



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514  
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA  
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO  
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

LOTTO 4  
GEOLOGIA E GEOTECNICA  
Geotecnica  
Relazione tecnica  
Interventi di stabilizzazione di versante

Il Progettista

Responsabile di progetto ed  
incaricato delle integrazioni tra  
le varie prestazioni:



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Supporto specialistico

Ottimizzazione della cantierizzazione  
delle opere



Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

Consulenze specialistiche

Geologo:

Dott. Geologo Fabio Melchiorri  
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

Geotecnica e opere d'arte minori:

Ing. Antonio Alparone



Opere d'arte principali:

Viadotti  
Ing. G. Mondello



Gallerie  
Ing. G. Guiducci



Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:

Ecosistemi e  
paesaggio



Rumore,  
vibrazioni  
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE	TR\LT	DISCIPLINA/OPERA	DOC	PROGR.	ST.REV.	FOGLIO
D01	T1L4	GT053	1	RG	001	0A

FOGLIO	DATA
01 DI 01	GENNAIO '17
SCALA	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	SILEC/ALISEA	Tresso	Monaco

IL RESPONSABILE  
DEL  
PROCEDIMENTO

IL CONCESSIONARIO

SARC SRL



L'ENTITA' COSTRUTTRICE

VISTO PER ACCETTAZIONE



## INDICE

<b>A</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>B</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE PK. 0+250 – 0+625</b> .....	<b>5</b>
<b>C</b>	<b>NORMATIVA E RIFERIMENTI</b> .....	<b>9</b>
C.1	Normativa di riferimento .....	9
C.2	Documentazione di riferimento .....	9
C.3	Software utilizzati .....	9
<b>D</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>10</b>
D.1	Calcestruzzo .....	10
D.2	Acciaio.....	11
<b>E</b>	<b>MODELLO GEOTECNICO</b> .....	<b>12</b>
<b>F</b>	<b>VITA NOMINALE, CLASSE D’USO E PERIODO DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>16</b>
<b>G</b>	<b>ANALISI MODELLAZIONE E CALCOLO</b> .....	<b>17</b>
G.1	Analisi dei carichi .....	17
G.1.1	Spinte delle Terre .....	17
G.1.2	Spinta del carico variabile ripartito uniforme .....	19
G.1.3	Spinta attiva in presenza di coesione.....	19
G.1.4	Azione sismica.....	19
G.2	Metodologia di calcolo .....	20
G.2.1	Analisi di stabilità globale .....	20
G.2.2	Analisi di stabilità locale .....	22
G.3	Criteri di verifica delle opere .....	24
G.3.1	Combinazioni di carico .....	25
G.3.2	Verifiche geotecniche .....	27
G.3.3	Verifiche di tipo idraulico (UPL ed HYD) .....	31
G.3.4	Verifiche strutturali allo SLU .....	31
G.3.5	Verifiche strutturali agli SLE .....	34
<b>H</b>	<b>RISULTATI E VERIFICHE STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE</b> .....	<b>35</b>
H.1.1	Caratteristiche geotecniche .....	35

H.1.2	Stabilizzazione versante con paratie di micropali intermedie .....	36
<b>I</b>	<b>RISULTATI E VERIFICHE PARATIA AL PIEDE .....</b>	<b>44</b>
I.1	Paratia al piede pk. 0+266.5÷0+446.8 sx circa.....	44
I.1.1	Premessa .....	44
I.1.2	Caratteristiche geotecniche.....	44
I.1.3	Spinta del terreno di monte in condizioni sismiche .....	45
I.1.4	Verifiche di stabilità globale.....	46
I.1.5	Analisi numeriche - sintesi dei risultati .....	48
I.1.6	Verifiche strutturali – S.L.U.....	49
I.1.7	Verifiche strutturali – S.L.E.....	50
I.1.8	Verifiche dei sistemi di ancoraggio.....	51
<b>J</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 2+700-2+900 – FRANA L4_1.....</b>	<b>54</b>
J.1	Documentazione di riferimento .....	56
J.2	Caratterizzazione geotecnica.....	57
J.3	Verifica di stabilità .....	63
J.3.1	Gabbioni in corrispondenza della pk 0+320 .....	64
J.3.2	Gabbioni in corrispondenza della pk 0+480.....	74
J.3.3	Sez. a pk 2+801 .....	87
<b>K</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 2+940-3+010 – FRANA L4_2.....</b>	<b>90</b>
<b>L</b>	<b>INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 3+350-3+410 – FRANA L4_3.....</b>	<b>93</b>
	BIBLIOGRAFIA.....	95
<b>M</b>	<b>ALLEGATO 1 – VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DEL VERSANTE.....</b>	<b>99</b>
M.1	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+298.3 .....	100
M.1.1	Combinazione statica .....	100
M.1.2	Combinazione sismica .....	103
M.2	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+496.3 .....	108
M.2.1	Combinazione statica .....	108
M.2.2	Combinazione sismica .....	110
M.3	VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+417.1 .....	113

---

M.4	VALUTAZIONE SPINTA SULLA PARATIA AL PIEDE TRINCEA pk 0+417.1 .....	120
M.4.1	Combinazione statica .....	120
<b>N</b>	<b>ALLEGATO 2 – VERIFICA PARATIA AL PIEDE LP = 17 M .....</b>	<b>125</b>
N.1	VERIFICA PARATIA AL PIEDE TRINCEA pk 0+417.1 .....	125
N.1.1	Condizioni statiche .....	125
N.1.2	Condizioni sismiche.....	163
<b>O</b>	<b>ALLEGATO 3 – METODO DI SARMA .....</b>	<b>229</b>

## A PREMESSA

La presente relazione tecnica e di calcolo ha per oggetto l'esposizione delle scelte progettuali, dei criteri di calcolo e le verifiche delle opere di stabilizzazione del versante relative alla progettazione della trincea del Lotto 4 del "Collegamento autostradale Ragusa-Catania: ammodernamento a n° 4 corsie della S.S. 514 "di Chiaramonte" e della S.S. 194 ragusana dallo svincolo con la S.S.115 allo svincolo con la S.S. 114".

La trincea in esame si colloca tra la progressiva 0+250 e 0+625 del tracciato stradale all'interno del Lotto 4.

Nel presente documento, dopo aver descritto l'intervento nel suo complesso ed esposto i criteri generali adottati per le verifiche di stabilità e per il progetto degli interventi di stabilizzazione, si presenteranno le verifiche di stabilità globale delle scarpate della trincea e, laddove necessarie, delle opere di stabilizzazione del versante che, per il caso in esame, sono costituite da paratie di pali al piede e paratie berlinesi di micropali intermedie.

Inoltre sono riportati gli interventi di stabilizzazione previsti in corrispondenza dei corpi franosi del lotto 4 che interferiscono con l'infrastruttura.

L'area interessata dalla Frana L4\_1 interferente con il Viadotto Quattro Poggi e con la secondaria Sec 48 è stata oggetto di un intervento di consolidamento e contenimento del corpo in frana tramite muri in gabbioni e di protezione dall'erosione superficiale mediante l'utilizzo di una tipologia di intervento che prevede un'idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda.

L'area interessata dalla Frana L4\_2 e interferente con il Viadotto Quattro Poggi viene di fatto asportata dagli scavi necessari per la realizzazione delle fondazioni delle Pile e della Spalla SP2.

L'area interessata dalla Frana L4\_3 è contenuta da un'opera esistente che viene mantenuta e che quindi non risulta interferente con la nuova infrastruttura in progetto.

Gli scavi provvisori per la realizzazione delle fondazioni del Viadotto Scorciavitelli, sebbene non interferenti con le aree in frana, andranno protetti dalle acque superficiali.

## B INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE PK. 0+250 – 0+625

Nel tratto in esame con estensione di circa 375 m, dalla progressiva alla pk 0+250 fino alla progressiva alla pk 0+625, il tracciato stradale presenta una livelletta rispetto al terreno attuale che richiede una sezione in trincea di significativa altezza di scavo; infatti nelle sezioni di maggior impegno, si raggiungono profondità dell'ordine di 40.0 m. Per tutta l'area interessata si prevede una rimodellazione generale del terreno che richiede un'attenta valutazione delle condizioni di stabilità dei versanti con la necessità di adottare, per i tratti più gravosi, particolari opere di stabilizzazione.

Lo scavo di progetto viene realizzato mediante scarpate aventi pendenza di progetto pari a 2.5/3 (V/H), avendo cura di inserire una banca ogni 5 m di altezza, avente una larghezza pari a 3 m per esigenze di manutenzione. Le scarpate sono altresì completate mediante un intervento superficiale di idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda (tra pk 0+279 e pk 0+489 circa) finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale che permetta di garantire le condizioni di stabilità nel caso sismico delle zone più superficiali delle scarpate medesime.

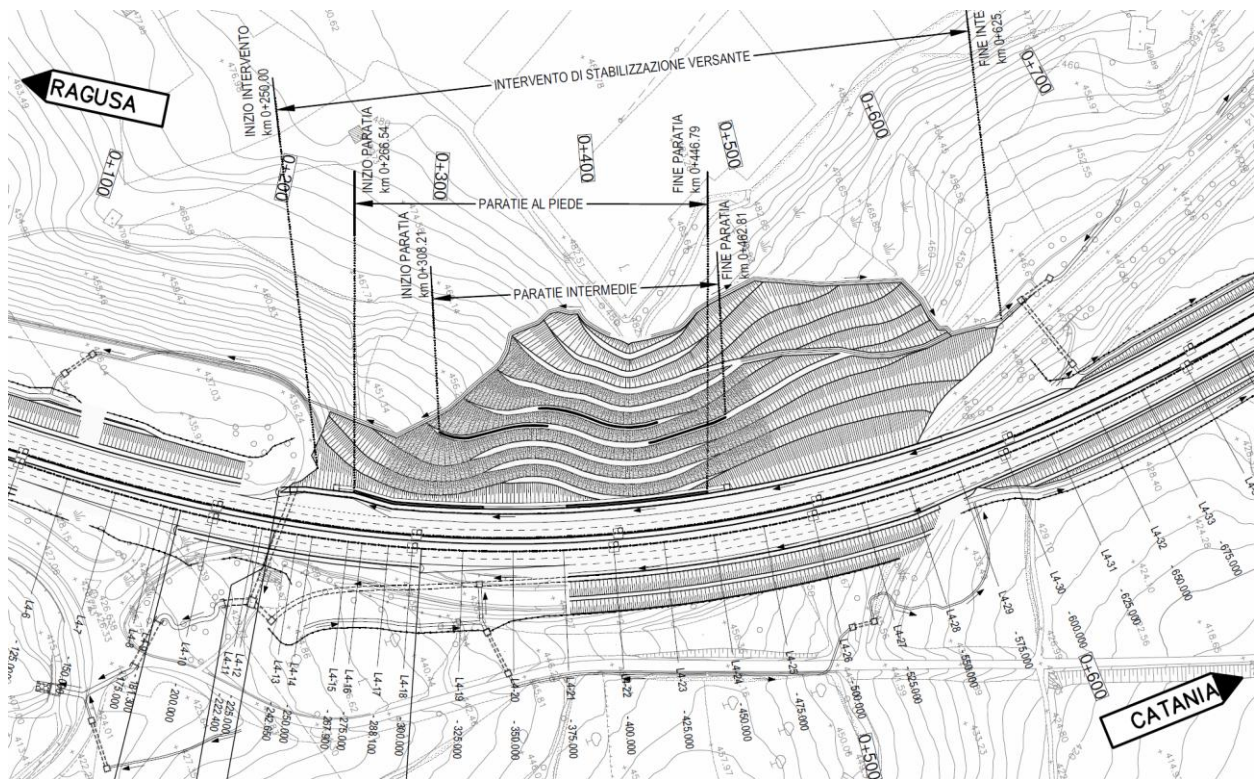
Al fine di contenere il volume di scavo, al piede del versante sono inoltre previste due paratie in adiacenza al lato sinistro della strada in progetto. La paratie si sviluppano rispettivamente nel tratto tra la pk. 0+266.5 e la pk. 0+332.8 (Tratto A) e tra la pk 0+375.1 e la pk 0+446.8 (Tratto B) circa; l'estensione risulta pari a 65 m nel primo tratto e 70 m nel secondo per una lunghezza complessiva di 135 m. L'opera di sostegno è realizzata mediante pali aventi diametro pari a 800 mm, disposti ad interasse di 1.00 m. Le altezze di scavo raggiungono, nelle sezioni più critiche, valori di altezza fuori terra pari a 5.0 m, richiedendo la realizzazione, per tali sezioni, di due ordini di tiranti di ancoraggio, disposti ad interasse longitudinale di 2.00 m.

Le analisi di stabilità condotte per diverse sezioni, hanno mostrato che per taluni casi non viene raggiunto il fattore di sicurezza alla stabilità globale del versante previsti dalla normativa vigente ( $FS = 1.1$ ), con particolare riferimento alle condizioni sismiche per cui si sviluppano superfici di scorrimento profonde che presentano anche fattori inferiori all'unità.

Per soddisfare le verifiche di stabilità globale del versante sono state pertanto previste delle berlinesi intermedie di micropali inserite in posizione intermedia del pendio nei tratti rappresentati dalle sezioni più critiche, comprese tra la pk 0+308.2 e la pk 0+462.8 circa, aventi funzione di intercettare e cucire le superfici di potenziale scivolamento che presentano fattori di sicurezza inferiori al limite di norma. Le paratie sono costituite da micropali verticali aventi  $\varnothing_{\text{perf}}$  pari a 240 mm, disposti con interasse di 0.5 m, armati con un tubo  $\varnothing 168.3$  mm, spessore 10 mm e lunghezza pari a 25 m. Le paratie berlinesi sono in numero di tre a seconda della banca

del versante in cui ciascuna viene ubicata, così come riportato nella Figura seguente che rappresenta lo stralcio planimetrico degli interventi in esame e della rimodellazione generale prevista.

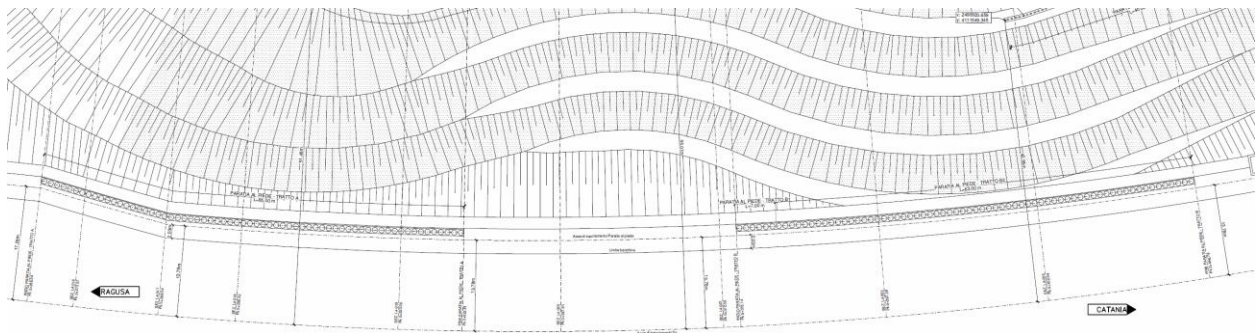
**Figura B.1: Stralcio planimetrico dell'intervento**



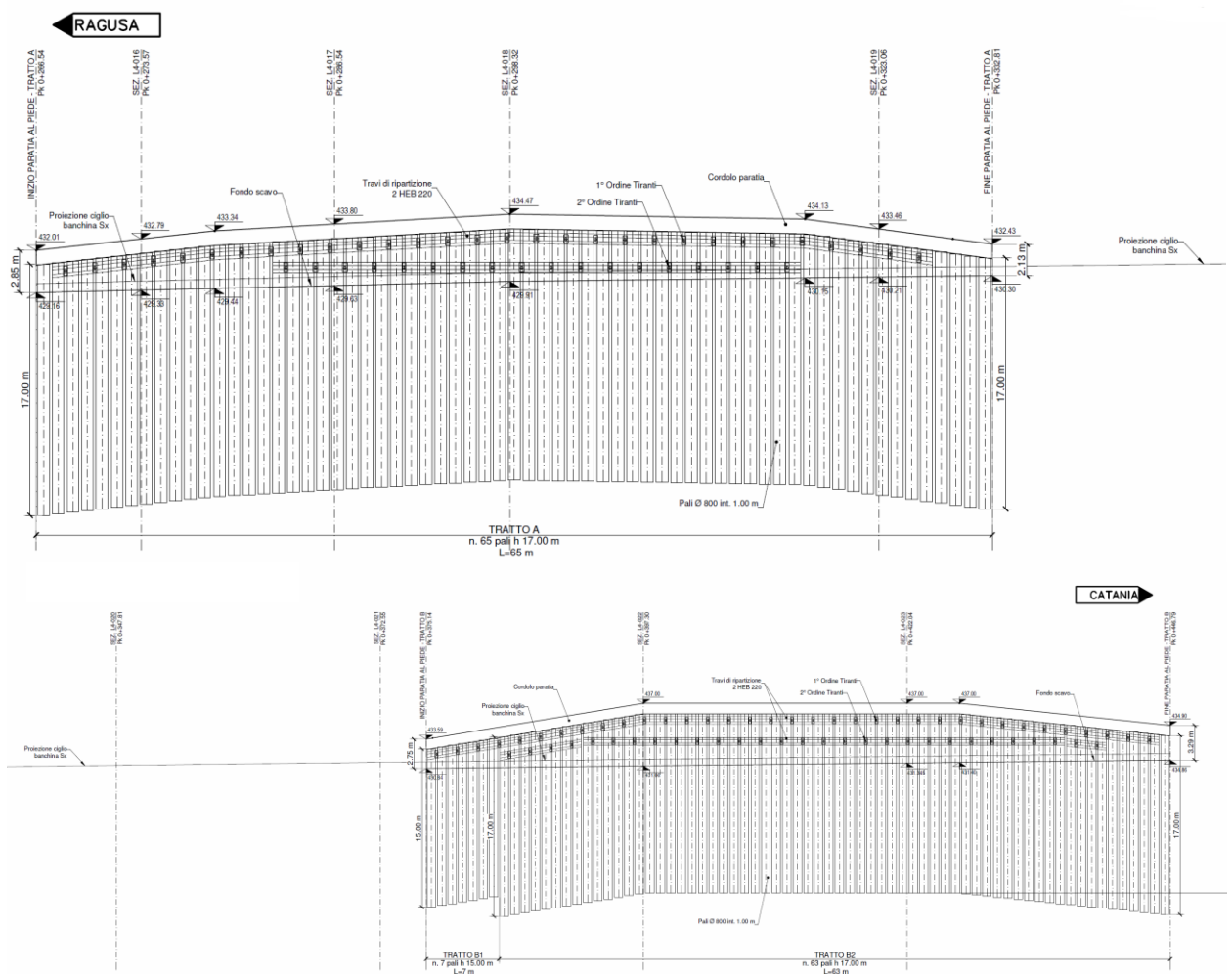
Di seguito si riportano la planimetria ed il profilo delle paratie al piede mentre la sezione trasversale presa a riferimento, presenta la contemporanea presenza della paratia al piede e della berlinese intermedia di versante.



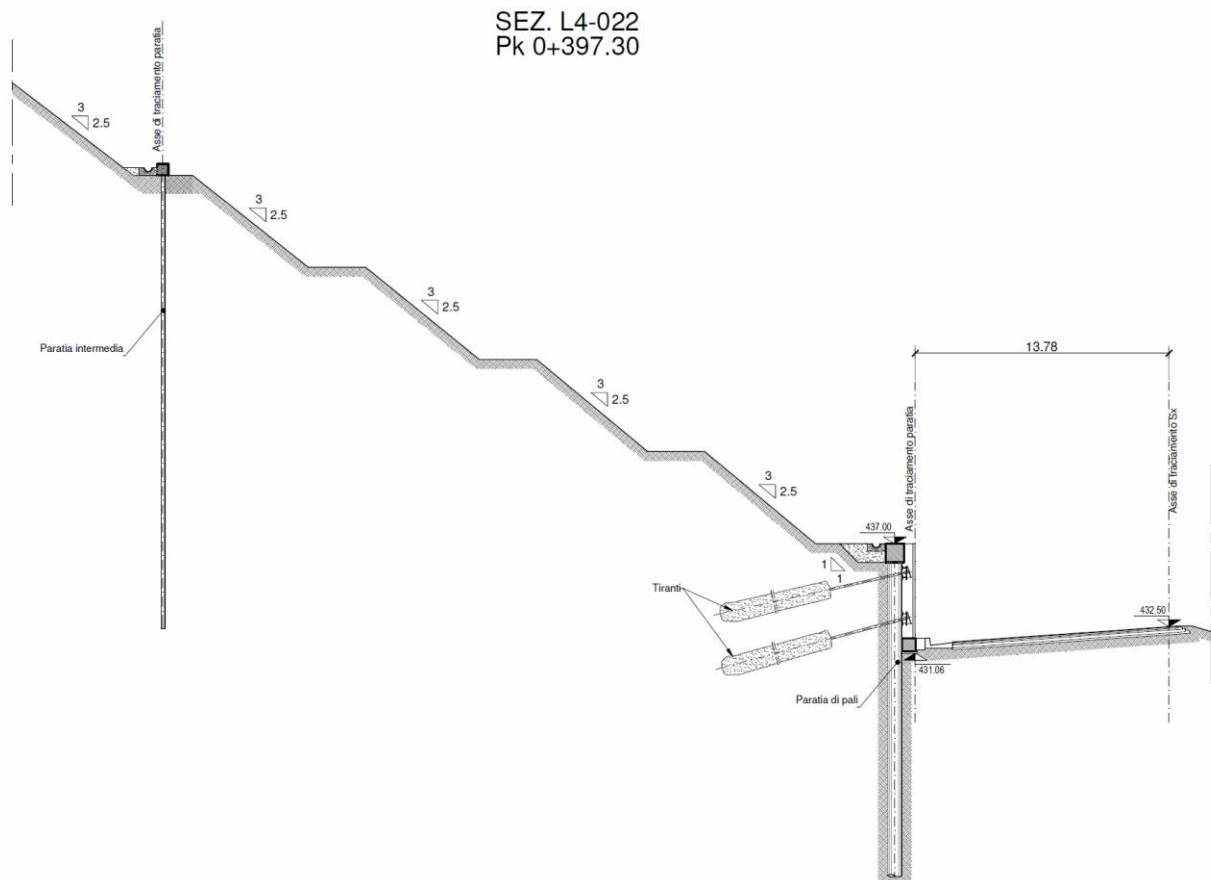
**Figura B.2: Planimetria paratie al piede: tratto A e tratto B**



**Figura B.3: Profilo del tratto A e del tratto B delle paratie al piede**



**Figura B.4: Sezione trasversale più critica con paratia al piede e berlinese intermedia**



Nelle tabelle seguenti si riportano la conformazione dei pali e dei tiranti delle paratie al piede

**Tabella B.1: Caratteristiche geometriche pali**

TABELLA PALI PARATIA AL PIEDE				
Tratto	Φ perf. (mm)	L pali (m)	i pali (m)	Incidenza (kg/ml)
A	800	17	1.00	80
B1	800	15	1.00	80
B2	800	17	1.00	90

**Tabella B.2: Caratteristiche geometriche tiranti**

TABELLA TIRANTI											
N° ordine	N° trefoli	Interasse tiranti (m)	inclinazione α (°)	Tipologia perforazione	Diametro perforazione (mm)	L <sub>lib</sub> (m)	L <sub>fon</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Pretens. (kN)	Tensione nominale (kN)	Ripartitori
1	9	2.00	12.5	IRS	190	6	22	28	810	1350	2xHEB260
2	6	2.00	15	IRS	170	5	19	24	540	900	2xHEB220

## C NORMATIVA E RIFERIMENTI

### C.1 Normativa di riferimento

La normativa cui viene fatto riferimento, nelle fasi di calcolo e progettazione, è la seguente:

- D.M. 14 gennaio 2008 – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare n° 617 del 2 Febbraio 2009 “Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- UNI EN 1992-1-1:2005: “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 1997-1:2005: “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI 11104 marzo 2004 - Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- Model Code 1990, CEB-FIP.

### C.2 Documentazione di riferimento

Per il progetto dell'opera in esame si è fatto riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

- Relazione Geologica “D01-T100-GG020-1-RJ-001-0A”;
- Relazione Geotecnica generale, corredata dalle risultanze delle indagini in sito e prove di laboratorio (RGG) “D01-T100-GT050-1-RN-001-0A”;
- Relazione geotecnica Lotto 4 “D01-T1L4-GT050-1-RN-001-0A”;
- Profilo geotecnico “D01-T1L4-GT054-1-P6-001-0A”.

### C.3 Software utilizzati

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture sono di sicura ed accertata validità e sono impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

Per i calcoli e le modellazioni di cui alla presente relazione sono impiegati i codici di calcolo brevemente descritti di seguito.

- Paratie Plus 2012 (versione 2012 – Ce.As) per il calcolo delle paratie;
- SLIDE versione 5.014 (Rocscience) per la verifica di stabilità globale;
- Codici di calcolo interni: codici di calcolo in Excel e Visual Basic per le verifiche strutturali degli elementi geotecnici, messi a punto e testati dallo studio nel corso degli anni. Essi gestiscono le combinazioni di carico e le verifiche degli elementi che compongono le paratie.

## D CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle opere in oggetto sono previsti i materiali di seguito descritti:

### D.1 Calcestruzzo

#### Calcestruzzo per magrone

- Classe di resistenza: C12/15
- Resistenza a compressione cubica caratteristica:  $R_{ck} = 15.00 \text{ N/mm}^2$

#### Calcestruzzo per paratie al piede di pali

- Classe di resistenza: C32/40
- Resistenza caratteristica cubica a compressione:  $R_{ck} = 40.00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione:  $f_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 18.81 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media:  $f_{ctm} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:  $E = 33643 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza: S4
- Massima dimensione dell'aggregato: 25 mm
- Classe di esposizione: XA2
- Copriferro: 60 mm

### **Calcestruzzo per berlinesi intermedie di micropali**

- Classe di resistenza: C25/30
- Classe di consistenza: S5

## **D.2 Acciaio**

### **Acciaio per armature ordinarie**

- Tipo: B450C
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico:  $E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$

### **Acciaio armonico stabilizzato per trefoli Ø0.6"**

- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{ptk} = 1860 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica all'1% di deformazioni totali rottura:  $f_{p01k} = 1670 \text{ N/mm}^2$

### **Profilati e piastre metalliche**

- Tipo: EN 10025-S275 JR
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 275 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 430 \text{ N/mm}^2$

### **Tubi paratia di micropali**

- Tipo: EN 10025-S355 JR
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

## E MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico del versante è stato definito a partire dalle indicazioni geologiche riportate negli appositi allegati del progetto.

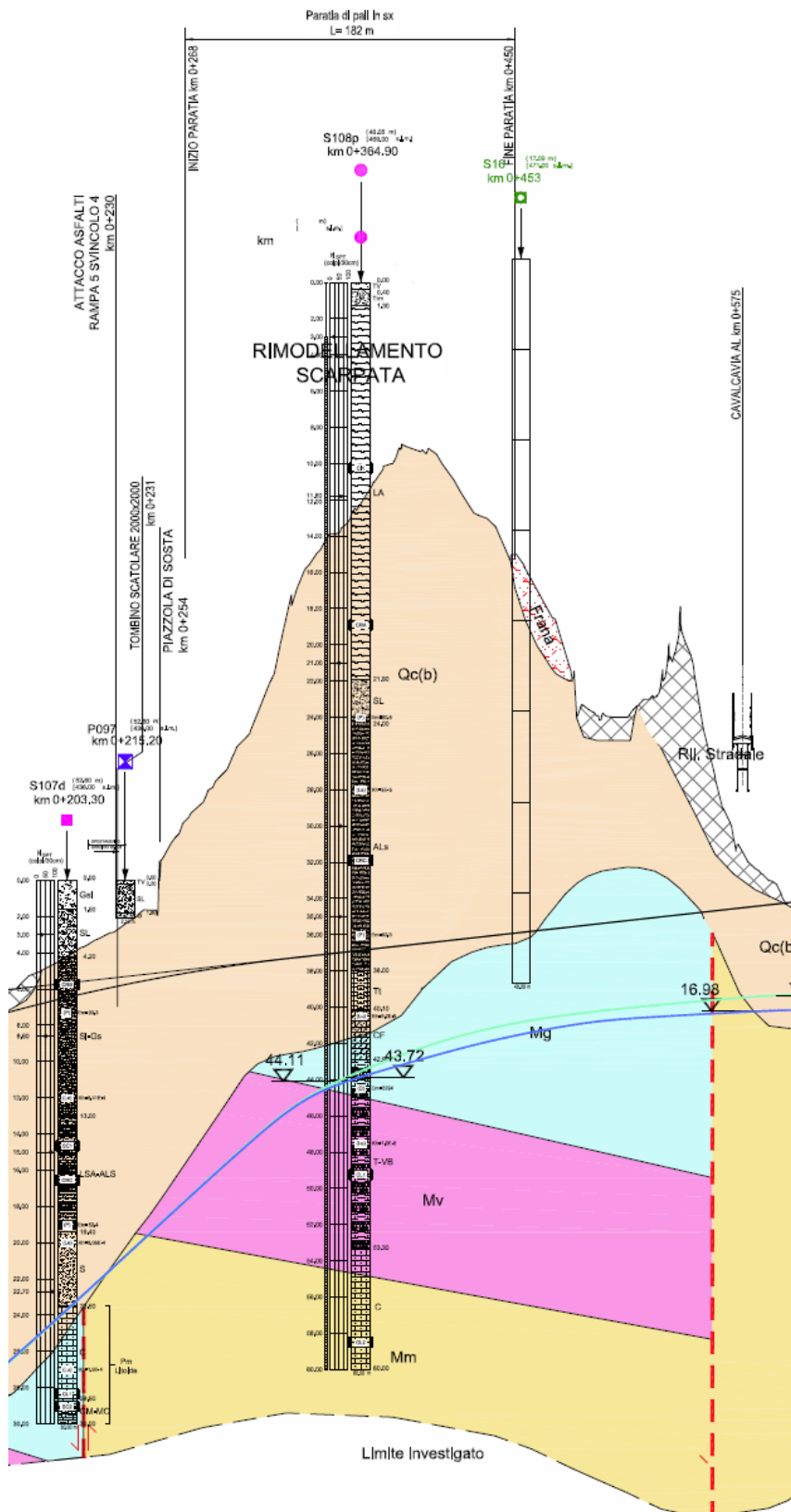
Considerando il profilo geologico disponibile per il tratto in esame (Figura E.1), è possibile individuare per la parte di terreno interessata dallo scavo della trincea, un unico litotipo fino a circa la progressiva pk 0+450, appartenente alla formazione Qc(b) relativa a terreni prevalentemente calcarenitico-sabbiosi carbonatici sedimentari. Tra circa la progressiva pk 0+450 fino a circa la progressiva pk 0+570 è indicato sul profilo geologico al livello della strada un litotipo appartenente alla formazione Mg relativa a terreni prevalentemente marnosi con carattere litoide, che, sulla carta geologica (Figura E.2), risulta in parte affiorante (alla pk 0+500 circa).

Per poter individuare e ubicare correttamente tale passaggio stratigrafico, che caratterizzerebbe significativamente le pendenze di scavo, sia in direzione longitudinale come da profilo sia nella direzione trasversale all'asse stradale, sono stati eseguiti due stendimenti di sismica a rifrazione TS02 e TS02bis rispettivamente in direzione longitudinale e trasversale rispetto all'asse stradale di progetto. I risultati delle tomografie sismiche sono mostrati rispettivamente nella Figura E.3 e Figura E.4 sotto forma di modello di velocità  $V_p$ . Risulta evidente dai profili ottenuti che i valori di velocità si mostrano pressoché paralleli tra loro portando ad una caratterizzazione stratigrafica a piani paralleli.

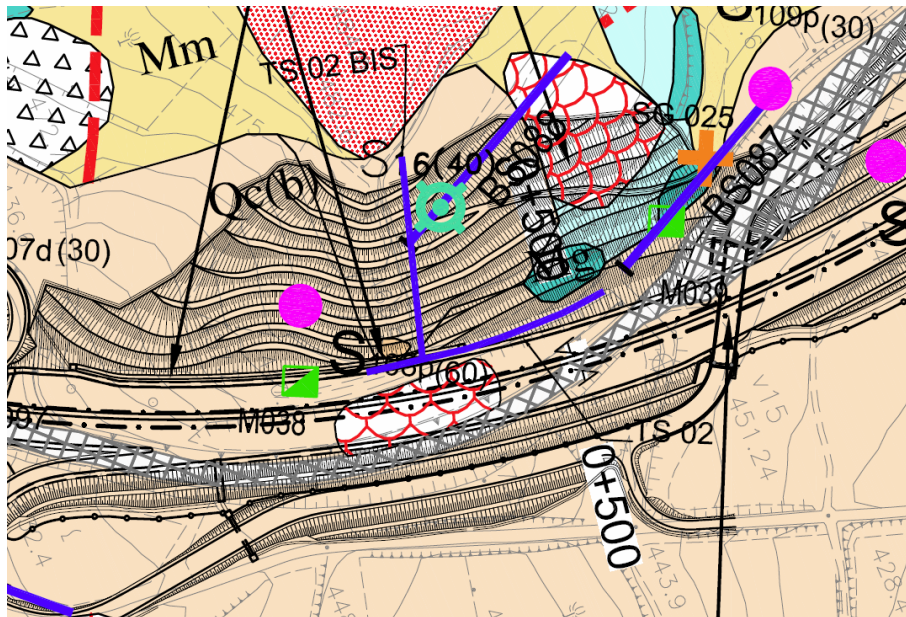
Pertanto emerge una sostanziale omogeneità stratigrafica per il tratto in esame in direzione longitudinale e trasversale all'asse stradale, non rilevando l'affioramento roccioso in materiale litoide riportato della carta geologica (che si sarebbe mostrato con un incremento di  $V_p$  negli strati più superficiali).

Il modello geotecnico di riferimento assume pertanto un unico litotipo omogeneo per tutto il tratto in esame, facendo riferimento alla formazione prevalentemente calcarenitico-sabbiosa Qc(b).

Figura E.1: Profilo geologico del tratto in esame

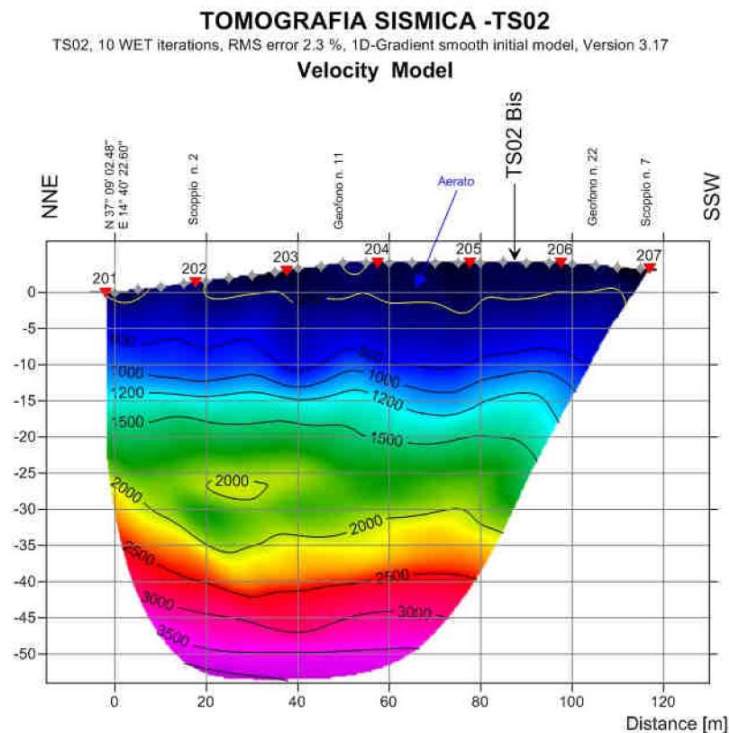


**Figura E.2: Stralcio della carta geologica per il tratto in esame**



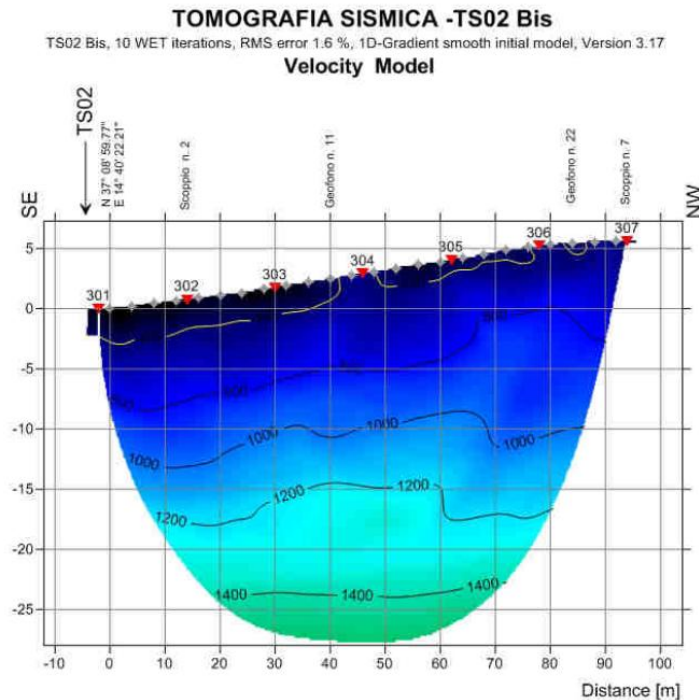
In accordo con quanto ottenuto dai sondaggi geognostici (con particolare riferimento al sondaggio S108) lo strato litoide in calcarenite si raggiunge ad una profondità superiore a 35÷40 m dal p.c. attuale per il tratto in esame, pertanto al di sotto della zona di interesse.

**Figura E.3: Modello di velocità VP interpretato dalla tomografia sismica TS02**





**Figura E.4: Modello di velocità VP interpretato dalla tomografia sismica TS02bis**



Il litotipo presente è stato caratterizzato con le risultanze delle prove eseguite sui campioni dei sondaggi S107, S108 e S109. Con particolare riferimento al sondaggio S108 localizzato alla progressiva di interesse è possibile suddividere la formazione Qc(b) in uno strato limo argilloso (LA) più in superficie (fino ad una profondità di circa 22 m dal p.c.) e argille limose debolmente sabbiosa (ALs) che raggiungono una profondità di circa 38 m.

Assumendo i parametri medi tra quelli ottenuti per la stratigrafia in esame si ottengono i parametri caratteristici riportati nella seguente Tabella.

**Tabella E.1: Parametri geotecnici modello di calcolo**

Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	E [MPa]
Calcareniti limoso-sabbiose (Qcb)	17.4	30	15	20

Dai sondaggi di riferimento si rileva inoltre la presenza della falda ad una profondità prossima a 44 m dal piano campagna, che può ragionevolmente essere considerata non interagente con l'opera in esame.

## F VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La costruzione in oggetto è classificabile, secondo il DM 2008, come "Opera ordinaria, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", per la quale viene prevista una vita nominale  $\geq 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, la costruzione è definita di Classe IV, ossia afferente a "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica."

Per il dimensionamento delle opere pertanto sono stati considerati i seguenti parametri di progettazione:

- Vita nominale opera  $V_N$ : 50 anni (opera di importanza ordinaria)
- Classe d'uso Opera: IV
- Coefficiente d'uso:  $C_U = 2$
- Vita di riferimento:  $V_R = V_N \cdot C_U = 100$  anni
- Stato limite di riferimento per l'azione sismica: SLV (salvaguardia della vita)
- Probabilità di superamento  $P_{VR}$ : 10%
- Tempo di ritorno  $T_R$  determinato con la seguente espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1 - 0.10)} = 949 \text{ anni}$$

## G ANALISI MODELLAZIONE E CALCOLO

Nel presente capitolo saranno descritte l'analisi dei carichi, la metodologia di calcolo e i criteri di verifica delle paratie al piede, in quanto le paratie intermedie sono trattate come elementi di cucitura delle superfici di scorrimento del versante.

### G.1 Analisi dei carichi

#### G.1.1 Spinte delle Terre

La spinta sulla parete si determina come risultante delle pressioni orizzontali calcolate come:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K \cdot \cos \delta$$

dove:

- $\sigma_h$  = pressione orizzontale;
- $\sigma_v$  = pressione verticale;
- $K$  = coefficiente di spinta dello strato di calcolo;
- $\delta$  = coeff. di attrito terreno-parete;

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

in termini di tensioni totali:

- $\sigma_v = \gamma Z$
- $\gamma$  = peso dell'unità di volume del terreno
- $z$  = generica quota di calcolo della pressione a partire dal piano campagna

in termini di tensioni efficaci in assenza di filtrazione:

- $\sigma_v = \gamma' Z$
- $\gamma'$  = peso dell'unità di volume efficace del terreno

in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione:

- $\sigma_v = [\gamma - \gamma_w \cdot (1 + I_w)] Z$
- $I_w$  = gradiente idraulico.

### *Coefficiente di spinta a riposo*

Il coefficiente di spinta a riposo normalconsolidato può essere valutato come:

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen}(\phi'_{peak}) \quad \text{nelle sabbie}$$

$$K_0^{NC} = 1 - \text{sen}(\phi'_{CV}) \quad \text{nelle argille}$$

Il coefficiente di spinta a riposo, nel caso di deposito sovraconsolidato, viene stimato dalla relazione seguente:

$$K_0 = K_0^{NC} \cdot OCR^n$$

con  $n = 0.5$  come valore tipico valido sia per argille che per sabbie.

### *Coefficiente di spinta attiva*

Il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  dipende da  $\phi'$ , dall'angolo di attrito  $\delta$  fra terreno e muro, nonché dall'inclinazione del terreno a monte.

Il calcolo viene condotto secondo le formule di Coulomb–Rankine che ipotizzano una superficie di scorrimento piana:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \varphi)}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 + \left( \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

avendo indicato con:

- $\beta = 90^\circ$  inclinazione del paramento rispetto all'orizzontale;
- $\varphi =$  angolo di resistenza a taglio del terreno;
- $\delta =$  angolo di attrito muro–terreno;
- $\varepsilon =$  angolo di inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

### *Coefficiente di spinta passiva*

Il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  è uno dei parametri che più influenzano i risultati, soprattutto nel caso di paratie a mensola o monotirantate; come  $K_a$ , anch'esso è legato a  $\delta$ ,  $\varphi'$  e all'inclinazione del terreno.

Il calcolo di tale coefficiente viene effettuato mediante le formule di Caquot e Kerisel basate sull'ipotesi di una superficie di scorrimento a forma di spirale logaritmica, poiché questa risulta essere quella che più si avvicina alle evidenze sperimentali.

#### G.1.2 Spinta del carico variabile ripartito uniforme

Intendendo per  $q$  il carico variabile per metro lineare di proiezione orizzontale, si determina la spinta orizzontale sulla parete come risultante delle pressioni orizzontali in ogni concio, calcolate come:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

#### G.1.3 Spinta attiva in presenza di coesione

Nel caso di regime di spinta attivo, la presenza della coesione comporta una controspinta sulla parete, che vale:

$$\sigma_h = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

essendo  $c$  la coesione dello strato.

#### G.1.4 Azione sismica

Per le analisi in condizioni sismiche è stato preso a riferimento lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). Considerando che l'opera si trova alle coordinate geografiche:

Latitudine 37°,1491

Longitudine 14°,6734

per la valutazione della massima accelerazione al suolo sono stati assunti i seguenti parametri:

- categoria di suolo B
- categoria topografica T1
- massima accelerazione orizzontale al suolo  $a_g/g = 0.345$
- coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_s = 1.074$
- coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_t = 1.000$
- massima accelerazione orizzontale al suolo  $a_{max}/g = 0.371$

Considerando l'analisi delle condizioni di stabilità del versante in condizioni sismiche, in accordo con quanto indicato nella normativa vigente (punto 7.11.3.5.2), può essere eseguita una verifica mediante metodi pseudostatici, assumendo nelle verifiche allo S.L.U. i seguenti coefficienti sismici orizzontale e verticale:

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

$$K_v = 0.5 \cdot K_h$$

dove:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tenendo conto che il sito è classificato in una categoria B e che il valore di  $a_g/g$  è superiore a 0.2, in accordo con la tabella 7.11.I delle NTC08 è stato assunto un valore di  $\beta_s$  pari a 0.28.

L'azione sismica è stata valutata soltanto per le verifiche di stabilità globale di versante.

Nelle verifiche delle paratie al piede si tiene conto di tale azione ricavando dall'analisi di stabilità globale il valore dell'azione necessaria al raggiungimento del fattore di sicurezza minimo di norma. Infatti, calcolata l'azione tagliante sulla superficie di scorrimento passante per la paratia al piede, ottenuta dall'analisi di stabilità globale delle scarpate corrispondente ad un fattore di sicurezza in condizioni sismiche pari al limite previsto dalla normativa vigente ( $F_s = 1.1$ ), è possibile definire l'intensità di tale azione tagliante e la sua profondità rispetto alla testa della paratia. La spinta equivalente agente sull'opera viene quindi calcolata assumendo una distribuzione triangolare delle pressioni che abbia la risultante pari al valore della spinta prima descritto. Per i dettagli del calcolo si rimanda ai successivi paragrafi della presente relazione.

## G.2 Metodologia di calcolo

### G.2.1 Analisi di stabilità globale

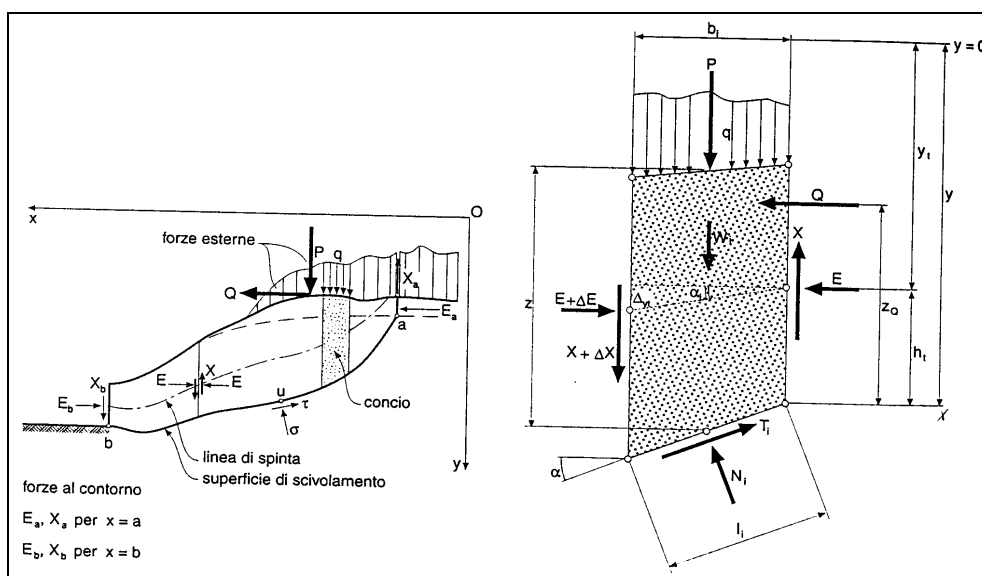
Le verifiche di stabilità del versante e delle scarpate della trincea sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo SLIDE della Rocscience (v. 5.014). Tali verifiche consentono di accertare che la geometria delle sezioni esaminate, in relazione alle caratteristiche di resistenza al taglio del terreno, assicuri un sufficiente fattore di sicurezza nei confronti della rottura.

L'analisi di stabilità globale è stata condotta secondo il principio dell'equilibrio limite globale; come è noto tale verifica si conduce esaminando un certo numero di possibili superfici di scivolamento per ricercare quella che rappresenta il rapporto minimo tra la resistenza a rottura

disponibile e quella effettivamente mobilitata; il valore di questo rapporto costituisce il coefficiente di sicurezza del pendio.

Scelta quindi una superficie di rottura, si suddivide in conci la parte instabile, si studia poi l'equilibrio della singola striscia e infine si passa alla stabilità globale; qui di seguito sono riportate schematicamente le azioni agenti su di un singolo concio.

**Figura G.1: Forze agenti sul singolo concio**



Per ogni concio sono disponibili per la risoluzione del sistema le tre equazioni della statica (equilibrio traslazione verticale, orizzontale ed equilibrio dei momenti), quindi per  $n$  conci si avranno  $3n$  equazioni linearmente indipendenti.

Per l'analisi di stabilità è stato utilizzato il metodo di calcolo di Bishop, che permette di determinare il coefficiente di sicurezza alla rottura.

Le analisi sono state condotte utilizzando superfici di rottura circolari.

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

Il fattore di sicurezza minimo del versante è stato assunto pari a 1.10 così come indicato dalle Norme Tecniche (DM 14/01/2008) al punto 6.8.2 del. Tale fattore di sicurezza viene applicato sia per il caso statico che per il caso sismico.

I risultati delle verifiche saranno presentati mediante schede sintetiche per ognuna delle sezioni analizzate.

All'interno di ogni singola scheda si riportano:

- Parametri geotecnici utilizzati;
- Parametri sismici utilizzati;
- Pendenza della scarpata verificata nel modello;
- Fattori di sicurezza delle analisi di stabilità in condizione statica e in condizione sismica.

All'interno di ogni singola scheda è altresì inserito l'output in forma grafica delle analisi di stabilità per la combinazione statica e sismica (quest'ultima risultante sempre la più gravosa).

La categoria di suolo è stata scelta, in base ad una valutazione del sedime di fondazione del singolo tratto.

Eventuali elementi di stabilizzazione (i.e. paratie di micropali) sono stati modellati a partire dalle relative caratteristiche di resistenza, considerando una resistenza di calcolo nei confronti delle sollecitazioni di taglio aggiuntiva sulla superficie di scorrimento considerata.

### G.2.2 Analisi di stabilità locale

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti, sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 2012 (release 2012– CeAS).

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidità flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle configurazioni di carico, delle fasi esecutive e di esercizio.

Nel caso in esame, in una generica fase di calcolo dell'analisi di interazione tra paratia e terreno, la soluzione dipende dal percorso tenso-deformativo seguito dagli elementi schematizzanti il terreno nelle fasi precedenti; dalle variazioni di spinta o reazione del terreno



indotte dalla progressione degli scavi, dall'inserimento di tiranti, dalle variazioni delle condizioni idrostatiche e di sovraccarico, etc.

La realizzazione dello scavo sostenuto da una paratia, nel caso in esame tirantata, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elasto-plastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe, 1996).

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta del terreno sono:

- il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , corrispondente alla condizione iniziale indeformata, calcolato mediante l'espressione  $K_0 = 1 - \tan^2 \varphi'$ ;
- i coefficienti di spinta attiva  $K_a$  e passiva  $K_p$ , corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite attivo e passivo, calcolati rispettivamente mediante le espressioni di Coulomb, Caquot e Kerisel, tenendo conto di un angolo di attrito tra terreno e paratia pari a  $1/3 \div 2/3$  dell'angolo di attrito del terreno stesso;
- i parametri di deformabilità del terreno, che compaiono nella definizione della rigidità delle molle, sono assegnati sulla base dei valori di modulo di Young ( $E$ ) dei vari strati, tenendo conto della diversa rigidità in fase di carico vergine oppure di scarico e ricarico. In particolare, il modulo di ricarico è assunto pari al doppio del modulo vergine.

Le componenti di sforzo verticale ed orizzontale vengono intese come sforzi principali. Viene introdotta una funzione di plasticità dipendente da esse, che definisce i confini di una regione entro la quale è determinato lo stato tensionale. A seconda dello stato in cui l'elemento si trova, questo reagisce con differenti caratteristiche di rigidità. Sono possibili tre situazioni:

- Fase elastica: l'elemento si comporta elasticamente; questa fase corrisponde ad una porzione di terreno in fase di scarico-ricarico, sollecitato a livelli di sforzo al di sotto dei massimi livelli precedentemente sperimentati e viene identificata con la sigla UL-RL (Unloading-Reloading).

- Fase incrudente: l'elemento viene sollecitato a livelli di tensione mai prima sperimentati; la fase incrudente è identificata dalla sigla V-C (Virgin Compression).
- Collasso: il terreno è sottoposto ad uno stato di sollecitazione coincidente con i limiti minimo o massimo dettati dalla resistenza del materiale; questa fase corrisponde a quelle che solitamente vengono chiamate condizioni di spinta attiva o passiva; il collasso viene identificato attraverso la parola Active o Passive.

Nel caso di applicazione di un tirante, lo step di installazione dello stesso viene preceduto da una fase nella quale lo scavo è approfondito appena al di sotto della quota di inserimento dell'ancoraggio. In questo modo il vero processo realizzativo è simulato in modo abbastanza fedele.

Le fasi costruttive individuate per la realizzazione della paratia sono le seguenti:

- scavo di sbancamento fino alla quota di imposta del cordolo di coronamento della paratia ed eventuali interventi di stabilizzazione degli stessi;
- realizzazione della paratia di pali trivellati in c.a.;
- scavo fino alla quota -0.50 m dalla quota di installazione prevista per i tiranti di ancoraggio;
- posa in opera dei tiranti;
- tesatura dei tiranti di ancoraggio;
- scavo finale alla quota di fondo scavo;
- introduzione dell'azione sismica (solo per le combinazioni sismiche).

### **G.3 Criteri di verifica delle opere**

Il progetto e la verifica della paratia richiede la verifica dei seguenti stati limite:

1. SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD):
  - a. collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera (moto rigido);
  - b. sfilamento di uno o più ancoraggi;
  - c. instabilità del fondo scavo per sollevamento;
  - d. instabilità globale dell'insieme terreno-opera di sostegno;
2. SLU di tipo strutturale (STR):
  - e. raggiungimento della resistenza di uno o più ancoraggi;

- f. raggiungimento della resistenza di uno o più puntoni o del sistema di contrasto;
- g. raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

Per ognuno degli stati limite sopra definiti si adotteranno le combinazioni di carico definite nei paragrafi di seguito.

### G.3.1 Combinazioni di carico

#### G.3.1.1 Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo – S.L.U.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni:

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \cdot R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]$$

Effetto delle azioni e della resistenza sono espresse in funzione delle azioni di progetto  $E_d = F_k \cdot \gamma_E$ , dei parametri di progetto  $X_k/\gamma_M$  e della geometria di progetto  $a_d$ . Nella formulazione della resistenza appare esplicitamente il coefficiente  $\gamma_R$  che opera direttamente sulla resistenza.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 ed R3).

Nella seguente tabella si riportano i coefficienti parziali indicati dalla normativa (moltiplicativi per le azioni e riduttivi per i parametri di resistenza del terreno).

**Tabella G.1: Coefficienti parziali delle azioni e dei terreni**

Combinazioni per analisi statiche S.L.U.		
	Azioni ( $\gamma_F$ )	Proprietà del terreno ( $\gamma_M$ )

	<i>Permanenti</i>		<i>Variabili</i>		tan $\varphi'$	c'	c <sub>u</sub>
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli			
STR (A1 + M1)	1.30	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	1.00
GEO (A2 + M2)	1.00	1.00	1.30	0.00	1.25	1.25	1.40

I coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

**Tabella G.2: Coefficienti parziali per le verifiche agli S.L.U.**

Coefficienti parziali per le verifiche agli S.L.U. STR e GEO di paratie			
Verifica	Coefficiente parziale		Coefficiente parziale
	(R1)	(R2)	
Raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi	$\gamma_R=1.0$	-	
Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia	$\gamma_R=1.0$	-	
Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera	$\gamma_R=1.0$	-	
Instabilità del fondo scavo per sollevamento	$\gamma_R=1.0$	-	
Instabilità globale dell'insieme terreno-opera	-	$\gamma_R=1.1$	
Sfilamento di uno o più ancoraggi	Temporanei	$\gamma_R=1.1$	
	Permanenti	$\gamma_R=1.2$	

Essendo le paratie in oggetto opere definitive, esse vengono verificate anche nei confronti degli effetti provocati dal sisma. L'analisi sismica viene effettuata secondo le seguenti combinazioni:

- **Combinazione 1:** con coefficienti parziali M1 sui parametri e coefficienti unitari sulle azioni;
- **Combinazione 2:** con coefficienti parziali M2 sui parametri e coefficienti unitari sulle azioni.

### G.3.1.2 Combinazioni di carico agli Stati limite di esercizio – S.L.E.

Le opere ed i sistemi geotecnici devono essere verificati nei confronti degli stati limite di esercizio.

Per ciascuno stato limite di esercizio deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e  $C_d$  è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Nello specifico le analisi dovranno valutare gli spostamenti dell'opera per consentire di verificarne la compatibilità con la funzionalità attesa per l'opera stessa, oltre alle verifiche strutturali relative agli S.L.E.

Secondo quanto prescritto dalle N.T.C., l'analisi allo Stato Limite di Esercizio viene condotta mantenendo pari all'unità i vari coefficienti parziali definiti per le verifiche a S.L.U., sia per quanto concerne le azioni che per i parametri di resistenza secondo le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione caratteristica rara  $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione frequente  $G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$
- Combinazione quasi permanente  $G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

I coefficienti di combinazione  $\psi_i$  assumono i seguenti valori:

$$\psi_0 = \psi_1 = 0.75;$$

$$\psi_2 = 0$$

### G.3.2 Verifiche geotecniche

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificatamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia. L'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti  $\gamma_R$  sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto delle spinte attiva e passiva risultano rispettivamente maggiore e minore, se riferiti a quelli calcolati con i parametri caratteristici. In linea generale, per la Combinazione 2, essendo i coefficienti parziali amplificativi delle azioni permanenti pari ad 1.0 e dei variabili pari ad 1.3 (gruppo A2), si opererà applicando in fase di calcolo un coefficiente moltiplicativo ai carichi variabili pari a  $\gamma_Q=1.3$ .

#### G.3.2.1 Collasso per rotazione intorno ad un punto dell'opera

La verifica all'equilibrio globale alla rotazione viene implicitamente soddisfatta mediante l'analisi di interazione terreno struttura, condotta mediante il programma di calcolo PARATIE PLUS ver. 2012 della CEAS Srl, che nell'analizzare il sistema di sollecitazioni e deformazioni verifica tutte le condizioni di equilibrio del sistema.

### G.3.2.2 Verifica allo sfilamento dei tiranti

Per la verifica allo sfilamento si è fatto riferimento ai risultati di metodi di calcolo analitici corretti in funzione del numero delle verticali di indagine esaminate; la verifica viene effettuata secondo la combinazione di calcolo A1+M1+R3.

Come metodo di calcolo si è fatto riferimento alle indicazioni di Bustamante e Doix (1985) da cui deriva:

$$(R_{ac})_{\min} = \pi \alpha D L_{\text{fondazione}} \times q_s$$

in cui:

$\alpha$  = coefficiente di incremento del diametro di perforazione D dei tiranti che tiene conto della metodologia di iniezione e della natura dei terreni interessati;

D = diametro di perforazione dei tiranti;

$L_{\text{fondazione}}$  = lunghezza del tratto di fondazione del tirante;

$q_s$  = aderenza caratteristica terreno-fondazione funzione del tipo di terreno e delle sue caratteristiche meccaniche e delle modalità di iniezione.

La tipologia di perforazione, il diametro e il numero di trefoli dei tiranti saranno specificate per ogni singola paratia.

Il tirante verrà tesato, a partire da una forza di allineamento  $N_0 = 0.10 N_a$ , fino al valore della forza di collaudo  $N_c = 1.2 N_a$ , con incrementi di carico, pari a  $0.1 N_a$  e con sosta di 1 minuto a ciascun incremento, misurando il corrispondente allungamento.

La forza  $N_c$  o l'allungamento verranno mantenuti costanti per un tempo di 15 minuti, al termine del quale, dopo aver rilevato l'incremento di allungamento sotto  $N_c$  o la riduzione della forza, il tirante verrà scaricato fino al valore di  $N_0$ , rilevando il relativo allungamento permanente; verrà, infine, tesato sotto il carico  $N_a$  previsto in progetto e definitivamente bloccato.

La resistenza caratteristica  $R_{ak}$  è data dalla seguente relazione:

$$R_{ak} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{ac})_{\text{media}}}{\xi_{a3}} ; \frac{(R_{ac})_{\min}}{\xi_{a4}} \right\}$$

essendo  $\xi_{a3}$  ed  $\xi_{a4}$  dei fattori di correlazione funzione del numero di verticali indagate.

**Tabella G.3 Fattori di correlazione  $\xi$**

n	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
$\xi_{a4}$	1.80	1.70	1.65	1.60	1.55

Il fattore di correlazione sarà indicato per ognuna delle paratie esaminate.

La resistenza allo sfilamento di progetto è data rispettivamente per tiranti permanenti o temporanei dalla seguente espressione:

$$R_{a,d} = R_{ak} / \gamma_{Ra,p} \quad \text{per tiranti permanenti}$$

$$R_{a,d} = R_{ak} / \gamma_{Ra,t} \quad \text{per tiranti temporanei}$$

**Tabella G.4 Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi**

	Simbolo	Coefficiente Parziale ( $\gamma_R$ )
<b>Temporanei</b>	$\gamma_{Ra,t}$	1.10
<b>Permanenti</b>	$\gamma_{Ra,p}$	1.20

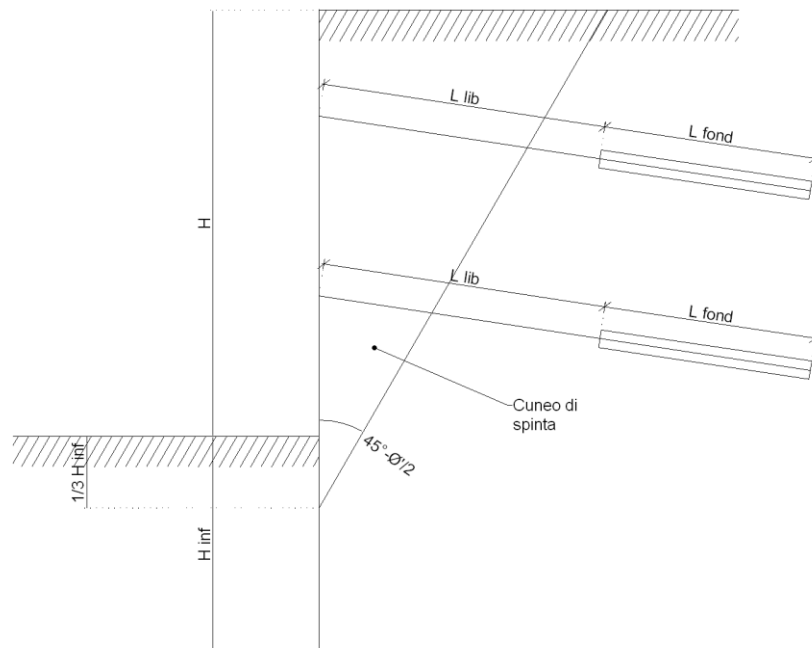
La lunghezza libera dei tiranti tiene conto della maggiore estensione del cuneo di spinta in condizioni sismiche secondo la relazione:

$$L_e = L_s (1 + 1.5 a_{max} / g)$$

in cui  $L_e$  è la lunghezza libera necessaria in condizioni sismiche ed  $L_s$  è la corrispondente misura necessaria in condizioni statiche.

Quest'ultima, ovvero  $L_s$ , è stata valutata secondo il criterio illustrato dalla figura seguente mirante ad assicurare che il tratto di ancoraggio si mantenga al di fuori del cuneo di terreno che esercita la spinta sulla paratia stessa.

**Figura G.2: Criterio per la definizione della lunghezza libera dei tiranti**



### G.3.2.3 Stabilità globale dell'insieme terreno-opera di sostegno

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per la verifica della stabilità globale dell'insieme terreno-opera l'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 2 (A2+M2+R2), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti sulla resistenza globale (R2) sono riportati nella tabella successiva e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici. In linea generale, per la Combinazione in oggetto, essendo i coefficienti parziali amplificativi delle azioni permanenti pari ad 1.0 e dei variabili pari ad 1.3 (gruppo A2), si opererà applicando in fase di calcolo un coefficiente moltiplicativo ai carichi variabili pari a  $\gamma_Q=1.3$ .

La verifica è stata condotta con riferimento ad un modello semplificato basato sulla nota teoria dell'equilibrio limite nell'ambito della quale i terreni sono stati caratterizzati mediante un legame costitutivo rigido-plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb (analisi in termini di sforzi efficaci).

Nella determinazione dell'azione sismica, il coefficiente riduttivo  $\beta_s$  viene desunto, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione di riferimento  $a_g$  dalla tabella 7.11.I della normativa vigente qui di seguito riprodotta:



**Tabella G.5 Coefficiente riduttivo azione sismica  $\beta$**

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g \leq 0.1$	0.20	0.20

La componente verticale, è stata applicata in entrambe le direzioni valutando la più sfavorevole.

### G.3.3 Verifiche di tipo idraulico (UPL ed HYD)

Le verifiche di "tipo idraulico", instabilità del fondo scavo per sollevamento e sifonamento del fondo scavo vengono implicitamente soddisfatte mediante l'analisi di interazione eseguita dal programma PARATIE che tiene conto dei moti di filtrazione e della conseguente diminuzione della pressione efficace.

### G.3.4 Verifiche strutturali allo SLU

Nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento strutturale (STR) l'analisi sarà condotta con riferimento alla Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1. In questo caso i coefficienti parziali amplificativi delle azioni saranno applicati direttamente sulle sollecitazioni, calcolate con i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze.

E' stata condotta la verifica in assenza ed in presenza di sisma per le sezioni maggiormente sollecitate della paratia.

#### G.3.4.1 Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia

La verifica strutturale dei pali in c.a. sarà soddisfatta se il valore del momento resistente ultimo del palo  $M_{R_u}$  e del taglio resistente ultimo  $V_{R_{cd}}$  risultano maggiori del momento di calcolo agente  $M_d$  e del taglio di calcolo agente  $V_d$ .

#### G.3.4.2 Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia di micropali

La verifica strutturale dei micropali allo SLU si esegue affidando tutta la resistenza al tubo di acciaio costituente i micropali; nello specifico si eseguono le verifiche a flessione e a taglio allo S.L.U. calcolando la tensione ideale sul tubo, assegnato il profilo da utilizzare:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M1}$$

$$\sigma_n = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \text{tensione normale};$$

$$\tau_t = \frac{V_{Ed}}{A} = \text{tensione tangenziale};$$

dove

- $W_y$  = Modulo di resistenza lungo y della sezione;
- $f_{yd}$  = tensione di snervamento dell'acciaio;
- $\gamma_{M1} = 1.05$  = coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature;
- $A$  = Area della sezione.

#### G.3.4.3 Raggiungimento della resistenza strutturale in uno o più ancoraggi (verifica a trazione dei tiranti e verifica delle travi di ripartizione)

Per la verifica strutturale dei tiranti di ancoraggio, la normativa vigente prescrive che, in condizioni di esercizio risultino verificate entrambe le seguenti relazioni:

$$T_{\max} \leq \frac{f_{ptk}}{\gamma_s} \cdot n \cdot A_{tr}$$

$$T_{\max} \leq \frac{f_{p1k}}{\gamma_s} \cdot n \cdot A_{tr}$$

dove:

- $f_{ptk} = 1860$  MPa = Tensione caratteristica a rottura;
- $f_{p1k} = 1670$  MPa = Tensione caratteristica all'1% di deformazioni totali;
- $\gamma_s = 1.15$ ;
- $n$  = numero di trefoli;
- $A_{tr} = 139$  mm<sup>2</sup> = area della sezione del singolo trefolo.

La verifica delle travi di ripartizione, qualora siano previste, viene condotta considerando lo schema statico di trave continua su più appoggi con luci pari all'interasse orizzontale dei tiranti; il carico massimo uniformemente distribuito sulle travi è rappresentato dalla componente orizzontale dell'azione assiale massima sui tiranti distribuita lungo la luce:

$$q_{Ed} = \frac{T_{Ed,h}}{i}$$

con

- $T_{Ed,h}$  = forza assiale ultima orizzontale sul tirante;
- $i$  = interasse longitudinale dei tiranti.

Avendo considerato una trave continua a più appoggi, il momento massimo agente in corrispondenza di un appoggio è pari a:

$$M_{Ed} = \frac{q_{Ed} \cdot i^2}{10}$$

Per quanto concerne il taglio, l'azione tagliante massima agente sulla trave è pari a:

$$V_{Ed} = \frac{T_{Ed,h}}{2}$$

Nel caso di trave di ripartizione in acciaio le verifiche a flessione e a taglio vengono condotte allo S.L.U. calcolando la tensione ideale sulla trave di ripartizione, assegnato il profilo da utilizzare:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \leq f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M1}$$

$$\sigma_n = \frac{M_{Ed}}{W_y} = \text{tensione normale};$$

$$\tau_t = \frac{V_{Ed}}{A} = \text{tensione tangenziale};$$

dove

- $W_y$  = Modulo di resistenza lungo y della sezione;
- $f_{yd}$  = tensione di snervamento dell'acciaio;
- $\gamma_{M1} = 1.05$  = coefficiente di sicurezza per la resistenza delle membrature;

- A = Area della sezione.

### G.3.5 Verifiche strutturali agli SLE

In corrispondenza delle medesime sezioni sono state effettuate le verifiche sulla massima ampiezza delle fessure secondo le combinazioni di carico definite dalla normativa NTC § 2.5.8 (verifica allo stato limite di fessurazione) e sulle massime tensioni nel calcestruzzo e nelle armature (verifica delle tensioni in esercizio).

In conseguenza alle condizioni ambientali definite, occorre verificare che l'ampiezza delle fessure  $w_k$  sia al di sotto del valore limite fissato pari a 0.2 mm per la combinazione di carico quasi permanente e 0.3 mm per la combinazione di carico frequente.

La massima tensione nel calcestruzzo dovrà rispettare la seguente condizione:

Classe di resistenza C32/40 (comb. Rara)  $\sigma_c < 0.60f_{ck} = 19.92MPa$

Classe di resistenza C32/40 (comb. Qperm)  $\sigma_c < 0.45f_{ck} = 14.94MPa$

La massima tensione nell'acciaio dovrà rispettare la seguente condizione:

Acciaio B450C  $\sigma_f < 0.8f_{yk} = 360.00MPa$

## H RISULTATI E VERIFICHE STABILIZZAZIONE DEL VERSANTE

Nel seguito si riportano le verifiche della stabilizzazione del versante tramite paratie di micropali intermedia sul versante. Per tale tratto si prevede inoltre l'intervento superficiale di idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale.

### H.1.1 Caratteristiche geotecniche

In accordo con il modello geotecnico di riferimento (vedi cap. E) il litotipo presente, individuato come appartenente all'unità litologica Calcareniti e sabbie giallastre (Qcb) è stato caratterizzato con i parametri riportati nella seguente Tabella.

**Tabella H.1: Parametri geotecnici modello di calcolo**

Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	E [MPa]
Sabbie giallastre (Qcb)	17.4	30	15	20

L'intervento superficiale di idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda finalizzato a realizzare un intervento di armatura vegetale è tale da poter considerare un valore della coesione incrementato di 15 kPa per uno strato superficiale di larghezza cautelativamente pari a 1.5 m

**Tabella H.2: Parametri geotecnici modello di calcolo: strato superficiale con idrosemina (h = 1.5 m)**

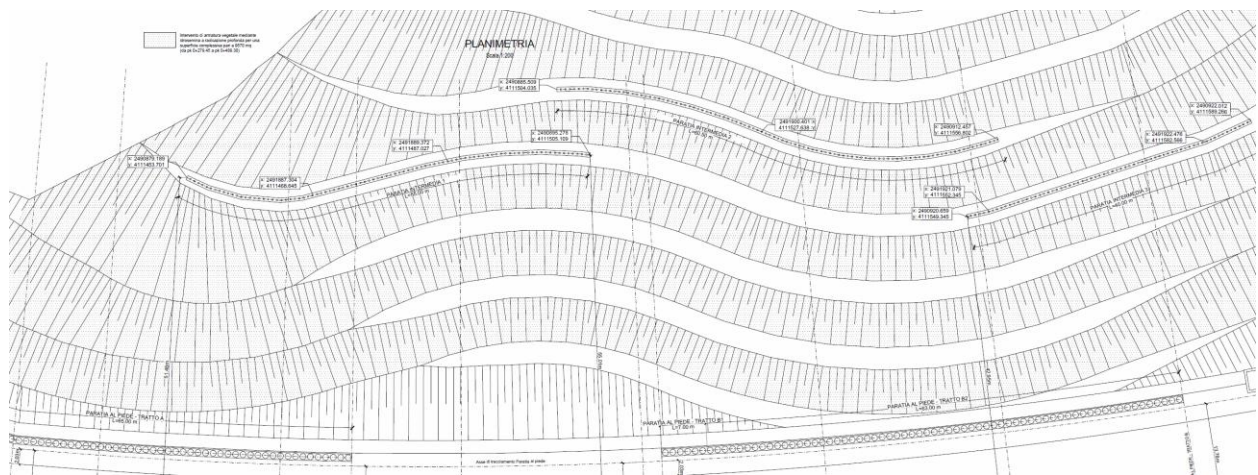
Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	E [MPa]
Sabbie giallastre con armatura vegetale (Qcb)	17.4	30	30	20

### H.1.2 Stabilizzazione versante con paratie di micropali intermedie

Per soddisfare le verifiche di stabilità globale del versante così ottenuto, è stata progettata una berlinese intermedia sul pendio nelle sezioni critiche, comprese tra la pk 0+308.2 e la pk 0+462.8 circa.

La paratia è costituita da micropali verticali  $\varnothing_{\text{perf}}$  pari a 240 mm, disposti con interasse di 0.5 m, armati con un tubo  $\varnothing 168.3$  mm, spessore 10 mm e lunghezza pari a 25 m: la berlinese è distinta in tre differenti tratti a seconda della banca del versante in cui è ubicata, così come riportato nella Figura seguente.

**Figura H.1: Planimetria paratia intermedia**



La resistenza al taglio della paratia di micropali, inserita nel modello di calcolo a stabilità globale del versante, è stata stimata considerando il contributo della sola sezione d'acciaio e tenendo conto della resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$  riportata nella formula delle NTC (equazione 4.2.18):

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

Considerando che la paratia è realizzata con tubi di spessore uniforme l'area resistente al taglio può essere assunta pari ad  $A_v = 2A/\pi$ : per l'acciaio S355, dato il coefficiente di sicurezza  $\gamma_{M0} = 1.05$ , la resistenza a taglio del singolo palo vale 618.00 kN.

Tale valore è stato preso in conto nel modello di calcolo come resistenza della paratia di micropali diviso per l'interasse di 0.5 m (618 kN / 0.5 m = 1236 kN/m).

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite in tutte le sezioni di progetto della trincea. Nel presente report si riportano per brevità di esposizione, i risultati relativi alle sezioni più critiche in corrispondenza dell'intervento di stabilizzazione con la paratia di micropali (pk 0+417.1) e per le zone che non richiedono tale intervento (pk 0+298.3 e pk 0+496.3).

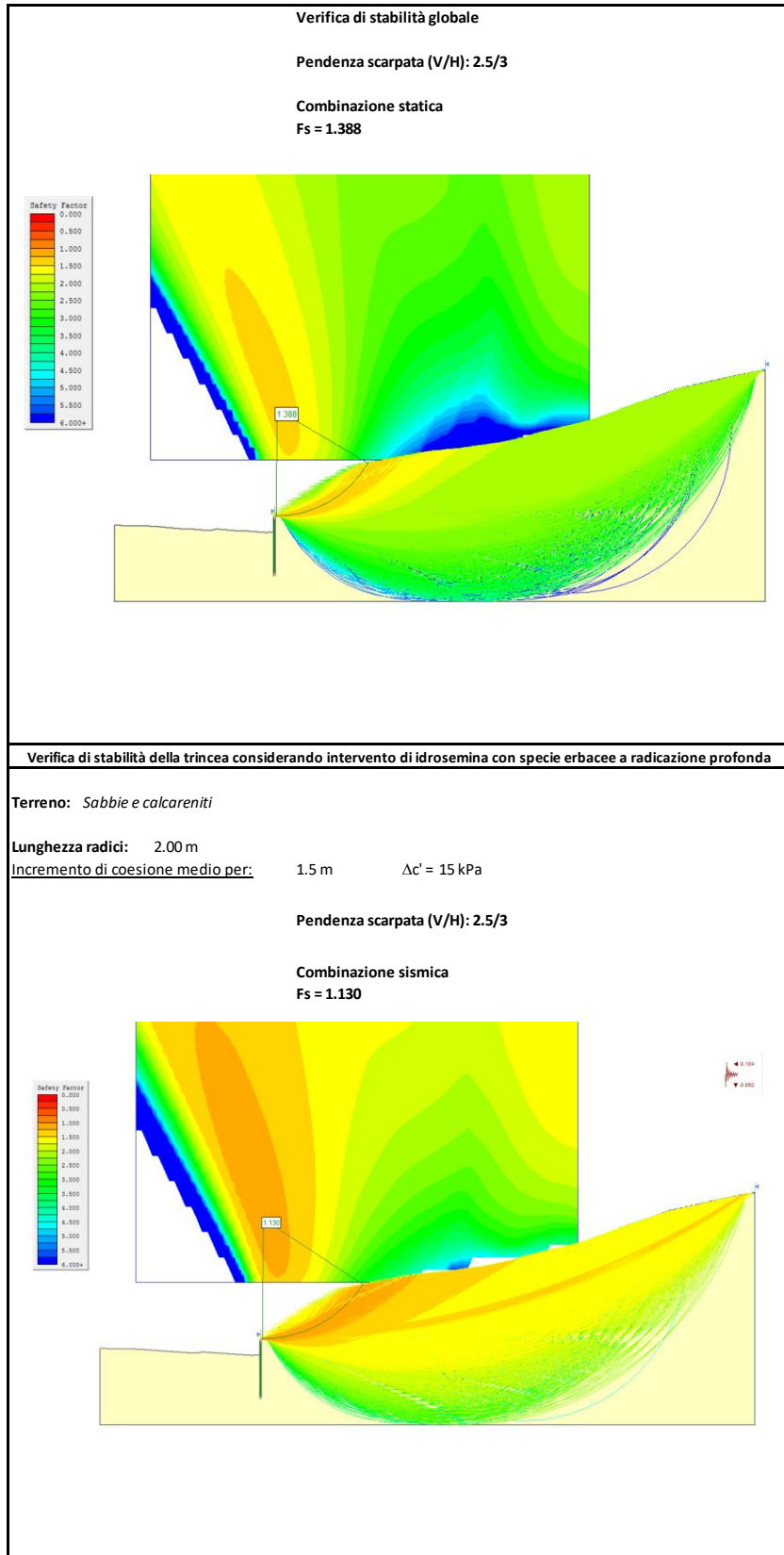
Per la sezione a pk 0+298.3, I risultati delle verifiche a stabilità globale in condizioni statiche e in condizioni sismiche portano a dei fattori di sicurezza pari rispettivamente a 1.388 e 1.130, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nelle Figure seguenti si riportano la scheda con la sintesi dei parametri di input, della pendenza di progetto, le indicazioni progettuali in condizioni sismiche dovute all'intervento superficiale con idrosemina e gli output grafici delle verifiche di stabilità globale, rispettivamente in condizione statica e in condizione sismica.





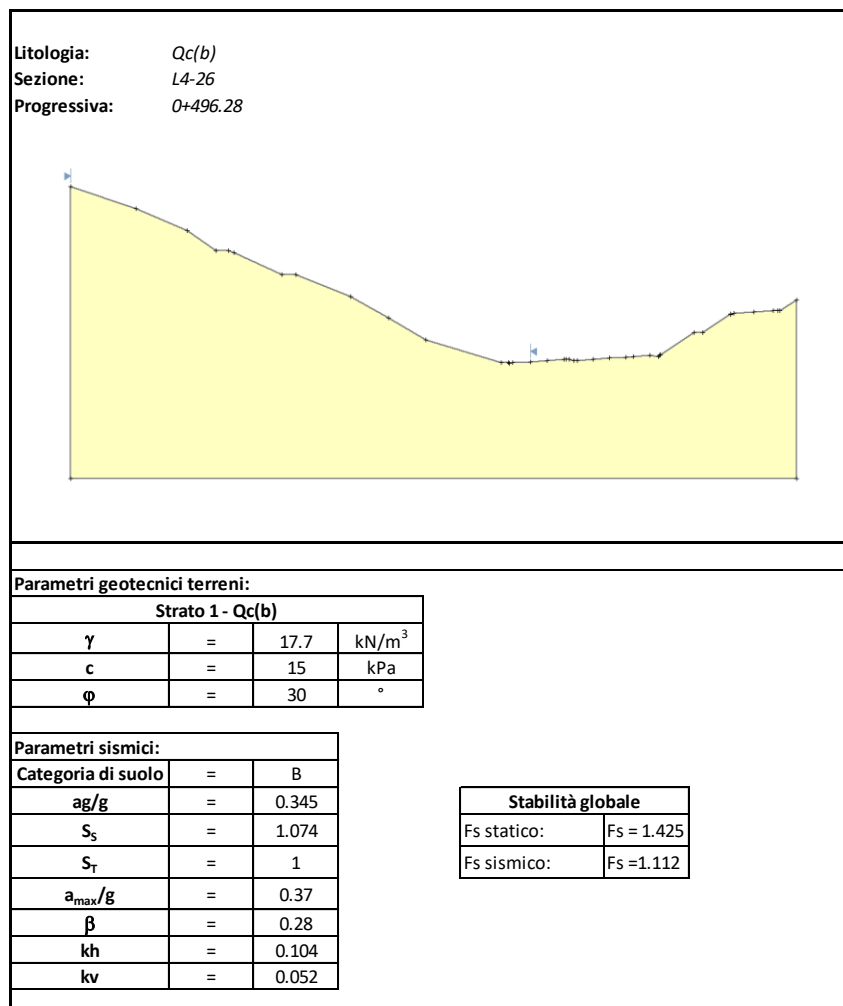
**Figura H.3: Output grafici delle verifiche di stabilità globale (sezione pk 0+298.3)**



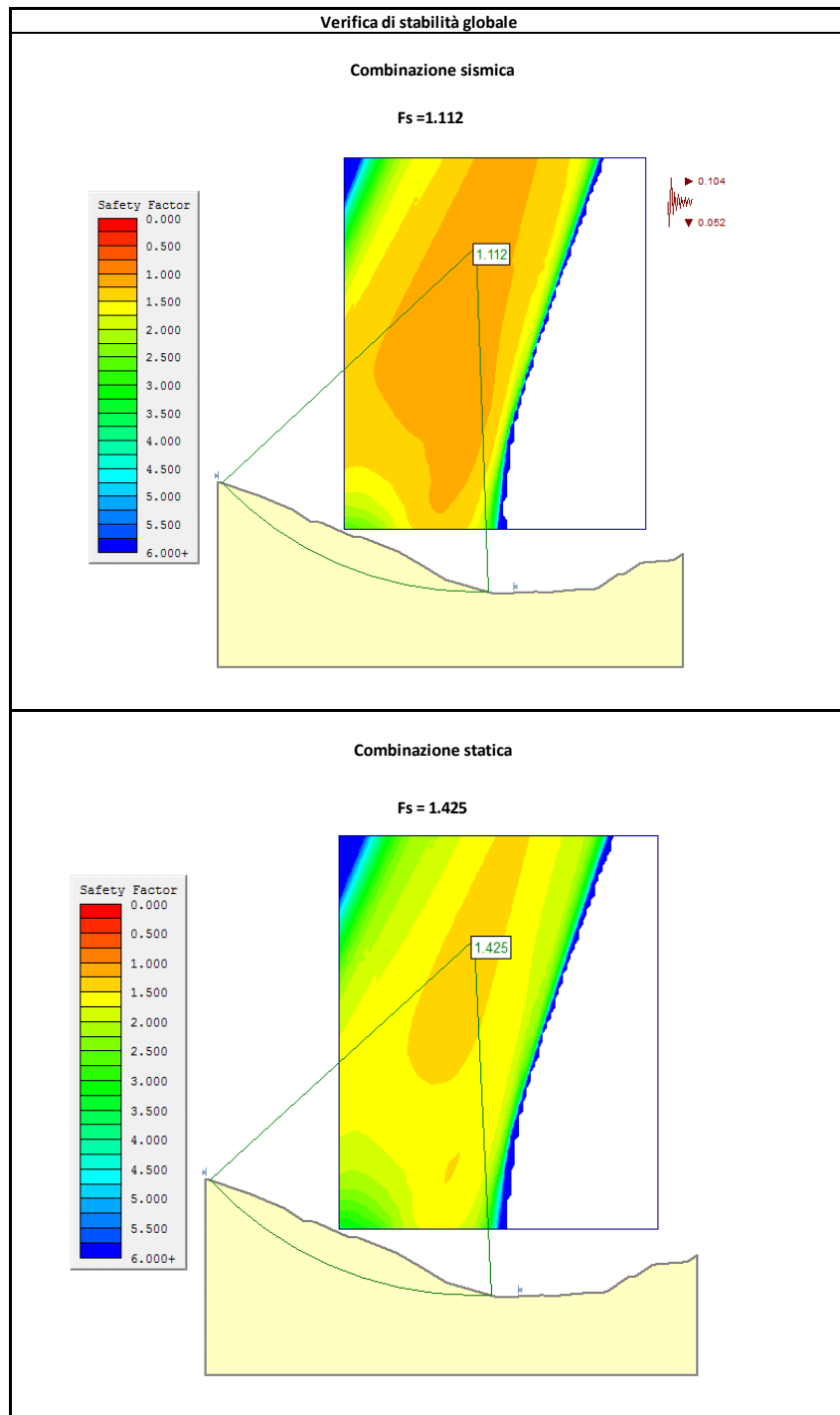
Per la sezione a pk 0+496.3, I risultati delle verifiche a stabilità globale in condizioni statiche e in condizioni sismiche portano a dei fattori di sicurezza pari rispettivamente a 1.425 e 1.112, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.

Nelle Figure seguenti si riportano la scheda con la sintesi dei parametri di input, della pendenza di progetto, le indicazioni progettuali in condizioni sismiche dovute all'intervento superficiale con idrosemina e gli output grafici delle verifiche di stabilità globale, rispettivamente in condizione statica e in condizione sismica.

**Figura H.4: Parametri di input modello e risultati delle verifiche (sezione pk 0+496.3)**



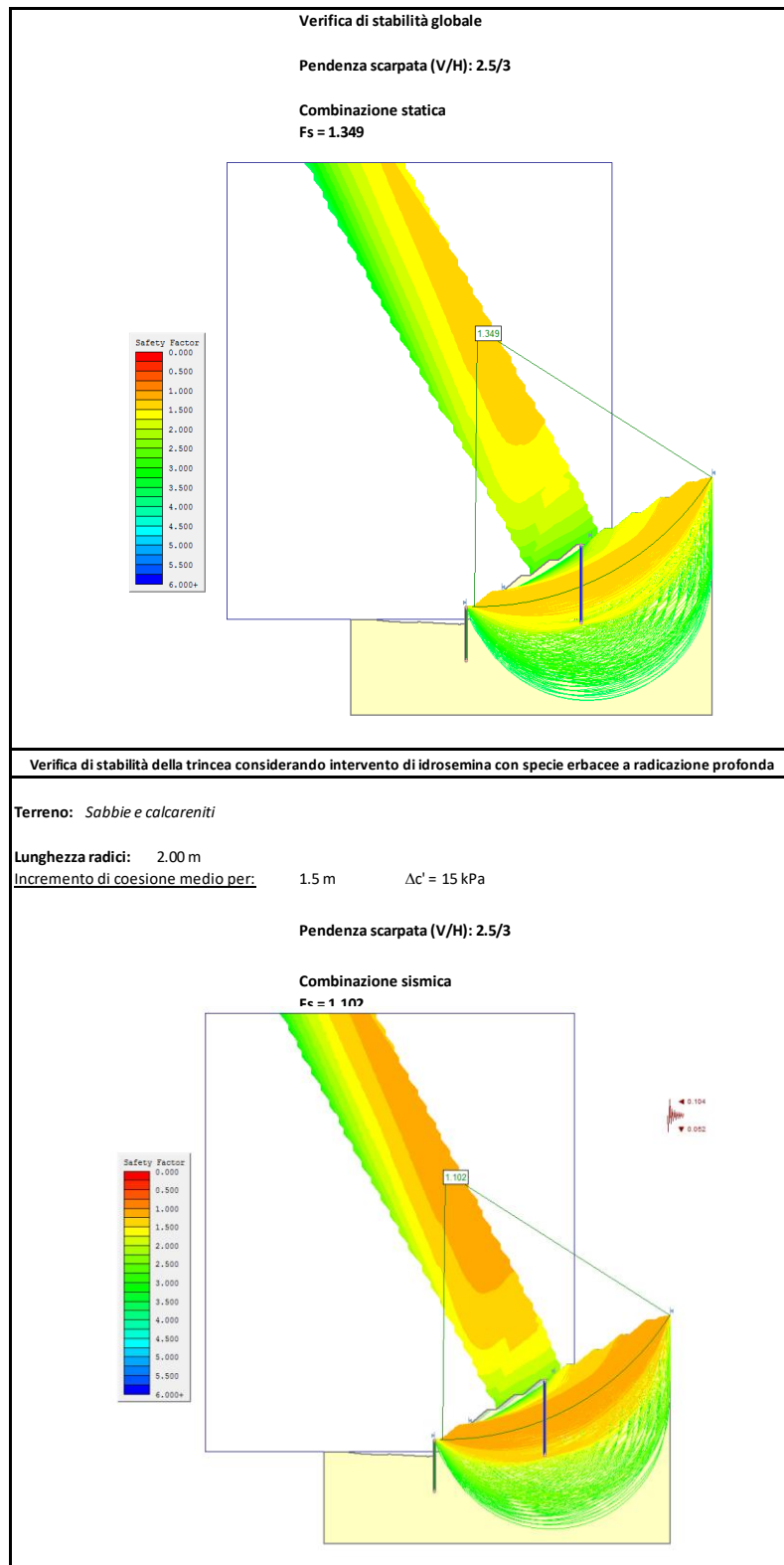
**Figura H.5: Output grafici delle verifiche di stabilità globale (sezione pk 0+496.3)**



Per la sezione a pk 0+417.1, i risultati delle verifiche in condizioni statiche e in condizioni sismiche delle superfici di scivolamento profonde che interessano la paratia intermedia risultano pari rispettivamente a 1.349 e 1.102, superiori al limite previsto dalla normativa pari a 1.100.



**Figura H.7: Output grafici delle verifiche di stabilità globale (sezione pk 0+417.1)**



Tutti i dettagli dei calcoli eseguiti sono riportati in allegato alla presente relazione.

## I RISULTATI E VERIFICHE PARATIA AL PIEDE

### I.1 Paratia al piede pk. 0+266.5÷0+446.8 sx circa

#### I.1.1 Premessa

La paratia in oggetto si sviluppa in adiacenza dell'asse sinistro in due diversi tratti tra circa la pk. 0+266.5 e la pk. 0+332.8 (Tratto A) e tra la pk 0+375.1 e la pk 0+446.8 (Tratto B) ed è realizzata mediante pali aventi diametro pari a 800 mm disposti ad interasse di 1.00 m; lungo lo sviluppo delle paratie si prevede la realizzazione di tiranti di ancoraggio, disposti ad interasse longitudinale di 2.00 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche geometriche dei pali e dei tiranti si fa riferimento alle Tabelle B.1 e B.2 della presente relazione, cui si rimanda.

Per la progettazione della paratia in oggetto, è stato utilizzato il seguente modello di calcolo corrispondente alla sezione più critica alla pk. 0+417.10.

Il modello di calcolo prevede le seguenti caratteristiche:

- Diametro palo: 800 mm
- Lunghezza palo: 17 m
- Massima altezza massima fuori terra in fase realizzativa: 6.0 m
- Altezza fuori terra a fine costruzione: 5.0 m
- Numero tiranti: 2
- Lunghezza tiranti: 28 (1° ordine), 24 (2° ordine).

#### I.1.2 Caratteristiche geotecniche

Le stratigrafie ed il complesso delle indagini eseguite hanno portato alla definizione e caratterizzazione geotecnica delle seguenti unità litologiche:

- Calcareniti e sabbie giallastre (Qcb)

I parametri geotecnici medi, desunti dalle indagini eseguite nell'ultima campagna di sondaggi in funzione dei litotipi attraversati, sono riassunti nella tabella seguente.

**Tabella I.1: Parametri geotecnici modello di calcolo**

Litotipo	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	E [MPa]
Sabbie giallastre (Qcb) da 0÷4.20	17.4	30	15	20

Dai sondaggi di riferimento non si rileva inoltre la presenza della falda interagente con l'opera in esame.

### I.1.3 Spinta del terreno di monte in condizioni sismiche

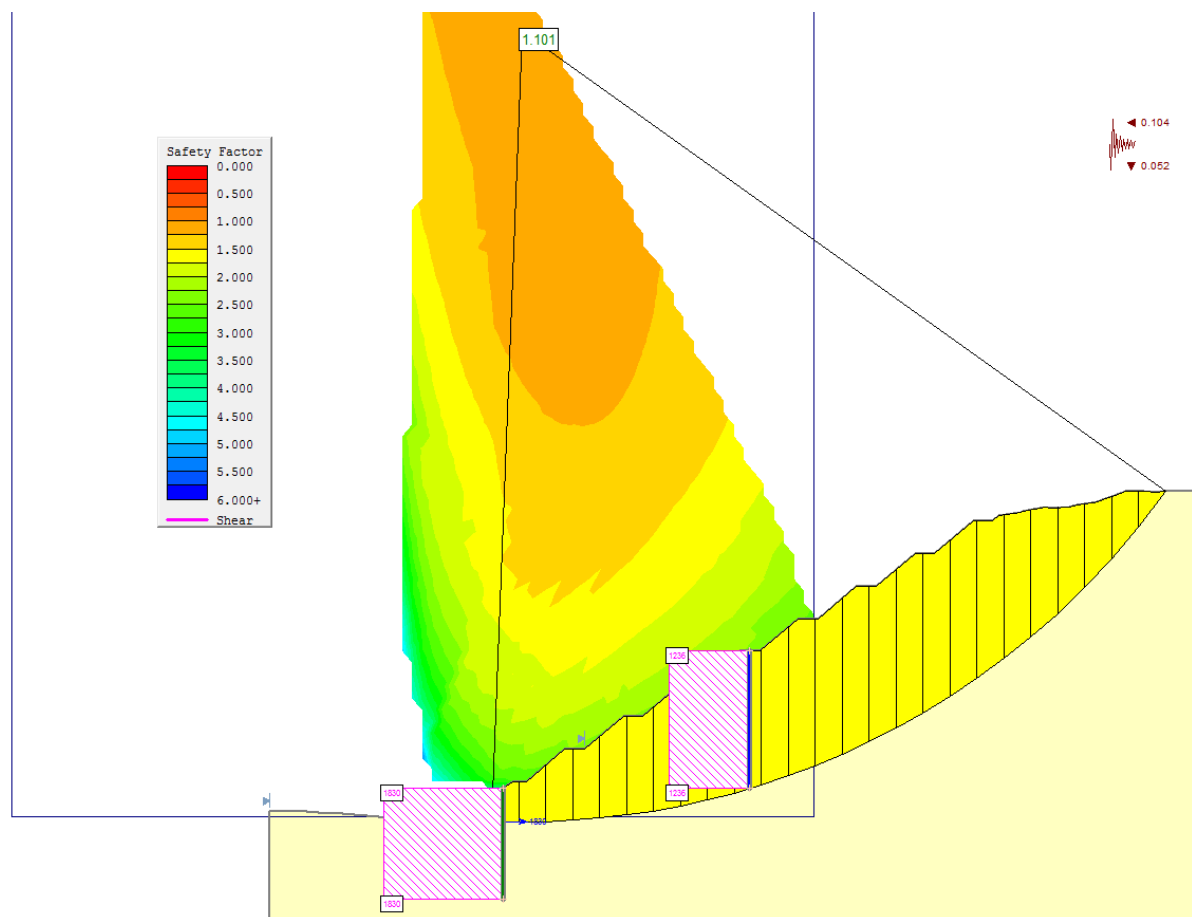
La spinta del terreno a tergo della paratia in condizioni statiche è determinata automaticamente dal modello di calcolo realizzato utilizzando il codice PARATIE PLUS 2012.

In condizioni sismiche, invece, tale spinta è stata determinata tenendo conto della stabilità globale dell'intero versante, ottenuta dal programma di calcolo SLIDE della Rocscience, corrispondente ad una superficie di scivolamento con una forza a taglio stabilizzante che soddisfi la verifica con un fattore di sicurezza pari a 1.1 nella combinazione allo S.L.U. (riducendo pertanto i parametri dei coefficienti parziali di sicurezza M2).

La forza resistente ottenuta in condizioni sismiche che garantisce il fattore di sicurezza alla stabilità globale di 1.1 è risultata pari a circa 1830 kN/m ad una profondità di circa 5 m dalla testa della paratia.

Nella Figura seguente si riporta l'output grafico di tale verifica; per i dettagli si rimanda all'allegato alla presente relazione.

**Figura I.1: Output grafico della stabilità globale per la determinazione della spinta sulla paratia al piede in condizioni sismiche.**



La forza ottenuta è stata assunta come carico permanente distribuito con distribuzione triangolare a monte della paratia e applicata al modello di calcolo strutturale costruito utilizzando il software Paratie Plus.

Il modello così realizzato permette di eseguire sia la verifica geotecnica locale dell'opera sia la verifica strutturale, ricavando le sollecitazioni di momento e taglio sui pali.

#### I.1.4 Verifiche di stabilità globale

Come indicato al paragrafo F.3.1, per le verifiche di stabilità globale del versante si è utilizzato il codice di calcolo SLIDE della Rocscience. La presenza delle peratie al piede e delle berlinesi di micropali intermedie è stata presa in conto nel modello di calcolo inserendo le rispettive resistenze al taglio. I coefficienti di sicurezza ottenuti sono riportati nella Tabella seguente e risultano tutti superiori ai minimi di normativa.

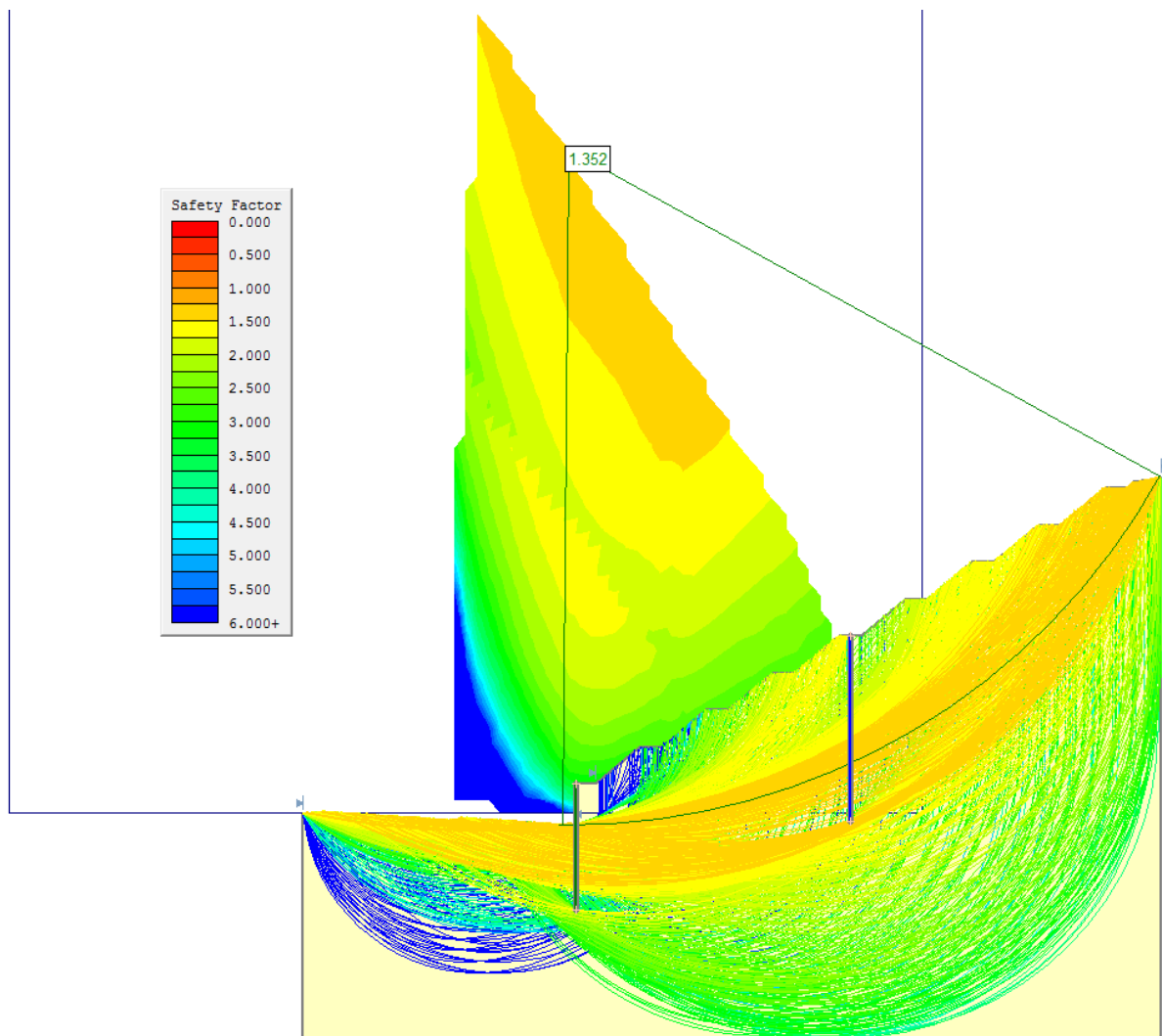


**Tabella I.2: Risultati verifica di stabilità globale**

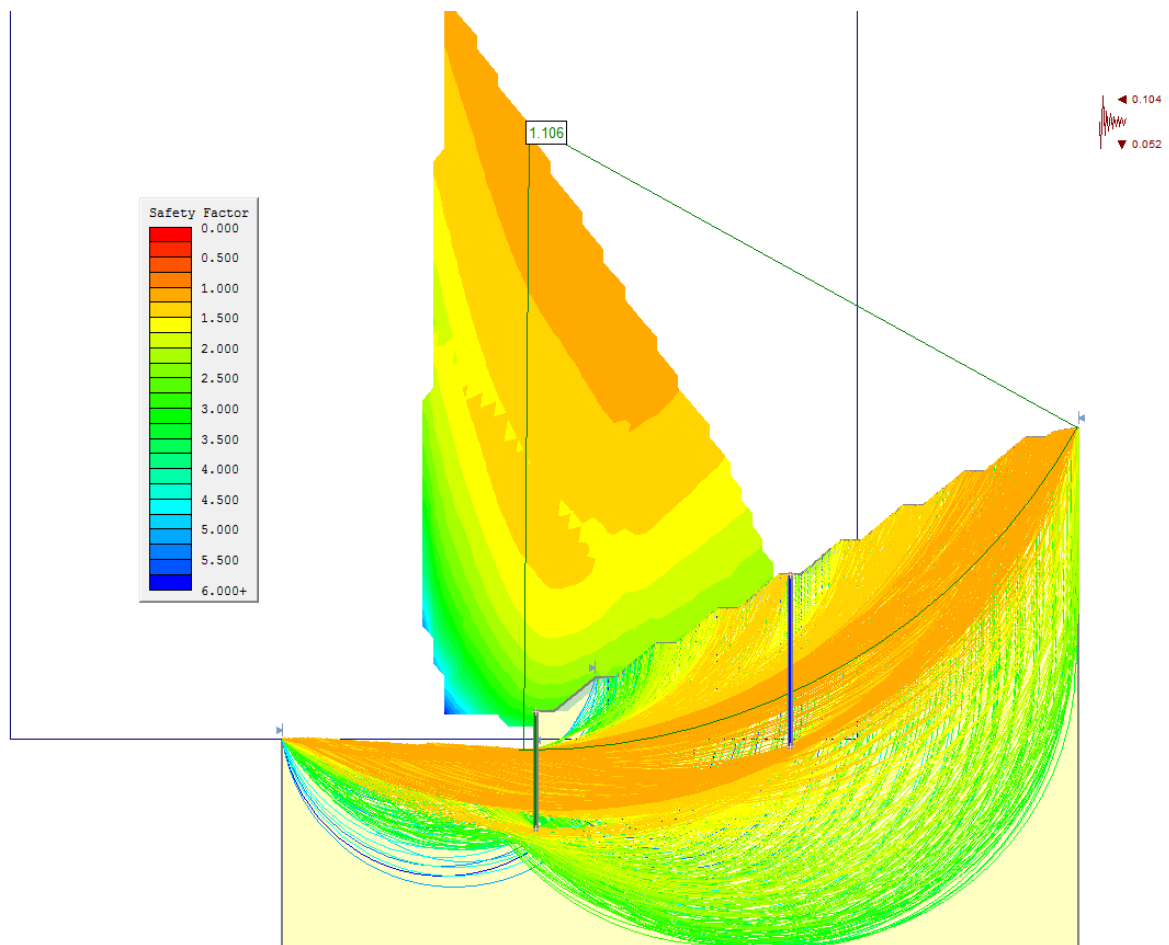
Paratia Lp=17	
Comb. (GEO)	Fs
Statica	1.352 > 1.10
Sismica	1.106 > 1.10

Nelle Figure successive si riportano gli output grafici delle verifiche di stabilità globale rispettivamente in condizioni statiche e in condizione sismiche, per la sezione di massima altezza alla pk 0+417.10.

**Figura I.2: Verifica di stabilità globale del versante in condizioni statiche (sezione pk 0+417.10)**



**Figura I.3: Verifica di stabilità globale del versante in condizioni sismiche (sezione pk 0+417.10)**



### I.1.5 Analisi numeriche - sintesi dei risultati

Tutte le sezioni critiche della paratia sono state verificate; di seguito si riportano i risultati per la sezione più significativa.

**Tabella I.3: Risultati analisi numeriche paratia**

<b>PARATIA L4 pk. 0+417.10 (Lp=17.00 m)</b>					
Stato limite	SLU (GEO)		SLU (STR)		SLE
Combinazione	Statica	Sismica	Statica	Sismica	Rara
Spostamento massimo (cm)	-	-	-	-	1.34
Momento di calcolo Md (kN m/m)	487.48	881.21	491.26	761.73	377.89
Taglio massimo Vd (kN/m)	294.03	664.2	342.13	628.46	-
Azione tirante 1 Fd (kN/m)	408.19	875.20	530.54	838.19	-
Azione tirante 2 Fd (kN/m)	278.69	599.66	361.62	564.29	-

La fase costruttiva in cui si ha il massimo momento flettente, la massima azione di taglio e le massime azioni sui tiranti 1 e 2 risulta essere la fase "spinta terreno di monte" in condizioni sismiche.

Lo spostamento massimo delle paratia in condizioni di esercizio risulta pari a 1.34 cm, adeguato all'opera in oggetto.

#### I.1.6 Verifiche strutturali – S.L.U.

Nella Figura seguente si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio per i pali costituenti le paratie.

**Figura I.4: Verifiche strutturali a S.L.U.**

OPERA		Ragusana
CASO		PARATIA L4
		pk 0+417.10
		Lp = 17 m
Funzionalità		Definitiva
<b>INPUT</b>		
Diametro palo	(mm)	800
Altezza max fuori terra provv.	(m)	6.0
Altezza max fuori terra def.	(m)	5.0
Lunghezza palo	(m)	17.0
Armatura longitudinale		22 $\emptyset$ 22 (z =0÷6 m)
		22 $\emptyset$ 20 (z =6÷17 m)
Armatura trasversale		$\emptyset$ 14/10 (z =0÷7 m)
		$\emptyset$ 12/20 (z =7÷17 m)
Interasse palo	(m)	1.0
<b>OUTPUT</b>		
Momento max ultimo $M_d$	(kN m)	881.21
Momento resistente ultimo $M_{Rd}$	(kN m)	926.51
Coefficiente di sicurezza $FS_M$	(-)	1.05
Taglio max ultimo $V_d$	(kN)	664.20
Taglio resistente ultimo $V_{Rcd}$	(kN)	684.23

Come si evince dalla Figura precedente, tutte le verifiche risultano soddisfatte.

#### I.1.7 Verifiche strutturali – S.L.E.

Nella Figura seguente si riportano le verifiche a fessurazione e tensioni di esercizio per i pali costituenti le paratie nella combinazione quasi permanente delle azioni.

**Figura I.5: Verifiche strutturali a SLE**

$L_{palo}$	Sollecitazioni		Armatura	Tensioni					ssurazione	
	$M_d$	$N_d$		$A_f$	$\sigma_c$	$\sigma_f$	$\sigma_c/f_{ck}$	$\sigma_f/f_{yk}$	$w_k$	$w_{lim}$
[m]	[kN m]	[kN]	-	[cm <sup>2</sup> ]	[MPa]	[MPa]	[-]	[-]	[mm]	[mm]
17	377.9	-170	22 $\emptyset$ 22	41.81	-8.17	186.81	0.25	0.42	0.18	0.2

Come si evince dalla figura precedente, tutte le verifiche risultano soddisfatte.

### I.1.8 Verifiche dei sistemi di ancoraggio

Sono state considerate ai fini del dimensionamento dei sistemi di ancoraggio le combinazioni di tipo geotecnico (GEO) e le combinazioni di tipo strutturale (STR), sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

Tutti gli elementi sono stati esaminati per ogni sezione; di seguito si riportano le verifiche di resistenza dell'armatura del tirante, del bulbo di ancoraggio, delle travi di ripartizione per le sezioni di calcolo più significative.

Per il dimensionamento della paratia in oggetto sono stati considerati i seguenti elementi:

- Numero trefoli: 9 (ordine 1) e 6 (ordine 2)
- Diametro perforazione: 190 mm (ordine 1) e 170 (ordine 2)
- Tipologia di perforazione: IRS
- Tensione di aderenza caratteristica: 180 kPa
- Coefficiente di amplificazione bulbo: 1.6
- Fattore di correlazione  $\xi$ : 1.75
- Tiro al martinetto: 810 kN (ordine 1) e 540 kN (ordine 2)
- Trave di ripartizione: 2 HEB 260 (ordine 1) e 2 HEB 220 (ordine 2)

Nella Figure seguenti si riportano le verifiche dei sistemi di ancoraggio.

## Figura I.6: Verifica geotecnica bulbi di fondazione

### VERIFICA DEI TIRANTI

FORMATTA

CALCOLA

N° Ordini di tiranti: 2

Tipo Comb.	N° Ordine	$z_{tir}$ (m)	$\beta$ (°)	$z_{fond}$ (m)	$\gamma'_{fond}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'_{fond}$ (°)	$c'_{fond}$ (kPa)	$c_{ufond}$ (kPa)	s (MPa)	$F_{tir}$ (kN/m)
Sisma	1	1.50	15.00	10.00	20.00	30.00	15.00	0.01	0.086	875.20
Sisma	2	3.50	15.00	15.00	20.00	30.00	15.00	0.01	0.086	599.66

Tipo Comb.	N° Ordine	N° trefoli	A (m <sup>2</sup> )	$i_{long}$ (m)	$F_{tir,Sd}$ (kN)	$L_{lib,min}$ (m)	$L_{fond}$ (m)	$L_{tot}$ (m)	Allung. (mm)	$L_{tot,prog}$ (m)
Sisma	1	9	1.25E-03	2.00	1750.40	5.72	21.38	27.10	38.11	28.00
Sisma	2	6	8.34E-04	2.00	1199.32	4.11	14.65	18.76	28.14	24.00

#### Legenda:

$z_{tir}$  = Quota del tirante dalla testa paratia

$\beta$  = Inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale

$z_{fond}$  = Quota media fondazione del tirante dal p.c.

$\gamma'_{fond}$  = Peso specifico del terreno della fondazione

$\phi'_{fond}$  = Angolo di attrito efficace del terreno della fondazione

$c'_{fond}$  = Coesione drenata del terreno della fondazione

$c_{ufond}$  = Coesione non drenata del terreno della fondazione

s = Tensione aderenza malta-terreno

A = Area totale trefoli

$i_{long}$  = Interasse longitudinale dei tiranti

$F_{tir,m}$  = Forza sul tirante per metro di paratia

$F_{tir}$  = Forza totale sul tirante

$L_{lib,min}$  = Lunghezza libera minima del tirante

$L_{fond}$  = Lunghezza di calcolo della fondazione

$L_{tot}$  = Lunghezza totale di calcolo della fondazione

$L_{tot,prog}$  = Lunghezza totale di progetto della fond.

## Figura I.7: Verifica strutturale trefoli

### 4. Verifica a trazione dell'armatura

Sisma 1  $N_k = 1750.40$  kN

Sisma 2  $N_k = 1199.32$  kN

SLU/SISMA		SLU/SISMA	
$N < \cdot f_{ptk} \cdot n \cdot A_t / \gamma_s =$		$N < f_{p1k} \cdot n \cdot A_t / \gamma_s =$	
kN	verifica	kN	verifica
2023.36	ok	1816.67	ok
1348.90	ok	1211.11	ok

## Figura I.8: Verifica strutturale trave di ripartizione

### VERIFICA DEGLI ANCORAGGI: RIPARTITORI IN ACCIAIO

**LAVORO:** AUOSTRADA RAGUSA-CATANIA  
**OGGETTO:** PARATIA DI PALI - L4 pk 0+417.10

Tipo di acciaio: **S355 (Fe510)**  
Tensione di verifica:  $f_{yd}/\gamma_{M1} = 338.10$  MPa

#### Tabella di Input

Tipo Comb.	N° Ordine	z (m)	$F_{tirh,Sd}$ (kN)	l (m)	q (kN/m)	Coeff. <sub>M</sub>	Coeff. <sub>v</sub>	Mmax (kNm)	Vmax (kN)
Sisma	1	1.50	1690.76	2.00	845.38	10	2	338.15	816.79
Sisma	2	3.50	1158.45	2.00	579.23	10	2	231.69	559.64

#### Tabella di calcolo

Tipo Comb.	N° Ordine	Tipo profilo	N° Profili	Apw (cm <sup>2</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	P (kg/m)	Apw,t (m <sup>2</sup> )	Wy,t (m <sup>3</sup> )	$\sigma_n$ (MPa)	$\tau_t$ (MPa)	$\sigma_{id}$ (MPa)
Sisma	1	HE 260 B	2	26.00	1148.00	92.94	5.20E-03	2.30E-03	147.28	157.08	309.37
Sisma	2	HE 220 B	2	20.90	735.50	71.47	4.18E-03	1.47E-03	157.51	133.89	280.33

#### Legenda:

z = Quota del tirante dalla testa paratia

$F_{tirh,Sd}$  = Forza orizzontale ultima sul tirante

l = Interasse longitudinale dei tiranti

q = Carico distribuito sulla trave di lunghezza l

Mmax = Momento massimo sollecitante ( $q \cdot l^2/10$ )

Tmax = Taglio massimo sulla trave

Apw = Area dell'anima del singolo profilo

Wy = Modulo di inerzia y del singolo profilo

P = Peso del singolo profilo

Apw,t = Area totale profili

Wy,t = Modulo di inerzia y totale profili

$\sigma_n$  = tensione normale sui profili

$\tau_t$  = tensione tangenziale sui profili

$\sigma_{id}$  = Tensione ideale sui profili (Von Mises)

Come si evince dalle figure precedenti, tutte le verifiche risultano soddisfatte.

## **J INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 2+700-2+900 – FRANA L4\_1**

La Frana L4\_1 situata presso la località Quattro Poggi in destra idrografica dell'omonimo fosso (Zona nuovo Viadotto Quattro Poggi) (Elaborato D01-T1L4-GG031-1-EZ-001-0A) va ad interessare un versante a media acclività costituito dai termini argilloso-sabbiosi quaternari, indicati con la sigla Qc(b), poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm).

Si tratta di un colamento quiescente con locali punti di attivazione legati alle condizioni di saturazione ed alle acque dilavanti che mobilita i terreni argilloso-sabbiosi del Qc(b). La direzione del movimento è verso nord-est, pressoché ortogonale all'asse del tracciato. Sulla base delle indagini geognostiche (S118p) e geofisiche (BS093, BS094, BS095) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 4m.

La quota della falda principale nell'area interessata dal dissesto è compresa tra 450 e 400 m s.l.m. con deflusso in direzione orientale.

L'area attualmente presenta in sinistra della sede attuale prima del cavalcavia esistente un intervento di stabilizzazione del versante costituito da una serie di gabbionate su cui poggiano dei muri in terra rinforzata di recente realizzazione a seguito di un evento franoso, a cui segue un cavalcavia ed un corpo del rilevato esistente valutati stabili. L'infrastruttura in progetto salvaguarda l'intervento già realizzato e va a richiedere invece la demolizione del cavalcavia esistente interferente con il Viadotto Quattro Poggi in progetto e a modificare la viabilità secondaria interconnessa. La stabilità del rilevato esistente si ritiene essere dovuta, per il tratto non protetto dal cavalcavia esistente, alla presenza alla base dello stesso di un muro di sottoscarpa. Tale opera dovrà essere salvaguardata in tutte le fasi realizzative della nuova infrastruttura con l'esclusione delle lavorazioni collegate alla realizzazione della fondazione della Pila P2 Dx per cui se ne renderà necessaria una demolizione parziale previa realizzazione di una paratia di sostegno a monte.

Attualmente la viabilità secondaria esistente nei tratti a mezzacosta mostra segni visibili di locali attivazioni. Il ripristino a mezzacosta della viabilità secondaria più a valle della sede attuale va a tagliare trasversalmente il corpo in frana che sebbene mostri degli spessori contenuti dovranno essere contenuti.



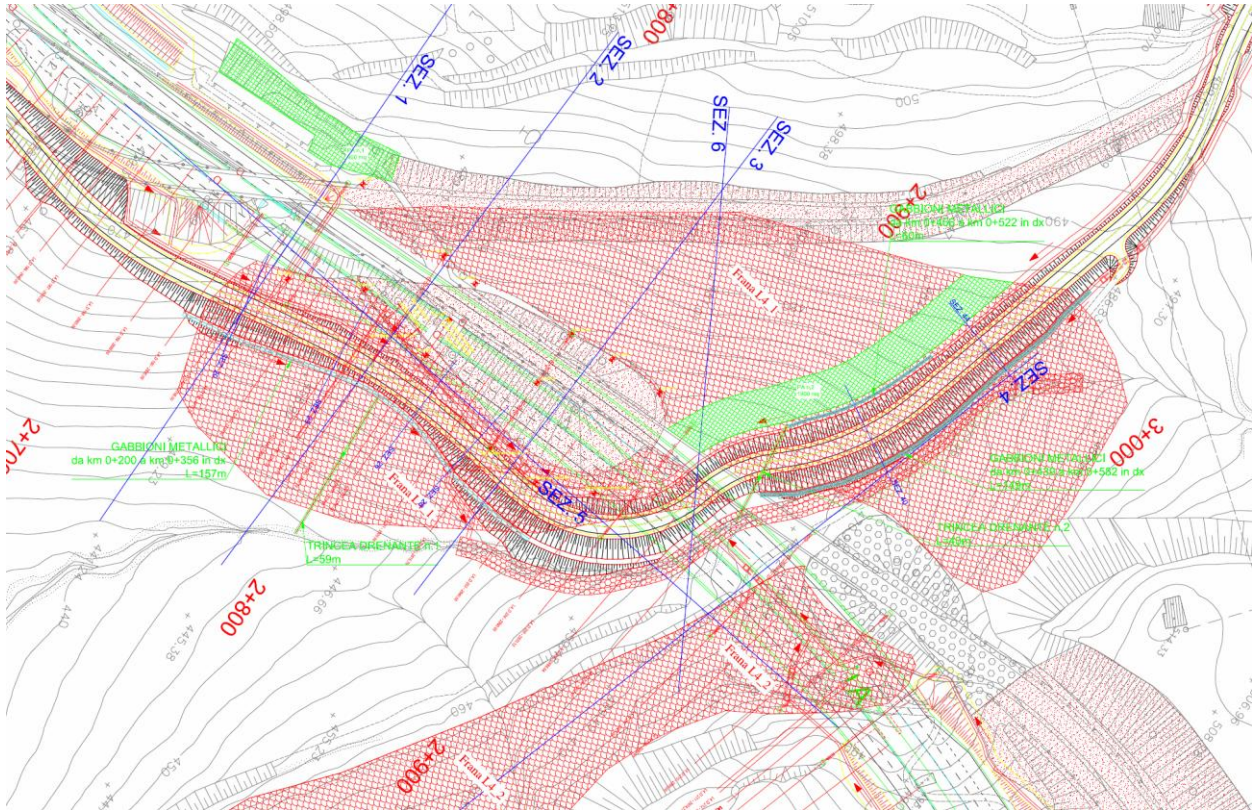
Per la realizzazione del viadotto sono necessari particolari accorgimenti solo per le fasi costruttive tramite la realizzazione di idonee opere di stabilizzazione e/o regimentazione delle acque piovane.

La realizzazione della viabilità secondaria Sec 48 richiede invece un idoneo intervento di stabilizzazione che consiste principalmente in una serie di gabbionate che svolgono contemporaneamente una funzione di sostegno della sede stradale e di drenaggio della frana stessa andando a scaricare le acque intercettate tramite due trincee drenanti che le scaricano nel fosso. Le gabbionate dovranno essere intestate al di sotto del corpo di frana e realizzate per campi di massimo 10 m.

A completamento dell'intervento di stabilizzazione del versante si è scelto di impiegare la tecnologia che prevede un'idrosemina con specie erbacee a radicazione profonda per proteggere dall'erosione e stabilizzare la parte corticale di due aree specifiche indicate nella tavola degli interventi di stabilizzazione con le sigle PA n.1 e PA n.2. L'area indicata dalla sigla PA n.1 è posizionata a monte dell'intervento di stabilizzazione già realizzato e che presenta attualmente una condizione di instabilità corticale, l'altra area invece è posizionata a monte del muro di gabbioni di sottoscarpa a protezione dal dilavamento corticale del pendio a monte e della canaletta posizionata al piede della gabbionata.

Si riporta nella Figura J.1 uno stralcio della planimetria dell'area comprensiva degli interventi in progetto.

**Figura J.1 – Stralcio planimetrico della Frana L4\_1 con ubicazione delle sezioni geologiche e delle gabbionate in progetto.**



## J.1 Documentazione di riferimento

Si riporta di seguito la documentazione di riferimento per le frane oggetto di trattazione nella presente relazione

### Elaborati parte generale

D01-T100-GG020-1-RJ-001-0A	Relazione geologica	
D01-T100-GG020-1-RJ-002-0A	Allegato alla relazione geologica	Monografie delle frane censite
D01-T100-GT050-1-RN-001-0A	Relazione geotecnica	

### Elaborati Lotto 4

D01-T1L4-GG010-1-RZ-002-0A	Sondaggi geognostici
D01-T1L4-GG010-1-RZ-003-0A	Prove Spt (Standard Penetration Test)
D01-T1L4-GG010-1-RZ-007-0A	Piezometri e letture piezometriche
D01-T1L4-GG010-1-RZ-008-0A	Inclinometri e letture inclinometriche
D01-T1L4-GG010-1-RZ-013-0A	Planimetrie ubicazione - All A
D01-T1L4-GG010-1-RZ-014-0A	Prospezioni sismiche a rifrazione - All. B1 e B2
D01-T1L4-GG010-1-RZ-015-0A	Prospezioni sismiche - MASW - All. C1 e C2
D01-T1L4-GG010-1-RZ-016-0A	Prospezioni Down Hole - All. D
D01-T1L4-GG010-1-RZ-018-0A	Certificati delle analisi relative ai campioni prelevati nei sondaggi

D01-T1L4-GG031-1-EZ-001-0A	Frane censure - Sezioni geologiche - Frana L4_1	Tavola 1 di 2
D01-T1L4-GG031-1-EZ-002-0A	Frane censure - Sezioni geologiche - Frana L4_2	Tavola 2 di 2
D01-T1L4-GG031-1-EZ-003-0A	Frane censure - Sezioni geologiche - Frana L4_3	Tavola 2 di 2
D01-T1L4-GT050-1-RN-001-0A	Relazione geotecnica	
D01-T1L4-GT051-1-P6-001-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 1 di 4
D01-T1L4-GT051-1-P6-002-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 2 di 4
D01-T1L4-GT051-1-P6-003-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 3 di 4
D01-T1L4-GT051-1-P6-004-0A	Profilo geotecnico asse destro - Ragusa Catania	Tavola 4 di 4
D01-T1L4-GT054-1-P6-001-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 1 di 4
D01-T1L4-GT054-1-P6-002-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 2 di 4
D01-T1L4-GT054-1-P6-003-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 3 di 4
D01-T1L4-GT054-1-P6-004-0A	Profilo geotecnico asse sinistro - Catania Ragusa	Tavola 4 di 4

## J.2 Caratterizzazione geotecnica

All'interno del corpo di frana è ubicato il sondaggio S118, da cui è stato prelevato un campione superficiale CRA a 5m da p.c. interno alla formazione Qc(b) classificabile come Limo argilloso debolmente sabbioso. Dall'analisi del campione è stato possibile dedurre una stima dell'angolo di attrito residuo tramite una correlazione del valore dell'angolo di attrito residuo di terreni coesivi con i seguenti parametri:

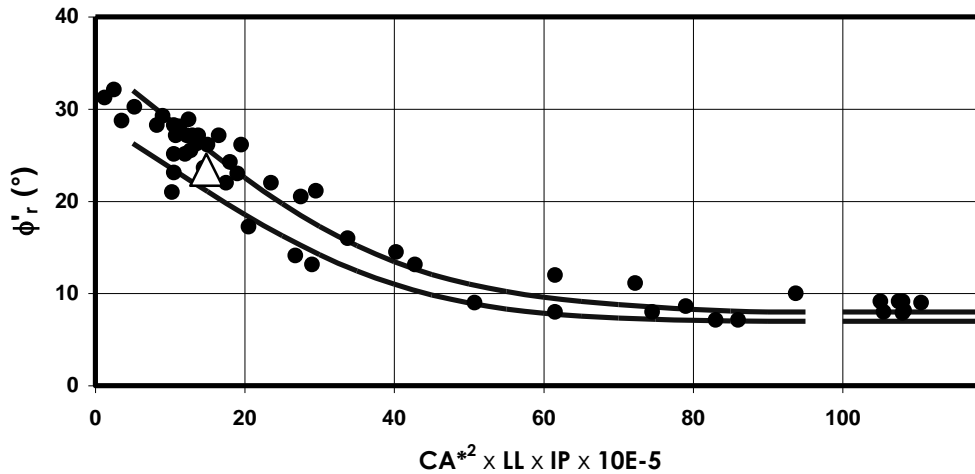
- contenuto di argilla (<2 $\mu$ m): CA (%)
- limite liquido: LL (%)
- indice plastico: IP (%)

Dalle correlazioni fornite da Collotta et al. (1989), è stato stimato quindi il valore dell'angolo di attrito residuo.

passante al vaglio N40 ASTM (0.42 mm)	99	(%)
CA - contenuto di argilla (<2mm)	35	(%)
LL - limite liquido	57	(%)
IP - indice plastico	21	(%)

### ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO

(correlazione da prove di Taglio diretto residuo)

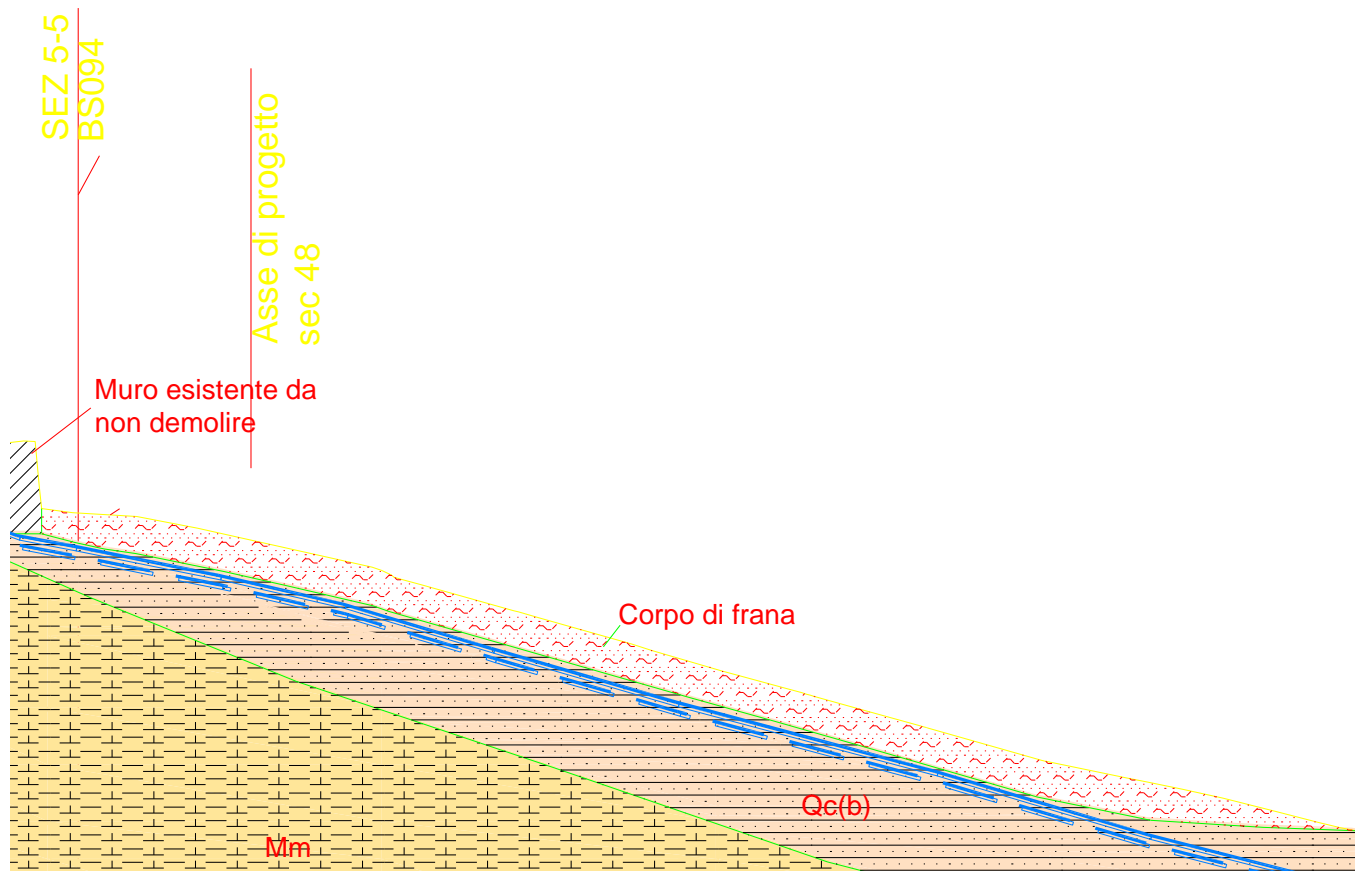


CA* (contenuto di argilla riferito al passante al vaglio N40 ASTM)	35	(%)			
CALIP = CA* <sup>2</sup> x LL x PI x 10E-5	15	(-)			
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO		f <sub>r</sub> (°)	21.1	÷	25.7
(correlazione da prove di taglio diretto residuo)		f <sub>r,medio</sub> (°)	23.4		

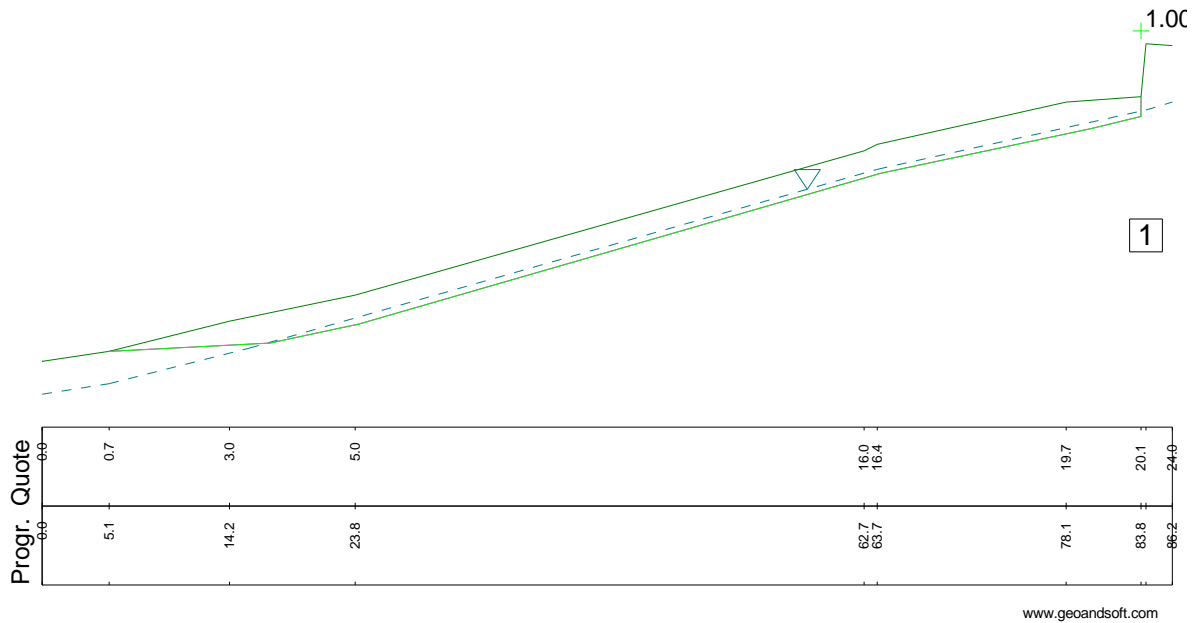
Il valore dell'angolo d'attrito ricavato può risultare caratteristico delle componenti più limose e sabbiose della formazione ma non avendo a disposizione prove di taglio residuo nell'area si è preferito procedere con una back analysis in corrispondenza di uno stralcio della sezione geologica Sez. 2 riportata nella Figura J.2 che ha consentito di valutare per quale valore dell'angolo di attrito si sono raggiunte le condizioni prossime all'instabilità (FS=1) in corrispondenza della parziale saturazione del corpo in frana a valle del rilevato esistente avendo posizionato nel modello la falda più alta di 1 m rispetto a quella rilevata.

Si riporta di seguito la verifica condotta in modo iterativo con il codice di calcolo I.L.A. 32 della geo&soft attraverso il metodo di SARMA che viene descritto in allegato 3.

Figura J.2 – Stralcio della sezione geologica Sez. 2 della Frana L4\_1.



Litotipo 1:                     $\phi$  [°] = 15                     $c$  [kN/m<sup>2</sup>] = 0                     $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>] = 17.7  
 Gamma acqua [kN/m<sup>3</sup>] = 10  
 Metodo: Sarma



## VERIFICA DI STABILITA'

Metodo: Sarma

### PIANO DI CAMPAGNA

#### PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	15
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	17.7

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	5.11	0.76
3	14.29	3.05
4	23.88	5.03
5	62.7	16
6	63.7	16.49
7	78.11	19.7
8	83.82	20.11
9	84.2	24.14
10	86.21	24

#### SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m <sup>3</sup> ]	10
--	----

#### PUNTI

N. punto	Progressiva	Quota
----------	-------------	-------

	[m]	[m]
1	0	-2.5
2	5.11	-1.7
3	15.8	1
4	63.73	14.6
5	84.2	19.1
6	86.21	19.7

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO  
TIPOLOGIA SUPERFICIE: DEFINITA PER PUNTI

PUNTI		
N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	5.11	0.76
2	17.36	1.39
3	24.16	2.84
4	63.97	14.3
5	80.07	17.7
6	83.81	18.61
7	83.82	20.11

RISULTATI DEL CALCOLO

FS

1

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
FS	Fattore di sicurezza

Il corpo in frana per avere un coefficiente di sicurezza uguale a 1 deve assumere i seguenti valori caratteristici:

$$\phi'_r = 15^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

Il peso di volume è stato assunto pari a:

$$\gamma = 17.7 \text{ kN/mc}$$

Si riportano di seguito i parametri dei terreni coinvolti nelle verifiche di stabilità

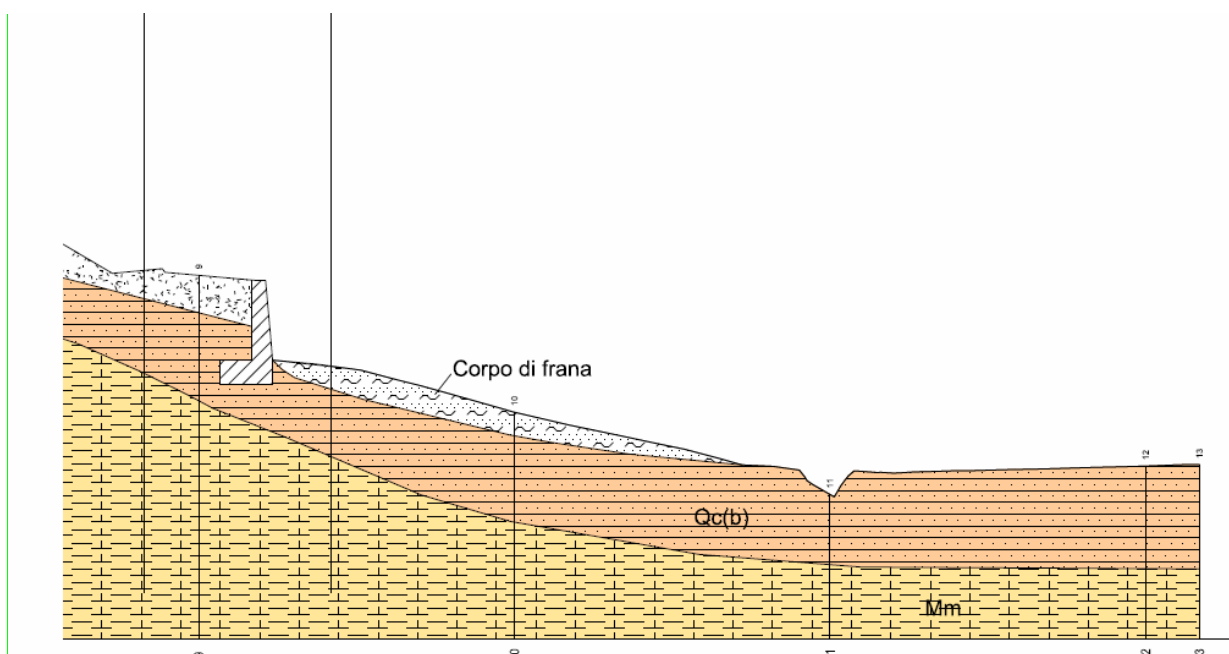
			Parametri	M2	Parametri
LITOTIPO		u.m.	caratteristici	$\gamma_M$	di calcolo
Rilevato	$\gamma$	kN/mc	19.0	1	19.0

	c	Kpa	0	1.25	0
	$\phi$	(°)	38.0	1.25	32.0
Frana	$\gamma$	kN/mc	17.7	1	17.7
	c	Kpa	0	1.25	0
	$\phi$	(°)	15.0	1.25	12.1
Qc(b)	$\gamma$	kN/mc	17.7	1	17.7
	c	Kpa	25.0	1.25	20
	$\phi$	(°)	27.0	1.25	22.2
Mm	$\gamma$	kN/mc	17.7	1	17.7
	c	Kpa	24.0	1.25	19.2
	$\phi$	(°)	25.0	1.25	20.5

I parametri utilizzati per la determinazione dell'azione sismica risultano i seguenti:

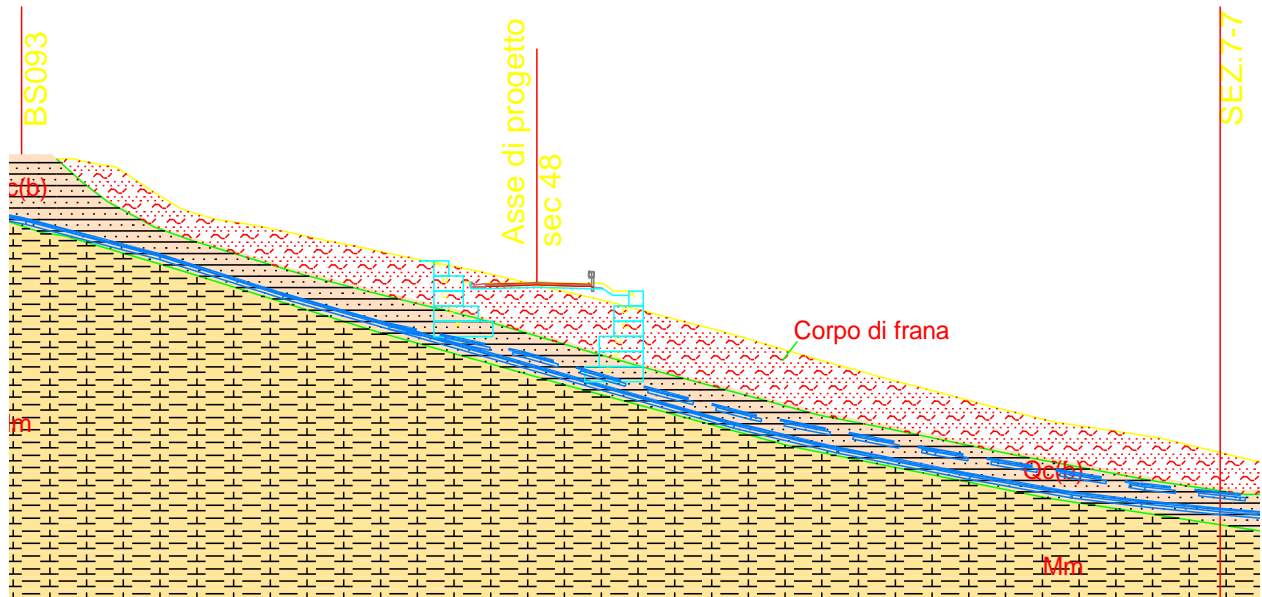
- categoria di suolo C;
- massima accelerazione orizzontale al suolo:  $a_g/g = 0,3488$ ;
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica:  $S_S = 1,206$ ;
- Coefficiente di amplificazione topografica:  $S_T = 1,000$ ;
- coefficiente di riduzione di  $a_{max}$ :  $\beta_m = 0,28$ ;
- coefficiente di intensità sismica orizzontale  $k_h = 0,117$ ;

**Figura J.3 – Stralcio della sezione geologica Sez. 3 della Frana L4\_1 di riferimento per le analisi relative al muro in gabbioni di sottoscampa della strada secondaria 48 alla pk 0+320.**





**Figura J.4 – Stralcio della sezione geologica Sez. 6 della Frana L4\_1 di riferimento per le analisi relative ai muri in gabbioni di sottoscarpa della strada secondaria 48 alla pk 0+480.**



### J.3 Verifica di stabilità

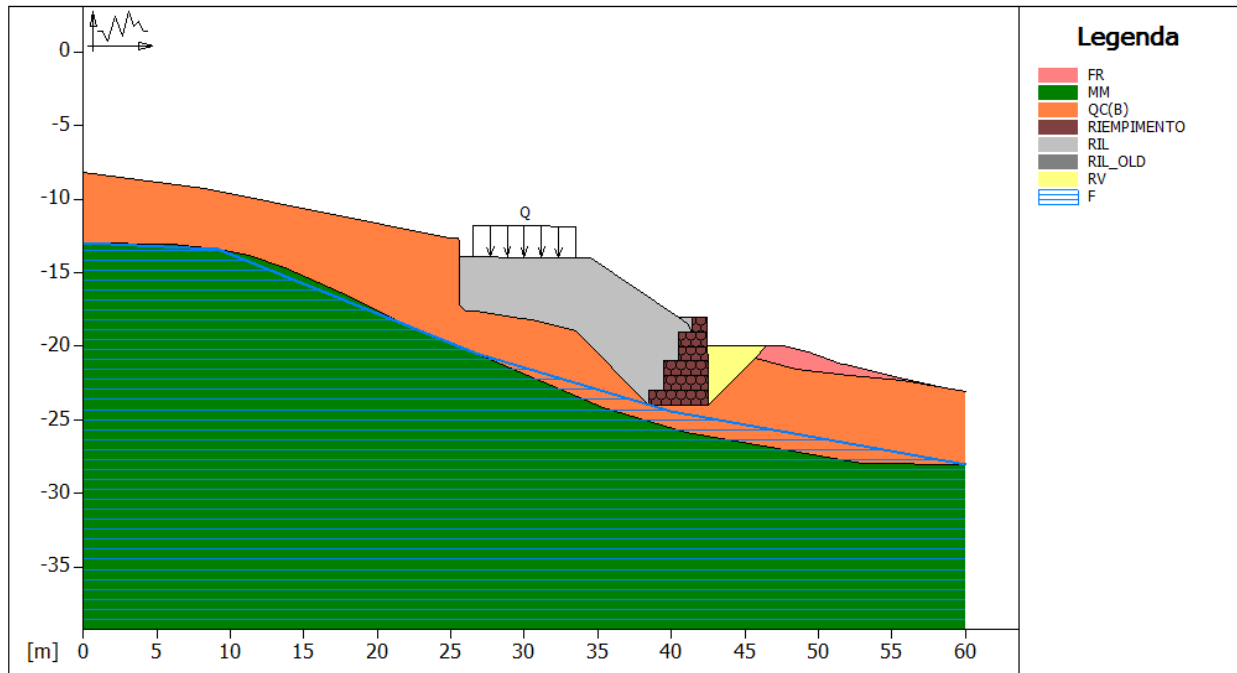
Di seguito si riportano le due verifiche dei muri in gabbioni posizionati in planimetria rappresentata nella Figura J.1 con riferimento rispettivamente alle sezioni geologiche Sez. 3 e della Sez. 6, che corrispondono nella viabilità secondaria Sec 48 alle sezioni alla pk 0+320 circa (singolo muro di sottoscarpa) ed alla pk 0+480 (due muri di sottoscarpa).

Il dimensionamento con le relative verifiche geotecniche e di calcolo delle gabbionate sono state effettuate tramite l'utilizzo del codice di calcolo elaborato dalla Maccaferri Mac-Stars W applicando le combinazioni peggiori fornite dalle NTC 2008.

In aggiunta a tali verifiche vi sono riportate le sollecitazioni dovute dal corpo in frana sulla paratia provvisoria a protezione della pila P2Sx dedotte dalla verifica eseguita con il metodo di SARMA per la combinazione di carico A2-M2-R2.

### J.3.1 Gabbioni in corrispondenza della pk 0+320

#### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI



**Terreno : FR**

Descrizione : Frana

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

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°]..... : 15.00

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

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

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 17.70

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 1000.00

Coefficiente di Poisson..... : 0.30

**Terreno : MM**

Descrizione : Marne

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 24.00
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/m <sup>3</sup> ]	: 18.10
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 17.70
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : QC(B)**

Descrizione : Qc(b)

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 25.00
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/m <sup>3</sup> ]	: 18.40
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 17.60
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 5000.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : RIEMPIMENTO** Descrizione : Riempimento

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 12.50
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]	: 40.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 17.50
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 17.50
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : RIL** Descrizione : Rilevato

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]	: 38.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : RV**

Descrizione : Riempimento di valle

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

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 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/m<sup>3</sup>].....: 18.40

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.60

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: 1-1**

Descrizione: Frana

Terreno : FR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
45.70	-20.80	46.50	-20.00	47.55	-20.00	49.36	-20.40
50.03	-20.60	51.59	-21.22	51.74	-21.25	53.85	-21.75
55.91	-22.25	59.73	-23.05	60.00	-23.11		

**Strato: 2**

Descrizione: Mm

Terreno : MM

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-13.01	6.07	-13.10	9.18	-13.38	11.29	-13.85
13.66	-14.64	17.53	-16.35	20.61	-17.87	22.17	-18.71
26.68	-20.49	35.36	-24.17	40.98	-25.86	52.96	-27.94
60.00	-28.00						

**Strato: 3**

Descrizione: Qcb

Terreno : QC(B)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-8.16	8.20	-9.31	24.92	-12.61	25.50	-12.62
25.59	-12.90	25.59	-17.06	25.66	-17.25	26.03	-17.58
26.04	-17.57	26.08	-17.58	26.17	-17.59	26.31	-17.60
26.51	-17.62	26.77	-17.65	27.09	-17.69	27.76	-17.79
29.72	-18.08	29.88	-18.11	29.97	-18.12	30.86	-18.25
33.48	-18.99	38.50	-24.01	42.50	-24.01	45.70	-20.80
48.52	-21.60	52.11	-21.94	55.69	-22.29	60.00	-23.11

**Strato: 4**

Descrizione: Rilevato

Terreno : RIL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
25.58	-13.91	26.50	-13.91	30.00	-13.96	33.50	-14.01
34.50	-14.01	41.11	-18.42	42.00	-20.00		

**Strato: 5**

Descrizione: Riempimento

Terreno : RV

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
42.00	-20.00	46.50	-20.00				

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F**

Descrizione: Falda freatica

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	-13.01			9.18	-13.38		
26.68	-20.49			40.00	-24.40		
60.00	-28.00						

### MURI IN GABBIONI

**Muro : MV1**

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 42.50 Ordinata.....= -24.01

Rotazione muro..... [°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: RIEMPIMENTO

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: QC(B)

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]
1	4.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00
3	3.00	1.00	0.00
4	2.00	1.00	0.00
5	2.00	1.00	0.00
6	1.00	1.00	0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00						

### CARICHI

**Pressione : Q** Descrizione : Carico stradale

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]..= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 26.50 To = 33.50

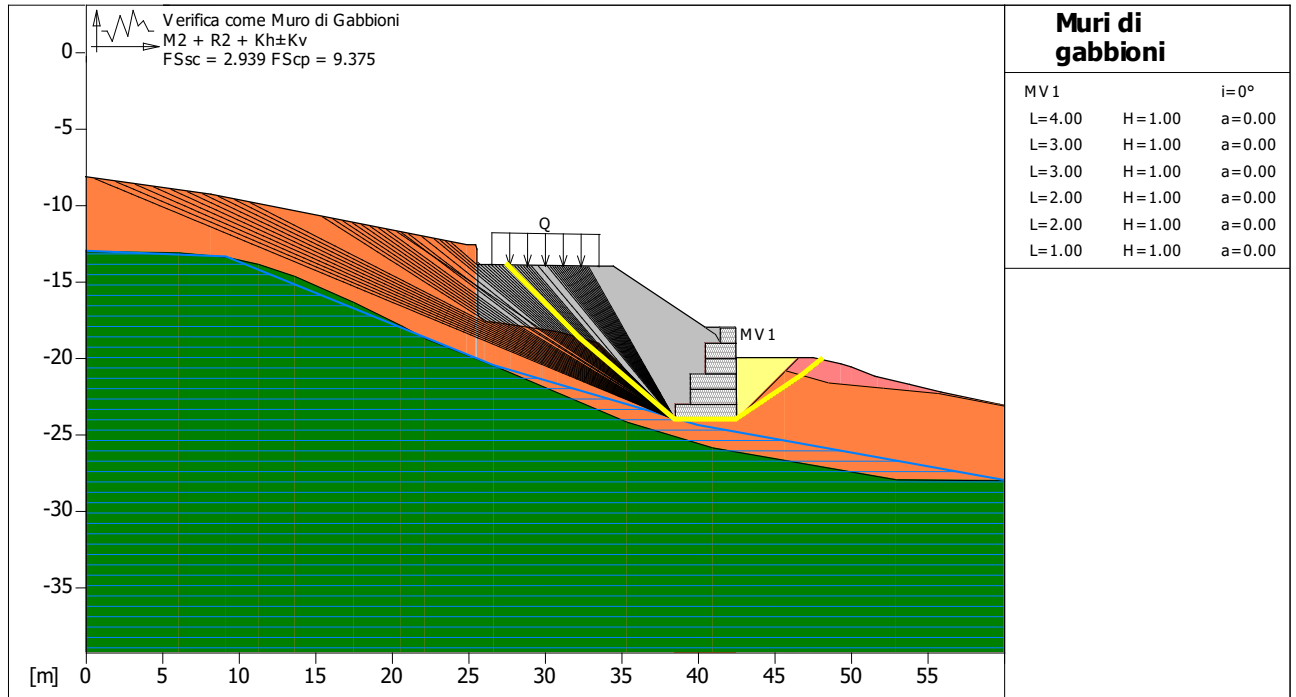
**Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione  $[m/s^2]$ : Orizzontale...= 1.15      Verticale.....= 0.57



## VERIFICHE



### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : MV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 383.96

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 130.64

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.939

Pressione Limite.....[kN/m²].....: 1402.80

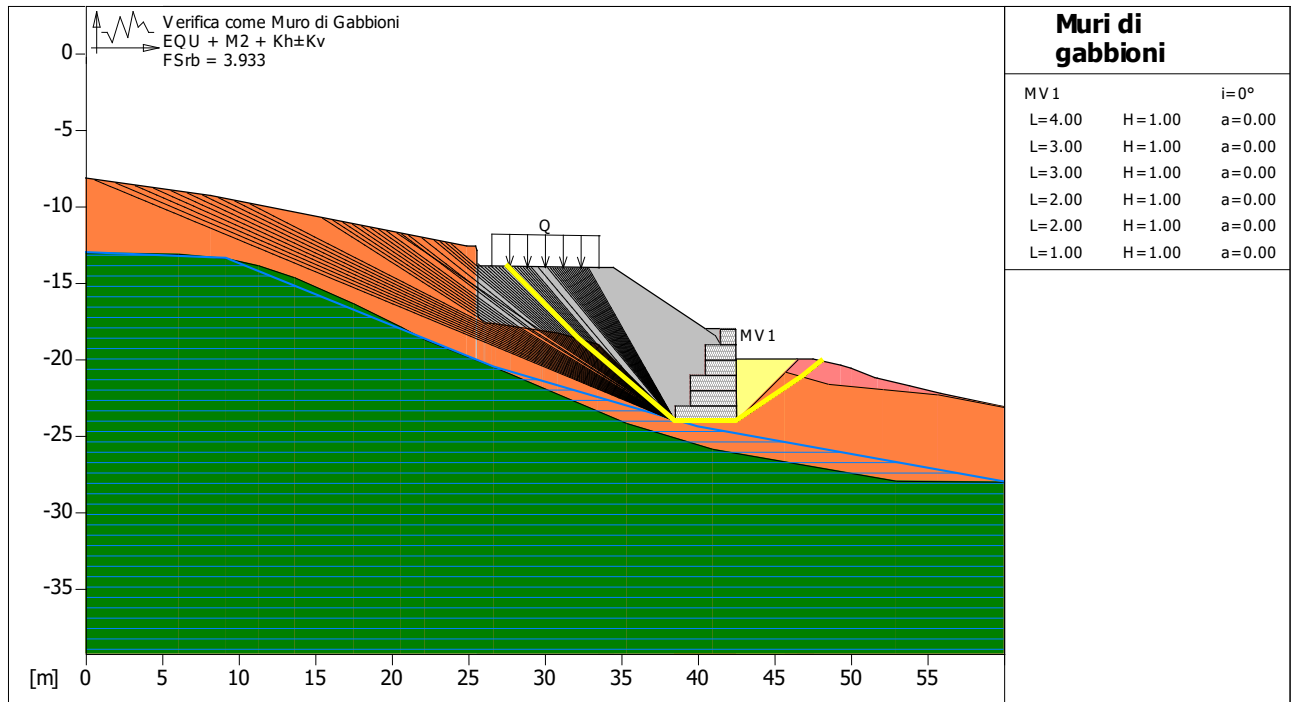
Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 149.63

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 9.375

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

- 1.00 Coeff. parziale R - Scorrimento
- 1.00 Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : MV1

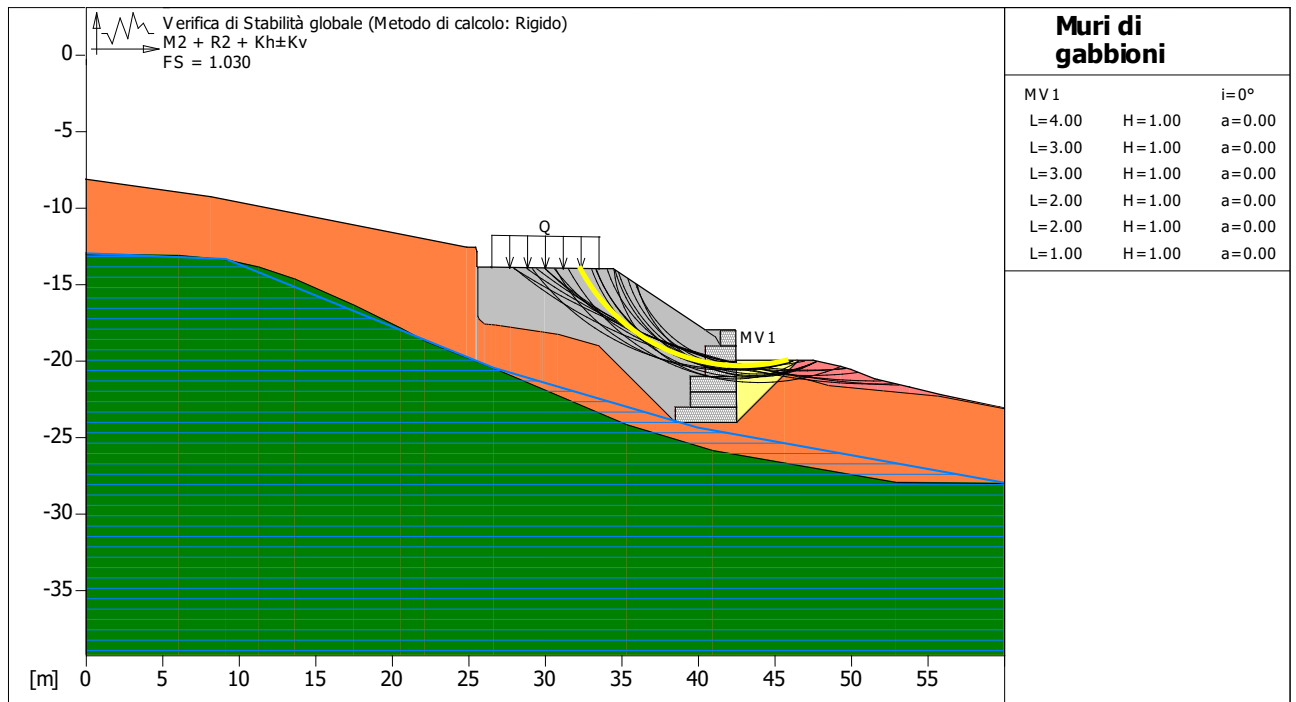
Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : 802.92

Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] ..... : 204.13

Classe momento ..... : Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento ..... : 3.933

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.030

Intervallo di ricerca delle superfici

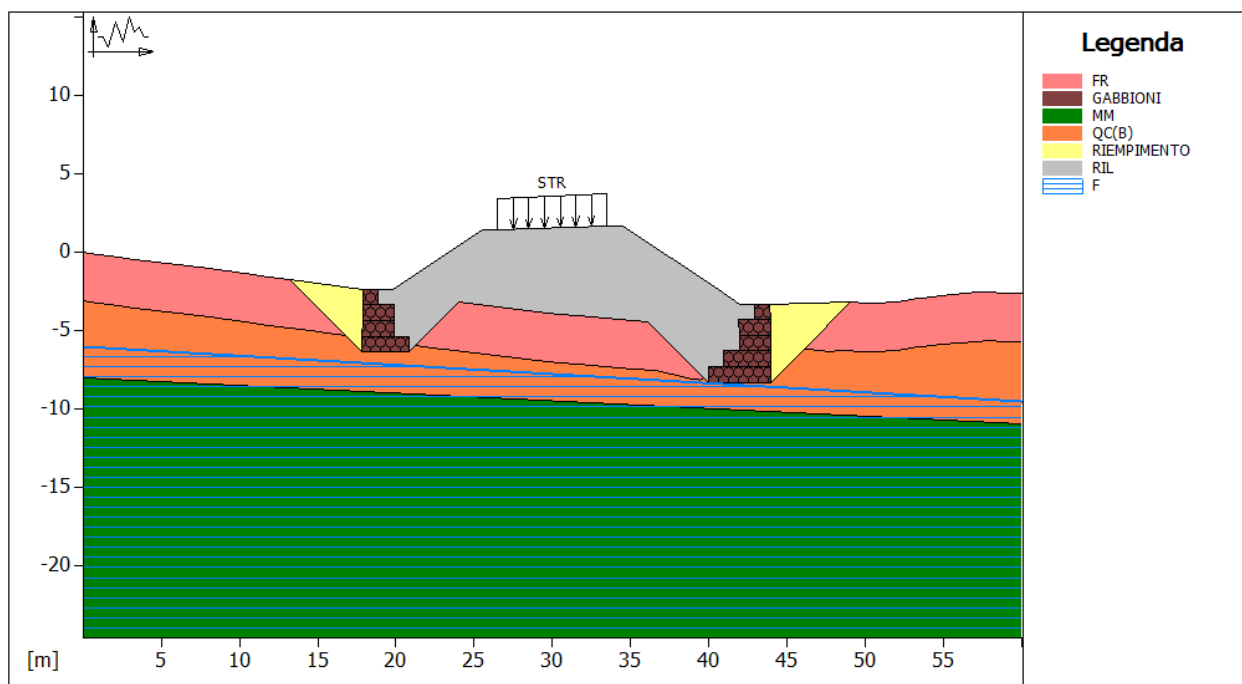
Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
10.00	37.00	45.00	60.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		40	
Numero totale superfici di prova.....:		400	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		15.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		-45.00	

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma

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

### J.3.2 Gabbioni in corrispondenza della pk 0+480

#### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI



#### Terreno : FR

Descrizione : Frana

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

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°]..... : 15.00

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

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

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 18.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 17.70

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : GABBIONI**      Descrizione : Riempimento

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 12.50  
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
Angolo d'attrito.....[°].....: 40.00  
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.50  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.50  
  
Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : MM**      Descrizione : Marne

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 24.00  
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/m<sup>3</sup>].....: 18.10  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 17.70  
  
Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : QC(B)**

Descrizione : Qc(b)

Classe coesione..... : Coeff. Parziale - Coesione efficace  
Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 25.00  
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/m<sup>3</sup>]..... : 18.40  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 17.60  
  
Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....:10000.00  
Coefficiente di Poisson..... : 0.30

**Terreno : RIEMPIMENTO** Descrizione :

Classe coesione..... : Coeff. Parziale - Coesione efficace  
Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 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/m<sup>3</sup>]..... : 17.60  
Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>]..... : 17.60  
  
Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>]..... : 0.00  
Coefficiente di Poisson..... : 0.30

**Terreno : RIL**

Descrizione : Rilevato

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 38.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: FRANA-CENTRO**

Descrizione:

Terreno : FR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
21.27	-5.94	24.01	-3.20	29.03	-3.82	30.49	-3.96
31.55	-4.06	32.56	-4.16	34.29	-4.30	35.12	-4.34
36.08	-4.42	39.67	-8.00				

**Strato: FRANA-DX**

Descrizione: Frana

Terreno : FR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
46.11	-6.16	49.07	-3.21	50.09	-3.24	50.92	-3.27
50.92	-3.26	52.68	-3.08	52.81	-3.03	52.83	-3.02
54.29	-2.84	54.90	-2.79	57.17	-2.58	57.88	-2.58
58.93	-2.66	59.78	-2.60	60.00	-2.62		

**Strato: FRANA-SX**

Descrizione: frana

Terreno : FR

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	0.42	-0.06	0.43	-0.07	2.25	-0.34
3.29	-0.50	8.10	-1.06	9.08	-1.20	9.31	-1.23
9.68	-1.28	10.33	-1.36	11.82	-1.56	13.21	-1.75
16.80	-5.33						

**Strato: MM-3**

Descrizione: MM

Terreno : MM

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-8.00	60.00	-11.00				

**Strato: QCB-2**

Descrizione: Qc(b)

Terreno : QC(B)

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	-3.10	0.42	-3.16	0.43	-3.17	2.25	-3.44
3.29	-3.60	8.10	-4.16	9.08	-4.30	9.31	-4.33
9.68	-4.38	10.33	-4.46	11.82	-4.66	14.54	-5.02
15.57	-5.16	16.15	-5.24	16.80	-5.33	17.84	-6.37
20.84	-6.37	21.27	-5.94	22.90	-6.16	22.94	-6.17
22.95	-6.17	22.96	-6.17	22.99	-6.17	23.05	-6.18
29.03	-6.92	30.49	-7.06	31.55	-7.16	32.56	-7.26
34.29	-7.40	35.12	-7.44	36.61	-7.55	38.93	-8.11
39.32	-8.11	39.44	-8.16	39.67	-8.00	39.98	-8.31
43.98	-8.31	46.11	-6.16	46.36	-6.16	47.76	-6.38
48.31	-6.28	48.31	-6.28	50.09	-6.34	50.92	-6.37
50.92	-6.36	52.68	-6.18	52.81	-6.13	52.83	-6.12
54.29	-5.94	54.90	-5.89	57.17	-5.68	57.88	-5.68
58.93	-5.76	59.78	-5.70	60.00	-5.72		



**Strato: RIEMPIMENTO-DX**

Descrizione: terreno di riempimento

Terreno : RIEMPIMENTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
43.93	-3.31	49.07	-3.21				

**Strato: RIEMPIMENTO-SX**

Descrizione: terreno di riempimento

Terreno : RIEMPIMENTO

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
13.21	-1.75	17.88	-2.37				

**Strato: RILEVATO**

Descrizione: Ril

Terreno : RIL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
18.84	-2.37	19.84	-2.37	25.50	1.40	26.50	1.40
33.50	1.70	34.50	1.70	42.00	-3.30	42.98	-3.31

**PROFILI FALDE FREATICHE**

**Falda: F**

Descrizione: Falda freatica

X	Y	Y	P	X	Y	Y	P
[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0.00	-6.00			60.00	-9.50		

**MURI IN GABBIONI**

**Muro : VALLE**

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 43.98 Ordinata.....= -8.31

Rotazione muro..... [°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GABBIONI

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: QC(B)

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]
1	4.00	1.00	0.00
2	3.00	1.00	0.00
3	2.00	1.00	0.00
4	2.00	1.00	0.00
5	1.00	1.00	0.00

**Muro : MONTE**

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 17.84 Ordinata.....= -6.37

Rotazione muro..... [°].....= 0.00

Materiale riempimento gabbioni.....: GABBIONI

Terreno di riempimento a tergo.....: RIL

Terreno di copertura.....: RIL

Terreno di fondazione.....: QC(B)

Strato	Lunghezza [m]	Altezza [m]	Distanza [m]
1	3.00	1.00	0.00
2	2.00	1.00	0.00
3	2.00	1.00	0.00
4	1.00	1.00	0.00

## CARICHI

### **Pressione : STR**                      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>] = 20.00      Inclinazione.....[°] = 0.00

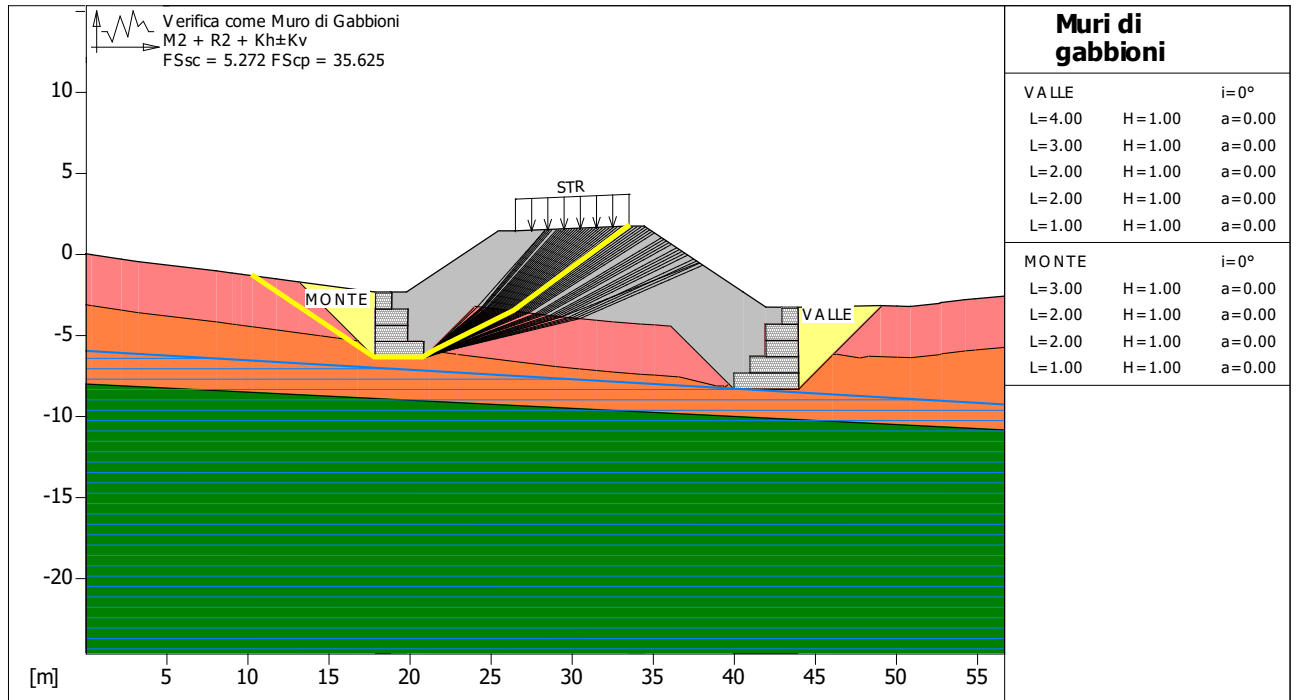
Ascissa.....[m] : Da = 26.50 To = 33.50

### **Sisma :**

Classe : Sisma

Accelerazione [m/s<sup>2</sup>]: Orizzontale...= 1.15      Verticale.....= 0.57

### VERIFICHE



#### Verifica come muro di sostegno :

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : MONTE

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 236.84

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 44.92

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 5.272

Pressione Limite.....[kN/m²].....: 3072.60

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 86.25

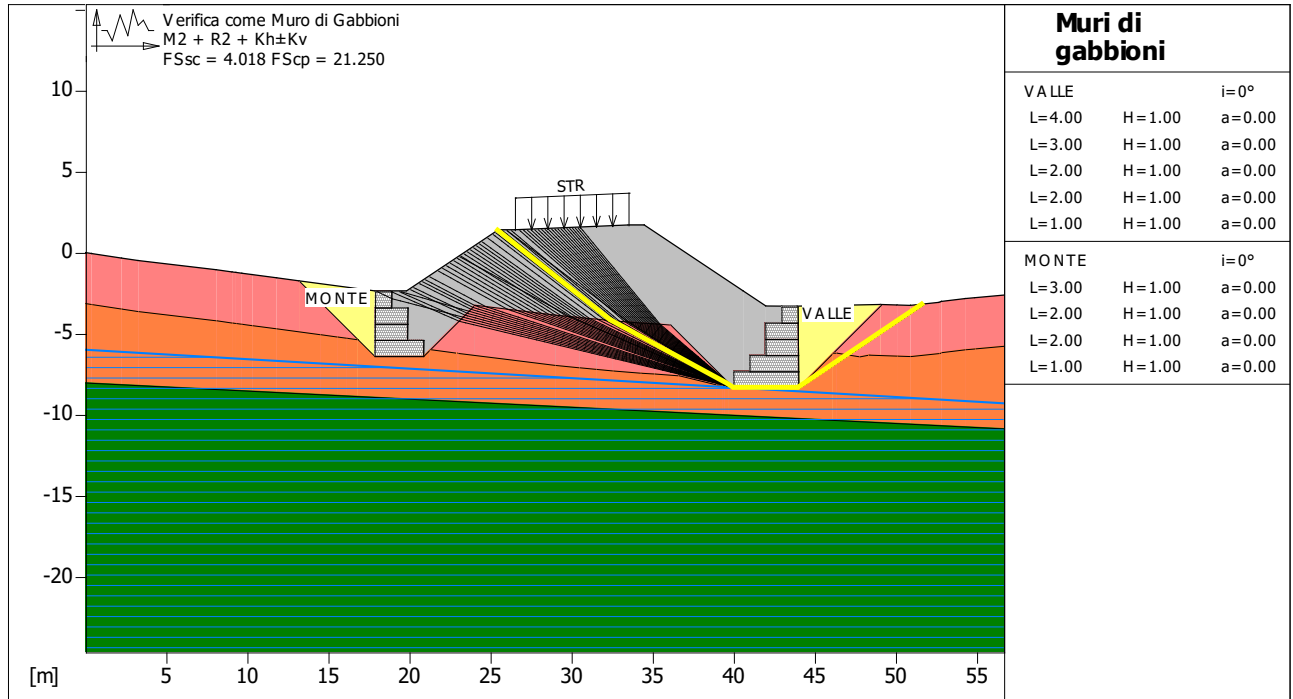
Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 35.625

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento

1.00

Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : VALLE

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 371.72

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 92.51

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

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 4.018

Pressione Limite.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 2335.80

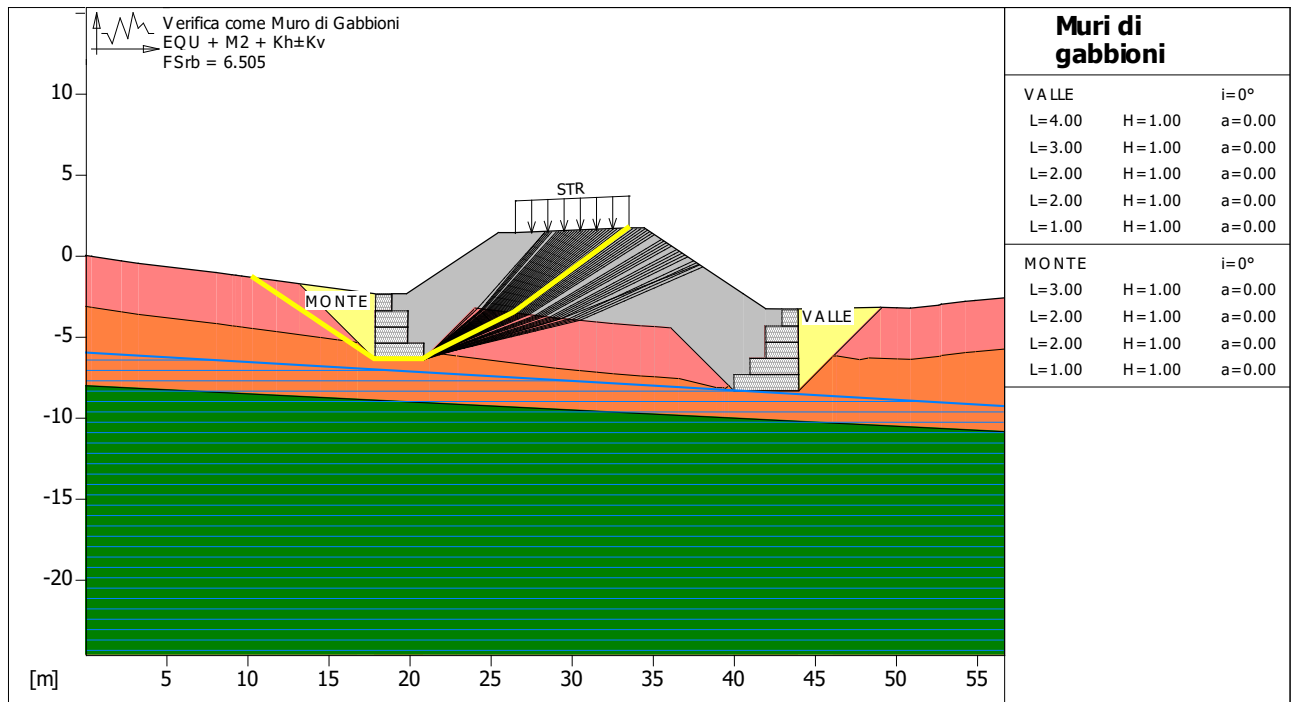
Pressione massima agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 109.92

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 21.250

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace

1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.00	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : MONTE

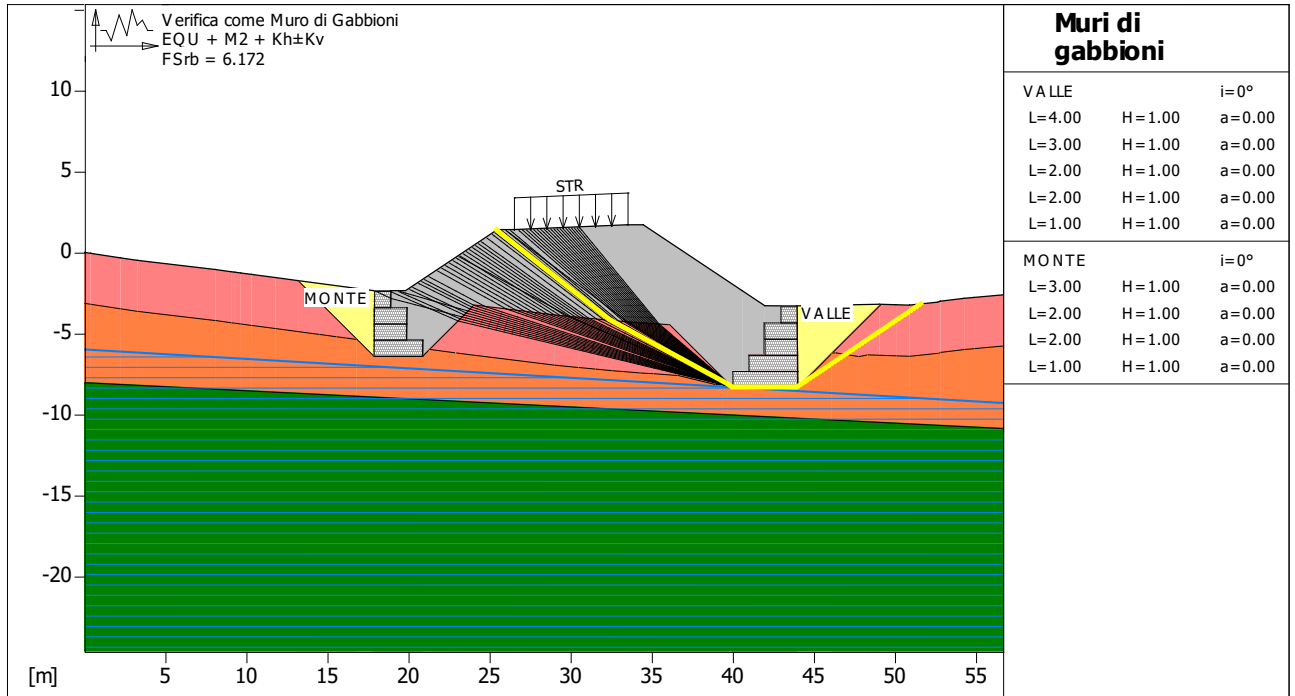
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 251.95

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 38.73

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 6.505

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : VALLE

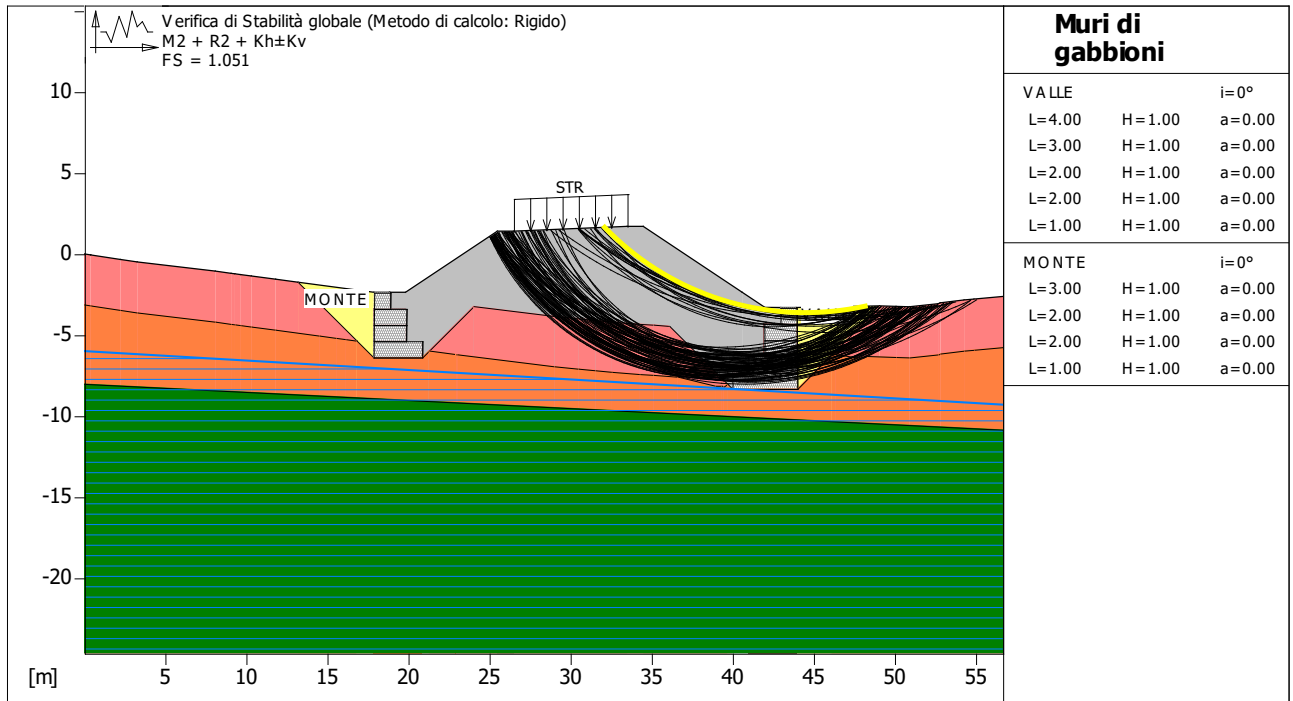
Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m].....: 681.97

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m].....: 110.50

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 6.172

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.051

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
25.00	38.00	48.00	55.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:			39
Numero totale superfici di prova.....:			390
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:			0.50
Angolo limite orario..... [°].....:			0.00
Angolo limite antiorario..... [°].....:			0.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma



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

### J.3.3 Sez. a pk 2+801

Dalla verifica seguente relativa alla combinazione di carico A2-M2-R2 si deduce che per stabilizzare il corpo in frana è necessaria un opera che fornisca una sollecitazione resistente pari a 117kN/m. Quindi l'azione dovuta dal copro in frana è schematizzabile in un carico triangolare che ha la seguente distribuzione:

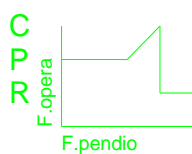
a p.c. 0 kPa

a-4.1 86.4 kPa

Litotipo 1:  $\phi$  [°] = 12.1  $c$  [kN/m<sup>2</sup>] = 0  $\gamma$  [kN/m<sup>3</sup>] = 17.7

Gamma acqua [kN/m<sup>3</sup>] = 10

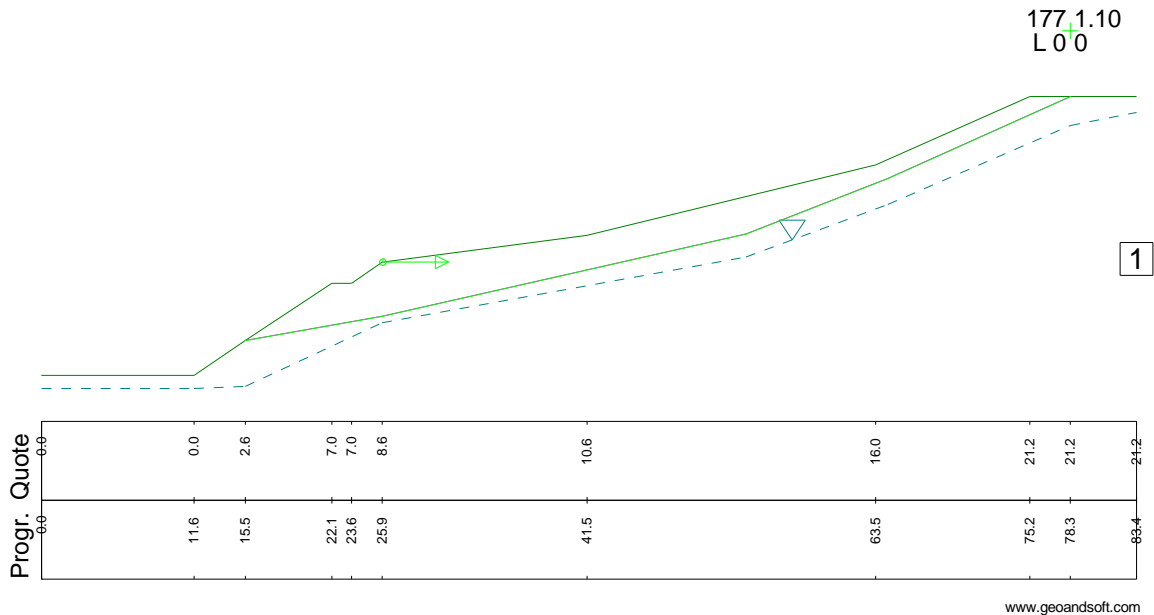
Metodo: Sarma



C (res. critica)= 100000  
 P (precarico)= 0  
 R (res. residua)= 0

RN | FS  
 X% | RT

FS: fatt. sicurezza ottenibile  
 RN: rez. per avere FS= 1.1  
 RT: res. a rottura del terreno  
 %: utilizzo resistenza critica  
 X: L=lineare; T=rottura terreno  
 P=precarico; R=residuo



### VERIFICA DI STABILITA'

Metodo: Sarma

#### PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	12.1
Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	0
Peso di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	17.7

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	0
2	11.61	0
3	15.52	2.66
4	22.11	7
5	23.61	7
6	25.94	8.61
7	41.55	10.65
8	63.54	16.01
9	75.28	21.21
10	78.36	21.21
11	83.41	21.21

#### SUPERFICIE FALDA

Peso di volume dell'acqua [kN/m <sup>3</sup> ]	10
--	----

#### PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	-1

2	11.61	-1
3	15.52	-0.84
4	25.94	4
5	53.66	9
6	64.47	13
7	78.36	19
8	83.41	20

**SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO**  
**TIPOLOGIA SUPERFICIE: DEFINITA PER PUNTI**

PUNTI		
N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	15.52	2.66
2	25.94	4.5
3	53.66	10.76
4	64.47	14.98
5	78.36	21.21

**CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI SOSTEGNO**

Progressiva dell'opera [m]	26
Pretensionamento [kN/m]	0
Carico di rottura [kN/m]	100000
Inclinazione reazione [°]	0

**RISULTATI DEL CALCOLO**

F.N.	R.A.	%	Cond. tratto	FS
176.11	176.11	0.18	lineare	1.1

**LEGENDA**

CODICE	DESCRIZIONE
F.N.	Forza necessaria alla stabilizzazione [kN/m]
R.A.	Reazione effettivamente applicata [kN/m]
%	Percentuale di utilizzo dell'opera [%]
Cond.	Condizioni di carico opera sostegno
FS	Fattore di sicurezza

## **K INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 2+940-3+010 – FRANA L4\_2**

La Frana L4\_2 è ubicata presso la località Quattro Poggi in sinistra idrografica dell'omonimo fosso (Zona nuovo Viadotto Quattro Poggi) (Elaborato D01-T1L4-GG031-1-EZ-002-0A).

Il dissesto quiescente mostra locali punti di attivazione legati alle condizioni di saturazione del corpo di frana e all'azione erosiva esercitata dalle acque dilavanti.

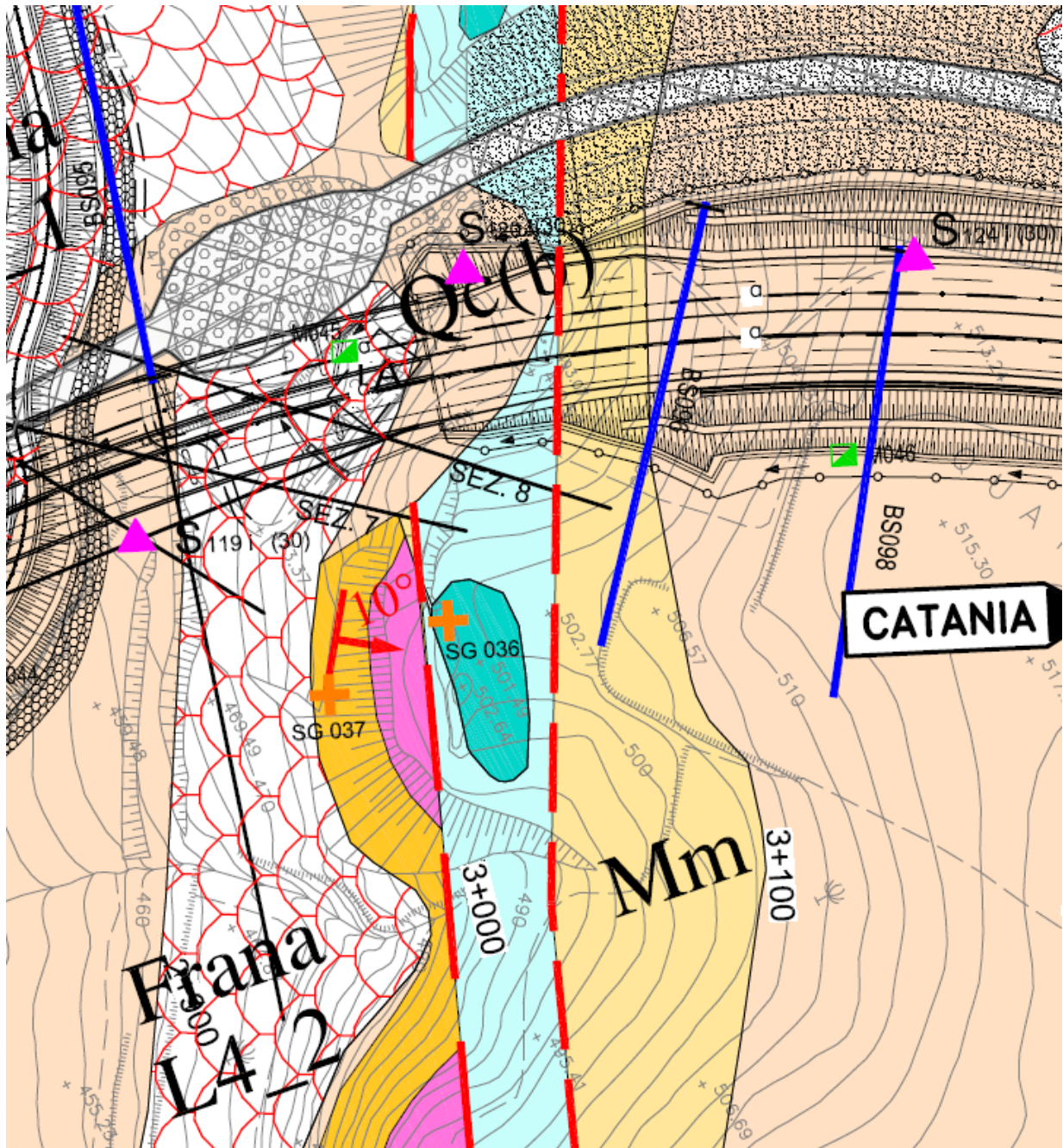
Si tratta di un colamento che interessa una lunga fascia situata ai piedi del rilievo dei Quattro Poggi costituita dai termini argilloso-sabbiosi del Qc(b) poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm) caratterizzata da acclività medio-alta. La direzione del movimento è verso sud-est, pressoché parallelo all'asse del tracciato, per una lunghezza di circa 70 m, una larghezza di circa 540 m ed un dislivello di circa 32 m.

Si riporta nella Figura K.1 uno stralcio planimetrico dell'area che viene ad essere interessata dagli scavi per le fondazioni della Pila P4 e P5 in Sx e le pile P5 e P6 in DX.

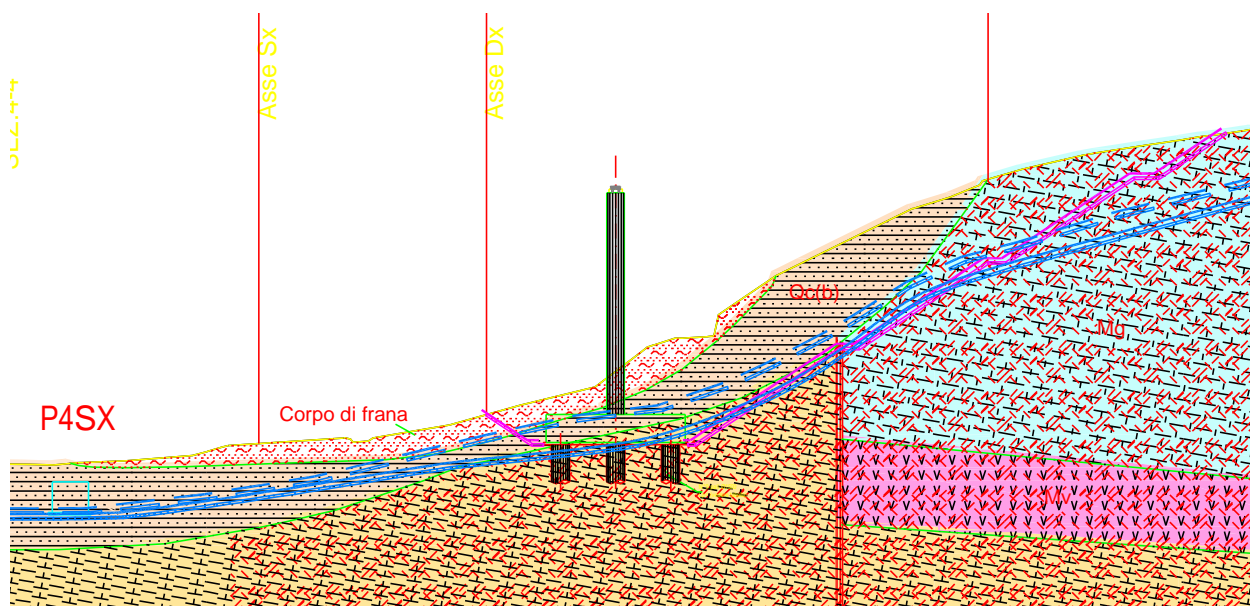
Nella Figura K.2 vi è riportato uno stralcio della sezione Sez. 8 da cui si deduce che gli scavi riportati in sezione per la realizzazione della pila P6 Dx vanno ad asportare completamente il corpo in frana. Analogamente, come si può riscontrare dalla Figura K.3 dove è riportato uno stralcio della sezione Sez. 7, gli scavi per la realizzazione della Pila P5 Dx vanno di fatto ad asportare anche in questo punto il corpo in frana.

Alla luce di quanto sopra esposto il corpo in frana interferente con le fondazioni viene di fatto completamente asportato.

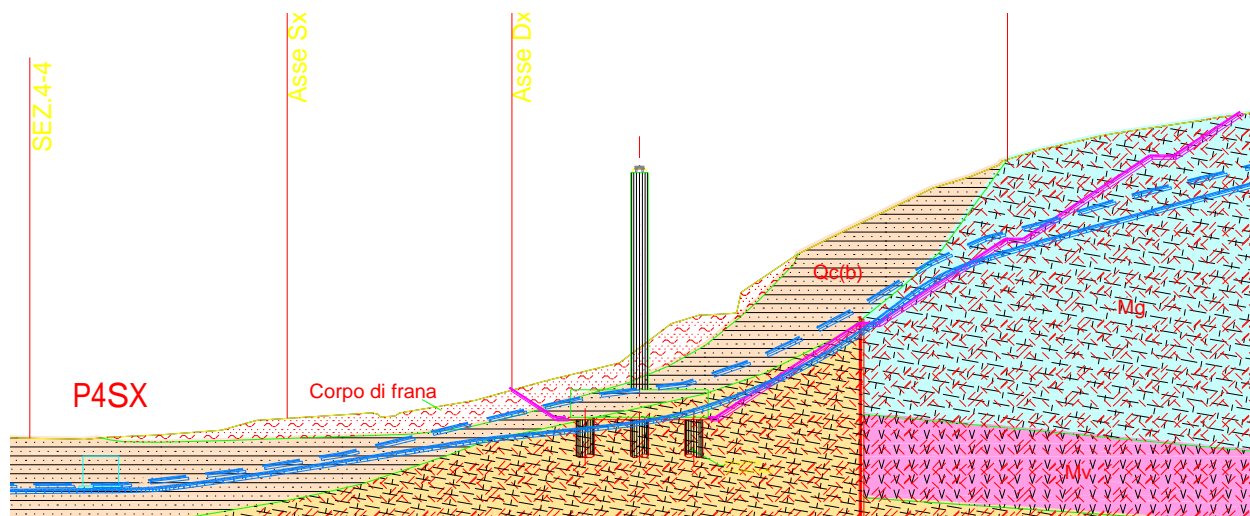
Figura K.1 – Stralcio planimetrico della Frana L4\_2 con ubicazione delle sezioni geologiche.



**Figura K.2 – Stralcio della sezione geologica Sez. 8 della Frana L4\_2 passante per la pila P6 Dx e P4 Sx.**



**Figura K.3 – Stralcio della sezione geologica Sez. 7 della Frana L4\_2 passante per la pila P5 Dx.**



## **L INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE - PK. 3+350-3+410 – FRANA L4\_3**

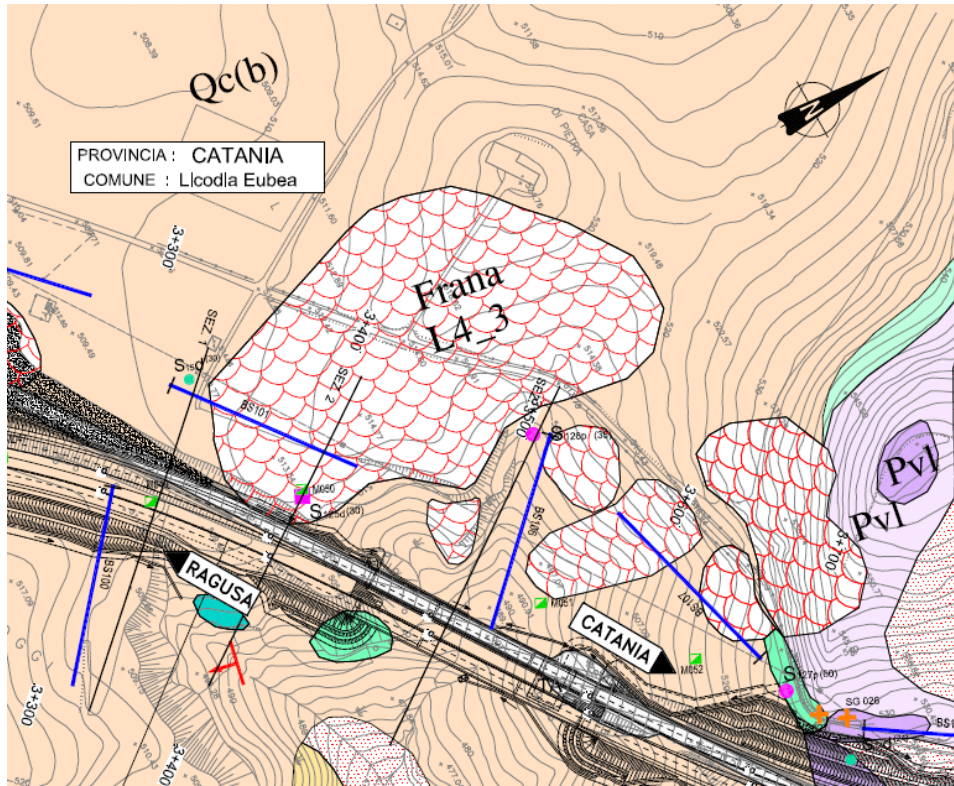
La Frana L4\_3 è ubicata presso la Contrada Mangalavite nella zona di testata di un fosso affluente destro del Vallone Fiumarello (Zona nuovo Viadotto Scorciavitelli) (Elaborato D01-T1L4-GG031-1-EZ-003-0A) ed è un colamento attivo che mobilita i terreni argilloso-sabbiosi del Qc(b) poggianti su un basamento marnoso argilloso attribuibile alla Formazione del Tellaro (Mm) in un tratto di versante interessato da un corso d'acqua in forte approfondimento che, unitamente al grado di saturazione, ne influenza le condizioni di equilibrio limite. La direzione del movimento è verso nord-est, pressoché parallelo all'asse del tracciato.

Sulla base delle indagini geognostiche (S125d, S126p) e geofisiche (BS101, BS106) svolte è stato accertato uno spessore massimo della frana pari a circa 4,5-5,0 m.

Il movimento franoso non arriva ad interessare le opere del tracciato collegate alla realizzazione del Viadotto Scorciavitelli. Si riportano di seguito nella Figura L.1 uno stralcio planimetrico con l'ubicazione dell'area in frana e delle sezioni geologiche, mentre nella Figura L.2 se ne riporta uno stralcio della sezione geologica Sez. 2 che evidenzia come il corpo in frana venga contenuto dal muro esistente a protezione della sede stradale attuale che viene mantenuto a protezione della nuova sede stradale in progetto.

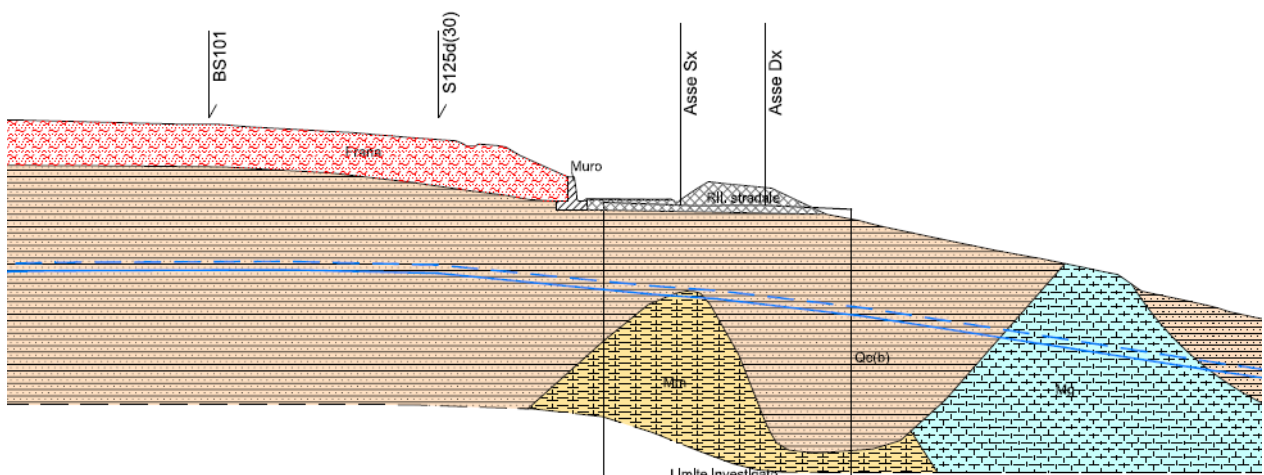
Pertanto non si richiedono interventi di stabilizzazione relativi all'area in frana. Per le fasi costruttive delle fondazioni del Viadotto Scorciavitelli andrà previsto un idoneo sistema di regimentazione delle acque piovane a protezione degli scavi.

**Figura L.1 – Stralcio planimetrico geologico della Frana L4\_3 con ubicazione delle sezioni geologiche.**



**Figura L.2 – Stralcio della sezione geologica Sez. 2 della Frana L4\_2.**

SEZ. 2





## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA [1984] - "Raccomandazioni sui pali di fondazione"
- BALDI G., BELLOTTI R., GHIONNA V., JAMIOLKOWSKI M., PASQUALINI E. (1981) "Cone Resistance in Dry NC and OC sands", ASCE Symp. on Cone Penetration Testing and Experience, St. Louis.
- BARLA G., BECCI B., COLOMBO A., NOVA R., PEDUZZI R. (1988) "A method for the analysis and design of flexible retaining structures. Application to a strutted excavation", Proceedings of the Sixth Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Innsbruck
- BATHE, K.J. (1996), "Finite element procedure", Prentice Hall
- BECCI, B., NOVA, R. (1987) "Un metodo di calcolo automatico per il progetto di paratie", Rivista Italiana di Geotecnica
- BISHOP, A. W. (1955) "The use of the slip circle in the stability analysis of slopes", Geotechnique
- BOLTON, M.D., (1986) "The strength and dilatancy of sands", Geotechnique 36, 1, 65-78.
- BOWLES J.E. (1988), "Foundation Analysis and design", 4th ed. McGraw-Hill
- BRANSBY P.L., MILLIGAN G.W.E. (1975) "Soil Deformations near Cantilever Sheet Pile Walls", Geotechnique
- BRINCH-HANSEN, J. [1970] - "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity" - The Danish Geotechnical Institute, Bull. n.28, Copenhagen.
- BUSTAMANTE M., GIANESELLI L.. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.
- CAQUOT A. & KERISEL J. (1948) "Tables for the Calculation of Passive Pressure, Active Pressure and Bearing Capacity of Foundations", Gautiers-Villars, Paris
- CAQUOT A., KERISEL J., ABSI E., (1973) "Tables de butée et de poussée", Gautiers-Villars, Paris

- CESTARI F. (1990) "Prove geotecniche in sito", Geo-Graph
- CESTELLI-GUIDI C. (1984) "Geotecnica e tecnica delle fondazioni", Hoepli
- CLOUGH, G. W. AND O'ROURKE, T. D. (1990). "Construction induced movements of in-situ walls." Design and Performance of Earth Retaining Structures, Proceedings of a Specialty Conference at Cornell University, ASCE, New York
- COMITATO EUROPEO DI NORMAZIONE (CEN) (1994) "ENV 1997 - EUROCODICE 7 – Progettazione geotecnica" Parte 1: Regole generali (Norma UNI ENV 1997-1, aprile 1997).
- CUBRINOVSKY M.C. & ISHIHARA K, (1999) "Empirical correlations between SPT N-value and relative density for sandy soils", Soils and Foundations
- CUNDALL P., BOARD M. (1988) "A microcomputer program for modelling large-strain plasticity problems", Proceedings of the Sixth Conference on Numerical Methods in Geomechanics, Innsbruck
- D'APPOLONIA D.J., D'APPOLONIA E., BRISETTE R.F. (1970) "Discussion on settlements of spread footings in sand", ASCE J. SMFD 96.
- DE BEER, E.E., LADANYI, B. [1961] - "Etude experimentale de la capacite portante du sable sous des fondations circulaires etablies en surface". 5th ICSMFE, Paris, 1, 577-581.
- DUNCAN J. M. & BUCHIGANI A. L., (1976) "An Engineering Manual for Settlements Studies", Dept. of Civil Engineering, Univ. of California, Berkeley
- FELLENIUS, W. (1936) "Calculation of the stability of earth dams", Proceedings of the Second Congress in Large Dams
- FENELLI G.B. & PAGANO L., (1999) "Computing Top-Beam Effects in Retaining Walls", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 125, 8, 665-672
- FLEMING W.G.K., WELTMAN A.J., RANDOLPH M.F., ELSON W.K., (1992) "Piling Engineering", 2nded., Blackie
- GROUP 5.0 for windows [2000] – Technical & User's manual – Ensoft Inc.
- INTERACTIONS SOLS-STRUCTURES, pp. 657-664
- JAMIOLKOWSKI M. et al. [1983] - "Scale effects of ultimate pile capacity" - Discussion, JGED, ASCE.

- JAMIOLKOWSKI M., LANCELLOTTA R., MARCHETTI S., NOVA R., PASQUALINI E. (1979) "Design parameters for soft clays" 7 ECSMFE, Brighton
- JAMIOLKOWSKI M., PASQUALINI E. (1979) "Introduzione ai diversi metodi di calcolo dei diaframmi con riferimento ai parametri geotecnici che vi intervengono e alla loro determinazione sperimentale" Atti Istituto Scienza delle Costruzioni, Politecnico di Torino
- JANBU N. (1963) "Soil compressibility as determined by oedometer and triaxial tests" 3 ECSMFE, Wiesbaden
- KUNG G. T. C., JUANG C. H., HSIAO E. C. L., AND Y. M. A. HASHASH (2007) "Simplified Model for Wall Deflection and Ground-Surface Settlement Caused by Braced Excavation in Clays" ASCE J. Geotech. and Geoenviron. Engrg.
- LADD C.C., FOOT R., ISHIHARA K., SCALLOSSER F, POULOS H.G, (1977) "Stress-deformation and Strength characteristics"
- LAMBE T.W., WHITMAN R.V. (1969) "Soil Mechanics", John Wiley & Sons, Inc.
- LANCELLOTTA R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- LIAO, S..C. and WHITMAN, R.V. (1986). "Overburden correction factors for SPT in sand" Journal of Geotechnical Engineering
- MEYERHOF G.G., SASTRY V.V.R.N. [1978] - "Bearing capacity of piles in layered soils. Part 1. Clay overlying sand" - Canadian Geotechnical Journal, 15,171-182, 183-189.
- MEYERHOF, G.G. [1951] - "Some recent research on the bearing capacity of foundations" - Canadian Geotechnical Journal,1, 16-26
- MORGENSTERN, N. R., PRICE, V. E., (1965) "The analysis of the stability of general slip surfaces", Geotechnique
- NAVFAC (1986) "Design Manual D:M 7.02 -Foundations and earth structures", USA
- NOVA,R. , (1978) "Geotecnica",ed. CLUP, Milano
- NOVA,R.,BECCI,B. (1987) "A method for analysis and design for flexible retaining structures", Proc. Conf.
- POULOS, H.G., DAVIS, E.H. (1980) - "Pile foundation analysis and design", John Wiley & Sons.

- RANDOLPH M. F., (1981) "The response of flexible piles to lateral loading" , Geotechnique
- REESE L.C., W.R.COX, F.D. KOOP [1975] - "Field testing and analysis of laterally loaded piles in stiff clay" – Paper N° OCT 2313, Proceedings, Seventh Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1975.
- REESE L.C., WRIGHT S.J. [1977] - "Drilled shaft manual" - U.S. Dept. Transportation, Offices of Research and Development, Implementation Div., HDV 2, Whashington D.C., vol.1
- SCHMERTMANN J.H. (1977) "Interpreting the Dynamics of Standard Penetration Test", Univ. of Florida, Gainsville (USA)
- SCOTT R.F. (1981) "Foundation analysis", Prentice Hall
- SKEMPTON, A. W. [1951] - "The bearing capacity of clays" - Building Research Congress, London, 1, 180-189.
- TIMOSHENKO, S. P., GOODIER, J. N. (1970), "Theory of Elasticity", 3th ed. McGraw-Hill
- VESIC, A.S. [1970] - "Tests on instrumented Piles, Ogeechee River Site" - JSMFD, ASCE, V. 96, N. SM2, Proc. Paper 7170, March.
- VESIC, A.S. [1973] - "Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations". - JSMFD, ASCE, Jan., 45-73.
- VIGGIANI C. (1999) "Fondazioni", Hevelius Edizioni
- VIGGIANI G. & ATKINSON J. H., (1995) "Stiffness of fine-grained soil at very small strains" , Geotechnique
- WELCH, R.C., REESE L.C. [1972] - "Laterally loaded Behavior of drilled shafts" – Research Report N° 3-5-65-89, conducted for Texas Highway Department and U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Bureau of Public Roads, by Center for Highway Research, The University of Austin.

## **M ALLEGATO 1 – VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DEL VERSANTE**

## M.1 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+298.3

### M.1.1 Combinazione statica

## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: Lotto 4\_Trincea pk 0+298.32\_statiica.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

## **Support Properties**

Support: Paratia al piede

Paratia al piede

Support Type: Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 1 m

Pile Shear Strength: 684.23 kN

## **List of Coordinates**

### External Boundary

-75.180	35.412
-75.180	15.412
95.663	15.412
95.663	76.013
90.905	75.096
87.623	74.418
86.344	74.150
86.121	74.096
83.470	73.437
82.028	73.096
79.893	72.606
77.640	72.096
76.087	71.760
72.924	71.096
72.460	70.934
71.187	70.462
70.213	70.096
67.662	69.146
67.528	69.096
67.326	69.029
64.507	68.096
63.052	67.618
61.475	67.096
59.682	66.352
59.210	66.193
58.960	66.096
56.727	65.270
56.327	65.096
55.325	64.730
53.642	64.096
53.114	63.898
52.012	63.525
50.897	63.096
48.845	62.540
46.970	62.096
46.022	61.850
43.106	61.174
42.861	61.115
42.771	61.096
39.662	60.369
38.491	60.096
38.459	60.087
37.834	59.923

---

34.854	59.145
34.667	59.096
34.603	59.059
31.906	58.129
31.626	58.096
30.460	57.866
29.643	57.683
28.350	57.419
26.958	57.096
26.429	56.988
26.187	56.953
24.615	56.679
23.887	56.582
22.888	56.432
22.120	56.335
21.672	56.275
20.931	56.186
20.183	56.096
19.956	56.054
19.914	56.049
18.891	55.873
18.651	55.848
18.352	55.816
17.186	55.636
16.675	55.584
16.010	55.515
15.166	55.398
14.323	55.316
13.225	55.208
12.986	55.177
12.106	55.096
11.897	55.074
11.874	55.072
10.848	54.966
10.716	54.952
9.809	54.858
9.607	54.837
8.830	54.756
8.597	54.731
8.331	54.701
7.673	54.632
7.260	54.585
6.755	54.531
6.590	54.513
-11.354	51.096
-20.303	46.096
-28.105	41.096
-31.634	38.382
-33.379	37.567
-33.383	33.626
-35.083	33.626
-35.133	33.526
-35.883	33.620
-40.133	33.918
-43.883	34.180
-47.633	34.443
-48.133	34.478



-48.883	34.478
-49.937	34.168
-50.687	34.168
-54.337	34.424
-58.087	34.686
-61.837	34.949
-63.587	35.071
-66.015	35.318
-72.671	35.409
-73.424	35.314
-73.474	35.414

Support (Paratia al piede)

-33.379	37.567
-33.379	22.567

Search Grid Coordinates

-65.877	52.611
49.355	52.611
49.355	317.534
-65.877	317.534

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.387720

Center: -32.748, 65.857

Radius: 28.050

Left Slip Surface Endpoint: -32.864, 37.808

Right Slip Surface Endpoint: -8.577, 51.624

Resisting Moment=28445.5 kN-m

Driving Moment=20498 kN-m

M.1.2 Combinazione sismica

## ***Slide Analysis Information***

**Document Name**

File Name: Lotto 4\_Trincea pk 0+298.32\_sismica.sli

**Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Right to Left

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified  
GLE/Morgenstern-Price with interslice force function: Half Sine

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.104  
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.052

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

Material: Prati armati  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 24 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

### **Support Properties**

Support: Paratia al piede  
Paratia al piede  
Support Type: Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 1 m  
Pile Shear Strength: 684.23 kN

### **List of Coordinates**

External Boundary

---

-75.180	35.412
-75.180	15.412
95.663	15.412
95.663	76.013
90.905	75.096
87.623	74.418
86.344	74.150
86.121	74.096
83.470	73.437
82.028	73.096
79.893	72.606
77.640	72.096
76.087	71.760
72.924	71.096
72.460	70.934
71.187	70.462
70.213	70.096
67.662	69.146
67.528	69.096
67.326	69.029
64.507	68.096
63.052	67.618
61.475	67.096
59.682	66.352
59.210	66.193
58.960	66.096
56.727	65.270
56.327	65.096
55.325	64.730
53.642	64.096
53.114	63.898
52.012	63.525
50.897	63.096
48.845	62.540
46.970	62.096
46.022	61.850
43.106	61.174
42.861	61.115
42.771	61.096
39.662	60.369
38.491	60.096
38.459	60.087
37.834	59.923
34.854	59.145
34.667	59.096
34.603	59.059
31.906	58.129
31.626	58.096
30.460	57.866
29.643	57.683
28.350	57.419
26.958	57.096
26.429	56.988
26.187	56.953
24.615	56.679
23.887	56.582
22.888	56.432

22.120	56.335
21.672	56.275
20.931	56.186
20.183	56.096
19.956	56.054
19.914	56.049
18.891	55.873
18.651	55.848
18.352	55.816
17.186	55.636
16.675	55.584
16.010	55.515
15.166	55.398
14.323	55.316
13.225	55.208
12.986	55.177
12.106	55.096
11.897	55.074
11.874	55.072
10.848	54.966
10.716	54.952
9.809	54.858
9.607	54.837
8.830	54.756
8.597	54.731
8.331	54.701
7.673	54.632
7.260	54.585
6.755	54.531
6.590	54.513
-11.354	51.096
-20.303	46.096
-28.105	41.096
-31.634	38.382
-33.379	37.567
-33.383	33.626
-35.083	33.626
-35.133	33.526
-35.883	33.620
-40.133	33.918
-43.883	34.180
-47.633	34.443
-48.133	34.478
-48.883	34.478
-49.937	34.168
-50.687	34.168
-54.337	34.424
-58.087	34.686
-61.837	34.949
-63.587	35.071
-66.015	35.318
-72.671	35.409
-73.424	35.314
-73.474	35.414

Material Boundary (prati armati)

-31.634	38.382
---------	--------

-29.717	38.382
-28.105	39.526
-20.303	44.526
-11.354	49.596
-11.354	51.096

Support (paratia al piede)

-33.379	37.567
-33.379	22.567

Search Grid Coordinates

-65.877	52.611
49.355	52.611
49.355	317.534
-65.877	317.534

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.129570

Center: -32.748, 69.169

Radius: 31.338

Left Slip Surface Endpoint: -32.815, 37.831

Right Slip Surface Endpoint: -6.521, 52.016

Resisting Moment=36362.1 kN-m

Driving Moment=32191.2 kN-m

## M.2 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+496.3

### M.2.1 Combinazione statica

## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: Lotto 4\_Trincea pk 0+496.28\_statica\_rev01

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Left to Right  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

## List of Coordinates

### External Boundary

182.156	0.632
182.156	41.397
178.375	38.876
177.875	38.875
176.862	38.875
172.362	38.641
167.863	38.407
167.129	38.027
167.129	38.254
160.629	33.921
158.629	33.921
151.129	28.921
150.709	28.690
150.629	28.436
148.629	28.686
144.880	28.460
143.130	28.338
139.380	28.075
135.630	27.813
131.980	27.557
131.230	27.557
130.179	27.854
129.429	27.854
128.929	27.819
125.179	27.557
121.429	27.294
117.179	26.997
116.429	26.903
116.379	27.003
114.679	27.003
97.466	32.211
88.851	37.211
80.200	42.211
67.793	47.211
64.625	47.211
53.525	52.211
52.422	52.730
49.477	52.730
42.897	57.211
31.173	62.211
16.306	67.211
16.306	0.632

### Search Grid Coordinates

60.964	50.120
168.764	50.120
168.764	183.271
60.964	183.271

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

## **Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.425110

Center: 106.779, 148.319

Radius: 120.849

Left Slip Surface Endpoint: 17.581, 66.783

Right Slip Surface Endpoint: 112.662, 27.613

Resisting Moment=914162 kN-m

Driving Moment=641470 kN-m

### M.2.2 Combinazione sismica

## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: Lotto 4\_Trincea pk 0+496.28\_rev01

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program

Failure Direction: Left to Right

Units of Measurement: SI Units

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>

Groundwater Method: Water Surfaces

Data Output: Standard

Calculate Excess Pore Pressure: Off

Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off

Random Numbers: Pseudo-random Seed

Random Number Seed: 10116

Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:

Bishop simplified

Number of slices: 25

Tolerance: 0.005

Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular

Radius increment: 10

Minimum Elevation: Not Defined

Composite Surfaces: Disabled

Reverse Curvature: Create Tension Crack



## **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.104

Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.052

## **Material Properties**

Material: Qcb

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 12 kPa

Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

## **List of Coordinates**

### External Boundary

182.156	0.632
182.156	41.397
178.375	38.876
177.875	38.875
176.862	38.875
172.362	38.641
167.863	38.407
167.129	38.027
167.129	38.254
160.629	33.921
158.629	33.921
151.129	28.921
150.709	28.690
150.629	28.436
148.629	28.686
144.880	28.460
143.130	28.338
139.380	28.075
135.630	27.813
131.980	27.557
131.230	27.557
130.179	27.854
129.429	27.854
128.929	27.819
125.179	27.557
121.429	27.294
117.179	26.997
116.429	26.903
116.379	27.003
114.679	27.003
97.466	32.211
88.851	37.211
80.200	42.211
67.793	47.211
64.625	47.211
53.525	52.211
52.422	52.730
49.477	52.730
42.897	57.211
31.173	62.211

16.306 67.211  
16.306 0.632

Search Grid Coordinates

60.964 50.120  
168.764 50.120  
168.764 183.271  
60.964 183.271

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.111620

Center: 108.127, 151.648

Radius: 124.102

Left Slip Surface Endpoint: 17.575, 66.785

Right Slip Surface Endpoint: 112.617, 27.627

Resisting Moment=923738 kN-m

Driving Moment=830984 kN-m

## M.3 VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE TRINCEA pk 0+417.1

### C.1. Combinazione statica

## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: L4-M19\_pk\_0+417.10\_40°\_statica.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

### **Support Properties**

Support: Paratia micropali

Paratia micropali

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 0.5 m

Pile Shear Strength: 618 kN

Support: Paratia al piede

Paratia al piede

Support Type: Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 1 m

Pile Shear Strength: 684.23 kN

**List of Coordinates**

External Boundary

115.367	75.965
112.010	75.383
111.089	74.610
109.877	74.610
108.089	74.610
102.130	69.610
100.918	69.610
99.130	69.610
93.171	64.610
91.959	64.610
90.171	64.610
84.213	59.610
83.000	59.610
81.213	59.610
75.254	54.610
74.042	54.610
72.254	54.610
66.295	49.610
65.083	49.610
63.295	49.610
57.336	44.610
56.124	44.610
54.336	44.610
48.378	39.610
47.165	39.610
45.378	39.610
39.419	34.610
38.782	34.610
37.437	34.610
36.819	34.610
36.819	29.111
35.114	29.111
35.064	29.011
34.314	29.105
30.064	29.402
26.314	29.665
22.564	29.927
22.064	29.962
21.314	29.962
20.281	29.659

19.531	29.659
15.881	29.914
12.131	30.177
8.381	30.439
6.631	30.562
2.880	30.790
0.000	30.540
0.000	0.000
115.763	0.000
115.763	76.046

Support (paratia micropali)

73.754	54.610
73.754	29.610

Support (paratia al piede)

36.819	34.610
36.819	17.610

Search Grid Coordinates

-39.576	30.735
83.531	30.735
83.531	176.878
-39.576	176.878

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

**Global Minimums (paratia intermedia)**

Method: bishop simplified

FS: 1.348900

Center: 40.443, 123.901

Radius: 89.237

Left Slip Surface Endpoint: 39.490, 34.669

Right Slip Surface Endpoint: 115.763, 76.046

Resisting Moment=718972 kN-m

Driving Moment=533008 kN-m

**Global Minimums (paratia al piede)**

Method: bishop simplified

FS: 1.351740

Center: 35.827, 120.248

Radius: 91.233

Left Slip Surface Endpoint: 35.067, 29.018

Right Slip Surface Endpoint: 115.621, 76.017

Resisting Moment=1.00441e+006 kN-m

Driving Moment=743051 kN-m

## C.2. Combinazione sismica

# *Slide Analysis Information*

### **Document Name**

File Name: L4-M19\_pk\_0+417.10\_40°\_prati armati\_sismica.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.104  
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.052

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

Material: Prati armati  
Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 17.7 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 24 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

### **Support Properties**

#### Support: Paratia micropali

Paratia micropali  
Support Type: Micro-Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 0.5 m  
Pile Shear Strength: 618 kN

#### Support: Paratia al piede

Paratia al piede  
Support Type: Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 1 m  
Pile Shear Strength: 684.23 kN

### **List of Coordinates**

#### External Boundary

115.367	75.965
112.010	75.383
111.089	74.610
109.877	74.610
108.089	74.610
102.130	69.610
100.918	69.610
99.130	69.610
93.171	64.610
91.959	64.610
90.171	64.610
84.213	59.610
83.000	59.610
81.213	59.610
75.254	54.610
74.042	54.610
72.254	54.610
66.295	49.610
65.083	49.610
63.295	49.610
57.336	44.610
56.124	44.610
54.336	44.610
48.378	39.610
47.165	39.610
45.378	39.610
39.419	34.610
38.782	34.610
37.437	34.610
36.819	34.610
36.819	29.111
35.114	29.111
35.064	29.011

34.314	29.105
30.064	29.402
26.314	29.665
22.564	29.927
22.064	29.962
21.314	29.962
20.281	29.659
19.531	29.659
15.881	29.914
12.131	30.177
8.381	30.439
6.631	30.562
2.880	30.790
0.000	30.540
0.000	0.000
115.763	0.000
115.763	76.046

Material Boundary (Prati armati)

39.419	34.610
41.223	34.610
47.165	39.610

Material Boundary (Prati armati)

48.378	39.610
50.165	39.610
56.124	44.610

Material Boundary (Prati armati)

57.336	44.610
59.124	44.610
65.083	49.610

Material Boundary (Prati armati)

66.295	49.610
68.083	49.610
74.042	54.610

Material Boundary (Prati armati)

75.254	54.610
77.042	54.610
83.000	59.610

Material Boundary (Prati armati)

84.213	59.610
86.000	59.610
91.959	64.610

Support (Paratia intermedia)

73.754	54.610
73.754	29.610

Support (Paratia al piede)

36.819	34.610
36.819	17.610



#### Search Grid Coordinates

-39.576	30.735
83.531	30.735
83.531	176.878
-39.576	176.878

Number of elements in x direction = 80

Number of elements in y direction = 80

#### **Global Minimums (paratia intermedia)**

Method: bishop simplified

FS: 1.101760

Center: 40.443, 123.901

Radius: 89.237

Left Slip Surface Endpoint: 39.490, 34.669

Right Slip Surface Endpoint: 115.763, 76.046

Resisting Moment=728258 kN-m

Driving Moment=660998 kN-m

#### **Global Minimums (paratia al piede)**

Method: bishop simplified

FS: 1.105730

Center: 35.827, 120.248

Radius: 91.233

Left Slip Surface Endpoint: 35.067, 29.018

Right Slip Surface Endpoint: 115.621, 76.017

Resisting Moment=1.01465e+006 kN-m

Driving Moment=917628 kN-m

## M.4 VALUTAZIONE SPINTA SULLA PARATIA AL PIEDE TRINCEA pk 0+417.1

### M.4.1 Combinazione statica

## ***Slide Analysis Information***

### **Document Name**

File Name: L4-M19\_pk\_0+417.10\_40°\_forza paratia\_sismica.sli

### **Project Settings**

Project Title: SLIDE - An Interactive Slope Stability Program  
Failure Direction: Right to Left  
Units of Measurement: SI Units  
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m<sup>3</sup>  
Groundwater Method: Water Surfaces  
Data Output: Standard  
Calculate Excess Pore Pressure: Off  
Allow Ru with Water Surfaces or Grids: Off  
Random Numbers: Pseudo-random Seed  
Random Number Seed: 10116  
Random Number Generation Method: Park and Miller v.3

### **Analysis Methods**

Analysis Methods used:  
Bishop simplified

Number of slices: 25  
Tolerance: 0.005  
Maximum number of iterations: 50

### **Surface Options**

Surface Type: Circular  
Radius increment: 10  
Minimum Elevation: Not Defined  
Composite Surfaces: Disabled  
Reverse Curvature: Create Tension Crack

### **Loading**

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.104  
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.052

### **Material Properties**

Material: Qcb  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.4 kN/m<sup>3</sup>

Cohesion: 12 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

Material: Prati armati  
Strength Type: Mohr-Coulomb  
Unit Weight: 17.4 kN/m<sup>3</sup>  
Cohesion: 24 kPa  
Friction Angle: 24.79 degrees  
Water Surface: None

### **Support Properties**

Support: Paratia micropali  
Paratia micropali  
Support Type: Micro-Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 0.5 m  
Pile Shear Strength: 618 kN

Support: Paratia al piede  
Paratia al piede  
Support Type: Micro-Pile  
Force Application: Passive  
Out-of-Plane Spacing: 1 m  
Pile Shear Strength: 1830 kN

### **List of Coordinates**

#### External Boundary

115.763	76.046
115.367	75.965
112.010	75.383
111.089	74.610
109.877	74.610
108.089	74.610
102.130	69.610
100.918	69.610
99.130	69.610
93.171	64.610
91.959	64.610
90.171	64.610
84.213	59.610
83.000	59.610
81.213	59.610
75.254	54.610
74.042	54.610
72.254	54.610
66.295	49.610
65.083	49.610
63.295	49.610
57.336	44.610
56.124	44.610
54.336	44.610
48.378	39.610
47.165	39.610
45.378	39.610

39.419	34.610
37.437	34.610
36.819	34.610
36.819	29.111
35.114	29.111
35.064	29.011
34.314	29.105
30.064	29.402
26.314	29.665
22.564	29.927
22.064	29.962
21.314	29.962
20.281	29.659
19.531	29.659
15.881	29.914
12.131	30.177
8.381	30.439
6.631	30.562
2.880	30.790
0.000	30.540
0.000	0.000
155.231	0.000
155.231	79.560
142.308	79.158
139.685	79.296
137.519	79.109
136.225	79.096
134.440	79.101
131.454	79.110
131.059	78.962
129.345	78.383
126.664	77.458
126.394	77.400
126.272	77.411
123.984	77.105
122.876	76.800
120.098	76.624
119.830	76.608
119.178	76.714

Material Boundary (prati armati)

39.419	34.610
41.206	34.610
47.165	39.610

Material Boundary (prati armati)

48.378	39.610
50.165	39.610
56.124	44.610

Material Boundary (prati armati)

57.336	44.610
59.124	44.610
65.083	49.610

Material Boundary (prati armati)

66.295	49.610
--------	--------

68.083 49.610  
74.042 54.610

Material Boundary (prati armati)

75.254 54.610  
77.042 54.610  
83.000 59.610

Material Boundary (prati armati)

84.213 59.610  
86.000 59.610  
91.959 64.610

Support (paratia intermedia)

73.754 54.610  
73.754 34.610

Support (paratia al piede)

36.819 34.610  
36.819 17.610

Search Grid Coordinates

-39.576 29.179  
83.531 29.179  
83.531 175.322  
-39.576 175.322

Number of elements in x direction = 80  
Number of elements in y direction = 80

**Global Minimums**

Method: bishop simplified

FS: 1.100280

Center: 38.905, 144.267

Radius: 115.290

Left Slip Surface Endpoint: 35.079, 29.040

Right Slip Surface Endpoint: 134.011, 79.102

Resisting Moment=1.81576e+006 kN-m

Driving Moment=1.65027e+006 kN-m



## N ALLEGATO 2 – VERIFICA PARATIA AL PIEDE LP = 17 M

### N.1 VERIFICA PARATIA AL PIEDE TRINCEA pk 0+417.1

#### N.1.1 Condizioni statiche

### SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:  
- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte  
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

#### Sommario di ogni approccio

Base model	Mom. paratia	Taglio paratia	Spost. paratia	Vincolo	Vincolo	Infissione	Commenti
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
Base model	377.89	263.18	1.34	408.11	0.41	1.81	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	377.89	263.18	1.34	408.11	0.41	1.81	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	491.26	342.13	1.34	530.54	0.589	1.81	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	487.48	294.03	1.87	408.19	0.41	1.475	Risolto con successo

#### Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo	1.34	0.02	377.89	377.89
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo	1.34	0.02	377.89	377.89
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo	1.34	0.02	491.26	491.26
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo	1.87	0.02	487.48	487.48

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
Base model	263.18	263.18	0.408	0.408	0.385	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	263.18	263.18	0.408	0.408	0.385	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	342.13	342.13	0.53	0.53	0.5	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	294.03	294.03	0.526	0.526	0.43	N/A

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out
Base model	N/A	408.11	816.22	0.41	0.41	0.378
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	408.11	816.22	0.41	0.41	0.378
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	530.54	1061.09	0.589	0.533	0.589
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	408.19	816.38	0.41	0.41	0.363

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Base model	4.166	10.698	7.628	9.813	N/A	1.81	3.957
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4.166	10.698	7.628	9.813	N/A	1.81	3.957
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4.166	8.229	5.868	7.548	N/A	1.81	3.957
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3.333	4.576	4.311	5.58	N/A	1.475	2.925

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Base model	N/A	N/A	1.855
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	1.855



0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	1.855
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	1.484

### Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
TSF Momento	0.53	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Wall Moment (kN-m/m)	491.257	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Momento (kN-m)	491.257	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Momento resistente (kN-m/m)	926.507	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Taglio (kN/m)	342.134	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
Taglio (kN)	342.134	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
TSF taglio	0.5	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
Taglio resistente (kN/m)	684.23	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
Spostamenti (cm)	1.873	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	7: Stabilità globale	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	0.025	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: Scavo -2m	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN)	1061.086	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN/m)	530.543	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Verifica supporto	0.589	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	0
Verifica GEO supporto	0.589	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	0

Verifica STR supporto	0.533	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	1
FS infissione (eq. limite)	4.576	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: 2° Tirante	1: Wall 1	4
FS rotazione (eq. limite)	4.311	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	7: Stabilità globale	1: Wall 1	7
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	5.58	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: 1° Tirante	1: Wall 1	2
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	1.475	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	5
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	1.071	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	5

#### Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Reazione vincoli	1061.086	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	530.543	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Verifica vincoli	0.589	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	0
TSF GEO	0.589	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	0
TSF STR	0.521	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	723.242	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Reazione vincoli	361.621	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Verifica vincoli	0.533	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	1
TSF GEO	0.52	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	1
TSF STR	0.533	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	1

### Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	491.257	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Momento +M (kN-m)	491.257	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Momento -M (kN-m)	-113.953	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4: 2° Tirante	1: Wall 1	38
TSF Momento	0.53	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Momento resistente (kN- m/m)	926.507	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: Scavo -6m	1: Wall 1	38
Taglio (kN)	342.134	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
TSF taglio	0.5	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10
Taglio resistente (kN/m)	684.23	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	3: Scavo -4m	1: Wall 1	10

### Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Momento fase1 (kN-m/m)	-23.65	-23.65	-30.74	-26.32
Momento fase2 (kN-m/m)	235.88	235.88	306.64	319.81
Momento fase3 (kN-m/m)	257.79	257.79	335.13	335.03
Momento fase4 (kN-m/m)	246.59	246.59	320.57	358.03
Momento fase5 (kN-m/m)	377.89	377.89	491.26	487.48
Momento fase6 (kN-m/m)	356.17	356.17	463.02	465.33
Momento fase7 (kN-m/m)	356.09	356.09	462.92	465.33

### Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base	DS: 1	DS: 2	DS: 3
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3
V stg1 (kN/m)	20.13	20.13	26.17	18.34
V stg2 (kN/m)	-247.58	-247.58	-321.85	-279.06
V stg3 (kN/m)	-263.18	-263.18	-342.13	-294.03
V stg4 (kN/m)	-214.15	-214.15	-278.4	-237.79
V stg5 (kN/m)	-237.62	-237.62	-308.91	-259.43
V stg6 (kN/m)	-230.98	-230.98	-300.27	-252.58
V stg7 (kN/m)	-230.94	-230.94	-300.22	-252.58

### Massima reazione vincolare

	Approccio di base	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Rmax Fase 1 (kN/m)				
Rmax Fase 2 (kN/m)	405	405	526.5	405
Rmax Fase 3 (kN/m)	408.11	408.11	530.543	408.19
Rmax Fase 4 (kN/m)	373.85	373.85	486.005	362.27
Rmax Fase 5 (kN/m)	378.71	378.71	492.323	366.7
Rmax Fase 6 (kN/m)	378.15	378.15	491.595	366.06
Rmax Fase 7 (kN/m)	378.15	378.15	491.595	366.06

## DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

### Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m <sup>3</sup> )

Fe360	235.2	360	206000.2	77.0046
Fe510	355.2	509.7	206000.2	77.0046
A36	248.3	400	200100	77.0046
A50	344.8	500	200100	77.0046
New steel 4	241.4	413.8	206000.2	77.0046

### Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C20/25	20	29961.9	25.0029	10
C25/30	24.8	31475.7	25.0029	10
Fc 3ksi	20.7	21541.8	23.5728	10
C32/40	32	31187	25	10

### Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
Grade 60	413.8	200100
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S410	409.7	210000.1
S500	500	210000.1
B450C	449.7	210000.1

### Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu	Ultimate Tensile Strength FtU	Ultimate Shear Strength FvU	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength  $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio

$F_u=f_{uk}$ =resistenza ultima

Elastic  $E$ =modulo elastico

Density  $g$ =peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

$f'c=f_{ck}$ =resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic  $E$ =modulo elastico

Density  $g$ =peso specifico

Tension strength  $f_t=f_{ctk}$ =resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength  $f_y=f_{yk}$ =resistenza caratteristica acciaio

Elastic  $E$ =modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength  $F_b=f_{bk}$ =resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength  $F_{tu}=f_{tuk}$ =res caratt. parallela alle fibre

Ultimate shear strength  $F_{vu}=f_{vuk}$ =res. caratt. a taglio

Density  $g$ =peso specifico

Elastic  $E$ =modulo elastico

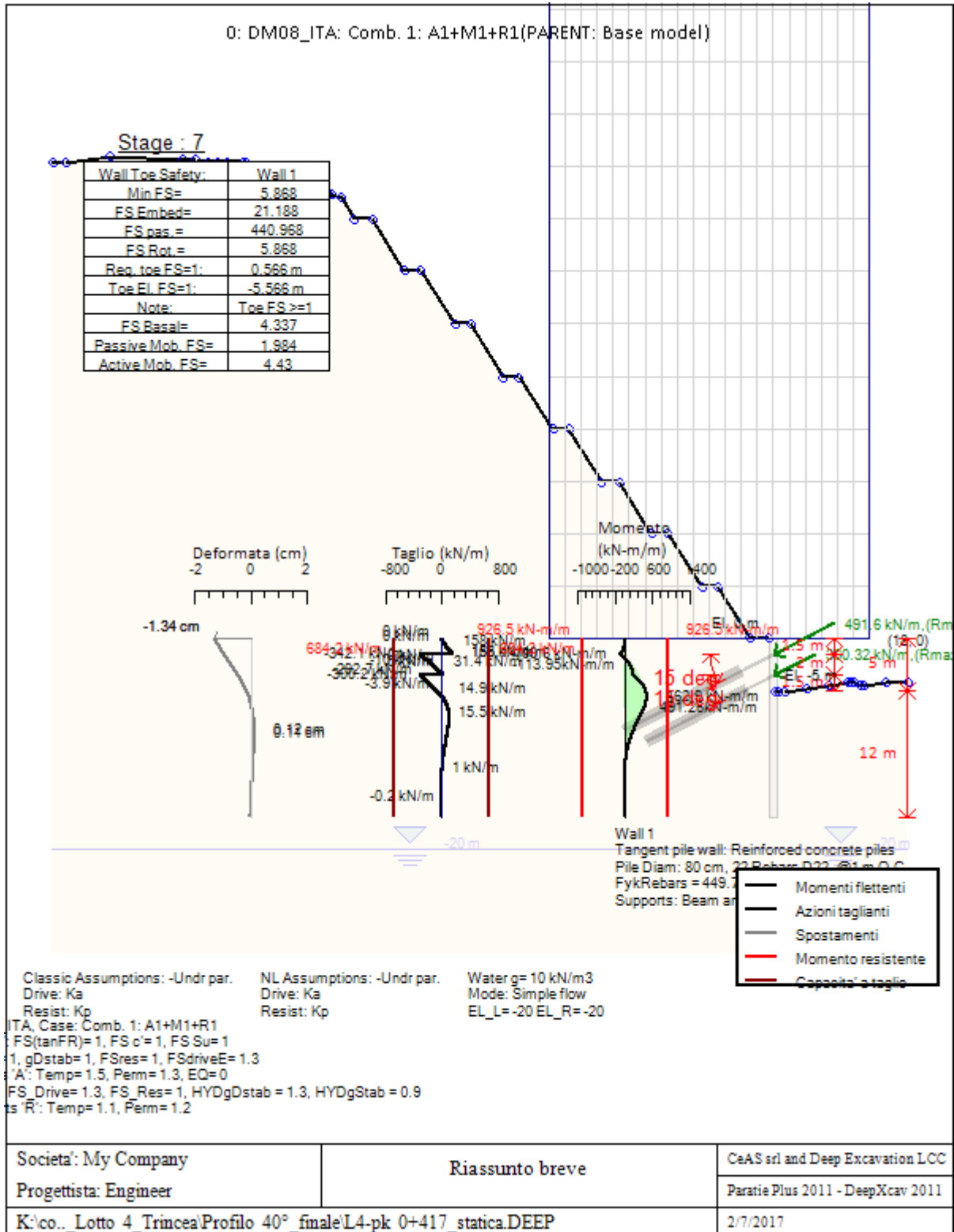
***Progetto: Ragusana\_ Lotto 4 paratia pk 0+417.1  
Risultati per la Design Section 2: 0: DM08\_ITA: Comb. 1:  
A1+M1+R1***

**SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA**

---

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi



Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede



Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	491.26/926.51	113.95/926.51	1.81	5.868	7.548	-6.77	1.855

Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 7	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 7	@ Dx/H max	@ Dx/H max
4.166	0.937	3919.1	1.855	0.187	3919.074	1.855

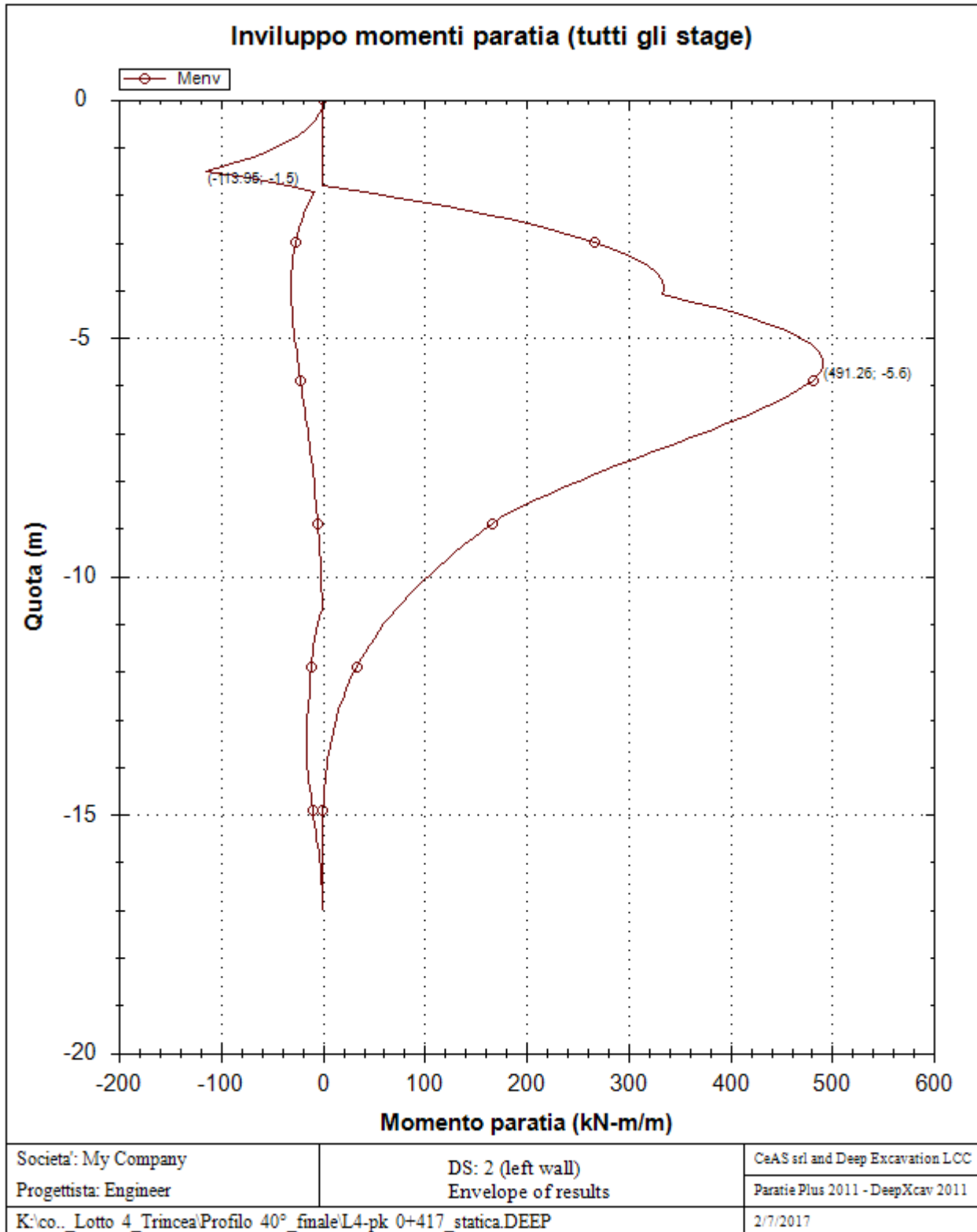
Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

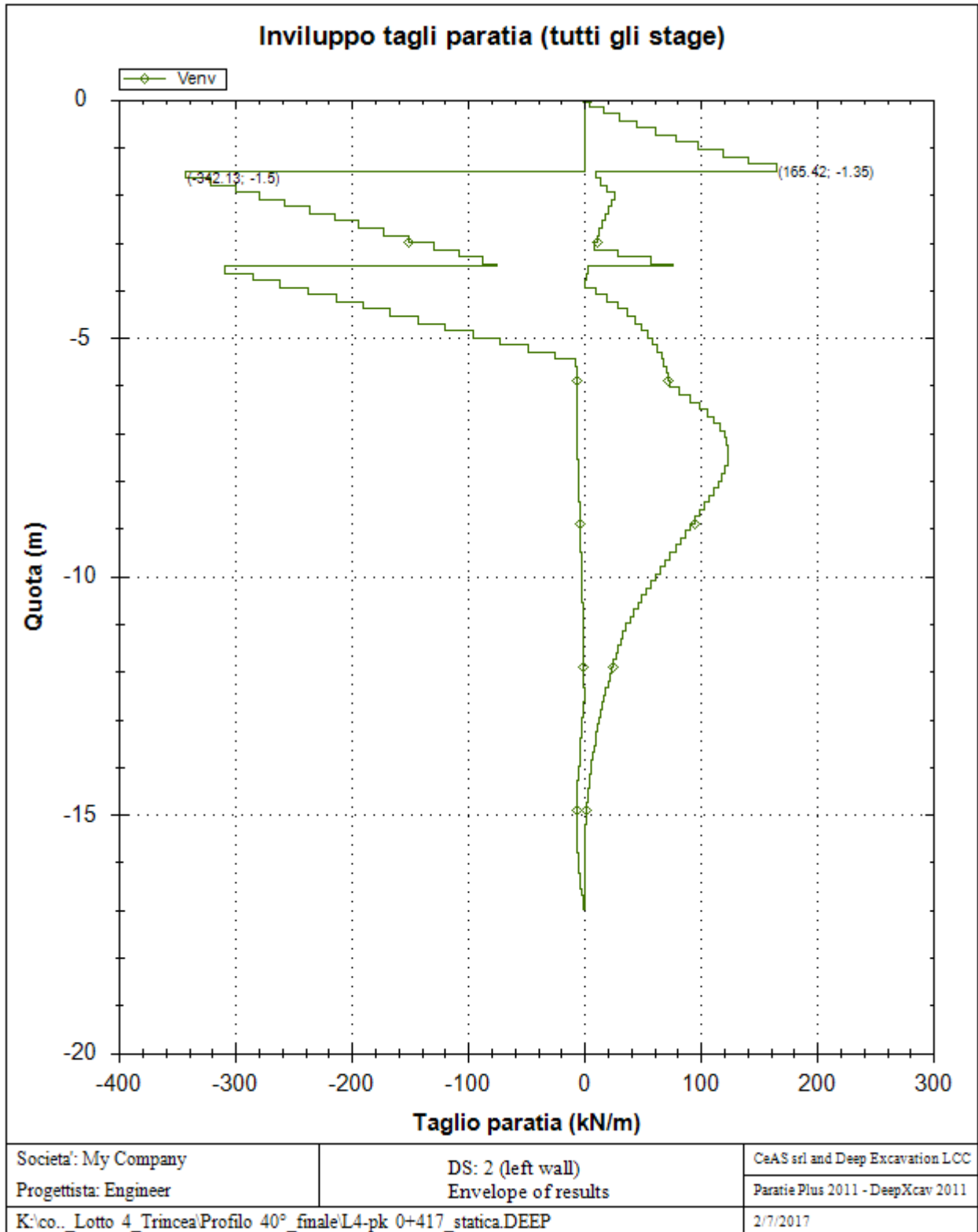
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1061.09	0	530.54	0	0.59
1	723.24	0	361.62	0	0.53

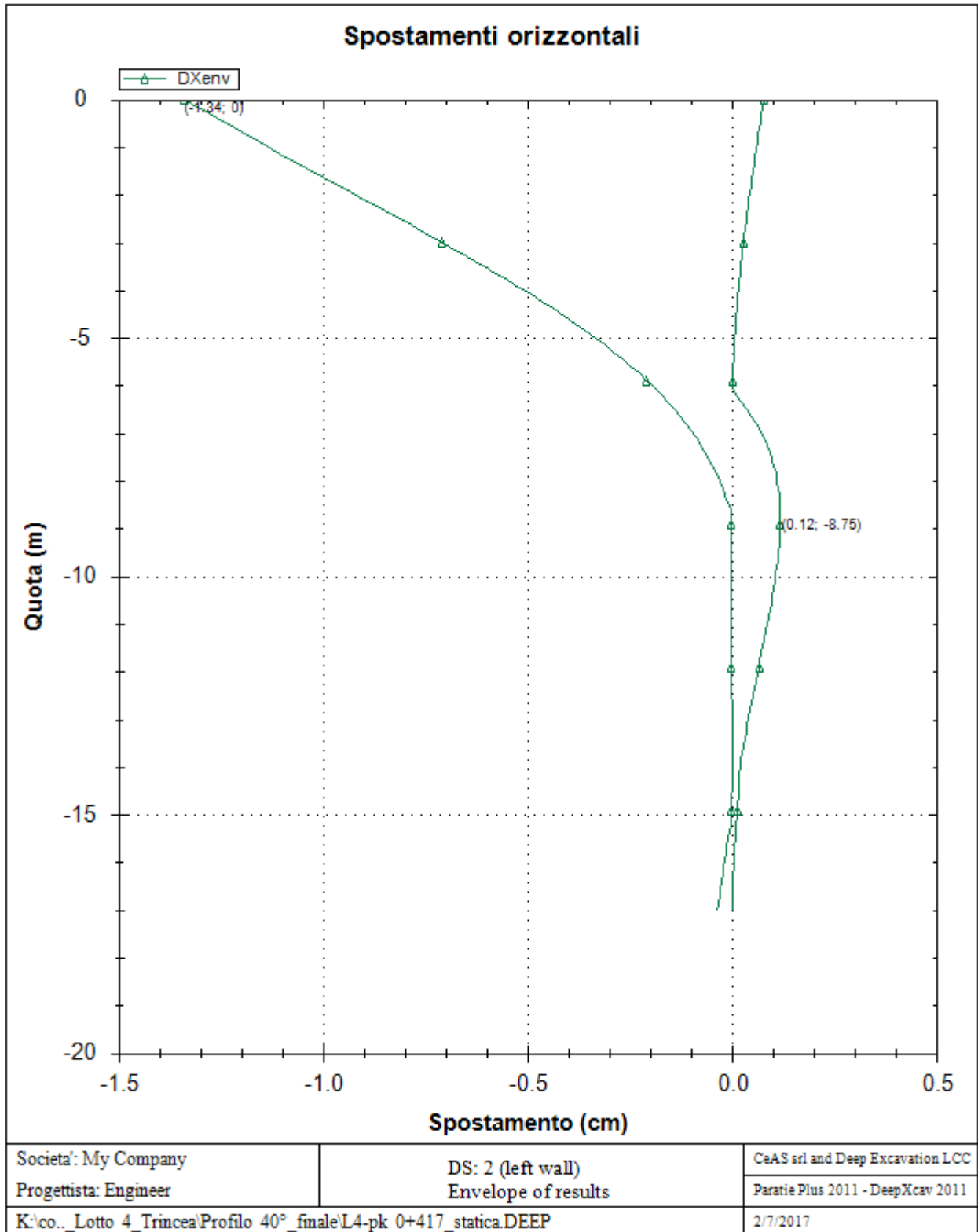
## Envelope of results

---

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







Sommario esteso per ogni fase

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Getto paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -2m	Risolto con successo	0.08	0.02	30.74	30.74
1° Tirante	Risolto con successo	-0.84	0	306.64	306.64
Scavo -4m	Risolto con successo	-0.81	0	335.13	335.13
2° Tirante	Risolto con successo	-1.34	0	320.57	320.57
Scavo -6m	Risolto con successo	-1.34	0	491.26	491.26
Scavo -5m	Risolto con successo	-1.34	0	463.02	463.02
Stabilità globale	Risolto con successo	-1.34	0	462.92	462.92

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
Getto paratia	0	0	0.01	0	0	N/A
Scavo -2m	26.17	26.17	0.033	0.033	0.038	N/A
1° Tirante	321.85	321.85	0.331	0.331	0.47	N/A
Scavo -4m	342.13	342.13	0.362	0.362	0.5	N/A
2° Tirante	278.4	278.4	0.346	0.346	0.407	N/A
Scavo -6m	308.91	308.91	0.53	0.53	0.451	N/A
Scavo -5m	300.27	300.27	0.5	0.5	0.439	N/A
Stabilità globale	300.22	300.22	0.5	0.5	0.439	N/A

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out
Getto paratia	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo -2m	N/A	0	0	0	N/A	N/A
1° Tirante	N/A	526.5	1053	0.585	0.517	0.585
Scavo -4m	N/A	530.54	1061.09	0.589	0.521	0.589
2° Tirante	N/A	486.01	972.01	0.54	0.517	0.54
Scavo -6m	N/A	492.32	984.65	0.547	0.533	0.547
Scavo -5m	N/A	491.6	983.19	0.546	0.531	0.546
Stabilità globale	N/A	491.6	983.19	0.546	0.531	0.546

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Getto paratia	1000	10.427	14.059	113.333	N/A	2.953	4.031
Scavo -2m	5.884	8.229	9.851	136.364	N/A	2.375	3.957
1° Tirante	5.884	N/A	7.548	7.548	N/A	2.542	4.388
Scavo -4m	4.658	N/A	6.151	61.208	N/A	1.948	4.379
2° Tirante	4.658	N/A	6.125	61.208	N/A	2.027	4.635
Scavo -6m	4.166	174.405	6.14	14.287	N/A	1.81	4.411
Scavo -5m	4.337	440.968	5.868	21.188	N/A	1.984	4.43
Stabilità globale	4.337	440.968	5.868	21.188	N/A	1.984	4.43

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Getto paratia	N/A	N/A	N/C
Scavo -2m	N/A	N/A	N/C
1° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -4m	N/A	N/A	N/C
2° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -6m	N/A	N/A	N/C
Scavo -5m	N/A	N/A	N/C
Stabilità globale	N/A	N/A	1.855

#### Forza/interasse del vincolo per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -1.5) kN/m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN/m
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	526.5	0

Fase 3	530.543	0
Fase 4	486.005	351
Fase 5	492.323	361.621
Fase 6	491.595	360.321
Fase 7	491.595	360.321

#### Reazione vincolare per fase

	Vincolo #0 Reazione (EL= -1.5) kN at 2 m	Vincolo #1 Reazione (EL= -3.5) kN at 2 m
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	1053	0
Fase 3	1061.086	0
Fase 4	972.01	702
Fase 5	984.646	723.242
Fase 6	983.19	720.642
Fase 7	983.19	720.642



### FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	10.427	10.427	14.059	113.333	2.953	4.031
Fase 1	8.229	8.229	9.851	136.364	2.375	3.957
Fase 2	7.548	N/A	7.548	7.548	2.542	4.388
Fase 3	6.151	N/A	6.151	61.208	1.948	4.379
Fase 4	6.125	3035.132	6.125	61.208	2.027	4.635
Fase 5	6.14	174.405	6.14	14.287	1.81	4.411
Fase 6	5.868	440.968	5.868	21.188	1.984	4.43
Fase 7	5.868	440.968	5.868	21.188	1.984	4.43

### Verifica vincolo per fase

	Verifica str vincolo #0(EL= -1.5)	Verifica str vincolo #1(EL= -3.5)
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	0.585	0
Fase 3	0.589	0
Fase 4	0.54	0.517
Fase 5	0.547	0.533
Fase 6	0.546	0.531

Fase 7	0.546	0.531
--------	-------	-------

### Forze (Res. F, M/Drive F, M)

	FS Passivo (Fres./Fattiva)	FS Rotazione (Mres./Mattivo)	FS Lunghezza (Infiss./FSpiede=1)	FS Passiva mobilizzata (Fpass./Fpas_Mobilitata)	FS Spinta attuale attiva / Attiva teorica	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
Fase 0	6681.342/640.785	40201.23/2859.38	17/0.15	6741/2282.5	2282.5/566.22	N/A	N/A
Fase 1	5273.132/640.785	28166.54/2859.38	15/0.11	5320.6/2240.6	2240.6/566.22	N/A	N/A
Fase 2	N/A	54317.31/7195.78	N/A	5320.6/2093.3	2484.5/566.22	N/A	N/A
Fase 3	N/A	44267.64/7197.17	13/0.21	4068.2/2088.8	2483/567.08	N/A	N/A
Fase 4	3383.566/1.115	36129.4/5898.51	13/0.21	4068.2/2006.6	2628.5/567.08	N/A	N/A
Fase 5	3131.852/17.957	36278.53/5908.41	11/0.77	3423.5/1891.4	2525.9/572.64	N/A	N/A
Fase 6	3047.959/6.912	34626.58/5900.85	12/0.57	3746.2/1887.8	2520.6/568.98	N/A	N/A
Fase 7	3047.959/6.912	34626.58/5900.85	12/0.57	3746.2/1887.8	2520.7/568.98	N/A	N/A

### Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato monte

	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia Attrito	Terreno Attrito	C' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
4: 2°	Qcb termine	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x	0	30	15	0	0.333	3

Tirante	argilloso-sabbioso		$[\text{Rankine\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KpDH} = [3 / 1] \times 3 / 3 = 3$						
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KpDH} = [\text{KpHBase} / \text{FS\_Resist}] \times [\text{Coulomb\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 4.882)] / [\text{Rankine\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KpDH} = [3 / 1] \times 3.479 / 3 = 3.479$	0	30	15	0	0.351	3.479
6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KpDH} = [\text{KpHBase} / \text{FS\_Resist}] \times [\text{Coulomb\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 2.33)] / [\text{Rankine\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KpDH} = [3 / 1] \times 3.219 / 3 = 3.219$	0	30	15	0	0.341	3.219
7: Stabilità globale	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KpDH} = [\text{KpHBase} / \text{FS\_Resist}] \times [\text{Coulomb\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 2.33)] / [\text{Rankine\_Kph}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KpDH} = [3 / 1] \times 3.219 / 3 = 3.219$	0	30	15	0	0.341	3.219

#### Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato valle

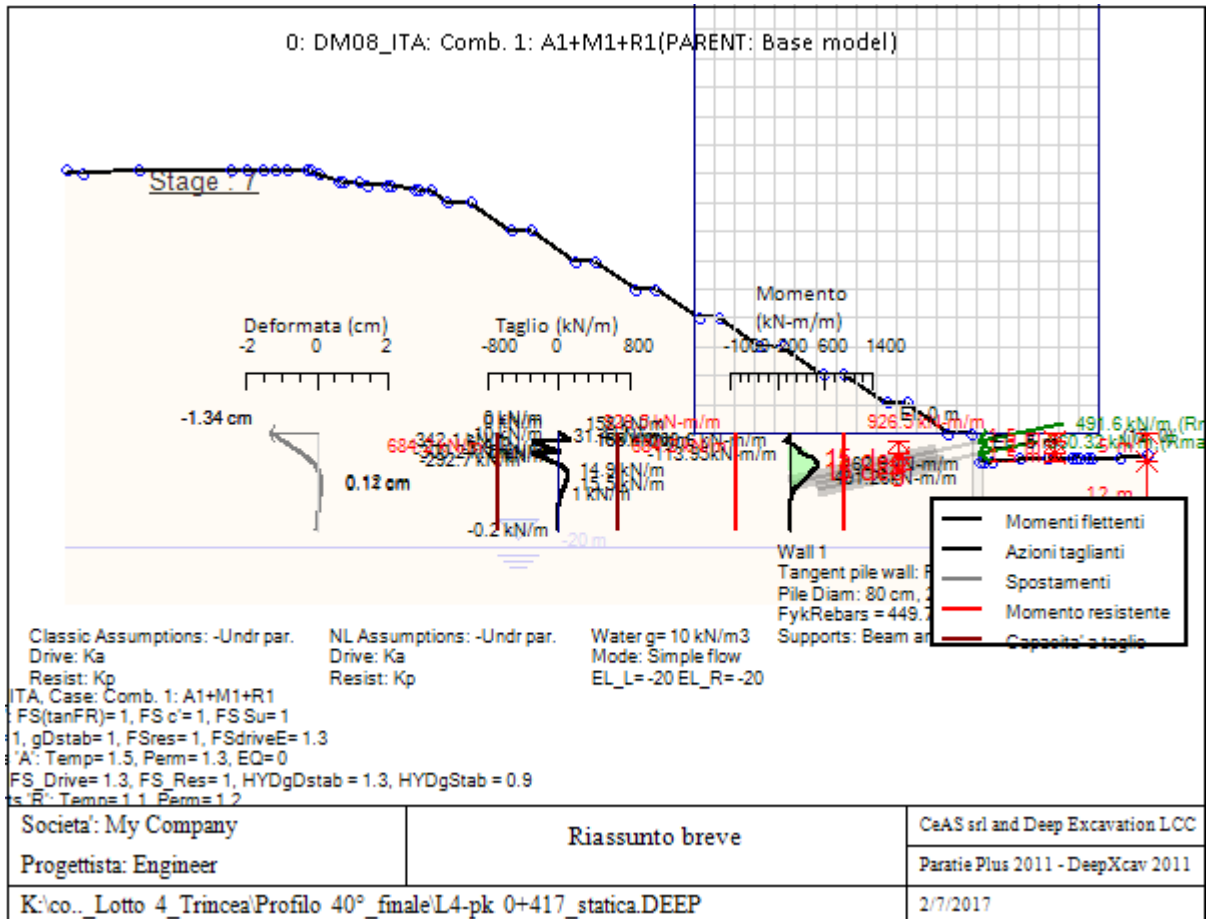
	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia	Terreno	C'	Su	KaH	KpH
				Attrito	Attrito	(kPa)	(kPa)		
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
4: 2° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	$* \text{KaUH} = \text{KaHBase} \times \text{FS\_DriveEarth} \times [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] / [\text{Rankine\_Kah}(\text{deg FR}= 30, \text{DFR}= 0, \text{Asur}= 0)] \Rightarrow * \text{KaDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3

6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] => * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
7: Stabilità globale	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] => * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3

### Armatura minima

	Dettaglio parametri
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo eseguito.
Controllo passo staffe	OK: requisiti minimi soddisfatti
Passo staffe (cm)	10
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	33.333
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	6.4
Area staffe minima, da normativa (cm <sup>2</sup> /m)	0
Area staffe (cm <sup>2</sup> /m)	30.78
Controlla area min. staffe.	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Controllo diametro min. staffe	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	1.4/ 0

--	--



### Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	491.26/926.51	113.95/926.51	1.81	5.868	7.548	-6.77	1.855

### Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 7	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 7	@ Dx/H max	@ Dx/H max
4.166	0.937	3919.1	1.855	0.187	3919.074	1.855

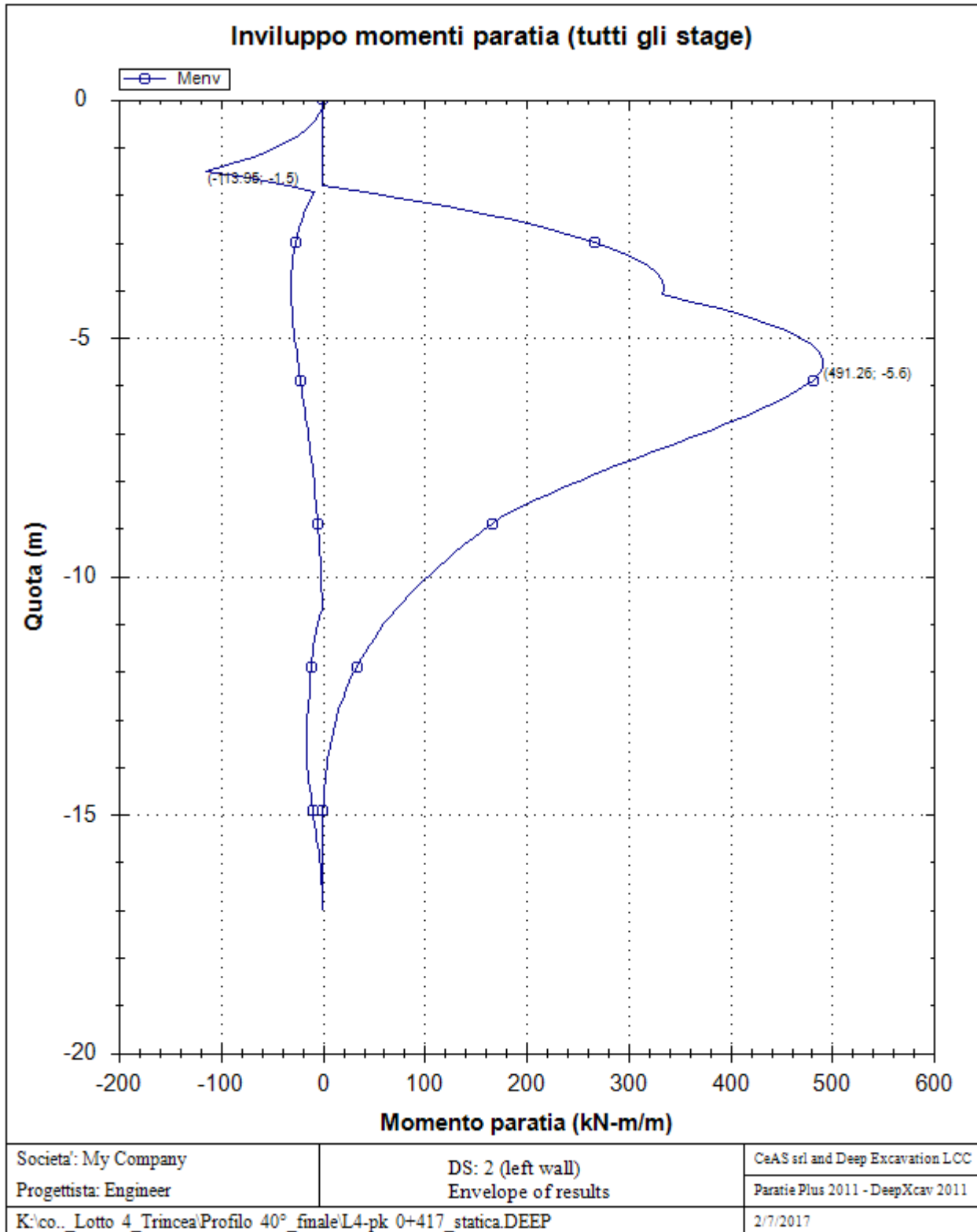
Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

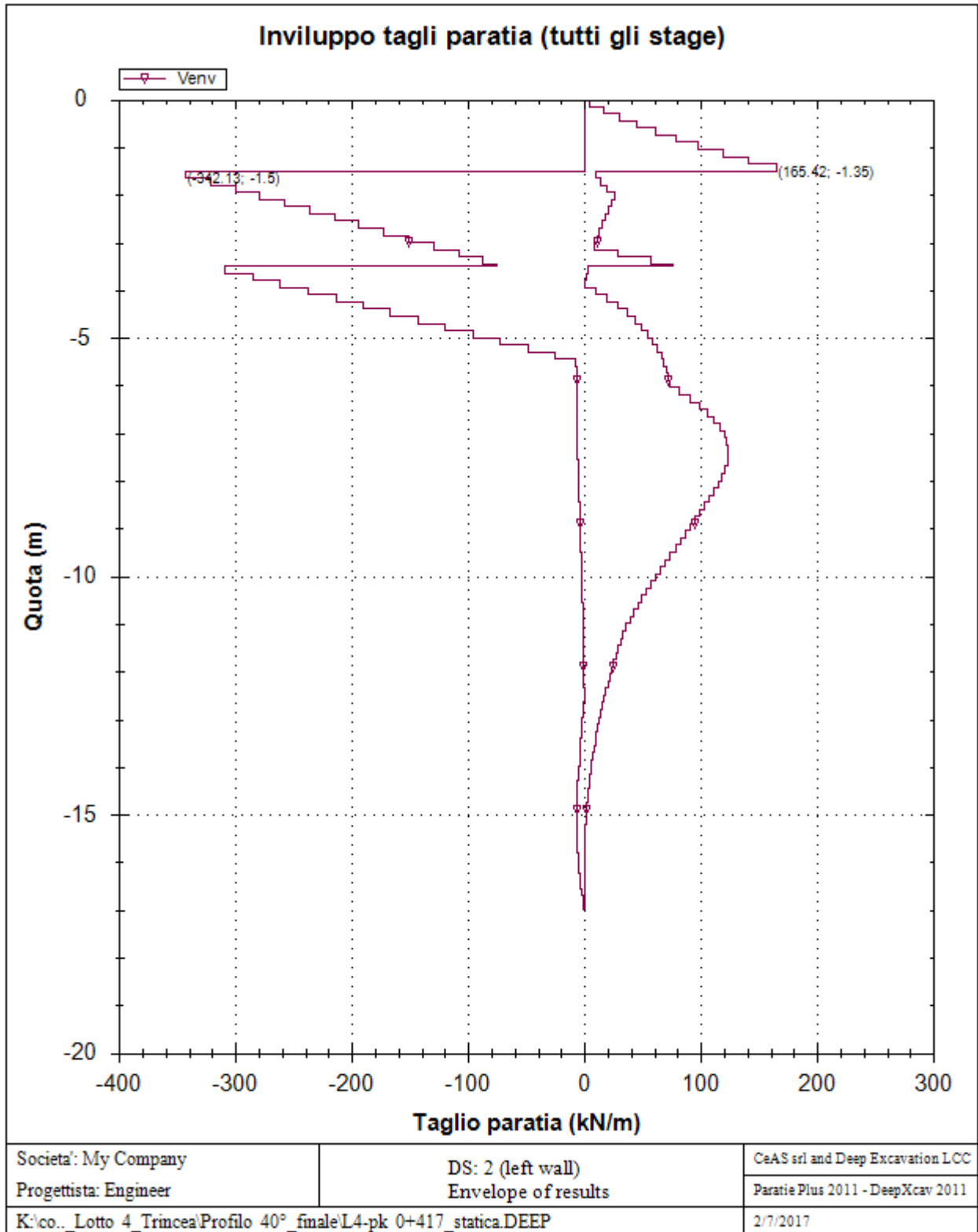
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1061.09	0	530.54	0	0.59
1	723.24	0	361.62	0	0.53

## Envelope of results

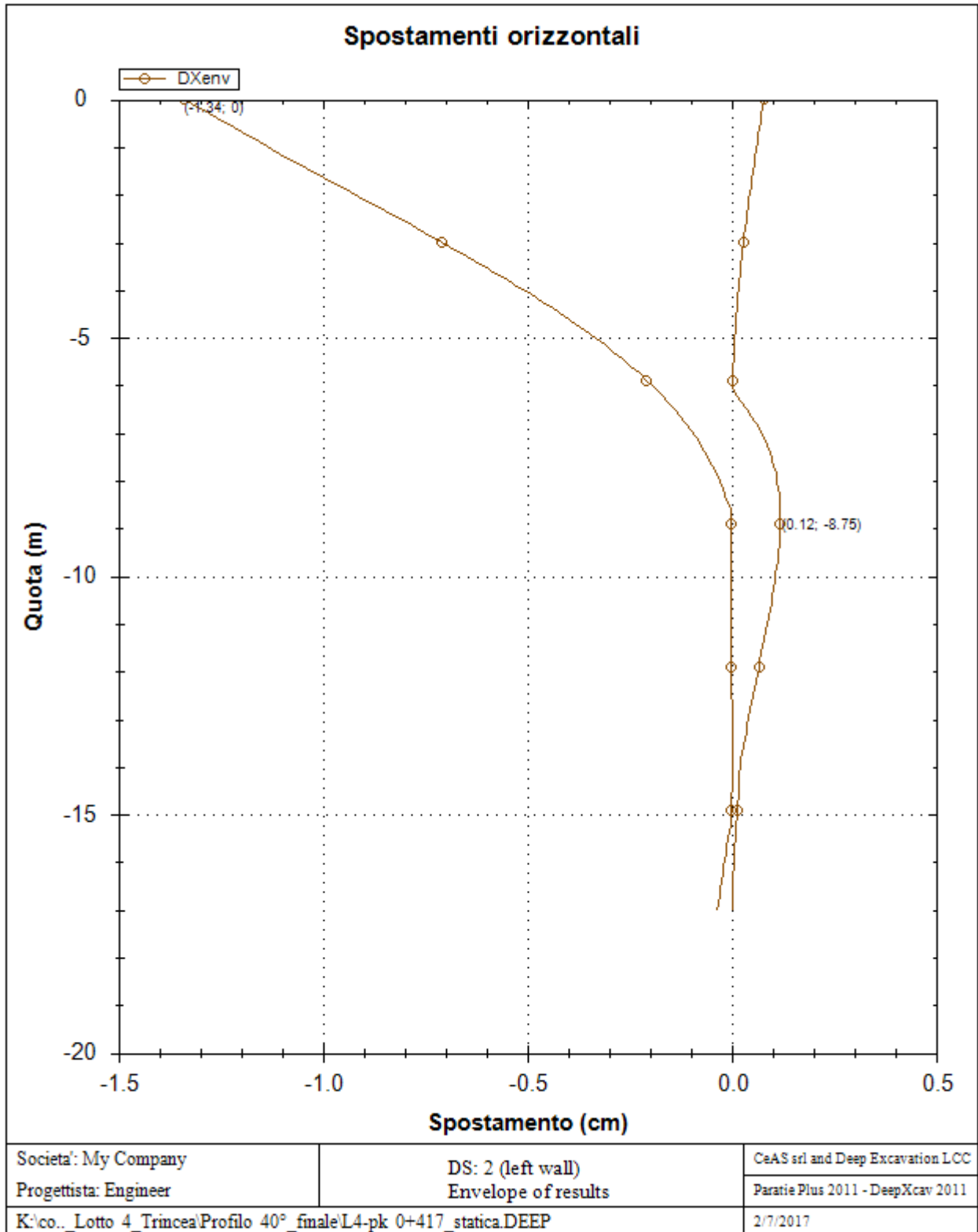
---

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.









## APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(perm)	F(temp)	F(perm)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
5	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
6	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
7	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

## APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(perm)	F(temp)	F(perm)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
5	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
6	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
7	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore reazione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

## DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qcb termine argilloso-sabbioso	17.4	17.4	30	15	N/A	N/A	N/A	20000	60000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qcb termine argilloso- sabbioso	0.35	-	-	0.5	1	-	-	180	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidità molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

## STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato  
Soil del type=nome di del terreno  
OCR=rapporto di sovraconsolidazione  
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Qcb termine argilloso- sabbioso	1	0.5

## DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

### Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
Fe360	235.2	360	206000.2	77.0046
Fe510	355.2	509.7	206000.2	77.0046
A36	248.3	400	200100	77.0046
A50	344.8	500	200100	77.0046
New steel 4	241.4	413.8	206000.2	77.0046

### Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C20/25	20	29961.9	25.0029	10
C25/30	24.8	31475.7	25.0029	10
Fc 3ksi	20.7	21541.8	23.5728	10
C32/40	32	31187	25	10

### Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
Grade 60	413.8	200100
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S410	409.7	210000.1
S500	500	210000.1
B450C	449.7	210000.1

### Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu	Ultimate Tensile Strength FtU	Ultimate Shear Strength Fvu	Density g	Elastic E
------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	-----------	-----------

	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength  $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

$f'_c=f_{ck}$ =resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength  $f_t=f_{ctk}$ =resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength  $f_y=f_{yk}$ =resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength  $F_b=f_{bk}$ =resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength  $F_{tu}=f_{tuk}$ =res caratt. parallela alle fibre

Ultimate shear strength  $F_{vu}=f_{vuk}$ =res. caratt. a taglio

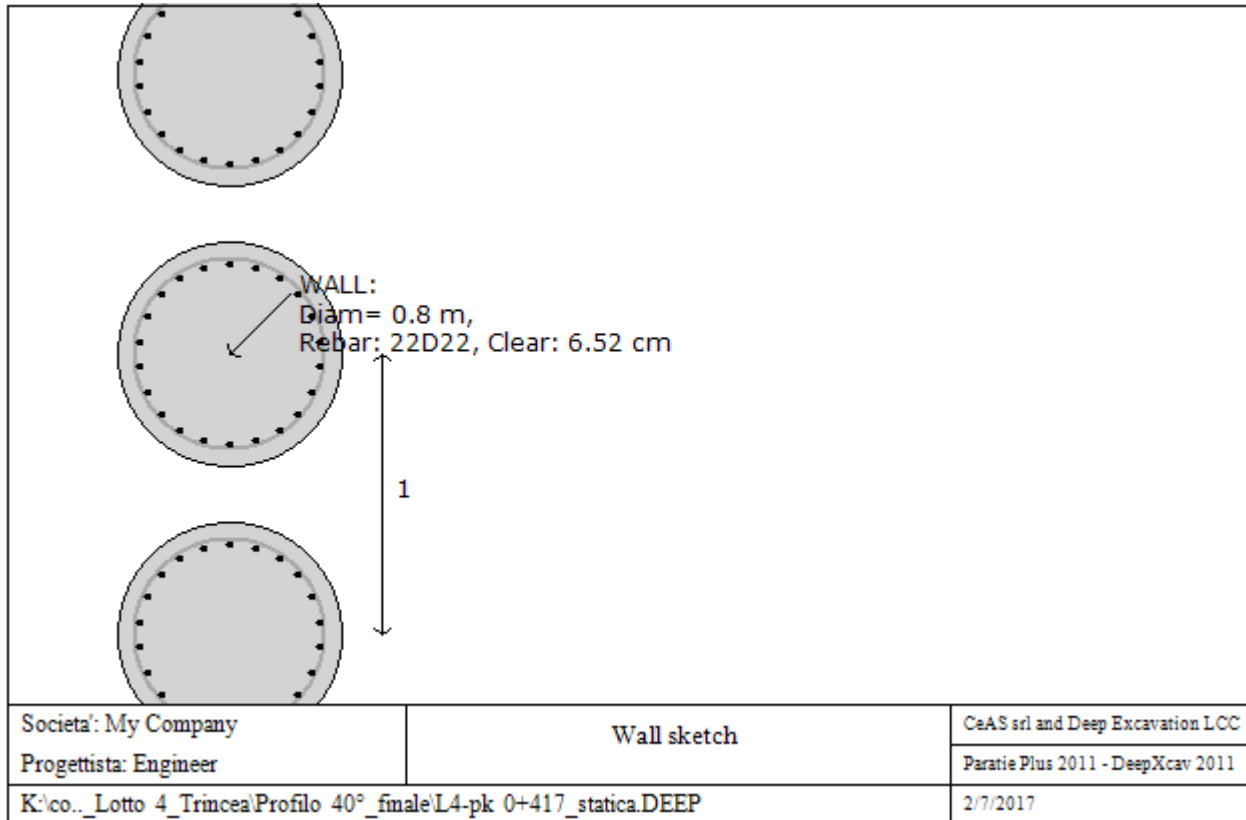
Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

## **DATI PARATIE**

---

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: Wall 1

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -17 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 0.8

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Swater= 0.8

$f_c' \text{ cls} = 32$   $F_y \text{ barre} = 449.7$   $E_{cls} = 31187$   $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 60%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 80 \text{ cm}$ ,  $A = 5026.54824574367 \text{ cm}^2$ ,  $I_{xx} = 2010619.29829747 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima:  $N = 22 \text{ barre } \#D22 = A_{sTop} 83.62 \text{ cm}^2$ ,  $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar  $\#D14 = A_s 1.539 \text{ cm}^2$ ,  $sV = 10 \text{ cm}$

#### DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete  $f'c=fck$ =res cilindrica caratteristica cls

Rebar  $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio armature

E<sub>conc</sub>=modulo elastico cls

Concrete tension  $f_{ct}=f_{ctk}$ =resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members  $f_y=f_{yk}$ =res caratteristica acciaio

E<sub>steel</sub>=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

$F_y=f_{yk}$

$F'c=fck$

D=altezza paratia

B=base paratia

t<sub>f</sub>=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

I<sub>xx</sub>=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

S<sub>xx</sub>=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

t<sub>w</sub> o t<sub>p</sub>=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

b<sub>f</sub>=larghezza della sezione

t<sub>f</sub>=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

I<sub>xx</sub>=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

S<sub>xx</sub>=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

r<sub>x</sub>=raggio giratore d'inerzia lungo x

I<sub>yy</sub>=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

S<sub>yy</sub>=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

r<sub>y</sub>=raggio giratore d'inerzia lungo y

C<sub>w</sub>=costante di ingobbamento

$f_y=f_{yk}$

#### **DATI VINCOLI, TIRANTI, PUNTONI, ECC**



Vincolo 0: Tipo = Tirante

X = 0.8 m, Z = -1.5 m, S = 2 m

Lfree = 6 m, Lfix = 22 m, Rfix = 50 %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No
0	No	-	-	-	-
1	No	-	-	-	-
2	Si'	810	-	-	-
3	Si'	-	-	-	-
4	Si'	-	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-

Vincolo 1: Tipo = Tirante

X = 0.8 m, Z = -3.5 m, S = 2 m

Lfree = 5 m, Lfix = 19 m, Rfix = 50 %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No
0	No	-	-	-	-
1	No	-	-	-	-
2	No	-	-	-	-
3	No	-	-	-	-
4	Si'	540	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-

Support type= tipo di vincolo  
 Tieback=tirante

Strut=puntone

Raker=Sbadacchio

LEGENDA PER TIRANTI

Dati generali

Z=quota vincolo

S=interasse in direzione orizzontale

Lfree=lunghezza tratto elastico

Lfix=lunghezza tratto rigido

Rfix=% sfruttamento tratto rigido

Stage No=numero step di scavo

Active=stato tirante (YES=attivo)

Post stress= precarico tirante (carico moltiplicato per interasse)

Walls= indica il nome della paratia alla quale il vincolo è applicato

Nel caso di solette indica il punto di partenza e cioè la paratia di sinistra

## PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contle	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FWall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	10.427	14.059	10.427
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	8.229	9.851	8.229
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.548	7.548	N/A
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	6.151	6.151	N/A
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	6.125	6.125	3035.132
Stage 5	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	6.14	6.14	174.405
Stage 6	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	5.868	5.868	440.968
Stage 7	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	5.868	5.868	440.968

Name=nome fase

-----

Analysis method=metodo di calcolo

COntventional=analisi all'equilibriolimitate  
springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)  
DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata  
U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata  
Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

----

Drive press=Ka=spinta terreno attiva  
ka mult=eventuale moltiplicatore Ka  
Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale  
Resit press=Kp=spinta terreno passiva  
Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp  
COntle Method=  
Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)  
Axial Incl=se azione assiale inclusa  
Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN  
Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)  
Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)  
Toe FS pas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

## GRAFICI FASI DI SCAVO

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

## Stabilita' del piede

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	10.427	10.427	14.059	113.333	2.953	4.031
Fase 1	8.229	8.229	9.851	136.364	2.375	3.957
Fase 2	7.548	N/A	7.548	7.548	2.542	4.388
Fase 3	6.151	N/A	6.151	61.208	1.948	4.379
Fase 4	6.125	3035.132	6.125	61.208	2.027	4.635
Fase 5	6.14	174.405	6.14	14.287	1.81	4.411
Fase 6	5.868	440.968	5.868	21.188	1.984	4.43
Fase 7	5.868	440.968	5.868	21.188	1.984	4.43

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

Analisi all'Equilibrio Limite (i seguenti Fattori di Sicurezza potrebbero non essere applicabili in tutte le fasi):

FS Passiva (FS1): FS calcolato sulla base dell'equilibrio in direzione orizzontale,  $FS1 = \text{Forza Resistente} / \text{Forza Agente}$

FS Rotazione (FS2): FS calcolato sulla base dell'equilibrio alla rotazione,  $FS2 = \text{Momento Resistente} / \text{Momento Agente}$

FS Lunghezza (da FS1, FS2): il software determina la massima infissione LFS1 richiesta imponendo un FS1, FS2 = 1.

Successivamente, FS Lunghezza = Lunghezza di infissione corrente/LFS1.

Analisi Non Lineare:

FS4 Passiva / Vera: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Passiva mobilitabile / Spinta Vera

FS5 Vera / Attiva: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Vera / Spinta Attiva mobilitabile

## N.1.2 Condizioni sismiche

### SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:  
- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte  
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi

#### Summario di ogni approccio

Base model	Mom. paratia	Taglio paratia	Spost. paratia	Vincolo	Vincolo	Infissione	Commenti
0: DM08_ITA: EQK - GEO	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
Base model	761.73	628.46	5.98	838.19	0.831	1.805	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	761.73	628.46	5.98	838.19	0.831	1.805	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - STR	881.21	664.2	6.17	875.2	0.883	1.469	Risolto con successo

#### Sommario esteso

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo	5.98	3.9	761.73	761.73
0: DM08_ITA: EQK - GEO	Risolto con successo	5.98	3.9	761.73	761.73
0: DM08_ITA: EQK - STR	Risolto con successo	6.17	4.44	881.21	881.21

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
Base model	628.46	628.46	0.822	0.822	0.918	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	664.2	664.2	0.951	0.951	0.971	N/A

0: DM08_ITA: EQK - STR	628.46	628.46	0.822	0.822	0.918	N/A
------------------------	--------	--------	-------	-------	-------	-----

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out
Base model	N/A	838.19	1676.38	0.831	0.831	0.598
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	875.2	1750.4	0.883	0.883	0.778
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	838.19	1676.38	0.831	0.831	0.718

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Base model	4.166	8.798	6.531	3.221	N/A	1.805	2.719
0: DM08_ITA: EQK - GEO	3.333	4.576	3.846	2.511	N/A	1.469	1.994
0: DM08_ITA: EQK - STR	4.166	8.798	6.531	3.221	N/A	1.805	2.719

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Base model	10.44	N/A	1.657
0: DM08_ITA: EQK - GEO	7.228	N/A	1.325
0: DM08_ITA: EQK - STR	10.44	N/A	1.657

### Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
TSF Momento	0.822	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Wall Moment (kN-m/m)	761.73	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Momento (kN-m)	761.73	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Momento resistente (kN-m/m)	926.507	2: 0: DM08_ITA:	7: Spinta terreno di	1: Wall 1	29

		EQK - STR	monte		
Taglio (kN/m)	628.46	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
Taglio (kN)	628.46	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
TSF taglio	0.918	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
Taglio resistente (kN/m)	684.23	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
Spostamenti (cm)	5.984	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	3.896	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN)	1676.38	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN/m)	838.19	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	1: Wall 1	0
Verifica supporto	0.831	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	1
Verifica GEO supporto	0.718	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	0
Verifica STR supporto	0.831	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	1
FS infissione (eq. limite)	8.798	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	8
FS rotazione (eq. limite)	6.531	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	8
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	3.221	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	8
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	1.805	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	5: Scavo -6m	1: Wall 1	5
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	3.726	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	8: Stabilità globale	1: Wall 1	8
FS fondo scavo (eq. limite)	4.166	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	5: Scavo -6m	1: Wall 1	5

### Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Reazione vincoli	1750.4	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	875.2	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	1: Wall 1	0
Verifica vincoli	0.859	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	0
TSF GEO	0.778	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	0

TSF STR	0.859	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	1199.32	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	1: Wall 1	1
Reazione vincoli	599.66	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	1: Wall 1	1
Verifica vincoli	0.883	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	1
TSF GEO	0.689	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	1
TSF STR	0.883	5: 1: DM08_ITA: EQK - GEO	8: Stabilità globale	1: Wall 1	1

### Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	761.73	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Momento +M (kN-m)	761.73	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Momento -M (kN-m)	-705.28	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
TSF Momento	0.822	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Momento resistente (kN-m/m)	926.507	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	29
Taglio (kN)	628.46	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
TSF taglio	0.918	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10
Taglio resistente (kN/m)	684.23	2: 0: DM08_ITA: EQK - STR	7: Spinta terreno di monte	1: Wall 1	10

### Momento massimo per ogni fase

	Approccio di base	DS: 1	DS: 2
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1 (EQK-STR)	DS: 2 (EQK-GEO))
Momento fase1 (kN-m/m)	-26.81	-26.81	-29.92
Momento fase2 (kN-m/m)	229.65	229.65	315.51
Momento fase3 (kN-m/m)	259.01	259.01	339.26
Momento fase4 (kN-m/m)	236.37	236.37	351.88
Momento fase5 (kN-m/m)	393.15	393.15	508.7



Momento fase6 (kN-m/m)	369.2	369.2	484.41
Momento fase7 (kN-m/m)	761.73	761.73	881.21
Momento fase8 (kN-m/m)	761.73	761.73	881.21

#### Taglio massimo per ogni fase

	Approccio di base	DS: 1	DS: 2
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1 (EQK-STR)	DS: 2 (EQK-GEO)
V stg1 (kN/m)	21.51	21.51	19.58
V stg2 (kN/m)	-246.51	-246.51	-279.06
V stg3 (kN/m)	-265.65	-265.65	-296.89
V stg4 (kN/m)	-214.28	-214.28	-237.83
V stg5 (kN/m)	-242.35	-242.35	-266.35
V stg6 (kN/m)	-234.99	-234.99	-258.83
V stg7 (kN/m)	-628.46	-628.46	-664.2
V stg8 (kN/m)	-628.46	-628.46	-664.2

#### Massima reazione vincolare

	Approccio di base	DS: 1 (EQK-STR)	DS: 2 (EQK-GEO)
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2
Rmax Fase 1 (kN/m)			
Rmax Fase 2 (kN/m)	405	405	405
Rmax Fase 3 (kN/m)	409.72	409.72	409.74
Rmax Fase 4 (kN/m)	373.97	373.97	362.32
Rmax Fase 5 (kN/m)	381.56	381.56	369.31
Rmax Fase 6 (kN/m)	380.76	380.76	368.42
Rmax Fase 7 (kN/m)	838.19	838.19	875.2
Rmax Fase 8 (kN/m)	838.19	838.19	875.2

## DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

### Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
Fe360	235.2	360	206000.2	77.0046
Fe510	355.2	509.7	206000.2	77.0046
A36	248.3	400	200100	77.0046
A50	344.8	500	200100	77.0046
New steel 4	241.4	413.8	206000.2	77.0046

### Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C20/25	20	29961.9	25.0029	10
C25/30	24.8	31475.7	25.0029	10
Fc 3ksi	20.7	21541.8	23.5728	10
C32/40	32	31187	25	10

### Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
Grade 60	413.8	200100
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S410	409.7	210000.1
S500	500	210000.1
B450C	449.7	210000.1

### Legno

Name	Ultimate Bending Strength F <sub>bu</sub>	Ultimate Tensile Strength F <sub>tu</sub>	Ultimate Shear Strength F <sub>vu</sub>	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m <sup>3</sup> )	(MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength f<sub>y</sub>=f<sub>yk</sub>=res caratteristica acciaio

F<sub>u</sub>=f<sub>uk</sub>=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'<sub>c</sub>=f<sub>ck</sub>=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=f<sub>t</sub>=f<sub>ctk</sub>=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength f<sub>y</sub>=f<sub>yk</sub>=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

Ultimate bending strength F<sub>b</sub>=f<sub>bk</sub>=resistenza caratteristica a flessione

Ultimate tensile strength F<sub>tu</sub>=f<sub>tuk</sub>=res caratt. parallela alle fibre

Ultimate shear strength F<sub>vu</sub>=f<sub>vuk</sub>=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

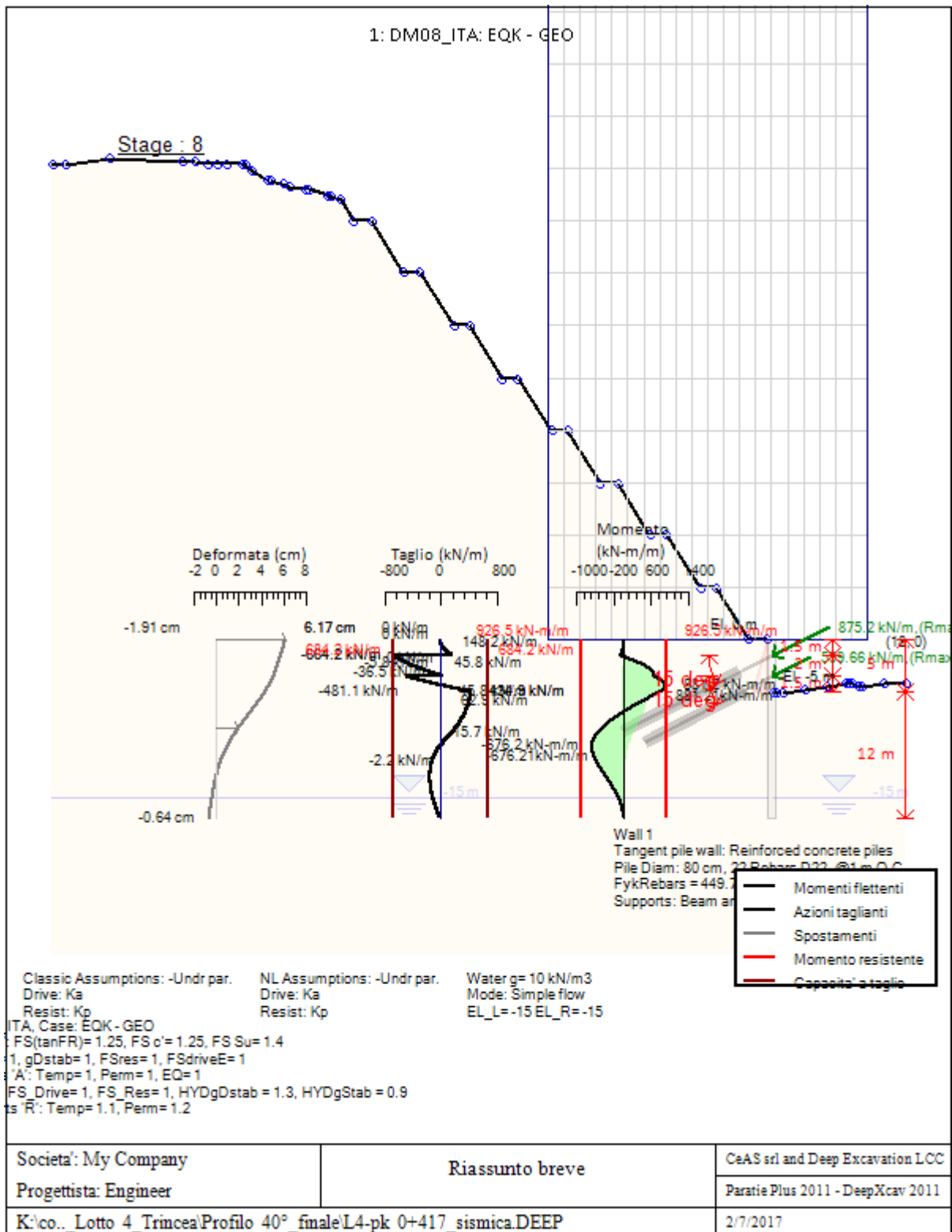
*Progetto: My Project*  
*Risultati per la Design Section 1: 0: DM08\_ITA: EQK -*  
*GEO*

**SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA**

---

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi



Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	881.21/926.51	676.21/926.51	1.469	3.846	2.511	-9.78	1.325

#### Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 8	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 8	@ Dx/H max	@ Dx/H max
3.333	1.659	3919.1	1.325	0.332	3919.074	1.325

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1750.4	0	875.2	0	0.86
1	1199.32	0	599.66	0	0.88

## Envelope of results

Di seguito si riportano i risultati delle fasi di scavo principali.

Sommario esteso per ogni fase

	Risultati di calcolo	Spost. paratia	Cedimenti	Mom. paratia	Mom. paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Getto paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -2m	Risolto con successo	0.11	0.03	29.92	29.92
1° Tirante	Risolto con successo	-1.2	0	315.51	315.51
Scavo -4m	Risolto con successo	-1.14	0	339.26	339.26
2° Tirante	Risolto con successo	-1.91	0	351.88	351.88
Scavo -6m	Risolto con successo	-1.9	0.64	508.7	508.7
Scavo -5m	Risolto con successo	-1.9	0	484.41	484.41
Spinta terreno di monte	Risolto con successo	6.17	4.44	881.21	881.21
Stabilità globale	Risolto con successo	6.17	4.44	881.21	881.21

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
Getto paratia	0	0	0.01	0	0	N/A
Scavo -2m	19.58	19.58	0.032	0.032	0.029	N/A
1° Tirante	279.06	279.06	0.341	0.341	0.408	N/A
Scavo -4m	296.89	296.89	0.366	0.366	0.434	N/A
2° Tirante	237.83	237.83	0.38	0.38	0.348	N/A
Scavo -6m	266.35	266.35	0.549	0.549	0.389	N/A
Scavo -5m	258.83	258.83	0.523	0.523	0.378	N/A
Spinta terreno di monte	664.2	664.2	0.951	0.951	0.971	N/A
Stabilità globale	664.2	664.2	0.951	0.951	0.971	N/A

	SLS acciaio	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo	Vincolo
	Ver. tensionale	R max (kN/m)	R max (kN)	TSF GEO	TSF STR	Verifica pull out
Getto paratia	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo -2m	N/A	0	0	0	N/A	N/A
1° Tirante	N/A	405	810	0.398	0.398	0.36
Scavo -4m	N/A	409.74	819.48	0.402	0.402	0.364
2° Tirante	N/A	362.32	724.64	0.398	0.398	0.322

Scavo -6m	N/A	369.31	738.62	0.415	0.415	0.328
Scavo -5m	N/A	368.42	736.84	0.413	0.413	0.327
Spinta terreno di monte	N/A	875.2	1750.4	0.883	0.883	0.778
Stabilità globale	N/A	875.2	1750.4	0.883	0.883	0.778

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Getto paratia	1000	7.55	9.693	113.333	N/A	2.377	2.987
Scavo -2m	4.707	5.949	6.778	136.364	N/A	1.912	2.927
1° Tirante	4.707	N/A	5.58	5.58	N/A	2.053	3.238
Scavo -4m	3.727	N/A	4.536	35.829	N/A	1.571	3.224
2° Tirante	3.727	4.576	4.538	61.208	N/A	1.64	3.392
Scavo -6m	3.333	103.333	4.464	10.273	N/A	1.469	3.19
Scavo -5m	3.47	214.19	4.311	13.837	N/A	1.613	3.204
Spinta terreno di monte	3.47	6.15	3.864	2.511	N/A	1.53	1.994
Stabilità globale	3.47	6.065	3.846	2.511	N/A	1.509	2.011

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Getto paratia	N/A	N/A	N/C
Scavo -2m	N/A	N/A	N/C
1° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -4m	N/A	N/A	N/C
2° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -6m	N/A	N/A	N/C
Scavo -5m	N/A	N/A	N/C
Spinta terreno di monte	N/A	N/A	N/C
Stabilità globale	7.228	N/A	1.325

#### Forza/interasse del vincolo per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -1.5) kN/m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN/m
--	------------------------------------	------------------------------------



Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	405	0
Fase 3	409.74	0
Fase 4	362.32	270
Fase 5	369.31	281.97
Fase 6	368.42	280.61
Fase 7	875.2	599.66
Fase 8	405	0

#### Reazione vincolare per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -1.5) kN at 2 m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN at 2 m
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0

Fase 2	810	0
Fase 3	819.48	0
Fase 4	724.64	540
Fase 5	738.62	563.94
Fase 6	736.84	561.22
Fase 7	1750.4	1199.32
Fase 8	1750.4	1199.32

#### FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	7.55	7.55	9.693	113.333	2.377	2.987
Fase 1	5.949	5.949	6.778	136.364	1.912	2.927
Fase 2	5.58	N/A	5.58	5.58	2.053	3.238
Fase 3	4.536	N/A	4.536	35.829	1.571	3.224
Fase 4	4.538	4.576	4.538	61.208	1.64	3.392
Fase 5	4.464	103.333	4.464	10.273	1.469	3.19
Fase 6	4.311	214.19	4.311	13.837	1.613	3.204
Fase 7	2.511	6.15	3.864	2.511	1.53	1.994
Fase 8	2.511	6.065	3.846	2.511	1.509	2.011

#### Verifica vincolo per fase

	Verifica str vincolo #0(EL= -1.5)	Verifica str vincolo #1(EL= -3.5)
--	-----------------------------------	-----------------------------------

Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	0.398	0
Fase 3	0.402	0
Fase 4	0.356	0.398
Fase 5	0.363	0.415
Fase 6	0.362	0.413
Fase 7	0.859	0.883
Fase 8	0.859	0.883

#### Forze (Res. F, M/Drive F, M)

	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Passiva mobilizzata	FS Spinta attuale attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(Fres./Fattiva)	(Mres./Mattivo)	(Infiss./FSpede=1)	(Fpass./Fpas_Mobilitata)	/ Attiva teorica		
Fase 0	5378.634/712.449	32196.88/3321.66	17/0.15	5426.2/2282.5	2282.5/764.1	N/A	N/A
Fase 1	4238.559/712.449	22515.03/3321.66	15/0.11	4276.9/2236.9	2236.9/764.1	N/A	N/A
Fase 2	N/A	43792.07/7848.16	N/A	4276.9/2083.2	2474.4/764.1	N/A	N/A
Fase 3	N/A	35615.82/7852.56	13/0.36	3264.3/2077.2	2473/766.96	N/A	N/A
Fase 4	3227.803/705.394	29085.44/6409.08	13/0.21	3264.3/1990.8	2601.5/766.96	N/A	N/A
Fase 5	2271.787/21.985	28669.95/6422.11	11/1.07	2712.4/1846.4	2475.4/776.1	N/A	N/A
Fase 6	2236.144/10.44	27643.82/6412.48	12/0.87	2971.1/1841.7	2468.4/770.37	N/A	N/A
Fase 7	2236.144/363.597	27643.82/7153.63	12/4.78	2971.1/1941.7	1536.3/770.37	N/A	N/A
Fase 8	2205.066/363.597	27108.58/7049.2	12/4.78	2929.5/1941.7	1536.3/763.81	N/A	N/A

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato monte

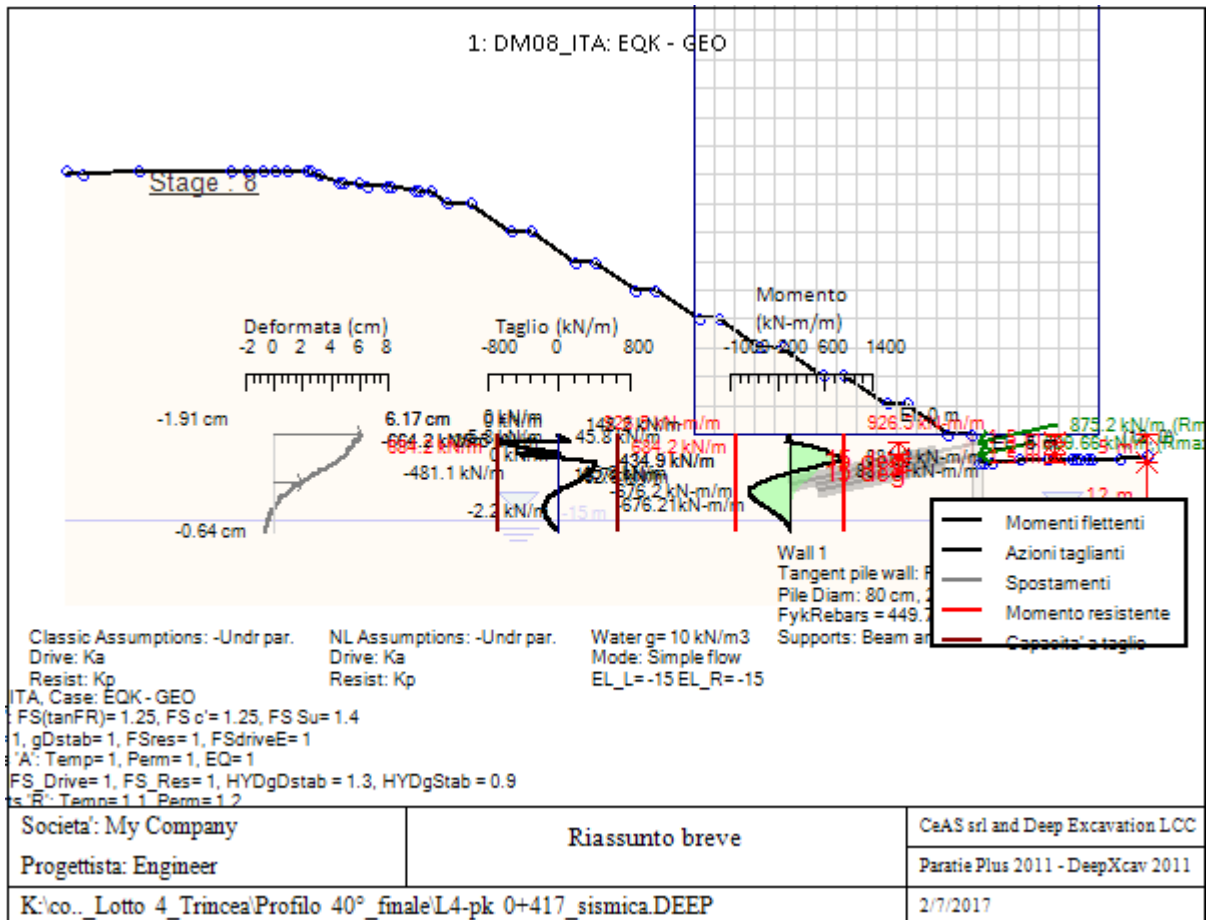
	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia	Terreno	C'	Su	KaH	KpH
				Attrito	Attrito	(kPa)	(kPa)		
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.444 / 3 = 2.444$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.444 / 3 = 2.444$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.444 / 3 = 2.444$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.444 / 3 = 2.444$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
4: 2° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Rankine\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.444 / 3 = 2.444$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 5.022)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.8 / 3 = 2.8$	0	24.791	12	0	0.434	2.8
6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 2.16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.592 / 3 = 2.592$	0	24.791	12	0	0.419	2.592
7: Spinta terreno di monte	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 2.16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.592 / 3 = 2.592$	0	24.791	12	0	0.419	2.592
8: Stabilità globale	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KpDH = [KpHBase / FS\_Resist] \times [Coulomb\_Kph(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 2.16)] / [Rankine\_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.592 / 3 = 2.592$	0	24.791	12	0	0.419	2.592

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato valle

	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia	Terreno	C'	Su	KaH	KpH
				Attrito	Attrito	(kPa)	(kPa)		
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
4: 2° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
7: Spinta terreno di monte	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444
8: Stabilità globale	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS\_DriveEarth \times [Rankine\_Kah(deg\ FR= 24.791, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine\_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.409 / 0.333 = 0.409$	0	24.791	12	0	0.409	2.444

Armatura minima

	Dettaglio parametri
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo eseguito.
Controllo passo staffe	OK: requisiti minimi soddisfatti
Passo staffe (cm)	10
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	33.333
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	5.6
Area staffe minima, da normativa (cm <sup>2</sup> /m)	0
Area staffe (cm <sup>2</sup> /m)	30.78
Controlla area min. staffe.	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Controllo diametro min. staffe	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	1.4/ 0



Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	881.21/926.51	676.21/926.51	1.469	3.846	2.511	-9.78	1.325

Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 8	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 8	@ Dx/H max	@ Dx/H max
3.333	1.659	3919.1	1.325	0.332	3919.074	1.325

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1750.4	0	875.2	0	0.86
1	1199.32	0	599.66	0	0.88

## APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(perm	F(temp	F(perm	F(temp	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	Default	Service Factors	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

## DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qcb termine argilloso-sabbioso	17.4	17.4	30	15	N/A	N/A	N/A	20000	60000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qcb termine argilloso-sabbioso	0.35	-	-	0.5	1	-	-	180	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressioen vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco  
Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco  
Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)  
LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico  
EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo  
SIMC= Modo semplificato per argille

## STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato  
Soil type=nome di del terreno  
OCR=rapporto di sovraconsolidazione  
K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Qcb termine argilloso-sabbioso	1	0.5

## DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

### Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
Fe360	235.2	360	206000.2	77.0046
Fe510	355.2	509.7	206000.2	77.0046
A36	248.3	400	200100	77.0046
A50	344.8	500	200100	77.0046
New steel 4	241.4	413.8	206000.2	77.0046

### Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)

C20/25	20	29961.9	25.0029	10
C25/30	24.8	31475.7	25.0029	10
Fc 3ksi	20.7	21541.8	23.5728	10
C32/40	32	31187	25	10

#### Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
Grade 60	413.8	200100
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S410	409.7	210000.1
S500	500	210000.1
B450C	449.7	210000.1

#### Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu	Ultimate Tensile Strength FtU	Ultimate Shear Strength Fvu	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

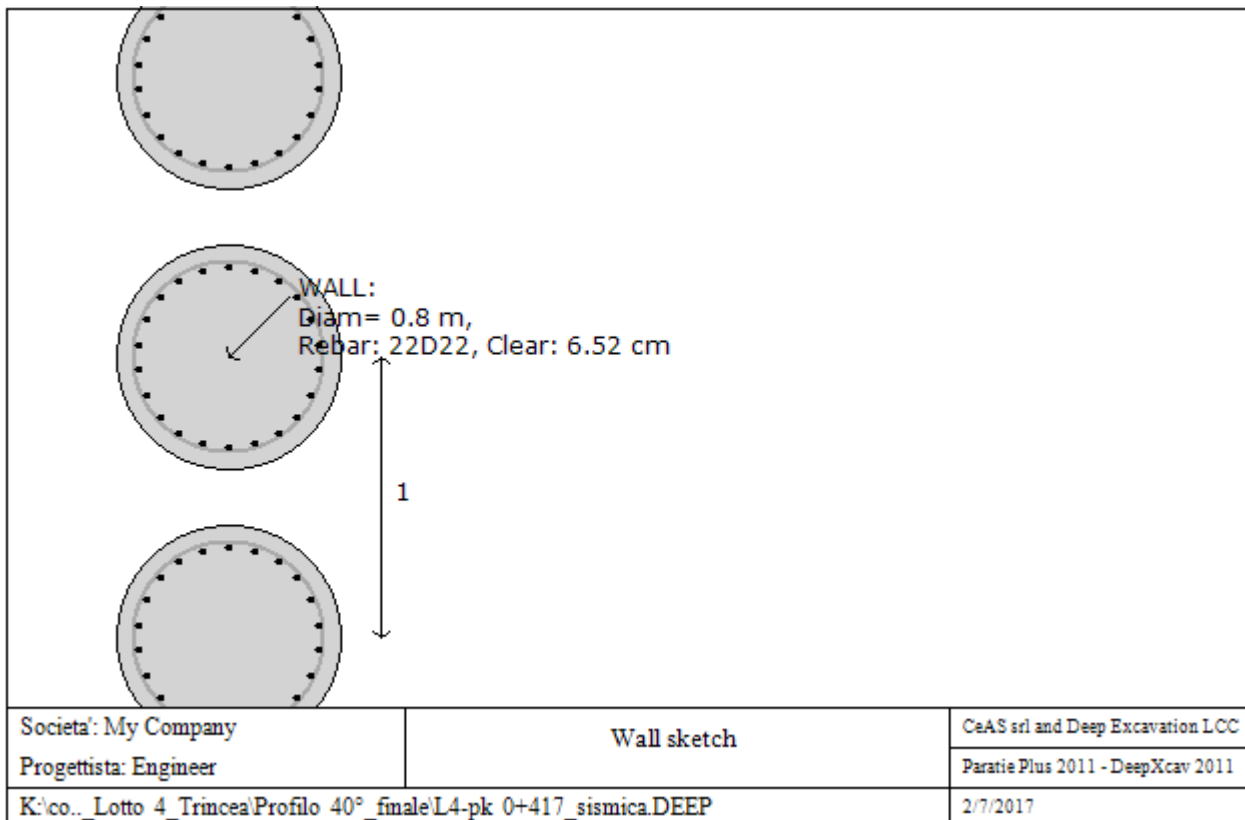
Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

Elastic E=modulo elastico  
 WOOD=legno  
 Name=nome materiale  
 Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione  
 Ultimate tensile strength Ft<sub>u</sub>=ft<sub>uk</sub>=res caratt. parallela alle fibre  
 Ultimate shear strength Fv<sub>u</sub>=fv<sub>uk</sub>=res. caratt. a taglio  
 Density g=peso specifico  
 Elastic E=modulo elastico

## DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: Wall 1

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -17 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 0.8

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Swater= 0.8

fc' cls = 32 Fy barre = 449.7 Ecls = 31187 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

Attrito paratia: % attrito terreno = 60%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 80 \text{ cm}$ ,  $A = 5026.54824574367 \text{ cm}^2$ ,  $I_{xx} = 2010619.29829747 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima:  $N = 22$  barre #D22 =  $A_{sTop} 83.622 \text{ cm}^2$ ,  $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar #D14 =  $A_s 1.539 \text{ cm}^2$ ,  $sV = 10 \text{ cm}$

#### DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete  $f'c=fck$ =res cilindrica caratteristica cls

Rebar  $f_y=f_yk$ =res caratteristica acciaio armature

$E_{conc}$ =modulo elastico cls

Concrete tension  $f_{ct}=f_{ctk}$ =resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members  $f_y=f_yk$ =res caratteristica acciaio

$E_{steel}$ =modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

$N/A$ = il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

$F_y=f_yk$

$F'c=fck$

$D$ =altezza paratia

$B$ =base paratia

$t_f$ =spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

$DES$ =tipo di palancolata

Shape=forma

$W$ =peso per unità di lunghezza

$A$ =area

$h$ =altezza

$t$ =spessore lamiera orizzontale

$b$ =base singolo elemento a Z o U

$s$ =spessore lati obliqui

$I_{xx}$ =inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

$S_{xx}$ =modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

$W$ =peso per unità di lunghezza

$A$ =area

$D$ =diametro

$t_w$  o  $t_p$ =spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

$b_f$ =larghezza della sezione

$t_f$ =spessore dell'ala

$k$ =altezza flangia + altezza raccordo

$I_{xx}$ =inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)  
 $S_{xx}$ =modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)  
 $r_x$ =raggio giratore d'inerzia lungo x  
 $I_{yy}$ =inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)  
 $S_{yy}$ =modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)  
 $r_y$ =raggio giratore d'inerzia lungo y  
 $C_w$ =costante di ingobbamento  
 $f_y=f_{yk}$

## DATI VINCOLI, TIRANTI, PUNTONI, ECC

Vincolo 0: Tipo = Tirante

$X = 0.8$  m,  $Z = -1.5$  m,  $S = 2$  m

$L_{free} = 6$  m,  $L_{fix} = 22$  m,  $R_{fix} = 50$  %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No
0	No	-	-	-	-
1	No	-	-	-	-
2	Si'	810	-	-	-
3	Si'	-	-	-	-
4	Si'	-	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-

Vincolo 1: Tipo = Tirante

$X = 0.8$  m,  $Z = -3.5$  m,  $S = 2$  m

$L_{free} = 5$  m,  $L_{fix} = 19$  m,  $R_{fix} = 50$  %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No

0	No	-	-	-	-
1	No	-	-	-	-
2	No	-	-	-	-
3	No	-	-	-	-
4	Si'	540	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-

Support type= tipo di vincolo

Tieback=tirante

Strut=puntone

Raker=Sbadacchio

LEGENDA PER TIRANTI

Dati generali

Z=quota vincolo

S=interasse in direzione orizzontale

Lfree=lunghezza tratto elastico

Lfix=lunghezza tratto rigido

Rfix=% sfruttamento tratto rigido

Stage No=numero step di scavo

Active=stato tirante (YES=attivo)

Post stress= precarico tirante (carico moltiplicato per interasse)

Walls= indica il nome della paratia alla quale il vincolo è applicato

Nel caso di solette indica il punto di partenza e cioè la paratia di sinistra

## PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contle	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.55	9.693	7.55
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	5.949	6.778	5.949

Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	5.58	5.58	N/A
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	4.536	4.536	N/A
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	4.538	4.538	4.576
Stage 5	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	4.464	4.464	103.333
Stage 6	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	4.311	4.311	214.19
Stage 7	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	2.511	3.864	6.15
Stage 8	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	2.511	3.846	6.065

Name=nome fase

----

Analysis method=metodo di calcolo

COntventional=analisi all'equilibriolimitate

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

----

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

## Stabilita' del piede

### FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	1000	7.55	9.693	113.333	2.377	2.987



Fase 1	4.707	5.949	6.778	136.364	1.912	2.927
Fase 2	4.707	N/A	5.58	5.58	2.053	3.238
Fase 3	3.727	N/A	4.536	35.829	1.571	3.224
Fase 4	3.727	4.576	4.538	61.208	1.64	3.392
Fase 5	3.333	103.333	4.464	10.273	1.469	3.19
Fase 6	3.47	214.19	4.311	13.837	1.613	3.204
Fase 7	3.47	6.15	3.864	2.511	1.53	1.994
Fase 8	3.47	6.065	3.846	2.511	1.509	2.011

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

Analisi all'Equilibrio Limite (i seguenti Fattori di Sicurezza potrebbero non essere applicabili in tutte le fasi):

FS Passiva (FS1): FS calcolato sulla base dell'equilibrio in direzione orizzontale, FS1 = Forza Resistente/Forza Agente

FS Rotazione (FS2): FS calcolato sulla base dell'equilibrio alla rotazione, FS2 = Momento Resistente / Momento Agente

FS Lunghezza (da FS1, FS2): il software determina la massima infissione LFS1 richiesta imponendo un FS1, FS2 = 1.

Successivamente, FS Lunghezza = Lunghezza di infissione corrente/LFS1.

Analisi Non Lineare:

FS4 Passiva / Vera: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Passiva mobilitabile / Spinta Vera

FS5 Vera / Attiva: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Vera / Spinta Attiva mobilitabile

## **Impostazioni stabilita' globale**

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = -40 m, Destra = 18 m, Spaziatura orizzontale = 20

Alto = 100 m, Basso = 0 m, Spaziatura verticale = 20

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

5 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

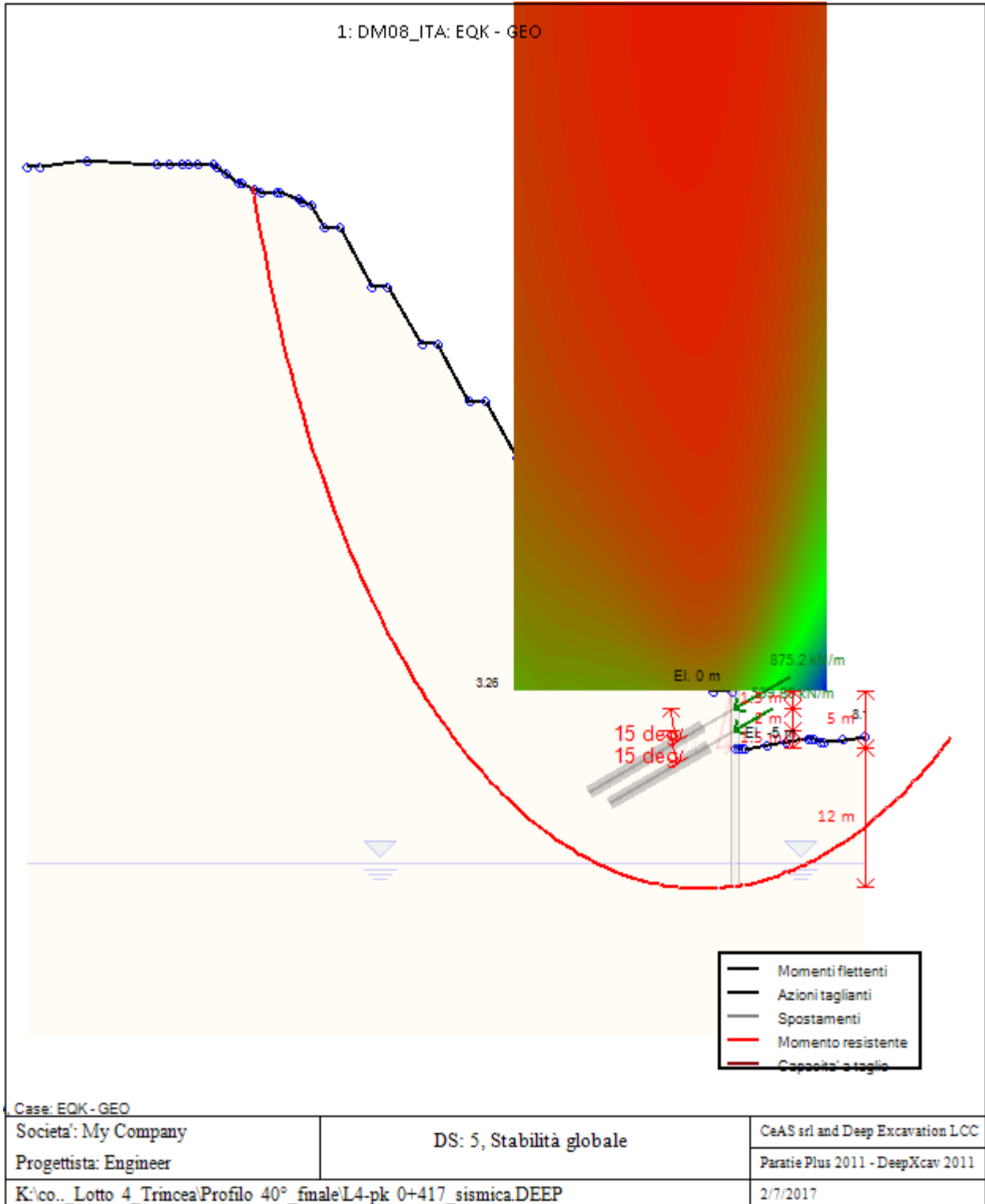
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

## **FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO**

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilità del pendio per ogni fase.



## ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 1: DM08\_ITA: EQK - GEO

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 0

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 1

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 2

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 3

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 4

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 5

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 6

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 7

Analisi di stabilita' del pendio non eseguita per questo stage.

### Analisi di stabilita' del pendio Stage: 8

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a  $x = -5.2$   $z = 70$  FS= 1.325

Slice	x1	ZsL	ZtL	x2	ZsR	ZtR	DL	an	Fr	c	Wn	ubL	ubR	tBase	Nr	EiL	EiR	TL	TR	UbF
No.	m	m	m	m	m	m	m	deg	deg	kPa	kN/m	kPa	kPa	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m

0	-88.24	43.52	43.52	-88.05	42.93	43.5	0.62	72.11	24.79	12	0.9	0	0	5.6	0	0	0	0	0	0
1	-88.05	42.93	43.5	-86.94	39.75	43.19	3.37	70.8	24.79	12	38.6	0	0	35.7	14.9	0	0	0	0	0
2	-86.94	39.75	43.19	-86.23	37.91	43.15	1.97	69.04	24.79	12	53.1	0	0	36.4	53.4	0	0	0	0	0
3	-86.23	37.91	43.15	-85.23	35.49	43.08	2.62	67.54	24.79	12	111.7	0	0	68.1	127.5	0	0	0	0	0
4	-85.23	35.49	43.08	-83.89	32.53	43	3.25	65.61	24.79	12	210.8	0	0	117.2	251.9	0	0	0	0	0
5	-83.89	32.53	43	-83.24	31.19	43.11	1.49	64.05	24.79	12	126.9	0	0	66.7	152.8	0	0	0	0	0
6	-83.24	31.19	43.11	-82.23	29.23	42.91	2.21	62.83	24.79	12	224.8	0	0	114.1	269.9	0	0	0	0	0
7	-82.23	29.23	42.91	-81.23	27.39	42.71	2.09	61.42	24.79	12	252.6	0	0	123.8	300.8	0	0	0	0	0
8	-81.23	27.39	42.71	-80.23	25.65	42.52	2.01	60.07	24.79	12	280.3	0	0	133.3	330.3	0	0	0	0	0
9	-80.23	25.65	42.52	-79.82	24.98	42.44	0.79	59.15	24.79	12	120.5	0	0	56.2	140.9	0	0	0	0	0
10	-79.82	24.98	42.44	-79.43	24.32	42.36	0.76	58.64	24.79	12	122.5	0	0	56.6	142.5	0	0	0	0	0
11	-79.43	24.32	42.36	-79.23	24	42.32	0.38	58.27	24.79	12	63.5	0	0	29.1	73.7	0	0	0	0	0
12	-79.23	24	42.32	-78.23	22.43	42.15	1.86	57.53	24.79	12	331.3	0	0	149.9	381.6	0	0	0	0	0
13	-78.23	22.43	42.15	-77.58	21.44	42.04	1.18	56.53	24.79	12	228	0	0	101.3	260.1	0	0	0	0	0
14	-77.58	21.44	42.04	-77.23	20.92	41.74	0.63	55.94	24.79	12	126.4	0	0	55.6	143.4	0	0	0	0	0
15	-77.23	20.92	41.74	-76.22	19.49	40.9	1.75	55.15	24.79	12	367.8	0	0	160.1	413.8	0	0	0	0	0
16	-76.22	19.49	40.9	-75.15	18.01	40	1.83	53.98	24.79	12	405.5	0	0	173.6	450.8	0	0	0	0	0
17	-75.15	18.01	40	-74.22	16.78	40	1.54	52.87	24.79	12	365	0	0	153.8	401.5	0	0	0	0	0
18	-74.22	16.78	40	-73.22	15.51	40	1.62	51.84	24.79	12	415.4	0	0	172.5	452.9	0	0	0	0	0
19	-73.22	15.51	40	-72.15	14.2	40	1.69	50.75	24.79	12	468.6	0	0	191.7	506	0	0	0	0	0
20	-72.15	14.2	40	-71.22	13.1	39.22	1.44	49.72	24.79	12	420.5	0	0	169.8	450	0	0	0	0	0
21	-71.22	13.1	39.22	-70.22	11.96	38.38	1.52	48.74	24.79	12	457.5	0	0	182.9	485.3	0	0	0	0	0
22	-70.22	11.96	38.38	-69.22	10.86	37.54	1.49	47.76	24.79	12	462.4	0	0	183	486.4	0	0	0	0	0
23	-69.22	10.86	37.54	-68.22	9.79	36.7	1.46	46.79	24.79	12	466.7	0	0	182.9	486.9	0	0	0	0	0
24	-68.22	9.79	36.7	-67.22	8.76	35.86	1.44	45.83	24.79	12	470.3	0	0	182.7	486.9	0	0	0	0	0
25	-67.22	8.76	35.86	-66.19	7.74	35	1.45	44.89	24.79	12	484.2	0	0	186.5	497.7	0	0	0	0	0
26	-66.19	7.74	35	-65.21	6.8	35	1.36	43.96	24.79	12	471.9	0	0	180.2	481.8	0	0	0	0	0
27	-65.21	6.8	35	-64.21	5.86	35	1.37	43.07	24.79	12	499.3	0	0	189	506.8	0	0	0	0	0
28	-64.21	5.86	35	-63.19	4.94	35	1.38	42.16	24.79	12	525.9	0	0	197.4	530.7	0	0	0	0	0
29	-63.19	4.94	35	-62.21	4.08	34.18	1.31	41.28	24.79	12	513.4	0	0	191.4	515.2	0	0	0	0	0
30	-62.21	4.08	34.18	-61.21	3.22	33.34	1.31	40.42	24.79	12	524.4	0	0	194.3	523.3	0	0	0	0	0
31	-61.21	3.22	33.34	-60.21	2.4	32.5	1.3	39.56	24.79	12	524.4	0	0	193.2	520.6	0	0	0	0	0

32	-60.21	2.4	32.5	-59.21	1.6	31.66	1.28	38.71	24.79	12	523.9	0	0	192	517.6	0	0	0	0	0
33	-59.21	1.6	31.66	-58.21	0.82	30.82	1.27	37.88	24.79	12	523.1	0	0	190.7	514.3	0	0	0	0	0
34	-58.21	0.82	30.82	-57.23	0.08	30	1.22	37.06	24.79	12	507.7	0	0	184.3	497	0	0	0	0	0
35	-57.23	0.08	30	-56.2	-0.67	30	1.27	36.24	24.79	12	541.9	0	0	195.7	528.5	0	0	0	0	0
36	-56.2	-0.67	30	-55.2	-1.38	30	1.23	35.41	24.79	12	540.4	0	0	194.1	525.1	0	0	0	0	0
37	-55.2	-1.38	30	-54.23	-2.05	30	1.18	34.62	24.79	12	535.9	0	0	191.5	519	0	0	0	0	0
38	-54.23	-2.05	30	-53.2	-2.75	29.13	1.24	33.83	24.79	12	573.5	0	0	204.1	553.5	0	0	0	0	0
39	-53.2	-2.75	29.13	-52.2	-3.4	28.29	1.19	33.03	24.79	12	553.6	0	0	196.4	532.6	0	0	0	0	0
40	-52.2	-3.4	28.29	-51.2	-4.03	27.46	1.18	32.25	24.79	12	550.1	0	0	194.6	527.7	0	0	0	0	0
41	-51.2	-4.03	27.46	-50.2	-4.64	26.62	1.17	31.47	24.79	12	546.4	0	0	192.7	522.6	0	0	0	0	0
42	-50.2	-4.64	26.62	-49.2	-5.23	25.78	1.16	30.7	24.79	12	542.2	0	0	190.8	517.3	0	0	0	0	0
43	-49.2	-5.23	25.78	-48.27	-5.77	25	1.07	29.97	24.79	12	496.6	0	0	174.4	472.7	0	0	0	0	0
44	-48.27	-5.77	25	-47.2	-6.37	25	1.24	29.21	24.79	12	582.8	0	0	204.1	553.6	0	0	0	0	0
45	-47.2	-6.37	25	-46.19	-6.91	25	1.14	28.43	24.79	12	551.1	0	0	192.4	522.5	0	0	0	0	0
46	-46.19	-6.91	25	-45.27	-7.4	25	1.04	27.72	24.79	12	515.3	0	0	179.4	487.8	0	0	0	0	0
47	-45.27	-7.4	25	-44.19	-7.95	24.09	1.21	26.98	24.79	12	606	0	0	210.6	572.8	0	0	0	0	0
48	-44.19	-7.95	24.09	-43.19	-8.44	23.25	1.12	26.21	24.79	12	555	0	0	192.6	523.8	0	0	0	0	0
49	-43.19	-8.44	23.25	-42.19	-8.92	22.41	1.11	25.48	24.79	12	548.8	0	0	190.3	517.3	0	0	0	0	0
50	-42.19	-8.92	22.41	-41.19	-9.38	21.57	1.1	24.75	24.79	12	542.4	0	0	187.9	510.6	0	0	0	0	0
51	-41.19	-9.38	21.57	-40.19	-9.82	20.73	1.1	24.03	24.79	12	535.6	0	0	185.5	503.8	0	0	0	0	0
52	-40.19	-9.82	20.73	-39.32	-10.2	20	0.95	23.36	24.79	12	462	0	0	159.9	434.1	0	0	0	0	0
53	-39.32	-10.2	20	-38.19	-10.67	20	1.22	22.64	24.79	12	597.4	0	0	206.6	561.1	0	0	0	0	0
54	-38.19	-10.67	20	-37.19	-11.07	20	1.08	21.89	24.79	12	537.7	0	0	185.7	504.9	0	0	0	0	0
55	-37.19	-11.07	20	-36.32	-11.41	20	0.93	21.22	24.79	12	473.5	0	0	163.4	444.5	0	0	0	0	0
56	-36.32	-11.41	20	-35.18	-11.84	19.05	1.21	20.52	24.79	12	612.9	0	0	211.4	575.3	0	0	0	0	0
57	-35.18	-11.84	19.05	-34.18	-12.19	18.21	1.06	19.77	24.79	12	533.8	0	0	184.2	501	0	0	0	0	0
58	-34.18	-12.19	18.21	-33.18	-12.54	17.37	1.06	19.08	24.79	12	525.3	0	0	181.4	493.1	0	0	0	0	0
59	-33.18	-12.54	17.37	-32.18	-12.87	16.53	1.05	18.38	24.79	12	516.6	0	0	178.6	485	0	0	0	0	0
60	-32.18	-12.87	16.53	-31.18	-13.19	15.69	1.05	17.69	24.79	12	507.6	0	0	175.7	476.8	0	0	0	0	0
61	-31.18	-13.19	15.69	-30.36	-13.45	15	0.86	17.06	24.79	12	410.9	0	0	142.4	386.2	0	0	0	0	0
62	-30.36	-13.45	15	-29.18	-13.79	15	1.23	16.37	24.79	12	586.6	0	0	203.4	551.7	0	0	0	0	0
63	-29.18	-13.79	15	-28.18	-14.07	15	1.04	15.63	24.79	12	503.9	0	0	174.7	474.4	0	0	0	0	0

64	-28.18	-14.07	15	-27.36	-14.29	15	0.85	15.01	24.79	12	416.9	0	0	144.6	392.8	0	0	0	0	0
65	-27.36	-14.29	15	-26.18	-14.59	14.01	1.22	14.33	24.79	12	594.8	0	0	206.6	561.2	0	0	0	0	0
66	-26.18	-14.59	14.01	-25.17	-14.84	13.17	1.03	13.59	24.79	12	493	0	0	171.6	465.7	0	0	0	0	0
67	-25.17	-14.84	13.17	-24.17	-15.06	12.33	1.03	12.91	24.79	12	482.4	0	0.6	168.2	456.1	0	0	0	0	0.3
68	-24.17	-15.06	12.33	-23.17	-15.28	11.49	1.02	12.24	24.79	12	471.7	0.6	2.8	164.4	445.2	0	0	0	0	1.8
69	-23.17	-15.28	11.49	-22.17	-15.49	10.65	1.02	11.56	24.79	12	460.7	2.8	4.9	160.3	433.6	0	0	0	0	3.9
70	-22.17	-15.49	10.65	-21.4	-15.64	10	0.79	10.97	24.79	12	348.6	4.9	6.4	121.2	327.2	0	0	0	0	4.4
71	-21.4	-15.64	10	-20.17	-15.86	10	1.25	10.3	24.79	12	550.2	6.4	8.6	190.8	515.2	0	0	0	0	9.3
72	-20.17	-15.86	10	-19.17	-16.03	10	1.02	9.56	24.79	12	451.9	8.6	10.3	156.4	422.3	0	0	0	0	9.6
73	-19.17	-16.03	10	-18.4	-16.15	10	0.78	8.97	24.79	12	350	10.3	11.5	120.9	326.7	0	0	0	0	8.5
74	-18.4	-16.15	10	-17.17	-16.33	8.97	1.24	8.3	24.79	12	551	11.5	13.3	190.2	513.6	0	0	0	0	15.4
75	-17.17	-16.33	8.97	-16.17	-16.46	8.13	1.01	7.56	24.79	12	434.4	13.3	14.6	150	404.2	0	0	0	0	14.1
76	-16.17	-16.46	8.13	-15.16	-16.58	7.29	1.01	6.9	24.79	12	422	14.6	15.8	145.8	392.1	0	0	0	0	15.4
77	-15.16	-16.58	7.29	-14.16	-16.69	6.45	1.01	6.23	24.79	12	409.4	15.8	16.9	141.5	379.9	0	0	0	0	16.5
78	-14.16	-16.69	6.45	-13.16	-16.79	5.61	1.01	5.57	24.79	12	396.6	16.9	17.9	137.2	367.6	0	0	0	0	17.5
79	-13.16	-16.79	5.61	-12.44	-16.85	5	0.73	5	24.79	12	278.7	17.9	18.5	96.5	258.1	0	0	0	0	13.2
80	-12.44	-16.85	5	-11.16	-16.95	5	1.28	4.34	24.79	12	487	18.5	19.5	168.9	451.2	0	0	0	0	24.4
81	-11.16	-16.95	5	-10.16	-17.01	5	1	3.59	24.79	12	382.9	19.5	20.1	132.9	355.4	0	0	0	0	19.9
82	-10.16	-17.01	5	-9.44	-17.05	5	0.72	3.03	24.79	12	276.4	20.1	20.5	96.1	257.1	0	0	0	0	14.7
83	-9.44	-17.05	5	-8.16	-17.11	3.93	1.28	2.37	24.79	12	480.1	20.5	21.1	167.4	447	0	0	0	0	26.6
84	-8.16	-17.11	3.93	-7.16	-17.13	3.09	1	1.62	24.79	12	359.2	21.1	21.3	125.7	334.6	0	0	0	0	21.2
85	-7.16	-17.13	3.09	-6.16	-17.15	2.25	1	0.96	24.79	12	345	21.3	21.5	121.1	321.6	0	0	0	0	21.4
86	-6.16	-17.15	2.25	-5.15	-17.16	1.41	1	0.3	24.79	12	330.5	21.5	21.6	116.5	308.4	0	0	0	0	21.5
87	-5.15	-17.16	1.41	-4.15	-17.15	0.57	1	-0.36	24.79	12	315.9	21.6	21.5	111.9	295.1	0	0	0	0	21.5
88	-4.15	-17.15	0.57	-3.48	-17.14	0	0.67	-0.91	24.79	12	204.4	21.5	21.4	72.7	191.1	0	0	0	0	14.4
89	-3.48	-17.14	0	-2.15	-17.1	0	1.33	-1.57	24.79	12	395.6	21.4	21	141.5	371.4	0	0	0	0	28.2
90	-2.15	-17.1	0	-1.15	-17.06	0	1	-2.33	24.79	12	297.5	21	20.6	107.1	281.3	0	0	0	0	20.9
91	-1.15	-17.06	0	-0.15	-17.01	0	1	-2.99	24.79	12	296.7	20.6	20.1	107.5	282.3	0	0	0	0	20.4
92	-0.15	-17.01	0	0	-17	0	0.15	-3.37	24.79	12	44.4	20.1	20	16.1	42.4	0	0	0	0	3
93	0	-17	0	0.8	-16.95	0	0.8	-3.68	24.79	12	201.5	20	19.5	73.8	190.8	0	0	0	0	15.8
94	0.8	-16.95	-5	0.85	-16.94	-5	0.05	-3.96	24.79	12	10.6	19.5	19.4	3.9	9.9	0	0	0	0	1
95	0.85	-16.94	-5	1.76	-16.88	-5.14	0.91	-4.28	24.79	12	186.3	19.4	18.8	69.1	174.7	0	0	0	0	17.3

96	1.76	-16.88	-5.14	2.51	-16.81	-5.04	0.75	-4.82	24.79	12	153.4	18.8	18.1	57.3	144.9	0	0	0	0	13.9
97	2.51	-16.81	-5.04	3.85	-16.68	-4.95	1.35	-5.52	24.79	12	275.8	18.1	16.8	104.1	263.4	0	0	0	0	23.7
98	3.85	-16.68	-4.95	4.85	-16.57	-4.88	1.01	-6.29	24.79	12	204	16.8	15.7	77.9	197.5	0	0	0	0	16.4
99	4.85	-16.57	-4.88	5.86	-16.45	-4.81	1.01	-6.96	24.79	12	203.2	15.7	14.5	78.5	199.1	0	0	0	0	15.2
100	5.86	-16.45	-4.81	6.76	-16.33	-4.75	0.91	-7.59	24.79	12	181.7	14.5	13.3	71	180.2	0	0	0	0	12.6
101	6.76	-16.33	-4.75	7.86	-16.17	-4.67	1.11	-8.25	24.79	12	221.5	13.3	11.7	87.6	222.6	0	0	0	0	13.9
102	7.86	-16.17	-4.67	8.86	-16.01	-4.6	1.01	-8.95	24.79	12	199.6	11.7	10.1	80.1	203.6	0	0	0	0	11.1
103	8.86	-16.01	-4.6	9.86	-15.84	-4.53	1.02	-9.62	24.79	12	198	10.1	8.4	80.6	205	0	0	0	0	9.4
104	9.86	-15.84	-4.53	10.51	-15.73	-4.48	0.66	-10.17	24.79	12	126.7	8.4	7.3	52.3	132.9	0	0	0	0	5.2
105	10.51	-15.73	-4.48	10.86	-15.66	-4.46	0.36	-10.5	24.79	12	69.4	7.3	6.6	28.9	73.5	0	0	0	0	2.5
106	10.86	-15.66	-4.46	11.86	-15.47	-4.39	1.02	-10.95	24.79	12	194.1	6.6	4.7	81.6	207.7	0	0	0	0	5.8
107	11.86	-15.47	-4.39	12.86	-15.26	-4.32	1.02	-11.63	24.79	12	191.8	4.7	2.6	82.1	209	0	0	0	0	3.7
108	12.86	-15.26	-4.32	13.86	-15.04	-4.25	1.02	-12.3	24.79	12	189.3	2.6	0.4	82.5	210.2	0	0	0	0	1.6
109	13.86	-15.04	-4.25	14.26	-14.96	-4.22	0.4	-12.77	24.79	12	73.4	0.4	0	32.4	82.5	0	0	0	0	0.1
110	14.26	-14.96	-4.22	14.76	-14.84	-4.19	0.51	-13.07	24.79	12	93	0	0	41.3	105.1	0	0	0	0	0
111	14.76	-14.84	-4.19	15.51	-14.66	-4.19	0.77	-13.49	24.79	12	137.9	0	0	61.5	156.5	0	0	0	0	0
112	15.51	-14.66	-4.19	16.54	-14.4	-4.49	1.06	-14.09	24.79	12	183.2	0	0	82.7	209.6	0	0	0	0	0
113	16.54	-14.4	-4.49	17.29	-14.2	-4.49	0.78	-14.7	24.79	12	128	0	0	58.5	147.7	0	0	0	0	0
114	17.29	-14.2	-4.49	17.87	-14.05	-4.45	0.6	-15.15	24.79	12	97.4	0	0	44.8	113	0	0	0	0	0
115	17.87	-14.05	-4.45	18.87	-13.77	-4.38	1.04	-15.69	24.79	12	165.3	0	0	76.8	193.3	0	0	0	0	0
116	18.87	-13.77	-4.38	19.87	-13.47	-4.31	1.04	-16.37	24.79	12	161.5	0	0	75.9	190.7	0	0	0	0	0
117	19.87	-13.47	-4.31	20.94	-13.14	-4.23	1.12	-17.08	24.79	12	168	0	0	79.9	200.3	0	0	0	0	0
118	20.94	-13.14	-4.23	21.87	-12.84	-4.17	0.98	-17.77	24.79	12	142.8	0	0	68.8	172	0	0	0	0	0
119	21.87	-12.84	-4.17	22.87	-12.51	-4.11	1.06	-18.44	24.79	12	148.7	0	0	72.6	180.9	0	0	0	0	0
120	22.87	-12.51	-4.11	23.87	-12.16	-4.04	1.06	-19.14	24.79	12	143.9	0	0	71.3	177	0	0	0	0	0
121	23.87	-12.16	-4.04	24.87	-11.8	-3.98	1.06	-19.84	24.79	12	138.8	0	0	69.8	172.8	0	0	0	0	0
122	24.87	-11.8	-3.98	25.88	-11.43	-3.97	1.07	-20.54	24.79	12	133.1	0	0	68.1	167.6	0	0	0	0	0
123	25.88	-11.43	-3.97	26.88	-11.04	-3.97	1.07	-21.24	24.79	12	126.5	0	0	65.9	161.3	0	0	0	0	0
124	26.88	-11.04	-3.97	27.88	-10.63	-3.97	1.08	-21.95	24.79	12	119.6	0	0	63.6	154.6	0	0	0	0	0
125	27.88	-10.63	-3.97	28.88	-10.22	-3.97	1.08	-22.66	24.79	12	112.4	0	0	61.2	147.4	0	0	0	0	0
126	28.88	-10.22	-3.97	29.88	-9.78	-3.97	1.09	-23.38	24.79	12	105	0	0	58.6	139.7	0	0	0	0	0
127	29.88	-9.78	-3.97	30.88	-9.34	-3.97	1.1	-24.09	24.79	12	97.3	0	0	55.8	131.6	0	0	0	0	0

128	30.88	-9.34	-3.97	31.88	-8.87	-3.97	1.1	-24.82	24.79	12	89.4	0	0	52.8	122.9	0	0	0	0	0
129	31.88	-8.87	-3.97	32.88	-8.4	-3.97	1.11	-25.54	24.79	12	81.2	0	0	49.7	113.8	0	0	0	0	0
130	32.88	-8.4	-3.97	33.88	-7.9	-3.97	1.12	-26.28	24.79	12	72.7	0	0	46.4	104	0	0	0	0	0
131	33.88	-7.9	-3.97	34.88	-7.39	-3.97	1.12	-27.01	24.79	12	64	0	0	42.8	93.7	0	0	0	0	0
132	34.88	-7.39	-3.97	35.88	-6.86	-3.97	1.13	-27.75	24.79	12	55	0	0	39	82.7	0	0	0	0	0
133	35.88	-6.86	-3.97	36.89	-6.32	-3.97	1.14	-28.5	24.79	12	45.6	0	0	35	71	0	0	0	0	0
134	36.89	-6.32	-3.97	37.89	-5.76	-3.97	1.15	-29.25	24.79	12	36	0	0	30.8	58.5	0	0	0	0	0
135	37.89	-5.76	-3.97	38.89	-5.18	-3.97	1.16	-30.01	24.79	12	26.1	0	0	26.3	45.3	0	0	0	0	0
136	38.89	-5.18	-3.97	39.89	-4.59	-3.97	1.16	-30.77	24.79	12	15.9	0	0	21.4	31.3	0	0	0	0	0
137	39.89	-4.59	-3.97	40.89	-3.97	-3.97	1.17	-31.54	24.79	12	5.4	0	0	16.3	16.3	0	0	0	0	0

LEGEND

x1 = Left slice coordinate  
 ZsL= Left slice bottom elevation  
 ZtL= Left slice top elevation  
 x2 = Right slice coordinate  
 ZsR= Right slice bottom elevation  
 ZtR= Right slice top elevation  
 DL = Slice base width  
 an = Base angle  
 Fr = Average friction at base (may include undrained clay strengths)  
 c = Average cohesion at base  
 Wn = Total weight  
 ubL= Water pressure at left bottom point  
 ubR= Water pressure at right bottom point  
 tBase= Base shear resistance  
 Nr = Effective normal reaction force at bottom of slice  
 EiL= Lateral interslice force on left face  
 EiR= Lateral interslice force on right face  
 TL = Vertical interslice shear on left vertical face  
 TR = Vertical interslice shear on right vertical face  
 UbF= Normal water force at slice base



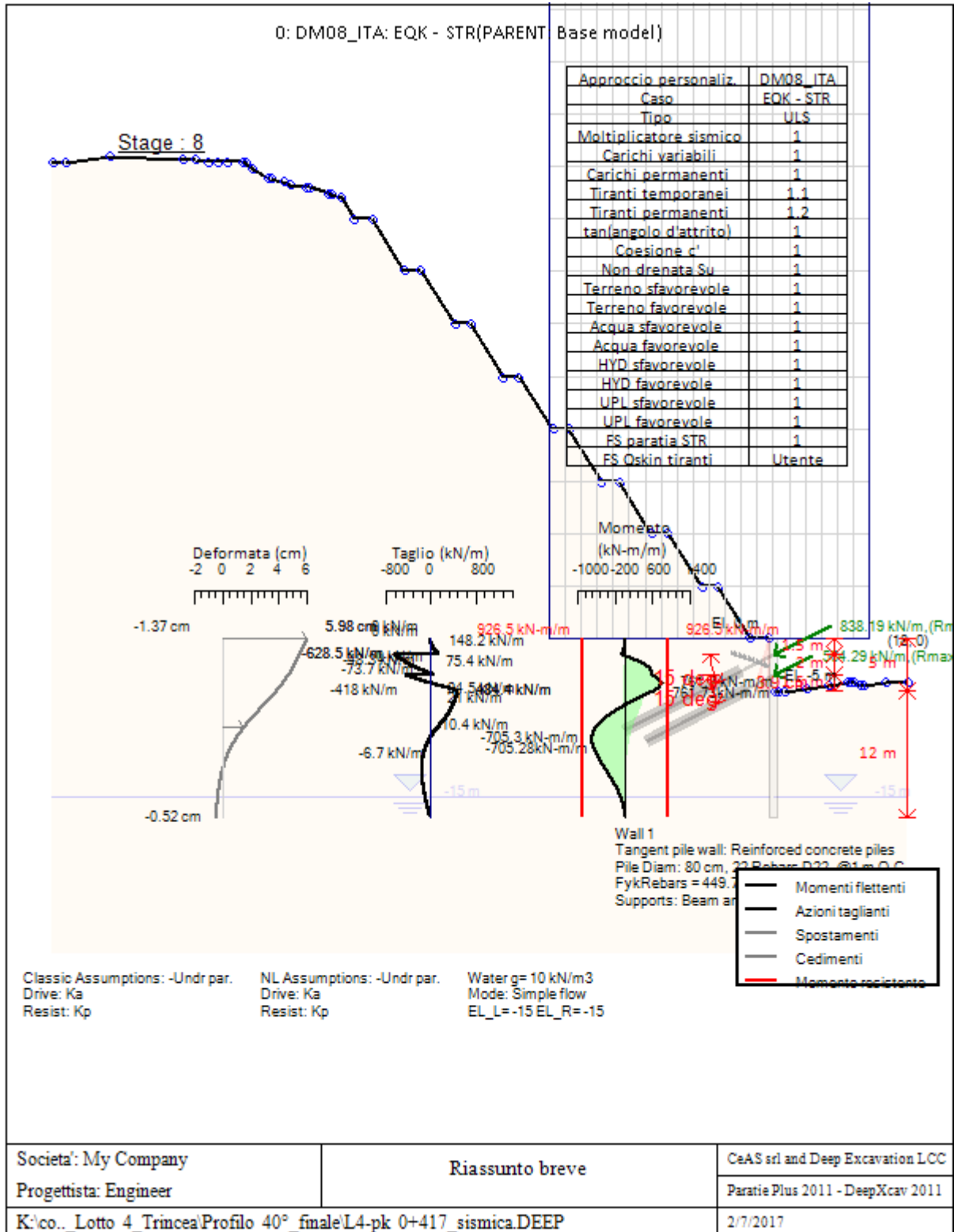
*Progetto: My Project*  
*Risultati per la Design Section 2: 0: DM08\_ITA: EQK -*  
*STR*

**SOMMARIO RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICA**

---

Di seguito si riportano una serie di tabelle in cui si riassumono:

- i peggiori risultati/verifiche tra tutte le analisi svolte
- i peggiori risultati/verifiche per isingoli scenari di carico e per le singole fasi



### Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	761.73/926.51	705.28/926.51	1.805	6.531	3.221	-8.73	1.657

### Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

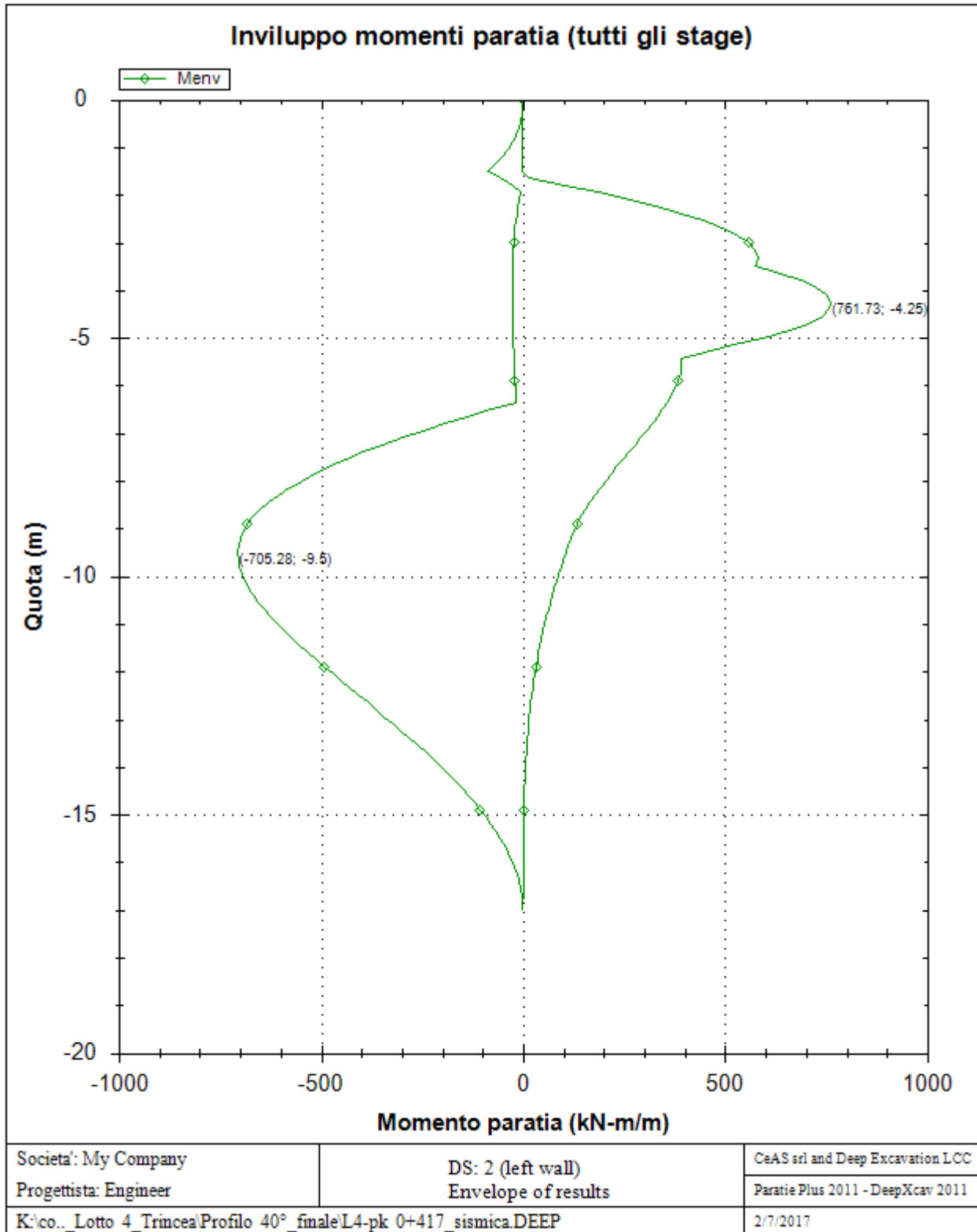
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 8	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 8	@ Dx/H max	@ Dx/H max
4.166	1.135	3919.1	1.657	0.227	3919.074	1.657

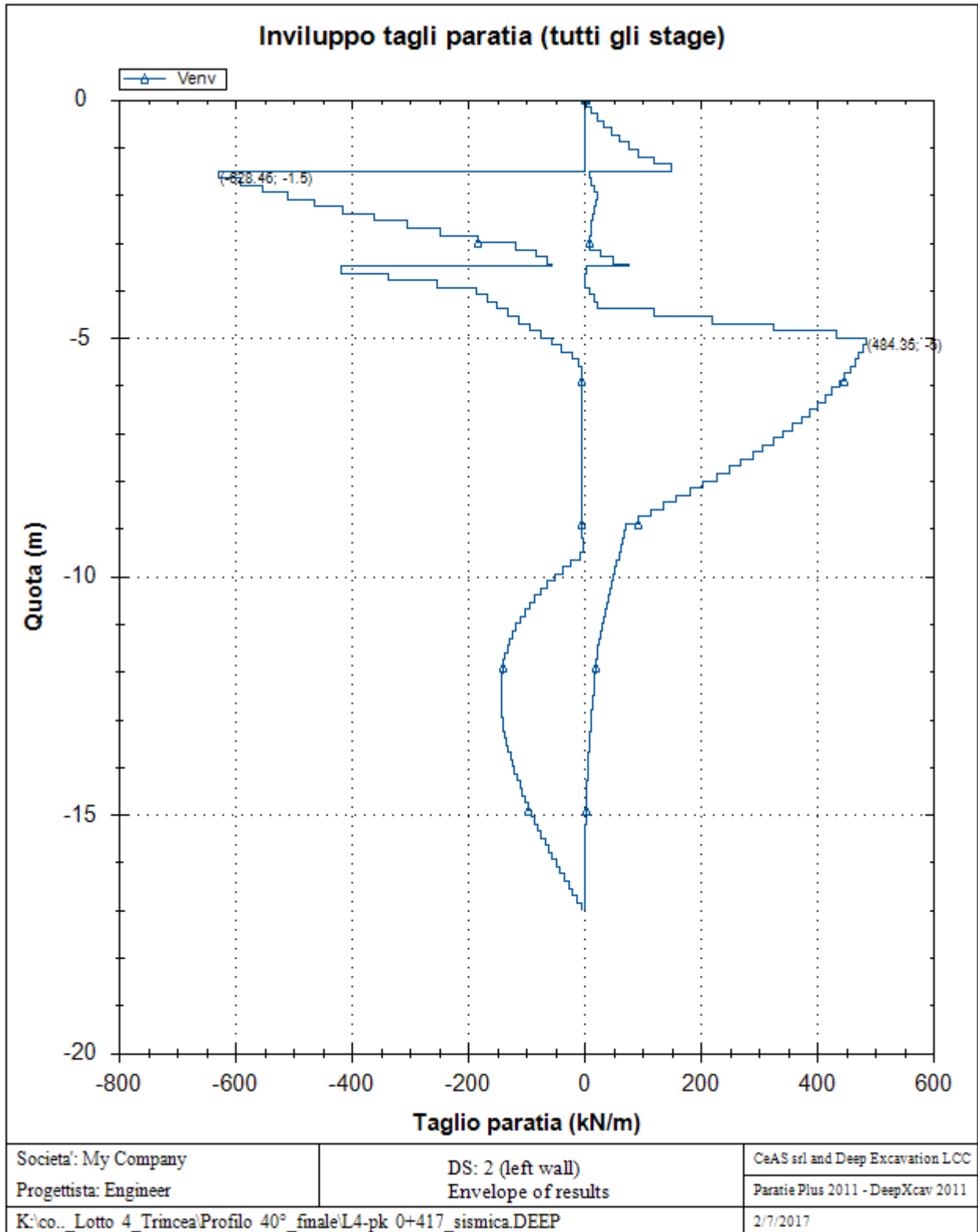
Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

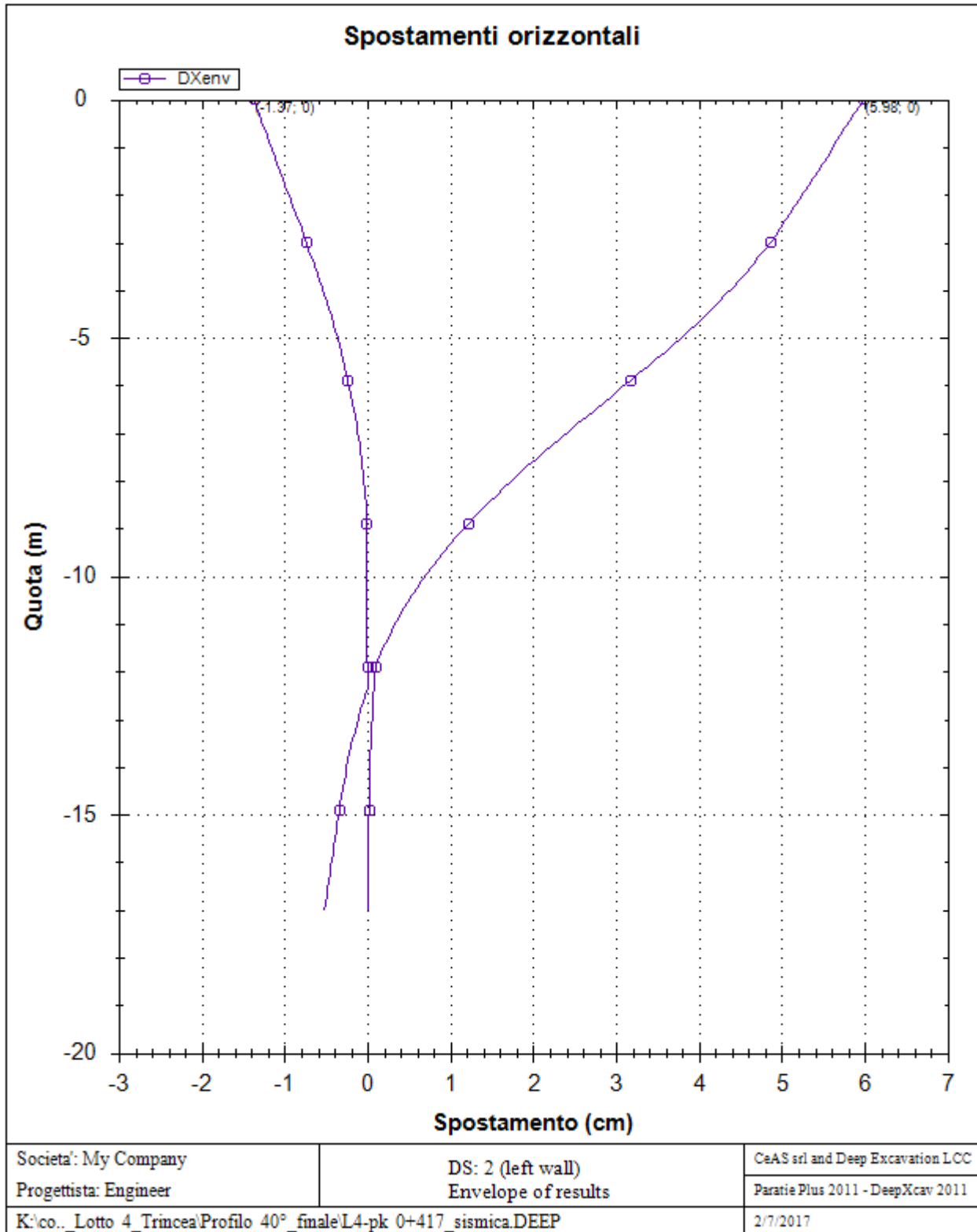
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1676.38	0	838.19	0	0.82
1	1128.58	0	564.29	0	0.83

## Envelope of results

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







### Sommario esteso per ogni fase

	Risultati di calcolo	Spost. paratia (cm)	Cedimenti (cm)	Mom. paratia (kN-m/m)	Mom. paratia (kN-m)
Getto paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -2m	Risolto con successo	0.09	0.03	26.81	26.81
1° Tirante	Risolto con successo	-0.88	0	229.65	229.65
Scavo -4m	Risolto con successo	-0.82	0	259.01	259.01
2° Tirante	Risolto con successo	-1.37	0	236.37	236.37
Scavo -6m	Risolto con successo	-1.34	0.44	393.15	393.15
Scavo -5m	Risolto con successo	-1.34	0	369.2	369.2
Spinta terreno di monte	Risolto con successo	5.98	3.9	761.73	761.73
Stabilità globale	Risolto con successo	5.98	3.9	761.73	761.73

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
Getto paratia	0	0	0.01	0	0	N/A
Scavo -2m	21.51	21.51	0.029	0.029	0.031	N/A
1° Tirante	246.51	246.51	0.248	0.248	0.36	N/A
Scavo -4m	265.65	265.65	0.28	0.28	0.388	N/A
2° Tirante	214.28	214.28	0.255	0.255	0.313	N/A
Scavo -6m	242.35	242.35	0.424	0.424	0.354	N/A
Scavo -5m	234.99	234.99	0.398	0.398	0.343	N/A
Spinta terreno di monte	628.46	628.46	0.822	0.822	0.918	N/A
Stabilità globale	628.46	628.46	0.822	0.822	0.918	N/A

	SLS acciaio Ver. tensionale	Vincolo R max (kN/m)	Vincolo R max (kN)	Vincolo TSF GEO	Vincolo TSF STR	Vincolo Verifica pull out
Getto paratia	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo -2m	N/A	0	0	0	N/A	N/A

1° Tirante	N/A	405	810	0.398	0.398	0.347
Scavo -4m	N/A	409.72	819.44	0.402	0.402	0.351
2° Tirante	N/A	373.97	747.94	0.398	0.398	0.32
Scavo -6m	N/A	381.56	763.12	0.414	0.414	0.327
Scavo -5m	N/A	380.76	761.52	0.413	0.413	0.326
Spinta terreno di monte	N/A	838.19	1676.38	0.831	0.831	0.718
Stabilità globale	N/A	838.19	1676.38	0.831	0.831	0.718

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Getto paratia	1000	13.555	18.277	113.333	N/A	2.953	4.031
Scavo -2m	5.884	10.698	12.806	136.364	N/A	2.373	3.96
1° Tirante	5.884	N/A	9.813	9.813	N/A	2.521	4.418
Scavo -4m	4.658	N/A	7.996	61.208	N/A	1.94	4.397
2° Tirante	4.658	N/A	7.963	61.208	N/A	2.007	4.671
Scavo -6m	4.166	237.001	7.982	17.757	N/A	1.805	4.43
Scavo -5m	4.337	545.475	7.628	28.851	N/A	1.979	4.449
Spinta terreno di monte	4.337	8.915	6.558	3.221	N/A	1.853	2.719
Stabilità globale	4.337	8.798	6.531	3.221	N/A	1.827	2.744

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Getto paratia	N/A	N/A	N/C
Scavo -2m	N/A	N/A	N/C
1° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -4m	N/A	N/A	N/C
2° Tirante	N/A	N/A	N/C
Scavo -6m	N/A	N/A	N/C
Scavo -5m	N/A	N/A	N/C
Spinta terreno di monte	N/A	N/A	N/C
Stabilità globale	10.44	N/A	1.657



Forza/interasse del vincolo per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -1.5) kN/m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN/m
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	405	0
Fase 3	409.72	0
Fase 4	373.97	270
Fase 5	381.56	281.34
Fase 6	380.76	280.07
Fase 7	838.19	564.29
Fase 8	838.19	564.29

Reazione vincolare per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -1.5) kN at 2 m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN at 2 m

Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	810	0
Fase 3	819.44	0
Fase 4	747.94	540
Fase 5	763.12	562.68
Fase 6	761.52	560.14
Fase 7	1676.38	1128.58
Fase 8	1676.38	1128.58

#### FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	13.555	13.555	18.277	113.333	2.953	4.031
Fase 1	10.698	10.698	12.806	136.364	2.373	3.96
Fase 2	9.813	N/A	9.813	9.813	2.521	4.418
Fase 3	7.996	N/A	7.996	61.208	1.94	4.397
Fase 4	7.963	4117.672	7.963	61.208	2.007	4.671
Fase 5	7.982	237.001	7.982	17.757	1.805	4.43
Fase 6	7.628	545.475	7.628	28.851	1.979	4.449
Fase 7	3.221	8.915	6.558	3.221	1.853	2.719
Fase 8	3.221	8.798	6.531	3.221	1.827	2.744

Verifica vincolo per fase

	Verifica str vincolo #0(EL= -1.5)	Verifica str vincolo #1(EL= -3.5)
Fase 0	0	0
Fase 1	0	0
Fase 2	0.398	0
Fase 3	0.402	0
Fase 4	0.367	0.398
Fase 5	0.375	0.414
Fase 6	0.374	0.413
Fase 7	0.823	0.831
Fase 8	0.823	0.831

Forze (Res. F, M/Drive F, M)

	FS Passivo (Fres./Fattiva)	FS Rotazione (Mres./Mattivo)	FS Lunghezza (Infiss./FSpiede=1)	FS Passiva mobilizzata (Fpass./Fpas_Mobilitata)	FS Spinta attuale attiva / Attiva teorica	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
Fase 0	6681.342/492.911	40201.23/2199.52	17/0.15	6741/2282.5	2282.5/566.22	N/A	N/A
Fase 1	5273.132/492.911	28166.54/2199.52	15/0.11	5320.6/2242.2	2242.2/566.22	N/A	N/A
Fase 2	N/A	54317.31/5535.22	N/A	5320.6/2110.3	2501.5/566.22	N/A	N/A
Fase 3	N/A	44267.64/5536.29	13/0.21	4068.2/2097.4	2493.2/567.08	N/A	N/A
Fase 4	3531.031/0.858	36129.4/4537.32	13/0.21	4068.2/2026.9	2648.9/567.08	N/A	N/A
Fase 5	3273.772/13.813	36278.53/4544.93	11/0.62	3423.5/1896.7	2537/572.64	N/A	N/A
Fase 6	3193.071/5.854	34626.58/4539.12	12/0.42	3746.2/1893.1	2531.3/568.98	N/A	N/A
Fase 7	3192.899/358.158	34626.58/5280.27	12/3.73	3746.2/2022.1	1546.8/568.98	N/A	N/A
Fase 8	3151.031/358.158	33966.72/5200.54	12/3.73	3694.6/2022.1	1546.8/563.65	N/A	N/A

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato monte

	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia Attrito	Terreno Attrito	C' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [3 /1] x	0	30	15	0	0.333	3

3/3 = 3									
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
4: 2° Tirante	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3/3 = 3	0	30	15	0	0.333	3
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 4.882)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3.479/3 = 3.479	0	30	15	0	0.351	3.479
6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 2.33)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3.219/3 = 3.219	0	30	15	0	0.341	3.219
7: Spinta terreno di monte	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 2.33)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3.219/3 = 3.219	0	30	15	0	0.341	3.219
8: Stabilità globale	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 2.33)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 3.219/3 = 3.219	0	30	15	0	0.341	3.219

#### Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato valle

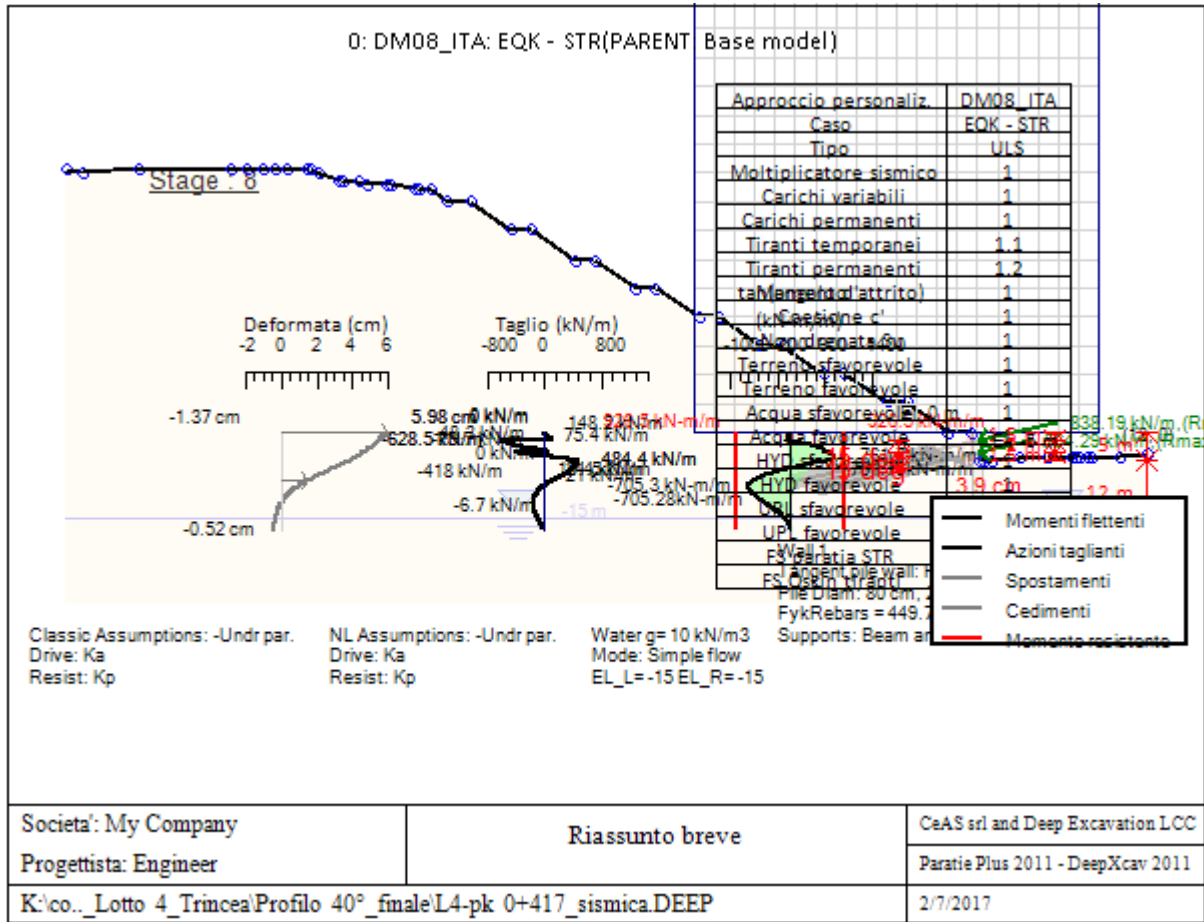
	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia	Terreno	C'	Su	KaH	KpH
				Attrito	Attrito	(kPa)	(kPa)		
0: Getto paratia	Qcb termine argilloso- sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KaDH = 0.333 x	0	30	15	0	0.333	3

			$1 \times 0.333/0.333 = 0.333$						
1: Scavo - 2m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
2: 1° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
3: Scavo - 4m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
4: 2° Tirante	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
5: Scavo - 6m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
6: Scavo - 5m	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
7: Spinta terreno di monte	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3
8: Stabilità globale	Qcb termine argilloso-sabbioso	Drained	* KaUH= KaHBase x FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=> * KaDH = 0.333 x $1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	15	0	0.333	3

#### Armatura minima

	Dettaglio parametri
--	---------------------

Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo eseguito.
Controllo passo staffe	OK: requisiti minimi soddisfatti
Passo staffe (cm)	10
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	33.333
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	5.6
Area staffe minima, da normativa (cm <sup>2</sup> /m)	0
Area staffe (cm <sup>2</sup> /m)	30.78
Controlla area min. staffe.	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Controllo diametro min. staffe	OK: requisiti minimi normativi soddisfatti
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	1.4/ 0



Sommario dei momenti della paratia e stabilita' al piede

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	17	6	761.73/926.51	705.28/926.51	1.805	6.531	3.221	-8.73	1.657

Sommario della stabilita' di base e stima dei cedimenti in accordo alla teoria di Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 5	@ stage 8	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 8	@ Dx/H max	@ Dx/H max
4.166	1.135	3919.1	1.657	0.227	3919.074	1.657

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)

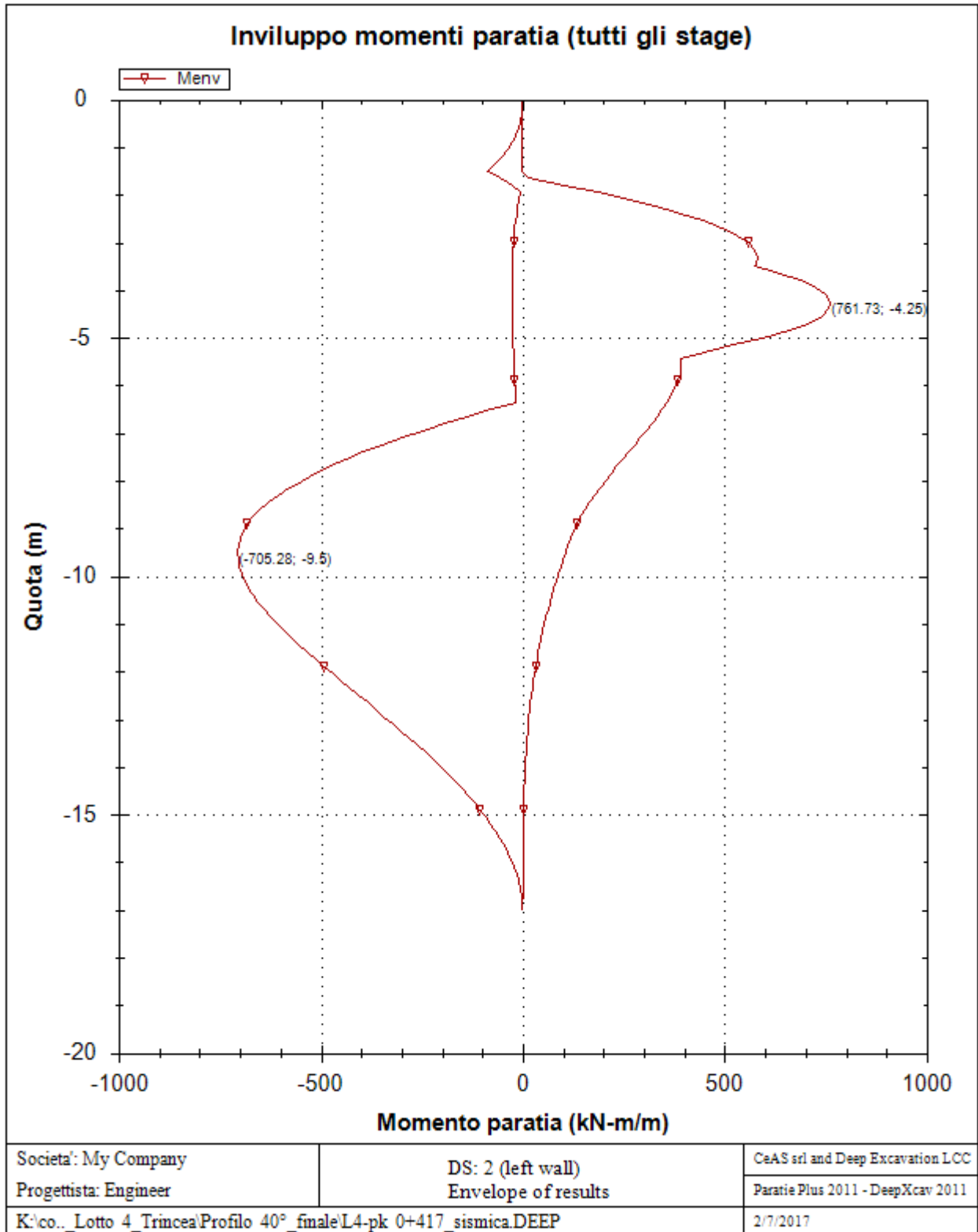


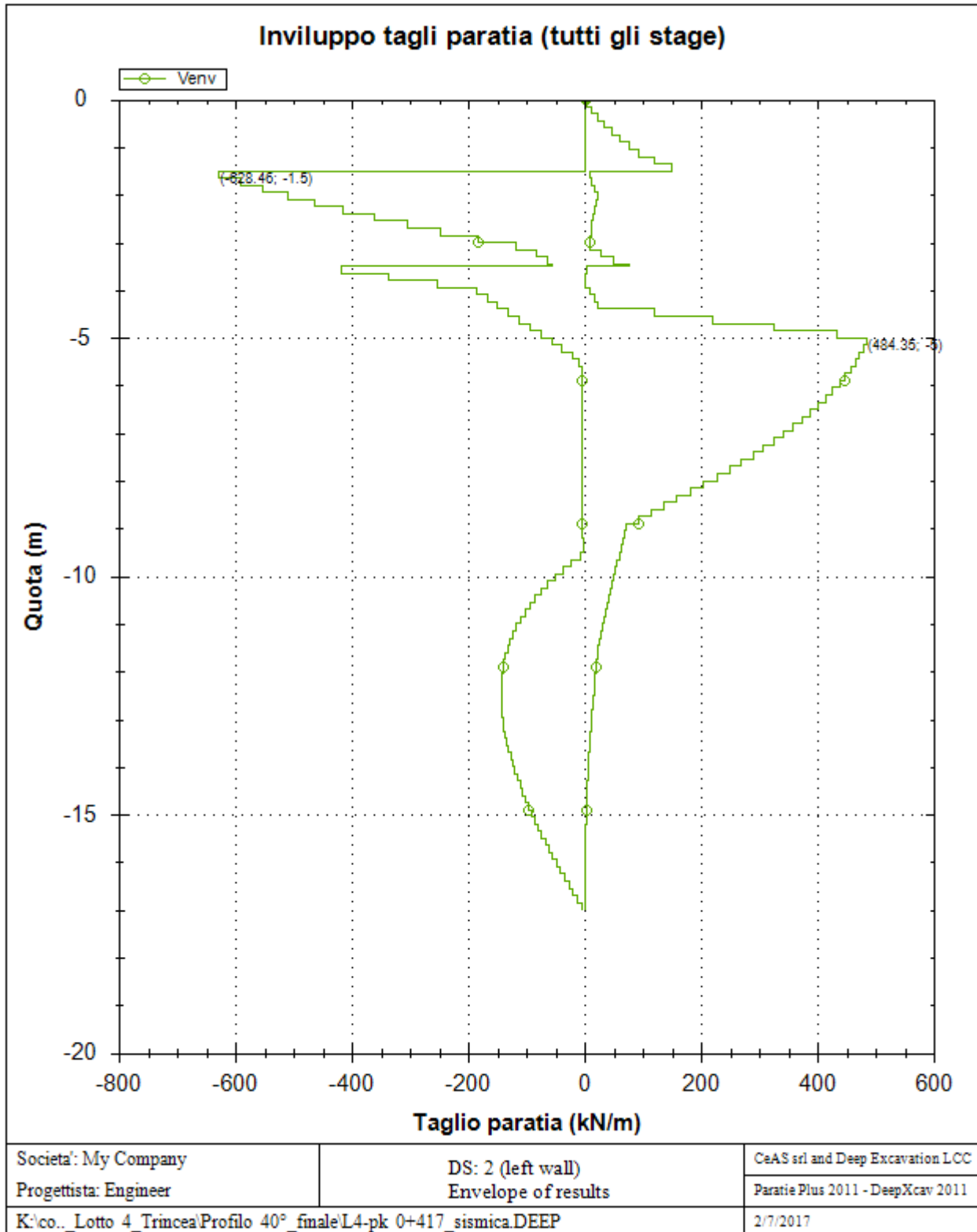
0	-1.5	0.8	Wall 1	15	2	6
1	-3.5	0.8	Wall 1	15	2	5

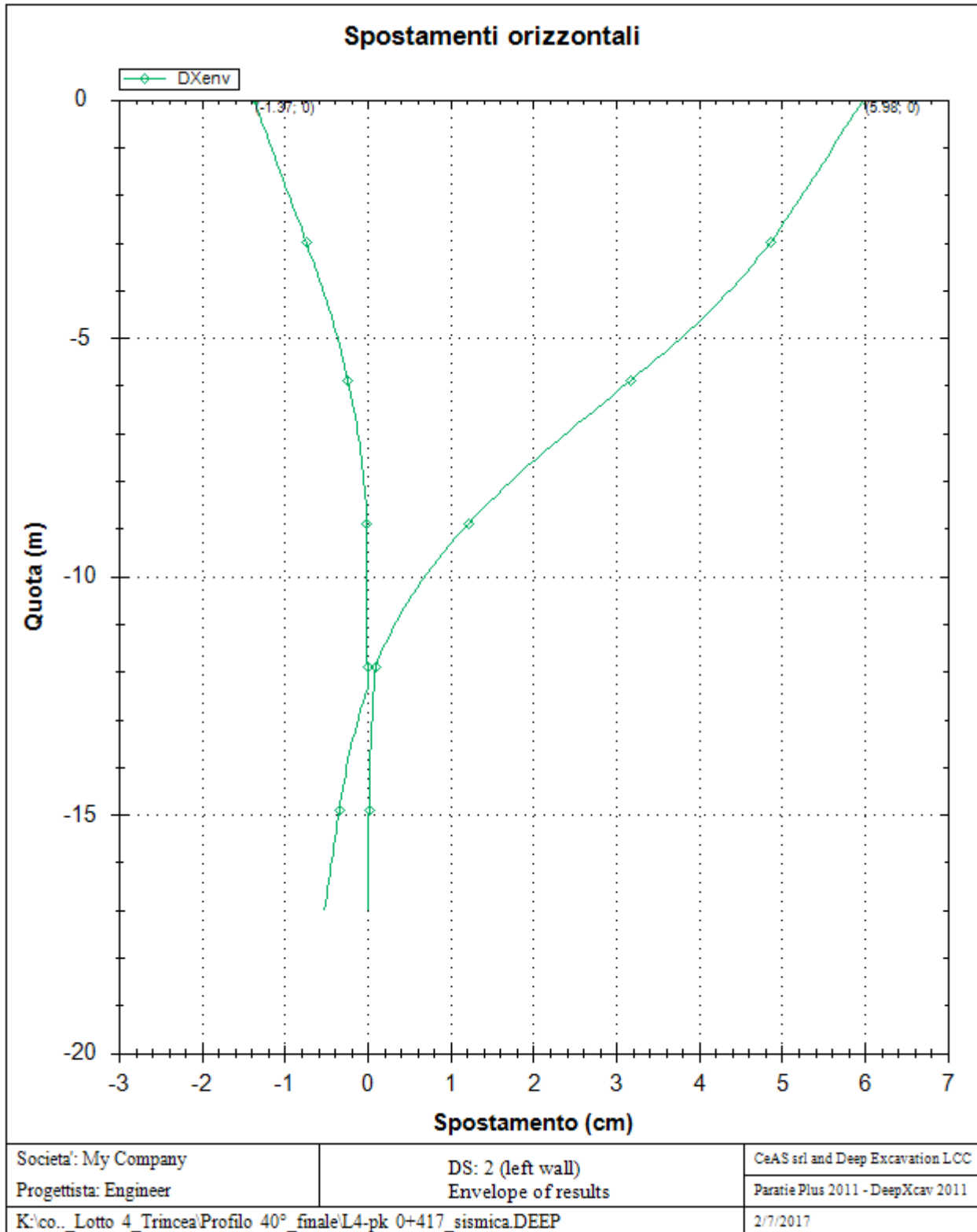
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	1676.38	0	838.19	0	0.82
1	1128.58	0	564.29	0	0.83

## Envelope of results

Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.







## APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(perm)	F(temp)	F(perm)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
ALL	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito

F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace

F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata

F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica

F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti

F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm sup=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F temp sup=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante

F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole

F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole

F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole

F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole

F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole

F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole

F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole

F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

## APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Scenari di progetto utilizzati (da Normativa o personalizzati) e relativi fattori di combinazione

Stage	Design Code	Design Case	F(tan)	F	F	F	F(perm)	F(temp)	F(perm)	F(temp)	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
ALL	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1

Stage=Fase di scavo

Design Code=Codice di verifica

Ftan fr=fattore moltiplicatore tangente angolo di attrito  
 F C'=fattore moltiplicatore coesione efficace  
 F Su'=fattore moltiplicatore coesione non drenata  
 F EQ=fattore moltiplicatore azione sismica  
 F perm load=fattore moltiplicatore carichi permanenti  
 F temp load=fattore moltiplicatore carichi accidentali/variabili  
 F perm supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante  
 F temp supp=fattore di riduzione resistenza per verifica pull out tirante  
 F earth Dstab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso sfavorevole  
 F earth stab=fattore moltiplicatore per spinta attiva nel caso favorevole  
 F GWT Dstab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica sfavorevole  
 F GWT stab (ground water)=fattore moltiplicatore per spinta idrostatica favorevole  
 F HYD Dstab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica sfavorevole  
 F HYD stab=fattore moltiplicatore per spinta idrodinamica favorevole  
 F UPL Dstab=fattore moltiplicatore per sifonamento sfavorevole  
 F UPL stab=fattore moltiplicatore per sifonamento favorevole

## DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Qcb termine argilloso-sabbioso	17.4	17.4	30	15	N/A	N/A	N/A	20000	60000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
Qcb termine argilloso-sabbioso	0.35	-	-	0.5	1	-	-	180	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

## STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Qcb termine argilloso- sabbioso	1	0.5

## DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

### Acciaio

Name	Strength Fy	Fu	Elastic E	Density g
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)
Fe360	235.2	360	206000.2	77.0046
Fe510	355.2	509.7	206000.2	77.0046
A36	248.3	400	200100	77.0046
A50	344.8	500	200100	77.0046
New steel 4	241.4	413.8	206000.2	77.0046

### Calcestruzzo

Name	Strength Fc'	Elastic E	Density g	Tension Strength Ft
	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)
C20/25	20	29961.9	25.0029	10

C25/30	24.8	31475.7	25.0029	10
Fc 3ksi	20.7	21541.8	23.5728	10
C32/40	32	31187	25	10

### Barre in acciaio

Name	Strength Fy	Elastic E
	(MPa)	(MPa)
Grade 60	413.8	200100
Grade 75	517.2	200100
Grade 80	551.7	200100
Grade 150	1034.5	200100
Strands 270 ksi	1862.1	200100
S410	409.7	210000.1
S500	500	210000.1
B450C	449.7	210000.1

### Legno

Name	Ultimate Bending Strength Fbu	Ultimate Tensile Strength Ft	Ultimate Shear Strength Fvu	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m <sup>3</sup> )	(MPa)
Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica

STEEL REBAR

Name=nome materiale

strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio

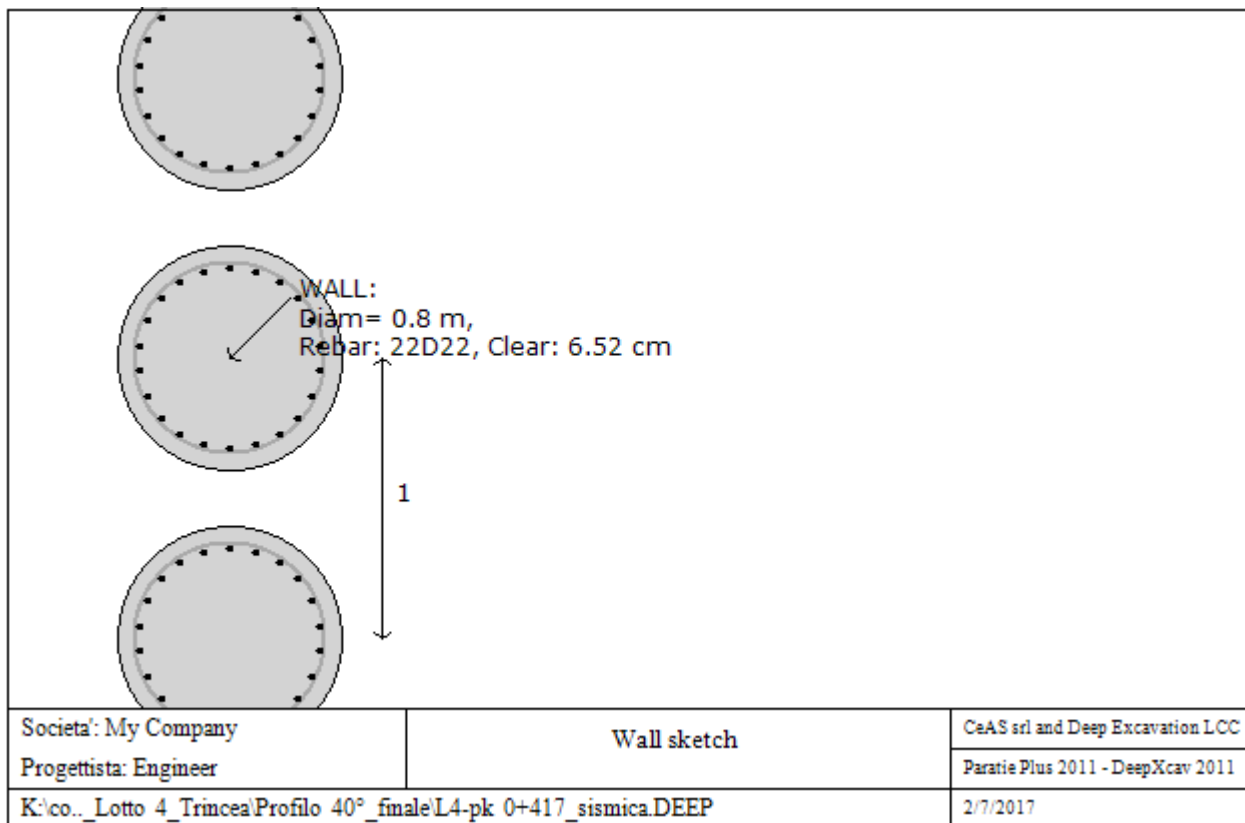
Elastic E=modulo elastico



WOOD=legno  
 Name=nome materiale  
 Ultimate bending strength  $F_b=f_{bk}$ =resistenza caratteristica a flessione  
 Ultimate tensile strength  $F_{tu}=f_{tuk}$ =res caratt. parallela alle fibre  
 Ultimate shear strength  $F_{vu}=f_{vuk}$ =res. caratt. a taglio  
 Density  $g$ =peso specifico  
 Elastic  $E$ =modulo elastico

## DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: Wall 1

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -17 m

Dimensione fuori piano paratia: 1 Spessore paratia = 0.8

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.8 Swater= 0.8

$f_c'$  cls = 32  $F_y$  barre = 449.7  $E_{cls}$  = 31187  $F_cT$  calcestruzzo a trazione = 10% di  $F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 60%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacità paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacità ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprietà paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$$D = 80 \text{ cm}, A = 5026.54824574367 \text{ cm}^2, I_{xx} = 2010619.29829747 \text{ cm}^4$$

Armatura longitudinale

$$\text{Barre cima: } N = 22 \text{ barre } \#D22 = A_{sTop} 83.622 \text{ cm}^2, C_{top} = 7.62 \text{ cm}$$

Armatura a taglio

$$\text{Bar } \#D14 = A_s 1.539 \text{ cm}^2, sV = 10 \text{ cm}$$

#### DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete  $f'c=fck$ =res cilindrica caratteristica cls

Rebar  $f_y=fyk$ =res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension  $f_{ct}=f_{ctk}$ =resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members  $f_y=fyk$ =res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

$F_y=fyk$

$F'c=fck$

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

$I_{xx}$ =inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

$S_{xx}$ =modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

$I_{xx}$ =inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

$S_{xx}$ =modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x  
 lyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)  
 Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)  
 ry=raggio giratore d'inerzia lungo y  
 Cw=costante di ingobbamento  
 fy=fyk

## DATI VINCOLI, TIRANTI, PUNTONI, ECC

Vincolo 0: Tipo = Tirante

X = 0.8 m, Z = -1.5 m, S = 2 m

Lfree = 6 m, Lfix = 22 m, Rfix = 50 %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No
0	No	-	-	-	-
1	No	-	-	-	-
2	Si'	810	-	-	-
3	Si'	-	-	-	-
4	Si'	-	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-

Vincolo 1: Tipo = Tirante

X = 0.8 m, Z = -3.5 m, S = 2 m

Lfree = 5 m, Lfix = 19 m, Rfix = 50 %

Paratia:Wall 1

Stage No	Active	Prestress	Slab live load	User add. strain	Is base slab
	Si'/No	(kN)	(kPa)	+expansion	Yes/No
0	No	-	-	-	-

1	No	-	-	-	-
2	No	-	-	-	-
3	No	-	-	-	-
4	Si'	540	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-

Support type= tipo di vincolo

Tieback=tirante

Strut=puntone

Raker=Sbadacchio

LEGENDA PER TIRANTI

Dati generali

Z=quota vincolo

S=interasse in direzione orizzontale

Lfree=lunghezza tratto elastico

Lfix=lunghezza tratto rigido

Rfix=% sfruttamento tratto rigido

Stage No=numero step di scavo

Active=stato tirante (YES=attivo)

Post stress= precarico tirante (carico moltiplicato per interasse)

Walls= indica il nome della paratia alla quale il vincolo è applicato

Nel caso di solette indica il punto di partenza e cioè la paratia di sinistra

## PARAMETRI DI CALCOLO PER SINGOLA FASE

Sommario delle assunzioni dell'ultima fase

Name	Analysis	Drive	ka-Mult	Htr T/B	Resist	Res	Contle	Support	Axial	Used	Min Toe	Toe	Toe
	Method	Press		(%)	Press	Mult	Method	Model	Incl	FSwall	FDtoe	FSrot	FSpas
Stage 0	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	13.555	18.277	13.555
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	10.698	12.806	10.698
Stage	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free		N/A	1	9.813	9.813	N/A

2							Earth						
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.996	7.996	N/A
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.963	7.963	4117.672
Stage 5	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.982	7.982	237.001
Stage 6	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.628	7.628	545.475
Stage 7	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	3.221	6.558	8.915
Stage 8	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	3.221	6.531	8.798

Name=nome fase

-----

Analysis method=metodo di calcolo

COntventional=analisi all'equilibriolimitate

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

----

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FS pas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

## Stabilita' del piede

### FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	13.555	13.555	18.277	113.333	2.953	4.031

Fase 1	10.698	10.698	12.806	136.364	2.373	3.96
Fase 2	9.813	N/A	9.813	9.813	2.521	4.418
Fase 3	7.996	N/A	7.996	61.208	1.94	4.397
Fase 4	7.963	4117.672	7.963	61.208	2.007	4.671
Fase 5	7.982	237.001	7.982	17.757	1.805	4.43
Fase 6	7.628	545.475	7.628	28.851	1.979	4.449
Fase 7	3.221	8.915	6.558	3.221	1.853	2.719
Fase 8	3.221	8.798	6.531	3.221	1.827	2.744

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

Analisi all'Equilibrio Limite (i seguenti Fattori di Sicurezza potrebbero non essere applicabili in tutte le fasi):

FS Passiva (FS1): FS calcolato sulla base dell'equilibrio in direzione orizzontale,  $FS1 = \text{Forza Resistente} / \text{Forza Agente}$

FS Rotazione (FS2): FS calcolato sulla base dell'equilibrio alla rotazione,  $FS2 = \text{Momento Resistente} / \text{Momento Agente}$

FS Lunghezza (da FS1, FS2): il software determina la massima infissione LFS1 richiesta imponendo un  $FS1, FS2 = 1$ .

Successivamente,  $FS \text{ Lunghezza} = \text{Lunghezza di infissione corrente} / LFS1$ .

Analisi Non Lineare:

FS4 Passiva / Vera: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Passiva mobilitabile / Spinta Vera

FS5 Vera / Attiva: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Vera / Spinta Attiva mobilitabile

## O ALLEGATO 3 – METODO DI SARMA

Questo metodo di analisi, pubblicato originariamente da Sarma (1979) e quindi modificato da Hoek (1981, 1983, 1987), è basato sulla ricerca delle condizioni di equilibrio limite e può essere utilizzato per determinare le condizioni di stabilità di pendii con varie geometrie del pendio e delle stratificazioni, attraverso il calcolo del fattore di sicurezza di superfici di scivolamento definite arbitrariamente. Il fattore di sicurezza (FS) coincide con il valore che assume (PR), un parametro riduttivo delle caratteristiche geotecniche reattive (tangente dell'angolo d'attrito e coesione) quando esso porta all'annullamento dell'accelerazione critica. L'accelerazione critica è così definita:

$$k_c = AE/PE$$

dove, essendo n il numero dei conci:

$$AE = a_n + a_{n-1}e_n + a_{n-2}e_n e_{n-1} + \dots + a_1 e_n e_{n-2} \dots e_3 e_2$$

$$PE = p_n + p_{n-1}e_n + p_{n-2}e_n e_{n-1} + \dots + p_1 e_n e_{n-1} \dots e_3 e_2$$

$$a_i = q_i [(w_i + tv_i) \sin(\phi_{bi} - \alpha_i) - th_i \cos(\phi_{bi} - \alpha_i) + r_i \cos(\phi_{bi}) + s_{i+1} \sin(\phi_{bi} - \alpha_i - \delta_{i+1}) - s_i \sin(\phi_{bi} - \alpha_i - \delta_i)]$$

$$p_i = q_i w_i \cos(\phi_{bi} - \alpha_i)$$

$$e_i = q_i [\cos(\phi_{bi} - \alpha_i + \phi_{si} - \delta_i) / \cos(\phi_{si})]$$

$$q_i = \cos(\phi_{si+1}) / \cos(\phi_{bi} - \alpha_i + \phi_{si+1} - \delta_{i+1})$$

$$s_i = c_{si} d_i - pw_i \tan(\phi_{si})$$

$$s_{i+1} = c_{si+1} d_{i+1} - pw_{i+1} \tan(\phi_{si+1})$$

$$r_i = c_{bi} b_i / \cos(\alpha_i) - u_i \tan(\phi_{bi})$$

essendo ancora, per l'i-esimo concio:

$w_i$  - peso;

$d_i$ ,  $\delta_i$  - lunghezza ed inclinazione del lato;

$b_i$ ,  $\alpha_i$  - larghezza ed inclinazione della base;

$c_{bi}$ ,  $\phi_{bi}$  - coesione ed angolo di attrito di base;

$c_{si}$ ,  $\phi_{si}$  - coesione ed angolo di attrito laterale;

$u_i$  - spinta idraulica normale lungo la base;

$p_{wi}$  - spinta idraulica normale lungo il lato;

$t_{vi}$ ,  $t_{hi}$  - forze esterne verticale ed orizzontale.

I parametri geotecnici, nel caso di terreni stratificati, vengono definiti come media pesata rispetto alle lunghezze interessate della coesione e della tangente dell'angolo di attrito. La soluzione dell'equazione  $k_c(PR)=0$  è ottenuta per via numerica attraverso un procedimento iterativo che assicura un'elevata velocità ed affidabilità. Tale procedura restituisce un valore del fattore di sicurezza con un errore per difetto (rispetto a quello eventualmente calcolabile a mano) contenuto normalmente entro lo 0,01.

La reazione richiesta all'opera di sostegno per ottenere il fattore di sicurezza prefissato è ricavata analiticamente dalle formule indicate tenendo conto dell'inclinazione della reazione stessa.

Si osservi che l'analisi viene effettuata in termini di tensioni totali, per cui lungo la superficie di scivolamento agiscono spinte idrauliche in direzione normale ad essa, ed il peso dei conci comprende il peso di volume saturo della parte sommersa, mentre vengono ovviamente trascurate le spinte causate dal moto di filtrazione dell'acqua.

Si osservi inoltre che viene presunta la simulazione di superfici di scivolamento tali da garantire la presenza di sole componenti positive (compressione) nelle forze scambiate tra i conci, per cui si consiglia di non utilizzare superfici di scivolamento con concavità rivolte verso il basso, che possono talvolta generare componenti negative.

I metodi di equilibrio globale non considerano la plasticizzazione dei conci per cui, specie in prossimità delle opere di sostegno, potrebbero nella pratica verificarsi rotture localizzate anche quando l'opera di sostegno risulta in grado di offrire una reazione sufficiente a stabilizzare il pendio: questo in quanto il terreno, per le scadenti caratteristiche geotecniche o per il ridotto



spessore nella zona immediatamente a monte dell'opera di sostegno, potrebbe non essere in grado di trasmettere all'opera stessa la spinta esercitata dal pendio.

È peraltro possibile (anche se non di semplicità immediata) tenere conto di tale fenomeno introducendo, oltre alle caratteristiche dell'opera di sostegno, un valore di tensione ammissibile nel terreno, che deve essere calcolato a parte tenendo conto di tipologia, profondità e modalità di installazione delle opere.