cedimenti di consolidazione primaria e secondaria, che sono descritti in dettaglio nei paragrafi successivi sia in sommità che al bordo (vedi Figura 4.1-1).

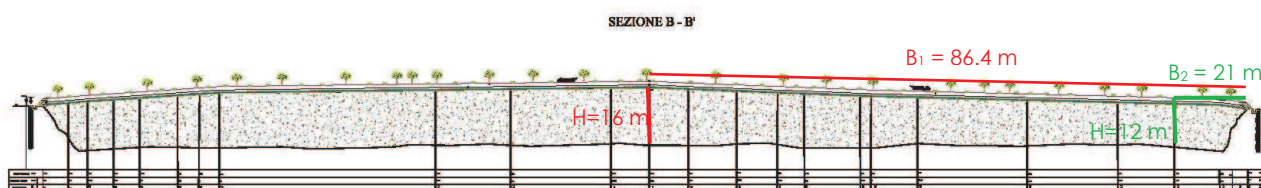


Figura 4.1-1: Sezione di riferimento B-B' con le verticali considerate.

4.1.1 Cedimenti di consolidazione primaria a breve termine

Il cedimento di consolidazione primaria è stato valutato con l'ausilio del codice di calcolo CEDF, sviluppato internamente allo Studio Geotecnico Italiano.

Il programma calcola il cedimento indotto da un carico superficiale (con area che può avere forma nastriforme, rettangolare o circolare) su un terreno di fondazione schematizzato come semispazio elastico-lineare, omogeneo ed isotropo.

Dopo aver calcolato l'incremento tensionale indotto dal carico alle varie profondità, il programma passa alla stima dei cedimenti, lasciando all'utente l'opportunità di scegliere fra diversi criteri per la stima.

In particolare, il calcolo del cedimento è stato effettuato con la formula:

$$\delta_P = \sum_{i=1}^n \frac{1}{E_i} \cdot [\Delta\sigma_{zi} - \nu \cdot (\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})] \cdot \Delta h_i$$

in cui:

δ_P = cedimento;

n = numero di suddivisione degli strati di terreno;

E_i = modulo di deformabilità medio della suddivisione i-esima di terreno;

Δh_i = altezza della suddivisione i-esima di terreno;

ν = coefficiente di Poisson;

$\Delta\sigma_{zi}$, $\Delta\sigma_{xi}$, σ_{yi} = incremento medio delle tensioni normali verticali ed orizzontali della suddivisione i-esima di terreno.

Il modulo di deformabilità del rifiuto è stato assegnato in funzione dello stato tensionale con legge di variazione:

$$E_i = E_0 + K \cdot z,$$

in cui:

E_0 = modulo di deformabilità in corrispondenza del piano di posa dell'impermeabilizzazione della discarica,

z = profondità dal piano di posa dell'impermeabilizzazione di fondo della discarica; ponendo:

$E_0 = 2 \text{ MPa}$, per il rifiuto

La schematizzazione simula pertanto il cedimento dei rifiuti in seguito alla posa della copertura definitiva, che viene simulato mediante l'applicazione di un carico che, su ogni punto, è pari a:

$$q = \gamma_R \cdot H,$$

con

γ_R = peso della copertura

H = altezza della copertura

Nel caso specifico il carico applicato per il calcolo dei cedimenti primari è:

$$q = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 2 \text{ m} = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_P = 12 \text{ cm (H}_{\text{RIFIUTI}} = 16 \text{ m)}$$

$$\delta_P = 11 \text{ cm (H}_{\text{RIFIUTI}} = 12 \text{ m)}$$

4.1.2 Cedimenti a lungo termine

I cedimenti a lungo termine, rappresentano una quota parte importante del cedimento complessivo del corpo rifiuti, e proseguono per molti anni successivamente alla fine della costruzione della discarica.

La stima previsionale della distribuzione spazio-temporale dei cedimenti di un corpo rifiuti è un'operazione estremamente articolata a causa sia dell'eterogeneità dei materiali presenti che delle continue variazioni delle proprietà e delle caratteristiche dei materiali stessi nel tempo.

Il rifiuto, come noto, è un mezzo multifase caratterizzato da una fase solida, una fase liquida, costituita dal percolato, e da una fase gassosa (non nel nostro caso data la natura dei rifiuti), costituita dal biogas.

I meccanismi deformativi di lungo termine risultano essere influenzati sia dall'altezza del cumulo dei rifiuti che dalle condizioni ambientali che si vengono a creare durante e dopo la coltivazione (composizione dei rifiuti, condizioni meteorologiche, livello del percolato, ecc..).

Un ultimo aspetto da evidenziare sul tema della deformazione degli ammassi di rifiuti riguarda la disomogenea distribuzione spaziale dei cedimenti attribuibile, in generale, all'inevitabile disuniformità di caratteristiche dei rifiuti.

Data la complessità nel rappresentare con formulazioni matematiche il problema, ad oggi non esistono modelli e codici di calcolo in grado di fornire risultati attendibili (Napoleoni, 2004). Tuttavia, sono disponibili in letteratura (Park et al., 2002) alcune relazioni empiriche basate su analisi dei dati provenienti da osservazioni sperimentali in discariche o in provini di grande scala in laboratorio. L'approccio proposto da Sowers (1973) per la stima di tali cedimenti fa riferimento ai modelli di calcolo utilizzati per la stima dei cedimenti secondari nei terreni naturali.

L'espressione utilizzata è riportata di seguito.

$$\delta_p = C_{\alpha 1} \cdot \log \left[\frac{t_2}{t_1} \right] \cdot H_i + C_{\alpha 2} \cdot \log \left[\frac{t_3}{t_2} \right] \cdot H_i \quad (1.)$$

in cui:

δ_p : cedimento;

H_i : altezza dello strato di rifiuto;

C_a : coefficiente di deformazione secondaria di prima o di seconda fase;

t_3 , t_2 e t_1 : fasi temporali in cui si verificano i fenomeni deformativi.

In particolare sono stati considerati i cedimenti differenziati nel tempo, considerando di avere:

$t_1 = 1$ anno, $t_2 = 10$ anni e $t_3 = 100$ anni

si sono stimati in base alle caratteristiche dei rifiuti smaltiti i seguenti coefficienti di deformazione:

$C_{a1} = 0.015$ e $C_{a2} = 0.005$

$$\delta_{H16} = 0.015 \cdot \log\left[\frac{10}{1}\right] \cdot 1600 + 0.005 \cdot \log\left[\frac{100}{10}\right] \cdot 1600$$

$$\delta_{H12} = 0.015 \cdot \log\left[\frac{10}{1}\right] \cdot 1200 + 0.005 \cdot \log\left[\frac{100}{10}\right] \cdot 1200$$

quindi i cedimenti a lungo termine sono:

$H = 16$ m

$\delta_P = 32$ cm

$H = 12$ m

$\delta_P = 24$ cm

4.2 Riepilogo dei cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato effettuato, come detto, con la finalità di verificare che il sovraccarico indotto dalla posa della copertura definitiva sui rifiuti, non provochi cedimenti nel corpo rifiuti tali da compromettere la funzionalità del drenaggio superficiale delle acque meteoriche posto proprio sulla superficie finale della discarica.

Le valutazioni sono state svolte con riferimento ad una sezione rappresentativa riportata nella successiva (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), sulla base

di questa sezione si è quindi proceduto al calcolo del cedimento in corrispondenza della verticale H16 ed H12.

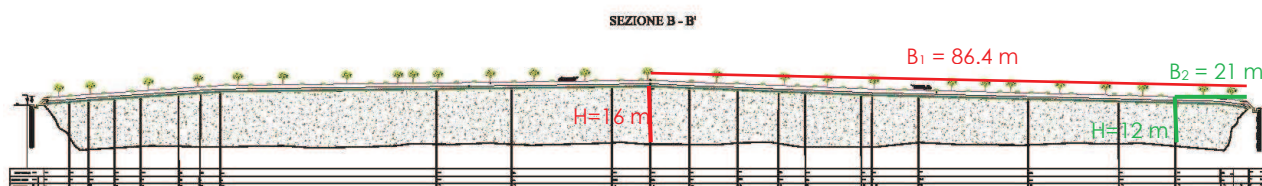


Figura 4.2-1: Sezione di riferimento B-B' con le verticali considerate.

Nella stessa figura sono quotate le distanze misurate tra la verticale H16 ed H12, che rappresentano le due verticali considerate.

I tabulati di calcolo del cedimento di consolidazione primaria, valutato con l'ausilio del codice di calcolo CEDF, sviluppato internamente allo Studio Geotecnico Italiano, sono riportati in **Allegato C** alla presente relazione.

Dalla somma dei cedimenti primari a breve termine ed i secondari a lungo termine si ottengono i cedimenti totali a cui è sottoposto il corpo rifiuti che riassumendo è:

Verticale H16

$$\delta_{\text{tot}} = \delta_{\text{primario}} + \delta_{\text{secondario}}$$

cioè

$$12 \text{ cm} + 32 \text{ cm} = 44 \text{ cm}$$

Verticale H12

$$\delta_{\text{tot}} = \delta_{\text{primario}} + \delta_{\text{secondario}}$$

cioè

$$11 \text{ cm} + 24 \text{ cm} = 35 \text{ cm}$$

Ne consegue che la riduzione della pendenza risulta essere:

$$\Delta i = \frac{\Delta H}{L} = \frac{\delta_{TOT16} - \delta_{TOT12}}{L} = \frac{0.09}{131} = 0.0007 \text{ m} = 0.07 \%$$

Quindi la pendenza iniziale del 1% la lungo termine si potrà ridurre di 0.07% ritenuto trascurabile tenuto in considerazione che in fase progettuale le quote sommitali sono state incrementate adeguatamente.



5. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AUGELLO, A.J., MATASOVIC, N., BRAY, J.D., KAVAZANJIAN, E. and SEED, R.B. (1995), *Evaluation of Solid Waste Landfill Performance During the Northridge Earthquake*. ASCE Geotechnical Special Publication N.54: Earthquake design and performance of solid waste landfills. Proceedings ASCE Annual Convention. San Diego, USA.



- BRAY, J.D., AUGELLO, A.J., LEONARDS, G.A., REPETTO, P.C. AND BYRNE, R.J. (1993), *Seismic Stability Procedure for Solid Waste Landfills*. ASCE Journal of Geotechnical Engineering. Vol. 121 N. 2.
- COWLAND, J.W., TANG, K.Y. e GABAY, J. (1993), *Density and Strenght Properties of Hong Kong Refuse*. Proc. 4th International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, pp. 1433-1446.
- DEL GRECO, O. e OGGERI, C. (1993), *Geotechnical Parameters of Sanitary Wastes*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. II pp. 1434-1446.
- DIXON, N. e JONES, D.R.V. (2004), *Engineering Properties of Municipal Solid Waste*. Geotextiles and Geomembranes, Vol. 23, June 2005, pp. 205-233.
- DIXON, N., ZHANG, B. e EL-HAMALAWI, A. (2005), *Constitutive Modelling of MSW*. Proc. 10th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 2005, 3-7 Ottobre.
- EDIL, T.B., RANGUETTE, V.J. e WUELLNER, W.W. (1990), *Settlement of Municipal Refuse*. Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Philadelphia, 225-239.
- FASSETT, J., LEONARDS, G.A. e REPETTO, P.C. (1994), *Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste and Their Use in Landfill Design*. Proc. Waste Tech '94, Solid Waste Association of North America, Silver Springs, Maryland, pp. 1-31.
- FRATALOCCHI, E., PASQUALINI, E., PATACCHINI, C., STELLA, M. e VEGGI, S. (2003), *Stabilità delle discariche controllate per rifiuti solidi urbani*. Conferenze di Geotecnica di Torino, XIX ciclo.
- GOLDER ASSOCIATES (1993), Unpublished internal report.
- GRISOLIA, M., NAPOLEONI, Q. and TANCREDI, G. (1995), *The use of triaxial tests for characterization of MSW*. Proc. 5th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 1995, II, 761-768.



- JESSBERGER, H.L. and KOCKEL, R. (1991), *Mechanical Properties of Waste Materials*. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
- JESSBERGER, H.L. and KOCKEL, R. (1993), *Determination and Assessment of the Mechanical Properties of Waste Materials*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, CISA. 167-177.
- JESSBERGER, H.L. (1994), *Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction, Part. 2: Materials Parameters and Test Methods*. Institution of Civil Engineers Geotechnical Engineering Journal, 107, 105-113.
- JONES, D.R.V., TAYLOR, D.P. e DIXON, N. (1997), *Shear Strength of Waste and Its Use in Landfill Stability Analysis*. Proceedings Geonvironmental Engineering Conference, Yong, R.N., Thomas, H.R. (Eds.), Thomas Telford, 343-350.
- KAVAZANJIAN, E. JR., MATASOVIC, N., BONAPARTE, R. e SCHMERTMANN, G.R. (1995), *Evaluation of MSW Properties for Seismic Analysis*. Geonvironment 2000, ASCE Geotechnical Special Publication #46, V. 2, pp. 126-141.
- KAVAZANJIAN, E. JR. (2001) *Mechanical Properties of Municipal Solid Waste*. Keynote Lecture, Proc. 8th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 415-424
- KAVAZANJIAN, E. JR. (2006), *Waste mechanics. Recent Findings and Unanswered Question*. Keynote Lecture, Proc. Geoshanghai International Conference, Shanghai, China, June 6-8, 2006.
- KOLSH, F. (1995), *Material Values for Some Mechanical Properties of Domestic Waste*. Proc. 5th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. 2, pp. 20.
- LANDVA, A.O. e CLARK, J.I. (1986), *Geotechnical Testing of Waste Fill*. Proceedings of Canadian Geotechnical Conference, Ottawa, Ontario, pp. 371-385.
- LANDVA, A.O. e CLARK, J.I. (1990), *Geotechnics of Waste Fills – Theory and Practice*. A Landva and G.D. Knowles, eds, ASTM STP 1070, Philadelphia, Pa, USA, pp. 86-105.



- LINGH, H.I., LESHCHINSKY, D., MOHRI, Y. e KAWABATA, I. (1998), *Estimation of Municipal Solid Waste Landfill Settlement*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(1), 21-28.
- MACHADO, S.L., CARVALHO, M.F. e VILAR, O.M., (2002), *Constitutive Model for Municipal Solid Waste*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, vol. 128(11), pp. 940-951.
- MANASSERO, M., e PASQUALINI, E. (1993), *Design and Construction of Barricalla Hazardous Waste Landfill*. Geotechnical News, BiTech Publishers, Richmond, B.C., 11(4).
- MANASSERO, M., PASQUALINI, E. e VEGGI, S. (1994), *Stability of Compacted Clay Liners at Landfill Sidewalls*. Proc. XIII ICSMFE, New Delhi, India, 1994, pp. 1587-1590.
- MANASSERO, M., VAN IMPE, W.F. e BOUAZZA, A. (1996), *Waste disposal and containment*. State of the Art Report, Proc. 2nd ICEG, Osaka, A.A. Balkema, Rotterdam.
- MARTIN, R.B., KOERNER, R.M. e WHITTY, J.E. (1984), *Experimental Friction Evaluation of Slippage Between Geomembranes, Geotextiles and Soils*. Proc. of the International Conference on Geomembranes, Denver, Colorado, June 20-23, 1984, pp. 191-196.
- MATASOVIC, N. (1991), *Selection of Method for Seismic Slope Stability Analysis*. Proc. Second International Conference on Advances in Geotechnical Earthquake Engineering in Soil Dynamics, March 11-15, St. Louis, Missouri, Paper No. 7.20.
- MESRI, G., e ABDEL-GHAFFAR, M.E.M. (1993), *Cohesion Intercept in Effective Stress-Stability Analysis*. Journal of Geotechnical Engineering, 119(8), pp. 1229-1249.
- MITCHELL, J.K., e MITCHELL, R.A. (1991), *Stability of Landfills*. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
- ORR, W.R. and FINCH, M.O. (1990), *Solid waste landfill performance during the Loma Prieta earthquake*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.

- OWEIS, I.S. e KHERA, R. (1990), *Geotechnology of Waste Management*. Butterworths, Boston.
- PASQUALINI, E., ROCCATO, M. e SANI, D. (1993), *Shear Resistance at the Interfaces of Composite Liners*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
- SANCHEZ-ALCITURRI, J.M., PALMA, J., SAGASETA, C. e CANIZAL, J. (1993), *Mechanical Properties of Wastes in a Sanitary Landfill*. Proc. International Conference Green '93, Bolton University, Bolton, A.A. Balkema, Rotterdam.
- SIEGEL, R.A., ROBERTSON, R.J. and ANDERSON, D.G. (1990), *Slope stability investigations at a landfill in Southern California*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
- SINGH, S. AND MURPHY, B.J. (1990), *Evaluation of the stability of sanitary landfills*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
- SOWERS, G.F. (1973), *Settlement of Waste Disposal Fills*. VIII Proc. Int. Conf. on Soil Mechanics and Found. Eng. Moscow, Vol. 2, pp. 207-212.
- VAN IMPE, W.F. and VAN IMPE, P. (1999), *Mechanical properties of MSW and considerations on consolidation of dredged material*. Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino XVII ciclo, "Controllo e gestione degli inquinanti nel sottosuolo", 23-24-25 Novembre.
- VEGGI, S. (1994), *Progettazione geotecnica di una discarica*. Atti "Caratterizzazione dei terreni e delle rocce per la realizzazione di infrastrutture: teorie, tecnologie ed esempi". Firenze. Ordine dei Geologi della Toscana.
- VEGGI, S. (2005), *Progettazione e costruzione delle discariche controllate*. Atti del convegno "Discariche controllate: il quadro normativo, ricadute tecnico economiche sulla costruzione e gestione". S. Giovanni Valdarno, 26 ottobre 2005.
- YEN, B.C. e SCANLON, B. (1975), *Sanitary Landfill Settlement Rates*. Journal of Geotechnical Engineering, Div. Am. Soc. Civ. Eng., 105(5), 475-487.



- ZEKOS, D.P., BRAY, J.D., KAVAZANJIAN, E. JR., MATASOVIC, N., RATHJE, E., RIEMER, M. e STOCKOE II, K.H. (2005), *Framework for the Estimation of MSW Unit Weight Profile*. Proc. 10th International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 3-7 October 2005.



Allegati





Allegato A: Analisi di stabilità della copertura definitiva



Allegato A1: Analisi di stabilità Statica



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

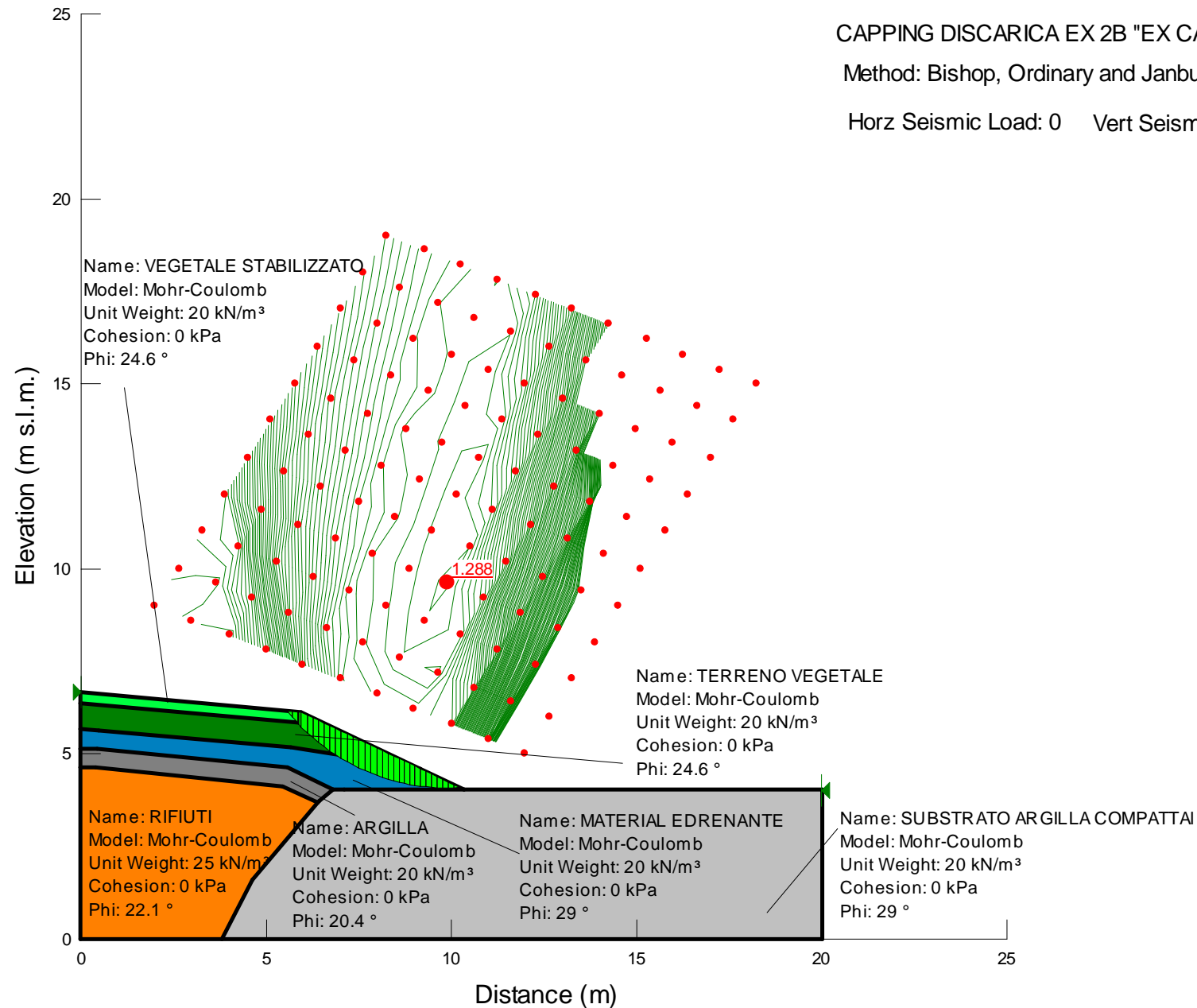


Figura 1: Analisi di stabilità , con superfici circolari in condizioni statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.

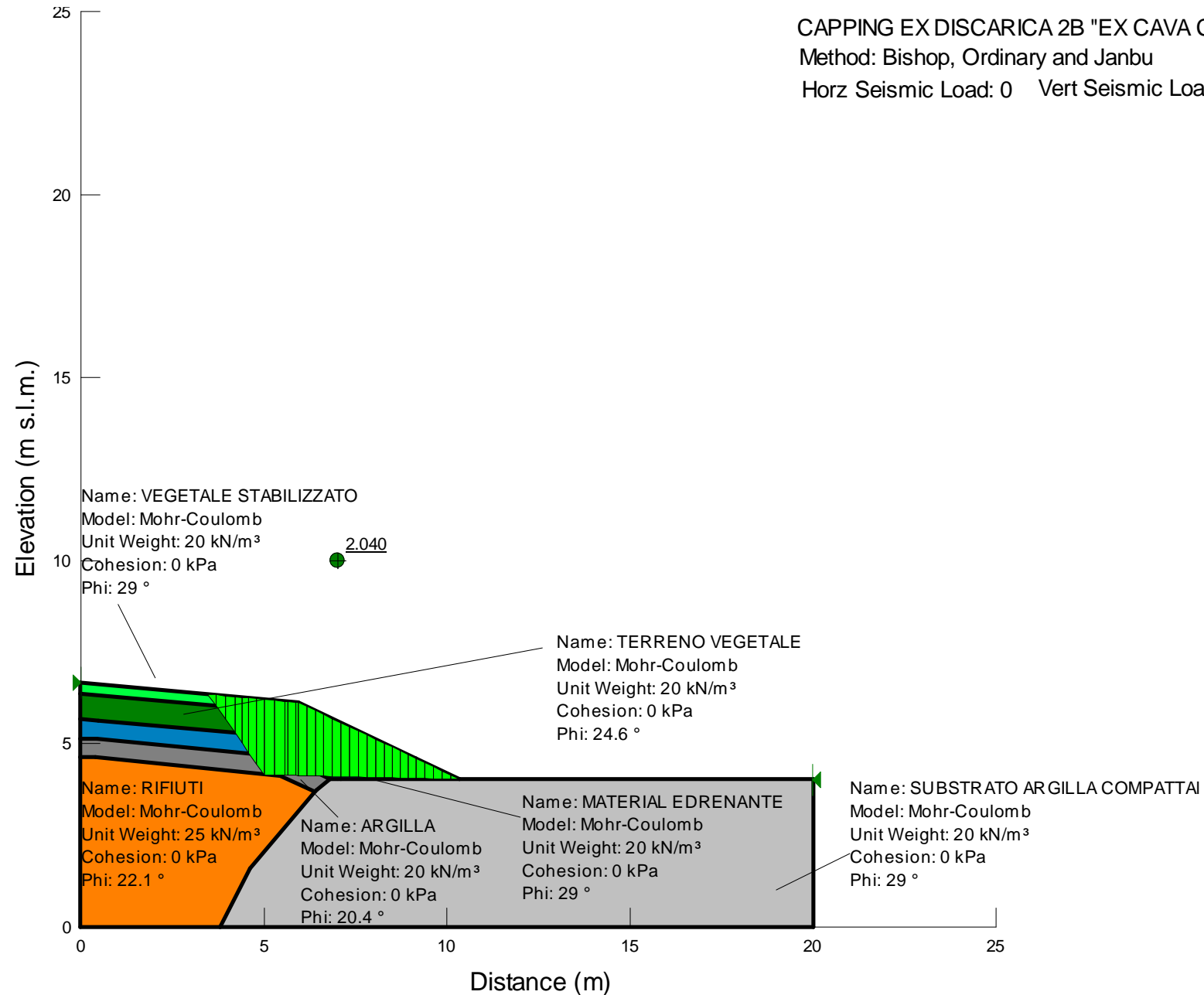


Figura 2: Analisi di stabilità , con superfici imposte in condizioni statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.

CAPPING EX DISCARICA 2B "EX CAVA CEMENTIR

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Horz Seismic Load: 0 Vert Seismic Load: 0

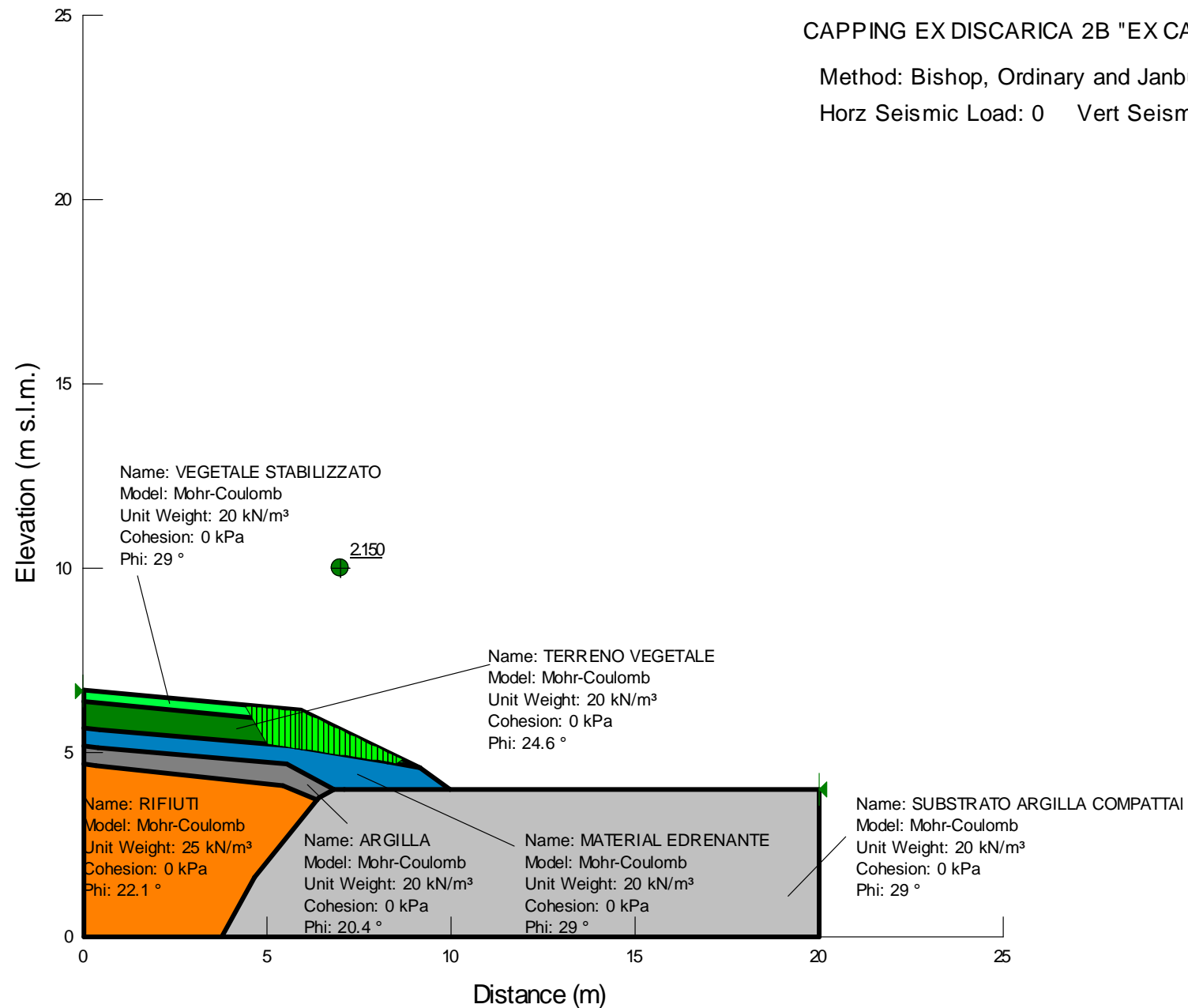


Figura 3: Analisi di stabilità , con superfici imposte in condizioni statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.



Allegato A2: Analisi di stabilità Pseudo-Statica



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

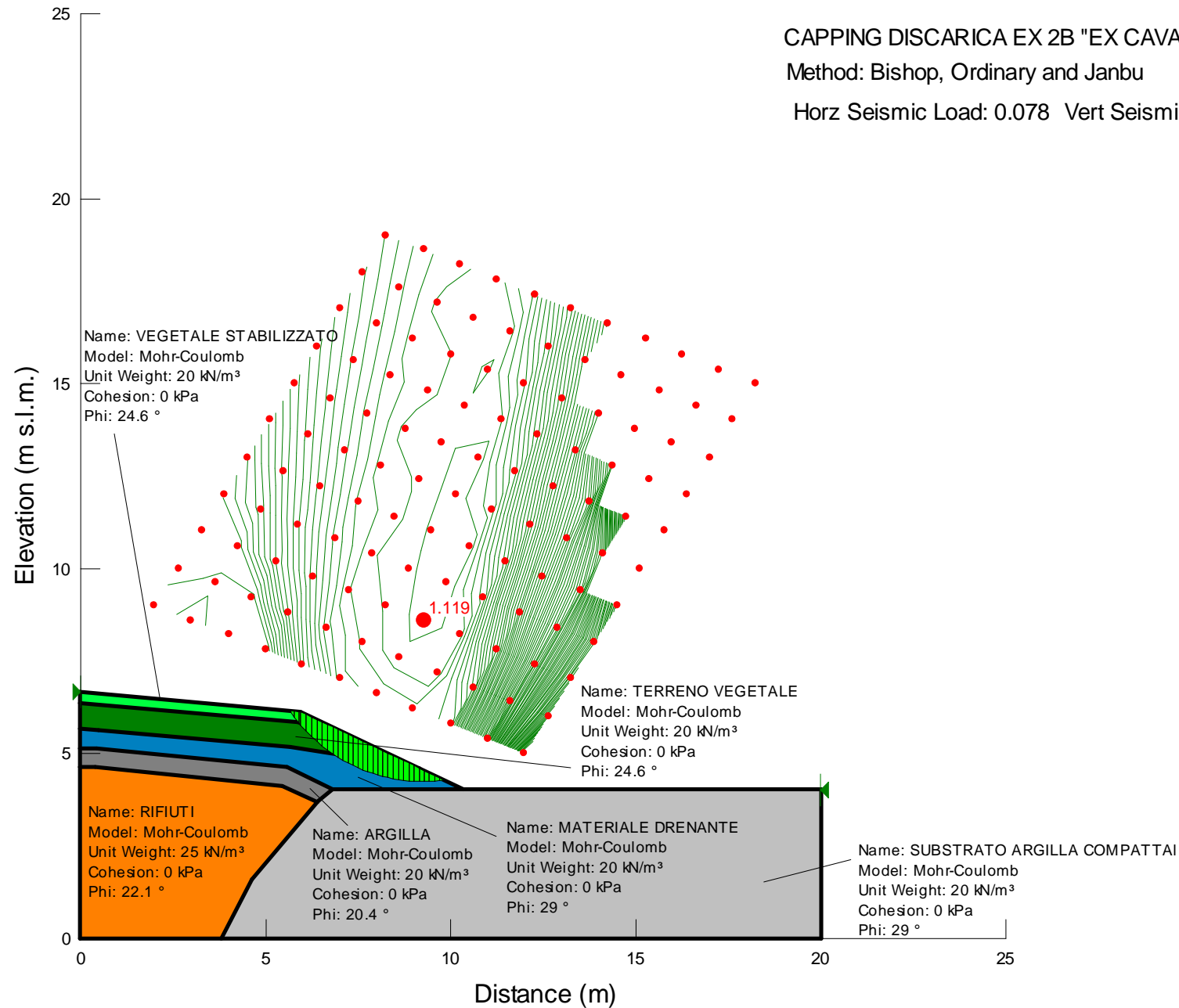


Figura 1a: Analisi di stabilità , con superfici circolari in condizioni pseudo-statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.

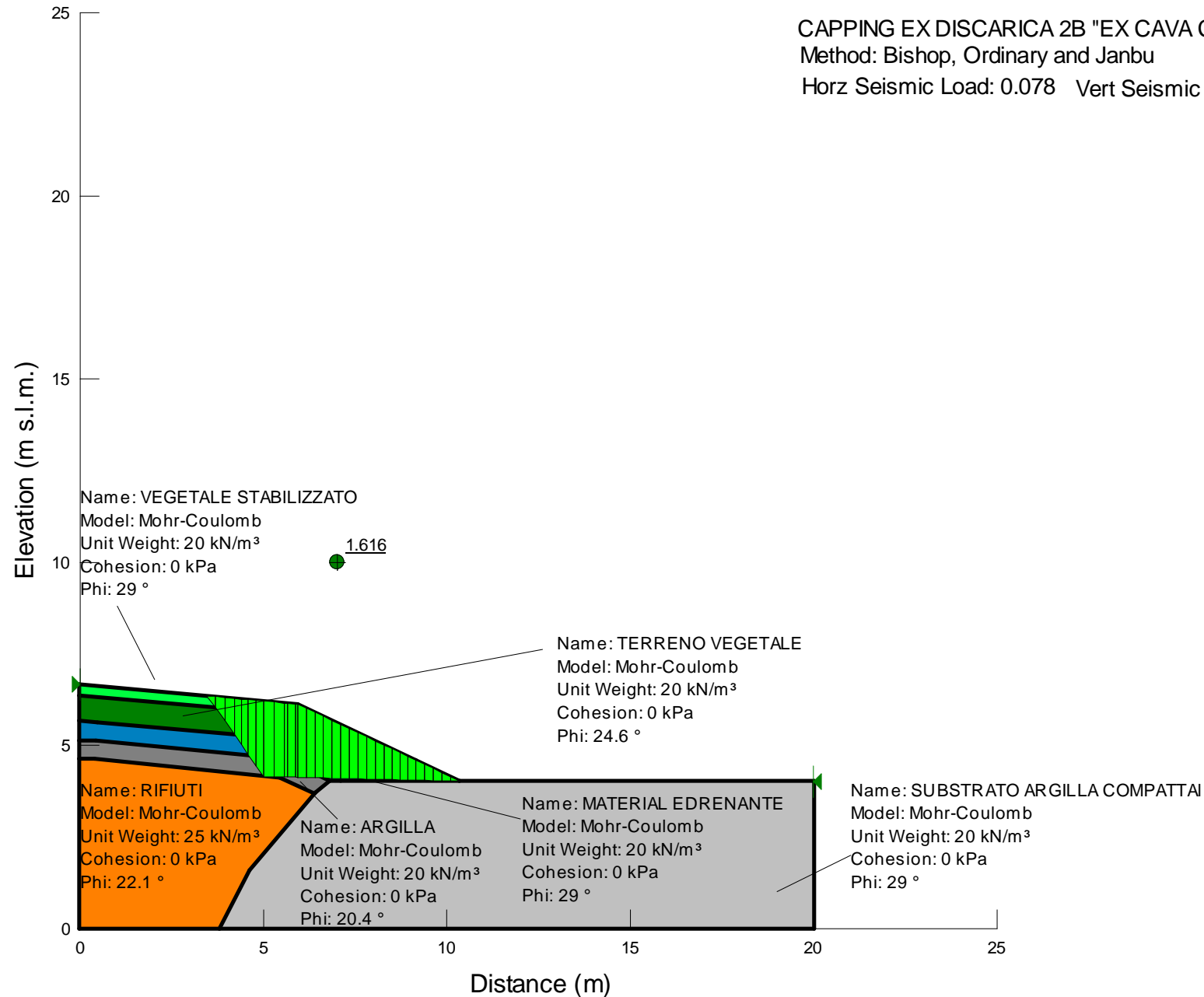


Figura 2a: Analisi di stabilità , con superfici imposte in condizioni pseudo- statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.

CAPPING EX DISCARICA 2B "EX CAVA CEMENTIR

Method: Bishop, Ordinary and Janbu

Horz Seismic Load: 0.078

Vert Seismic Load: 0.039

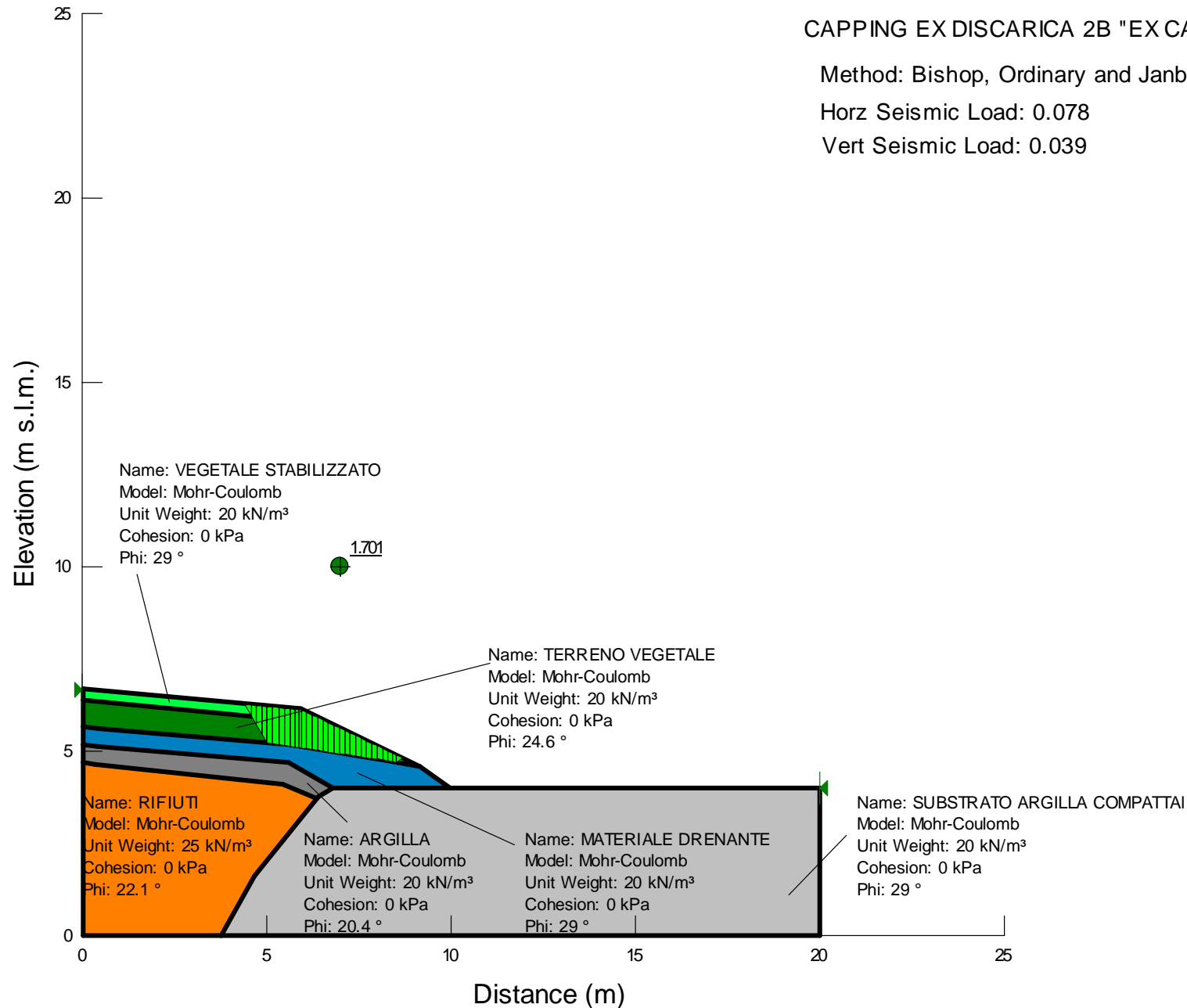


Figura 3a: Analisi di stabilità , con superfici imposte in condizioni pseudo- statiche, della copertura definitiva della discarica EX 2B "EX CAVA CEMENTIR" nel comune di Taranto.



Allegato B: Analisi di stabilità delle terre rinforzate



Allegato B1: Analisi di stabilità Statica



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"

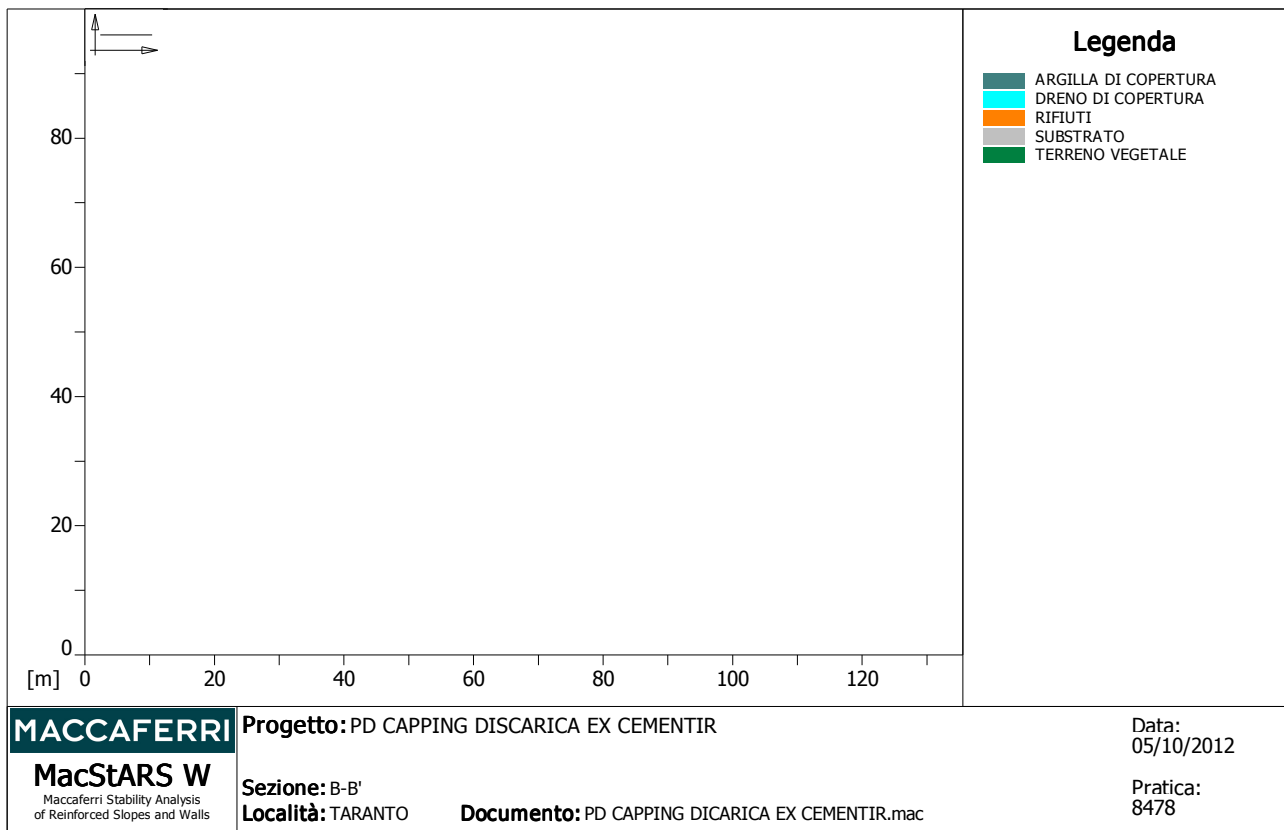
Sezione: B-B'

Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' GLOBALE-STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**Terreno : ARGILLA DI COPERTURA** Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21
 Inclinazione paramento.....[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse.....[m].....= 0.50
 Risvolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

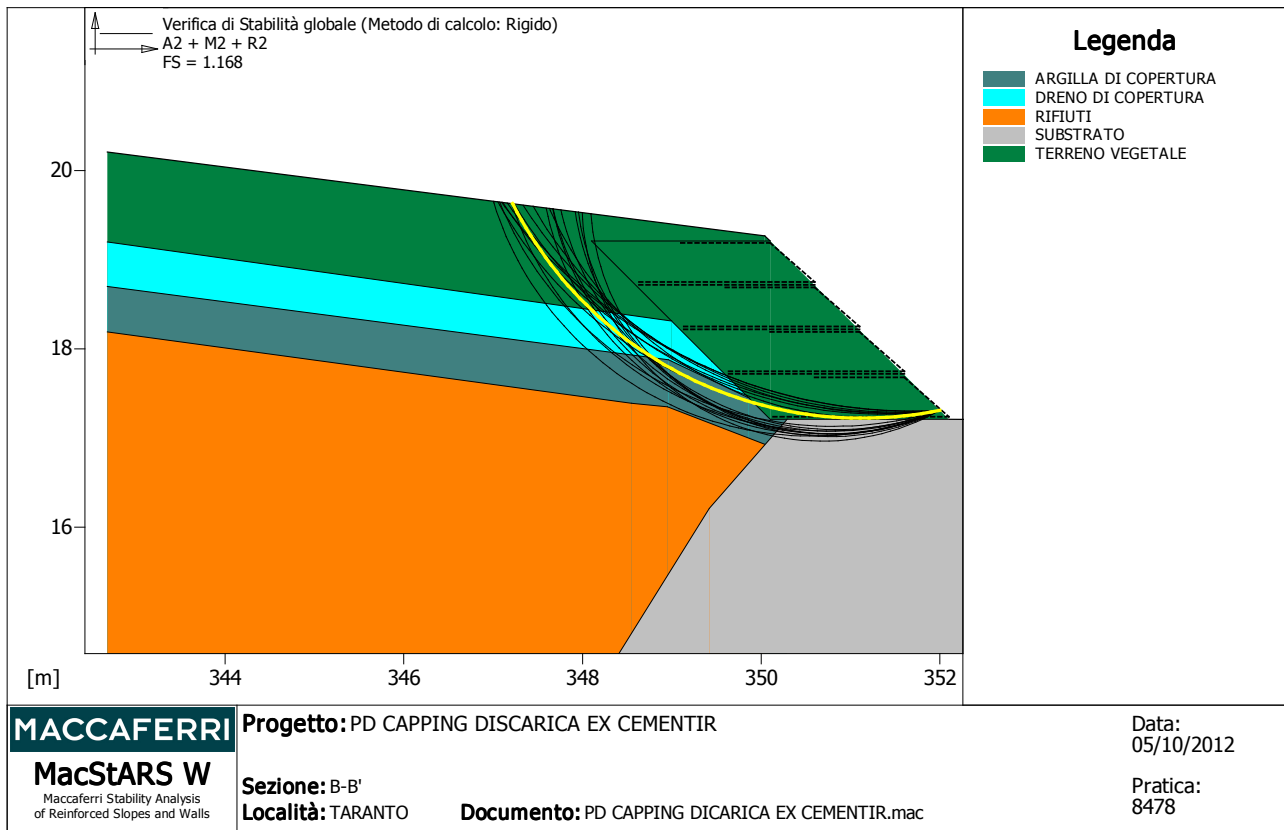
Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.168

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
350.00	352.00	347.00	349.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		1	
Numero totale superfici di prova.....:		101	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.10	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"

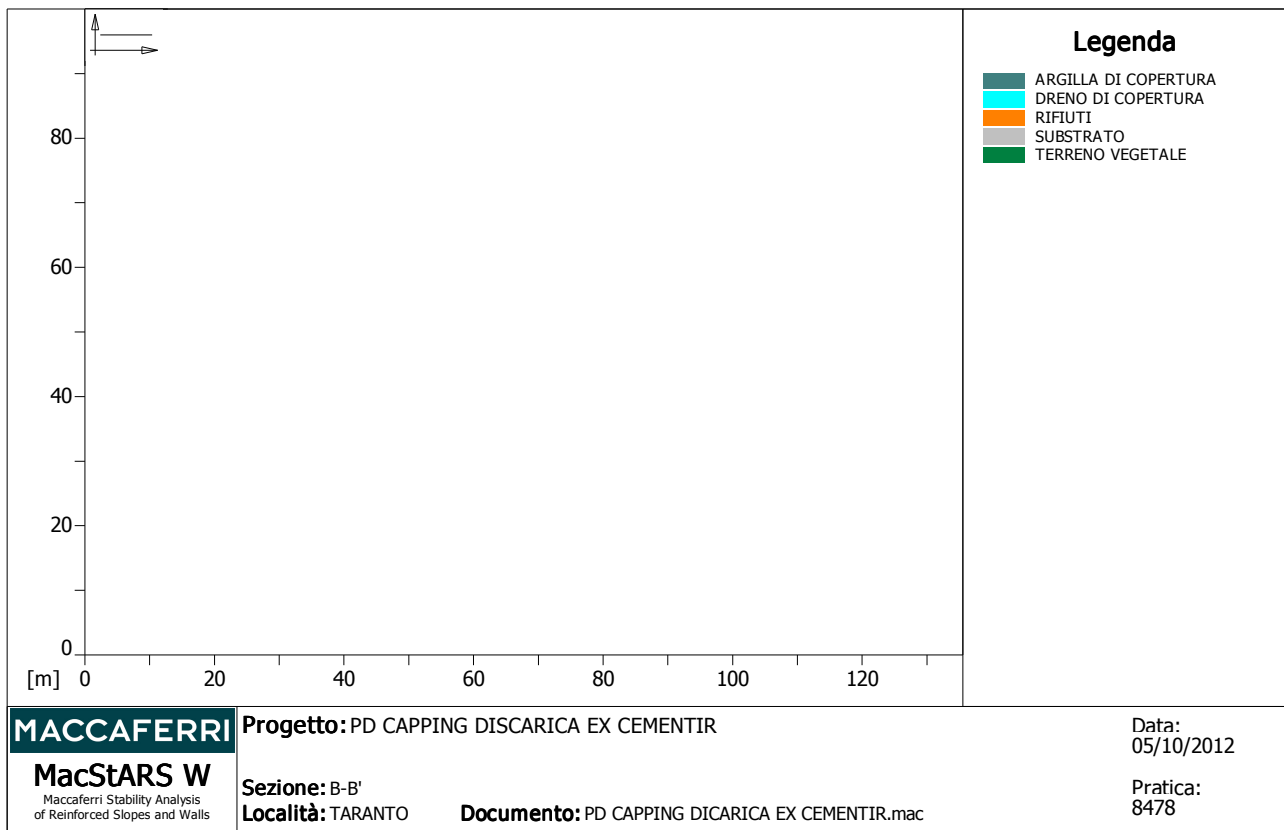
Sezione: B-B'

Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' INTERNA-STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**Terreno : ARGILLA DI COPERTURA** Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21
 Inclinazione paramento.....[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse.....[m].....= 0.50
 Risvolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

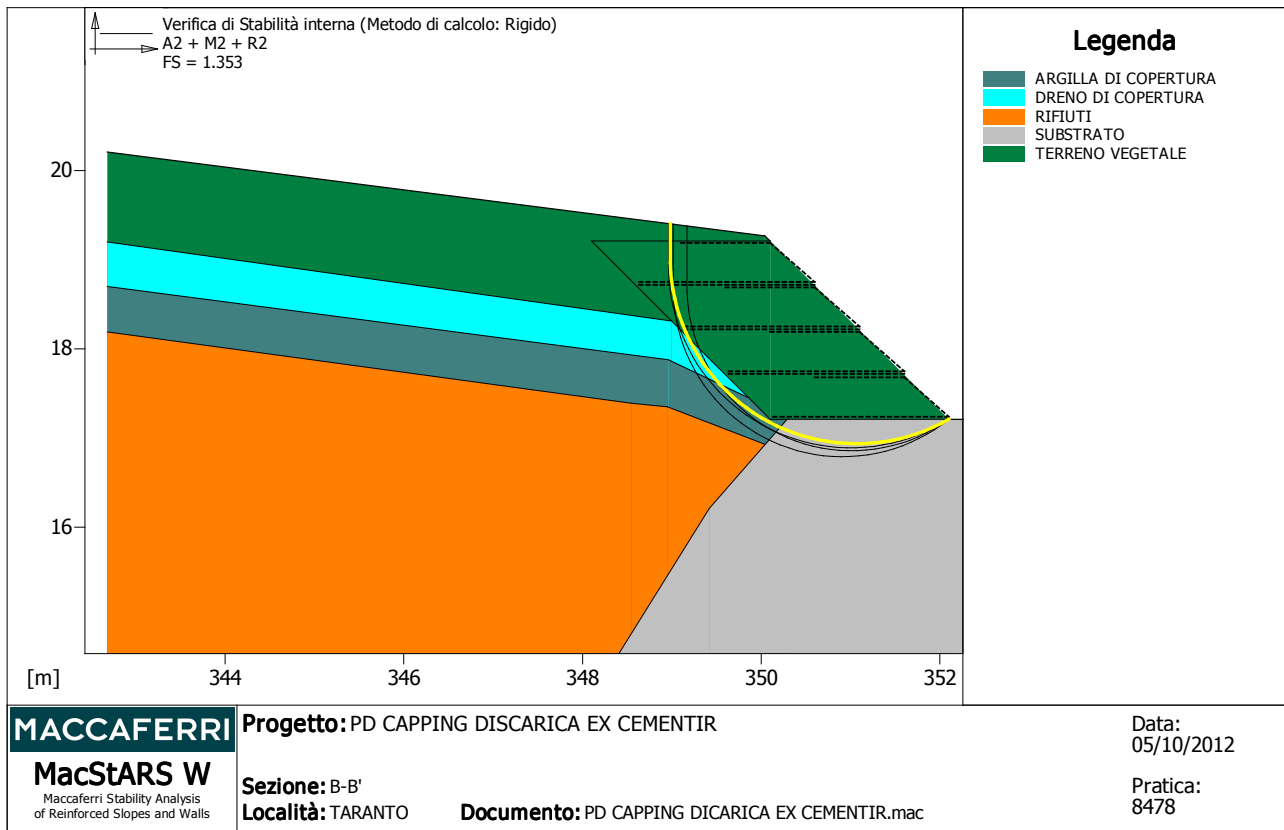
Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.353

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco

Segmento di arrivo, ascisse [m]

TR

Primo punto

Secondo punto

351.50

349.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 500

Lunghezza segmenti delle superfici.....[m]: 0.10

Angolo limite orario.....[°]: 0.00

Angolo limite antiorario.....[°]: 0.00

Blocco : TR
 Linear Composites - ParaGrid - 50
 Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.50	0.084
1.50	0.084

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"

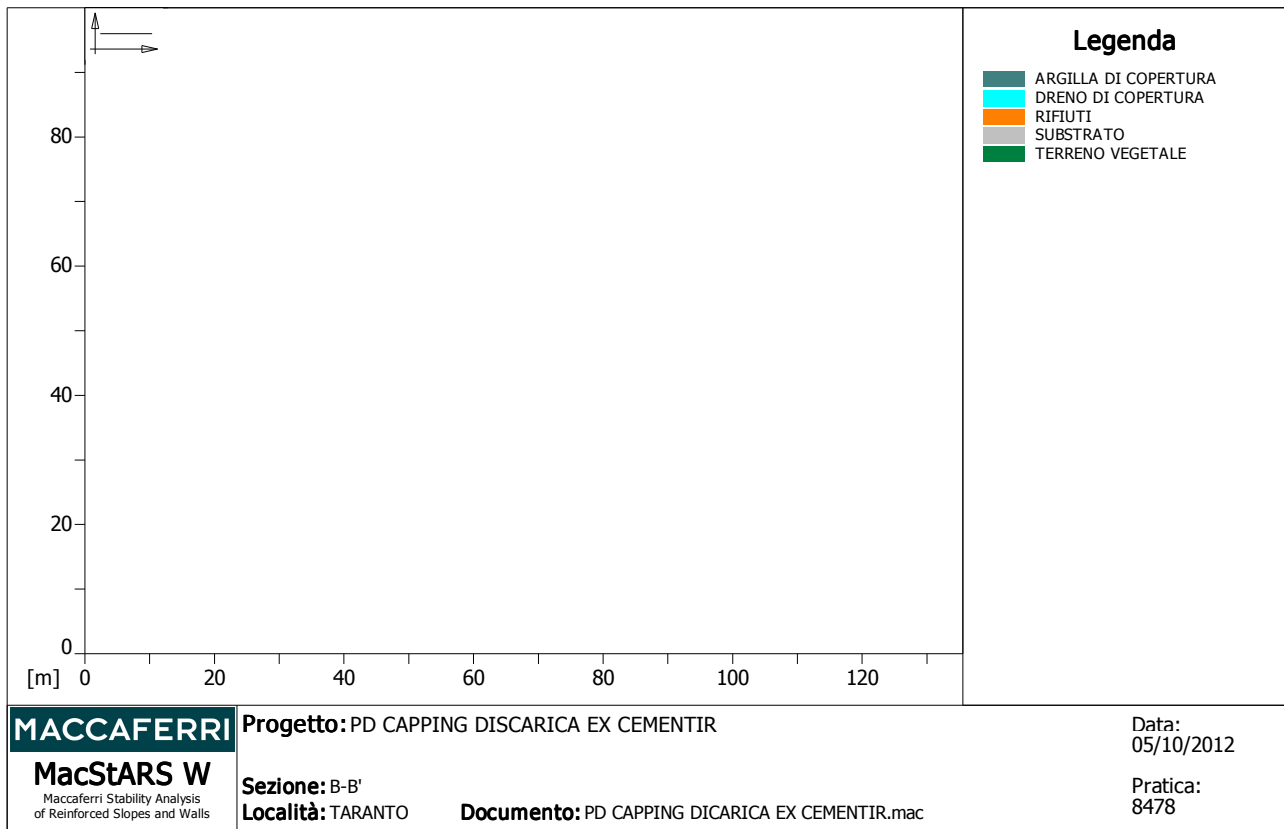
Sezione: B-B'

Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' A SCORRIMENTO-STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**Terreno : ARGILLA DI COPERTURA** Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21

Inclinazione paramento...[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse.....[m].....= 0.50

Risolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

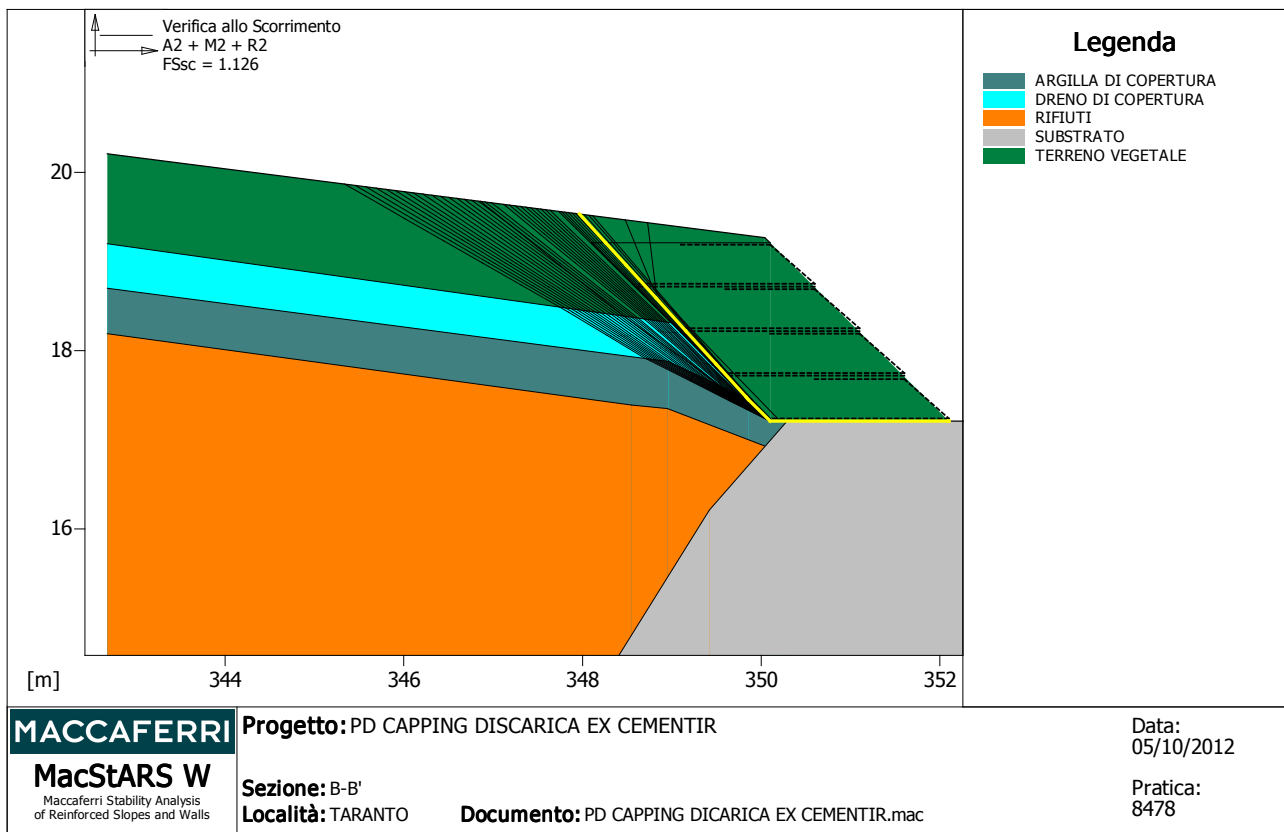
Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m]	:	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		:	0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN]	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m]	:	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m]	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		:	1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		:	1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		:	1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		:	1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		:	0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		:	0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		:	0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità allo scorrimento :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Stabilità verificata sul blocco : TR

Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 20.02

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 17.78

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 1.126

Fattore	Classe
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento



Allegato B2: Analisi di stabilità Pseudo-Statica



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"
Sezione: B-B'

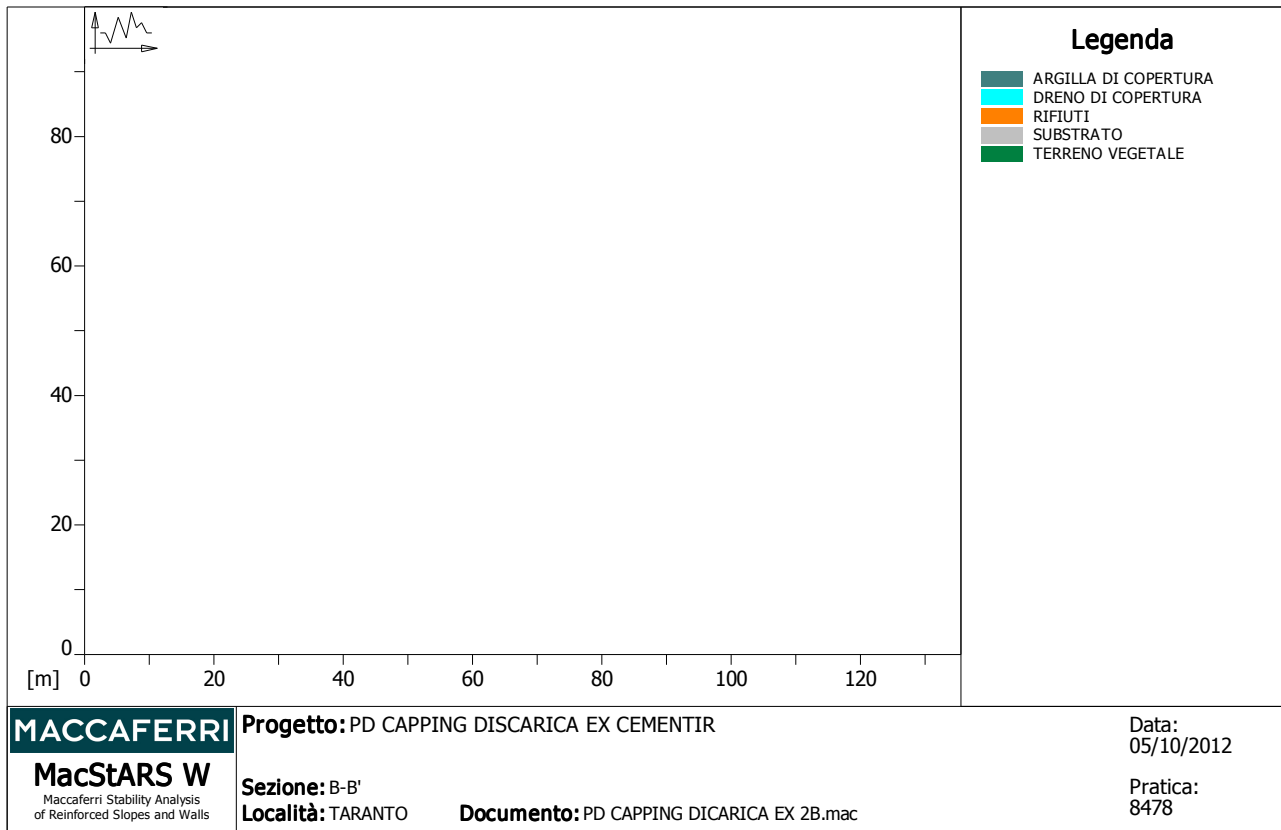
Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' GLOBALE-PSEUDO STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI


Terreno : ARGILLA DI COPERTURA Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21
 Inclinazione paramento.....[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse.....[m].....= 0.50
 Risvolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00
 Interasse verticale.....[m].....= 0.50
 Offset.....[m].....= 0.50

CARICHI**Sisma :**

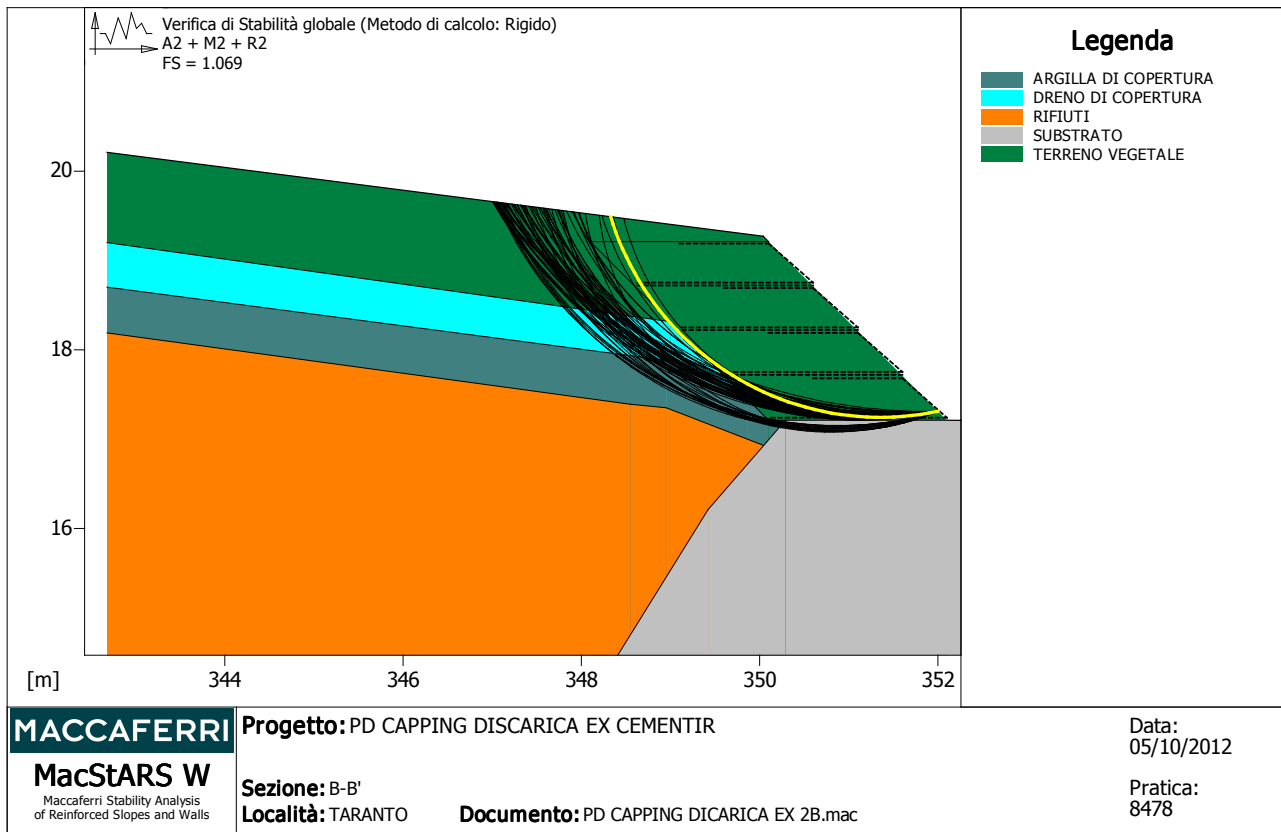
Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.49 Verticale.....= 0.25

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.069

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
350.00	352.00	347.00	349.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		1	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] :		0.10	
Angolo limite orario..... [°] :		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°] :		0.00	

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"

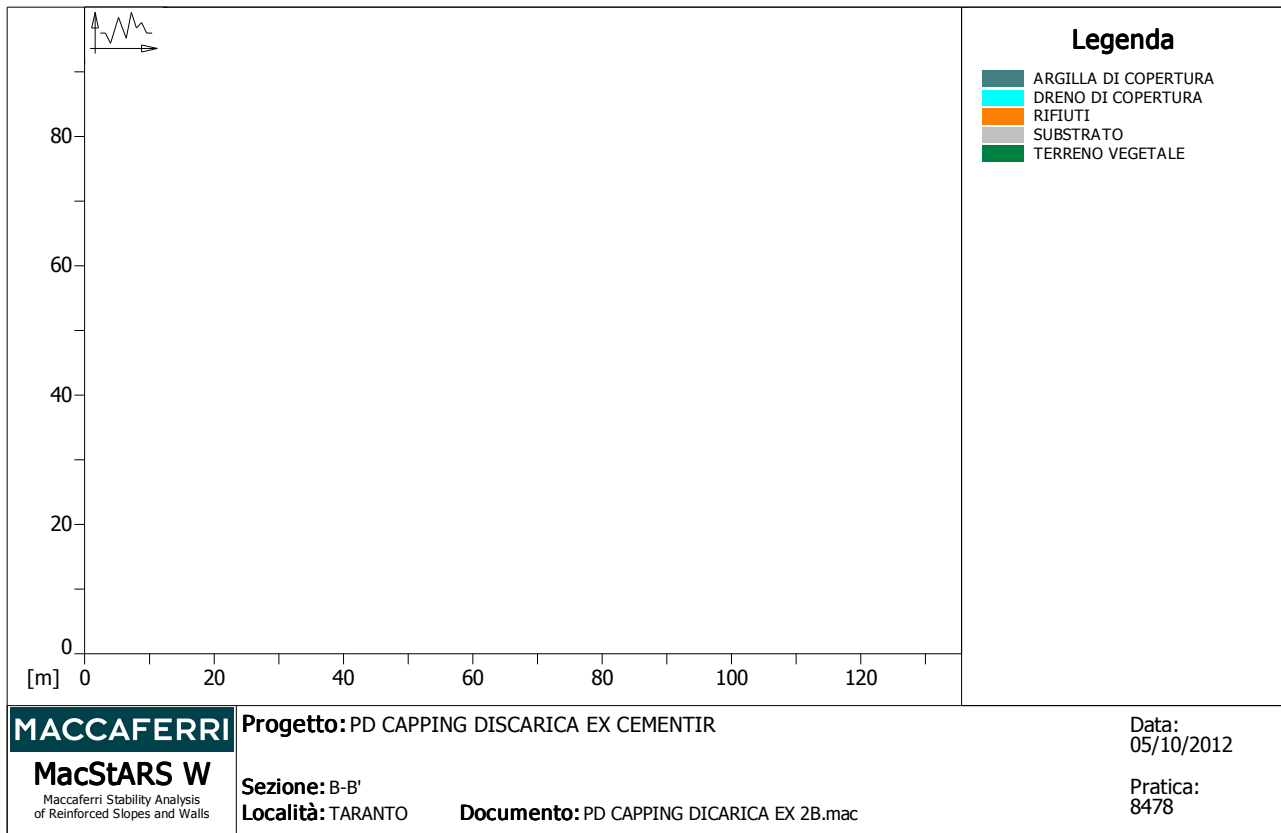
Sezione: B-B'

Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' INTERNA- PSEUDO STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**Terreno : ARGILLA DI COPERTURA** Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21

Inclinazione paramento...[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse.....[m].....= 0.50

Risolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

CARICHI**Sisma :**

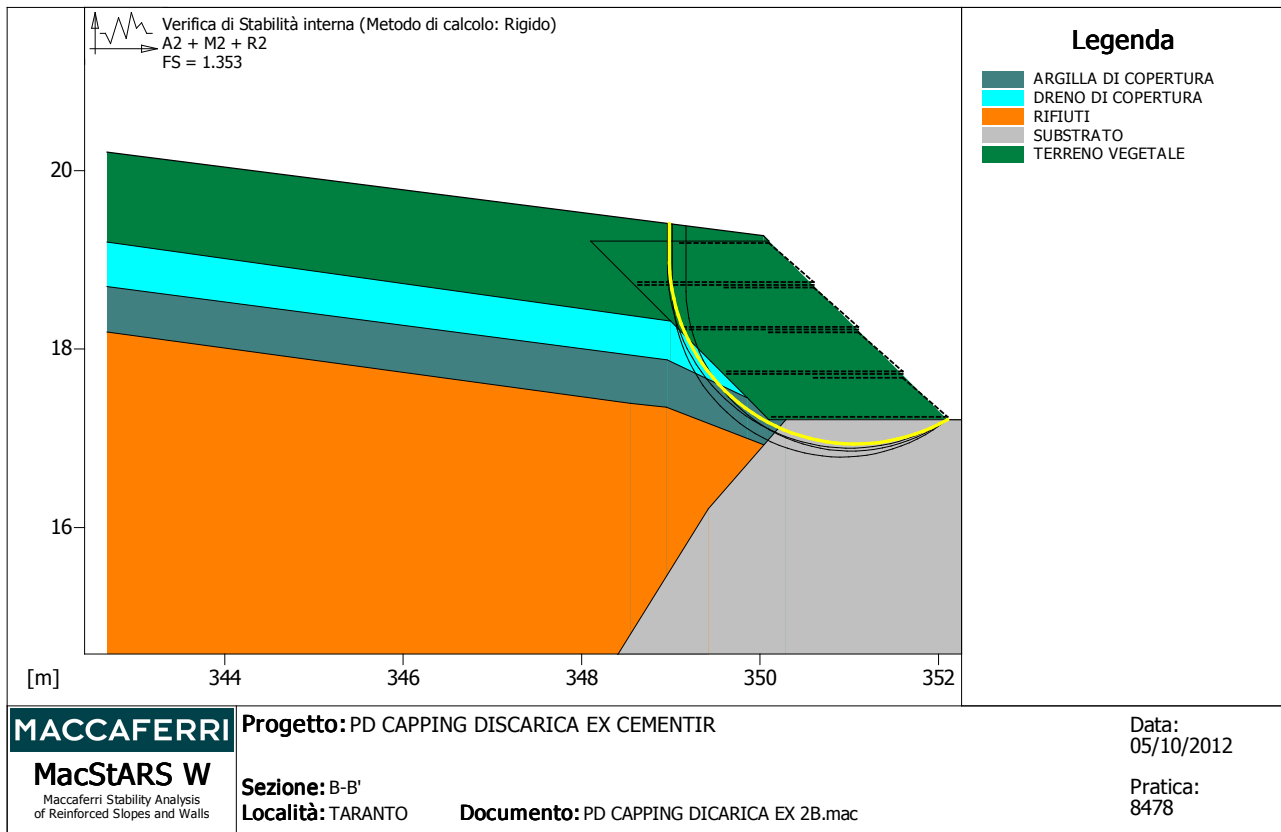
Classe : Sisma

Accelerazione...[m/s²]...: Orizzontale.....= 0.49 Verticale.....= 0.25

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.353

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco

Segmento di arrivo, ascisse [m]

TR

Primo punto

Secondo punto

351.50

349.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1

Numero totale superfici di prova.....: 500

Lunghezza segmenti delle superfici..... [m] : 0.10

Angolo limite orario..... [°] : 0.00

Angolo limite antiorario..... [°] : 0.00

Blocco : TR

Linear Composites - ParaGrid - 50

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]

Fmax

1.50

0.084

1.50

0.084

Fattore

Classe

0.00

Sisma

1.25

Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

1.25

Coeff. Parziale - Coesione efficace

1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità

MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls

Studio Geotecnico Italiano srl

Progetto: PROGETTO DEFINITIVO CAPPING DISCARICA EX 2B "EX CAVA CEMENTIR"

Sezione: B-B'

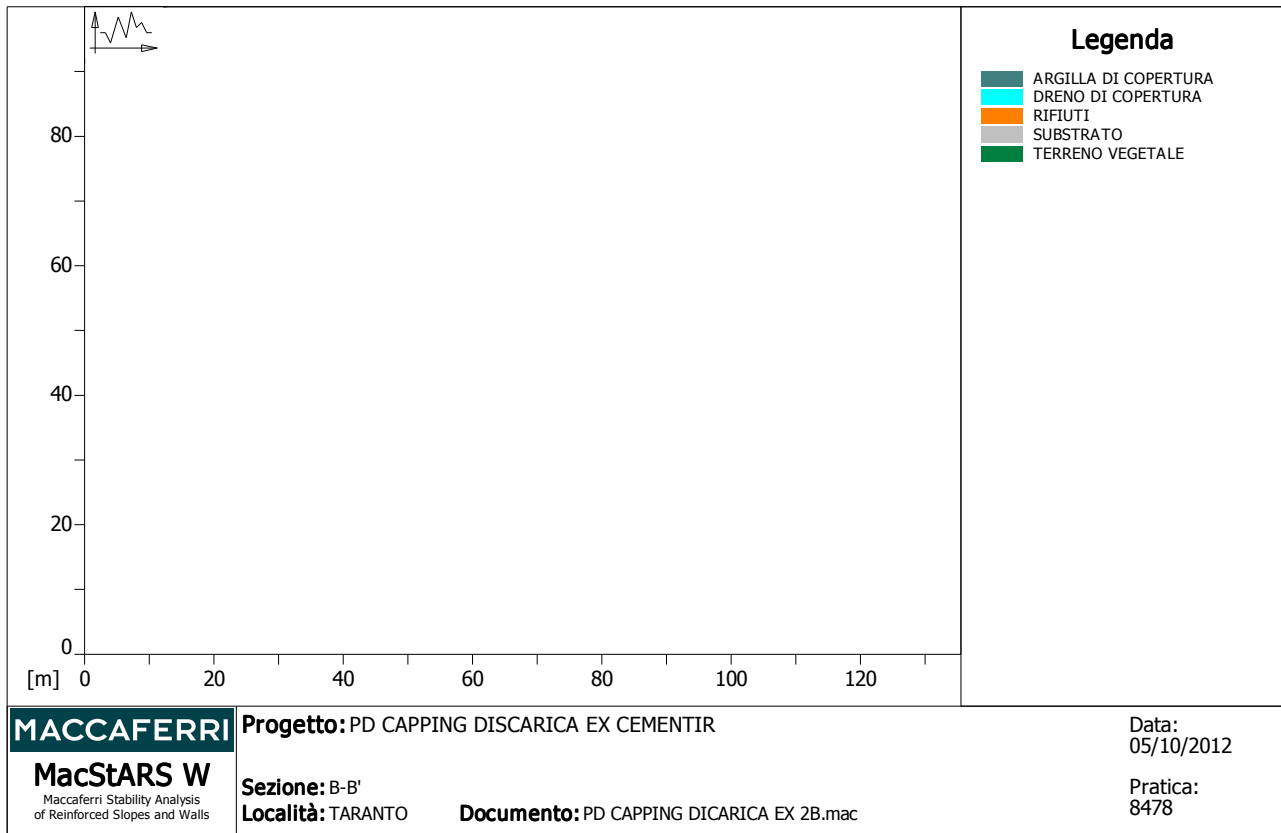
Località: TARANTO

Pratica: 8478

File: **ANALISI DI STABILITA' A SCORRIMENTO- PSEUDO STATICA**

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008
Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI



Terreno : ARGILLA DI COPERTURA Descrizione : ARGILLA DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 25.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : DRENO DI COPERTURA Descrizione : DRENO DI COPERTURA

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 10000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : RIFIUTI

Descrizione : RIFIUTI

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 27.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 25.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 25.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 7500.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

Terreno : SUBSTRATO

Descrizione : SUBSTRATO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 50000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.20

Terreno : TERRENO VEGETALE

Descrizione : TERRENO VEGETATIVO

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
 Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

 Modulo elastico.....[kN/m²].....: 150000.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.25

PROFILI STRATIGRAFICI**Strato: ARGILLA DI COPERTURA**

Descrizione: ARGILLA DI COPERTURA

Terreno : ARGILLA DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.70	348.96	17.88	350.30	17.24		

Strato: DRENO DI COPERTURA

Descrizione:

Terreno : DRENO DI COPERTURA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	19.20	349.45	18.25	350.14	18.22	351.16	17.24

Strato: RIFIUTI

Descrizione: RIFIUTI

Terreno : RIFIUTI

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	18.19	348.55	17.39	348.95	17.35	350.04	16.93

Strato: SUBSTRATO

Descrizione:

Terreno : SUBSTRATO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	5.36	349.42	16.21	350.30	17.22	352.10	17.21
354.10	17.20						

Strato: TERRENO VEGETALE Descrizione: TERRENO VEGETALE

Terreno : TERRENO VEGETALE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
342.68	20.21	350.04	19.27	352.09	17.22		

BLOCCHI RINFORZATI**Blocco : TR**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 2.00 Altezza.....= 2.00

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 352.10 Ordinata.....= 17.21

Inclinazione paramento...[°].....: 45.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia
 Rilevato strutturale.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di riempimento a tergo.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di copertura.....: TERRENO VEGETALE
 Terreno di fondazione.....: SUBSTRATO

Rinforzi :

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse.....[m].....= 0.50

Risolto.....[m].....= 1.00

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

Linear Composites - ParaGrid - 50

Lunghezza.....[m].....= 2.00

Interasse verticale.....[m].....= 0.50

Offset.....[m].....= 0.50

CARICHI**Sisma :**

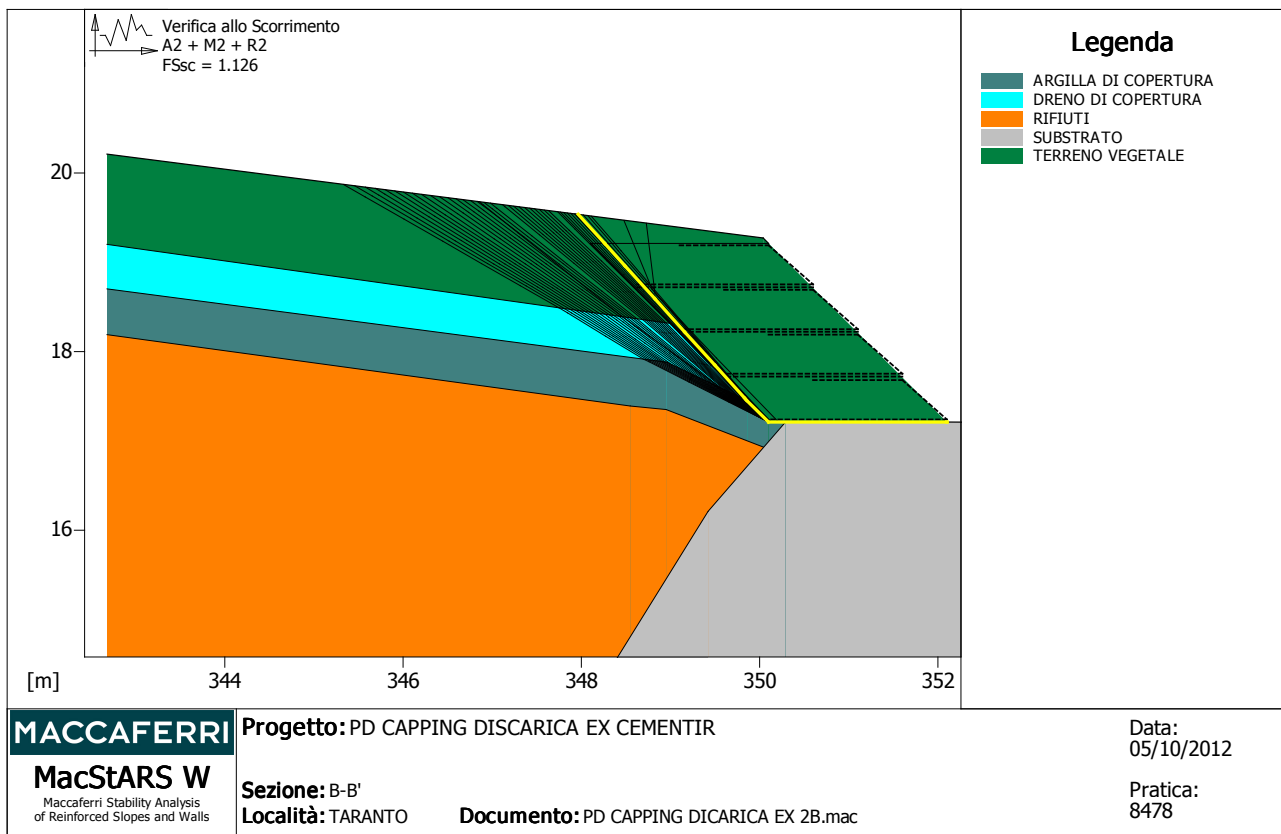
Classe : Sisma

Accelerazione...[m/s²]...: Orizzontale.....= 0.49 Verticale.....= 0.25

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaGrid - 50

Carico di rottura Nominale.....	[kN/m].....	50.00
Rapporto di Scorrimento plastico.....		0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m ³ /kN].....	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	415.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		1.72
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out		1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		1.55
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....		0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		0.40

VERIFICHE**Verifica di stabilità allo scorrimento :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

La verifica è stata effettuata senza falda

Stabilità verificata sul blocco : TR

Parametri d'attrito adottati sull'interfaccia blocco terreno

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 20.02

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 17.78

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 1.126

Fattore	Classe
0.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento



Allegato C:

Tabulati di calcolo del programma CEDF

Cedimenti della copertura



Reg. CH-20504
ISO 9001:2000
ISO 14001:2004

Sede Legale e Uffici: via Ripamonti 89 - 20141 Milano - Tel: +39 02522014.1 - Fax: +39 025691845
E-mail: sgi@studio-geotecnico.it - SitoWeb: www.studio-geotecnico.it
Codice Fiscale e Registro delle Imprese di Milano 00506080019 - R.E.A. MI 691783 - P. IVA 11261240151 - Cap. Soc. € 1.550.000 i.v.

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 04/10/2012
Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 1

CEDIMENTI EX CEMENTIR H16

Unita' di misura : kPa,m

STRATO	ALTEZZA	SUDD.	Gamma	INDICE
1	16.000	20	25.00	2
2	30.000	20	20.00	2

Caratteristiche degli strati

Strato 1

MOD. EDOMETRICO NC	=	0.500E+04
ALFA	=	0.00
A	=	1.00

Strato 2

MOD. EDOMETRICO NC	=	0.500E+05
ALFA	=	0.00
A	=	1.00

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 04/10/2012
Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 2

CEDIMENTI EX CEMENTIR

AREA DI CARICO NASTRIFORME

Coefficiente di Poisson = 0.250
Pressione applicata = 40.000

Rilevato a simmetria assiale

A = 0.00
B = 86.4
Dist. = 0.00

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 04/10/2012
 Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 3

CEDIMENTI EX CEMENTIR

Profondita`	sigmaVo	DsigmaZ	DsigmaX	DsigmaY
0.00	0.100	40.000	40.000	20.000
0.80	20.100	40.000	39.528	19.882
1.60	40.100	40.000	39.057	19.764
2.40	60.100	40.000	38.586	19.646
3.20	80.100	39.999	38.115	19.529
4.00	100.100	39.998	37.646	19.411
4.80	120.100	39.997	37.176	19.293
5.60	140.100	39.995	36.708	19.176
6.40	160.100	39.993	36.241	19.059
7.20	180.100	39.990	35.775	18.941
8.00	200.100	39.987	35.311	18.824
8.80	220.100	39.982	34.848	18.708
9.60	240.100	39.977	34.387	18.591
10.40	260.100	39.971	33.928	18.475
11.20	280.100	39.964	33.471	18.359
12.00	300.100	39.956	33.016	18.243
12.80	320.100	39.946	32.563	18.127
13.60	340.100	39.936	32.113	18.012
14.40	360.100	39.924	31.665	17.897
15.20	380.100	39.911	31.220	17.783
16.00	400.100	39.896	30.778	17.669
17.50	430.100	39.866	29.957	17.456
19.00	460.100	39.829	29.146	17.244
20.50	490.100	39.788	28.348	17.034
22.00	520.100	39.740	27.562	16.825
23.50	550.100	39.687	26.788	16.619
25.00	580.100	39.627	26.029	16.414
26.50	610.100	39.560	25.283	16.211
28.00	640.100	39.488	24.551	16.010
29.50	670.100	39.408	23.835	15.811
31.00	700.100	39.322	23.133	15.614
32.50	730.100	39.230	22.447	15.419
34.00	760.100	39.130	21.776	15.227
35.50	790.100	39.024	21.121	15.036
37.00	820.100	38.912	20.482	14.848
38.50	850.100	38.793	19.858	14.663
40.00	880.100	38.667	19.251	14.479
41.50	910.100	38.536	18.659	14.299
43.00	940.100	38.398	18.083	14.120
44.50	970.100	38.254	17.523	13.944
46.00	1000.100	38.105	16.978	13.771

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 04/10/2012
Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 4

CEDIMENTI EX CEMENTIR

Frazione della tensione geostatica= 0.100

PROFONDITA'		DEFORMAZIONE	CEDIMENTO
DA	A	(%)	
0.00	0.80	0.800	0.12792
0.80	1.60	0.800	0.12152
1.60	2.40	0.800	0.11512
2.40	3.20	0.800	0.10872
3.20	4.00	0.800	0.10232
4.00	4.80	0.800	0.09592
4.80	5.60	0.800	0.08952
5.60	6.40	0.800	0.08312
6.40	7.20	0.800	0.07672
7.20	8.00	0.800	0.07032
8.00	8.80	0.800	0.06392
8.80	9.60	0.800	0.05752
9.60	10.40	0.799	0.05113
10.40	11.20	0.799	0.04473
11.20	12.00	0.799	0.03834
12.00	12.80	0.799	0.03194
12.80	13.60	0.799	0.02555
13.60	14.40	0.799	0.01916
14.40	15.20	0.798	0.01277
15.20	16.00	0.798	0.00638

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 17/10/2012
Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 1

CEDIMENTI EX CAVA CEMENTIR H12

Unita' di misura : kPa,m

STRATO	ALTEZZA	SUDD.	Gamma	INDICE
1	12.000	20	0.25	2
2	30.000	20	0.20	2

Caratteristiche degli strati

Strato 1

MOD. EDOMETRICO NC	=	0.500E+04
ALFA	=	0.00
A	=	1.00

Strato 2

MOD. EDOMETRICO NC	=	0.500E+05
ALFA	=	0.00
A	=	1.00

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 17/10/2012
Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 2

CEDIMENTI EX CAVA CEMENTIR H12

AREA DI CARICO NASTRIFORME

Coefficiente di Poisson = 0.250
Pressione applicata = 40.000

Rilevato a simmetria assiale

A = 0.00
B = 21.0
Dist. = 0.00

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 17/10/2012
 Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 3

CEDIMENTI EX CAVA CEMENTIR H12

Profondita`	sigmaVo	DsigmaZ	DsigmaX	DsigmaY
0.00	0.100	40.000	40.000	20.000
0.60	0.250	40.000	38.546	19.636
1.20	0.400	39.997	37.096	19.273
1.80	0.550	39.989	35.656	18.911
2.40	0.700	39.975	34.230	18.551
3.00	0.850	39.952	32.822	18.193
3.60	1.000	39.917	31.436	17.838
4.20	1.150	39.870	30.076	17.487
4.80	1.300	39.809	28.746	17.139
5.40	1.450	39.733	27.449	16.795
6.00	1.600	39.640	26.187	16.457
6.60	1.750	39.529	24.962	16.123
7.20	1.900	39.401	23.777	15.795
7.80	2.050	39.255	22.632	15.472
8.40	2.200	39.091	21.530	15.155
9.00	2.350	38.910	20.470	14.845
9.60	2.500	38.710	19.452	14.541
10.20	2.650	38.494	18.478	14.243
10.80	2.800	38.261	17.547	13.952
11.40	2.950	38.013	16.658	13.668
12.00	3.100	37.750	15.811	13.390
13.50	3.400	37.034	13.868	12.726
15.00	3.700	36.250	12.161	12.103
16.50	4.000	35.412	10.670	11.521
18.00	4.300	34.538	9.372	10.977
19.50	4.600	33.640	8.245	10.471
21.00	4.900	32.732	7.268	10.000
22.50	5.200	31.824	6.420	9.561
24.00	5.500	30.925	5.685	9.152
25.50	5.800	30.039	5.047	8.772
27.00	6.100	29.174	4.493	8.417
28.50	6.400	28.332	4.010	8.085
30.00	6.700	27.515	3.589	7.776
31.50	7.000	26.726	3.220	7.487
33.00	7.300	25.966	2.898	7.216
34.50	7.600	25.234	2.614	6.962
36.00	7.900	24.530	2.364	6.724
37.50	8.200	23.855	2.144	6.500
39.00	8.500	23.208	1.948	6.289
40.50	8.800	22.587	1.775	6.091
42.00	9.100	21.993	1.621	5.903

SGI CEDF Vers.: 1.0 Aprile 03 17/10/2012
 Licenza n. 000 intestata a: SGI

Pag. 4

CEDIMENTI EX CAVA CEMENTIR H12

Frazione della tensione geostatica= 0.100

PROFONDITA'		DEFORMAZIONE	CEDIMENTO
DA	A	(%)	
0.00	0.60	0.800	0.11217
0.60	1.20	0.800	0.10737
1.20	1.80	0.800	0.10257
1.80	2.40	0.800	0.09777
2.40	3.00	0.799	0.09298
3.00	3.60	0.799	0.08818
3.60	4.20	0.798	0.08339
4.20	4.80	0.797	0.07860
4.80	5.40	0.795	0.07382
5.40	6.00	0.794	0.06905
6.00	6.60	0.792	0.06428
6.60	7.20	0.789	0.05953
7.20	7.80	0.787	0.05480
7.80	8.40	0.783	0.05008
8.40	9.00	0.780	0.04538
9.00	9.60	0.776	0.04070
9.60	10.20	0.772	0.03604
10.20	10.80	0.768	0.03141
10.80	11.40	0.763	0.02680
11.40	12.00	0.758	0.02223
12.00	13.50	0.075	0.01768
13.50	15.00	0.073	0.01656
15.00	16.50	0.072	0.01546
16.50	18.00	0.070	0.01439
18.00	19.50	0.068	0.01334
19.50	21.00	0.066	0.01231
21.00	22.50	0.065	0.01132
22.50	24.00	0.063	0.01035
24.00	25.50	0.061	0.00941
25.50	27.00	0.059	0.00849
27.00	28.50	0.058	0.00761
28.50	30.00	0.056	0.00674
30.00	31.50	0.054	0.00591
31.50	33.00	0.053	0.00509
33.00	34.50	0.051	0.00430
34.50	36.00	0.050	0.00353
36.00	37.50	0.048	0.00279
37.50	39.00	0.047	0.00206
39.00	40.50	0.046	0.00136
40.50	42.00	0.045	0.00067