STUDIO ASSOCIATO

INGEGNERIA GEOLOGIA E ARCHITETTURA

Via Cavour n.30 - Andora (SV) - tel.0182/684363 -
P.Iva: 00986040095 - mail:stingeo@libero.it

COMUNE DI SAN BARTOLOMEO AL MARE (IM)

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DISCARICA DI MATERIALI INERTI - TOMBINATURA RIO SAN BARTOLOMEO

RELAZIONE GEOTECNICA



COMMITTENTE:

ECO DODICI SRL

I TECNICI:

Geol. Vittorio Vezzaro

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n.122
VITTORIO VEZZARO
GEOLOGO

Ing. Tatiana Quaglia

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1811 *Dott. Ing. Tatiana Quaglia*

DATA:

APRILE 2014

STUDIO ASSOCIATO di INGEGNERIA, ARCHITETTURA E GEOLOGIA
Via Cavour n.30 – 17051 – Andora (SV) -
Piva: 00986040095 email: stingeo@libero.it

Indice generale

Premessa....3

Modello geologico....3

Caratteristiche geotecniche dei terreni naturali e dei riporti....3

Modello geotecnico per la verifica della stabilità globale del rilevato in progetto....4

Rilevato in terra armata al piede della discarica....7

Classe d'uso dell'opera e vita nominale....9

Fattori di amplificazione sismica stratigrafico e topografico....10

Verifica di stabilità globale....12

ALLEGATI....19

STUDIO ASSOCIATO di INGEGNERIA, ARCHITETTURA E GEOLOGIA
Via Cavour n.30 – 17051 – Andora (SV) -
Piva: 00986040095 email: stingeo@libero.it

Premessa.

La presente relazione tratta la verifica delle condizioni di stabilità globale del rilevato in materiali sciolti previsto nel progetto di ampliamento della discarica di inerti della ditta ECO DODICI s.r.l. sita nel Comune di San Bartolomeo al Mare (IM), località Cà Scofferi.

Modello geologico.

Per quanto riguarda il modello geologico si è fatto riferimento alla relazione geologica e geotecnica a firma del geol. Manuela Romagolo, da cui risulta che il rilevato della discarica esistente ed il suo ampliamento a progetto insistono su versanti stabili impostati su roccia stratificata con giacitura a reggipoggio / traverpoggio con terreni di copertura naturali sciolti di spessore in genere non superiore a 2 metri.

Caratteristiche geotecniche dei terreni naturali e dei riporti.

Nella relazione geologica e geotecnica a firma del geol. Manuela Romagnolo sono definite le caratteristiche dei terreni naturali e dei riporti:

- ammasso roccioso costituente il substrato della discarica:
  - peso di volume 2,2 t/m^3
  - angolo di attrito 40°
  - coesione 3 kg/cm^2

- coltre eluvio – colluviale (da rimuovere durante la preparazione d'area):
  - peso di volume 1,90 t/m^3
  - angolo di attrito in condizioni drenate 28°
  - coesione drenata 0,15 kg/cm^2

- corpo discarica esistente ed in progetto:
  - peso di volume 1,80 t/m^3
  - peso di volume saturo 2,00 t/m^3
  - angolo di attrito in condizioni drenate 28°
  - coesione drenata 0,1 kg/cm^2

- strato di base discarica con caratteristiche di barriera geologica

• peso di volume	1,80 t/m^3
• peso di volume saturo	2,00 t/m^3
• angolo di attrito in condizioni drenate	30°
• coesione drenata	0,5 kg/cm^2

- strato di copertura "capping"

• peso di volume	1,60 t/m^3
• peso di volume saturo	1,80 t/m^3
• angolo di attrito in condizioni drenate	24°
• coesione drenata	0,00 kg/cm^2

Modello geotecnico per la verifica della stabilità globale del rilevato in progetto.

Il progetto di ampliamento della discarica di inerti esistente prevede la costruzione di un rilevato gradonato con conformazione ad anfiteatro.

Partendo dal basso, sono previsti due gradoni iniziali di altezza pari a circa 5 metri, realizzati con la tecnica delle terre armate, mentre i gradoni soprastanti vengono realizzati con altezza di 2,50 m su scarpata naturale.

L'altezza complessiva del rilevato in destra idrografica al rio è di circa 40,00 metri (da circa quota 90,00 m a quota 129,90 m).

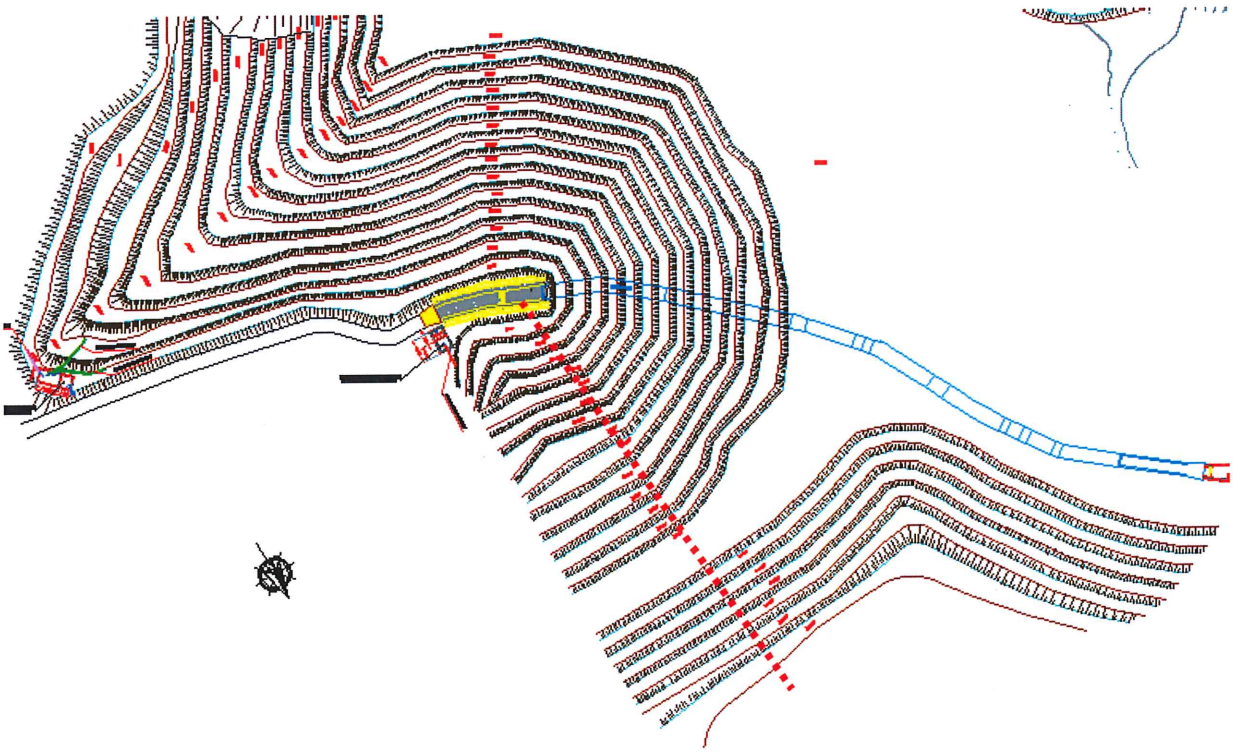
In sinistra idrografica è prevista un'elevazione del rilevato sino a quota 145,00 m con un ampio gradone a quota 129,90 m.

Facendo riferimento alla planimetria ed alle sezioni progettuali delle tavole 5 e 6 si è redatto il profilo di sezione lungo la massima pendenza della scarpata più alta.

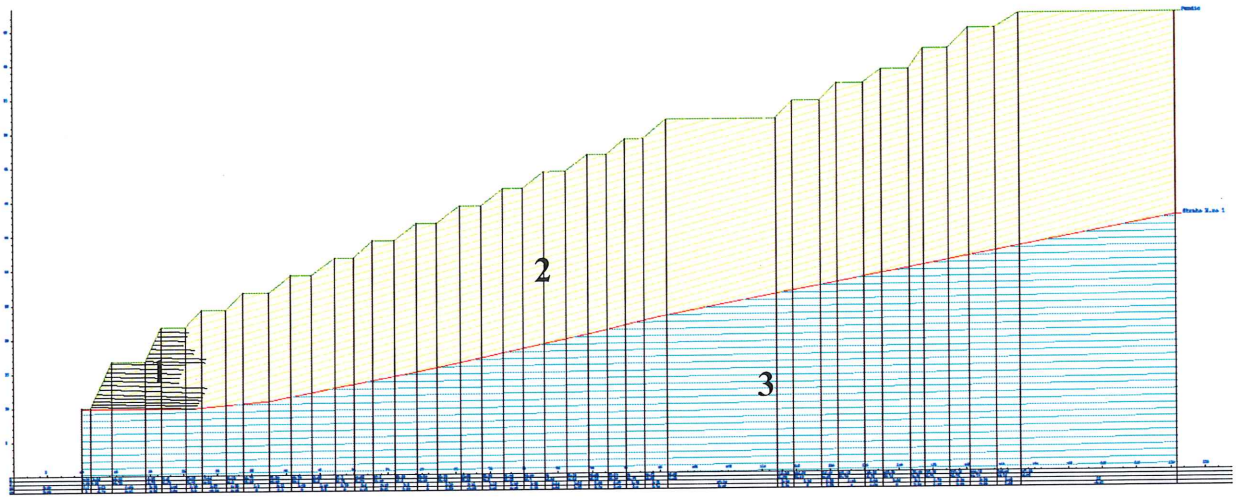
Per quanto riguarda la stratigrafia della sezione geotecnica, su cui eseguire la verifica di stabilità, si è optato per una soluzione cautelativa di pendio integralmente costituito dal materiale di riempimento, posizionando il substrato alla quota del piede del rilevato medesimo.

Tale modello è del tutto cautelativo in quanto le superfici di scivolamento sottoposte a verifica intercettano così solo i materiali con caratteristiche di resistenza inferiori rispetto ai materiali della barriera geologica e/o del substrato.

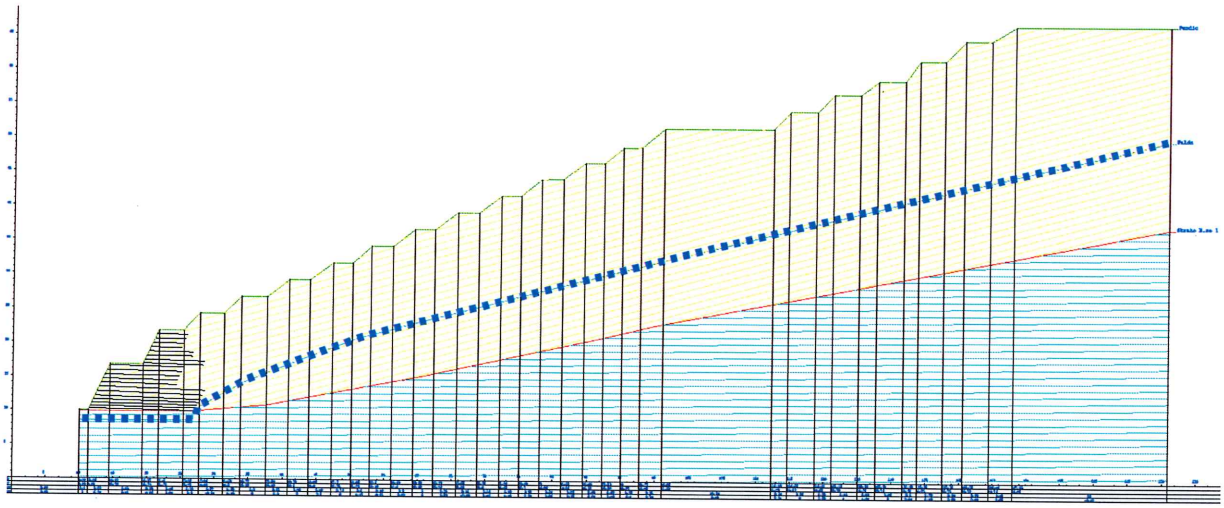
Si è inoltre ipotizzato un possibile profilo di falda acquifera all'interno del corpo del rilevato controllato al piede dal drenaggio sul piede di monte della terra armata.



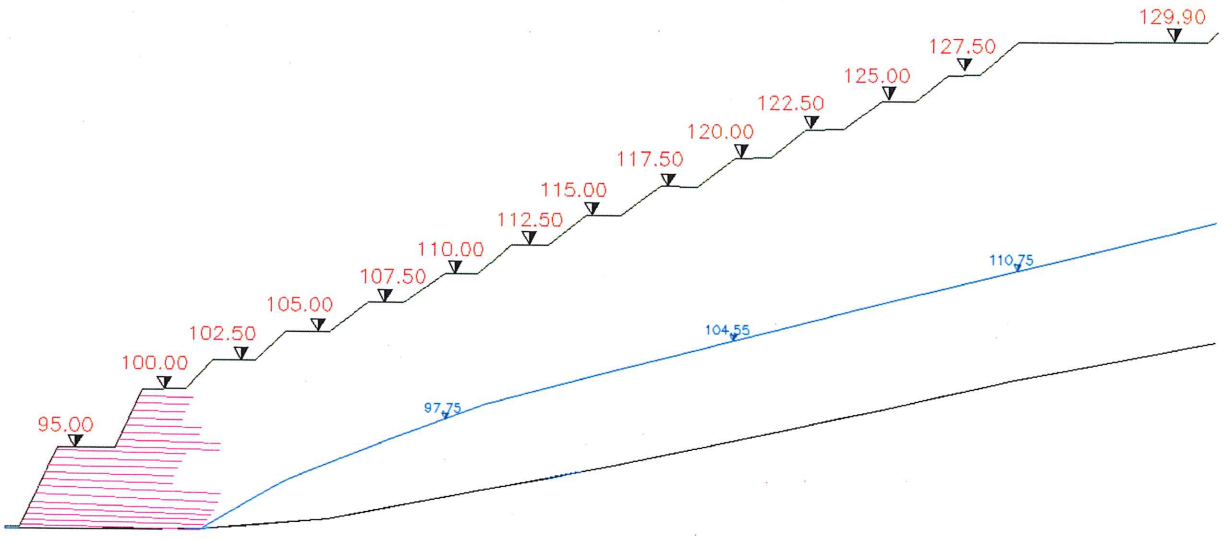
Planimetria di progetto. ▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪▪ Posizione della sezione oggetto della verifica di stabilità



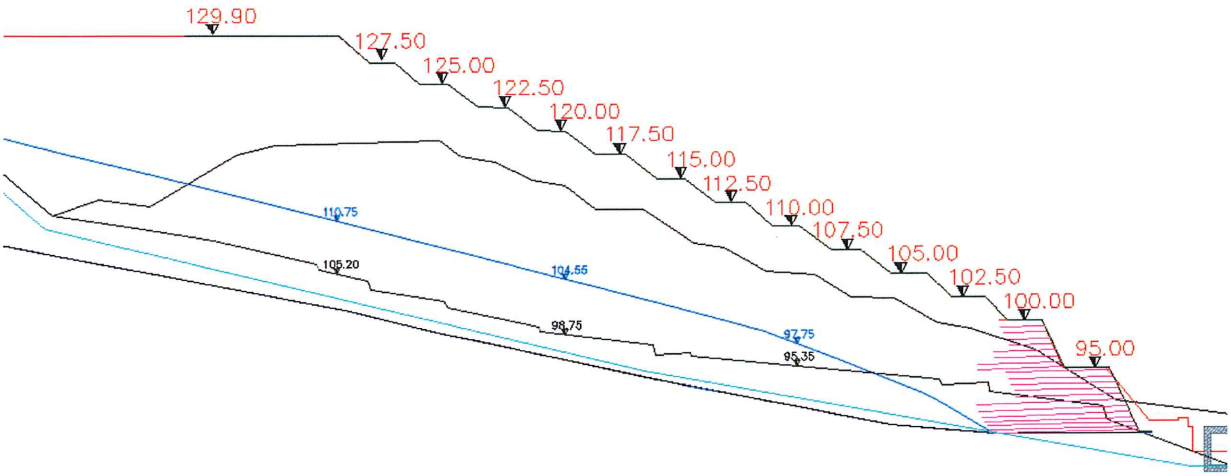
Modello di calcolo per le verifiche di stabilità: 1 terra armata; 2 rilevato in materiali inerti; 3 substrato



Modello di calcolo per verifica di stabilità con presenza di falda acquifera nel corpo del rilevato



Livello ipotizzato della falda acquifera nella discarica



Sovrapposizione del modello di calcolo alla sezione 9–9 della tavola 6 del progetto di ampliamento della discarica, in evidenza il profilo della falda acquifera ——— considerato nella verifica di stabilità posizionato ben al di sopra del piano campagna originario e del livello della falda acquifera ——— utilizzato nelle verifiche di stabilità precedenti.

Rilevato in terra armata al piede della discarica.

La stabilità della discarica di inerti, così come progettata, necessita della costruzione di un rilevato di base in terra armata avente una altezza di circa 10 metri corrispondente ai primi due gradoni del nuovo abbancamento.

Detto rilevato strutturale deve essere realizzato in modo tale da garantire adeguate condizioni di stabilità rispetto alle ipotetiche superfici di taglio che si possono sviluppare sull'intero pendio della discarica, pertanto la terra armata deve garantire sufficienti caratteristiche di resistenza alla trazione e di ammorsamento nella parte stabile onde impedire lo sfilamento della maglia resistente.

Si ipotizza quindi l'utilizzo di un sistema misto in cui il fronte della terra armata viene realizzata con elementi tipo "Maccaferri Terramesch Verde", mentre per il rilevato strutturale vengono usate reti ad alta resistenza tipo "Maccaferri Paralink" .

Sul lato di monte del rilevato deve essere costruito un efficace sistema di drenaggio delle acque di filtrazione mediante la messa in opera di tubazione microfessurata all'interno di un dreno in ghiaia protetto da filtro in geotessuto.



Esempio di rilevato in costruzione con utilizzo elementi tipo "terramesch verde" sul fronte in combinazione con l'inserimento di reti ad alta resistenza tipo "Maccaferri Paralink"



Esempio di messa in opera di drenaggio sul lato di monte di rilevato in terra armata

Classe d'uso dell'opera e vita nominale.

Data la rilevanza dell'opera e la presenza in prossimità del piede di un corso d'acqua si assume nella verifica una **classe d'uso III** da cui un coefficiente Cu = 1,5

La **vita nominale V_N è assunta pari a 50 anni**

Il periodo di riferimento per l'azione sismica **V_R è quindi pari a 75 anni**

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di *categoria A*), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente *Se (T)*, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza *PVR*, nel periodo di riferimento VR.

Probabilità di superamento nel periodo di riferimento *VR* per diversi stati limite:

• *Stati Limite di Esercizio SLO ⇒ Stato Limite di Operatività: 81%*

- *Stati Limite di Esercizio SLD ⇒ Stato Limite di Danno: 63%*
- ***Stati Limite Ultimi SLV ⇒ Stato Limite di salvaguardia della Vita: 10%***
- *Stati Limite Ultimi SLC ⇒ Stato Limite di prevenzione del Collasso: 5%*

La norma vigente definisce, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento *PVR* a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale, i valori di a_g, F_0, e T_C^*

PV_R = 0,10

T_r = 712 anni

a_g = 0,171 g

Fattori di amplificazione sismica stratigrafico e topografico.

Per quanto riguarda il fattore di amplificazione stratigrafica si assume nelle verifiche una categoria di suolo di tipo C, considerando una potenza complessiva superiore ai 30 metri ed un medio grado di addensamento del rilevato.

Per il fattore di amplificazione topografica si assume la categoria T2 essendo il pendio profilato su un angolo superiore a 15° e con altezza maggiore di 30 metri.

Le verifiche in condizioni sismiche vengono condotte mediante analisi di tipo pseudostatico, che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti.

Nelle verifiche di stabilità le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica sono espresse come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$k_h = \beta_s \times a_{max}$

$k_v = \pm 0{,}5 \times k_h$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa nel sito (*Tabella 7.11.I delle N.T.C., 2008*) = 0.24;

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa nel sito;

g = accelerazione di gravità.

L'accelerazione *amax* è data dall'espressione:

$amax = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$

dove S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_S=1.447894 topografica S_T=1.2.

Risulta dunque per la SLV:

k_h = 0.071 e k_v = ±0.035.

Verifica di stabilità globale.

In riferimento a quanto previsto dalle *NTC 2008*, per l'opera in oggetto è stata condotta la verifica della stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione di tipo *GEO*.

La verifica deve essere effettuata secondo l'approccio 1:

Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione ed R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Il valore di progetto della resistenza R_d sarà determinato in modo analitico con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, ridotto secondo l'opportuno valore del coefficiente parziale γ_m, specificato in tab. *6.2.II* delle *NTC 2008* e di seguito riportato, e tenendo conto del coefficiente parziale γ_R specifico per il tipo di opera (opere di materiali sciolti).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (da NTC 2008, tab. 6.2.II)

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti (da NTC 2008, tab. 6.8.I)

La verifica di stabilità globale si ottiene con:

$$E_d \leq R_d \quad \text{ossia} = F = R_d/E_d \geq 1$$

La verifica è condotta, come detto, considerando le azioni sismiche secondo quanto proposto dalla Normativa; tale effetto è stato valutato mediante un'analisi di tipo pseudo-statico nella quale l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Le analisi di stabilità sono state condotte ricorrendo a modelli basati sulla teoria

dell'equilibrio limite, nell'ambito della quale i materiali vengono caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura alla Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Per l'analisi si fa riferimento ad i seguenti metodi rigorosi per il calcolo del fattore di sicurezza:

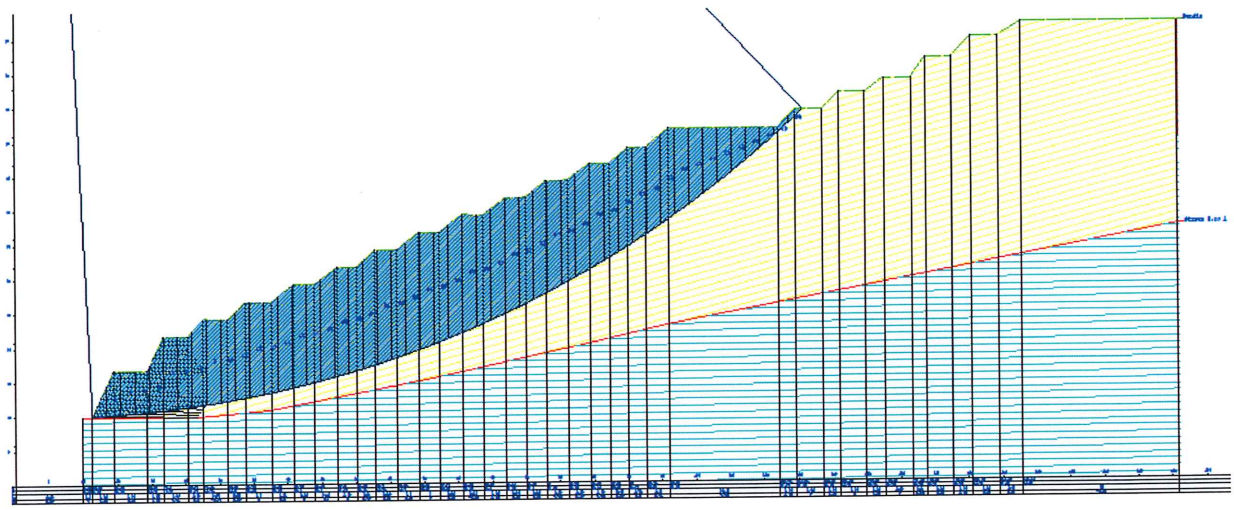
- SPENCER
- BELL
- BISHOP
- JAMBU
- SARMA

per superfici di rottura di forma pseudocircolare, implementate nel codice di calcolo C.D.D. rel. 2010/a della S.T.S. n° licenza 32536.

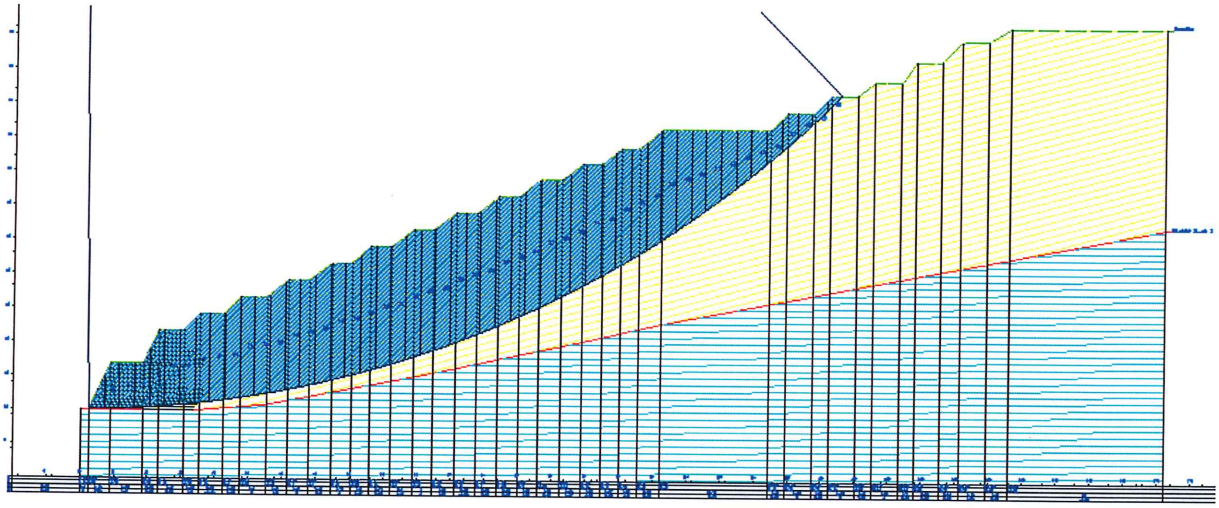
Il livello di sicurezza [F_s] è espresso come rapporto tra resistenza a taglio disponibile [R_d] e resistenza a taglio mobilizzata dalle azioni e dai loro effetti [E_d].

Ad un $F_s > 1$ corrisponde la condizione $E_d \leq R_d$ di verifica allo stato limite ultimo SLU considerato che il codice di calcolo effettua anche la riduzione del coefficiente R2 (tabella 6.8.1 NTC).

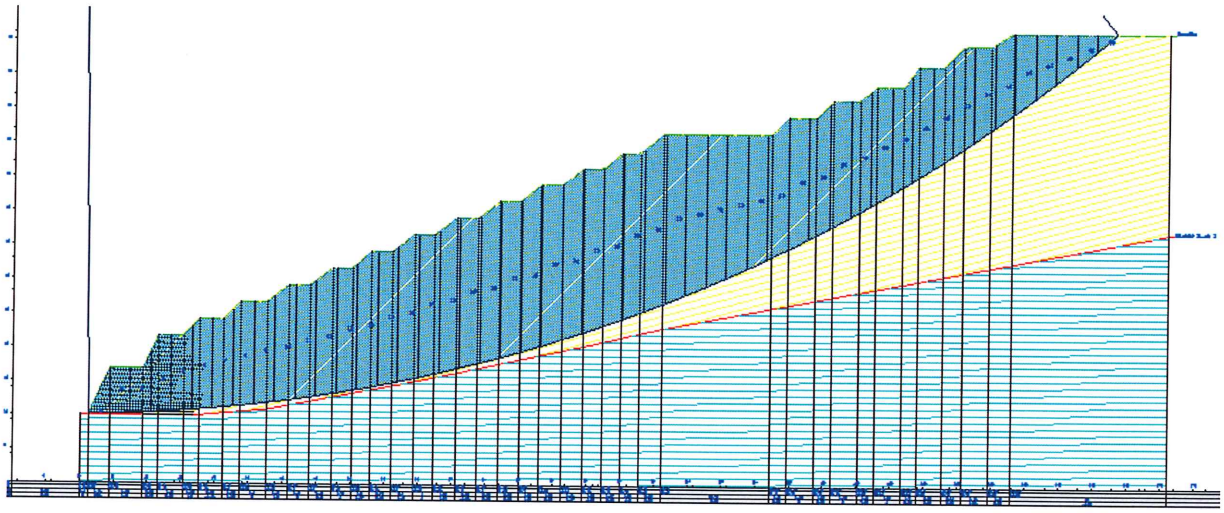
La verifica di stabilità è stata eseguita impostando 10 superfici di scivolamento circolari significative per la verifica dell'opera nel suo complesso



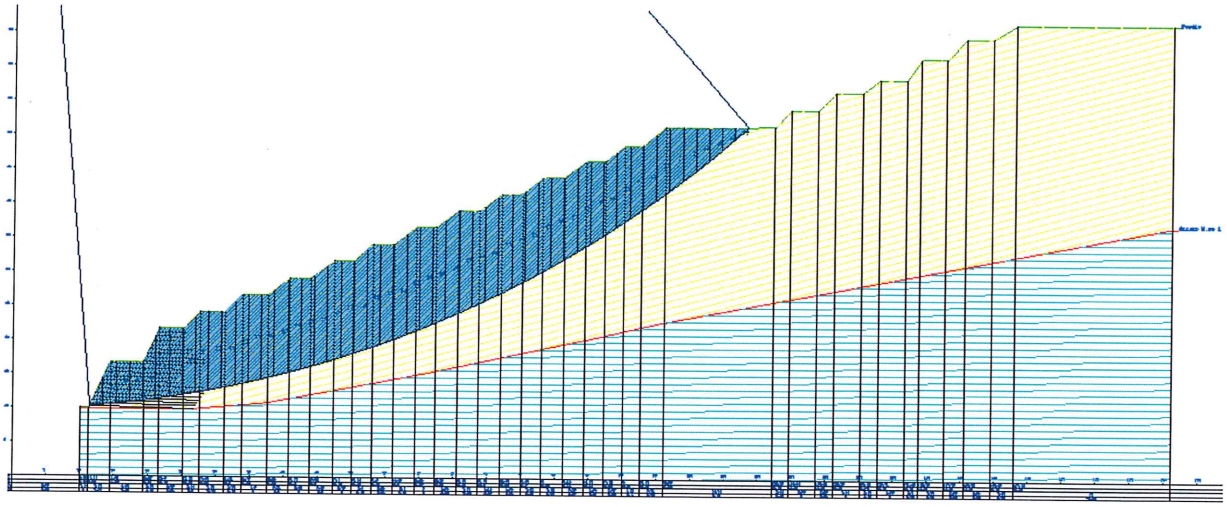
Superficie 1



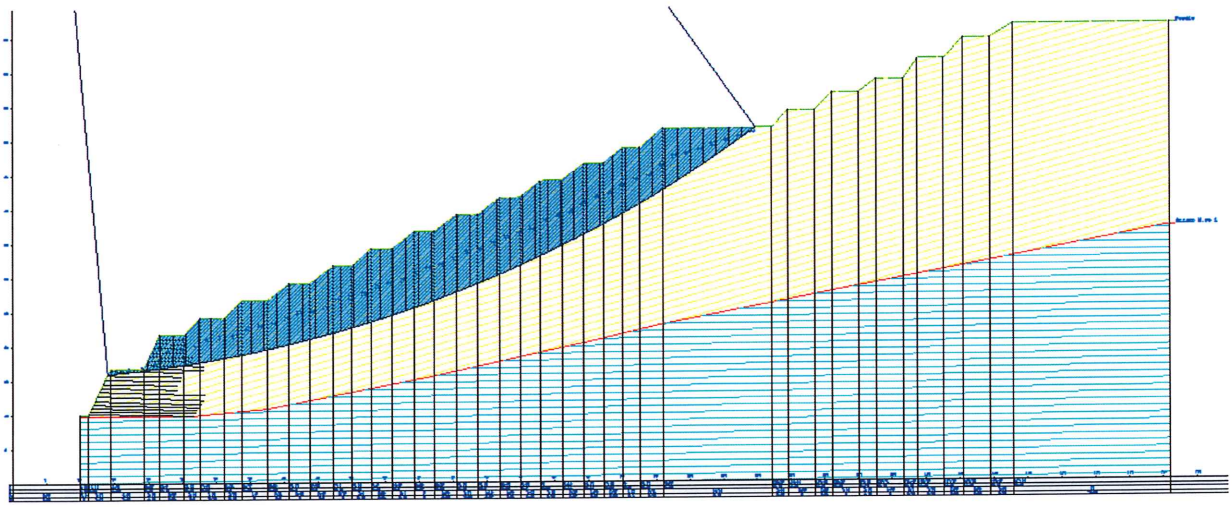
Superficie 2



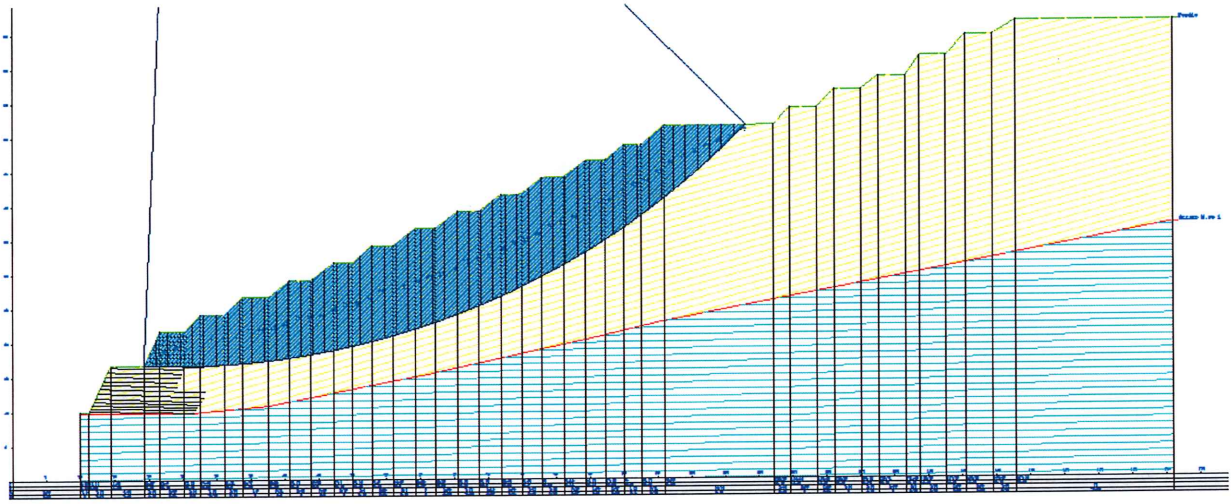
Superficie 3



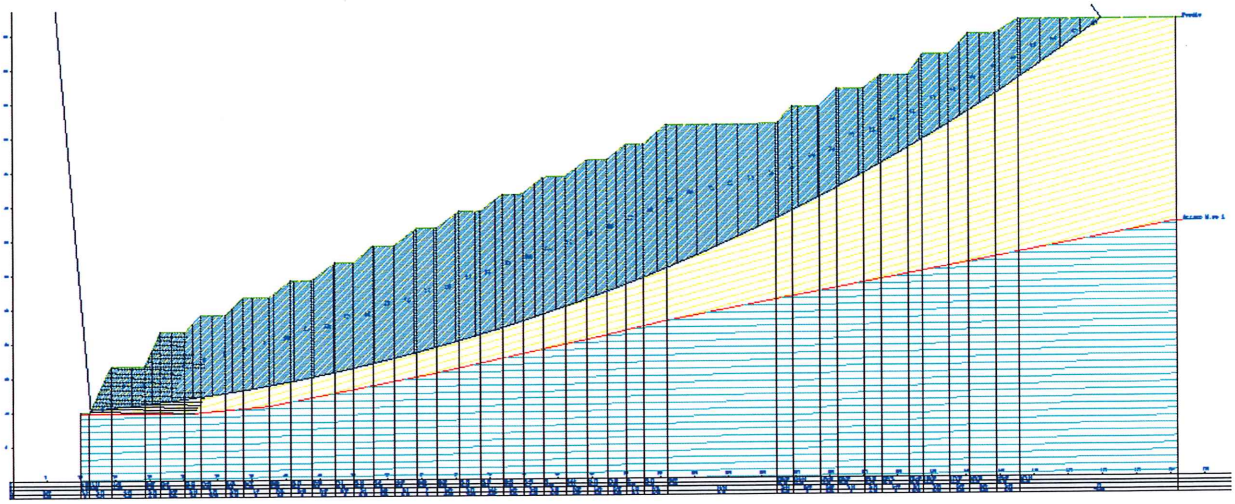
Superficie 4



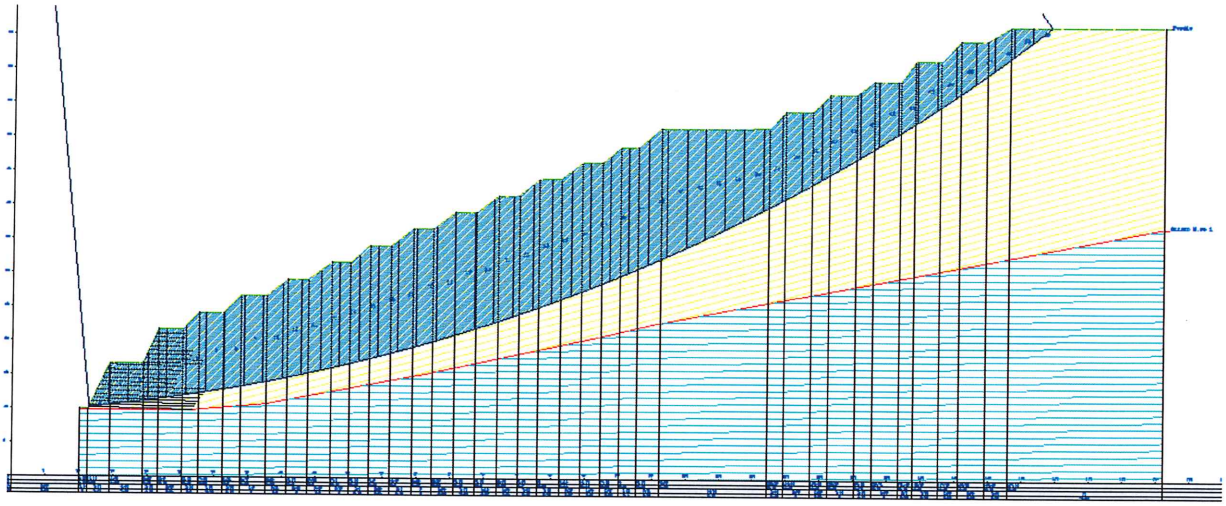
Superficie 5



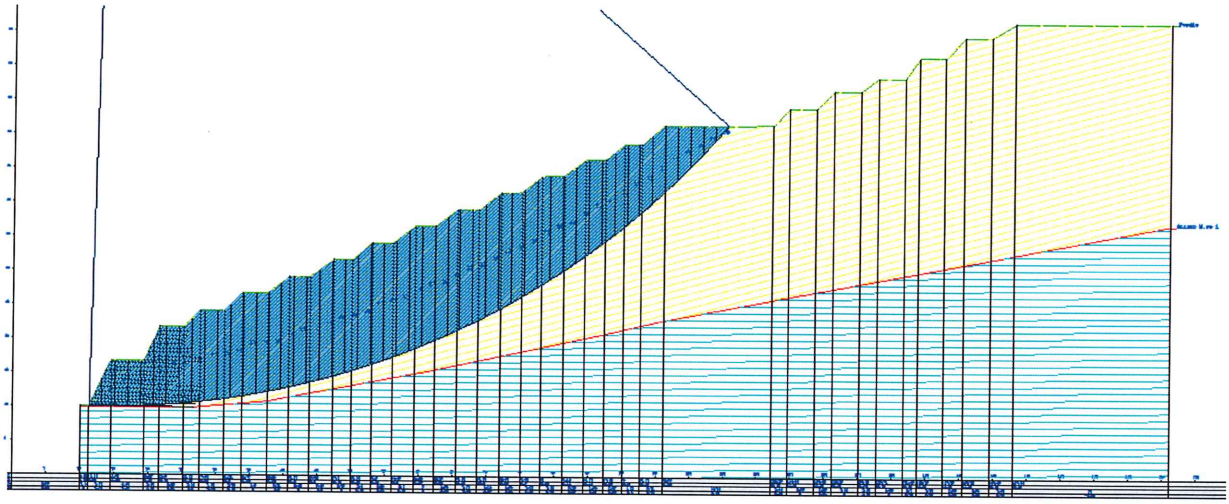
Superficie 6



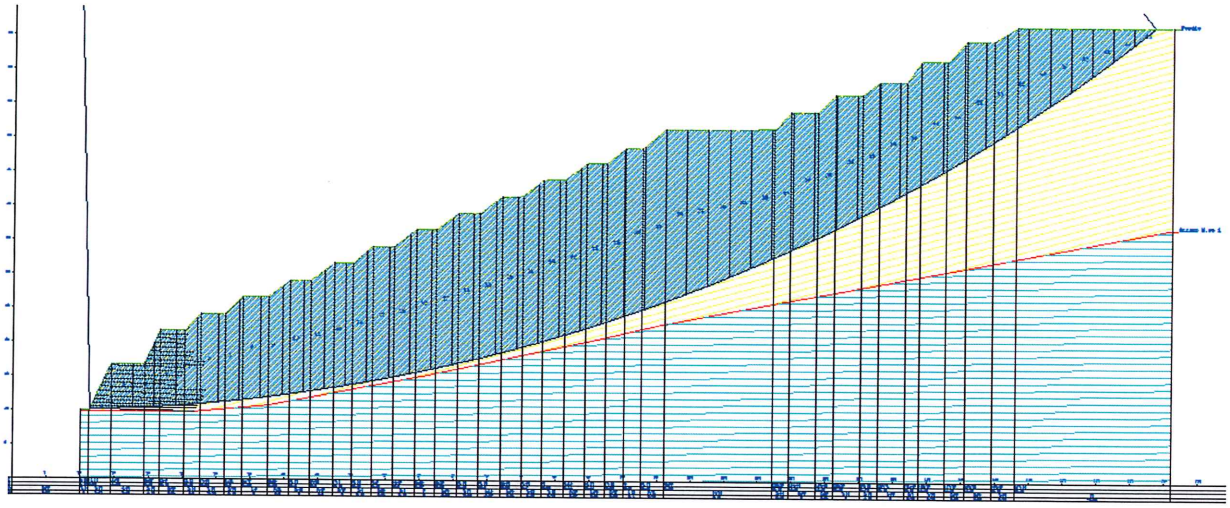
Superficie 7



Superficie 8



Superficie 9



Superficie 10

Le verifiche in condizioni sismiche SLV in assenza di falda acquifera danno il seguente risultato:

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 6

Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	3,9	173,4	163,5	1,3157	1,3271	1,3071				1,2917	1,3184
2	9,5	170,6	160,5	1,2361	1,2507	1,2281				1,2185	1,2393
3	8,8	249,0	238,9	1,1236	1,1429	1,1167				NON CONV.	1,1263
4	-2,6	177,1	167,4	1,3367	1,3446	1,328				1,3126	1,3384
5	-2,8	207,7	192,4	1,1075	1,1126	1,1012				1,1013	1,1089
6	24,3	134,6	117,9	1,0373	1,0469	1,0311				1,028	NON CONV.
7	-13,2	299,5	290,1	1,1952	1,2081	1,188				NON CONV.	1,197
8	-15,5	286,8	277,8	1,2362	1,248	1,2286				1,2249	1,2378
9	14,2	131,1	121,1	1,1539	1,1661	1,1458				1,1429	1,1577
10	4,9	273,9	263,9	1,1818	1,2012	1,1745				1,1715	1,18

La superficie critica risulta la n° 6 con F_{min} = 1,028

Le verifiche in condizioni sismiche SLV in presenza della falda acquifera nel rilevato danno il seguente risultato:

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 3

Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	3,9	173,4	163,5	1,2735	1,2849	1,2653				1,2537	1,2763
2	9,5	170,6	160,5	1,1619	1,1764	1,1547				1,1501	1,1655
3	8,8	249,0	238,9	1,0141	1,0327	1,0083				1,0109	NON CONV.
4	-2,6	177,1	167,4	1,3225	1,3304	1,314				1,2999	1,3244
5	-2,8	207,7	192,4	1,0989	1,1039	1,0927				1,0929	NON CONV.
6	24,3	134,6	117,9	1,0278	1,0374	1,0217				1,0189	1,0311
7	-13,2	299,5	290,1	1,1428	1,1555	1,136				1,137	1,1448
8	-15,5	286,8	277,8	1,1958	1,2075	1,1886				1,1875	1,1977
9	14,2	131,1	121,1	1,0855	1,0981	1,0784				1,0781	1,0899
10	4,9	273,9	263,9	1,0731	1,0917	1,0668				1,0695	1,0759

La superficie critica risulta la n° 3 con F_{min} =1,008

Le verifiche evidenziano quindi che in assenza di falda acquifera il rilevato presenta superfici critiche nella parte corticale dipendenti dalle caratteristiche di resistenza della parte alta della terra armata.
In presenza di un innalzamento della falda acquifera nel corpo del rilevato diventano invece critiche le superfici di scorrimento profonde contenute dall'intero basamento in terra armata.

In allegato sono riportate le relazioni di calcolo delle verifiche di stabilità nelle due condizioni considerate.

Nell'elaborato grafico allegato è riportato lo schema strutturale della terra armata ipotizzato per la costruzione del piede del rilevato dell'ampliamento della discarica in progetto.

Andora, aprile 2014

I tecnici

geologo Vittorio Vezzaro

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 222
VITTORIO VEZZARO
GEOLOGO
data iscr. 02-05-1991

ing. Tatiana Quaglia

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1811 *Dott. Ing. Tatiana Quaglia*

ALLEGATI

TABULATI DI CALCOLO E ELABORATO GRAFICO

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:	**VERIFICA DI STABILITA' AMPLIAMENTO DISCARICA INERTI ESEGUITA IN ASSENZA DI FALDA ACQUIFERA NEL RILEVATO**
COMMITTENTE:	**ECO12 SRL**

RELAZIONE DI CALCOLO

La presente relazione è relativa alla verifica di pendii naturali, di scarpate per scavi e di opere in terra.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le costruzioni* emanate con il *D.M. 14/01/2008* pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/01/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "*Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*".
Le verifiche sono state condotte rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) applicando alle caratteristiche geotecniche del terreno i coefficienti parziali del gruppo M2 (Tab. 6.2.II NTC).

VERIFICHE DI STABILITÀ

I fenomeni franosi possono essere ricondotti alla formazione di una superficie di rottura lungo la quale le forze, che tendono a provocare lo scivolamento del pendio, non risultano equilibrate dalla resistenza a taglio del terreno lungo tale superficie.

La verifica di stabilità del pendio si riconduce alla determinazione di un coefficiente di sicurezza, relativo ad una ipotetica superficie di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata.

Suddiviso il pendio in un determinato numero di conci di uguale ampiezza, per ogni concio si possono individuare:

a) il peso;
b) la risultante delle forze esterne agenti sulla superficie;
c) le forze inerziali orizzontali e verticali;
d) le reazioni normali e tangenziali mutue tra i conci;
e) le reazioni normali e tangenziali alla base dei conci;
f) le pressioni idrostatiche alla base.

Sotto l'ipotesi che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio della rottura alla *Mohr–Coulomb*, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali alla base, le incognite, per la determinazione dello equilibrio di ogni concio, risultano essere le reazioni laterali, i loro punti di applicazione, e la reazione normale alla base.

Per la determinazione di tutte le incognite, le equazioni di equilibrio risultano insufficienti, per cui il problema della stabilità dei pendii è, in via rigorosa, staticamente indeterminato. La risoluzione del problema va perseguita introducendo ulteriori condizioni sugli sforzi agenti sui conci. Tali ulteriori ipotesi differenziano sostanzialmente i diversi metodi di calcolo.

I casi in cui non è possibile stabilire un coefficiente di sicurezza per il pendio vengono segnalati attraverso le seguenti stringhe:

- *SCARTATA* : coefficiente di sicurezza minore di 0,1;
- *NON CONV.* : convergenza del metodo di calcolo non ottenuta;
- *ELEM.RIG.* : intersezione della superficie di scivolamento con un corpo rigido.

METODO DI BELL

L'ipotesi alla base del metodo consiste nell'imporre una specifica distribuzione delle tensioni normali lungo la superficie di scivolamento.

Definite le quantità:

$$-f = \text{sen}\left(2 \cdot pg \cdot \frac{xb - xi}{xb - xa}\right)$$

- pg = costante pi greca
- xb = ascissa punto di monte del pendio
- xa = ascissa punto di valle del pendio

- *xi* = ascissa parete di monte del pendio
- Kx, *Ky* = coeff. sismici orizzontale e verticale
- *xci* = ascissa punto medio alla base del concio i
- *zci* = ordinata punto medio alla base del concio i
- *xgi, ygi* = ascissa e ordinata baricentro concio i
- *xmi, ymi* = ascissa e ordinata punto applicazione risultante forze esterne

il coefficiente di sicurezza F scaturisce come parametro contenuto nei coefficienti del sistema di equazioni:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} = \begin{matrix} a_{14} \\ a_{24} \\ a_{34} \end{matrix}$$

dove:

$$a_{11} = (1-Kx)\cdot\left(\sum_i W_i \cdot \cos^2(a_i)\cdot\tan(fi) - F\cdot\sum_i W_i sin(a_i)\cos(a_i)\right)$$

$$a_{12} = \sum_i f\cdot b\cdot\tan(fi) - F\cdot\sum_i f\cdot b\cdot\tan(a_i)$$

$$a_{13} = \sum_i c_i\cdot b$$

$$a_{14} = \sum_i u_i\cdot b\cdot\tan(fi) + F(Kx\cdot\sum_i W_i - Q_i$$

$$a_{21} = (1-Ky)\cdot\left(\sum_i W_i\cdot sin(a_i)\cos(a_i)\cdot\tan(fi) + F\cdot\sum_i W_i\cos^2(a_i)\right)$$

$$a_{22} = \sum_i f\cdot b\cdot\tan(a_i) + F\cdot\sum_i f\cdot b$$

$$a_{23} = \sum_i c_i\cdot b\cdot\tan(a_i)$$

$$a_{24} = \sum_i u_i\cdot b\cdot\tan(a_i)\cdot\tan(fi) + F\left[(1-Ky)\cdot\sum_i W_i + P_i\right]$$

$$a_{31} = (1-Ky)\cdot\left\{\begin{matrix}\sum_i\left(W_i\cdot\cos^2(a_i)\cdot\tan(fi)\right)\cdot zci - \\ -\sum_i\left(W_i\cdot\text{sen}(a_i)\cos(a_i)\tan(fi)\right)\cdot xci - F\left[\sum_i\left(W_i\cos^2(a_i)\right)\cdot xci + \sum_i\left(W_i\,\text{sen}(a_i)\cos(a_i)\right)\cdot zci\right]\end{matrix}\right\}$$

$$a_{32} = \sum_i\left(f\cdot b\cdot\tan(a_i)\right)\cdot zci - \sum_i\left(f\cdot b\cdot\tan(a_i)\tan(fi)\right)\cdot xci - F\cdot\left[\sum_i\left(f\cdot b\cdot\tan(a_i)\right)\cdot zci + \sum_i\left(f\cdot b\cdot xci\right)\right]$$

$$a_{33} = \sum_i(ci\cdot b)\cdot zci - \sum_i(ci\cdot b\cdot\tan(a_i))\cdot xci$$

$$a_{34} = \sum_i\left(ui\cdot b\cdot\tan(fi)\right)\cdot zci - \sum_i\left(ui\cdot b\cdot\tan(a_i)\tan(fi)\right)\cdot xci + F\cdot Kx\sum_i W_i\cdot ygi - (1-Ky)\sum_i W_i\cdot xgi - Q_i\cdot ymi - P_i\cdot xmi$$

- **METODO DI BISHOP**

Le ipotesi alla base dell'espressione di Bishop del coefficiente di sicurezza sono date da:

a) superficie di scivolamento circolare;

b) uguaglianza delle reazioni normali alle facce laterali dei conci.

$$(1) \qquad F = \frac{\sum_{i=1}^{N}\left[ci\cdot b + (W_i(1-Kv) - u_i\cdot b)\tan(fi)\right]\dfrac{\sec(a_i)}{1+\tan(fi)\tan(a_i)}}{F}}{\sum_{i=1}^{N} W_i\left[(1-Kv)sin(a_i) + \dfrac{Kh\cdot dh_i}{R}\right]}$$

dove:

- *N* = numero di conci in cui e' suddiviso il pendio

- *ci* = coesione alla base del concio i
- *b* = larghezza del concio
- *Wi* = peso del concio
- *ui* = pressione interstiziale alla base
- *fi* = angolo di attrito del terreno alla base del concio
- *ai* = inclinazione della base del concio
- *Kv* = coefficiente sismico verticale
- *Kh* = coefficiente sismico orizzontale
- *R* = raggio del cerchio di scivolamento
- *dhi* = distanza verticale del profilo superiore del concio dal centro della superficie di scivolamento

Tale espressione del coefficiente di sicurezza F risulta in forma implicita, pertanto viene risolta per via ITERATIVA.

- **METODO DI JAMBU**

L'ipotesi alla base del metodo è la conoscenza della posizione della linea di spinta, pertanto risultano noti i bracci delle reazioni laterali ai conci.

$$F = \sum_{i=1}^{N} \frac{A_i}{\sum_{i=1}^{N} B_i} \qquad (2)$$

posto:

$$A_i = \left[ci + \left(\frac{dW}{b} + \frac{dX}{b} - u_i \right) \tan(fi) \right] \frac{b}{ni} \qquad (3)$$

$$ni = \frac{1 + \frac{\tan(a_i)\tan(fi)}{F}}{1 + \tan^2(a_i)} \qquad (4)$$

$$Bi = Qi + Kh \cdot W_i + (dW + dX)\tan(a_i) \qquad (5)$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di *Bishop*, si definiscono le ulteriori grandezze:

- $dW = Wi + Pi$
- *Pi* = forze verticali esterne agenti sul concio i
- *Qi* = forze orizzontali sulla superficie esterna
- *dX* = differenza tra le forze tangenziali sulle superfici opposte del concio, che scaturiscono dallo equilibrio alla rotazione delle forze statiche e delle forze sismiche.

Il coefficiente di sicurezza F viene determinato in via iterativa ponendo al primo tentativo $dX = 0$ e $ni = 1$.

- **METODO DI SARMA**

Il metodo si basa sul calcolo recursivo delle reazioni mutue tra i conci, in modo da ottenere la convergenza con le condizioni al contorno.

L'incremento di componente verticale della reazione, da valle a monte, è dato da:

$$dXi = \frac{\sum_{i=1}^{N} D_i \cdot (y_i - y_g)}{\sum_{i=1}^{N} Ps_i \cdot \left[(x_i - x_g) + (y_i - y_g)\tan(ffi - a_i) \right]} Ps_i$$

essendo:

$$D_i = Wy_i \tan(ff_i - a_i) + \frac{cf_i \cdot b \cdot \cos(ff_i)\sec(a_i) - u_i \cdot b \cdot \operatorname{sen}(ff_i)}{\cos(a_i)\cos(ff_i) + \operatorname{sen}(a_i)\operatorname{sen}(ff_i)}$$

Sono note quindi le reazioni alla base del concio:

$$N_i = \frac{[Wy_i + dX_i - cf_i \cdot b \cdot \tan(a_i) + u_i \cdot b \cdot \tan(ff_i) \cdot \operatorname{sen}(a_i)] \cdot \cos(ff_i)}{\cos(a_i)\cos(ff_i) + \operatorname{sen}(a_i)\operatorname{sen}(ff_i)}$$

$$T_i = \frac{cf_i \cdot b \cdot \cos(ff_i) + (Wy_i + dX_i)\operatorname{sen}(ff_i) - u_i \cdot b \cdot \operatorname{sen}(ff_i)\cos(a_i)}{\cos(a_i)\cos(ff_i) + \operatorname{sen}(a_i)\operatorname{sen}(ff_i)}$$

e quindi l'incremento di componente orizzontale della reazione:

$$dE_i = T_i \cdot \cos(a_i) - N_i \cdot \operatorname{sen}(a_i) - Wx_i$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di *Bishop*, si definiscono le ulteriori grandezze:

- $ff_i = arc\tan\frac{\tan(fi)}{F}$
- $cf = \frac{c_i}{F}$
- x_i, y_i = coordinate cartesiane del baricentro del concio
- xG, yG = coordinate cartesiane del baricentro della intera massa slittante
- Wy_i = peso proprio concio + risultante forze applicate e inerziali a componente verticale
- Wx_i = risultante delle forze applicate e inerziali a componente orizzontale
- Ps_i = funzione di *Sarma*, funzione dello stato tensionale del singolo concio
- N_i = reazione normale alla base del concio i
- T_i = reazione tangenziale alla base del concio i

- **METODO DI SPENCER**

Il metodo si basa sul calcolo recursivo delle reazioni mutue tra i conci e dell'equilibrio dei momenti, in modo da ottenere la convergenza con le condizioni al contorno.

Dall'equilibrio alla traslazione:

$$Z_i = \frac{\frac{c_i \cdot b \cdot \sec(a_i)}{F} + [(Wy_i \cdot \cos(a_i) - Wx_i \cdot \operatorname{sen}(a_i)) - u_i \cdot b \cdot \sec(a_i)]\frac{\tan(fi)}{F} - [(Wy_i \cdot \operatorname{sen}(a_i) - Wx_i \cdot \cos(a_i))]}{\cos(a_i - te) + \frac{\tan(fi) \cdot \operatorname{sen}(a_i - te)}{F}} - Z_i - 1$$

Dall'equilibrio alla rotazione:

$$\sum_{i=1}^{N-1}[Z_i \cdot \cos(te) \cdot (2b \cdot \tan(te) - b \cdot (\tan(a_i) + \tan(a_i + 1)))] = K_h \cdot \sum_{i=1}^{N} Wy_i \cdot h_i$$

dove, oltre alle quantità già definite per il metodo di *Bishop*, si definiscono le ulteriori grandezze:

- Z_i = reazione risultante di monte sul concio i
- Z_i-1 = reazione risultante di monte sul concio i-1 = -Zvi
- Zv_i = reazione risultante di valle sul concio i
- Wy_i = peso proprio concio + risultante forze applicate e inerziali a componente verticale
- Wx_i = risultante delle forze applicate e inerziali a componente orizzontale
- te = inclinazione delle reazioni tra i conci rispetto all'orizzontale
- h_i = altezza del concio

Il coefficiente di sicurezza F viene determinato in via iterativa ponendo al primo tentativo *te* = 0.

- **RINFORZO MEDIANTE GEOGRIGLIE**

La geogriglia, inserita all'interno del terreno, determina un effetto comparabile a quello di uno sforzo concentrato lungo il piano di posa del rinforzo.

Il contributo alla stabilità della scarpata viene valutato come un incremento della resistenza a taglio del terreno lungo la superficie di scorrimento, pari alla componente tangente alla superficie della resistenza ammissibile della geogriglia:

$$Tgg = Fgg \times \cos(Acn - Agg)$$

essendo:

- Tgg = Contributo di resistenza al taglio della geogriglia su ogni concio
- Fgg = Forza di trazione ammissibile per la geogriglia
- Acn = Angolo alla base del concio
- Agg = Angolo che la geogriglia forma con l'orizzontale

La verifica allo sfilamento della geogriglia viene effettuata sulla base della lunghezza di ancoraggio del rinforzo oltre la superficie di scorrimento della scarpata:

$$CoefS = Lgg \times Agt \times Sgmv / Fgg$$

essendo:

- CoefS = Coefficiente di sicurezza allo sfilamento
- Lgg = Lunghezza di ancoraggio della geogriglia
- Agt = Coefficiente di attrito geogriglia–terreno
- Sgmv = Tensione verticale media nel tratto di ancoraggio
- Fgg = Forza di trazione ammissibile per la geogriglia

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

Numero conci : *Numero di conci in cui è suddiviso il pendio*

Coefficiente sismico orizzontale : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale*

Coefficiente sismico verticale : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale*

Rapporto Hs/Hm : *Rapporto tra altezza della spinta e altezza del concio, nel metodo di Jambu*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

Numero conci : *Numero di conci in cui è suddiviso il pendio*

Coefficiente sismico orizzontale : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica orizzontale*

Coefficiente sismico verticale : *Moltiplicatore del peso per la valutazione dell'inerzia sismica verticale*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Str. N.ro : *Numero dello strato*

Descrizione strato : *Descrizione sintetica dello strato*
Coesione : *Coesione*

Ang. attr. : *Angolo di attrito interno del terreno dello strato in esame*

Densità : *Peso specifico del terreno in situ*

D. Saturo : *Peso specifico del terreno saturo*

Vert. N.ro : *Numero del vertice della poligonale che definisce lo strato*

Ascissa / Ordinata : *Coordinate dei vertici dello strato*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Asc. in. : *Ascissa iniziale della geogriglia*

Ord. in. : *Ordinata iniziale della geogriglia*

Asc. fin. : *Ascissa finale della geogriglia*

Ord. fin. : *Ordinata finale della geogriglia*

Sforzo max. : *Massimo sforzo normale resistente opposto dall'elemento se intercettato dalla superficie di scorrimento*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

h	: *altezza media del concio*
L	: *sviluppo larghezza alla base del concio*
α	: *inclinazione della base del concio*
c	: *coesione terreno alla base del concio*
ϕ	: *angolo di attrito interno alla base del concio*
W	: *peso del concio*
hw	: *altezza della falda dalla base del concio*
Qw	: *risultante delle pressioni interstiziali*
Tcn	: *Contributo elementi resistenti a taglio*
Tgg	: *Contributo geogriglie*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Ff	: *risultante delle forze verticali concentrate*
Fq	: *risultante delle forze verticali distribuite*
Fr	: *forza verticale da contributo inerzia corpo rigido*
Fs	: *incremento sismico verticale di W + Ff + Fq + Fr*
Ftot	: *risultante forze verticali W + Ff + Fq + Fr + Fs*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La simbologia usata in tabella va interpretata secondo le descrizioni dei campi riportate di seguito:

Hf	: *risultante delle forze orizzontali concentrate*
Hq	: *risultante delle forze orizzontali distribuite*
Hr	: *forza orizzontale da contributo inerzia corpo rigido*
Htot	: *risultante forze orizzontali, Hf + Hq + Hr, su profilo pendio*
Hs	: *azione sismica orizzontale di W + Ff + Fq + Fr*

- **SPECIFICHE DEI CAMPI DELLA TABELLA DI STAMPA**

La tabella di seguito esposta riporta le forze scambiate tra i vari conci secondo le teorie selezionate (*Bishop*, *Jambu* e *Bell*). La simbologia è da interpretarsi come appresso descritto:

Con. sx	: *Concio a sinistra della superficie di separazione tra i due conci*
Con. dx	: *Concio a destra della superficie di separazione tra i due conci*
F.or.	: *Risultante delle forze (orizzontali) scambiate tra i due conci ortogonalmente alla superficie (verticale) di separazione*
F.vert.	: *Risultante delle forze (verticali) scambiate tra i due conci parallelamente alla superficie (verticale) di separazione*

DATI GENE

D A T I G E N
Vita Nominale (Anni)
Classe d' Uso
Longitudine Est (Grd)
Latitudine Nord (Grd)
Categoria Suolo
Coeff. Condiz. Topogr.
Probabilita' Pvr
Periodo di Ritorno Anni
Accelerazione Ag/g
Fattore Stratigrafia 'S'
Coeff. Sismico Kh
Coeff. Sismico Kv
Numero conci :
Numero elementi rigidi:
Tipo Superficie di rottura :
Rapporto Hs/Hm :
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :
DATI GENERALI PE
Coefficiente allo sfilamento geogr:
Coefficiente attrito geogr-terreno:
COEFFICIENTI PAR
Tangente Resist. Taglio
Peso Specifico
Coesione Efficace (c'k)
Resist. a taglio NON drenata (cuk)
Coefficiente R2

DATI GEO

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq
	Profilo del pendio	

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						27	90,01	48,78
						28	92,73	48,88
						29	96,05	51,63
						30	112,20	51,71
						31	114,65	54,23
						32	118,61	54,23
						33	121,18	56,78
						34	125,03	56,78
						35	127,72	58,77
						36	131,68	58,77
						37	133,79	61,72
						38	137,58	61,75
						39	140,53	64,73
						40	144,46	64,77
						41	147,94	66,82
						42	170,95	66,81
1	rilevato	1,000	28,00	1,800	2,000	1	10,00	9,87
						2	26,75	9,90
						3	37,52	10,85
						4	49,83	13,21
						5	61,48	15,43
						6	73,05	17,93
						7	85,51	20,59
						8	95,26	22,86
						9	110,89	25,84
						10	123,64	28,24
						11	143,08	31,93
						12	159,39	35,01
						13	170,95	37,20
2	substrato	30,000	40,00	2,200	2,200			

COORDINATE PUNTI PASSAGGIO CERCHI

Cerchio N.ro	Asc. pto1 (m)	Ord. pto1 (m)	Asc. pto2 (m)	Ord. pto2 (m)	Asc. pto3 (m)	Ord. pto3 (m)
1	11,24	10,07	50,61	16,72	112,11	50,84
2	11,25	10,04	55,10	16,65	115,77	50,25
3	11,12	10,14	73,12	18,95	159,83	63,93
4	11,01	10,24	61,85	22,58	103,62	47,69
5	19,34	16,57	65,86	27,96	103,72	47,48
6	19,23	16,80	71,13	26,38	106,67	50,22
7	11,02	10,40	77,15	23,82	147,91	58,25
8	10,90	10,28	113,48	40,80	142,69	58,49
9	11,25	10,05	53,17	16,46	104,70	50,65
10	11,14	10,16	68,57	17,89	166,79	65,61

DATI GEOGRIGLIE

Elem. N.ro	Asc. in. (m)	Ord. in. (m)	Asc. fin. (m)	Ord. fin. (m)	Sforzo max (t)
1	11,42	10,22	26,72	9,88	100,00
2	11,57	10,62	27,05	10,30	100,00
3	11,80	11,05	27,32	10,69	100,00
4	12,03	11,55	27,60	11,10	70,00
5	12,30	12,09	27,90	11,50	47,00

DATI GEOGRIGLIE

Elem. N.ro	Asc. in. (m)	Ord. in. (m)	Asc. fin. (m)	Ord. fin. (m)	Sforzo max (t)
6	12,61	12,78	28,18	12,17	47,00
7	12,92	13,45	28,47	12,88	47,00
8	13,43	14,61	24,42	14,35	25,00
9	13,74	15,20	24,75	14,99	25,00
10	14,03	15,84	25,06	15,61	25,00
11	14,36	16,53	25,37	16,25	25,00
12	19,33	16,85	28,28	16,57	20,00
13	19,61	17,39	28,34	17,14	20,00
14	19,89	17,96	26,56	17,88	4,00
15	20,18	18,61	26,72	18,46	4,00
16	20,46	19,22	25,03	19,11	4,00
17	20,79	19,84	25,34	19,76	4,00
18	21,07	20,49	25,63	20,45	4,00
19	21,37	21,14	25,94	21,06	4,00
20	13,21	14,06	24,32	13,68	25,00

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 6

Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	3,9	173,4	163,5	1,3157	1,3271	1,3071				1,2917	1,3184
2	9,5	170,6	160,5	1,2361	1,2507	1,2281				1,2185	1,2393
3	8,8	249,0	238,9	1,1236	1,1429	1,1167				NON CONV.	1,1263
4	-2,6	177,1	167,4	1,3367	1,3446	1,328				1,3126	1,3384
5	-2,8	207,7	192,4	1,1075	1,1126	1,1012				1,1013	1,1089
6	24,3	134,6	117,9	1,0373	1,0469	1,0311				1,028	NON CONV.
7	-13,2	299,5	290,1	1,1952	1,2081	1,188				NON CONV.	1,197
8	-15,5	286,8	277,8	1,2362	1,248	1,2286				1,2249	1,2378
9	14,2	131,1	121,1	1,1539	1,1661	1,1458				1,1429	1,1577
10	4,9	273,9	263,9	1,1818	1,2012	1,1745				1,1715	1,1843

CARATTERISTICHE CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	1,92	1,78	-2,01	0,80	23,0	6,15	0,0	0,00	0,00	0,00
2	5,00	1,78	-1,14	0,80	23,0	15,98	0,0	0,00	0,00	0,00
3	5,02	1,78	-0,28	0,80	23,0	16,07	0,0	0,00	0,00	19,99
4	5,28	1,78	0,59	0,80	23,0	16,90	0,0	0,00	0,00	0,00
5	7,13	1,78	1,45	0,80	23,0	22,82	0,0	0,00	0,00	0,00
6	7,43	1,78	2,31	0,80	23,0	23,77	0,0	0,00	0,00	0,00
7	7,33	1,78	3,18	0,80	23,0	23,45	0,0	0,00	0,00	0,00
8	8,59	1,78	4,04	0,80	23,0	27,48	0,0	0,00	0,00	0,00
9	9,57	1,78	4,91	0,80	23,0	30,61	0,0	0,00	0,00	0,00
10	9,40	1,79	5,78	0,80	23,0	30,08	0,0	0,00	0,00	0,00
11	9,50	1,79	6,65	0,80	23,0	30,40	0,0	0,00	0,00	0,00
12	10,67	1,79	7,52	0,80	23,0	34,13	0,0	0,00	0,00	0,00
13	11,25	1,80	8,39	0,80	23,0	35,98	0,0	0,00	0,00	0,00
14	10,97	1,80	9,26	0,80	23,0	35,10	0,0	0,00	0,00	0,00
15	11,57	1,81	10,14	0,80	23,0	37,01	0,0	0,00	0,00	0,00
16	12,52	1,81	11,02	0,80	23,0	40,04	0,0	0,00	0,00	0,00
17	12,49	1,82	11,90	0,80	23,0	39,94	0,0	0,00	0,00	0,00
18	12,36	1,82	12,78	0,80	23,0	39,54	0,0	0,00	0,00	0,00
19	13,52	1,83	13,67	0,80	23,0	43,24	0,0	0,00	0,00	0,00
20	13,71	1,84	14,56	0,80	23,0	43,87	0,0	0,00	0,00	0,00
21	13,25	1,84	15,45	0,80	23,0	42,37	0,0	0,00	0,00	0,00
22	13,84	1,85	16,35	0,80	23,0	44,27	0,0	0,00	0,00	0,00
23	14,69	1,86	17,25	0,80	23,0	46,98	0,0	0,00	0,00	0,00
24	14,13	1,87	18,16	0,80	23,0	45,20	0,0	0,00	0,00	0,00
25	13,94	1,88	19,07	0,80	23,0	44,59	0,0	0,00	0,00	0,00
26	14,65	1,89	19,99	0,80	23,0	46,88	0,0	0,00	0,00	0,00
27	14,76	1,90	20,91	0,80	23,0	47,23	0,0	0,00	0,00	0,00
28	14,05	1,91	21,84	0,80	23,0	44,95	0,0	0,00	0,00	0,00
29	14,22	1,93	22,77	0,80	23,0	45,50	0,0	0,00	0,00	0,00
30	14,81	1,94	23,71	0,80	23,0	47,39	0,0	0,00	0,00	0,00
31	14,22	1,96	24,65	0,80	23,0	45,49	0,0	0,00	0,00	0,00
32	13,66	1,97	25,61	0,80	23,0	43,70	0,0	0,00	0,00	0,00
33	14,20	1,99	26,57	0,80	23,0	45,42	0,0	0,00	0,00	0,00

CARATTERISTICHE CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
34	14,06	2,00	27,54	0,80	23,0	44,98	0,0	0,00	0,00	0,00
35	13,15	2,02	28,52	0,80	23,0	42,08	0,0	0,00	0,00	0,00
36	13,05	2,04	29,51	0,80	23,0	41,75	0,0	0,00	0,00	0,00
37	13,33	2,06	30,50	0,80	23,0	42,63	0,0	0,00	0,00	0,00
38	12,48	2,08	31,51	0,80	23,0	39,92	0,0	0,00	0,00	0,00
39	11,71	2,11	32,53	0,80	23,0	37,45	0,0	0,00	0,00	0,00
40	12,01	2,13	33,56	0,80	23,0	38,42	0,0	0,00	0,00	0,00
41	11,27	2,16	34,60	0,80	23,0	36,06	0,0	0,00	0,00	0,00
42	10,34	2,19	35,66	0,80	23,0	33,09	0,0	0,00	0,00	0,00
43	10,51	2,22	36,73	0,80	23,0	33,63	0,0	0,00	0,00	0,00
44	10,17	2,25	37,81	0,80	23,0	32,55	0,0	0,00	0,00	0,00
45	8,78	2,28	38,91	0,80	23,0	28,08	0,0	0,00	0,00	0,00
46	7,32	2,32	40,03	0,80	23,0	23,43	0,0	0,00	0,00	0,00
47	5,81	2,36	41,17	0,80	23,0	18,58	0,0	0,00	0,00	0,00
48	4,23	2,40	42,33	0,80	23,0	13,54	0,0	0,00	0,00	0,00
49	2,59	2,45	43,51	0,80	23,0	8,28	0,0	0,00	0,00	0,00
50	0,87	2,50	44,71	0,80	23,0	2,80	0,0	0,00	0,00	0,00

FORZE VERTICALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,22	6,36
2	0,00	0,00	0,00	0,56	16,54
3	0,00	0,00	0,00	0,56	16,64
4	0,00	0,00	0,00	0,59	17,49
5	0,00	0,00	0,00	0,80	23,62
6	0,00	0,00	0,00	0,83	24,61
7	0,00	0,00	0,00	0,82	24,27
8	0,00	0,00	0,00	0,96	28,45
9	0,00	0,00	0,00	1,07	31,68
10	0,00	0,00	0,00	1,05	31,13
11	0,00	0,00	0,00	1,06	31,47
12	0,00	0,00	0,00	1,19	35,33
13	0,00	0,00	0,00	1,26	37,24
14	0,00	0,00	0,00	1,23	36,33
15	0,00	0,00	0,00	1,30	38,30
16	0,00	0,00	0,00	1,40	41,44
17	0,00	0,00	0,00	1,40	41,34
18	0,00	0,00	0,00	1,38	40,93
19	0,00	0,00	0,00	1,51	44,75
20	0,00	0,00	0,00	1,54	45,40
21	0,00	0,00	0,00	1,48	43,86
22	0,00	0,00	0,00	1,55	45,82
23	0,00	0,00	0,00	1,64	48,63
24	0,00	0,00	0,00	1,58	46,78
25	0,00	0,00	0,00	1,56	46,15
26	0,00	0,00	0,00	1,64	48,52
27	0,00	0,00	0,00	1,65	48,88
28	0,00	0,00	0,00	1,57	46,52
29	0,00	0,00	0,00	1,59	47,09
30	0,00	0,00	0,00	1,66	49,05
31	0,00	0,00	0,00	1,59	47,09
32	0,00	0,00	0,00	1,53	45,23
33	0,00	0,00	0,00	1,59	47,01
34	0,00	0,00	0,00	1,57	46,56
35	0,00	0,00	0,00	1,47	43,55

FORZE VERTICALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
36	0,00	0,00	0,00	1,46	43,21
37	0,00	0,00	0,00	1,49	44,12
38	0,00	0,00	0,00	1,40	41,31
39	0,00	0,00	0,00	1,31	38,76
40	0,00	0,00	0,00	1,34	39,76
41	0,00	0,00	0,00	1,26	37,33
42	0,00	0,00	0,00	1,16	34,25
43	0,00	0,00	0,00	1,18	34,81
44	0,00	0,00	0,00	1,14	33,69
45	0,00	0,00	0,00	0,98	29,06
46	0,00	0,00	0,00	0,82	24,25
47	0,00	0,00	0,00	0,65	19,23
48	0,00	0,00	0,00	0,47	14,01
49	0,00	0,00	0,00	0,29	8,57
50	0,00	0,00	0,00	0,10	2,90

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44
2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,13
3	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
4	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20
5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69
7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
8	0,00	0,00	0,00	0,00	1,95
9	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17
10	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14
11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16
12	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42
13	0,00	0,00	0,00	0,00	2,55
14	0,00	0,00	0,00	0,00	2,49
15	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63
16	0,00	0,00	0,00	0,00	2,84
17	0,00	0,00	0,00	0,00	2,84
18	0,00	0,00	0,00	0,00	2,81
19	0,00	0,00	0,00	0,00	3,07
20	0,00	0,00	0,00	0,00	3,11
21	0,00	0,00	0,00	0,00	3,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14
23	0,00	0,00	0,00	0,00	3,34
24	0,00	0,00	0,00	0,00	3,21
25	0,00	0,00	0,00	0,00	3,17
26	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33
27	0,00	0,00	0,00	0,00	3,35
28	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19
29	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23
30	0,00	0,00	0,00	0,00	3,36
31	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 6

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
32	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10
33	0,00	0,00	0,00	0,00	3,22
34	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19
35	0,00	0,00	0,00	0,00	2,99
36	0,00	0,00	0,00	0,00	2,96
37	0,00	0,00	0,00	0,00	3,03
38	0,00	0,00	0,00	0,00	2,83
39	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66
40	0,00	0,00	0,00	0,00	2,73
41	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56
42	0,00	0,00	0,00	0,00	2,35
43	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39
44	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31
45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99
46	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
47	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32
48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 6

		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1	0	0	0	0	0	0							NOCON	NOCON	0	0
1	2	3.4	0	9.9	-16.3	3.9	-.2							NOCON	NOCON	6.2	6.6
2	3	10.1	0	20.7	-26.2	12	-.7							NOCON	NOCON	15.2	12.1
3	4	34.1	0	44.6	-27.2	19.9	-1.6							NOCON	NOCON	39.6	12.9
4	5	40.5	0	51.6	-29.2	27.9	-2.8							NOCON	NOCON	47.7	17.4
5	6	48.3	0	59.1	-29.1	38	-4.5							NOCON	NOCON	57.3	22.4
6	7	56	0	67.4	-31.3	48	-6.6							NOCON	NOCON	65	22.5
7	8	63.2	0	79.2	-45.5	57.5	-8.9							NOCON	NOCON	73	25.2
8	9	71	0	86.3	-45.3	68	-11.6							NOCON	NOCON	82.6	31.2
9	10	79	0	92.2	-39.8	79	-14.8							NOCON	NOCON	91.1	33.1
10	11	86.5	0	102.4	-50	89.3	-18.1							NOCON	NOCON	98.2	32.2
11	12	93.5	0	112.5	-63.4	99.2	-21.6							NOCON	NOCON	105.9	35.5
12	13	100.8	0	117.7	-58.2	109.5	-25.5							NOCON	NOCON	114	40.4
13	14	107.7	0	123.7	-56	119.6	-29.5							NOCON	NOCON	120.8	40.5
14	15	114.1	0	132.7	-71.1	128.9	-33.6							NOCON	NOCON	126.8	40.7
15	16	120.1	0	138.9	-75.8	137.9	-37.7							NOCON	NOCON	133.3	45
16	17	125.9	0	142.1	-65.3	146.8	-42.1							NOCON	NOCON	139.1	47.2
17	18	131	0	147.8	-73.2	155	-46.3							NOCON	NOCON	143.5	45.7
18	19	135.6	0	153.7	-88.6	162.3	-50.3							NOCON	NOCON	147.9	48.2
19	20	139.8	0	155.4	-75.7	169.4	-54.4							NOCON	NOCON	152	51.8
20	21	143.3	0	157.4	-69.4	175.8	-58.3							NOCON	NOCON	154.7	49.8
21	22	146.2	0	161	-89.3	181.3	-61.9							NOCON	NOCON	156.8	49.2
22	23	148.4	0	162.3	-90.3	186.1	-65.2							NOCON	NOCON	158.6	53
23	24	150	0	161.6	-68.9	190.4	-68.3							NOCON	NOCON	159.3	52.8
24	25	150.9	0	161.5	-73.4	193.7	-70.9							NOCON	NOCON	159.2	49.2
25	26	151.1	0	160.9	-89.6	196.2	-73.1							NOCON	NOCON	158.6	49.9
26	27	150.5	0	159	-78.8	197.9	-74.8							NOCON	NOCON	157	51.5
27	28	149.2	0	156.5	-63.9	198.9	-76.1							NOCON	NOCON	154.7	48.5
28	29	147.3	0	152.9	-75.2	199.1	-76.8							NOCON	NOCON	151.9	45.8
29	30	144.6	0	148.6	-81.7	198.5	-77							NOCON	NOCON	148.1	47.1
30	31	141	0	144.7	-63.7	197.1	-76.6							NOCON	NOCON	143.4	46.1
31	32	136.9	0	139.5	-58.3	195.1	-75.7							NOCON	NOCON	138.4	41.9
32	33	132.2	0	132.5	-69.5	192.5	-74.2							NOCON	NOCON	132.8	41
33	34	126.6	0	126	-62.7	189.1	-72.1							NOCON	NOCON	125.9	41.2
34	35	120.2	0	120.1	-48.2	185.1	-69.4							NOCON	NOCON	118.9	37.7
35	36	113.6	0	111.9	-50.7	180.8	-66.3							NOCON	NOCON	111.6	34.4
36	37	106.4	0	102.8	-52.6	175.9	-62.6							NOCON	NOCON	103.3	34.2
37	38	98.1	0	95.3	-40.3	170.3	-58.4							NOCON	NOCON	94.3	32.2
38	39	89.7	0	87	-34.8	164.6	-53.8							NOCON	NOCON	85.8	28
39	40	81.3	0	76.9	-36.9	158.9	-48.9							NOCON	NOCON	76.7	26.5
40	41	71.8	0	67.7	-28.9	152.4	-43.4							NOCON	NOCON	66.5	25.2
41	42	62.2	0	59	-22.9	145.9	-37.7							NOCON	NOCON	57.1	21.6
42	43	52.8	0	49	-22.8	139.7	-32.1							NOCON	NOCON	47.5	19.9

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 6

		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
43	44	42.5	0	39.2	-15.8	132.9	-25.9							NOCON	NOCON	36.7	19.3
44	45	31.8	0	30.4	-6.8	126	-19.5							NOCON	NOCON	26.5	16.2
45	46	22.1	0	22.1	-2.4	119.9	-13.7							NOCON	NOCON	17.9	12
46	47	13.8	0	14.2	-.4	114.8	-8.6							NOCON	NOCON	10.6	8.3
47	48	7	0	7.4	.5	110.8	-4.4							NOCON	NOCON	4.9	5.3
48	49	2.1	0	2.5	.6	108.1	-1.4							NOCON	NOCON	1	2.9
49	50	-.3	0	-.1	.4	106.8	.1							NOCON	NOCON	-.8	1.2
50		0	0	0	0	107.2	-.1							NOCON	NOCON	-.1	.4

RISULTATI VERIFICHE GEOGRIGLIE

Superfice N.ro: 6				Superfice N.ro: 6		
Geogr. N.ro	Coeff. Sfilamento	Lungh.anc. (m)		Geogr. N.ro	Coeff. Sfilamento	Lungh.anc. (m)
1	1,04	2,30		2	1,02	2,30
3	1,00	2,30		4	1,01	1,60
5	1,04	1,10		6	1,08	1,20
7	1,03	1,20		8	1,06	1,00
9	1,07	1,10		10	1,06	1,20
11	1,03	1,30		12	1,09	0,80
13	1,01	0,80		14	1,36	0,30
15	1,25	0,30		16	1,18	0,50
17	1,08	0,60		18	1,05	0,80
19	1,01	1,10		20	1,04	0,90

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA — A.P. n. 222 VITTORIO VEZZARO GEOLOGO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1811 Dott. Ing. Tatiana Quaglia

TABULATI DI CALCOLO

OGGETTO:	**VERIFICA DI STABILITA' AMPLIAMENTO DISCARICA INERTI ESEGUITA IN PRESENZA DI FALDA ACQUIFERA NEL RILEVATO**
COMMITTENTE:	**ECO12 SRL**

DATI GENERALI STABILITA' PENDIO

DATI GENERALI DI VERIFICA	
Vita Nominale (Anni)	50
Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	8,091
Latitudine Nord (Grd)	43,938
Categoria Suolo	C
Coeff. Condiz. Topogr.	1,200
Probabilita' Pvr	0,100
Periodo di Ritorno Anni	712,000
Accelerazione Ag/g	0,171
Fattore Stratigrafia 'S'	1,448
Coeff. Sismico Kh	0,071
Coeff. Sismico Kv	0,035
Numero conci :	50
Numero elementi rigidi:	0
Tipo Superficie di rottura :	CIRCOLARE PER TRE PUNTI
Rapporto Hs/Hm :	0,40
Peso specifico dell' acqua (t/mc) :	1,000
DATI GENERALI PER IL CALCOLO DELLE GEOGRIGLIE	
Coefficiente allo sfilamento geogr:	1,00
Coefficiente attrito geogr-terreno:	1,00
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA TABELLA M2	
Tangente Resist. Taglio	1,25
Peso Specifico	1,00
Coesione Efficace (c'k)	1,25
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,40
Coefficiente R2	1,10

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
	Profilo del pendio					1	9,99	9,99
						2	11,29	9,99
						3	14,43	16,73
						4	19,27	16,74
						5	21,61	21,71
						6	25,28	21,73
						7	27,64	24,23
						8	31,22	24,20
						9	33,77	26,70
						10	37,58	26,70
						11	40,80	29,20
						12	43,82	29,20
						13	47,30	31,71
						14	50,10	31,71
						15	52,90	34,19
						16	56,10	34,20
						17	59,30	36,70
						18	62,30	36,70
						19	65,65	39,23
						20	68,76	39,20
						21	71,95	41,63
						22	74,98	41,70
						23	78,01	44,10
						24	81,20	44,17
						25	84,44	46,54
						26	87,33	46,58

DATI GEOTECNICI E STRATIGRAFIA

Str. N.ro	Descrizione Strato	Coesione t/mq	Ang.attr Grd	Densita' t/mc	D.Saturo t/mc	Vert N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)
						27	90,01	48,78
						28	92,73	48,88
						29	96,05	51,63
						30	112,20	51,71
						31	114,65	54,23
						32	118,61	54,23
						33	121,18	56,78
						34	125,03	56,78
						35	127,72	58,77
						36	131,68	58,77
						37	133,79	61,72
						38	137,58	61,75
						39	140,53	64,73
						40	144,46	64,77
						41	147,94	66,82
						42	170,95	66,81
1	rilevato	1,000	28,00	1,800	2,000	1	10,00	9,87
						2	26,75	9,90
						3	37,52	10,85
						4	49,83	13,21
						5	61,48	15,43
						6	73,05	17,93
						7	85,51	20,59
						8	95,26	22,86
						9	110,89	25,84
						10	123,64	28,24
						11	143,08	31,93
						12	159,39	35,01
						13	170,95	37,20
2	substrato	30,000	40,00	2,200	2,200			

COORDINATE PROFILO FALDA

Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)		Vert. N.ro	Ascissa (m)	Ordinata (m)	Dz Piez. (m)
1	10,03	8,54	0,00		2	26,74	8,61	0,00
3	26,88	10,05	0,00		4	31,49	12,72	0,00
5	33,94	14,09	0,00		6	42,73	17,62	0,00
7	50,94	20,71	0,00		8	61,53	23,52	0,00
9	73,70	26,62	0,00		10	84,15	29,29	0,00
11	96,18	32,31	0,00		12	108,86	35,41	0,00
13	131,33	40,88	0,00		14	147,97	44,77	0,00
15	170,88	50,03	0,00					

COORDINATE PUNTI PASSAGGIO CERCHI

Cerchio N.ro	Asc. pto1 (m)	Ord. pto1 (m)	Asc. pto2 (m)	Ord. pto2 (m)	Asc. pto3 (m)	Ord. pto3 (m)
1	11,24	10,07	50,61	16,72	112,11	50,84
2	11,25	10,04	55,10	16,65	115,77	50,25
3	11,12	10,14	73,12	18,95	159,83	63,93
4	11,01	10,24	61,85	22,58	103,62	47,69
5	19,34	16,57	65,86	27,96	103,72	47,48
6	19,23	16,80	71,13	26,38	106,67	50,22
7	11,02	10,40	77,15	23,82	147,91	58,25

COORDINATE PUNTI PASSAGGIO CERCHI

Cerchio N.ro	Asc. pto1 (m)	Ord. pto1 (m)	Asc. pto2 (m)	Ord. pto2 (m)	Asc. pto3 (m)	Ord. pto3 (m)
8	10,90	10,28	113,48	40,80	142,69	58,49
9	11,25	10,05	53,17	16,46	104,70	50,65
10	11,14	10,16	68,57	17,89	166,79	65,61

DATI GEOGRIGLIE

Elem. N.ro	Asc. in. (m)	Ord. in. (m)	Asc. fin. (m)	Ord. fin. (m)	Sforzo max (t)
1	11,42	10,22	26,72	9,88	100,00
2	11,57	10,62	27,05	10,30	100,00
3	11,80	11,05	27,32	10,69	100,00
4	12,03	11,55	27,60	11,10	79,00
5	12,30	12,09	27,90	11,50	47,00
6	12,61	12,78	28,18	12,17	47,00
7	12,92	13,45	28,47	12,88	47,00
8	13,43	14,61	24,42	14,35	25,00
9	13,74	15,20	24,75	14,99	25,00
10	14,03	15,84	25,06	15,61	25,00
11	14,36	16,53	25,37	16,25	20,00
12	19,33	16,85	28,28	16,57	20,00
13	19,61	17,39	28,34	17,14	20,00
14	19,89	17,96	26,56	17,88	4,00
15	20,18	18,61	26,72	18,46	4,00
16	20,46	19,22	25,03	19,11	4,00
17	20,79	19,84	25,34	19,76	4,00
18	21,07	20,49	25,63	20,45	4,00
19	21,37	21,14	25,94	21,06	4,00
20	13,21	14,06	24,32	13,68	25,00

COEFFICIENTI DI SICUREZZA DEL PENDIO

N.ro Cerchio critico : 3

Cerchi N.ro	Xc (m)	Yc (m)	Rc (m)	Bishop	Jambu	Bell	MP - Fx = C	MP - Fx=sin	MP-Fx=sin/2	Sarma	Spencer
1	3,9	173,4	163,5	1,2735	1,2849	1,2653				1,2537	1,2763
2	9,5	170,6	160,5	1,1619	1,1764	1,1547				1,1501	1,1655
3	8,8	249,0	238,9	1,0141	1,0327	1,0083				1,0109	NON CONV.
4	-2,6	177,1	167,4	1,3225	1,3304	1,314				1,2999	1,3244
5	-2,8	207,7	192,4	1,0989	1,1039	1,0927				1,0929	NON CONV.
6	24,3	134,6	117,9	1,0278	1,0374	1,0217				1,0189	1,0311
7	-13,2	299,5	290,1	1,1428	1,1555	1,136				1,137	1,1448
8	-15,5	286,8	277,8	1,1958	1,2075	1,1886				1,1875	1,1977
9	14,2	131,1	121,1	1,0855	1,0981	1,0784				1,0781	1,0899
10	4,9	273,9	263,9	1,0731	1,0917	1,0668				1,0695	1,0759

CARATTERISTICHE CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
1	3,24	3,04	0,98	0,80	23,0	17,72	0,0	0,00	0,00	99,92
2	6,49	3,04	1,71	0,80	23,0	35,51	0,0	0,00	0,00	0,00
3	6,39	3,04	2,44	0,80	23,0	34,96	0,0	0,00	0,00	0,00
4	11,21	3,04	3,17	0,80	23,0	61,34	0,0	0,00	0,00	99,71
5	11,04	3,05	3,90	0,80	23,0	60,38	0,0	0,00	0,00	0,00
6	13,32	3,05	4,63	0,80	23,0	72,84	0,0	0,00	0,00	0,00
7	13,03	3,05	5,36	0,80	23,0	72,05	1,3	4,02	0,00	0,00
8	15,21	3,06	6,09	0,80	23,0	84,84	2,7	8,18	0,00	0,00
9	14,87	3,06	6,83	0,80	23,0	83,49	3,6	10,84	0,00	0,00
10	16,55	3,07	7,56	0,80	23,0	93,22	4,4	13,38	0,00	0,00
11	16,57	3,07	8,30	0,80	23,0	93,78	5,2	15,76	0,00	0,00
12	17,90	3,08	9,03	0,80	23,0	101,48	5,9	17,84	0,00	0,00
13	18,11	3,08	9,77	0,80	23,0	103,02	6,5	19,79	0,00	0,00
14	19,59	3,09	10,51	0,80	23,0	111,38	7,0	21,13	0,00	0,00
15	19,47	3,10	11,26	0,80	23,0	110,87	7,2	21,80	0,00	0,00

CARATTERISTICHE CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	h (m)	L (m)	α (°)	c (t/mq)	ϕ (°)	W (t)	hw (m)	Qw (t)	Tcn (t)	Tgg (t)
16	20,69	3,11	12,00	0,80	23,0	117,65	7,4	22,35	0,00	0,00
17	20,68	3,12	12,75	0,80	23,0	117,65	7,5	22,78	0,00	0,00
18	21,66	3,12	13,49	0,80	23,0	123,09	7,6	22,98	0,00	0,00
19	21,73	3,13	14,24	0,80	23,0	123,48	7,6	23,05	0,00	0,00
20	22,35	3,15	15,00	0,80	23,0	126,81	7,6	22,99	0,00	0,00
21	22,56	3,16	15,75	0,80	23,0	127,97	7,5	22,80	0,00	0,00
22	23,07	3,17	16,51	0,80	23,0	130,70	7,4	22,48	0,00	0,00
23	23,23	3,18	17,27	0,80	23,0	131,46	7,3	22,03	0,00	0,00
24	23,45	3,20	18,04	0,80	23,0	132,52	7,1	21,45	0,00	0,00
25	23,67	3,21	18,81	0,80	23,0	133,61	6,8	20,71	0,00	0,00
26	23,88	3,23	19,58	0,80	23,0	134,59	6,5	19,82	0,00	0,00
27	23,80	3,24	20,35	0,80	23,0	133,93	6,2	18,79	0,00	0,00
28	24,50	3,26	21,13	0,80	23,0	137,52	5,8	17,61	0,00	0,00
29	24,24	3,28	21,92	0,80	23,0	135,83	5,3	16,25	0,00	0,00
30	23,01	3,29	22,70	0,80	23,0	128,79	4,8	14,72	0,00	0,00
31	21,73	3,31	23,50	0,80	23,0	121,45	4,3	13,04	0,00	0,00
32	20,40	3,33	24,29	0,80	23,0	113,81	3,7	11,20	0,00	0,00
33	19,02	3,36	25,10	0,80	23,0	105,86	3,0	9,21	0,00	0,00
34	18,57	3,38	25,90	0,80	23,0	102,97	2,3	7,05	0,00	0,00
35	18,59	3,40	26,72	0,80	23,0	102,65	1,6	4,74	0,00	0,00
36	17,66	3,43	27,54	0,80	23,0	97,03	0,7	2,26	0,00	0,00
37	17,98	3,45	28,36	0,80	23,0	98,33	0,0	0,00	0,00	0,00
38	16,52	3,48	29,19	0,80	23,0	90,35	0,0	0,00	0,00	0,00
39	16,56	3,51	30,03	0,80	23,0	90,60	0,0	0,00	0,00	0,00
40	14,78	3,54	30,88	0,80	23,0	80,83	0,0	0,00	0,00	0,00
41	15,89	3,57	31,73	0,80	23,0	86,88	0,0	0,00	0,00	0,00
42	14,00	3,61	32,59	0,80	23,0	76,58	0,0	0,00	0,00	0,00
43	14,99	3,64	33,46	0,80	23,0	81,97	0,0	0,00	0,00	0,00
44	13,00	3,68	34,34	0,80	23,0	71,08	0,0	0,00	0,00	0,00
45	12,14	3,72	35,22	0,80	23,0	66,42	0,0	0,00	0,00	0,00
46	10,76	3,76	36,12	0,80	23,0	58,87	0,0	0,00	0,00	0,00
47	8,51	3,81	37,03	0,80	23,0	46,53	0,0	0,00	0,00	0,00
48	6,17	3,85	37,95	0,80	23,0	33,77	0,0	0,00	0,00	0,00
49	3,76	3,90	38,88	0,80	23,0	20,57	0,0	0,00	0,00	0,00
50	1,27	3,96	39,82	0,80	23,0	6,93	0,0	0,00	0,00	0,00

FORZE VERTICALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,62	18,34
2	0,00	0,00	0,00	1,24	36,75
3	0,00	0,00	0,00	1,22	36,18
4	0,00	0,00	0,00	2,15	63,48
5	0,00	0,00	0,00	2,11	62,49
6	0,00	0,00	0,00	2,55	75,39
7	0,00	0,00	0,00	2,52	74,57
8	0,00	0,00	0,00	2,97	87,81
9	0,00	0,00	0,00	2,92	86,41
10	0,00	0,00	0,00	3,26	96,48
11	0,00	0,00	0,00	3,28	97,07
12	0,00	0,00	0,00	3,55	105,03
13	0,00	0,00	0,00	3,61	106,63
14	0,00	0,00	0,00	3,90	115,28
15	0,00	0,00	0,00	3,88	114,75
16	0,00	0,00	0,00	4,12	121,77
17	0,00	0,00	0,00	4,12	121,77
18	0,00	0,00	0,00	4,31	127,40
19	0,00	0,00	0,00	4,32	127,80
20	0,00	0,00	0,00	4,44	131,25
21	0,00	0,00	0,00	4,48	132,44
22	0,00	0,00	0,00	4,57	135,27

FORZE VERTICALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	Ff (t)	Fq (t)	Fr (t)	Fs (t)	Ftot (t)
23	0,00	0,00	0,00	4,60	136,06
24	0,00	0,00	0,00	4,64	137,16
25	0,00	0,00	0,00	4,68	138,29
26	0,00	0,00	0,00	4,71	139,30
27	0,00	0,00	0,00	4,69	138,62
28	0,00	0,00	0,00	4,81	142,33
29	0,00	0,00	0,00	4,75	140,58
30	0,00	0,00	0,00	4,51	133,30
31	0,00	0,00	0,00	4,25	125,70
32	0,00	0,00	0,00	3,98	117,79
33	0,00	0,00	0,00	3,71	109,56
34	0,00	0,00	0,00	3,60	106,57
35	0,00	0,00	0,00	3,59	106,24
36	0,00	0,00	0,00	3,40	100,43
37	0,00	0,00	0,00	3,44	101,77
38	0,00	0,00	0,00	3,16	93,52
39	0,00	0,00	0,00	3,17	93,77
40	0,00	0,00	0,00	2,83	83,66
41	0,00	0,00	0,00	3,04	89,92
42	0,00	0,00	0,00	2,68	79,26
43	0,00	0,00	0,00	2,87	84,84
44	0,00	0,00	0,00	2,49	73,57
45	0,00	0,00	0,00	2,32	68,75
46	0,00	0,00	0,00	2,06	60,93
47	0,00	0,00	0,00	1,63	48,16
48	0,00	0,00	0,00	1,18	34,95
49	0,00	0,00	0,00	0,72	21,30
50	0,00	0,00	0,00	0,24	7,18

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26
2	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52
3	0,00	0,00	0,00	0,00	2,48
4	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35
5	0,00	0,00	0,00	0,00	4,29
6	0,00	0,00	0,00	0,00	5,17
7	0,00	0,00	0,00	0,00	5,12
8	0,00	0,00	0,00	0,00	6,02
9	0,00	0,00	0,00	0,00	5,93
10	0,00	0,00	0,00	0,00	6,62
11	0,00	0,00	0,00	0,00	6,66
12	0,00	0,00	0,00	0,00	7,20
13	0,00	0,00	0,00	0,00	7,31
14	0,00	0,00	0,00	0,00	7,91
15	0,00	0,00	0,00	0,00	7,87
16	0,00	0,00	0,00	0,00	8,35
17	0,00	0,00	0,00	0,00	8,35
18	0,00	0,00	0,00	0,00	8,74

FORZE ORIZZONTALI CONCI

Superfice di Scorrimento N.ro: 3

Concio N.ro	Hf (t)	Hq (t)	Hr (t)	Htot (t)	Hs (t)
19	0,00	0,00	0,00	0,00	8,77
20	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09
22	0,00	0,00	0,00	0,00	9,28
23	0,00	0,00	0,00	0,00	9,33
24	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41
25	0,00	0,00	0,00	0,00	9,49
26	0,00	0,00	0,00	0,00	9,56
27	0,00	0,00	0,00	0,00	9,51
28	0,00	0,00	0,00	0,00	9,76
29	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64
30	0,00	0,00	0,00	0,00	9,14
31	0,00	0,00	0,00	0,00	8,62
32	0,00	0,00	0,00	0,00	8,08
33	0,00	0,00	0,00	0,00	7,52
34	0,00	0,00	0,00	0,00	7,31
35	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29
36	0,00	0,00	0,00	0,00	6,89
37	0,00	0,00	0,00	0,00	6,98
38	0,00	0,00	0,00	0,00	6,42
39	0,00	0,00	0,00	0,00	6,43
40	0,00	0,00	0,00	0,00	5,74
41	0,00	0,00	0,00	0,00	6,17
42	0,00	0,00	0,00	0,00	5,44
43	0,00	0,00	0,00	0,00	5,82
44	0,00	0,00	0,00	0,00	5,05
45	0,00	0,00	0,00	0,00	4,72
46	0,00	0,00	0,00	0,00	4,18
47	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30
48	0,00	0,00	0,00	0,00	2,40
49	0,00	0,00	0,00	0,00	1,46
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 3

		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
	1	0	0	0	0	0	0							NOCON	NOCON	0	0
1	2	96.6	0	133.5	-109.9	9.1	-.8							NOCON	NOCON	119.1	61.4
2	3	109	0	130.8	-66.1	24.8	-2.8							NOCON	NOCON	132.6	64.2
3	4	120.9	0	179.2	-176.6	40	-5.5							NOCON	NOCON	146.1	69.6
4	5	227	0	282.9	-176.5	64	-9.9							NOCON	NOCON	262.1	100.1
5	6	244.3	0	278.2	-111	86.9	-15							NOCON	NOCON	280.1	103.2
6	7	263.6	0	305.7	-139.6	113	-21.4							NOCON	NOCON	300	106.4
7	8	280.3	0	324.8	-150.5	136.4	-28.2							NOCON	NOCON	317.3	109.8
8	9	297.2	0	340.2	-151.1	160.9	-36.1							NOCON	NOCON	334.5	113.1
9	10	311.7	0	357.9	-168.9	182.9	-44.3							NOCON	NOCON	349	115.4
10	11	325.9	0	372.1	-175.1	205.2	-53.3							NOCON	NOCON	363.2	118.4
11	12	338	0	386	-189.5	225.4	-62.5							NOCON	NOCON	375.2	120.8
12	13	349.4	0	398.1	-200.5	245.2	-72.1							NOCON	NOCON	386.3	123.6
13	14	358.9	0	407.9	-211.1	263	-81.7							NOCON	NOCON	395.6	126.7
14	15	367.6	0	413.9	-206.9	280.4	-91.7							NOCON	NOCON	403.7	129
15	16	374.6	0	421.1	-219.7	295.8	-101.3							NOCON	NOCON	409.9	130.8
16	17	380.6	0	425	-219.8	310.4	-111							NOCON	NOCON	415	132.7
17	18	384.8	0	428.2	-228.1	323	-120.2							NOCON	NOCON	418.3	134
18	19	387.8	0	428.6	-225.4	334.5	-129.1							NOCON	NOCON	420.2	135.5
19	20	389.2	0	428	-229.4	344.1	-137.4							NOCON	NOCON	420.3	136.1
20	21	389.2	0	425.7	-231.8	352.3	-145							NOCON	NOCON	418.9	137
21	22	387.5	0	421.5	-232.6	358.6	-151.7							NOCON	NOCON	415.9	137.7
22	23	384.3	0	415.2	-227.3	363.4	-157.7							NOCON	NOCON	411.2	138.2

REAZIONI MUTUE FRA CONCI

Superficie N.ro: 3

		BISHOP		JAMBU		BELL		MP - Fx= C		MP - Fx = SIN		MP-Fx = SIN/2		SARMA		SPENCER	
Conc. sx	Conc. dx	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert (t)	F.or. (t)	F.vert. (t)
23	24	379.5	0	407.4	-224.9	366.4	-162.6							NOCON	NOCON	404.8	137.9
24	25	373.1	0	398.2	-225	367.7	-166.4							NOCON	NOCON	396.8	137.8
25	26	365.1	0	387.1	-219.2	367.4	-169							NOCON	NOCON	387.2	137.7
26	27	355.6	0	374.6	-216.9	365.4	-170.5							NOCON	NOCON	376	136.9
27	28	344.6	0	360.6	-222.1	362	-170.7							NOCON	NOCON	363.3	137.1
28	29	332	0	345.2	-190.9	357	-169.7							NOCON	NOCON	348.9	136.9
29	30	318	0	329.2	-146.1	350.7	-167.4							NOCON	NOCON	333.4	132.6
30	31	303.4	0	312.4	-124.1	343.3	-163.8							NOCON	NOCON	317.2	126.5
31	32	288.3	0	295.1	-112.8	335.1	-159							NOCON	NOCON	300.8	120.7
32	33	273.1	0	277.3	-110.1	326.5	-153.2							NOCON	NOCON	284.4	115.2
33	34	258.2	0	258.4	-125.8	317.7	-146.6							NOCON	NOCON	268.1	111.6
34	35	243	0	239.9	-132.2	308.6	-139.2							NOCON	NOCON	251.4	110.3
35	36	227.1	0	222.6	-122.1	299.2	-131							NOCON	NOCON	234.1	108.3
36	37	211.8	0	205	-119.9	290	-122.4							NOCON	NOCON	217.3	106.8
37	38	195.6	0	188.6	-102.8	280.4	-113.2							NOCON	NOCON	199.6	104.8
38	39	179.6	0	171.5	-95.1	270.7	-103.4							NOCON	NOCON	182.3	102.6
39	40	162	0	153.8	-82.5	259.8	-92.8							NOCON	NOCON	163.7	100.1
40	41	145.4	0	134.5	-86.7	249.5	-82.2							NOCON	NOCON	145.9	99
41	42	125.9	0	116.5	-68.3	237.1	-70.3							NOCON	NOCON	125.2	97.8
42	43	107.7	0	97.2	-65.3	225.7	-58.8							NOCON	NOCON	106.2	96.6
43	44	86.5	0	79.4	-43.3	212.2	-46.1							NOCON	NOCON	84.3	95.3
44	45	67.2	0	61.5	-32.1	200.1	-34.3							NOCON	NOCON	64.9	92.5
45	46	48.1	0	44.2	-21.1	188.2	-22.7							NOCON	NOCON	45.8	90.4
46	47	30.4	0	28.7	-9.5	177.2	-12.1							NOCON	NOCON	28.5	87.6
47	48	16.1	0	15.6	-3.6	168.5	-3.3							NOCON	NOCON	14.7	84.8
48	49	5.7	0	5.8	-.6	162.5	3							NOCON	NOCON	5	82.7
49	50	.1	0	.4	.4	159.5	6.4							NOCON	NOCON	-.1	81.3
50		0	0	0	0	159.9	6.5							NOCON	NOCON	0	80.6

RISULTATI VERIFICHE GEOGRIGLIE

Superfice N.ro: 3				Superfice N.ro: 3		
Geogr. N.ro	Coeff. Sfilamento	Lungh.anc. (m)		Geogr. N.ro	Coeff. Sfilamento	Lungh.anc. (m)
1	1,04	2,30		2	1,02	2,30
3	1,00	2,30		4	1,05	1,90
5	1,04	1,10		6	1,08	1,20
7	1,03	1,20		8	1,06	1,00
9	1,07	1,10		10	1,06	1,20
11	1,09	1,10		12	1,09	0,80
13	1,01	0,80		14	1,36	0,30
15	1,25	0,30		16	1,18	0,50
17	1,08	0,60		18	1,05	0,80
19	1,01	1,10		20	1,04	0,90

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA — A.P. n. 222 VITTORIO VEZZARO GEOLOGO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1811 Dott. Ing. Tatiana Quaglia

SCHEMA STRUTTURALE E PARTICOLARI TERRA ARMATA
SCALA 1:100

STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA, GEOLOGIA E ARCHITETTURA
Via Cavour n.30 - 17051 - Andora (SV) tel/fax:0182684363
e-mail:stingeo@libero.it - www-stingea.com

I TECNICI:

Geol. Vittorio Vezzaro

Ing. Tatiana Quaglia

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA — A.P. n. 222 VITTORIO VEZZARO GEOLOGO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1811 *Dott. Ing. Tatiana Quaglia*

