



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 1
GEOLOGIA E GEOTECNICA
Geotecnica
Relazione tecnica
Interventi di stabilizzazione di versante

Il Progettista	Supporto specialistico
<p>Responsabile di progetto ed incaricato delle integrazioni tra le varie prestazioni:</p>  <p><i>Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H</i></p>	<p>Ottimizzazione della cantierizzazione delle opere</p>  <p><i>Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074</i></p>

Consulenze specialistiche			
Geologo:		Geotecnica e opere d'arte minori:	
<p><i>Dott. Geologo Fabio Melchiorri</i> <i>Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663</i></p>		<p><i>Ing. Antonio Alparone</i></p> 	
Opere d'arte principali:		Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:	
<p>Viadotti <i>Ing. G. Mondello</i></p> 	<p>Gallerie <i>Ing. G. Guiducci</i></p> 	<p>Ecosistemi e paesaggio</p> 	<p>Rumore, vibrazioni ed atmosfera</p> 

RIFERIMENTO ELABORATO						DATA		
FASE	TR/LT	DISCIPLINA/OPERA	DOC	PROGR.	ST.REV.	FOGLIO	GENNAIO '17	
D01	T1L1	GT053	1	RG	001	0A	01 DI 01	
							SCALA	
							-	
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione				ALISEA	Tresso	Monaco

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	IL CONCESSIONARIO		L'ENTITA' COSTRUTTRICE
	SARC SRL		VISTO PER ACCETTAZIONE

INDICE

A	PREMESSA	4
B	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
C	NORMATIVA E RIFERIMENTI	12
C.1	Normativa di riferimento	12
C.2	Documentazione di riferimento	12
C.3	Software utilizzati	13
D	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	14
D.1	Calcestruzzo	14
D.2	Acciaio.....	16
E	MODELLO GEOTECNICO	17
F	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	20
G	ANALISI DEI CARICHI	21
G.1	Peso proprio della struttura	21
G.2	Sovraccarichi permanenti.....	21
G.3	Peso del terreno a monte dell'opera	21
G.4	Spinta del carico variabile stradale	22
G.5	Spinta statica del terreno a monte del muro	22
G.6	Azione sismica di riferimento	23
G.7	Incremento di spinta sul muro dovuto al sisma.....	24
G.8	Azione dei veicoli in svio	25
H	COMBINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI	27
I	VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI	29
I.1	Criteri di verifica geotecnica delle fondazioni su pali	29
I.1.1	Calcolo dei carichi assiali sui pali	29
I.1.2	Capacità portante dei pali di fondazione	30
I.1.3	Calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo	33
I.2	Verifiche strutturali del muro	34

J	VERIFICHE MURO SUPERIORE	36
J.1	Input di calcolo	38
J.2	Risultati verifiche muro	40
J.2.2	Verifiche strutturali	46
K	VERIFICHE MURO INFERIORE.....	70
K.1	Input di calcolo	71
K.2	Risultati verifiche muro	73
K.2.2	Verifiche strutturali	80
L	VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL VERSANTE.....	103
M	PARATIA DI MICROPALI PROVVISORIALE	106
M.1	Analisi dei carichi	106
M.1.1	Spinte delle Terre	106
M.1.2	Spinta del carico variabile ripartito uniforme	108
M.1.3	Spinta attiva in presenza di coesione	108
M.2	Metodologia di calcolo.....	108
M.3	Criteri di verifica delle opere.....	110
M.3.1	Combinazioni di carico	111
M.3.2	Verifiche geotecniche	112
M.3.3	Verifiche di tipo idraulico (UPL ed HYD)	115
M.3.4	Verifiche strutturali allo SLU	116
M.4	Risultati e verifiche paratia provvisoriale.....	118
M.4.1	Premessa	118
M.4.2	Caratteristiche geotecniche	120
M.4.3	Carichi elementari.....	121
M.4.4	Verifiche di stabilità globale	121
M.4.5	Analisi numeriche - sintesi dei risultati	122
M.4.6	Verifiche strutturali - SLU	123
M.4.7	Verifiche dei sistemi di ancoraggio.....	123
	BIBLIOGRAFIA.....	127

ALLEGATI:

Allegato 1: "Verifica di stabilità globale del versante"

Allegato 2: "Paratia provvisoria di micropali $L_p = 14$ m"

A PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il calcolo e il dimensionamento dell'opera per la stabilizzazione del versante dal km 7+481.25 al km 7+649.40 del Lotto 1 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", lotto funzionale dal Km 0 al Km 11+361.61 (lotto 1).

Il tracciato stradale prevede nel tratto suddetto, un allargamento dell'attuale sede stradale verso valle ove però è presente un accumulo di frana con potenza dello strato fino a 8.0 m. La morfologia attuale del terreno mostra chiaramente la presenza di una nicchia di distacco che ha una estensione pari a circa 150 m misurata nel punto più ampio. Tale zona del versante si presenta priva di vegetazione, segno evidente che si trova esposta a fenomeni erosivi che possono evolversi nel tempo modificando ulteriormente le condizioni di stabilità attuali.

Nella figura seguente si riporta un'immagine satellitare relativa alla topografia del sito in esame, con evidenziato in colore rosso il coronamento della nicchia di frana.

Figura A.1: Topografia del sito in esame



Nel seguito si mostrano un estratto della carta geologica e la sezione topografica rappresentativa con descritte le formazioni geologiche in essere.

Figura A.2: Carta geologica della zona

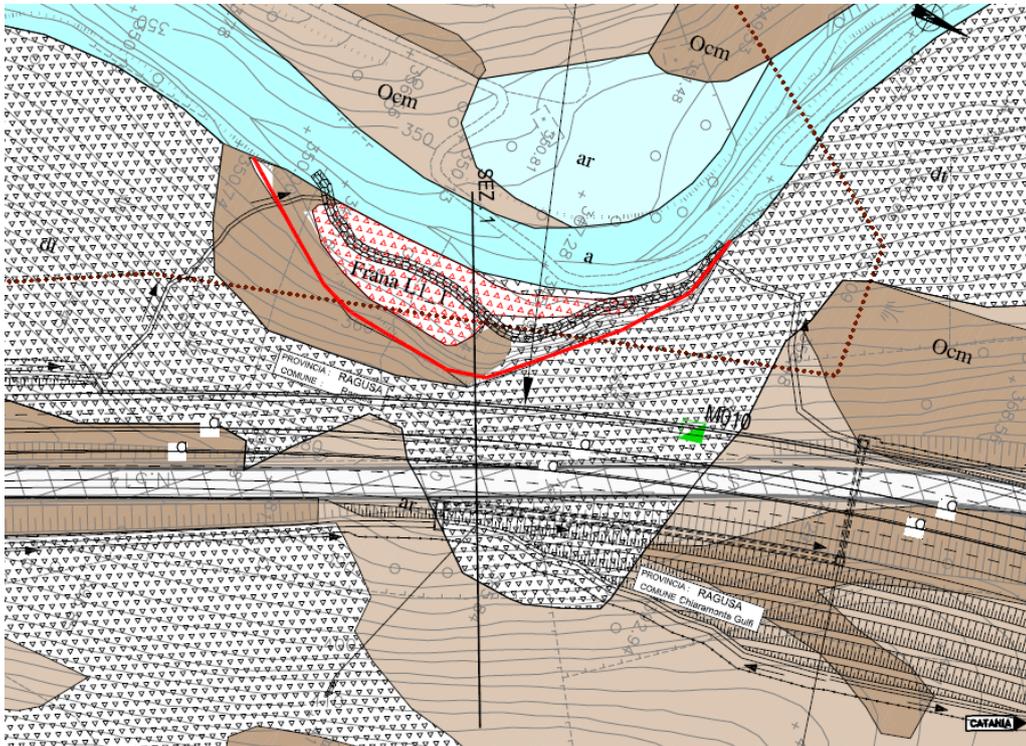
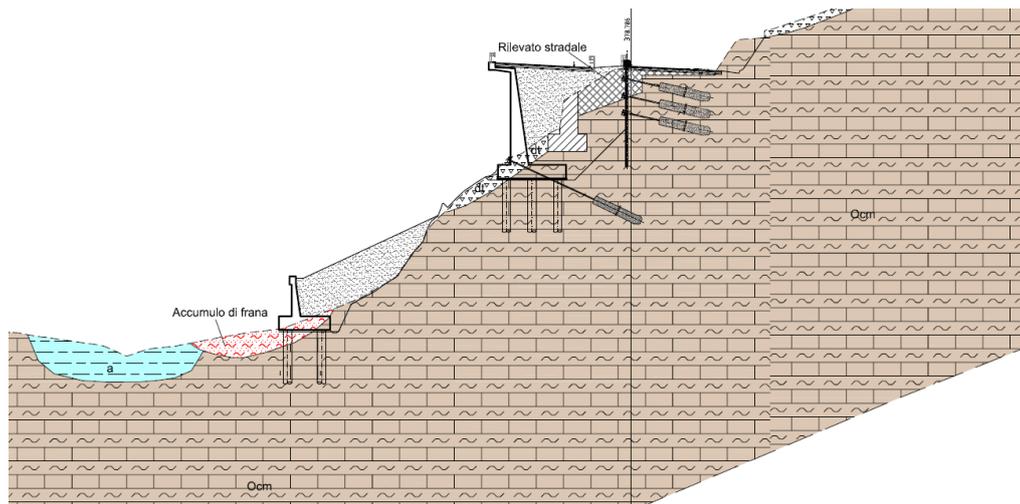


Figura A.3: Sezione geologica 1 su Frana



Come si vede il versante presenta forti acclività ed un'estensione piuttosto localizzata del fenomeno; inoltre al piede è presente un corso d'acqua che influenza l'instabilità del pendio.

Gli interventi previsti sono di duplice natura; un muro superiore di sostegno della sede stradale di progetto che viene ubicato sul versante a monte del coronamento della nicchia di frana e che

è fondato su pali per garantirne la necessaria stabilità; un muro inferiore che serva ad arrestare i fenomeni erosivi del versante in corrispondenza della nicchia di frana, anch'esso fondato su pali in modo da rimanere entro il limite delle aree impegnate ed offrire stabilità della fondazione anche nei confronti di possibili scalzamenti da parte del corso d'acqua durante gli eventi di piena.

B DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera oggetto della presente relazione si sviluppa tra il km 7+481.25 al km 7+649.40 del Lotto 1 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" e possiede una lunghezza complessiva di 167 m.

L'intervento prevede la costruzione di due muri in cemento armato fondati nel terreno tramite l'impiego di pali di grande diametro ($\varnothing 1000$). Il paramento dei muri, gettato in opera, sarà rifinito superficialmente mediante l'utilizzo pannelli prefabbricati rivestiti con pietra locale con funzione di cassero in fase di getto.

I due muri, nominati "Muro Superiore" e "Muro Inferiore" in funzione della posizione sul versante, si estendono tra i km 7+481.25 e 7+649.40 (muro superiore) e tra i km 7+551.58 e 7+601.90 (muro inferiore) e sono lunghi rispettivamente 167 m e 50 m.

Data la configurazione geometrica della scarpata, le cui elevate pendenze costringono ad operare in spazi ridotti, la costruzione del muro superiore sarà eseguita solo dopo aver provveduto al sostegno dello scavo di sbancamento mediante una berlinese di micropali provvisoria.

Il muro superiore ha uno sviluppo complessivo di 167 m ed è caratterizzato da una zattera spessa 1.60 m, larga da 6.00÷8.00 m e da un paramento di altezza variabile tra 4.67÷12.03 m. Nella zona sommitale del paramento, in corrispondenza della porzione di muro compresa tra il km 7+526 e il km 7+605 circa, è presente uno sbalzo di lunghezza massima 2.63 m a sostegno della porzione più esterna della carreggiata. I pali di fondazione saranno realizzati con lunghezza variabile tra fra 25÷41 m secondo le seguenti geometrie:

- Per una lunghezza di 44.00 m da ciascuna delle due estremità del muro, i pali saranno disposti con interasse longitudinale di 3.00 m su due allineamenti distanti 4 m l'uno dall'altro in direzione trasversale;
- Nella porzione centrale del muro, per una lunghezza di 79 m, i pali saranno realizzati con interasse longitudinale di 3.00 m su tre allineamenti distanti 3 m l'uno dall'altro in direzione trasversale.

A cavallo del km 7+566.74, in corrispondenza del tratto a maggior elevazione del muro, e per una lunghezza di 29.00 m, l'opera è intirantata alla base del paramento mediante tiranti disposti

ad interasse longitudinale di 2.00 m, lunghi complessivamente 28.00 m e realizzati ciascuno da 12 trefoli.

Il muro inferiore presenta uno sviluppo complessivo di 50 m ed è caratterizzato da una zattera spessa 1.60 m, larga 6.00 m e da un paramento alto 4.62 m. I pali di fondazione sono realizzati con interasse longitudinale di 3.00 m e sono disposti su due allineamenti con distanza trasversale di 4.00 m. La lunghezza dei pali di fondazione è di 20 m.

Figura B.1: Sezione dell'opera (pk 7+566.74)

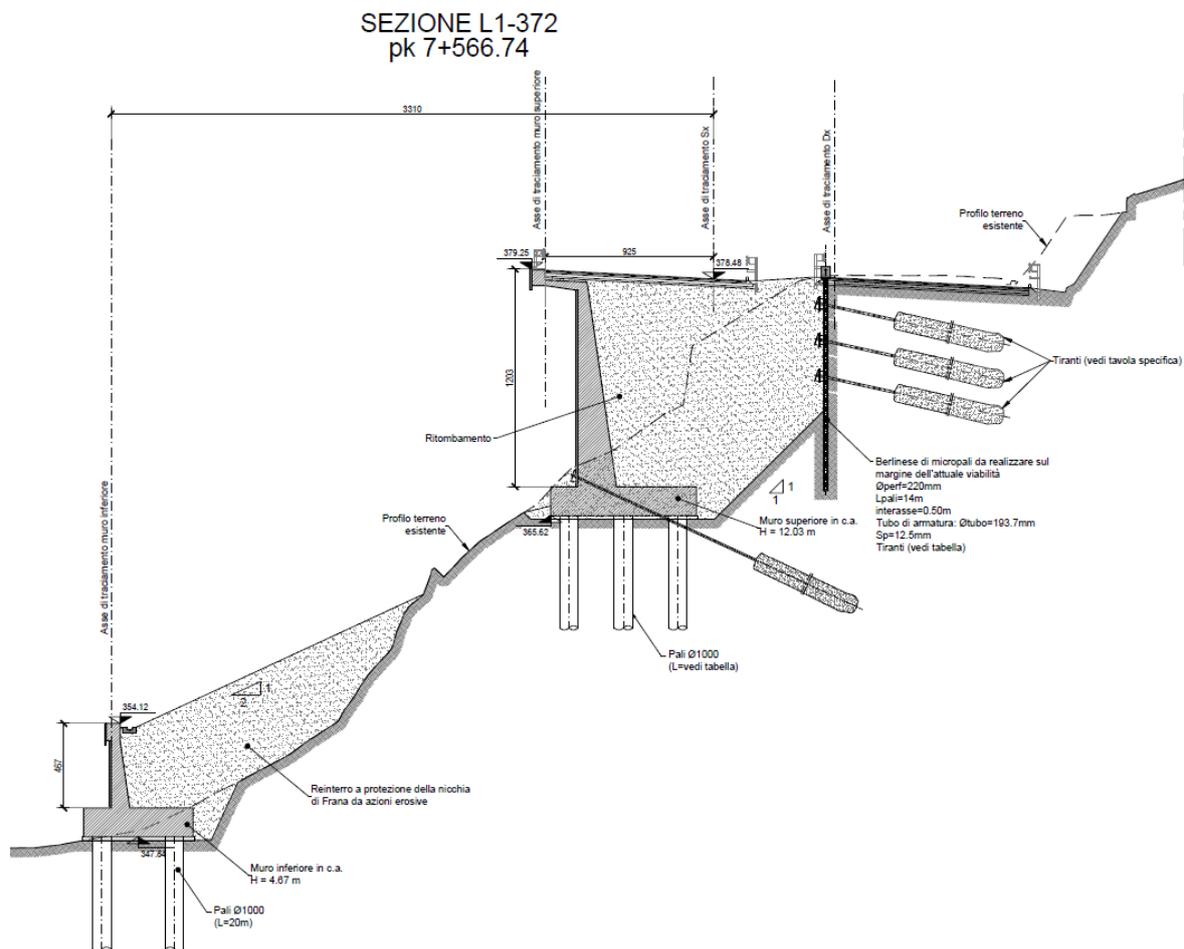


Figura B.2: Sezione dell'opera (pk 7+642.28)

SEZIONE L1-375
 pk 7+642.28.00

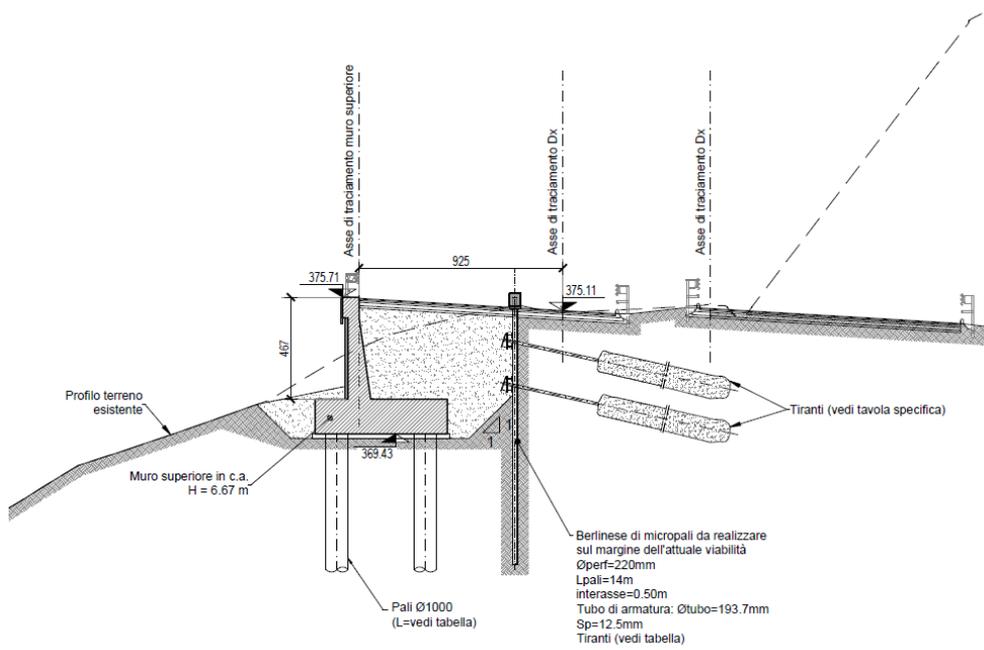


Figura B.3: Pianta delle fondazioni "Muro Superiore" (parte 1 di 2)

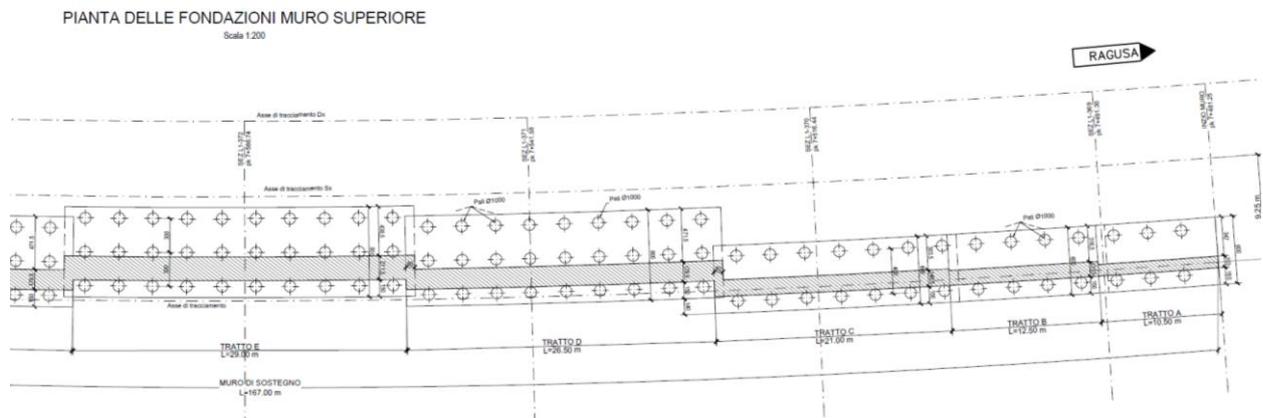


Figura B.4: Pianta delle fondazioni "Muro Superiore" (parte 2 di 2)

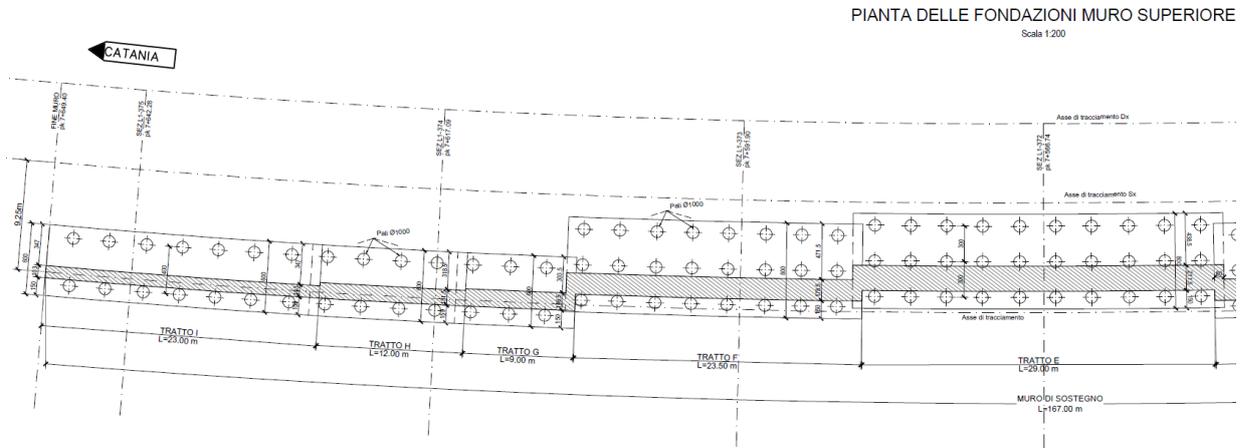


Figura B.5: Profilo longitudinale "Muro Superiore" e "Muro Inferiore" (parte 1 di 2)

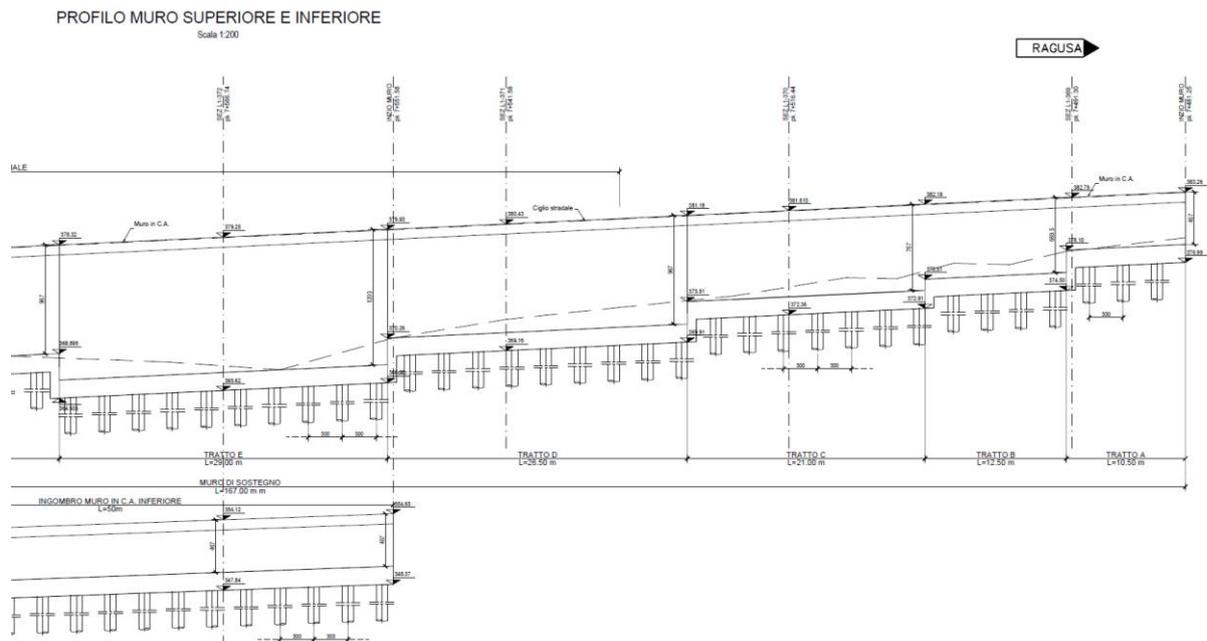
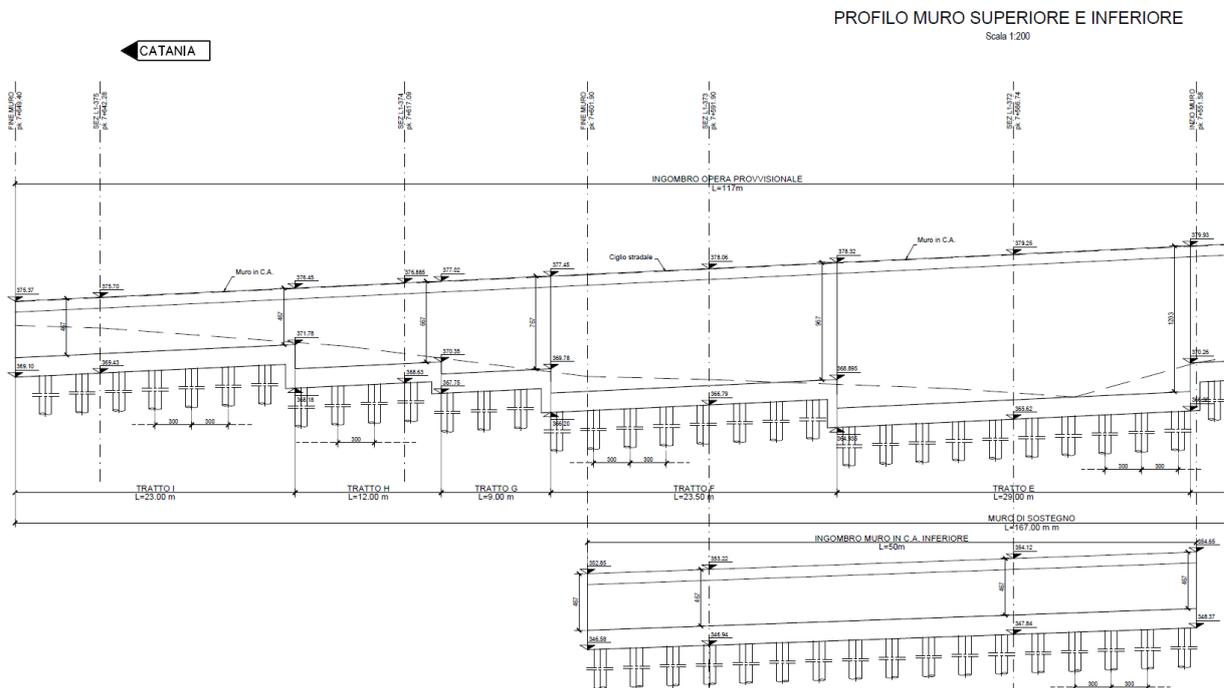


Figura B.6: Profilo longitudinale "Muro Superiore" e "Muro Inferiore" (parte 2 di 2)



La berlinese provvisoriale sarà realizzata in prossimità del ciglio dell'attuale viabilità e consentirà la costruzione del muro evitando di arrecare danni alla strada esistente. I micropali della berlinese, lunghi 14 m, saranno realizzati con perforazioni verticali di diametro $\varnothing 220$ mm eseguite ad interasse longitudinale di 0.50 m, e saranno armati mediante un tubo d'acciaio con diametro $\varnothing 193.7$ mm e spessore $S_p = 12.5$ mm. L'opera provvisoriale, in funzione dell'altezza dello scavo, sarà intirantata mediante tiranti a 4 e 5 trefoli disposti su più allineamenti in funzione dell'altezza dello scavo (Il numero di ordini di tiranti varia da 2 a 3). Una volta concluse le fasi di costruzione del muro, la berlinese dovrà essere demolita per una lunghezza di 1.5 m a partire dalla sua sommità.

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.ro 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 – Regole generali e regole per edifici”;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- Model Code 1990, CEB-FIP.

C.2 Documentazione di riferimento

Per il progetto delle opere in esame si è fatto riferimento ai seguenti elaborati progettuali:

- Indagini geotecniche;
- Relazione Geotecnica Generale (RGG) “D01-T100-GT050-1-RN-001-0A”;
- Relazione Geotecnica Lotto 1 “D01-T1L1-GT050-1-RN-001-0A”;
- Profilo Geologico e Geotecnico;
- Relazione sismica “D01-T100-GG002-1-RZ-001-0A”;
- Sezioni Geologiche.

C.3 Software utilizzati

Per il calcolo dell'opera in esame sono stati utilizzati i seguenti software:

- Microsoft Excel (fogli di calcolo proprietari);
- Paratie Plus 2012 (versione 2012 – Ce.As) per il calcolo delle paratie;
- Slide (versione 5.014 – RocScience) per le analisi di stabilità globale.

D CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Salvo indicazioni diverse espressamente indicate negli elaborati grafici, per la realizzazione delle opere di sostegno in oggetto sono previsti i materiali di seguito descritti.

D.1 Calcestruzzo

Magrone di pulizia e livellamento (non strutturale) – Riporto strutturale

- Classe di resistenza: C 12/15

Elevazione muri

- Classe di resistenza: C 32/40
- Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump: S4
- Max dimensione dell'aggregato: 25 mm
- Classe di esposizione: XA2
- Copriferro: 40 mm

Pannelli prefabbricati

- Classe di resistenza: C 28/35
- Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2.83 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 1.98 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: XC3
- Copriferro: 25 mm

Fondazioni

- Classe di resistenza: C 32/40

- Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump: S4
- Max dimensione dell'aggregato: 30 mm
- Classe di esposizione: XA2
- Copriferro: 40 mm

Pali di fondazione

- Classe di resistenza: C 32/40
- Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 3.10 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.17 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza Slump: S4
- Max dimensione dell'aggregato: 25 mm
- Classe di esposizione: XA2
- Copriferro: 60 mm

Paratie di micropali per opere provvisionali

- Classe di resistenza: C25/30
- Resistenza a compressione caratteristica: $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione semplice: $f_{ctm} = 0.30 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 2.55 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione caratteristica: $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 1.8 \text{ N/mm}^2$
- Classe di consistenza: S5

D.2 Acciaio

Acciaio per armature ordinarie

- Tipo: B450C
- Tensione caratteristica: $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Tensione di snervamento di calcolo: $f_{yd} = 391.30 \text{ MPa}$
- Modulo elastico: $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Acciaio stabilizzato per trefoli $\varnothing 0.60''$

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

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: $f_{tk} \geq 510 \text{ N/mm}^2$

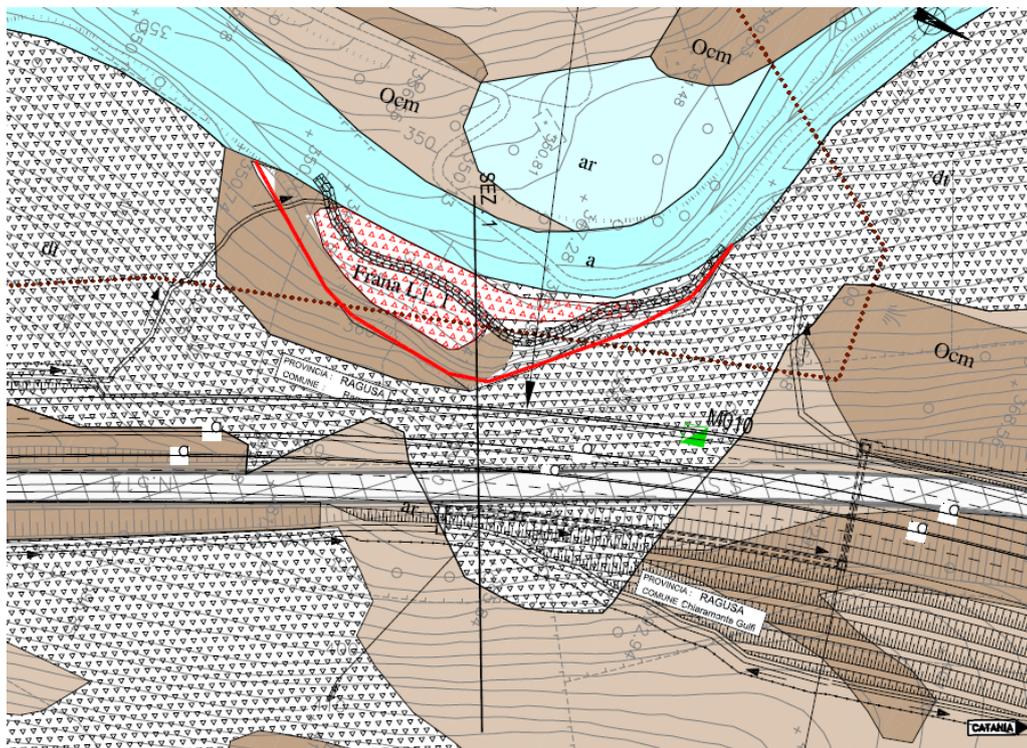
E MODELLO GEOTECNICO

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

Considerando il profilo geologico disponibile per il tratto in esame, è possibile individuare un unico litotipo appartenente alla formazione Ocm (Formazione di Ragusa membro Leonardo) relativa a terreni costituiti da alternanze di calcisiltiti e marne e calcari marnosi.

Solo superficialmente, il profilo indica per il tratto in esame la presenza di terreni detritici che, coerentemente con quanto indicato dalla carta geologica (vedi Figura sottostante), si allargano sul versante in frana fino a raggiungerne il piede.

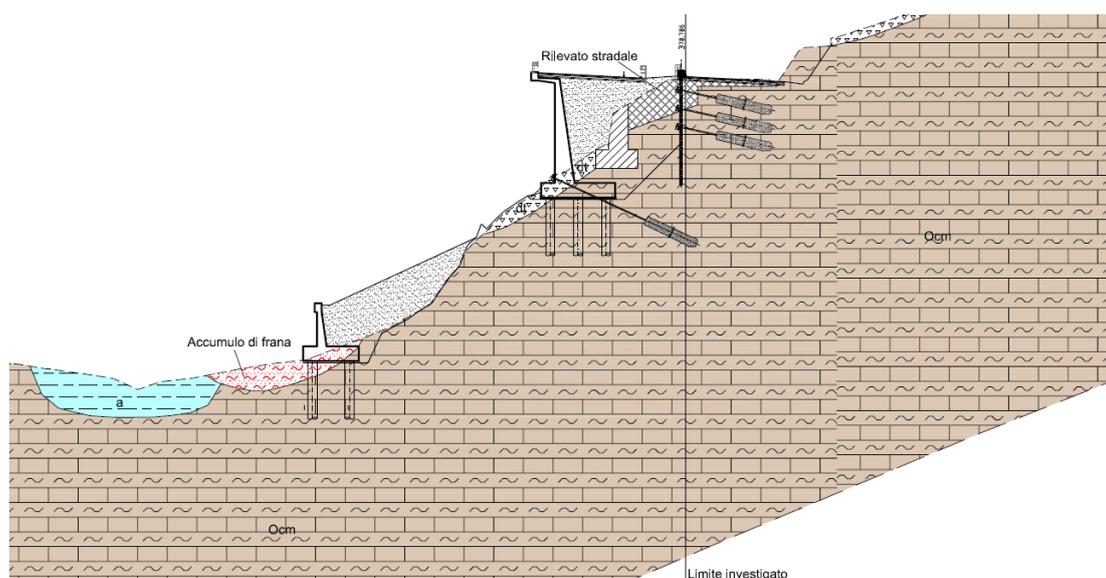
Figura E.1: Stralcio della carta geologica per il sito in esame



Per il tratto in esame, caratterizzato dalla Frana L1_1 è disponibile anche una sezione geologica riportata nella seguente Figura. Dalla sezione è possibile evidenziare al di sotto del tracciato stradale un terreno Ocm a carattere litoide. Lungo il versante in frana è inoltre

presente uno strato detritico (dt) di modesto spessore appena a valle del muro di sottoscarpa esistente. Infine, al piede del pendio è presente l'accumulo di frana prossimo ad uno strato appartenente a terreni sabbioso-ghiaiosi di alluvioni fluviale (a) in corrispondenza del prevedibile alveo.

Figura E.2: Sezione geologica della frana L1_1



Per poter definire con maggior dettaglio la potenza dello strato di accumulo di frana è stata eseguita un'indagine sismica a rifrazione (TS01) che ha permesso di individuare fino ad una profondità comprese tra 7 e 10 m dal piano campagna valori della velocità delle onde di compressione V_p compresi tra 450 e 1200 m/s, compatibili con depositi alluvionali e/o detritici. Per i dettagli e l'interpretazione della tomografia sismica si rimanda alla relazione specialistica.

Considerando la presenza di un litotipo Ocm a carattere litoide, i parametri geotecnici di tale formazione sono stati ricavati dal sondaggio geognostico S029 ubicato alla progressiva 7+785 circa. Da tale sondaggio, per il litotipo Ocm emerge una stratigrafia costituita per i primi 15 m da Calcarenite fratturata (CF) cui segue uno strato di calcarenite fratturata e marna argillosa (Cf-MA) con potenza compresa tra 5 e 6 m. Al di sotto si rinviene infine uno strato di calcarenite marnosa (CM).

Considerando la stratigrafia presentata è possibile caratterizzare lo strato Ocm a partire dalle prove eseguite sui campioni litoidei estratti nella campagna di indagini geognostiche: i parametri medi caratteristici sono pertanto riassunti nella seguente Tabella.

Tabella E.1: Parametri geotecnici modello di calcolo formazione Ocm litoide

Litotipo	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]
Ocm litoide	22.50	30	160

Per quanto riguarda l'accumulo di frana, è stato caratterizzato a partire dai risultati disponibili per il terreno detritico, limitando il valore dell'angolo d'attrito a 30°.

Tabella E.2: Parametri geotecnici modello di calcolo accumulo di frana

Litotipo	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]
Accumulo di Frana (0÷7 m dal piano campagna)	21.6	30	0

Dai profili geologici disponibili, per il tratto in esame non è stata rilevata la presenza di falda. Nelle analisi delle fondazioni del muro in c.a. di valle è stata comunque assunta a livello del p.c. per tenere conto della presenza del corso d'acqua al piede del pendio.

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 ≥ 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.*"

In virtù di quanto affermato, il periodo di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche risulta dal prodotto della vita nominale per la classe d'uso:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 2.0 = 100 \text{ anni,}$$

cui compete un valore del tempo di ritorno pari a:

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

G ANALISI DEI CARICHI

Il calcolo è stato condotto tenendo conto delle seguenti azioni agenti sull'opera:

- peso proprio della struttura;
- peso del terreno a monte dell'opera;
- spinta del carico variabile stradale;
- spinte del terreno a monte dell'opera;
- incremento di spinta sismica del terreno a tergo del muro;
- forze di inerzia della struttura e del terreno solidale con l'opera.

Le azioni suddette vengono di seguito esplicitate.

G.1 Peso proprio della struttura

Il peso dei vari elementi strutturali sono stati calcolato considerando:

Peso specifico calcestruzzo $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$

G.2 Sovraccarichi permanenti

Per il calcolo strutturale del muro superiore è stato considerato il carico della pavimentazione stradale in corrispondenza dello sbalzo sommitale. Tale carico è stato valutato assumendo il peso proprio della pavimentazione pari a $\gamma_{pav} = 24 \text{ kN/m}^3$

G.3 Peso del terreno a monte dell'opera

Il terreno preso in considerazione è il terreno gravante sulla platea di fondazione a monte, costituito dal materiale di riempimento il cui peso per unità di volume è pari a $\gamma_t = 20.5 \text{ kN/m}^3$.

G.4 Spinta del carico variabile stradale

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:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

Nella progettazione in oggetto, si considera una sovraccarico stradale pari a 20 kN/m².

G.5 Spinta statica del terreno a monte del muro

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte dell'opera che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente).

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come

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

dove φ è l'angolo d'attrito del terreno, β rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\beta = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-muro, ε è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-muro δ rispetto alla normale al muro.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete).

G.6 Azione sismica di riferimento

Per la caratterizzazione dell'azione sismica sull'opera si è fatto riferimento alle seguenti coordinate geografiche:

Longitudine 14°40'28.43"E

Latitudine 36°59'14.08"N

Si riporta di seguito il riepilogo della caratterizzazione sismica del territorio, i valori delle accelerazioni di picco e gli altri parametri necessari alla definizione degli spettri di progetto, per i diversi stati limiti da analizzare:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso IV
- coefficiente d'uso $C_U = 2.0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni

Tabella G.1: Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto.

	SLO	SLD	SLV	SLC
ag =	0.061	0.087	0.321	0.462
F0 =	2.505	2.432	2.359	2.344
TC* =	0.269	0.286	0.456	0.518
SS, oriz =	1.200	1.200	1.097	1.000
ST =	1.000	1.000	1.000	1.000

Per le analisi in condizioni sismiche è stato preso a riferimento lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) e dunque i seguenti parametri:

- categoria di suolo B;
- massima accelerazione orizzontale al suolo: $a_g/g = 0,321$;
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica: $S_S = 1,097$;
- Coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1,000$;
- coefficiente di riduzione di a_{max} : $\beta_m = 1$;

- coefficiente di intensità sismica orizzontale $k_h = 0,3521$;
- coefficiente di intensità sismica verticale $k_v = 0,1761$.

G.7 Incremento di spinta sul muro dovuto al sisma

In condizioni sismiche l'entità e la distribuzione delle spinte del terreno sul muro dipendono dall'intensità del sisma, dalla risposta locale del terreno di fondazione e dalla deformabilità dell'opera.

Il D. Min. Infrastrutture 14/01/2008 consente l'utilizzo di metodi pseudo-statici per il calcolo dell'incremento di spinta sull'opera dovuto al sisma. Il metodo applicato in sede di progettazione è quello di Mononobe-Okabe, basato sull'equilibrio limite globale di un cuneo di terreno soggetto alle forze indotte dal sisma, ipotizzando che l'opera possa subire movimenti tali da produrre nel terreno retrostante un regime di spinta attiva e che il terreno interno al cuneo di spinta si comporta come un corpo rigido.

Le componenti verticali ed orizzontali dell'azione sismica sono considerate costanti in tutti i punti della massa.

La spinta sismica (statica + dinamica) vale:

$$S_s = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 \pm k_v) \cdot K'_a$$

dove, se $\beta \leq \varphi - \vartheta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta - \vartheta) \cdot \left[1 + \left(\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\phi - \delta - \vartheta) \cdot \sin(\beta + \varepsilon)} \right)^{0.5} \right]^2}$$

altrimenti, se $\beta > \varphi - \vartheta$:

$$K'_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \vartheta - \delta)}$$

Nelle relazioni sopra elencate, i simboli hanno i seguenti significati:

β = angolo tra intradosso parete e la verticale

$$\tan(\vartheta) = \frac{k_h}{(1 \pm k_v)}$$

ϑ = angolo definito come:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$
, coefficiente di intensità sismica orizzontale

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$
 = coefficiente di intensità sismica verticale

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

g = accelerazione di gravità

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Quest'ultimo parametro, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno come nel caso in esame, deve essere assunto pari a 1 (DM 2008 7.11.6.2.1).

La normativa prescrive di applicare separatamente la spinta statica e dinamica, quest'ultima come incremento di spinta.

Per quanto concerne l'incremento di spinta, si calcola la differenza tra la spinta sismica totale e la spinta statica attiva. Si ricava un diagramma delle pressioni del terreno costante, per cui il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza di $0.5 \cdot H$ rispetto alla base della platea.

In presenza di sisma, l'opera è soggetta alle forze di inerzia della parete e del terreno a monte solidale con la stessa:

$$F_i = a_g/g \cdot W$$

G.8 Azione dei veicoli in svio

L'azione di svio dei veicoli è stata considerata secondo le indicazioni fornite al punto 3.6.3.3.2 del DM 14/01/2008, nel quale si dichiara che in assenza di dati specifici "si può tener conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente di collisione di 100 kN". La forza, agente nel piano orizzontale in direzione trasversale a quella di sviluppo del muro, è stata considerata applicata alla quota di 1.0 m dal piano di marcia, equivalenti a 0.90 m da estradosso cordolo.

Considerando che per determinare la sezione resistente di paramento è lecito diffondere tale forza in direzione verticale con inclinazione di 45° , e che il muro di sostegno più basso ha paramento alto circa 2.0 m, risulta che la larghezza collaborante per la forza di normativa sia pari a 4 m. L'azione da considerare nelle verifiche risulta pertanto pari a $100/4 = 25$ kN.

A favore di sicurezza, l'entità di tale azione è stata mantenuta invariata anche nel calcolo dei muri di sostegno di maggiore altezza.

H COMBINAZIONE DELLE SOLLECITAZIONI

Le combinazioni di calcolo sono state effettuate secondo quanto disposto dal D.M. 14.01.2008; in particolare sono state considerate:

combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione Frequente (SLE reversibile):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione quasi permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

La normativa prevede che i diversi set di coefficienti di sicurezza parziali siano scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti ed alternativi definiti, rispettivamente, dalla normativa: "Approccio 1" ed "Approccio 2".

Nella presente progettazione si è adottato l'Approccio 1 che prevede due diverse combinazioni di set di coefficienti: la prima combinazione risulta più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno; la seconda combinazione risulta più gravosa nei riguardi del dimensionamento geotecnico. Le combinazioni sono le seguenti:

Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)

Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO).

Le verifiche geotecniche nei confronti delle azioni sismiche sono effettuate impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto con i valori dei coefficienti parziali dell'Approccio 1, Combinazione 2 e ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

I coefficienti parziali di sicurezza delle azioni, adottati nelle combinazioni, sono differenti a seconda che le azioni si debbano combinare per verifiche strutturali o geotecniche (rispettivamente A1, A2 e EQU).

Tabella H.1: Coefficienti parziali di sicurezza per le azioni

		Coefficiente parziale γ_F	EQU ¹	A1 (STR)	A2 (GEO)
carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
carichi perm. non strutturali ²	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
carichi da traffico	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 ³	1.00 ⁴	1.00
ritiro, viscosità, ΔT , cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

¹ se l'equilibrio non coinvolge il terreno, altrimenti si applica GEO

² se risultano compiutamente definiti si possono considerare permanenti

³ 1.30 per instabilità delle strutture precomprese

⁴ 1.20 per effetti locali

Ai fini delle verifiche delle fondazioni, sono definiti dei coefficienti parziali per i parametri geotecnici (M1 ed M2) riassunte di seguito:

Tabella H.2: Coefficienti parziali di sicurezza per i parametri geotecnici

		Coefficiente parziale γ_M	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\text{tang } \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.0

I VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Il presente paragrafo illustra i criteri generali di verifica adottati per le verifiche geotecniche e strutturali condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche. I singoli calcoli hanno riguardato quelle sezioni trasversali che in generale appaiono più onerose nei confronti delle singole verifiche (altezze massime) e quelle più rappresentative.

I.1 Criteri di verifica geotecnica delle fondazioni su pali

Note le terne di azioni (F_x , F_z , ed M_y) ad intradosso platea di fondazione, si procede come segue:

- calcolo dei carichi assiali sui pali;
- dimensionamento geotecnico dei pali;
- verifica strutturale dei pali;
- verifica strutturale della platea di fondazione.

I.1.1 Calcolo dei carichi assiali sui pali

Dato un gruppo di n pali soggetto ad una terna di sollecitazioni relativi ad una determinata combinazione, i carichi agenti alla testa di ciascun palo risultano:

$$N_i = \frac{F_z}{n} - \left[\frac{M_y \cdot x_i}{\sum_1^n x_i^2} \right]$$
$$V_{xi} = \frac{F_x}{n}$$

dove, fissato un sistema di riferimento XYZ destrorso, avente origine nel baricentro della zattera, asse X positivo verso valle e asse Z rivolto verso l'alto:

- M_y = momento esterno attorno all'asse Y;
- F_x = forza orizzontale esterna nella direzione X;
- F_z = forza verticale esterna nella direzione Z;

- N_i = forza verticale agente alla testa del palo;
- V_{xi} = forza orizzontale agente alla testa del palo i -esimo nella direzione X ;
- x_i = distanza del palo i -esimo dall'asse baricentrico della palificata nella direzione X ;

Ciascun palo, in virtù dell'inclinazione con cui è posizionato rispetto alla verticale, lo sforzo assiale agente ($N_{i,ass}$) risulta:

$$N_{i,ass} = \frac{N_i}{\cos \alpha_{xi} \cdot \cos \alpha_{yi}}$$

con

- α_{xi} = inclinazione del palo i -esimo rispetto alla verticale, in direzione X ;

Per cui deve risultare per ciascuna combinazione e per ciascun palo:

$$Q_{Rd} \geq N_{i,ass} \quad (1).$$

Inoltre devono verificarsi le seguenti condizioni:

$$F_x \leq \sum_{i=1}^n \frac{H_{i,res}}{\sin \alpha_{xi}} \quad (2)$$

$$F_y \leq \sum_{i=1}^n \frac{H_{i,res}}{\sin \alpha_{yi}} \quad (3)$$

dove $H_{i,res}$ è la componente orizzontale del residuo di resistenza assiale dei singoli mediopali che vale:

$$H_{i,res} = Q_{Rd} - N_{i,ass}$$

Mediante un procedimento iterativo è possibile quindi determinare la lunghezza minima dei mediopali affinché siano soddisfatte contemporaneamente le condizioni (1), (2) e (3).

1.1.2 Capacità portante dei pali di fondazione

Il calcolo della capacità portante dei pali di fondazione è condotto con l'approccio progettuale 1 previsto da normativa, con i coefficienti parziali da applicare alla resistenza laterale e alla punta che tengono conto del fattore di correlazione ξ .

In ciascuna combinazione prevista deve risultare:

$$Q_{Rd} \geq Q_{Ed}$$

in cui

$$Q_{Rd} = \frac{1}{\xi} \left(\frac{Q_s}{R^s_i} + \frac{Q_b}{R^b_i} \right) - W_k + \frac{S_w}{R_w}$$

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$Q_s = \sum_i \pi \cdot D \cdot \tau \cdot \Delta L_i = \text{portata laterale}$$

$$Q_b = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot q_b = \text{portata alla punta (} q_b = \text{pressione di base)}$$

D = diametro del palo di fondazione;

L_i = lunghezza del tratto i-esimo del palo;

τ = resistenza tangenziale limite tra palo e terreno;

W_k = peso proprio del palo

S_w = spinta idraulica sulla porzione di palo immerso

R_w = coefficiente di abbattimento del contributo della spinta idraulica.

In riferimento alla situazione stratigrafica riscontrata, il calcolo della resistenza laterale lungo il palo (τ_s) è stato condotto mediante il metodo classico:

$$\tau_s = K \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \delta$$

dove:

σ'_{v0} = tensione litostatica efficace;

$$K = (0.7 \div 1) \cdot K_0;$$

K_0 = coefficiente di spinta a riposo;

$$\delta = (0.5 \div 1) \cdot \varphi \quad (\text{Nel caso in esame si è assunto } \delta = \varphi);$$

φ = angolo di resistenza a taglio;

La resistenza alla punta in condizioni drenate è stata calcolata utilizzando la seguente

relazione:

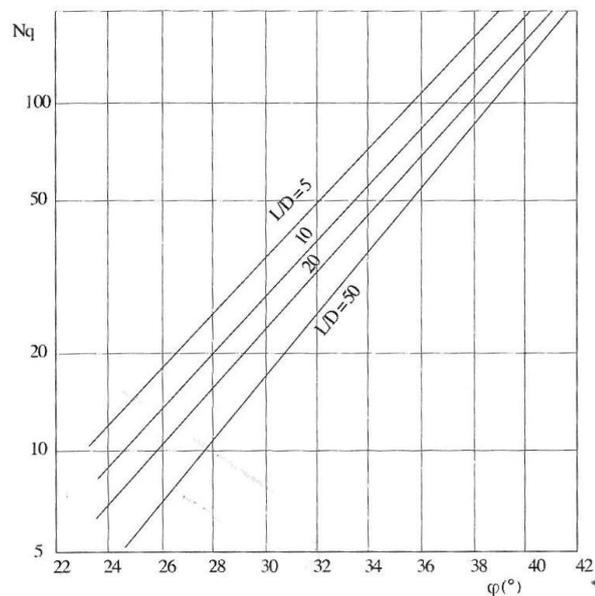
$$q_b = N_q \cdot \sigma'_{v0}$$

dove:

σ'_{v0} = tensione litostatica efficace;

N_q = fattore di capacità portante valutato secondo le indicazioni di Berezantzev (vedere figura seguente)

Tabella I.1: Valori del fattore N_q proposti da Berezantzev



In condizioni non drenate si è invece adottata la formulazione classica, calcolando la resistenza alla punta in termini di tensioni totali:

$$q_b = (c_u \cdot N_c + \sigma_{v0})$$

Tenendo conto della forma della fondazione e della profondità relativa, il coefficiente di capacità portante N_c è assunto uguale a 9.

I.1.3 Calcolo delle sollecitazioni lungo il fusto del palo

La determinazione dell'andamento delle sollecitazioni di taglio e di momento, degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni del palo, per assegnati carichi trasversali (V_p , M_p) applicati in testa viene effettuata risolvendo la seguente equazione differenziale:

$$E_p \cdot I_p \cdot \frac{d^4 y}{dz^4} - E_s \cdot y = 0$$

Nell'espressione precedente, i simboli hanno i seguenti significati:

E_p = modulo di Young del palo

I_p = momento di inerzia del palo

y = spostamento orizzontale

$E_s = k_{s,h} z$ = modulo di reazione orizzontale secante medio del terreno;

$k_{s,h}$ = gradiente del modulo di reazione orizzontale con la profondità z che viene valutato mediante la formulazione di Bowles (1996):

$$k_{s,h} = A_{s,h} + B_{s,h} \cdot z^{0.5} \text{ (MPa)}$$

dove $A_{s,h}$ e $B_{s,h}$ sono fattori che variano in funzione dei parametri geotecnici, la presenza di falda e il diametro di palo.

In riferimento alla litologia dell'area interessata, è stato assunto, secondo le indicazioni geologiche di progetto, un modulo di reazione orizzontale costante per tutta la stratigrafia.

Tale equazione viene risolta in campo lineare mediante la teoria di Matlock & Reese (1960), che dalle ipotesi di:

- pali interamente immorsati in un terreno omogeneo;
- pali caricati in testa da una forza orizzontale (V_p) ed un momento flettente (M_p)

ricava le espressioni generali di seguito riportate:

$$\delta_h = \left(\frac{V_p \cdot T^3}{E_p \cdot I_p} \right) \cdot A_y + \left(\frac{M_p \cdot T^2}{E_p \cdot I_p} \right) \cdot B_y \quad \text{spostamento orizzontale;}$$

$$\vartheta = \left(\frac{V_p \cdot T^2}{E_p \cdot I_p} \right) \cdot A_s + \left(\frac{M_p \cdot T}{E_p \cdot I_p} \right) \cdot B_s \quad \text{rotazione;}$$

$$M = (V_p \cdot T) \cdot A_m + M_p \cdot B_m \quad \text{momento flettente;}$$

$$V = V_p \cdot A_v + \frac{M_p}{T} \cdot B_v \quad \text{taglio;}$$

con:

$$V_p = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \text{azione tagliante polare testa palo;}$$

$$M_p = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \text{momento flettente polare testa palo;}$$

$$T = \left(\frac{E_p \cdot I_p}{E_s} \right)^{0.25}$$

A , B = coefficienti adimensionali funzione della flessibilità relativa, rappresentata dai

rapporti $\frac{L_p}{T}$ e $\frac{z}{T}$, essendo L_p la lunghezza del palo e z la profondità generica riferita alla testa palo.

Per quanto concerne lo sforzo normale, è stato valutato l'andamento lungo il fusto del palo mediante la risoluzioni dell'equilibrio in direzione assiale per ciascun concio in cui questo è stato suddiviso, secondo la seguente espressione:

$$N(z) = N_{sd} - \frac{Q_s(z)}{FS_s} + W_p$$

con significato dei termini già noto.

Mediante le espressioni di Matlock & Reese appena descritte, vengono valutate le sollecitazioni di taglio e di momento lungo i fusti dei mediopali di fondazione per ciascuna combinazione di carico definita, e sulle quelle risultanti più gravose, vengono condotte le relative verifiche strutturali.

I.2 Verifiche strutturali del muro

Le verifiche strutturali sono state eseguite allo SLU e allo SLE con riferimento alle azioni normali (sforzo N e momento flettente M) e alle azioni taglianti della combinazione di calcolo più gravosa ricavata dall'analisi geotecnica condotta sul muro.

Le verifiche sono state condotte sui seguenti elementi strutturali costituenti il muro:

- Paramento verticale;

- Zattera di fondazione;
- Palo di fondazione.

J VERIFICHE MURO SUPERIORE

Nel presente capitolo si riportano i risultati delle verifiche strutturali e geotecniche del muro superiore. Tali risultati faranno riferimento alla sezione dell'opera maggiormente sollecitata, che corrisponde con quella caratterizzata dalla massima altezza. Le sollecitazioni dovute al peso dello sbalzo, alla pavimentazione soprastante e ai carichi variabili su di esso viaggianti sono state applicate in testa al muro nella forma di un momento flettente e di uno sforzo normale. I valori di dette sollecitazioni sono riportati nella tabella sottostante, e fanno riferimento ad una porzione di muro di lunghezza unitaria.

Tabella J.1: Sollecitazioni caratteristiche dovute ai carichi agenti sullo sbalzo in testa al muro

	N	M
	[kN/m]	[kNm/m]
Cls sbalzo	-34.5	60.03
Pavimentazione	-24	27.6
Variabili	-54	62.1

L'azione dei tiranti è stata valutata applicando una forza alla base del paramento di 900 kN/m e inclinata di 25° rispetto all'orizzontale. Tale forza è calcolata a partire dal tiro del singolo trefolo, $T = 150$ kN, considerando che i tiranti, realizzati con interasse reciproco di 2 m, sono costituiti da 12 trefoli ciascuno.

Per la valutazione delle spinte statiche sul paramento del muro, data la vicinanza tra il muro e la superficie di scavo verticale retrostante, si è trascurata la presenza della berlinese provvisoria e si sono assunti i parametri geotecnici del materiale Ocm litoide, caratterizzato da una coesione $c' = 160$ kPa e da un angolo di attrito $\varphi' = 30^\circ$. Il peso specifico del materiale gravante sulla zattera di monte è stato assunto uguale a quello del materiale di riempimento, caratterizzato da un peso specifico di $\gamma = 20.5$ kN/m³.

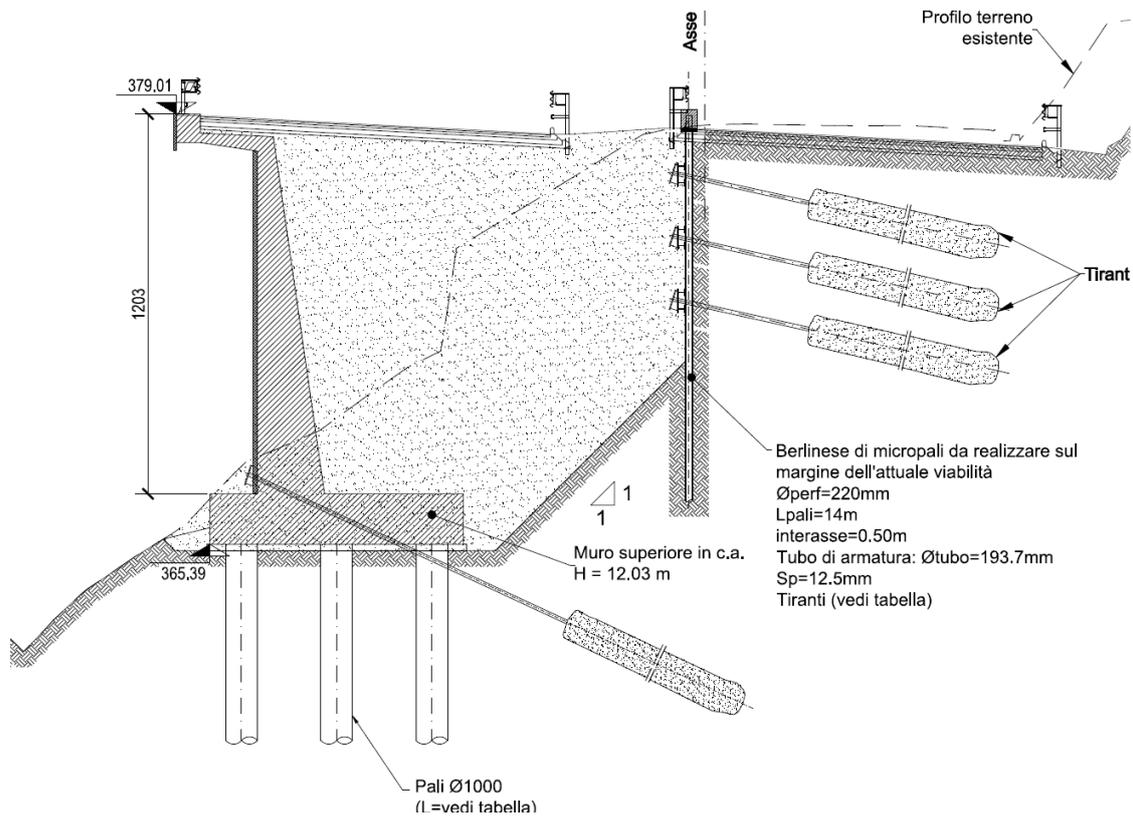
A favore di sicurezza, vista anche la forte pendenza del versante al piede del muro, si è trascurato in contributo di resistenza dei primi 2 m di materiale al di sotto dell'intradosso della platea.

I parametri geotecnici assunti nel dimensionamento dell'opera sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella J.2: Parametri geotecnici modello di calcolo

Litotipo	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]
Rilevato di nuova realizzazione compattato (materiale di riempimento)	20.50	38	0
Litologia al di sotto dell'intradosso platea			
Ocm litoide	22.50	30	160

Figura J.1: Sezione di riferimento (muro da 12.03 m)



J.1 Input di calcolo

Tabella J.3: Dati geometrici

Tipologia di fondazione:	Indiretta su pali	
Lunghezza platea:	Lpl =	8.00 m
Spessore platea:	Hpl =	1.60 m
Altezza paramento muro:	Hm =	12.03 m
Spessore superiore paramento muro:	SMS =	0.50 m
Spessore inferiore paramento muro:	SMI =	2.12 m
Inclinazione interna paramento muro:	$\beta =$	8.130 ° (>=0)
Inclinazione esterna paramento muro:	$\alpha =$	0.000 ° (>=0)
Inclinazione terrapieno a monte:	$i =$	0.000 ° (>=0)
Lunghezza terreno su platea a monte:	LTI =	4.38 m
Altezza terreno a valle da estradosso platea:	Hv =	0.00 m
Sbalzo platea inferiore:	SPI =	1.50 m
Lunghezza terreno superiore:	LTS =	6.10 m
Sbalzo platea superiore:	SPS =	1.50 m
Altezza tot. terreno dietro platea:	Htot =	13.63 m
Altezza di scavo dal p.c.:	D =	1.60 m
Diametro del palo:	Dp =	1.00 m
Classe di resistenza del palo:	Rck =	C32/40
Modulo di Young del palo:	Ep =	33643 Mpa
Numero di pali in direzione X:	N° pali =	3
Lunghezza tratto non reagente:	Lnr =	0.00 m
Interasse trasversale:	ltrasv =	3.00 m
Interasse longitudinale:	llong =	3.00 m
Distanza bordo fondazione e asse palo:	s =	1.00 m

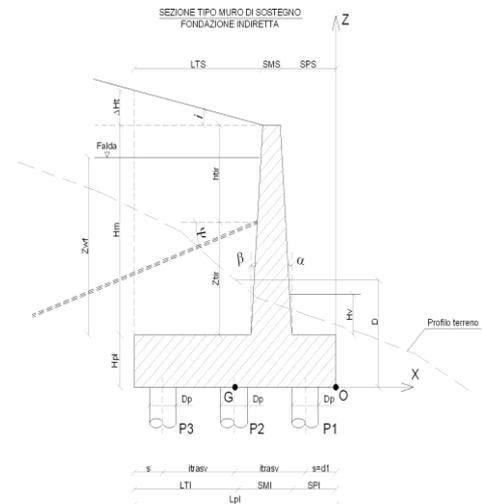


Tabella J.4: Dati di calcolo

Terreno a tergo del paramento muro

Peso specifico del terreno:	$\gamma_t =$	20.50 kN/m ³
Coesione terreno:	$c_t =$	160.00 kN/m ²
Angolo di attrito interno:	$\phi =$	30.00 °
Rapporto δ/ϕ :	$\delta/\phi =$	0.667
Angolo di attrito terra-muro:	$\delta =$	16.536 °
Posizione della falda da intradosso platea:	$z_{wf} =$	1.60 m
Sottospinta idraulica:	ADM =	0 (1= si, 0= no)
Peso specifico cls:	$\gamma_{cls} =$	25 kN/m ³
Fattore riduttivo peso specifico cls:		1.000
Strato da trascurare nelle analisi di calcolo:		

Dati di carico

Sovraccarico a monte:	$q_m =$	20.00 kN/m ²
Percentuale sovraccarico su platea:	SSP =	100 (0 -100%)
Sovraccarico a valle:	$q_v =$	0.00 kN/m ²
Volume di terreno a monte:	VTM =	0.00 m ³

Azione di svio in testa muro

Forza verticale in testa paramento:	$F_{zm} =$	-2.00 kN/m
Forza orizzontale in testa paramento:	$F_{xm} =$	25.00 kN/m
Momento in testa paramento:	$M_{ym} =$	0.00 kNm/m
Braccio da estradosso paramento:	$e_{zm} =$	0.90 m (>0 in alto)
Braccio da filo est. sup. paramento muro:	$e_{xm} =$	-0.25 m (>0 a valle)

Tabella J.5: Coefficienti parziali

Coefficienti parziali	Approccio 1		EQU	SISMA X+ Z+	SISMA X+ Z-	Fessurazione	
	STR	GEO				Freq.	Q. Perm.
Tangente angolo di attrito	1.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.00	1.00
Coesione drenata	1.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.00	1.00
Coesione non drenata	1.00	1.40	1.40	1.40	1.40	1.00	1.00
Capacità portante	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Scorrimento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ribaltamento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza laterale a compr. palo	1.00	1.45	1.00	1.15	1.15	1.00	1.00
Resistenza alla punta palo	1.00	1.70	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00
Resistenza laterale a trazione palo	1.00	1.60	1.00	1.25	1.25	1.00	1.00
Azioni permanenti favorevoli	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni permanenti sfavorevoli	1.35	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni variabili: frenamento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Azioni variabili: carico distribuito	1.50	1.30	1.50	0.00	0.00	0.40	0.00

Coefficienti di spinta

Coefficiente di spinta a riposo:	$K_0 =$	0.581
Coefficiente di spinta attiva:	$K_a =$	0.426
Coefficiente di spinta passiva:	$K_p =$	2.769
Considerare spinta passiva a valle?		No
Coefficiente di spinta utilizzato	K =	0.581

J.2 Risultati verifiche muro

Dati geometrici:

Coeff. di spinta:	$K_S =$	0.426
Peso di volume terreno:	$P_t =$	20.5 kN/m ³
Peso di volume calcestruzzo:	$P_{cls} =$	25.0 kN/m ³
Inclinazione spinta su paramento muro:	$i_{sm} =$	24.666 °
Angolo di attrito terreno di base:	$\phi_t =$	24.8 °
Angolo di attrito platea-terreno:	$\alpha =$	24.8 °
Coesione non drenata:	$c_u =$	0.00 kPa

Dati di carico:

Acc sismica orizzontale:	$A_{so} =$	0.35 g
Acc sismica vert. (+ verso alto):	$A_{sv} =$	-0.18 g
Incremento sismico spinta:	$\Delta K_S =$	0.56
Acc.orizz.su terreno sopra platea:	$A_{ot} =$	1 (1= si, 0= no)
Sovraccarico variabile a monte:	$Q_{sm} =$	0 kPa
Percentuale sovr. su platea:	$SSP =$	100 (0 -100%)
Carico terreno a monte:	$Q_{tm} =$	0.00 kPa
Sovraccarico variabile a valle:	$Q_{sv} =$	0.00 kPa
Livello acqua falda da estr. platea:	$h_{wf} =$	0.00 m
Press. idrostatica dietro paramento muro:	$ADM =$	0 (1= si, 0= no)

Sollecitazioni sul paramento

SEZIONE	Z da MS (m)	Z da PS (m)	S (cm)	Xg (m)	qh (kPa)	qv (kPa)	N (kN/m)	V (kN/m)	M (kNm/m)
0	0.00	12.03	50.00	0.25	66.82	-14.70	68.80	0.00	190.69
1	1.20	10.83	66.20	0.33	68.24	-19.46	48.25	81.24	264.16
2	2.41	9.62	82.40	0.41	69.67	-24.23	21.97	164.19	436.40
3	3.61	8.42	98.60	0.49	71.09	-28.99	-10.04	248.86	709.45
4	4.81	7.22	114.80	0.57	72.52	-33.75	-47.78	335.24	1085.40
5	6.02	6.02	131.00	0.66	73.95	-38.52	-91.25	423.34	1566.30
6	7.22	4.81	147.20	0.74	75.37	-43.28	-140.45	513.16	2154.21
7	8.42	3.61	163.40	0.82	76.80	-48.04	-195.38	604.69	2851.20
8	9.62	2.41	179.60	0.90	78.22	-52.81	-256.04	697.93	3659.33
9	10.83	1.20	195.80	0.98	79.65	-57.57	-322.43	792.89	4580.68
10	12.03	0.00	212.00	1.06	81.08	-62.33	-774.91	73.90	5617.29

Legenda:

- Z da PS quota sezione da estradosso platea
- Z da MS quota sezione da estradosso muro
- S = spessore sezione
- Xg = distanza baricentro sezione da filo esterno platea
- qh = carico distribuito orizzontale dietro muro (+ verso valle)
- qv = carico distribuito verticale dietro muro (+ verso l'alto)
- Nk = sforzo normale caratt. (compressione negativa)
- Vk = sforzo di taglio caratt.
- Mk = momento flettente caratt. (positivo per trazione a monte)

Sollecitazioni da cls muro (pesi ed inerzie)

COMPONENTE	AREA (m ²)	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Paramento rett.	6.02	1.75	7.62	52.95	-176.85	-263.16	348.74	792.99
Paramento triang.m	10.34	2.57	5.61	91.00	-303.93	-664.90	372.85	923.67
Paramento triang.v	0.00	1.50	5.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Platea	12.80	4.00	0.80	112.68	-376.34	-1280.00	-174.90	50.47
Sbalzo calcestruzzo	1.38	0.01	12.90	12.15	-40.57	-0.35	156.65	318.60

Sollecitazioni da terrapieno (pesi ed inerzie)

COMPONENTE	AREA (m ²)	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Terrapieno monte 1	52.69	5.81	7.62	380.37	-1270.36	-6275.81	1596.99	402.61
Terrapieno monte 2	10.34	3.15	9.62	74.62	-249.22	-666.62	579.83	910.11
Terrapieno valle	0.00	0.75	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sollecitazioni esterne (spinte, sovraccarichi e forze)

CARICO	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Peso sovracc. su platea a monte	5.05	13.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso sovracc. su platea a valle	0.75	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta sovr. monte	8.00	6.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta terreno su muro	8.00	4.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Increment sismico spinta terr.	8.00	6.82	1060.61	0.00	0.00	7228.09	7228.09
Azioni di svio	1.75	13.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta dell'acqua	8.00	0.53	12.80	0.00	0.00	6.83	6.83
Sottospinta idraulica	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Applicazione 1° tirante	1.50	1.60	-815.68	-380.36	-1875.62	0.00	-354.19
Applicazione 2° tirante	1.50	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta terreno a valle su platea	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili su sbalzo	0.85	13.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pavimentazione	0.60	13.25	0.00	-24.00	0.00	-14.40	81.60

Sollecitazioni risultanti ad estradosso zattera di fondazione

CONTRIBUTO	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Muro	268.79	-897.70	-2208.41	703.33	2085.73
Terrapieno	454.99	-1519.58	-6942.43	2176.82	1312.72
Sollecitazioni esterne	257.74	-404.36	-1875.62	7220.52	6962.32
TOTALE:	981.52	-2821.64	-11026.45	10100.67	10360.77

Legenda:

X, Z = coordinate delle forze applicate sul muro

Fx, Fz = componenti forze applicate sul muro

Mstab, Mrib = momento stabilizzante, ribaltante

Mg = momento totale riferito a baricentro platea e intradosso platea

J.2.1.1 Verifiche geotecniche

Tabella J.6: Sollecitazioni risultanti

Combinazioni		Descrizione	PIEDE PARAMENTO			INTRADOSSO PLATEA		
			Fx kN/m	Fz kN/m	My kNm/m	Fx kN/m	Fz kN/m	My kNm/m
1	STR	Statica	-815.68	-715.84	175.27	-802.88	-2459.75	-1195.03
2	STR	Statica + Variabile	-656.56	-854.94	1194.47	-622.59	-2793.13	-373.97
3	STR	Statica + Svio	-790.68	-717.84	498.02	-777.88	-2461.75	-849.78
4	STR	Statica + Variabile + Svio	-631.56	-856.94	1517.22	-597.59	-2795.13	-28.72
5	GEO	Statica	-815.68	-715.84	175.27	-802.88	-2459.75	-1195.03
6	GEO	Statica + Variabile	-650.62	-838.44	1221.89	-615.87	-2750.99	-283.05
7	GEO	Statica + Svio	-790.68	-717.84	498.02	-777.88	-2461.75	-849.78
8	GEO	Statica + Variabile + Svio	-625.62	-840.44	1544.64	-590.87	-2752.99	62.20
9	EQU	Statica	-815.68	-682.29	166.50	-802.88	-2251.81	-1110.26
10	EQU	Statica + Variabile	-625.23	-823.75	1374.15	-587.10	-2587.86	-57.98
11	EQU	Statica + Svio	-790.68	-684.29	489.25	-777.88	-2253.81	-765.01
12	EQU	Statica + Variabile + Svio	-600.23	-825.75	1696.90	-562.10	-2589.86	287.27
13	SISMA X+ Z+	Sismica Z+	-25.41	-656.77	4989.10	841.24	-2097.86	9732.00
14	SISMA X+ Z-	Sismica Z-	73.90	-774.91	5617.29	981.52	-2821.64	10360.77
15	Freq.	Fessurazione - Frequente	-748.24	-754.93	769.81	-729.80	-2550.65	-630.83
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. perm.	-815.68	-715.84	175.27	-802.88	-2459.75	-1195.03

Figura J.2: Riassunto verifica capacità portante dei pali

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI PALI

Dati di input della fondazione

Diametro del palo	Dp =	1.00 m
Modulo di Young del palo	Ep =	33643 MPa
Momento di inerzia del palo	Ip =	4.91E-02 m ⁴
Numero di pali in direzione X	N° pali =	3 (1-6)
Lunghezza tratto non reagente	Lnr =	0.00 m
Matlock&Reese?		Si
Larghezza della platea	Bplatea =	8.00 m
Interasse trasversale	itrav =	3.00 m
Interasse longitudinale	ilong =	3.00 m
Numero di strati di base	ns =	2
Profondità della falda dal p.p.	Zw =	0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo	s =	1.00 m
Altezza di scavo dal p.c.	D =	1.60 m

Stratigrafia di calcolo e parametri geotecnici

N° strato	Descrizione	Tipo strato	Cond.	ZI (m)	ZF (m)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	ks (kN/m ³)	Es (kN/m ²)
1	Ocm litoide	Sabbie sciolte	Drenate	0.00	2.00	22.50	22.50	30.00	160.00	0.00	-	120000
2	Ocm litoide	Sabbie sciolte	Drenate	2.00	50.00	22.50	22.50	30.00	160.00	0.00	-	120000

Legenda:

ZI = Profondità iniziale strato dal p.c.

ZF = Profondità finale strato dal p.c.

γ = peso specifico strato

γ_{sat} = peso specifico strato

ϕ' = Angolo di attrito efficace

cu = Coesione non drenata

c' = Coesione drenata

α = Parametro di calcolo per terreni coesivi

β = Parametro di calcolo per terreni incoerenti

Es = Modulo di reazione orizzontale del terreno

ks = Coefficiente direzione orizzontale del terreno

Criterio di calcolo della resistenza laterale del palo

Condizioni drenate:

Azione tangenziale lungo il fusto del palo:

1 .Metodo di Reese&O'Neill (1988): $\tau = \beta\sigma'_{v0}$ con

2 .Metodo classico: $\tau = c_{\alpha} + \beta\sigma'_{v0}$ con

per depositi sabbiosi e/o ghiaiosi

per qualsiasi litotipo

Criterio da utilizzare in sede di progettazione del palo:

2

c_u/c' = 0.00 (0.20÷0.60)

K/K₀ = 0.85 (0.70÷1.00)

$\delta\phi'$ = 1.00 (0.50÷1.00)

Limite superiore della resistenza a taglio drenata:

$\beta\sigma'_{v0}$ = 200 kPa

Condizione non drenata:

Azione tangenziale lungo il fusto del palo: $\tau = \alpha cu$ con α coefficiente empirico

Valore di α in sede di progettazione:

α = 0.60 (0.45÷0.65)

Limite superiore della resistenza a taglio non drenata:

αcu = 96 kPa

Critério di calcolo della resistenza alla punta del palo

Tensione litostatica alla punta: $\sigma_{v0} = 902.53 \text{ kN/m}^2$
 Coesione non drenata alla punta: $c_u = 0.00 \text{ kPa}$
 Coesione efficace alla punta: $c' = 160.00 \text{ kPa}$
 Angolo di attrito alla punta: $\phi' = 30.00^\circ$
 Diametro palo: $D_p = 1.00 \text{ m}$

Tipo di strato di base: Drenato

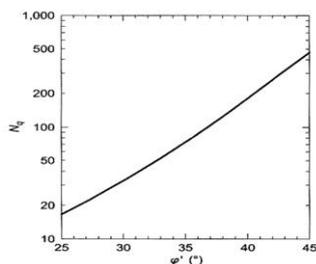
Strato di base in condizioni drenate

Metodo di calcolo:

- 1 .Metodo di Berezantzev: $q_{kb} = N_q \sigma'_{v0}$ per terreni prevalentemente sabbiosi-ghiaiosi
- 2 .Metodo di Reese&O'Neill: $q_{kb} = \alpha_N N_{SPT}$ noti i risultati delle prove penetrometriche SPT
- 3 .Metodo di Meyerhof-Vesic: $q_{kb} = c N_c + \eta \sigma_{v0} (N_q - 1)$ per qualsiasi litotipo

Criterio da utilizzare in sede di progettazione del palo: 1

Metodo di Berezantzev:



Fattore di capacità portante: $N_q = 30.00$
 Pressione di base: $q_{kb} = 15.00 \text{ MPa}$

Condizioni di calcolo

Trascurare la resistenza alla punta? **No**
 Trascurare la resistenza laterale? **No**

Fattori di corr. ξ per il calcolo della resistenza caratt. in funzione del numero di verticali indagate

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Valore scelto di $\xi = 1.65$

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche con i fattori ξ

Resistenze Caratteristiche (R)	Approccio 1		EQU	SISMA X+ Z	SISMA X+ Z	Fessurazione	
	STR	GEO				Freq.	Q. Perm.
Resistenza laterale:	1.65	2.39	1.65	1.90	1.90	1.65	1.65
Resistenza alla punta:	1.65	2.81	1.65	2.23	2.23	1.65	1.65
Resistenza laterale in trazione:	1.65	2.64	1.65	2.06	2.06	1.65	1.65
Azioni permanenti sfavorevoli	1.35	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella J.7: Riassunto azioni in testa palo

Combinazioni			Vp (kN)	Mp (kNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
N°	Tipo	Descr.					
1	STR	Statica	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76
2	STR	Statica + Variabile	-622.59	282.52	-2182.36	-2793.13	-3403.90
3	STR	Statica + Svio	-777.88	352.98	-1507.38	-2461.75	-3416.11
4	STR	Statica + Variabile + Svio	-597.59	271.18	-2374.01	-2795.13	-3216.25
5	GEO	Statica	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76
6	GEO	Statica + Variabile	-615.87	279.47	-2190.26	-2750.99	-3311.72
7	GEO	Statica + Svio	-777.88	352.98	-1507.38	-2461.75	-3416.11
8	GEO	Statica + Variabile + Svio	-590.87	268.12	-2381.90	-2752.99	-3124.08
9	EQU	Statica	-802.88	364.33	-1150.18	-2251.81	-3353.43
10	EQU	Statica + Variabile	-587.10	266.41	-2159.25	-2587.86	-3016.47
11	EQU	Statica + Svio	-777.88	352.98	-1341.83	-2253.81	-3165.79
12	EQU	Statica + Variabile + Svio	-562.10	255.07	-2350.89	-2589.86	-2828.82
13	SISMA X+ Z+	Sismica Z+	841.24	-381.74	-7536.46	-2097.86	3340.74
14	SISMA X+ Z-	Sismica Z-	981.52	-445.39	-8670.11	-2821.64	3026.84
15	Freq.	Fessurazione - Frequente	-729.80	331.17	-1738.48	-2550.65	-3362.82
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. perm.	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76

Tabella J.8: Calcolo lunghezza pali

Combinazioni			Lp,max	Lp1 (m)	Lp2 (m)	Lp3 (m)
N°	Tipo	Descr.				
1	STR	Statica	16.50	6.00	11.50	16.50
2	STR	Statica + Variabile	15.50	10.50	13.00	15.50
3	STR	Statica + Svio	16.00	7.00	11.50	16.00
4	STR	Statica + Variabile + Svio	15.00	11.50	13.00	15.00
5	GEO	Statica	25.00	10.50	18.50	25.00
6	GEO	Statica + Variabile	23.50	17.00	20.00	23.50
7	GEO	Statica + Svio	24.00	12.00	18.50	24.00
8	GEO	Statica + Variabile + Svio	22.50	18.00	20.00	22.50
9	EQU	Statica	15.00	5.00	10.50	15.00
10	EQU	Statica + Variabile	14.00	10.00	12.00	14.00
11	EQU	Statica + Svio	14.50	6.00	10.50	14.50
12	EQU	Statica + Variabile + Svio	13.00	11.00	12.00	13.00
13	SISMA X+ Z+	Sismica Z+	35.50	35.50	13.00	32.50
14	SISMA X+ Z-	Sismica Z-	39.50	39.50	16.50	31.00
15	Freq.	Fessurazione - Frequente	15.00	8.00	12.00	15.00
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. perm.	16.00	6.00	11.50	16.00

Tabella J.9: Calcolo resistenza laterale palo

N° Concio	zfin con. dal p.p. (m)	zm con. dal p.p. (m)	n° strato	γ' (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	α	β	τ_{ks} (kN/m ²)	ΔQ_{ks} (kN)
1	1.98	0.99	2	12.50	32.34	0.00	0.00	0.25	7.94	49.24
2	3.95	2.96	2	12.50	57.03	0.00	0.00	0.25	13.99	86.83
3	5.93	4.94	2	12.50	81.72	0.00	0.00	0.25	20.05	124.41
4	7.90	6.91	2	12.50	106.41	0.00	0.00	0.25	26.11	162.00
5	9.88	8.89	2	12.50	131.09	0.00	0.00	0.25	32.17	199.58
6	11.85	10.86	2	12.50	155.78	0.00	0.00	0.25	38.22	237.17
7	13.83	12.84	2	12.50	180.47	0.00	0.00	0.25	44.28	274.76
8	15.80	14.81	2	12.50	205.16	0.00	0.00	0.25	50.34	312.34
9	17.78	16.79	2	12.50	229.84	0.00	0.00	0.25	56.40	349.93
10	19.75	18.76	2	12.50	254.53	0.00	0.00	0.25	62.46	387.51
11	21.73	20.74	2	12.50	279.22	0.00	0.00	0.25	68.51	425.10
12	23.70	22.71	2	12.50	303.91	0.00	0.00	0.25	74.57	462.68
13	25.68	24.69	2	12.50	328.59	0.00	0.00	0.25	80.63	500.27
14	27.65	26.66	2	12.50	353.28	0.00	0.00	0.25	86.69	537.86
15	29.63	28.64	2	12.50	377.97	0.00	0.00	0.25	92.74	575.44
16	31.60	30.61	2	12.50	402.66	0.00	0.00	0.25	98.80	613.03
17	33.58	32.59	2	12.50	427.34	0.00	0.00	0.25	104.86	650.61
18	35.55	34.56	2	12.50	452.03	0.00	0.00	0.25	110.92	688.20
19	37.53	36.54	2	12.50	476.72	0.00	0.00	0.25	116.97	725.78
20	39.50	38.51	2	12.50	501.41	0.00	0.00	0.25	123.03	763.37

Qs = 8126.12

Legenda:

zfin conc = profondità finale del concio dal piano di posa

zm conc = profondità media del concio dal piano di posa

γ' = peso specifico efficace dello strato

σ'_{v0} = tensione litostatica efficace a quota zm

cu = Coesione non drenata

α = Parametro di calcolo per terreni coesivi

β = Parametro di calcolo per terreni incoerenti

τ_{ks} = Azione tangenziale resistente caratteristica sul palo

ΔQ_{ks} = Resistenza laterale caratteristica del concio

Calcolo della capacità portante del palo

Resistenza laterale caratteristica:

Q_{k,s} = 8126.12 kN

Resistenza alla punta caratteristica:

Q_{k,b} = 11780.97 kN

Peso caratteristico del palo:

W_{p,k} = -775.58 kN

Combinazione più gravosa:

14

SISMA X+ Z -

Lunghezza palo di progetto:

L_p = 39.50 m

Carico resistente ultimo a compr.:

Q_{Rd,comp} = -8795.84 kN

Carico resistente ultimo a traz.:

Q_{Rd,traz} = 4715.52 kN

J.2.2 Verifiche strutturali

Tabella J.10: Riassunto parametri di calcolo

Parametri di resistenza

Resistenza caratt. cls:

Rck = 40 MPa

fctm = 3.10 MPa

Resistenza a compressione di calcolo cls:

fcd = 18.81 MPa

fcd = 9.41 MPa

Resistenza a trazione di calcolo cls:

fctd = 1.45 MPa

Tens. snervamento di calcolo armat. long.:

f_{yd1} = 391.30 MPa

cotθ = 2.5 (1÷2,5)

Tens. snervamento di calcolo staffe:

f_{yd2} = 391.30 MPa

Distanza asse armatura da filo muro:

c = 8.00 cm

J.2.2.1 Paramento

Il paramento verticale viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia. Il muro viene suddiviso in 10 conci valutando le azioni risultanti su ciascuno di essi in modo da poter effettuare su ogni sezione individuata le relative verifiche a presso-flessione e taglio, calcolando le armature necessarie e successivamente verificandolo agli SLE, secondo le indicazioni geometriche prima descritte.

Tabella J.11: Verifica a pressoflessione

SEZIONE	SPESS. (cm)	d (cm)	N_{Ed} (kN/m)	M_{Ed} (kNm/m)	μ_{Ed}	ω_{Ed}	AS_{nec} (cm ² /m)	AS_{min} (cm ² /m)	AS_{prog} (cm ² /m)	h da estr. platea (m)
0.00	50.00	42.00	68.80	190.69	0.05	0.06	13.24	7.52	26.70	12.03
1.00	66.20	58.20	48.25	264.16	0.04	0.04	12.74	10.42	26.70	10.83
2.00	82.40	74.40	21.97	436.40	0.04	0.04	15.91	13.32	26.70	9.62
3.00	98.60	90.60	-10.04	709.45	0.05	0.05	20.80	16.22	26.70	8.42
4.00	114.80	106.80	-47.78	1085.40	0.05	0.05	26.69	19.12	26.70	7.22
5.00	131.00	123.00	-91.25	1566.30	0.06	0.06	33.21	22.02	45.24	6.02
6.00	147.20	139.20	-140.45	2154.21	0.06	0.07	40.19	24.92	45.24	4.81
7.00	163.40	155.40	-195.38	2851.20	0.07	0.07	47.51	27.82	67.86	3.61
8.00	179.60	171.60	-256.04	3659.33	0.07	0.07	55.10	30.72	67.86	2.41
9.00	195.80	187.80	-322.43	4580.68	0.07	0.08	62.90	33.63	67.86	1.20
10.00	212.00	204.00	-774.91	5617.29	0.08	0.09	66.59	36.53	67.86	0.00

Legenda

N_{Ed} = Sforzo normale ultimo

M_{Ed} = Momento flettente ultimo

AS_{nec} = Area di armatura tesa necessaria

AS_{prog} = Area di armatura tesa di progetto

μ_{Ed} = Momento flettente adimensionale, riferito all'armatura tesa

ω_{Ed} = Percentuale meccanica di armatura

AS_{min} = Area di armatura tesa minima

θ = Inclinazione bielle compresse (verifica a taglio)

Tabella J.12: Verifica a taglio

SEZIONE	SPESS. (cm)	d (cm)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)	V_{Rcd} (kN/m)	ASw/S_{min} (cm ² /m)	ASw/S_{nec} (cm ² /m)	ASw/S_{prog} (cm ² /m)	h da estr. platea (m)
0.00	50.00	42.00	0.00	235.41	1226.11	10.24	0.00	10.60	12.03
1.00	66.20	58.20	81.24	274.62	1699.04	10.24	0.00	10.60	10.83
2.00	82.40	74.40	164.19	309.65	2171.97	10.24	0.00	10.60	9.62
3.00	98.60	90.60	248.86	341.80	6612.24	10.24	0.00	10.60	8.42
4.00	114.80	106.80	335.24	371.79	7794.56	10.24	0.00	10.60	7.22
5.00	131.00	123.00	423.34	476.94	8976.88	10.24	0.00	10.60	6.02
6.00	147.20	139.20	513.16	509.02	10159.19	10.24	4.19	10.60	4.81
7.00	163.40	155.40	604.69	617.83	11341.51	10.24	0.00	10.60	3.61
8.00	179.60	171.60	697.93	651.63	12523.83	10.24	4.62	10.60	2.41
9.00	195.80	187.80	792.89	684.25	13706.15	10.24	4.80	10.60	1.20
10.00	212.00	204.00	73.90	715.85	14888.45	10.24	0.00	10.60	0.00

Legenda:

V_{Ed} = Sforzo di taglio ultimo

V_{Rd} = Resistenza a taglio della sezione senza armatura

V_{Rcd} = Resistenza della sezione bielle compressa

ASw/S_{nec} = Area di armatura a taglio necessaria

ASw/S_{min} = Area di armatura a taglio minima

ASw/S_{prog} = Area di armatura a taglio di progetto

Tabella J.13: Verifica a fessurazione

Elemento	Sez.	Arm. compressa		Ampiezza delle fessure							
		A _s [cm ²]	(c+ ϕ /2) [cm]	x [cm]	A _{c, eff} [cm ²]	S _s [N/mm ²]	S _{sr} [N/mm ²]	f _r	e _{sm} - e _{cm} /i ₀	S _{sm} [mm]	W _k [mm]
Paramento	0	6.68	8.94	13.62	2236.11	193.00	151.15	0.01	0.00	299.30	0.17
Paramento	1	6.68	8.94	16.55	2236.11	135.46	183.36	0.01	0.00	299.30	0.12
Paramento	2	6.68	8.94	19.52	2236.11	101.84	214.80	0.01	0.00	299.30	0.09
Paramento	3	6.68	8.94	22.97	2236.11	78.48	245.45	0.01	0.00	299.30	0.07
Paramento	4	6.68	8.94	27.39	2236.11	60.26	275.37	0.01	0.00	299.30	0.05
Paramento	5	11.31	9.20	40.93	2300.00	27.49	191.34	0.02	0.00	238.71	0.02
Paramento	6	11.31	9.20	51.24	2300.00	19.55	208.83	0.02	0.00	238.71	0.01
Paramento	7	16.96	9.20	75.11	2300.00	9.03	159.67	0.03	0.00	169.57	0.00
Paramento	8	16.96	9.20	99.17	2300.00	5.26	171.18	0.03	0.00	169.57	0.00
Paramento	9	16.96	9.20	132.90	2300.00	2.57	182.43	0.03	0.00	169.57	0.00
Paramento	10	16.96	9.20	212.00	2300.00	-1.72	181.14	0.03	0.00	169.57	0.00

J.2.2.2 Pali di fondazione

Il palo viene suddiviso in 20 conci valutando le azioni risultanti su ciascuno di essi in modo da poter effettuare su ogni sezione individuata le relative verifiche a presso-flessione e a taglio. Le verifiche sono state condotte per ciascuna combinazione individuata e di seguito si riportano gli involuipi delle verifiche a pressoflessione e taglio relative alla combinazione di carico più gravosa. Si riportano di seguito rispettivamente le tabelle riassuntive delle azioni sui pali relative alle varie combinazioni ed i risultati delle verifiche eseguite sui pali.

Tabella J.14: Azioni in testa al palo combinazione 1

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76
1	0.988	-121.00	-450.53	-1328.57	-2472.58	-3616.58
2	2.963	99.15	-412.41	-1321.59	-2465.60	-3609.60
3	4.938	100.82	-194.91	-1294.80	-2438.81	-3582.82
4	6.913	50.02	-43.30	-1248.20	-2392.21	-3536.22
5	8.888	15.47	10.62	-1181.80	-2325.81	-3469.82
6	10.863	12.21	8.39	-1095.59	-2239.60	-3383.61
7	12.838	8.96	6.15	-989.57	-2133.58	-3277.59
8	14.813	5.70	3.92	-863.74	-2007.75	-3151.76
9	16.788	2.45	1.68	-718.10	-1862.11	-3006.12
10	18.763	0.00	0.00	-552.66	-1696.67	-2840.68
11	20.738	0.00	0.00	-367.41	-1511.42	-2655.43
12	22.713	0.00	0.00	-162.35	-1306.36	-2450.37
13	24.688	0.00	0.00	0.00	-1081.49	-2225.50
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-836.81	-1980.82
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-572.33	-1716.34
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-288.04	-1432.05
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-1127.95
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-804.04
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-460.32
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	-96.80

Tabella J.15: Azioni in testa al palo combinazione 2

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-622.59	282.52	-2182.36	-2793.13	-3403.90
1	0.988	-93.83	-349.37	-2195.19	-2805.96	-3416.72
2	2.963	76.89	-319.81	-2188.21	-2798.98	-3409.74
3	4.938	78.18	-151.15	-2161.42	-2772.19	-3382.96
4	6.913	38.79	-33.58	-2114.83	-2725.59	-3336.36
5	8.888	12.00	8.24	-2048.42	-2659.19	-3269.96
6	10.863	9.47	6.50	-1962.21	-2572.98	-3183.74
7	12.838	6.95	4.77	-1856.19	-2466.96	-3077.72
8	14.813	4.42	3.04	-1730.36	-2341.13	-2951.90
9	16.788	1.90	1.30	-1584.73	-2195.49	-2806.26
10	18.763	0.00	0.00	-1419.28	-2030.05	-2640.82
11	20.738	0.00	0.00	-1234.03	-1844.80	-2455.56
12	22.713	0.00	0.00	-1028.97	-1639.74	-2250.50
13	24.688	0.00	0.00	-804.10	-1414.87	-2025.64
14	26.663	0.00	0.00	-559.43	-1170.19	-1780.96
15	28.638	0.00	0.00	-294.94	-905.71	-1516.48
16	30.613	0.00	0.00	-10.65	-621.42	-1232.18
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-317.32	-928.08
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-604.18
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-260.46
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.16: Azioni in testa al palo combinazione 3

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-777.88	352.98	-1507.38	-2461.75	-3416.11
1	0.988	-117.23	-436.50	-1520.21	-2474.58	-3428.94
2	2.963	96.07	-399.57	-1513.23	-2467.60	-3421.96
3	4.938	97.68	-188.84	-1486.44	-2440.81	-3395.18
4	6.913	48.46	-41.95	-1439.85	-2394.21	-3348.58
5	8.888	14.99	10.29	-1373.44	-2327.81	-3282.18
6	10.863	11.83	8.12	-1287.23	-2241.60	-3195.96
7	12.838	8.68	5.96	-1181.21	-2135.58	-3089.94
8	14.813	5.53	3.79	-1055.38	-2009.75	-2964.12
9	16.788	2.37	1.63	-909.75	-1864.11	-2818.48
10	18.763	0.00	0.00	-744.30	-1698.67	-2653.04
11	20.738	0.00	0.00	-559.05	-1513.42	-2467.78
12	22.713	0.00	0.00	-353.99	-1308.36	-2262.72
13	24.688	0.00	0.00	-129.12	-1083.49	-2037.86
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-838.81	-1793.18
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-574.33	-1528.70
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-290.04	-1244.40
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-940.30
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-616.40
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-272.68
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.17: Azioni in testa al palo combinazione 4

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-597.59	271.18	-2374.01	-2795.13	-3216.25
1	0.988	-90.06	-335.34	-2386.83	-2807.96	-3229.08
2	2.963	73.80	-306.97	-2379.85	-2800.98	-3222.10
3	4.938	75.04	-145.08	-2353.07	-2774.19	-3195.31
4	6.913	37.23	-32.23	-2306.47	-2727.59	-3148.72
5	8.888	11.51	7.91	-2240.07	-2661.19	-3082.31
6	10.863	9.09	6.24	-2153.85	-2574.98	-2996.10
7	12.838	6.67	4.58	-2047.83	-2468.96	-2890.08
8	14.813	4.25	2.91	-1922.01	-2343.13	-2764.25
9	16.788	1.82	1.25	-1776.37	-2197.49	-2618.62
10	18.763	0.00	0.00	-1610.93	-2032.05	-2453.17
11	20.738	0.00	0.00	-1425.67	-1846.80	-2267.92
12	22.713	0.00	0.00	-1220.61	-1641.74	-2062.86
13	24.688	0.00	0.00	-995.75	-1416.87	-1837.99
14	26.663	0.00	0.00	-751.07	-1172.19	-1593.32
15	28.638	0.00	0.00	-486.59	-907.71	-1328.83
16	30.613	0.00	0.00	-202.29	-623.42	-1044.54
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-319.32	-740.44
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-416.54
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-72.82
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.18: Azioni in testa al palo combinazione 5

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76
1	0.988	-121.00	-450.53	-1328.57	-2472.58	-3616.58
2	2.963	99.15	-412.41	-1321.59	-2465.60	-3609.60
3	4.938	100.82	-194.91	-1294.80	-2438.81	-3582.82
4	6.913	50.02	-43.30	-1248.20	-2392.21	-3536.22
5	8.888	15.47	10.62	-1181.80	-2325.81	-3469.82
6	10.863	12.21	8.39	-1095.59	-2239.60	-3383.61
7	12.838	8.96	6.15	-989.57	-2133.58	-3277.59
8	14.813	5.70	3.92	-863.74	-2007.75	-3151.76
9	16.788	2.45	1.68	-718.10	-1862.11	-3006.12
10	18.763	0.00	0.00	-552.66	-1696.67	-2840.68
11	20.738	0.00	0.00	-367.41	-1511.42	-2655.43
12	22.713	0.00	0.00	-162.35	-1306.36	-2450.37
13	24.688	0.00	0.00	0.00	-1081.49	-2225.50
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-836.81	-1980.82
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-572.33	-1716.34
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-288.04	-1432.05
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-1127.95
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-804.04
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-460.32
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	-96.80

Tabella J.19: Azioni in testa al palo combinazione 6

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-615.87	279.47	-2190.26	-2750.99	-3311.72
1	0.988	-92.82	-345.59	-2203.09	-2763.82	-3324.55
2	2.963	76.06	-316.35	-2196.11	-2756.84	-3317.57
3	4.938	77.34	-149.51	-2169.32	-2730.05	-3290.78
4	6.913	38.37	-33.21	-2122.73	-2683.45	-3244.18
5	8.888	11.87	8.15	-2056.32	-2617.05	-3177.78
6	10.863	9.37	6.43	-1970.11	-2530.84	-3091.57
7	12.838	6.87	4.72	-1864.09	-2424.82	-2985.55
8	14.813	4.38	3.00	-1738.26	-2298.99	-2859.72
9	16.788	1.88	1.29	-1592.63	-2153.35	-2714.08
10	18.763	0.00	0.00	-1427.18	-1987.91	-2548.64
11	20.738	0.00	0.00	-1241.93	-1802.66	-2363.39
12	22.713	0.00	0.00	-1036.87	-1597.60	-2158.33
13	24.688	0.00	0.00	-812.00	-1372.73	-1933.46
14	26.663	0.00	0.00	-567.33	-1128.05	-1688.78
15	28.638	0.00	0.00	-302.84	-863.57	-1424.30
16	30.613	0.00	0.00	-18.55	-579.28	-1140.01
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-275.18	-835.91
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-512.00
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-168.28
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.20: Azioni in testa al palo combinazione 7

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-777.88	352.98	-1507.38	-2461.75	-3416.11
1	0.988	-117.23	-436.50	-1520.21	-2474.58	-3428.94
2	2.963	96.07	-399.57	-1513.23	-2467.60	-3421.96
3	4.938	97.68	-188.84	-1486.44	-2440.81	-3395.18
4	6.913	48.46	-41.95	-1439.85	-2394.21	-3348.58
5	8.888	14.99	10.29	-1373.44	-2327.81	-3282.18
6	10.863	11.83	8.12	-1287.23	-2241.60	-3195.96
7	12.838	8.68	5.96	-1181.21	-2135.58	-3089.94
8	14.813	5.53	3.79	-1055.38	-2009.75	-2964.12
9	16.788	2.37	1.63	-909.75	-1864.11	-2818.48
10	18.763	0.00	0.00	-744.30	-1698.67	-2653.04
11	20.738	0.00	0.00	-559.05	-1513.42	-2467.78
12	22.713	0.00	0.00	-353.99	-1308.36	-2262.72
13	24.688	0.00	0.00	-129.12	-1083.49	-2037.86
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-838.81	-1793.18
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-574.33	-1528.70
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-290.04	-1244.40
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-940.30
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-616.40
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-272.68
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.21: Azioni in testa al palo combinazione 8

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-590.87	268.12	-2381.90	-2752.99	-3124.08
1	0.988	-89.05	-331.57	-2394.73	-2765.82	-3136.90
2	2.963	72.97	-303.51	-2387.75	-2758.84	-3129.92
3	4.938	74.20	-143.44	-2360.96	-2732.05	-3103.14
4	6.913	36.81	-31.86	-2314.37	-2685.45	-3056.54
5	8.888	11.38	7.82	-2247.96	-2619.05	-2990.14
6	10.863	8.99	6.17	-2161.75	-2532.84	-2903.92
7	12.838	6.59	4.53	-2055.73	-2426.82	-2797.90
8	14.813	4.20	2.88	-1929.90	-2300.99	-2672.08
9	16.788	1.80	1.24	-1784.27	-2155.35	-2526.44
10	18.763	0.00	0.00	-1618.82	-1989.91	-2361.00
11	20.738	0.00	0.00	-1433.57	-1804.66	-2175.74
12	22.713	0.00	0.00	-1228.51	-1599.60	-1970.68
13	24.688	0.00	0.00	-1003.64	-1374.73	-1745.82
14	26.663	0.00	0.00	-758.97	-1130.05	-1501.14
15	28.638	0.00	0.00	-494.48	-865.57	-1236.66
16	30.613	0.00	0.00	-210.19	-581.28	-952.37
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-277.18	-648.27
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-324.36
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.22: Azioni in testa al palo combinazione 9

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-802.88	364.33	-1150.18	-2251.81	-3353.43
1	0.988	-121.00	-450.53	-1163.01	-2264.64	-3366.26
2	2.963	99.15	-412.41	-1156.03	-2257.66	-3359.28
3	4.938	100.82	-194.91	-1129.24	-2230.87	-3332.49
4	6.913	50.02	-43.30	-1082.65	-2184.27	-3285.90
5	8.888	15.47	10.62	-1016.24	-2117.87	-3219.49
6	10.863	12.21	8.39	-930.03	-2031.66	-3133.28
7	12.838	8.96	6.15	-824.01	-1925.64	-3027.26
8	14.813	5.70	3.92	-698.18	-1799.81	-2901.43
9	16.788	2.45	1.68	-552.55	-1654.17	-2755.80
10	18.763	0.00	0.00	-387.10	-1488.73	-2590.35
11	20.738	0.00	0.00	-201.85	-1303.48	-2405.10
12	22.713	0.00	0.00	0.00	-1098.42	-2200.04
13	24.688	0.00	0.00	0.00	-873.55	-1975.18
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-628.87	-1730.50
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-364.39	-1466.02
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-80.10	-1181.72
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-877.62
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-553.72
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-210.00
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.23: Azioni in testa al palo combinazione 10

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-587.10	266.41	-2159.25	-2587.86	-3016.47
1	0.988	-88.48	-329.45	-2172.08	-2600.69	-3029.29
2	2.963	72.50	-301.58	-2165.10	-2593.71	-3022.31
3	4.938	73.73	-142.53	-2138.31	-2566.92	-2995.53
4	6.913	36.58	-31.66	-2091.71	-2520.32	-2948.93
5	8.888	11.31	7.77	-2025.31	-2453.92	-2882.53
6	10.863	8.93	6.13	-1939.10	-2367.71	-2796.31
7	12.838	6.55	4.50	-1833.08	-2261.69	-2690.29
8	14.813	4.17	2.86	-1707.25	-2135.86	-2564.47
9	16.788	1.79	1.23	-1561.61	-1990.22	-2418.83
10	18.763	0.00	0.00	-1396.17	-1824.78	-2253.39
11	20.738	0.00	0.00	-1210.92	-1639.53	-2068.14
12	22.713	0.00	0.00	-1005.86	-1434.47	-1863.08
13	24.688	0.00	0.00	-780.99	-1209.60	-1638.21
14	26.663	0.00	0.00	-536.31	-964.92	-1393.53
15	28.638	0.00	0.00	-271.83	-700.44	-1129.05
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-416.15	-844.76
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-112.05	-540.66
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-216.75
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.24: Azioni in testa al palo combinazione 11

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-777.88	352.98	-1341.83	-2253.81	-3165.79
1	0.988	-117.23	-436.50	-1354.65	-2266.64	-3178.62
2	2.963	96.07	-399.57	-1347.67	-2259.66	-3171.64
3	4.938	97.68	-188.84	-1320.89	-2232.87	-3144.85
4	6.913	48.46	-41.95	-1274.29	-2186.27	-3098.26
5	8.888	14.99	10.29	-1207.89	-2119.87	-3031.85
6	10.863	11.83	8.12	-1121.67	-2033.66	-2945.64
7	12.838	8.68	5.96	-1015.65	-1927.64	-2839.62
8	14.813	5.53	3.79	-889.83	-1801.81	-2713.79
9	16.788	2.37	1.63	-744.19	-1656.17	-2568.16
10	18.763	0.00	0.00	-578.75	-1490.73	-2402.71
11	20.738	0.00	0.00	-393.49	-1305.48	-2217.46
12	22.713	0.00	0.00	-188.43	-1100.42	-2012.40
13	24.688	0.00	0.00	0.00	-875.55	-1787.53
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-630.87	-1542.86
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-366.39	-1278.37
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-82.10	-994.08
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-689.98
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-366.07
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-22.36
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.25: Azioni in testa al palo combinazione 12

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-562.10	255.07	-2350.89	-2589.86	-2828.82
1	0.988	-84.71	-315.42	-2363.72	-2602.69	-2841.65
2	2.963	69.42	-288.73	-2356.74	-2595.71	-2834.67
3	4.938	70.59	-136.46	-2329.95	-2568.92	-2807.88
4	6.913	35.02	-30.31	-2283.35	-2522.32	-2761.29
5	8.888	10.83	7.44	-2216.95	-2455.92	-2694.89
6	10.863	8.55	5.87	-2130.74	-2369.71	-2608.67
7	12.838	6.27	4.31	-2024.72	-2263.69	-2502.65
8	14.813	3.99	2.74	-1898.89	-2137.86	-2376.83
9	16.788	1.71	1.18	-1753.25	-1992.22	-2231.19
10	18.763	0.00	0.00	-1587.81	-1826.78	-2065.75
11	20.738	0.00	0.00	-1402.56	-1641.53	-1880.49
12	22.713	0.00	0.00	-1197.50	-1436.47	-1675.43
13	24.688	0.00	0.00	-972.63	-1211.60	-1450.57
14	26.663	0.00	0.00	-727.95	-966.92	-1205.89
15	28.638	0.00	0.00	-463.47	-702.44	-941.41
16	30.613	0.00	0.00	-179.18	-418.15	-657.11
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-114.05	-353.01
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-29.11
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.26: Azioni in testa al palo combinazione 13

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	841.24	-381.74	-7536.46	-2097.86	3340.74
1	0.988	126.78	472.06	-7549.29	-2110.69	3278.09
2	2.963	-103.89	432.12	-7542.31	-2103.71	3197.21
3	4.938	-105.64	204.23	-7515.52	-2076.92	3098.11
4	6.913	-52.41	45.37	-7468.93	-2030.32	2980.79
5	8.888	-16.21	-11.13	-7402.52	-1963.92	2845.24
6	10.863	-12.80	-8.79	-7316.31	-1877.71	2691.47
7	12.838	-9.39	-6.44	-7210.29	-1771.69	2519.48
8	14.813	-5.98	-4.10	-7084.46	-1645.86	2329.26
9	16.788	-2.57	-1.76	-6938.83	-1500.22	2120.82
10	18.763	0.00	0.00	-6773.38	-1334.78	1894.15
11	20.738	0.00	0.00	-6588.13	-1149.53	1649.27
12	22.713	0.00	0.00	-6383.07	-944.47	1386.16
13	24.688	0.00	0.00	-6158.20	-719.60	1104.82
14	26.663	0.00	0.00	-5913.53	-474.92	805.26
15	28.638	0.00	0.00	-5649.04	-210.44	487.48
16	30.613	0.00	0.00	-5364.75	0.00	151.48
17	32.588	0.00	0.00	-5060.65	0.00	0.00
18	34.563	0.00	0.00	-4736.74	0.00	0.00
19	36.538	0.00	0.00	-4393.03	0.00	0.00
20	38.513	0.00	0.00	-4029.50	0.00	0.00

Tabella J.27: Azioni in testa al palo combinazione 14

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	981.52	-445.39	-8670.11	-2821.64	3026.84
1	0.988	147.92	550.78	-8682.94	-2834.47	2964.18
2	2.963	-121.21	504.18	-8675.96	-2827.49	2883.31
3	4.938	-123.25	238.28	-8649.17	-2800.70	2784.20
4	6.913	-61.15	52.93	-8602.58	-2754.10	2666.88
5	8.888	-18.91	-12.98	-8536.17	-2687.70	2531.33
6	10.863	-14.93	-10.25	-8449.96	-2601.49	2377.56
7	12.838	-10.95	-7.52	-8343.94	-2495.47	2205.57
8	14.813	-6.97	-4.79	-8218.11	-2369.64	2015.35
9	16.788	-2.99	-2.06	-8072.48	-2224.00	1806.91
10	18.763	0.00	0.00	-7907.03	-2058.56	1580.25
11	20.738	0.00	0.00	-7721.78	-1873.31	1335.36
12	22.713	0.00	0.00	-7516.72	-1668.25	1072.25
13	24.688	0.00	0.00	-7291.85	-1443.38	790.91
14	26.663	0.00	0.00	-7047.18	-1198.70	491.36
15	28.638	0.00	0.00	-6782.69	-934.22	173.57
16	30.613	0.00	0.00	-6498.40	-649.93	0.00
17	32.588	0.00	0.00	-6194.30	-345.83	0.00
18	34.563	0.00	0.00	-5870.39	-21.92	0.00
19	36.538	0.00	0.00	-5526.68	0.00	0.00
20	38.513	0.00	0.00	-5163.15	0.00	0.00

Tabella J.28: Azioni in testa al palo combinazione 15

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-729.80	331.17	-1738.48	-2550.65	-3362.82
1	0.988	-109.99	-409.53	-1751.31	-2563.48	-3375.65
2	2.963	90.13	-374.88	-1744.33	-2556.50	-3368.67
3	4.938	91.64	-177.17	-1717.54	-2529.71	-3341.88
4	6.913	45.47	-39.36	-1670.95	-2483.11	-3295.28
5	8.888	14.06	9.65	-1604.54	-2416.71	-3228.88
6	10.863	11.10	7.62	-1518.33	-2330.50	-3142.67
7	12.838	8.14	5.59	-1412.31	-2224.48	-3036.65
8	14.813	5.18	3.56	-1286.48	-2098.65	-2910.82
9	16.788	2.23	1.53	-1140.85	-1953.01	-2765.18
10	18.763	0.00	0.00	-975.40	-1787.57	-2599.74
11	20.738	0.00	0.00	-790.15	-1602.32	-2414.49
12	22.713	0.00	0.00	-585.09	-1397.26	-2209.43
13	24.688	0.00	0.00	-360.22	-1172.39	-1984.56
14	26.663	0.00	0.00	-115.55	-927.71	-1739.88
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-663.23	-1475.40
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-378.94	-1191.11
17	32.588	0.00	0.00	0.00	-74.84	-887.01
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-563.10
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-219.38
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella J.29: Azioni in testa al palo combinazione 16

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)	Qp3 (kN)
0	0.000	-802.88	364.33	-1315.74	-2459.75	-3603.76
1	0.988	-121.00	-450.53	-1328.57	-2472.58	-3616.58
2	2.963	99.15	-412.41	-1321.59	-2465.60	-3609.60
3	4.938	100.82	-194.91	-1294.80	-2438.81	-3582.82
4	6.913	50.02	-43.30	-1248.20	-2392.21	-3536.22
5	8.888	15.47	10.62	-1181.80	-2325.81	-3469.82
6	10.863	12.21	8.39	-1095.59	-2239.60	-3383.61
7	12.838	8.96	6.15	-989.57	-2133.58	-3277.59
8	14.813	5.70	3.92	-863.74	-2007.75	-3151.76
9	16.788	2.45	1.68	-718.10	-1862.11	-3006.12
10	18.763	0.00	0.00	-552.66	-1696.67	-2840.68
11	20.738	0.00	0.00	-367.41	-1511.42	-2655.43
12	22.713	0.00	0.00	-162.35	-1306.36	-2450.37
13	24.688	0.00	0.00	0.00	-1081.49	-2225.50
14	26.663	0.00	0.00	0.00	-836.81	-1980.82
15	28.638	0.00	0.00	0.00	-572.33	-1716.34
16	30.613	0.00	0.00	0.00	-288.04	-1432.05
17	32.588	0.00	0.00	0.00	0.00	-1127.95
18	34.563	0.00	0.00	0.00	0.00	-804.04
19	36.538	0.00	0.00	0.00	0.00	-460.32
20	38.513	0.00	0.00	0.00	0.00	-96.80

Tabella J.30: Verifica a pressoflessione: inviluppo dei momenti lungo il fusto del palo

N° Concio	zm con (m)	N° Comb.	N° Palo	$N_{Ed,max}$ kN	$M_{Ed,p}$ kNm	$A_{s,long,nec}$ cm ²	M_{Rd} kNm	FS_M	$A_{s,long,disp}$ cm ²
0	0.00	13	3	3340.74	-381.74	113.26	587.49	1.54	123.15
1	0.99	13	3	3278.09	472.06	119.37	613.98	1.30	123.15
2	2.96	13	3	3197.21	432.12	112.76	641.16	1.48	123.15
3	4.94	13	3	3098.11	204.23	93.30	683.20	3.35	123.15
4	6.91	13	3	2980.79	45.37	79.34	726.72	16.02	123.15
5	8.89	13	3	2845.24	-11.13	73.80	51.48	4.63	76.03
6	10.86	13	3	2691.47	-8.79	69.56	112.89	12.85	76.03
7	12.84	13	3	2519.48	-6.44	65.85	180.79	28.05	76.03
8	14.81	13	3	2329.26	-4.10	60.46	258.46	62.99	76.03
9	16.79	13	3	2120.82	-1.76	54.55	342.08	194.20	76.03
10	18.76	1	1	-552.66	0.00	0.00	-	-	24.13
11	20.74	1	1	-367.41	0.00	0.00	-	-	24.13
12	22.71	1	1	-162.35	0.00	0.00	-	-	24.13
13	24.69	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
14	26.66	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
15	28.64	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
16	30.61	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
17	32.59	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
18	34.56	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
19	36.54	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13
20	38.51	1	1	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13

Legenda:

$z_{m,con}$ = profondità media del concio

$N_{Ed,max}$ = Sforzo normale massimo ultimo agente sul palo

$M_{Ed,p}$ = Momento polare ultimo agente sul palo

M_{Rd} = Momento resistente del palo

FS_M = Fattore di sicurezza al momento flettente

$A_{s,long,nec}$ = Area di armatura longitudinale necessaria

$A_{s,long,disp}$ = Area di armatura longitudinale disposta

Tabella J.31: Verifica a taglio: involuppo del taglio lungo il fusto del palo

N° Concio	z_m con (m)	N° Comb.	N° palo	$N_{Ed,max}$ (kN)	$V_{Ed,p}$ (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rcd} (kN)	Asw/s_{nec} (cm ² /m)	Asw/s_{disp} (cm ² /m)
0	0.00	14	3	3026.84	981.52	443.13	1888.94	15.509	22.619
1	0.99	14	3	2964.18	147.92	443.13	1888.94	0.000	11.310
2	2.96	14	3	2883.31	-121.21	443.13	1888.94	0.000	11.310
3	4.94	14	3	2784.20	-123.25	443.13	1888.94	0.000	11.310
4	6.91	14	3	2666.88	-61.15	443.12	1888.93	0.000	11.310
5	8.89	14	3	2531.33	-18.91	377.36	1888.92	0.000	11.310
6	10.86	14	3	2377.56	-14.93	377.34	1888.91	0.000	11.310
7	12.84	14	3	2205.57	-10.95	377.33	1888.89	0.000	11.310
8	14.81	14	3	2015.35	-6.97	377.31	1888.87	0.000	11.310
9	16.79	14	3	1806.91	-2.99	377.29	1888.85	0.000	11.310
10	18.76	1	1	-552.66	0.00	257.41	1888.83	0.000	11.310
11	20.74	1	1	-367.41	0.00	257.39	1888.80	0.000	11.310
12	22.71	1	1	-162.35	0.00	257.36	1888.77	0.000	11.310
13	24.69	1	1	0.00	0.00	257.32	1888.73	0.000	11.310
14	26.66	1	1	0.00	0.00	257.29	1888.70	0.000	11.310
15	28.64	1	1	0.00	0.00	257.25	1888.66	0.000	11.310
16	30.61	1	1	0.00	0.00	257.21	1888.61	0.000	11.310
17	32.59	1	1	0.00	0.00	257.16	1888.57	0.000	11.310
18	34.56	1	1	0.00	0.00	257.16	1888.56	0.000	11.310
19	36.54	1	1	0.00	0.00	257.16	1888.56	0.000	11.310
20	38.51	1	1	0.00	0.00	257.16	1888.56	0.000	11.310

Legenda:

z_m = profondità media del concio

$N_{Ed,max}$ = Sforzo normale massimo sul palo

$V_{Ed,p}$ = Taglio polare sul palo

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

Asw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria (staffe)

Asw/s_{disp} = Area armatura a taglio disposta (staffe)

J.2.2.3 Zattera di fondazione

VERIFICA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE SU PALI - LEMBO INFERIORE

Combinazione di verifica: 1

Sollecitazioni sulla platea

Lunghezza della platea a monte LTI = 4.38 m
Lunghezza mensola a valle SPI = 1.50 m
Interasse longitudinale ilong = 3.00 m

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica del cls di fondazione Rck = 40 MPa
fcd = 22.13 MPa
Resistenza caratteristica dell'acciaio fyk = 450 MPa
fyd = 391.30 MPa

Azioni trasmesse dai pali

Sollecitazione palo P1 P1 = -1315.74 kN
Sollecitazione palo P2 P2 = -2459.75 kN
Sollecitazione palo P3 P3 = -3603.76 kN

Larghezze collaboranti per ciascun palo

Angolo di diffusione delle azioni sulla platea $\nu = 45^\circ$
Larghezza collaborante palo P1 b1 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P2 b2 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P3 b3 = 3.00 m

Azioni trasmesse dai pali per metro lineare di platea

Sollecitazione per metro lineare P1 P1 = -438.58 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P2 P2 = -819.92 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P3 P3 = -1201.25 kN/m

Distanze dei pali dal bordo platea

Distanza bordo platea e asse palo P1 d1 = 1.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P2 d2 = 4.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P3 d3 = 7.00 m
Distanza bordo platea - lato interno muro dbm = 3.62 m

Altre azioni sulla platea

Peso di terreno e platea di monte qt = 286.62 kN/m/m
Carico stradale di monte qstr = 0.00 kN/m/m
Carico totale su platea di monte q = 286.62 kN/m/m

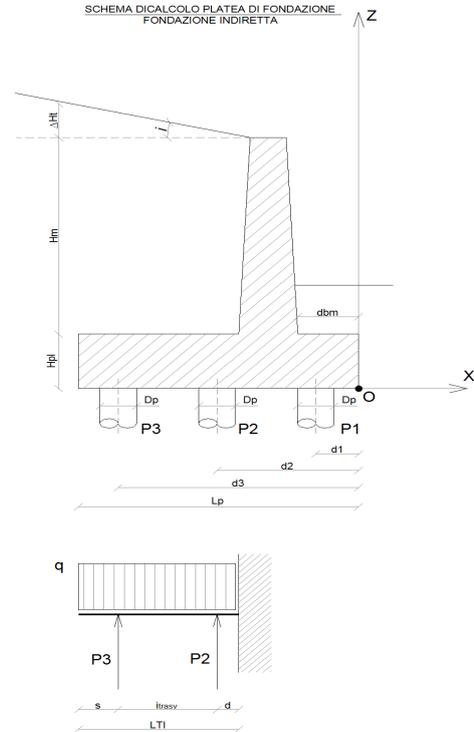


Tabella J.32: Verifiche a pressoflessione platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	M_{Ed} (kNm/m)	μ_{Ed}	ω_{Ed}	$AS_{long,nec}$ (cm ² /m)	$AS_{long,min}$ (cm ² /m)	$AS_{long,prog}$ (cm ² /m)	$AS_{trasv,prog}$ (cm ² /m)
Mmax+	1.60	0.080	1622.53	0.032	0.033	28.14	21.09	31.42	10.05

Tabella J.33: Verifica a taglio platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)	V_{Rcd} (kN/m)	cot θ (1-2,5)	Asw/s_{min} (cm ² /m)	Asw/s_{nec} (cm ² /m)	Asw/s_{prog} (cm ² /m)
Vmax	1.60	0.08	251.07	487.64	5220.41	2.50	10.24	-	10.60

HP = Spessore della fondazione

c = Copriferro

M_{Ed} = Momento ultimo del palo

V_{Ed} = Taglio ultimo agente sul palo

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

μ_{Ed} = Momento agente sulla platea, adimensionalizzato

ω_{Ed} = Rapporto meccanico di armatura

$AS_{long,min}$ = Area armatura longitudinale minima di normativa

$AS_{long,nec}$ = Area armatura longitudinale necessaria

$AS_{long,prog}$ = Area armatura longitudinale di progetto

$AS_{trasv,prog}$ = Area armatura trasversale di progetto

Asw/s_{min} = Area armatura a taglio minima di normativa

Asw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria

Asw/s_{prog} = Area armatura a taglio di progetto

VERIFICA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE SU PALI - LEMBO SUPERIORE

Combinazione di verifica: 13

Sollecitazioni sulla platea

Lunghezza della platea a monte LTI = 4.38 m
Lunghezza mensola a valle SPI = 1.50 m
Interasse longitudinale ilong = 3.00 m

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica del cls di fondazione Rck = 40 MPa
fcd = 22.13 MPa
Resistenza caratteristica dell'acciaio fyk = 450 MPa
fyd = 391.30 MPa

Azioni trasmesse dai pali

Sollecitazione palo P1 P1 = -7536.46 kN
Sollecitazione palo P2 P2 = -2097.86 kN
Sollecitazione palo P3 P3 = 3340.74 kN
Sollecitazione palo P4 P4 = 0.00 kN
Sollecitazione palo P5 P5 = 0.00 kN
Sollecitazione palo P6 P6 = 0.00 kN

Larghezze collaboranti per ciascun palo

Angolo di diffusione delle azioni sulla platea $\nu = 45^\circ$
Larghezza collaborante palo P1 b1 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P2 b2 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P3 b3 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P4 b4 = 0.00 m
Larghezza collaborante palo P5 b5 = 0.00 m
Larghezza collaborante palo P6 b6 = 0.00 m

Azioni trasmesse dai pali per metro lineare di platea

Sollecitazione per metro lineare P1 P1 = -2512.15 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P2 P2 = -699.29 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P3 P3 = 1113.58 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P4 P4 = 0.00 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P5 P5 = 0.00 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P6 P6 = 0.00 kN/m

Distanze dei pali dal bordo platea

Distanza bordo platea e asse palo P1 d1 = 1.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P2 d2 = 4.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P3 d3 = 7.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P4 d4 = 0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P5 d5 = 0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P6 d6 = 0.00 m
Distanza bordo platea - lato interno muro dbm = 3.62 m

Altre azioni sulla platea

Peso di terreno e platea di monte qt = 286.62 KN/m/m
Carico stradale di monte qstr = 0.00 KN/m/m
Carico totale su platea di monte q = 286.62 KN/m/m

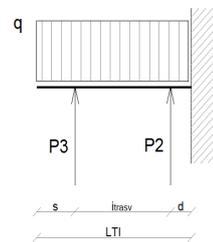
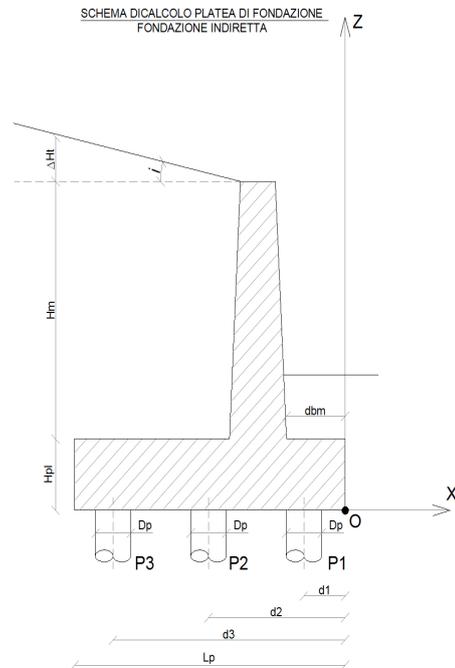


Tabella J.34: Verifiche a pressoflessione platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	M _{Ed} (kNm/m)	μ _{Ed}	ω _{Ed}	AS _{long,nec} (cm ² /m)	AS _{long,min} (cm ² /m)	AS _{long,prog} (cm ² /m)	AS _{trasv,prog} (cm ² /m)
Mmax-	1.60	0.080	6247.44	0.1222	0.1371	117.87	27.22	123.15	31.42

Tabella J.35: Verifica a taglio platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	V _{Ed} (kN/m)	V _{Rd} (kN/m)	V _{Rcd} (kN/m)	cotθ (1-2,5)	Asw/s _{min} (cm ² /m)	Asw/s _{nec} (cm ² /m)	Asw/s _{prog} (cm ² /m)
Vmax	1.60	0.080	2243.42	744.76	5220.41	2.5	10.24	16.76	10.60

HP = Spessore della fondazione

c = Copriferro

M_{Ed} = Momento ultimo agente

V_{Ed} = Taglio ultimo agente

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

μ_{Ed} = Momento agente sulla platea, adimensionalizzato

ω_{Ed} = Rapporto meccanico di armatura

As_{long,min} = Area armatura longitudinale minima di normativa

As_{long,nec} = Area armatura longitudinale necessaria

As_{long,prog} = Area armatura longitudinale di progetto

As_{trasv,prog} = Area armatura trasversale di progetto

Asw/s_{min} = Area armatura a taglio minima di normativa

Asw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria

Asw/s_{prog} = Area armatura a taglio di progetto

J.2.2.4 Mensola lato valle, modello struct and ties

Tabella J.36: Verifica modello struct and ties

Combinazione di verifica: 14

Sforzo normale del palo

$$Q_{p1} = -8670.11 \text{ kN}$$

Sforzo normale per metro lineare di palo, in valore ass.

$$Q_{p1} = 2890.04 \text{ kN/m}$$

Sforzo normale base del paramento verticale per metro lineare, in valore ass.

$$N_{\text{muro}} = 774.91 \text{ kN/m}$$

Momento base del paramento verticale per metro lineare, in valore ass.

$$M_{\text{muro}} = 5617.29 \text{ kNm/m}$$

Momento all'incastro, adimensionalizzato

$$\mu = 0.081$$

Non è necessaria armatura a compressione

$$\mu_{\text{lim}} = 0.252$$

Asse neutro adimensionalizzato

$$\xi = 0.16$$

Asse neutro

$$x_c = 0.32 \text{ m}$$

Distanza asse palo-asse muro

$$a = 0.63 \text{ m}$$

Verifica biella compressa

Azione di compressione:

$$R_{Ed} = 3124.49 \text{ kN/m}$$

Area resistente di cls

$$A_{Cd} = 0.726 \text{ m}^2$$

Forza max a compressione assorbibile dai cls:

$$R_{Rd} = 13654.20 \text{ kN/m} \quad \text{Verifica}$$

Calcola armatura a trazione

Trazione nell'acciaio

$$T = 1187.48 \text{ kN/m}$$

Armatura necessaria per metro lineare

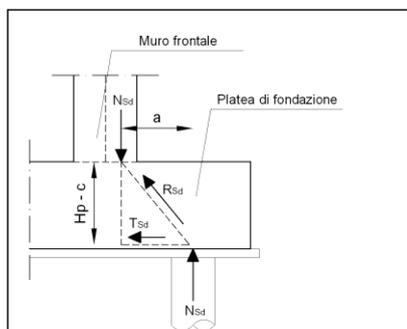
$$A_s = 30.347 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armatura necessaria totale per verifica a Struct end Ties

$$A_s = 91.040 \text{ cm}^2$$

Armatura aggiuntava sul palo

$$A_{s,agg.} = 59.624 \text{ cm}^2/\text{palo}$$



K VERIFICHE MURO INFERIORE

Nel presente capitolo si riportano i risultati delle verifiche strutturali e geotecniche del muro inferiore.

Le caratteristiche geotecniche del materiale spingente sull'opera sono state assunte uguali a quelle del materiale di riempimento, caratterizzato da un peso specifico $\gamma=20.5 \text{ kN/m}^3$, un angolo di attrito $\varphi = 34^\circ$ e coesione nulla.

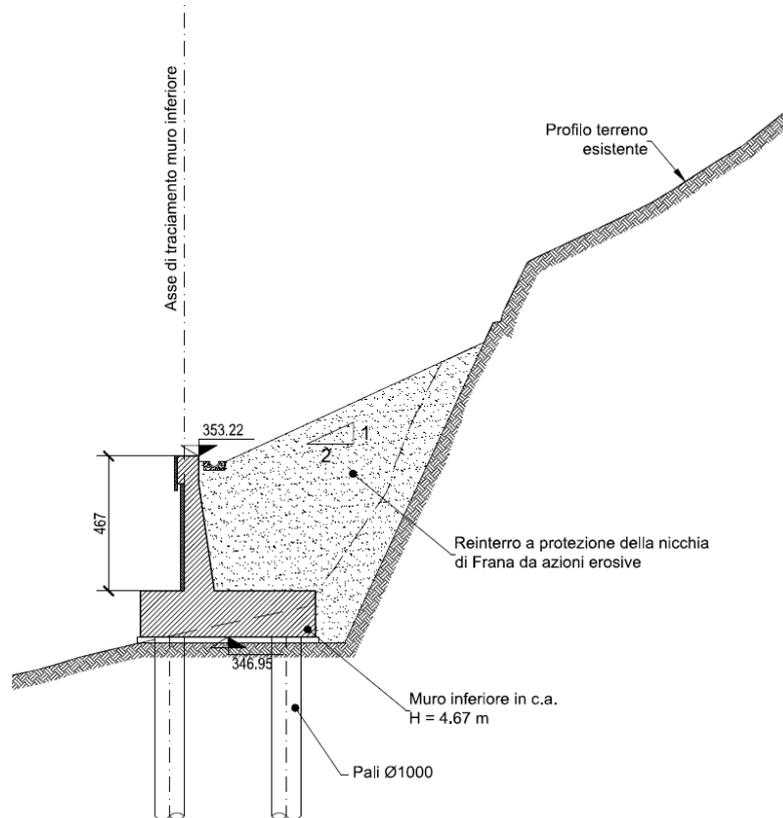
I parametri geotecnici utilizzati per il progetto del muro sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella K.1: Parametri geotecnici modello di calcolo

Litotipo	γ [kN/m ³]	φ' [°]	c' [kPa]
Rilevato di nuova realizzazione non compattato (materiale di riempimento)	20.50	34	0
Litologia al di sotto dell'intradosso platea			
Accumulo di Frana (0÷7 m dal piano campagna)	21.6	30	0
Ocm litoide	22.50	30	160

Lo spessore dello strato non collaborante ai fini del calcolo della resistenza geotecnica dei pali di fondazione è stato assunto pari a 7 m, congruemente con i risultati delle indagini tomografiche.

Figura K.1: Sezione di riferimento (muro da 4.67 m)



K.1 Input di calcolo

Tabella K.2: Dati geometrici

Tipologia di fondazione:	Indiretta su pali	
Lunghezza platea:	Lpl =	6.00 m
Spessore platea:	Hpl =	1.60 m
Altezza paramento muro:	Hm =	4.67 m
Spessore superiore paramento muro:	SMS =	0.50 m
Spessore inferiore paramento muro:	SML =	1.03 m
Inclinazione interna paramento muro:	$\beta =$	8.130 ° (>=0)
Inclinazione esterna paramento muro:	$\alpha =$	0.000 ° (>=0)
Inclinazione terrapieno a monte:	$i =$	0.000 ° (>=0)
Lunghezza terreno su platea a monte:	LTI =	3.47 m
Altezza terreno a valle da estradosso platea:	Hv =	0.00 m
Sbalzo platea inferiore:	SPI =	1.50 m
Lunghezza terreno superiore:	LTS =	4.14 m
Sbalzo platea superiore:	SPS =	1.50 m
Altezza tot. terreno dietro platea:	Htot =	6.27 m
Altezza di scavo dal p.c.:	D =	1.60 m
Diametro del palo:	Dp =	1.00 m
Classe di resistenza del palo:	Rck =	C32/40
Modulo di Young del palo:	Ep =	33643 Mpa
Numero di pali in direzione X:	N° pali =	2
Lunghezza tratto non reagente:	Lnr =	0.00 m
Interasse trasversale:	ltrasv =	4.00 m
Interasse longitudinale:	llong =	3.00 m
Distanza bordo fondazione e asse palo:	s =	1.00 m

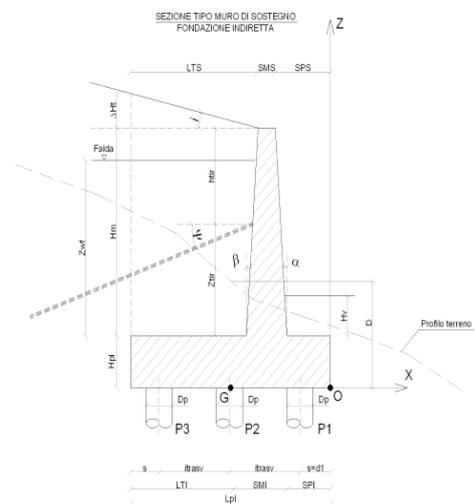


Tabella K.3: Dati di calcolo

Terreno a tergo del paramento muro

Peso specifico del terreno:	$\gamma_t =$	20.50 kN/m ³
Coesione terreno:	$c_t =$	0.00 kN/m ²
Angolo di attrito interno:	$\phi =$	34.00 °
Rapporto δ/ϕ :	$\delta/\phi =$	0.667
Angolo di attrito terra-muro:	$\delta =$	18.911 °
Posizione della falda da intradosso platea:	$z_{wf} =$	1.60 m
Sottospinta idraulica:	ADM =	0 (1= si, 0= no)
Peso specifico cls:	$\gamma_{cls} =$	25 kN/m ³
Fattore riduttivo peso specifico cls:		1.000
Strato da trascurare nelle analisi di calcolo:		

Dati di carico

Sovraccarico a monte:	$q_m =$	0.00 kN/m ²
Percentuale sovraccarico su platea:	SSP =	15 (0 -100%)
Sovraccarico a valle:	$q_v =$	0.00 kN/m ²
Volume di terreno a monte:	VTM =	16.60 m ³

Azione di svio in testa muro

Forza verticale in testa paramento:	$F_{zm} =$	0.00 kN/m
Forza orizzontale in testa paramento:	$F_{xm} =$	0.00 kN/m
Momento in testa paramento:	$M_{ym} =$	0.00 kNm/m
Braccio da estradosso paramento:	$e_{zm} =$	0.00 m (>0 in alto)
Braccio da filo est. sup. paramento muro:	$e_{xm} =$	-0.25 m (>0 a valle)

Tabella K.4: Coefficienti parziali

Coefficienti parziali	Approccio 1		EQU	SISMA X+ Z+	SISMA X+ Z-	Fessurazione	
	STR	GEO				Freq.	Q. Perm.
Tangente angolo di attrito	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,00	1,00
Coesione drenata	1,00	1,25	1,25	1,25	1,25	1,00	1,00
Coesione non drenata	1,00	1,40	1,40	1,40	1,40	1,00	1,00
Capacità portante	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Scorrimento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ribaltamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza laterale a compr. palo	1,00	1,45	1,00	1,15	1,15	1,00	1,00
Resistenza alla punta palo	1,00	1,70	1,00	1,35	1,35	1,00	1,00
Resistenza laterale a trazione palo	1,00	1,60	1,00	1,25	1,25	1,00	1,00
Azioni permanenti favorevoli	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
Azioni permanenti sfavorevoli	1,35	1,00	1,10	1,00	1,00	1,00	1,00
Azioni variabili: frenamento	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Azioni variabili: carico distribuito	1,50	1,30	1,50	0,00	0,00	0,40	0,00

Coefficienti di spinta

Coefficiente di spinta a riposo:	$K_0 =$	0.525
Coefficiente di spinta attiva:	$K_a =$	0.380
Coefficiente di spinta passiva:	$K_p =$	3.151
Considerare spinta passiva a valle?		No
Coefficiente di spinta utilizzato	K =	0.525

K.2 Risultati verifiche muro

DETTAGLI DI CALCOLO COMBIN/13

Dati geometrici:

Coeff. di spinta:	$K_S =$	0.380
Peso di volume terreno:	$P_t =$	20.5 kN/m ³
Peso di volume calcestruzzo:	$P_{cls} =$	25.0 kN/m ³
Inclinazione spinta su paramento muro:	$\text{ism} =$	27.041 °
Angolo di attrito terreno di base:	$\phi_t =$	24.8 °
Angolo di attrito platea-terreno:	$\alpha =$	24.8 °
Coesione non drenata:	$c_u =$	0.00 kPa

Dati di carico:

Acc sismica orizzontale:	$A_{so} =$	0.35 g
Acc sismica vert. (+ verso alto):	$A_{sv} =$	0.18 g
Incremento sismico spinta:	$\Delta K_S =$	0.43
Acc.orizz.su terreno sopra platea:	$A_{ot} =$	1 (1= si, 0= no)
Sovraccarico variabile a monte:	$Q_{sm} =$	0 kPa
Percentuale sovr. su platea:	$SSP =$	15 (0 -100%)
Carico terreno a monte:	$Q_{tm} =$	41.77 kPa
Sovraccarico variabile a valle:	$Q_{sv} =$	0.00 kPa
Livello acqua falda da estr. platea:	$h_{wf} =$	0.00 m
Press. idrostatica dietro paramento muro:	$ADM =$	0 (1= si, 0= no)

Sollecitazioni sul paramento

SEZIONE	Z da MS (m)	Z da PS (m)	S (cm)	Xg (m)	qh (kPa)	qv (kPa)	N (kN/m)	V (kN/m)	M (kNm/m)
0	0.00	4.67	50.00	0.25	37.06	-17.52	0.00	0.00	0.00
1	0.47	4.20	55.30	0.28	40.77	-20.26	-8.82	18.17	4.18
2	0.93	3.74	60.60	0.30	44.48	-23.01	-18.93	38.08	17.24
3	1.40	3.27	65.90	0.33	48.19	-25.76	-30.31	59.71	40.01
4	1.87	2.80	71.20	0.36	51.89	-28.50	-42.98	83.08	73.29
5	2.34	2.34	76.50	0.38	55.60	-31.25	-56.94	108.18	117.88
6	2.80	1.87	81.80	0.41	59.31	-34.00	-72.17	135.01	174.60
7	3.27	1.40	87.10	0.44	63.02	-36.74	-88.69	163.58	244.25
8	3.74	0.93	92.40	0.46	66.73	-39.49	-106.49	193.87	327.65
9	4.20	0.47	97.70	0.49	70.44	-42.24	-125.57	225.90	425.60
10	4.67	0.00	103.00	0.52	74.14	-44.98	-145.94	259.66	538.91

Legenda:

Z da PS quota sezione da estradosso platea

Z da MS quota sezione da estradosso muro

S = spessore sezione

Xg = distanza baricentro sezione da filo esterno platea

qh = carico distribuito orizzontale dietro muro (+ verso valle)

qv = carico distribuito verticale dietro muro (+ verso l'alto)

Nk = sforzo normale caratt. (compressione negativa)

Vk = sforzo di taglio caratt.

Mk = momento flettente caratt. (positivo per trazione a monte)

Sollecitazioni da cls muro (pesi ed inerzie)

COMPONENTE	AREA (m ²)	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Paramento rett.	2.34	1.75	3.94	20.56	-48.10	-102.16	95.71	137.84
Paramento triang.m	1.56	2.22	3.16	13.71	-32.09	-86.55	55.85	65.56
Paramento triang.v	0.00	1.50	3.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Platea	9.60	3.00	0.80	84.51	-197.74	-720.00	172.06	45.29

Sollecitazioni da terrapieno (pesi ed inerzie)

COMPONENTE	AREA (m ²)	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Terrapieno monte 1	16.20	4.27	3.94	116.98	-273.71	-1416.83	665.85	70.15
Terrapieno monte 2	1.56	2.44	4.71	11.25	-26.31	-78.07	64.33	65.19
Terrapieno valle	0.00	0.75	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sollecitazioni esterne (spinte, sovraccarichi e forze)

CARICO	X (m)	Z (m)	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Peso sovracc. su platea a monte	4.07	6.27	0.00	-25.92	-105.45	0.00	-27.70
Peso sovracc. su platea a valle	0.75	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta sovr. monte	6.00	3.14	88.68	-45.26	0.00	6.43	142.21
Spinta terreno su muro	6.00	2.09	136.45	-69.65	0.00	-132.70	76.24
Increment sismico spinta terr.	6.00	3.14	175.00	0.00	0.00	548.62	548.62
Azioni di svio	1.75	6.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta dell'acqua	6.00	0.53	12.80	0.00	0.00	6.83	6.83
Sottospinta idraulica	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Applicazione 1° tirante	1.50	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Applicazione 2° tirante	1.50	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spinta terreno a valle su platea	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sollecitazioni risultanti ad estradosso zattera di fondazione

CONTRIBUTO	Fx (kN/m)	Fz (kN/m)	Mstab (kNm/m)	Mrib (kNm/m)	Mg (kNm/m)
Muro	118.78	-277.93	-908.71	323.61	248.69
Terrapieno	128.23	-300.02	-1494.91	730.18	135.34
Sollecitazioni esterne	412.92	-140.83	-105.45	429.18	746.21
TOTALE:	659.93	-718.78	-2509.07	1482.98	1130.24

Legenda:

X, Z = coordinate delle forze applicate sul muro

Fx, Fz = componenti forze applicate sul muro

Mstab, Mrib = momento stabilizzante, ribaltante

Mg = momento totale riferito a baricentro platea e intradosso platea

K.2.1.1 Verifiche geotecniche

Tabella K.5: Sollecitazioni risultanti

Combinazioni		Descrizione	PIEDE PARAMENTO			INTRADOSSO PLATEA		
			Fx kN/m	Fz kN/m	My kNm/m	Fx kN/m	Fz kN/m	My kNm/m
1	STR	Statica	191.82	-203.70	358.97	322.90	-913.59	-119.33
2	STR	Statica + Variabile	191.82	-203.70	358.97	322.90	-913.59	-119.33
3	STR	Statica + Svio	191.82	-203.70	358.97	322.90	-913.59	-119.33
4	STR	Statica + Variabile + Sv	191.82	-203.70	358.97	322.90	-913.59	-119.33
5	GEO	Statica	195.78	-189.24	375.77	323.75	-886.09	-18.38
6	GEO	Statica + Variabile	195.78	-189.24	375.77	323.75	-886.09	-18.38
7	GEO	Statica + Svio	195.78	-189.24	375.77	323.75	-886.09	-18.38
8	GEO	Statica + Variabile + Sv	195.78	-189.24	375.77	323.75	-886.09	-18.38
9	EQU	Statica	206.24	-185.65	392.05	342.60	-825.56	22.07
10	EQU	Statica + Variabile	206.24	-185.65	392.05	342.60	-825.56	22.07
11	EQU	Statica + Svio	206.24	-185.65	392.05	342.60	-825.56	22.07
12	EQU	Statica + Variabile + Sv	206.24	-185.65	392.05	342.60	-825.56	22.07
13	SISMA X+ 2	Sismica Z+	259.66	-145.94	538.91	659.93	-718.78	1130.24
14	SISMA X+ 2	Sismica Z-	259.16	-177.39	537.74	658.92	-965.78	1021.68
15	Freq.	Fessurazione - Frequen	162.20	-186.03	312.86	269.50	-881.75	-135.40
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. perm	162.20	-186.03	312.86	269.50	-881.75	-135.40

Figura K.2: Riassunto verifica capacità portante dei pali

Dati di input della fondazione

Diametro del palo	Dp =	1.00 m
Modulo di Young del palo	Ep =	33643 MPa
Momento di inerzia del palo	Ip =	4.91E-02 m ⁴
Numero di pali in direzione X	N° pali =	2 (1-6)
Lunghezza tratto non reagente	Lnr =	0.00 m
Matlock&Reese?		Si
Larghezza della platea	Bplatea =	6.00 m
Interasse trasversale	itrav =	4.00 m
Interasse longitudinale	ilong =	3.00 m
Numero di strati di base	ns =	2
Profondità della falda dal p.p.	Zw =	0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo	s =	1.00 m
Altezza di scavo dal p.c.	D =	1.60 m

Stratigrafia di calcolo e parametri geotecnici

N° strato	Descrizione	Tipo strato	Cond.	ZI (m)	ZF (m)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ' (°)	c' (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	ks (kN/m ³)	Es (kN/m ²)
1	Frana (detriti)	Sabbie scie	Drenate	0.00	7.00	21.60	21.60	30.00	0.00	0.00	-	25000
2	Ocm litoide	Sabbie scie	Drenate	7.00	50.00	22.50	22.50	30.00	160.00	0.00	-	120000

Legenda:

ZI = Profondità iniziale strato dal p.c.

ZF = Profondità finale strato dal p.c.

γ = peso specifico strato

γ_{sat} = peso specifico strato

ϕ' = Angolo di attrito efficace

cu = Coesione non drenata

c' = Coesione drenata

α = Parametro di calcolo per terreni coesivi

β = Parametro di calcolo per terreni incoerenti

Es = Modulo di reazione orizzontale del terreno

ks = Coefficiente direzione orizzontale del terreno

Criterio di calcolo della resistenza laterale del palo

Condizioni drenate:

Azione tangenziale lungo il fusto del palo:

1 .Metodo di Reese&O'Neill (1988): $\tau = \beta \sigma'_{v0} c$ per depositi sabbiosi e/o ghiaiosi

2 .Metodo classico: $\tau = c_{\alpha} + \beta \sigma'_{v0}$ con per qualsiasi litotipo

Criterio da utilizzare in sede di progettazione del palo: **2**

$$c_{\alpha}/c' = 0.00 \text{ } 0.20 \div 0.60$$

$$K/K_0 = 0.85 \text{ } 0.70 \div 1.00$$

$$\delta/\phi' = 1.00 \text{ } 0.50 \div 1.00$$

Limite superiore della resistenza a taglio drenata $\beta \sigma'_{v0} = 200$ kPa

Condizione non drenata:

Azione tangenziale lungo il fusto del palo: $\tau = \alpha cu$ con α coefficiente empirico

Valore di α in sede di progettazione: $\alpha = 0.60 \text{ } 0.45 \div 0.65$

Limite superiore della resistenza a taglio non drenata $\alpha cu = 96$ kPa

Critero di calcolo della resistenza alla punta del palo

Tensione litostatica alla punta: $\sigma_{v0} = 457.52 \text{ kN/m}^2$
 Coesione non drenata alla punta: $c_u = 0.00 \text{ kPa}$
 Coesione efficace alla punta: $c' = 160.00 \text{ kPa}$
 Angolo di attrito alla punta: $\phi' = 30.00^\circ$
 Diametro palo: $D_p = 1.00 \text{ m}$

Tipo di strato di base: Drenato

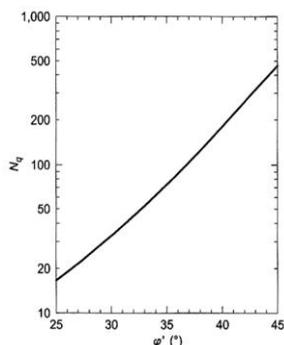
Strato di base in condizioni drenate

Metodo di calcolo:

- 1 .Metodo di Berezantzev: $q_{kb} = N_q \sigma_{v0}$ per terreni prevalentemente sabbiosi-ghiaiosi
- 2 .Metodo di Reese&O'Neill: $q_{kb} = \alpha_N N_{SPT}$ noti i risultati delle prove penetrometriche SPT
- 3 .Metodo di Meyerhof-Vesic: $q_{kb} = c N_c + \eta \sigma_{v0} (N_q - 1)$ per qualsiasi litotipo

Critero da utilizzare in sede di progettazione del palo: 1

Metodo di Berezantzev:



Fattore di capacità portante: $N_q = 30.00$
 Pressione di base: $q_{kb} = 7.54 \text{ MPa}$

Condizioni di calcolo

Trascurare la resistenza alla punta? **No**
 Trascurare la resistenza laterale? **No**

Fattori di corr. ξ per il calcolo della resistenza caratt. in funzione del numero di verticali indagate

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Valore scelto di $\xi = 1.65$

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche con i fattori ξ

Resistenze Caratteristiche (R)	Approccio 1		EQU	SMA X+	SMA X+	Fessurazione	
	STR	GEO				Freq.	Q. Perm.
Resistenza laterale:	1.65	2.39	1.65	1.90	1.90	1.65	1.65
Resistenza alla punta:	1.65	2.81	1.65	2.23	2.23	1.65	1.65
Resistenza laterale in trazione:	1.65	2.64	1.65	2.06	2.06	1.65	1.65
Azioni permanenti sfavorevoli	1.35	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella K.6: Riassunto azioni in testa palo

Combinazioni			Vp (kN)	Mp (kNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
N°	Tipo	Descr.				
1	STR	Statica	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
2	STR	Statica + Variabile	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
3	STR	Statica + Svio	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
4	STR	Statica + Variabile + S	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
5	GEO	Statica	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
6	GEO	Statica + Variabile	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
7	GEO	Statica + Svio	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
8	GEO	Statica + Variabile + S	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
9	EQU	Statica	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
10	EQU	Statica + Variabile	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
11	EQU	Statica + Svio	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
12	EQU	Statica + Variabile + S	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
13	SISMA X+ Z	Sismica Z+	989.89	-664.88	-2923.17	766.84
14	SISMA X+ Z	Sismica Z-	988.37	-663.86	-3210.73	313.37
15	Freq.	Fessurazione - Frequenza	404.25	-271.52	-1628.36	-1016.90
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. permanente	404.25	-271.52	-1628.36	-1016.90

Tabella K.7: Calcolo lunghezza pali

Combinazioni			Lp,max	Lp1 (m)	Lp2 (m)
N°	Tipo	Descr.			
1	STR	Statica	9.50	9.50	5.50
2	STR	Statica + Variabile	9.50	9.50	5.50
3	STR	Statica + Svio	9.50	9.50	5.50
4	STR	Statica + Variabile + S	9.50	9.50	5.50
5	GEO	Statica	15.50	15.50	8.00
6	GEO	Statica + Variabile	15.50	15.50	8.00
7	GEO	Statica + Svio	15.50	15.50	8.00
8	GEO	Statica + Variabile + S	15.50	15.50	8.00
9	EQU	Statica	9.50	9.50	3.50
10	EQU	Statica + Variabile	9.50	9.50	3.50
11	EQU	Statica + Svio	9.50	9.50	3.50
12	EQU	Statica + Variabile + S	9.50	9.50	3.50
13	SISMA X+ Z	Sismica Z+	18.00	18.00	15.00
14	SISMA X+ Z	Sismica Z-	19.50	19.50	9.00
15	Freq.	Fessurazione - Frequenza	8.50	8.50	5.50
16	Q. Perm.	Fessurazione - Q. permanente	8.50	8.50	5.50

Tabella K.8: Calcolo resistenza laterale palo

N° Concio	zfin con. dal p.p. (m)	zm con. dal p.p. (m)	n° strato	γ' (kN/m ³)	σ'_{v0} (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	α	β	τ_{ks} (kN/m ²)	ΔQ_{ks} (kN)
1	0.98	0.49	1	11.60	24.22	0.00	0.00	0.25	5.94	0.00
2	1.95	1.46	1	11.60	35.53	0.00	0.00	0.25	8.72	0.00
3	2.93	2.44	1	11.60	46.84	0.00	0.00	0.25	11.49	0.00
4	3.90	3.41	1	11.60	58.15	0.00	0.00	0.25	14.27	0.00
5	4.88	4.39	1	11.60	69.46	0.00	0.00	0.25	17.04	0.00
6	5.85	5.36	1	11.60	80.77	0.00	0.00	0.25	19.82	0.00
7	6.83	6.34	2	12.50	92.95	0.00	0.00	0.25	22.81	69.86
8	7.80	7.31	2	12.50	105.14	0.00	0.00	0.25	25.80	79.02
9	8.78	8.29	2	12.50	117.33	0.00	0.00	0.25	28.79	88.18
10	9.75	9.26	2	12.50	129.52	0.00	0.00	0.25	31.78	97.34
11	10.73	10.24	2	12.50	141.70	0.00	0.00	0.25	34.77	106.50
12	11.70	11.21	2	12.50	153.89	0.00	0.00	0.25	37.76	115.66
13	12.68	12.19	2	12.50	166.08	0.00	0.00	0.25	40.75	124.82
14	13.65	13.16	2	12.50	178.27	0.00	0.00	0.25	43.74	133.98
15	14.63	14.14	2	12.50	190.45	0.00	0.00	0.25	46.73	143.14
16	15.60	15.11	2	12.50	202.64	0.00	0.00	0.25	49.72	152.30
17	16.58	16.09	2	12.50	214.83	0.00	0.00	0.25	52.71	161.46
18	17.55	17.06	2	12.50	227.02	0.00	0.00	0.25	55.70	170.62
19	18.53	18.04	2	12.50	239.20	0.00	0.00	0.25	58.69	179.78
20	19.50	19.01	2	12.50	251.39	0.00	0.00	0.25	61.68	188.94

Q_s = 1811.64

Legenda:

zfin conc = profondità finale del concio dal piano di pose α = Parametro di calcolo per terreni coesivi

zm conc = profondità media del concio dal piano di pose β = Parametro di calcolo per terreni incoerenti

γ' = peso specifico efficace dello strato

τ_{ks} = Azione tangenziale resistente caratteristica sul palo

σ'_{v0} = tensione litostatica efficace a quota zm

ΔQ_{ks} = Resistenza laterale caratteristica del concio

cu = Coesione non drenata

Calcolo della capacità portante del palo

Resistenza laterale caratteristica: **Q_{k,s} = 1811.64 kN**

Resistenza alla punta caratteristica: **Q_{k,b} = 5923.24 kN**

Peso caratteristico del palo: **W_{p,k} = -382.88 kN**

Combinazione più gravosa: 14 SISMA X+ Z -

Lunghezza palo di progetto: L_p = 19.50 m

Carico resistente ultimo a compr.: Q_{Rd,compr} = -3231.01 kN

Carico resistente ultimo a traz.: Q_{Rd,traz} = 1261.25 kN

K.2.2 Verifiche strutturali

Tabella K.9: Riassunto parametri di calcolo

Parametri di resistenza

Resistenza caratt. cls:	Rck =	40 MPa	fctm =	3.10 MPa
Resistenza a compressione di calcolo cls:	fcd =	18.81 MPa	fcd =	9.41 MPa
Resistenza a trazione di calcolo cls:	fctd =	1.45 MPa		
Tens. snervamento di calcolo armat. long.:	f _{yd1} =	391.30 MPa	cotθ =	2.5 (1÷2,5)
Tens. snervamento di calcolo staffe:	f _{yd2} =	391.30 MPa		
Distanza asse armatura da filo muro:	c =	8.00 cm		

K.2.2.1 Paramento

Il paramento verticale viene calcolato per unità di lunghezza, considerando agenti i pesi propri, la spinta del terreno, le spinte sismiche, le forze di inerzia. Il muro viene suddiviso in 10 conci valutando le azioni risultanti su ciascuno di essi in modo da poter effettuare su ogni sezione individuata le relative verifiche a presso-flessione e taglio, calcolando le armature necessarie e successivamente verificandolo agli SLE, secondo le indicazioni geometriche prima descritte.

Tabella K.10: Verifica a pressoflessione

SEZIONE	SPESS. (cm)	d (cm)	N _{Ed} (kN/m)	M _{Ed} (kNm/m)	μ _{Ed}	ω _{Ed}	A _{s,nec} (cm ² /m)	A _{s,min} (cm ² /m)	A _{s,prog} (cm ² /m)	h da estr. platea (m)
0.00	50.00	42.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.52	12.72	4.67
1.00	55.30	47.30	-8.82	4.18	0.00	0.00	0.09	8.47	12.72	4.20
2.00	60.60	52.60	-18.93	17.24	0.00	0.00	0.56	9.42	12.72	3.74
3.00	65.90	57.90	-30.31	40.01	0.01	0.01	1.34	10.37	12.72	3.27
4.00	71.20	63.20	-42.98	73.29	0.01	0.01	2.38	11.32	12.72	2.80
5.00	76.50	68.50	-56.94	117.88	0.02	0.02	3.66	12.26	12.72	2.34
6.00	81.80	73.80	-72.17	174.60	0.02	0.02	5.16	13.21	20.42	1.87
7.00	87.10	79.10	-88.69	244.25	0.02	0.02	6.85	14.16	20.42	1.40
8.00	92.40	84.40	-106.49	327.65	0.03	0.03	8.74	15.11	20.42	0.93
9.00	97.70	89.70	-125.57	425.60	0.03	0.03	10.81	16.06	20.42	0.47
10.00	103.00	95.00	-145.94	538.91	0.04	0.04	13.05	17.01	20.42	0.00

Legenda

N_{Ed} = Sforzo normale ultimo

M_{Ed} = Momento flettente ultimo

A_{s,nec} = Area di armatura tesa necessaria

A_{s,prog} = Area di armatura tesa di progetto

μ_{Ed} = Momento flettente adimensionale, riferito all'armatura tesa

ω_{Ed} = Percentuale meccanica di armatura

A_{s,min} = Area di armatura tesa minima

θ = Inclinazione bielle compresse (verifica a taglio)

Tabella K.11: Verifica a taglio

SEZIONE	SPESS. (cm)	d (cm)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)	V_{Rcd} (kN/m)	Asw/s_{min} (cm ² /m)	Asw/s_{nec} (cm ² /m)	Asw/s_{prog} (cm ² /m)	h da estr. platea (m)
0.00	50.00	42.00	0.00	186.10	3065.28	10.24	0.00	10.60	4.67
1.00	55.30	47.30	18.17	202.22	3452.08	10.24	0.00	10.60	4.20
2.00	60.60	52.60	38.08	218.04	3838.89	10.24	0.00	10.60	3.74
3.00	65.90	57.90	59.71	233.60	4225.70	10.24	0.00	10.60	3.27
4.00	71.20	63.20	83.08	248.95	4612.51	10.24	0.00	10.60	2.80
5.00	76.50	68.50	108.18	264.09	4999.32	10.24	0.00	10.60	2.34
6.00	81.80	73.80	135.01	282.03	5386.12	10.24	0.00	10.60	1.87
7.00	87.10	79.10	163.58	293.89	5772.93	10.24	0.00	10.60	1.40
8.00	92.40	84.40	193.87	308.57	6159.74	10.24	0.00	10.60	0.93
9.00	97.70	89.70	225.90	323.13	6546.55	10.24	0.00	10.60	0.47
10.00	103.00	95.00	259.66	337.58	6933.36	10.24	0.00	10.60	0.00

Legenda:

V_{Ed} = Sforzo di taglio ultimo

V_{Rd} = Resistenza a taglio della sezione senza armatura

V_{Rcd} = Resistenza della sezione bielle compressa

Asw/s_{nec} = Area di armatura a taglio necessaria

Asw/s_{min} = Area di armatura a taglio minima

Asw/s_{prog} = Area di armatura a taglio di progetto

Tabella K.12: Verifica a fessurazione

Elemento	Sez.	Arm. compressa		Ampiezza delle fessure							
		A_s [cm ²]	(c+ ϕ /2) [cm]	x [cm]	$A_{c,eff}$ [cm ²]	s_s [N/mm ²]	s_{sr} [N/mm ²]	r_f	$e_{sm} - \epsilon_{cm}$ ‰	s_{rm} [mm]	w_k [mm]
Paramento	0	3.18	8.90	10.69	2225.00	0.00	291.89	0.01	0.00	565.37	0.000
Paramento	1	3.18	8.90	35.12	2225.00	0.31	301.48	0.01	0.00	565.37	0.001
Paramento	2	3.18	8.90	22.73	2225.00	5.01	320.83	0.01	0.00	565.37	0.009
Paramento	3	3.18	8.90	20.24	2225.00	15.24	339.84	0.01	0.00	565.37	0.026
Paramento	4	3.18	8.90	19.61	2225.00	30.33	358.49	0.01	0.00	565.37	0.051
Paramento	5	3.18	8.90	19.57	2225.00	49.90	376.78	0.01	0.00	565.37	0.085
Paramento	6	5.11	8.81	23.75	2203.13	47.68	256.64	0.01	0.00	328.00	0.047
Paramento	7	5.11	8.81	24.24	2203.13	65.48	268.01	0.01	0.00	328.00	0.064
Paramento	8	5.11	8.81	24.80	2203.13	85.77	279.14	0.01	0.00	328.00	0.084
Paramento	9	5.11	8.81	25.39	2203.13	108.47	290.02	0.01	0.00	328.00	0.107
Paramento	10	5.11	8.81	26.01	2203.13	133.54	300.67	0.01	0.00	328.00	0.131

K.2.2.2 Pali di fondazione

Il palo viene suddiviso in 20 conci valutando le azioni risultanti su ciascuno di essi in modo da poter effettuare su ogni sezione individuata le relative verifiche a presso-flessione e a taglio. Le verifiche sono state condotte per ciascuna combinazione individuata e di seguito si riportano gli involuppi delle verifiche a pressoflessione e taglio relative alla combinazione di carico più gravosa. Si riportano di seguito rispettivamente le tabelle riassuntive delle azioni sui pali relative alle varie combinazioni ed i risultati delle verifiche eseguite sui pali.

Tabella K.13: Azioni in testa al palo combinazione 1

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
1	0.488	309.13	55.83	-1788.01	-991.05
2	1.463	172.46	287.87	-1807.16	-1010.19
3	2.438	72.86	402.38	-1826.30	-1029.34
4	3.413	4.26	436.26	-1845.45	-1048.48
5	4.388	-37.97	417.97	-1864.59	-1067.63
6	5.363	-59.84	368.03	-1883.74	-1086.77
7	6.338	-43.51	70.14	-1866.06	-1069.10
8	7.313	-30.28	31.84	-1843.56	-1046.60
9	8.288	-18.68	10.48	-1816.23	-1019.27
10	9.263	-10.32	-2.53	-1784.07	-987.11
11	10.238	-9.26	-2.27	-1747.09	-950.13
12	11.213	-8.21	-2.01	-1705.28	-908.32
13	12.188	-7.15	-1.75	-1658.64	-861.68
14	13.163	-6.09	-1.49	-1607.17	-810.21
15	14.138	-5.03	-1.23	-1550.88	-753.92
16	15.113	-3.97	-0.97	-1489.76	-692.80
17	16.088	-2.91	-0.72	-1423.81	-626.85
18	17.063	-1.86	-0.46	-1353.04	-556.07
19	18.038	-0.80	-0.20	-1277.43	-480.47
20	19.013	0.00	0.00	-1197.00	-400.04

Tabella K.14: Azioni in testa al palo combinazione 2

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
1	0.488	309.13	55.83	-1788.01	-991.05
2	1.463	172.46	287.87	-1807.16	-1010.19
3	2.438	72.86	402.38	-1826.30	-1029.34
4	3.413	4.26	436.26	-1845.45	-1048.48
5	4.388	-37.97	417.97	-1864.59	-1067.63
6	5.363	-59.84	368.03	-1883.74	-1086.77
7	6.338	-43.51	70.14	-1866.06	-1069.10
8	7.313	-30.28	31.84	-1843.56	-1046.60
9	8.288	-18.68	10.48	-1816.23	-1019.27
10	9.263	-10.32	-2.53	-1784.07	-987.11
11	10.238	-9.26	-2.27	-1747.09	-950.13
12	11.213	-8.21	-2.01	-1705.28	-908.32
13	12.188	-7.15	-1.75	-1658.64	-861.68
14	13.163	-6.09	-1.49	-1607.17	-810.21
15	14.138	-5.03	-1.23	-1550.88	-753.92
16	15.113	-3.97	-0.97	-1489.76	-692.80
17	16.088	-2.91	-0.72	-1423.81	-626.85
18	17.063	-1.86	-0.46	-1353.04	-556.07
19	18.038	-0.80	-0.20	-1277.43	-480.47
20	19.013	0.00	0.00	-1197.00	-400.04

Tabella K.15: Azioni in testa al palo combinazione 3

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
1	0.488	309.13	55.83	-1788.01	-991.05
2	1.463	172.46	287.87	-1807.16	-1010.19
3	2.438	72.86	402.38	-1826.30	-1029.34
4	3.413	4.26	436.26	-1845.45	-1048.48
5	4.388	-37.97	417.97	-1864.59	-1067.63
6	5.363	-59.84	368.03	-1883.74	-1086.77
7	6.338	-43.51	70.14	-1866.06	-1069.10
8	7.313	-30.28	31.84	-1843.56	-1046.60
9	8.288	-18.68	10.48	-1816.23	-1019.27
10	9.263	-10.32	-2.53	-1784.07	-987.11
11	10.238	-9.26	-2.27	-1747.09	-950.13
12	11.213	-8.21	-2.01	-1705.28	-908.32
13	12.188	-7.15	-1.75	-1658.64	-861.68
14	13.163	-6.09	-1.49	-1607.17	-810.21
15	14.138	-5.03	-1.23	-1550.88	-753.92
16	15.113	-3.97	-0.97	-1489.76	-692.80
17	16.088	-2.91	-0.72	-1423.81	-626.85
18	17.063	-1.86	-0.46	-1353.04	-556.07
19	18.038	-0.80	-0.20	-1277.43	-480.47
20	19.013	0.00	0.00	-1197.00	-400.04

Tabella K.16: Azioni in testa al palo combinazione 4

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	484.34	-325.32	-1768.87	-971.91
1	0.488	309.13	55.83	-1788.01	-991.05
2	1.463	172.46	287.87	-1807.16	-1010.19
3	2.438	72.86	402.38	-1826.30	-1029.34
4	3.413	4.26	436.26	-1845.45	-1048.48
5	4.388	-37.97	417.97	-1864.59	-1067.63
6	5.363	-59.84	368.03	-1883.74	-1086.77
7	6.338	-43.51	70.14	-1866.06	-1069.10
8	7.313	-30.28	31.84	-1843.56	-1046.60
9	8.288	-18.68	10.48	-1816.23	-1019.27
10	9.263	-10.32	-2.53	-1784.07	-987.11
11	10.238	-9.26	-2.27	-1747.09	-950.13
12	11.213	-8.21	-2.01	-1705.28	-908.32
13	12.188	-7.15	-1.75	-1658.64	-861.68
14	13.163	-6.09	-1.49	-1607.17	-810.21
15	14.138	-5.03	-1.23	-1550.88	-753.92
16	15.113	-3.97	-0.97	-1489.76	-692.80
17	16.088	-2.91	-0.72	-1423.81	-626.85
18	17.063	-1.86	-0.46	-1353.04	-556.07
19	18.038	-0.80	-0.20	-1277.43	-480.47
20	19.013	0.00	0.00	-1197.00	-400.04

Tabella K.17: Azioni in testa al palo combinazione 5

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
1	0.488	309.95	55.98	-1823.77	-872.79
2	1.463	172.92	288.64	-1842.91	-891.94
3	2.438	73.06	403.45	-1862.05	-911.08
4	3.413	4.27	437.42	-1881.20	-930.22
5	4.388	-38.07	419.08	-1900.34	-949.37
6	5.363	-60.00	369.01	-1919.49	-968.51
7	6.338	-43.62	70.33	-1901.81	-950.84
8	7.313	-30.36	31.92	-1879.31	-928.34
9	8.288	-18.73	10.51	-1851.98	-901.01
10	9.263	-10.35	-2.54	-1819.83	-868.85
11	10.238	-9.29	-2.28	-1782.84	-831.87
12	11.213	-8.23	-2.02	-1741.03	-790.06
13	12.188	-7.17	-1.76	-1694.39	-743.42
14	13.163	-6.11	-1.50	-1642.93	-691.95
15	14.138	-5.04	-1.24	-1586.63	-635.66
16	15.113	-3.98	-0.98	-1525.51	-574.54
17	16.088	-2.92	-0.72	-1459.56	-508.59
18	17.063	-1.86	-0.46	-1388.79	-437.81
19	18.038	-0.80	-0.20	-1313.18	-362.21
20	19.013	0.00	0.00	-1232.75	-281.78

Tabella K.18: Azioni in testa al palo combinazione 6

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
1	0.488	309.95	55.98	-1823.77	-872.79
2	1.463	172.92	288.64	-1842.91	-891.94
3	2.438	73.06	403.45	-1862.05	-911.08
4	3.413	4.27	437.42	-1881.20	-930.22
5	4.388	-38.07	419.08	-1900.34	-949.37
6	5.363	-60.00	369.01	-1919.49	-968.51
7	6.338	-43.62	70.33	-1901.81	-950.84
8	7.313	-30.36	31.92	-1879.31	-928.34
9	8.288	-18.73	10.51	-1851.98	-901.01
10	9.263	-10.35	-2.54	-1819.83	-868.85
11	10.238	-9.29	-2.28	-1782.84	-831.87
12	11.213	-8.23	-2.02	-1741.03	-790.06
13	12.188	-7.17	-1.76	-1694.39	-743.42
14	13.163	-6.11	-1.50	-1642.93	-691.95
15	14.138	-5.04	-1.24	-1586.63	-635.66
16	15.113	-3.98	-0.98	-1525.51	-574.54
17	16.088	-2.92	-0.72	-1459.56	-508.59
18	17.063	-1.86	-0.46	-1388.79	-437.81
19	18.038	-0.80	-0.20	-1313.18	-362.21
20	19.013	0.00	0.00	-1232.75	-281.78

Tabella K.19: Azioni in testa al palo combinazione 7

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
1	0.488	309.95	55.98	-1823.77	-872.79
2	1.463	172.92	288.64	-1842.91	-891.94
3	2.438	73.06	403.45	-1862.05	-911.08
4	3.413	4.27	437.42	-1881.20	-930.22
5	4.388	-38.07	419.08	-1900.34	-949.37
6	5.363	-60.00	369.01	-1919.49	-968.51
7	6.338	-43.62	70.33	-1901.81	-950.84
8	7.313	-30.36	31.92	-1879.31	-928.34
9	8.288	-18.73	10.51	-1851.98	-901.01
10	9.263	-10.35	-2.54	-1819.83	-868.85
11	10.238	-9.29	-2.28	-1782.84	-831.87
12	11.213	-8.23	-2.02	-1741.03	-790.06
13	12.188	-7.17	-1.76	-1694.39	-743.42
14	13.163	-6.11	-1.50	-1642.93	-691.95
15	14.138	-5.04	-1.24	-1586.63	-635.66
16	15.113	-3.98	-0.98	-1525.51	-574.54
17	16.088	-2.92	-0.72	-1459.56	-508.59
18	17.063	-1.86	-0.46	-1388.79	-437.81
19	18.038	-0.80	-0.20	-1313.18	-362.21
20	19.013	0.00	0.00	-1232.75	-281.78

Tabella K.20: Azioni in testa al palo combinazione 8

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	485.63	-326.18	-1804.62	-853.65
1	0.488	309.95	55.98	-1823.77	-872.79
2	1.463	172.92	288.64	-1842.91	-891.94
3	2.438	73.06	403.45	-1862.05	-911.08
4	3.413	4.27	437.42	-1881.20	-930.22
5	4.388	-38.07	419.08	-1900.34	-949.37
6	5.363	-60.00	369.01	-1919.49	-968.51
7	6.338	-43.62	70.33	-1901.81	-950.84
8	7.313	-30.36	31.92	-1879.31	-928.34
9	8.288	-18.73	10.51	-1851.98	-901.01
10	9.263	-10.35	-2.54	-1819.83	-868.85
11	10.238	-9.29	-2.28	-1782.84	-831.87
12	11.213	-8.23	-2.02	-1741.03	-790.06
13	12.188	-7.17	-1.76	-1694.39	-743.42
14	13.163	-6.11	-1.50	-1642.93	-691.95
15	14.138	-5.04	-1.24	-1586.63	-635.66
16	15.113	-3.98	-0.98	-1525.51	-574.54
17	16.088	-2.92	-0.72	-1459.56	-508.59
18	17.063	-1.86	-0.46	-1388.79	-437.81
19	18.038	-0.80	-0.20	-1313.18	-362.21
20	19.013	0.00	0.00	-1232.75	-281.78

Tabella K.21: Azioni in testa al palo combinazione 9

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
1	0.488	327.99	59.24	-1791.80	-723.18
2	1.463	182.98	305.44	-1810.95	-742.32
3	2.438	77.31	426.94	-1830.09	-761.47
4	3.413	4.52	462.88	-1849.23	-780.61
5	4.388	-40.28	443.48	-1868.38	-799.75
6	5.363	-63.49	390.49	-1887.52	-818.90
7	6.338	-46.16	74.42	-1869.85	-801.22
8	7.313	-32.13	33.78	-1847.35	-778.72
9	8.288	-19.82	11.12	-1820.02	-751.39
10	9.263	-10.95	-2.69	-1787.86	-719.24
11	10.238	-9.83	-2.41	-1750.88	-682.25
12	11.213	-8.71	-2.14	-1709.07	-640.44
13	12.188	-7.58	-1.86	-1662.43	-593.80
14	13.163	-6.46	-1.58	-1610.96	-542.34
15	14.138	-5.34	-1.31	-1554.67	-486.04
16	15.113	-4.22	-1.03	-1493.55	-424.92
17	16.088	-3.09	-0.76	-1427.60	-358.98
18	17.063	-1.97	-0.48	-1356.82	-288.20
19	18.038	-0.85	-0.21	-1281.22	-212.60
20	19.013	0.00	0.00	-1200.79	-132.17

Tabella K.22: Azioni in testa al palo combinazione 10

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
1	0.488	327.99	59.24	-1791.80	-723.18
2	1.463	182.98	305.44	-1810.95	-742.32
3	2.438	77.31	426.94	-1830.09	-761.47
4	3.413	4.52	462.88	-1849.23	-780.61
5	4.388	-40.28	443.48	-1868.38	-799.75
6	5.363	-63.49	390.49	-1887.52	-818.90
7	6.338	-46.16	74.42	-1869.85	-801.22
8	7.313	-32.13	33.78	-1847.35	-778.72
9	8.288	-19.82	11.12	-1820.02	-751.39
10	9.263	-10.95	-2.69	-1787.86	-719.24
11	10.238	-9.83	-2.41	-1750.88	-682.25
12	11.213	-8.71	-2.14	-1709.07	-640.44
13	12.188	-7.58	-1.86	-1662.43	-593.80
14	13.163	-6.46	-1.58	-1610.96	-542.34
15	14.138	-5.34	-1.31	-1554.67	-486.04
16	15.113	-4.22	-1.03	-1493.55	-424.92
17	16.088	-3.09	-0.76	-1427.60	-358.98
18	17.063	-1.97	-0.48	-1356.82	-288.20
19	18.038	-0.85	-0.21	-1281.22	-212.60
20	19.013	0.00	0.00	-1200.79	-132.17

Tabella K.23: Azioni in testa al palo combinazione 11

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
1	0.488	327.99	59.24	-1791.80	-723.18
2	1.463	182.98	305.44	-1810.95	-742.32
3	2.438	77.31	426.94	-1830.09	-761.47
4	3.413	4.52	462.88	-1849.23	-780.61
5	4.388	-40.28	443.48	-1868.38	-799.75
6	5.363	-63.49	390.49	-1887.52	-818.90
7	6.338	-46.16	74.42	-1869.85	-801.22
8	7.313	-32.13	33.78	-1847.35	-778.72
9	8.288	-19.82	11.12	-1820.02	-751.39
10	9.263	-10.95	-2.69	-1787.86	-719.24
11	10.238	-9.83	-2.41	-1750.88	-682.25
12	11.213	-8.71	-2.14	-1709.07	-640.44
13	12.188	-7.58	-1.86	-1662.43	-593.80
14	13.163	-6.46	-1.58	-1610.96	-542.34
15	14.138	-5.34	-1.31	-1554.67	-486.04
16	15.113	-4.22	-1.03	-1493.55	-424.92
17	16.088	-3.09	-0.76	-1427.60	-358.98
18	17.063	-1.97	-0.48	-1356.82	-288.20
19	18.038	-0.85	-0.21	-1281.22	-212.60
20	19.013	0.00	0.00	-1200.79	-132.17

Tabella K.24: Azioni in testa al palo combinazione 12

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	513.90	-345.17	-1772.66	-704.03
1	0.488	327.99	59.24	-1791.80	-723.18
2	1.463	182.98	305.44	-1810.95	-742.32
3	2.438	77.31	426.94	-1830.09	-761.47
4	3.413	4.52	462.88	-1849.23	-780.61
5	4.388	-40.28	443.48	-1868.38	-799.75
6	5.363	-63.49	390.49	-1887.52	-818.90
7	6.338	-46.16	74.42	-1869.85	-801.22
8	7.313	-32.13	33.78	-1847.35	-778.72
9	8.288	-19.82	11.12	-1820.02	-751.39
10	9.263	-10.95	-2.69	-1787.86	-719.24
11	10.238	-9.83	-2.41	-1750.88	-682.25
12	11.213	-8.71	-2.14	-1709.07	-640.44
13	12.188	-7.58	-1.86	-1662.43	-593.80
14	13.163	-6.46	-1.58	-1610.96	-542.34
15	14.138	-5.34	-1.31	-1554.67	-486.04
16	15.113	-4.22	-1.03	-1493.55	-424.92
17	16.088	-3.09	-0.76	-1427.60	-358.98
18	17.063	-1.97	-0.48	-1356.82	-288.20
19	18.038	-0.85	-0.21	-1281.22	-212.60
20	19.013	0.00	0.00	-1200.79	-132.17

Tabella K.25: Azioni in testa al palo combinazione 13

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	989.89	-664.88	-2923.17	766.84
1	0.488	631.80	114.11	-2942.31	747.69
2	1.463	352.47	588.35	-2961.45	728.55
3	2.438	148.91	822.38	-2980.60	709.40
4	3.413	8.71	891.63	-2999.74	690.26
5	4.388	-77.60	854.25	-3018.89	671.12
6	5.363	-122.30	752.18	-3038.03	651.97
7	6.338	-88.91	143.36	-3020.36	598.96
8	7.313	-61.89	65.07	-2997.85	541.50
9	8.288	-38.17	21.42	-2970.53	479.60
10	9.263	-21.10	-5.17	-2938.37	413.26
11	10.238	-18.93	-4.64	-2901.39	342.48
12	11.213	-16.77	-4.11	-2859.57	267.25
13	12.188	-14.61	-3.58	-2812.94	187.59
14	13.163	-12.45	-3.05	-2761.47	103.48
15	14.138	-10.28	-2.52	-2705.18	14.94
16	15.113	-8.12	-1.99	-2644.06	0.00
17	16.088	-5.96	-1.46	-2578.11	0.00
18	17.063	-3.79	-0.93	-2507.33	0.00
19	18.038	-1.63	-0.40	-2431.73	0.00
20	19.013	0.00	0.00	-2351.30	0.00

Tabella K.26: Azioni in testa al palo combinazione 14

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	988.37	-663.86	-3210.73	313.37
1	0.488	630.83	113.94	-3229.87	294.23
2	1.463	351.93	587.45	-3249.02	275.09
3	2.438	148.68	821.12	-3268.16	255.94
4	3.413	8.70	890.26	-3287.30	236.80
5	4.388	-77.48	852.93	-3306.45	217.65
6	5.363	-122.11	751.02	-3325.59	198.51
7	6.338	-88.78	143.14	-3307.92	145.49
8	7.313	-61.80	64.97	-3285.42	88.04
9	8.288	-38.11	21.39	-3258.09	26.14
10	9.263	-21.06	-5.17	-3225.93	0.00
11	10.238	-18.90	-4.64	-3188.95	0.00
12	11.213	-16.74	-4.11	-3147.14	0.00
13	12.188	-14.59	-3.58	-3100.50	0.00
14	13.163	-12.43	-3.05	-3049.03	0.00
15	14.138	-10.27	-2.52	-2992.74	0.00
16	15.113	-8.11	-1.99	-2931.62	0.00
17	16.088	-5.95	-1.46	-2865.67	0.00
18	17.063	-3.79	-0.93	-2794.89	0.00
19	18.038	-1.63	-0.40	-2719.29	0.00
20	19.013	0.00	0.00	-2638.86	0.00

Tabella K.27: Azioni in testa al palo combinazione 15

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	404.25	-271.52	-1628.36	-1016.90
1	0.488	258.01	46.60	-1647.50	-1036.04
2	1.463	143.94	240.27	-1666.65	-1055.19
3	2.438	60.81	335.84	-1685.79	-1074.33
4	3.413	3.56	364.12	-1704.93	-1093.47
5	4.388	-31.69	348.85	-1724.08	-1112.62
6	5.363	-49.95	307.17	-1743.22	-1131.76
7	6.338	-36.31	58.54	-1725.55	-1114.09
8	7.313	-25.28	26.57	-1703.05	-1091.59
9	8.288	-15.59	8.75	-1675.72	-1064.26
10	9.263	-8.62	-2.11	-1643.56	-1032.10
11	10.238	-7.73	-1.90	-1606.58	-995.12
12	11.213	-6.85	-1.68	-1564.77	-953.31
13	12.188	-5.97	-1.46	-1518.13	-906.67
14	13.163	-5.08	-1.25	-1466.66	-855.20
15	14.138	-4.20	-1.03	-1410.37	-798.91
16	15.113	-3.32	-0.81	-1349.25	-737.79
17	16.088	-2.43	-0.60	-1283.30	-671.84
18	17.063	-1.55	-0.38	-1212.52	-601.06
19	18.038	-0.67	-0.16	-1136.92	-525.46
20	19.013	0.00	0.00	-1056.49	-445.03

Tabella K.28: Azioni in testa al palo combinazione 16

N° Concio	zm concio dal p.p. (m)	Vp (KN)	Mp (KNm)	Qp1 (kN)	Qp2 (kN)
0	0.000	404.25	-271.52	-1628.36	-1016.90
1	0.488	258.01	46.60	-1647.50	-1036.04
2	1.463	143.94	240.27	-1666.65	-1055.19
3	2.438	60.81	335.84	-1685.79	-1074.33
4	3.413	3.56	364.12	-1704.93	-1093.47
5	4.388	-31.69	348.85	-1724.08	-1112.62
6	5.363	-49.95	307.17	-1743.22	-1131.76
7	6.338	-36.31	58.54	-1725.55	-1114.09
8	7.313	-25.28	26.57	-1703.05	-1091.59
9	8.288	-15.59	8.75	-1675.72	-1064.26
10	9.263	-8.62	-2.11	-1643.56	-1032.10
11	10.238	-7.73	-1.90	-1606.58	-995.12
12	11.213	-6.85	-1.68	-1564.77	-953.31
13	12.188	-5.97	-1.46	-1518.13	-906.67
14	13.163	-5.08	-1.25	-1466.66	-855.20
15	14.138	-4.20	-1.03	-1410.37	-798.91
16	15.113	-3.32	-0.81	-1349.25	-737.79
17	16.088	-2.43	-0.60	-1283.30	-671.84
18	17.063	-1.55	-0.38	-1212.52	-601.06
19	18.038	-0.67	-0.16	-1136.92	-525.46
20	19.013	0.00	0.00	-1056.49	-445.03

Tabella K.29: Verifica a pressoflessione: inviluppo dei momenti lungo il fusto del palo

N° Concio	zm con (m)	N° Comb.	N° Palo	$N_{Ed,max}$ kN	$M_{Ed,p}$ kNm	$A_{S,long,nec}$ cm ²	M_{Rd} kNm	FS_M	$A_{S,long,disp}$ cm ²
0	0.00	13	2	766.84	-664.88	62.97	944.77	1.42	81.68
1	0.49	13	2	747.69	114.11	0.00	959.75	8.41	81.68
2	1.46	13	2	728.55	588.35	56.17	959.75	1.63	81.68
3	2.44	13	2	709.40	822.38	72.07	974.78	1.19	81.68
4	3.41	13	2	690.26	891.63	76.93	974.78	1.09	81.68
5	4.39	13	2	671.12	854.25	73.46	974.78	1.14	81.68
6	5.36	13	2	651.97	752.18	65.90	989.88	1.32	81.68
7	6.34	13	2	598.96	143.36	0.00	1005.02	7.01	81.68
8	7.31	13	2	541.50	65.07	0.00	174.01	2.67	24.13
9	8.29	13	2	479.60	21.42	0.00	200.96	9.38	24.13
10	9.26	13	2	413.26	-5.17	0.00	222.69	43.03	24.13
11	10.24	13	2	342.48	-4.64	0.00	253.62	54.61	24.13
12	11.21	13	2	267.25	-4.11	0.00	286.67	69.68	24.13
13	12.19	13	2	187.59	-3.58	0.00	321.71	89.78	24.13
14	13.16	13	2	103.48	-3.05	0.00	349.18	114.38	24.13
15	14.14	13	2	14.94	-2.52	0.00	387.26	153.53	24.13
16	15.11	13	2	0.00	-1.99	0.00	397.02	199.32	24.13
17	16.09	13	2	0.00	-1.46	0.00	397.02	271.69	24.13
18	17.06	13	2	0.00	-0.93	0.00	397.02	426.54	24.13
19	18.04	13	2	0.00	-0.40	0.00	397.02	991.89	24.13
20	19.01	1	2	0.00	0.00	0.00	-	-	24.13

Legenda:

$z_{m,con}$ = profondità media del concio

$N_{Ed,max}$ = Sforzo normale massimo ultimo agente sul palo

$M_{Ed,p}$ = Momento polare ultimo agente sul palo

M_{Rd} = Momento resistente del palo

FS_M = Fattore di sicurezza al momento flettente

$A_{S,long,nec}$ = Area di armatura longitudinale necessaria

$A_{S,long,disp}$ = Area di armatura longitudinale disposta

Tabella K.30: Verifica a taglio: involuppo del taglio lungo il fusto del palo

N° Concio	z_m con (m)	N° Comb.	N° palo	$N_{Ed,max}$ (kN)	$V_{Ed,p}$ (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Rcd} (kN)	Asw/s_{nec} (cm ² /m)	Asw/s_{disp} (cm ² /m)
0	0.00	13	2	766.84	989.89	386.28	1888.71	15.642	22.619
1	0.49	13	2	747.69	631.80	386.28	1888.71	9.983	11.310
2	1.46	13	2	728.55	352.47	386.28	1888.72	0.000	11.310
3	2.44	13	2	709.40	148.91	386.28	1888.72	0.000	11.310
4	3.41	13	2	690.26	8.71	386.29	1888.72	0.000	11.310
5	4.39	13	2	671.12	-77.60	386.29	1888.73	0.000	11.310
6	5.36	13	2	651.97	-122.30	386.29	1888.73	0.000	11.310
7	6.34	13	2	598.96	-88.91	386.30	1888.73	0.000	11.310
8	7.31	13	2	541.50	-61.89	257.32	1888.73	0.000	11.310
9	8.29	13	2	479.60	-38.17	257.31	1888.73	0.000	11.310
10	9.26	13	2	413.26	-21.10	257.31	1888.72	0.000	11.310
11	10.24	13	2	342.48	-18.93	257.30	1888.71	0.000	11.310
12	11.21	13	2	267.25	-16.77	257.30	1888.71	0.000	11.310
13	12.19	13	2	187.59	-14.61	257.29	1888.70	0.000	11.310
14	13.16	13	2	103.48	-12.45	257.28	1888.69	0.000	11.310
15	14.14	13	2	14.94	-10.28	257.28	1888.69	0.000	11.310
16	15.11	13	2	0.00	-8.12	257.27	1888.68	0.000	11.310
17	16.09	13	2	0.00	-5.96	257.26	1888.67	0.000	11.310
18	17.06	13	2	0.00	-3.79	257.25	1888.66	0.000	11.310
19	18.04	13	2	0.00	-1.63	257.24	1888.64	0.000	11.310
20	19.01	1	2	0.00	0.00	257.22	1888.63	0.000	11.310

Legenda:

z_m = profondità media del concio

$N_{Ed,max}$ = Sforzo normale massimo sul palo

$V_{Ed,p}$ = Taglio polare sul palo

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

Asw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria (staffe)

Asw/s_{disp} = Area armatura a taglio disposta (staffe)

K.2.2.3 Zattera di fondazione

VERIFICA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE SU PALI - LEMBO INFERIORE

Combinazione di verifica: 15

Sollecitazioni sulla platea

Lunghezza della platea a monte LTI = 3.47 m
Lunghezza mensola a valle SPI = 1.50 m
Interasse longitudinale ilong = 3.00 m

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica del cls di fondazione Rck = 40 MPa
fcd = 22.13 MPa
Resistenza caratteristica dell'acciaio fyk = 450 MPa
fyd = 391.30 MPa

Azioni trasmesse dai pali

Sollecitazione palo P1 P1 = -1628.36 kN
Sollecitazione palo P2 P2 = -1016.90 kN

Larghezze collaboranti per ciascun palo

Angolo di diffusione delle azioni sulla platea $\nu = 45^\circ$
Larghezza collaborante palo P1 b1 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P2 b2 = 3.00 m

Azioni trasmesse dai pali per metro lineare di platea

Sollecitazione per metro lineare P1 P1 = -542.79 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P2 P2 = -338.97 kN/m

Distanze dei pali dal bordo platea

Distanza bordo platea e asse palo P1 d1 = 1.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P2 d2 = 5.00 m
Distanza bordo platea - lato interno muro dbm = 2.53 m

Altre azioni sulla platea

Peso di terreno e platea di monte qt = 135.74 kN/m/m
Carico stradale di monte qstr = 0.00 kN/m/m
Carico totale su platea di monte q = 135.74 kN/m/m

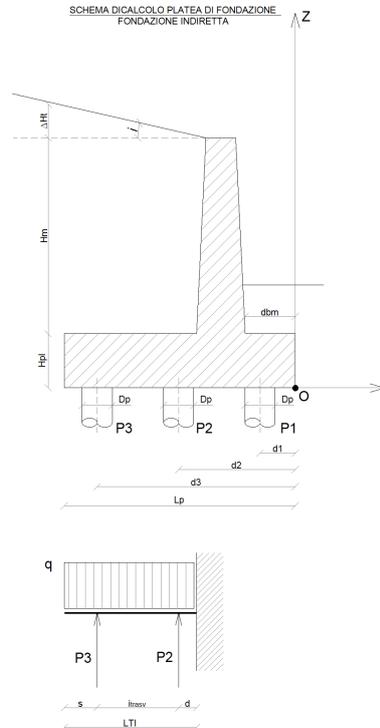


Tabella K.31: Verifiche a pressoflessione platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	M_{Ed} (kNm/m)	μ_{Ed}	ω_{Ed}	$AS_{long,nec}$ (cm ² /m)	$AS_{long,min}$ (cm ² /m)	$AS_{long,prog}$ (cm ² /m)	$AS_{trasv,prog}$ (cm ² /m)
Mmax+	1.60	0.080	83.96	0.002	0.002	1.41	21.09	25.45	10.05

Tabella K.32: Verifica a taglio platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)	V_{Rcd} (kN/m)	cot θ (1-2,5)	ASw/s_{min} (cm ² /m)	ASw/s_{nec} (cm ² /m)	ASw/s_{prog} (cm ² /m)
Vmax	1.60	0.08	132.03	487.64	5220.41	2.50	10.24	-	10.60

HP = Spessore della fondazione

c = Copriferro

M_{Ed} = Momento ultimo del palo

V_{Ed} = Taglio ultimo agente sul palo

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

μ_{Ed} = Momento agente sulla platea, adimensionalizzato ASw/s_{prog} = Area armatura a taglio di progetto

ω_{Ed} = Rapporto meccanico di armatura

$AS_{long,min}$ = Area armatura longitudinale minima di normativa

$AS_{long,nec}$ = Area armatura longitudinale necessaria

$AS_{long,prog}$ = Area armatura longitudinale di progetto

$AS_{trasv,prog}$ = Area armatura trasversale di progetto

ASw/s_{min} = Area armatura a taglio minima di normativa

ASw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria

ASw/s_{prog} = Area armatura a taglio di progetto

VERIFICA DELLA ZATTERA DI FONDAZIONE SU PALI - LEMBO SUPERIORE

Combinazione di verifica: 13

Sollecitazioni sulla platea

Lunghezza della platea a monte LTI = 3.47 m
Lunghezza mensola a valle SPI = 1.50 m
Interasse longitudinale ilong = 3.00 m

Caratteristiche dei materiali

Resistenza caratteristica del cls di fondazione Rck = 40 MPa
fcd = 22.13 MPa
Resistenza caratteristica dell'acciaio fyk = 450 MPa
fyd = 391.30 MPa

Azioni trasmesse dai pali

Sollecitazione palo P1 P1 = -2923.17 kN
Sollecitazione palo P2 P2 = 766.84 kN
Sollecitazione palo P3 P3 = 0.00 kN
Sollecitazione palo P4 P4 = 0.00 kN
Sollecitazione palo P5 P5 = 0.00 kN
Sollecitazione palo P6 P6 = 0.00 kN

Larghezze collaboranti per ciascun palo

Angolo di diffusione delle azioni sulla platea $\nu = 45^\circ$
Larghezza collaborante palo P1 b1 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P2 b2 = 3.00 m
Larghezza collaborante palo P3 b3 = 0.00 m
Larghezza collaborante palo P4 b4 = 0.00 m
Larghezza collaborante palo P5 b5 = 0.00 m
Larghezza collaborante palo P6 b6 = 0.00 m

Azioni trasmesse dai pali per metro lineare di platea

Sollecitazione per metro lineare P1 P1 = -974.39 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P2 P2 = 255.61 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P3 P3 = 0.00 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P4 P4 = 0.00 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P5 P5 = 0.00 kN/m
Sollecitazione per metro lineare P6 P6 = 0.00 kN/m

Distanze dei pali dal bordo platea

Distanza bordo platea e asse palo P1 d1 = 1.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P2 d2 = 5.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P3 d3 = 0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P4 d4 = 0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P5 d5 = 0.00 m
Distanza bordo platea e asse palo P6 d6 = 0.00 m
Distanza bordo platea - lato interno muro dbm = 2.53 m

Altre azioni sulla platea

Peso di terreno e platea di monte qt = 135.74 KN/m/m
Carico stradale di monte qstr = 0.00 KN/m/m
Carico totale su platea di monte q = 135.74 KN/m/m

SCHEMA DICALCOLO PLATEA DI FONDAZIONE
FONDAZIONE INDIRECTA

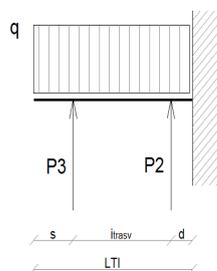
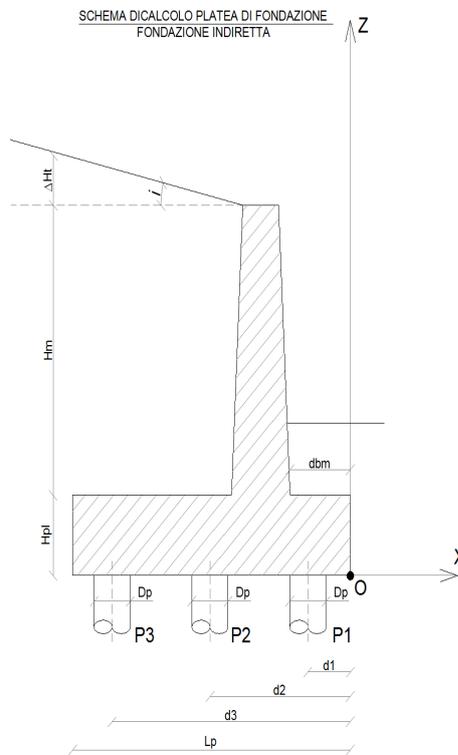


Tabella K.33: Verifiche a pressoflessione platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	M_{Ed} (kNm/m)	μ_{Ed}	ω_{Ed}	$A_{S_{long,nec}}$ (cm ² /m)	$A_{S_{long,min}}$ (cm ² /m)	$A_{S_{long,prog}}$ (cm ² /m)	$A_{S_{trasv,prog}}$ (cm ² /m)
Mmax-	1.60	0.080	1448.55	0.0283	0.0291	25.04	27.22	31.42	10.05

Tabella K.34: Verifica a taglio platea lato monte

Descriz.	HP (m)	c (m)	V_{Ed} (kN/m)	V_{Rd} (kN/m)	V_{Rcd} (kN/m)	$\cot\theta$ (1-2,5)	Asw/s_{min} (cm ² /m)	Asw/s_{nec} (cm ² /m)	Asw/s_{prog} (cm ² /m)
Vmax	1.60	0.080	726.61	487.64	5220.41	2.5	10.24	5.43	10.60

HP = Spessore della fondazione

c = Copriferro

M_{Ed} = Momento ultimo agente

V_{Ed} = Taglio ultimo agente

V_{Rd} = Res. a taglio della sezione priva di armatura

V_{Rcd} = Max taglio senza rottura delle bielle compresse

μ_{Ed} = Momento agente sulla platea, adimensionalizzato

ω_{Ed} = Rapporto meccanico di armatura

$As_{long,min}$ = Area armatura longitudinale minima di normativa

$As_{long,nec}$ = Area armatura longitudinale necessaria

$As_{long,prog}$ = Area armatura longitudinale di progetto

$As_{trav,prog}$ = Area armatura trasversale di progetto

Asw/s_{min} = Area armatura a taglio minima di normativa

Asw/s_{nec} = Area armatura a taglio necessaria

Asw/s_{prog} = Area armatura a taglio di progetto

K.2.2.4 Mensola lato valle, modello struct and ties

Tabella K.35: Verifica modello struct and ties

Combinazione di verifica: 14

Sforzo normale del palo

$$Q_{p1} = -3210.73 \text{ kN}$$

Sforzo normale per metro lineare di palo, in valore ass.

$$Q_{p1} = 1070.24 \text{ kN/m}$$

Sforzo normale base del paramento verticale per metro li

$$N_{muro} = 145.94 \text{ kN/m}$$

Momento base del paramento verticale per metro lineare

$$M_{muro} = 538.91 \text{ kNm/m}$$

Momento all'incastro, adimensionalizzato

$$\mu = 0.035$$

Non è necessaria armatura a compressione

$$\mu_{im} = 0.252$$

Asse neutro adimensionalizzato

$$\xi = 0.10$$

Asse neutro

$$x_c = 0.10 \text{ m}$$

Distanza asse palo-asse muro

$$a = 0.54 \text{ m}$$

Verifica biella compressa

Azione di compressione:

$$R_{Ed} = 1134.95 \text{ kN/m}$$

Area resistente di cls

$$A_{Cd} = 0.740 \text{ m}^2$$

Forza max a compressione assorbili dal cls:

$$R_{Rd} = 13923.41 \text{ kN/m}$$

Verifica

Calcola armatura a trazione

Trazione nell'acciaio

$$T = 377.73 \text{ kN/m}$$

Armatura necessaria per metro lineare

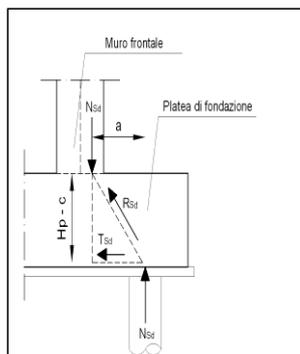
$$As = 9.653 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Armatura necessaria totale per verifica a Struct end Ties

$$As = 28.960 \text{ cm}^2$$

Armatura aggiuntava sul palo

$$As,agg. = 3.513 \text{ cm}^2/\text{palo}$$



L VERIFICA DI STABILITÀ GLOBALE DEL VERSANTE

La verifica di stabilità globale è stata eseguita in diverse sezioni in modo da controllare il valore del coefficiente di sicurezza nei casi più rappresentativi; per le verifiche si sono impiegati i parametri geotecnici e i carichi descritti negli appositi capitoli.

La resistenza a taglio dei pali è stata assunta, a favore di sicurezza, pari alla resistenza della sezione priva di armature a taglio, cioè $V_{Rdc} = 260$ kN.

I dati del modello di calcolo e i risultati dell'analisi sono riportati integralmente all'interno dell'Allegato 1.

Nel seguito si riportano le verifiche per una sezione rappresentativa corrispondente a quella indicata nel documento "Frane censite" (documento D01-T1L1-GG031-1-EZ-001-0A).

Come si può notare nelle figure e tabelle seguenti, la verifica risulta sempre soddisfatta per tutte le combinazioni, raggiungendo un fattore di sicurezza minimo, relativo alla combinazione sismica, di circa $FS=1.5$, superiore al limite di norma pari a 1.1.

Figura L.1: Verifica di stabilità globale del versante (parte 1 di 2)

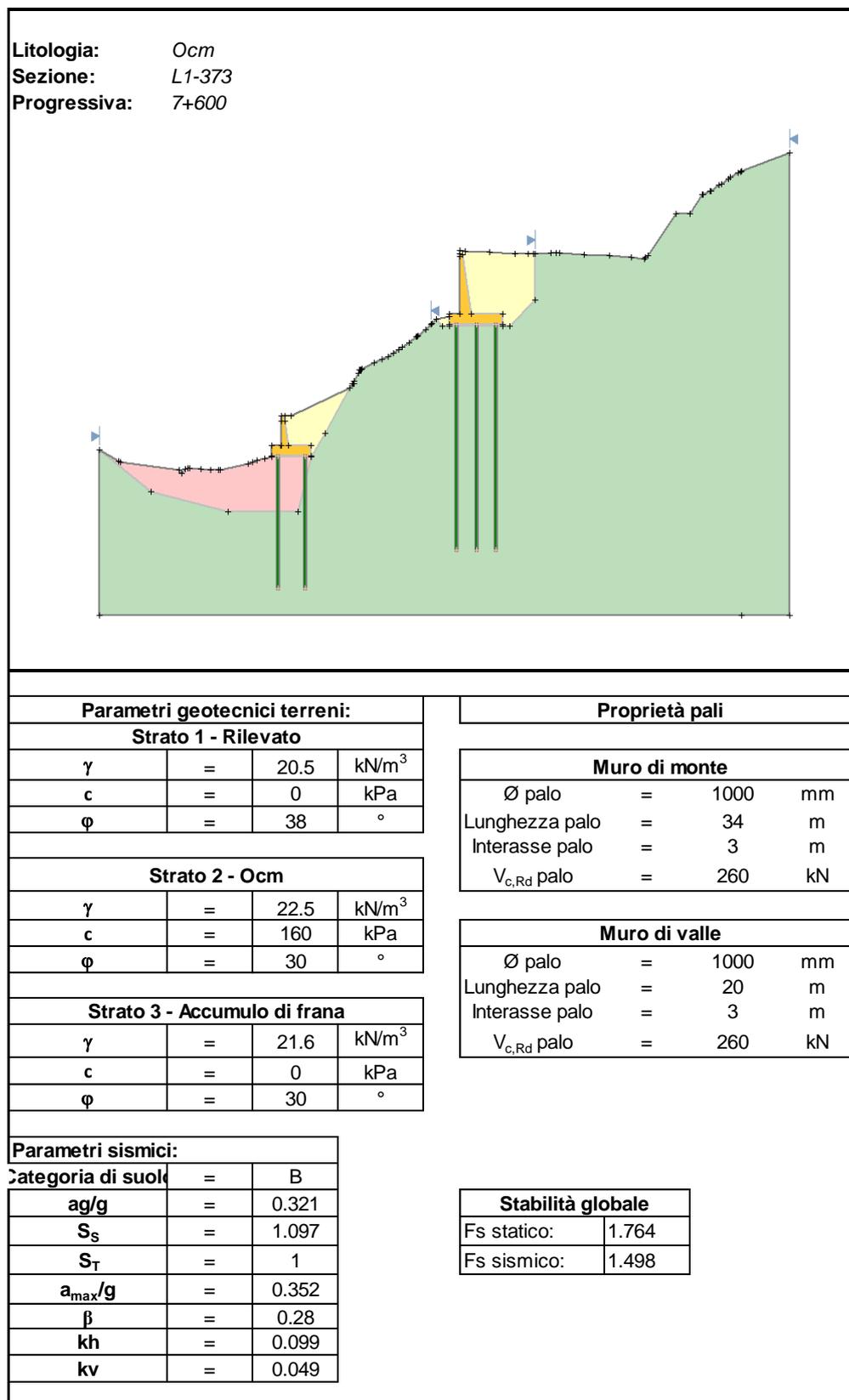
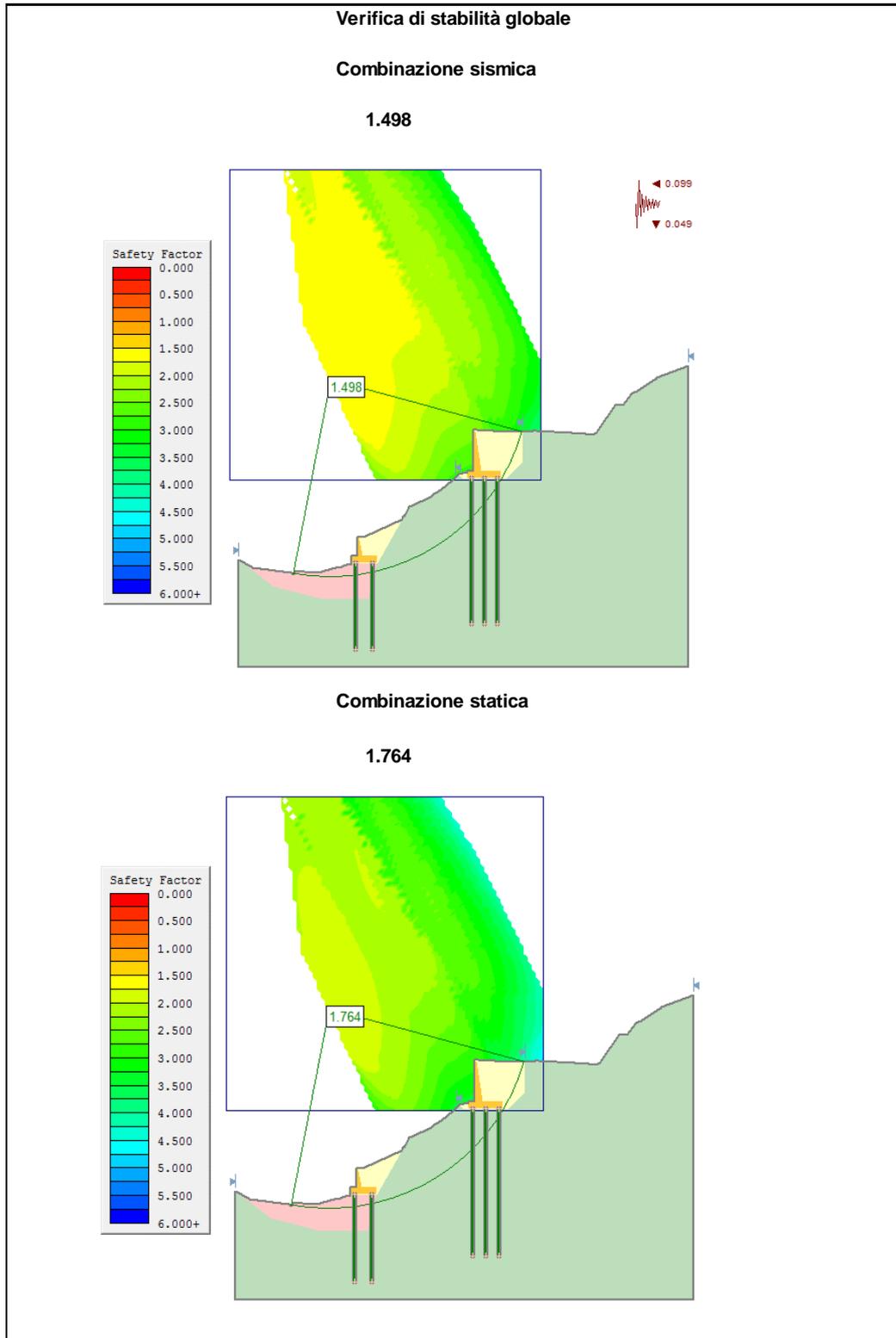


Figura L.2: Verifica di stabilità globale del versante (parte 2 di 2)



M PARATIA DI MICROPALI PROVVISORIALE

Nel presente capitolo dapprima si descrivono i criteri di calcolo, la modellazione, l'analisi dei carichi e infine le verifiche della paratia provvisoriale necessaria alla realizzazione del muro Superiore consentendo il transito veicolare sull'attuale sede stradale.

M.1 Analisi dei carichi

M.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:

- σ_h = pressione orizzontale;
- σ_v = pressione verticale;
- K = coefficiente di spinta dello strato di calcolo;
- δ = coeff. di attrito terreno-parete;

La pressione verticale è data dal peso del terreno sovrastante:

in termini di tensioni totali:

- $\sigma_v = \gamma z$
- γ = 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:

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

in termini di tensioni efficaci in presenza di filtrazione:

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

Coefficiente di spinta a riposo

Il coefficiente di spinta a riposo normal – consolidato 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 ϕ' , dall'angolo di attrito δ 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 δ , φ' 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.

M.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:

$$\sigma_h = q \cdot K$$

Per tenere conto degli edifici presenti, si considera un carico pari a 5 kN/m per metro di altezza dell'edificio.

M.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.

M.2 Metodologia di calcolo

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 2011 (release 2011– 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 $K_0 = 1 - \sin \varphi'$;
- 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 micropali;
- 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).

M.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.

M.3.1 Combinazioni di carico

M.3.1.1 *Combinazioni di carico allo Stato limite ultimo – SLU*

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/γ_M e della geometria di progetto a_d . Nella formulazione della resistenza appare esplicitamente il coefficiente γ_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 M.1: Coefficienti parziali delle azioni e dei terreni

Combinazioni per analisi statiche SLU							
	Azioni (γ_F)				Proprietà del terreno (γ_M)		
	<i>Permanenti</i>		<i>Variabili</i>				
	Sfavorevoli	Favorevoli	Sfavorevoli	Favorevoli	$\tan \varphi'$	c'	c_u
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 γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche relativamente ad ogni singolo SLU precedentemente analizzato sono di seguito indicati:

Tabella M.2: Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU

Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU STR e GEO di paratie			
Verifica		Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (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	$\gamma_R=1.2$	

M.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 γ_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 $\gamma_Q=1.3$.

M.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. 2011 della CEAS Srl, che nell'analizzare il sistema di sollecitazioni e deformazioni verifica tutte le condizioni di equilibrio del sistema.

M.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:

α = 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:

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

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

Tabella M.3 Fattori di correlazione ξ

n	1	2	3	4	≥ 5
ξ_{a3}	1.80	1.75	1.70	1.65	1.60
ξ_{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 per tiranti di tipo permanenti dalla seguente espressione:

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

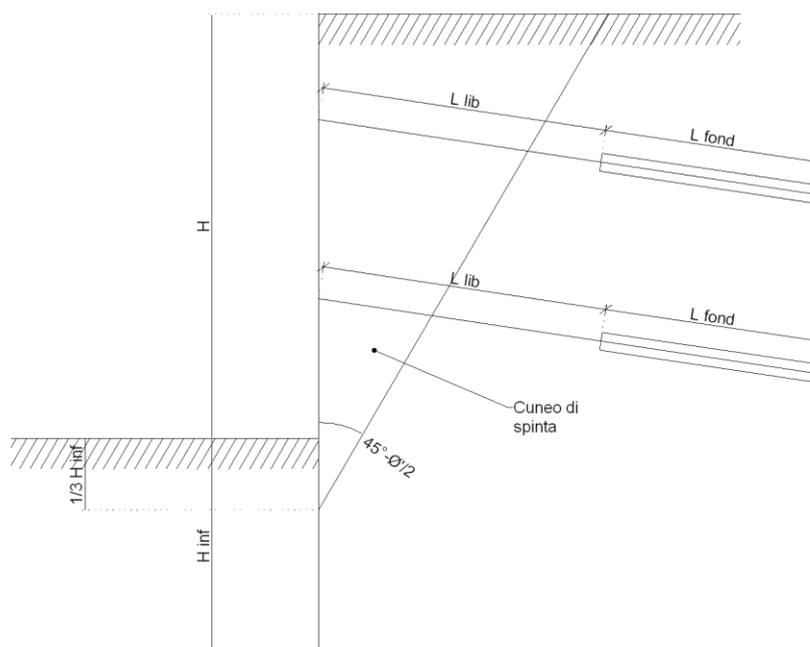
$$R_{a,d} = R_{ak} / \gamma_{Ra,t} \quad \text{per tiranti temporanei}$$

Tabella M.4 Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	Simbolo	Coefficiente Parziale (γ_R)
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.10
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.20

La lunghezza libera è stata valutata secondo il criterio illustrato dalla figura seguente mirante ad assicurare che il tratto di ancoraggio si mantenga al di fuori del cono di terreno che esercita la spinta sulla paratia stessa.

Figura M.1: Criterio per la definizione della lunghezza libera dei tiranti



M.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 $\gamma_Q=1.3$.

Si fa ricorso 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).

M.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 mediante il

programma PARATIE che tiene conto dei moti di filtrazione ed della conseguente diminuzione della pressione efficace.

M.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.

M.3.4.1 *Raggiungimento della resistenza strutturale della paratia*

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.

M.3.4.2 *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:

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

La verifica delle travi di ripartizione, qualora siano previste, viene condotto 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:

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

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

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

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.

M.4 Risultati e verifiche paratia provvisoria

M.4.1 Premessa

L'esecuzione della paratia in oggetto risulta necessaria per mantenere il traffico in esercizio tra la pk. 7+532.40 e la pk. 7+649.40.

La paratia in oggetto si sviluppa per mantenere in esercizio l'infrastruttura esistente per uno sviluppo complessivo pari a 117 m; l'opera di sostegno consta in paratie realizzate mediante micropali di lunghezza 14m aventi diametro \varnothing pari a 220 mm, armati con tubo \varnothing 193.7 e spessore 12.5 mm, disposti ad interasse di 0.50 m; lungo lo sviluppo delle paratie si prevede la realizzazione di tiranti di ancoraggio, disposti ad interasse longitudinale di 2.00 m.

Di seguito si riportano lo stralcio planimetrico e la sezione trasversale dell'opera.

Figura M.2: Stralcio planimetrico dell'opera

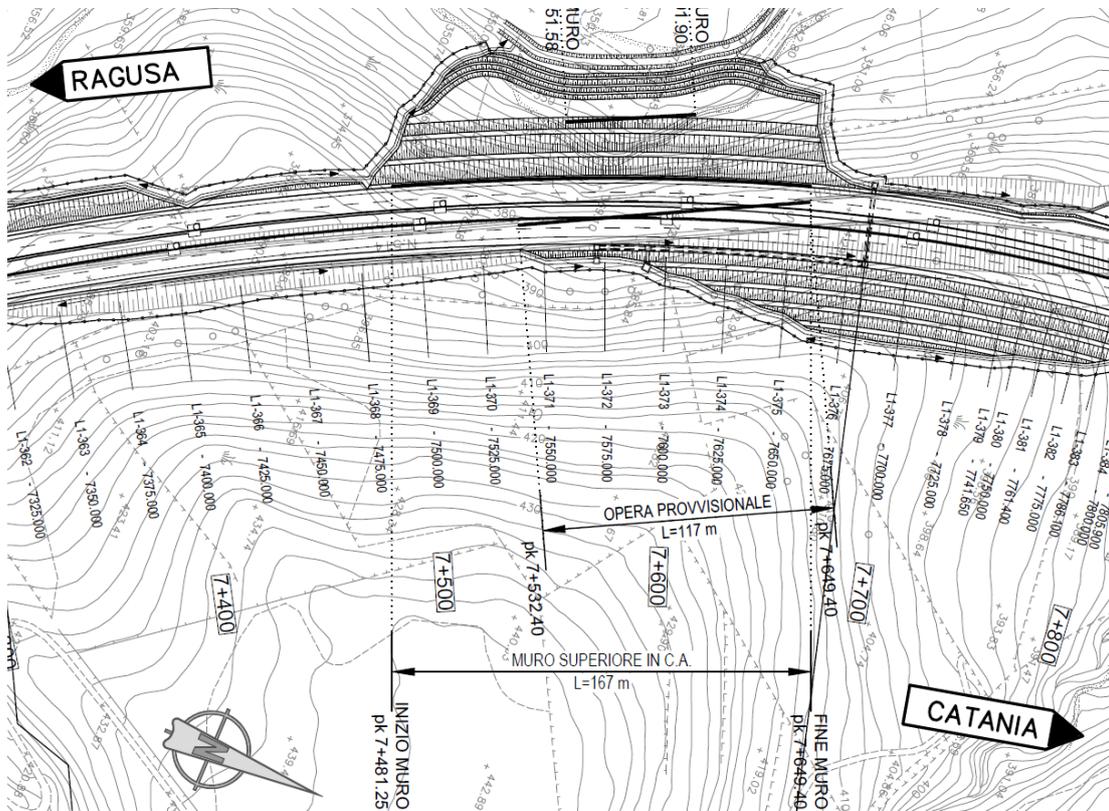
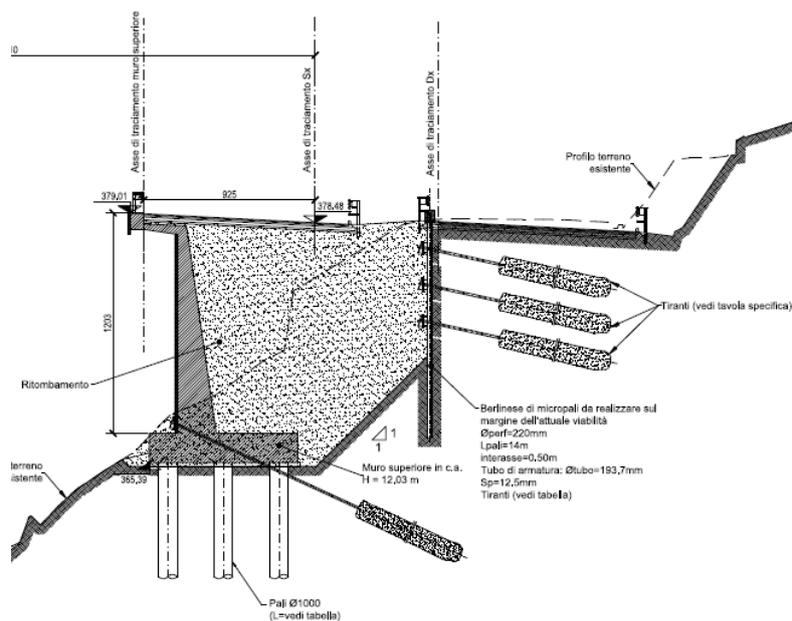


Figura M.3: Sezione trasversale dell'opera



Nelle tabelle seguenti si riportano le caratteristiche geometriche dei pali e dei tiranti.

Tabella M.5: Caratteristiche geometriche micropali

TABELLA MICROPALI OPERA PROVVISORIALE				
Φ perf. (mm)	tubo (mm)	L micropali (m)	i micropali (m)	Peso (kg/ml)
220	193.7 sp 12.5 mm	14	0.50	39.04

Tabella M.6: Caratteristiche geometriche tiranti

TABELLA TIRANTI OPERA PROVVISORIALE											
N° ordine	N° trefoli	Interasse tiranti (m)	inclinazione α (°)	Tipologia perforazione	Diametro perforazione (mm)	L _{lib} (m)	L _{fon} (m)	L _t (m)	Pretens. (kN)	Tensione nominale (kN)	Ripartitori
1	4	2.00	20	IGU	160	7	10	17	360	600	2xHEB220
2	5	2.00	20	IGU	200	5	10	15	450	750	2xHEB220
3	5	2.00	20	IGU	200	4	10	14	450	750	2xHEB220

Il modello di calcolo, utilizzato per la progettazione, prevede le seguenti caratteristiche:

- Diametro palo: 220 mm
- Lunghezza palo: 14 m
- Altezza massima fuori terra: 10 m
- Numero tiranti: 3
- Lunghezza tiranti: 17 m (1° ordine), 15 m (2°ordine); 14 m (3°ordine)

M.4.2 Caratteristiche geotecniche

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

- Alternanza di calcisiltiti e marne e calcari marnosi (Ocm)

I parametri geotecnici, desunti dalle indagini eseguite nell'ultima campagna di sondaggi, sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella M.7: Parametri geotecnici modello di calcolo

Litotipo	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E [MPa]
Rilevato esistente da 0÷6 m	19	34	0	30
Ocm da 6 m fino a fine modello	22.5	30	160	530

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

M.4.3 Carichi elementari

Durante la realizzazione della paratia, si considera la presenza del carico stradale pari a 20 kPa.

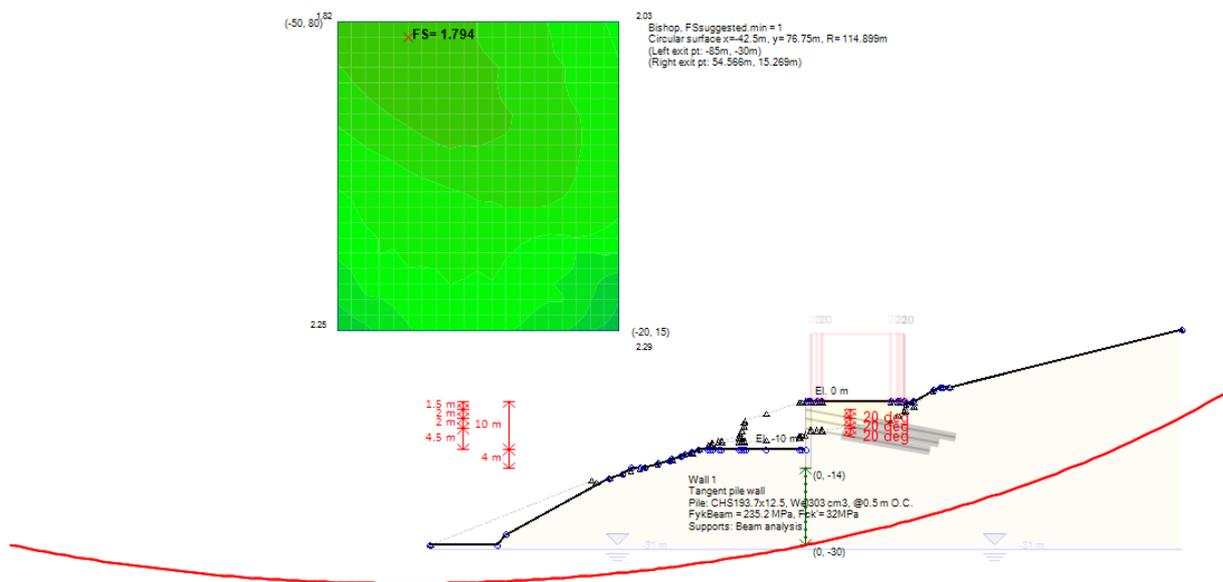
M.4.4 Verifiche di stabilità globale

Come anticipato per le verifiche si è utilizzato il modulo VSP Plus della Ceas. Il coefficiente di sicurezza ottenuto per la combinazione statica (GEO), risulta pari a 1.794.

Nella figura seguente si riporta l'output grafico della verifica di stabilità globale in condizione statica.

Figura M.4: Verifica di stabilità globale in condizione statica

Soil	γ_t	c	S_u	ϕ	OCR	ϕ_{CV}	ϕ_{PK}	Elastic param.
Name	(kN/m ³)	(kPa)	(kPa)	(deg)		(deg)	(deg)	E= kPa, ν_{cr} =kN/m ³
rilievato	19	0	-	30	1	-	-	E= 10000, ν_{cr} = 30000
OCM MARINE E CALCIARI MARNOSI	22.5	160	-	30	1	-	-	E= 380000, ν_{cr} = 1050000



M.4.5 Analisi numeriche - sintesi dei risultati

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

Tabella M.8: Risultati analisi numeriche paratia

PARATIA micropali (Lp=14.00 m)			
Stato limite	GEO	STR	SLE
Combinazione	Statica	Statica	Rara
Spostamento massimo (cm)	-	-	1.79
Momento di calcolo Md (kN m/m)	-	117.3	89.2
Taglio massimo Vd (kN/m)	-	171.63	-
Azione tirante 1 Fd (kN/m)	179.59	234.61	-
Azione tirante 2 Fd (kN/m)	229.05	296.23	-
Azione tirante 3 Fd (kN/m)	225	292.5	-

La fase costruttiva in cui si ha il massimo momento flettente risulta essere la fase "scavo a -6.0" m.

La fase costruttiva in cui si ha la massima azione di taglio risulta essere la fase "inserimento tirante 3".

La fase costruttiva in cui si ha la massima azione sul tirante 1 risulta essere la fase "scavo a -4.0 m".

La fase costruttiva in cui si ha la massima azione sul tirante 2 risulta essere la fase "scavo a -6.0".

La fase costruttiva in cui si ha la massima azione sul tirante 3 risulta essere la fase "Tirante 3".

Lo spostamento massimo delle paratia in condizioni di esercizio risulta pari a 1.79 cm, adeguato all'opera in oggetto.

M.4.6 Verifiche strutturali - SLU

Nella figura seguente si riportano le verifiche a flessione e taglio per i micropali costituenti la paratia.

Figura M.5: Verifiche strutturali a SLU

Paratia	ϕ_{est} mm	s mm	A cm ²	J cm ⁴	w cm ³	i m	Nd kN / m	Md kNm / m	Vd kN / m	σ MPa	τ MPa	σ_{id} MPa	f _{yd} Mpa	f _{yd} / γ_{M1} Mpa
micropalo	193.7	12.5	71.16	2934.31	302.97	0.50	0.00	117.30	171.63	193.58	12.06	194.70	355.00	338.10

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

M.4.7 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) in condizioni statiche. 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 la sezione di calcolo più significativa.

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

- **Primo Ordine di tiranti**

- Numero trefoli: 4
 - Diametro perforazione: 160 mm
 - Tipologia di perforazione: IGU
 - Tensione di aderenza caratteristica: 170 kPa
 - Coefficiente di amplificazione bulbo: 1.2
 - Fattore di correlazione ξ : 1.75
 - Pretiro: 360 kN
 - Trave di ripartizione: 2 HEB 220
- **Secondo Ordine di tiranti**
- Numero trefoli: 5
 - Diametro perforazione: 200 mm
 - Tipologia di perforazione: IGU
 - Tensione di aderenza caratteristica: 170 kPa
 - Coefficiente di amplificazione bulbo: 1.2
 - Fattore di correlazione ξ : 1.75
 - Pretiro: 450 kN
 - Trave di ripartizione: 2 HEB 220
- **Terzo Ordine di tiranti**
- Numero trefoli: 5
 - Diametro perforazione: 200 mm
 - Tipologia di perforazione: IGU
 - Tensione di aderenza caratteristica: 170 kPa
 - Coefficiente di amplificazione bulbo: 1.2
 - Fattore di correlazione ξ : 1.75

- Pretiro: 450 kN
- Trave di ripartizione: 2 HEB 220

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

Figura M.6: Verifica geotecnica bulbi di fondazione

VERIFICA DEI TIRANTI

FORMATTA

CALCOLA

N° Ordini di tiranti: 3

Tipo Comb.	N° Ordine	Z _{tir} (m)	β (°)	Z _{fond} (m)	γ _{fond} (kN/m ³)	φ _{fond} (°)	c _{fond} (kPa)	cu _{fond} (kPa)	s (MPa)	F _{tir} (kN/m)
S.L.U.	1	1.50	20.00	4.50	22.50	30.00	160.00	0.00	0.088	234.61
S.L.U.	2	3.50	20.00	6.50	22.50	30.00	160.00	0.00	0.088	296.23
S.L.U.	3	5.50	20.00	9.00	22.50	30.00	160.00	0.00	0.088	292.50

Tipo Comb.	N° Ordine	N° trefoli	A (m ²)	i _{long} (m)	F _{tir,Sd} (kN)	L _{lib,min} (m)	L _{fond} (m)	L _{tot} (m)	Allung. (mm)	L _{tot, prog} (m)
S.L.U.	1	4	5.56E-04	2.00	469.22	5.34	8.81	14.15	21.45	17.00
S.L.U.	2	5	6.95E-04	2.00	592.46	4.24	8.90	13.14	17.20	15.00
S.L.U.	3	5	6.95E-04	2.00	585.00	3.14	8.79	11.92	12.57	14.00

Legenda:

z_{tir} = Quota del tirante dalla testa paratia

β = Inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale

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

γ'_{fond} = Peso specifico del terreno della fondazione

ϕ'_{fond} = Angolo di attrito efficace del terreno della fondazione

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

cu_{fond} = 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 M.7: Verifica strutturale trefoli

4. Verifica a trazione dell'armatura

S.L.U.	1	Nk =	469.22 kN
S.L.U.	2	Nk =	592.46 kN
S.L.U.	3	Nk =	585.00 kN

SLU/SISMA		SLU/SISMA	
N < ·f _{ptk} ·n·At / γ _s =		N < f _{p1k} ·n·At / γ _s =	
kN	verifica	kN	verifica
899.27	ok	807.41	ok
1124.09	ok	1009.26	ok
1124.09	ok	1009.26	ok

Figura M.8: Verifica strutturale trave di ripartizione

LAVORO: AUOSTRADA RAGUSA-CATANIA
OGGETTO: PARATIA DI MICROPALI - FRANA L1

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. _M	Coeff. _v	Mmax (kNm)	Vmax (kN)
S.L.U.	1	1.50	440.92	2.00	220.46	10	2	88.18	213.01
S.L.U.	2	3.50	556.73	2.00	278.37	10	2	111.35	268.95
S.L.U.	3	5.50	549.72	2.00	274.86	10	2	109.94	265.57

Tabella di calcolo

Tipo Comb.	N° Ordine	Tipo profilo	N° Profili	Apw (cm ²)	Wy (cm ³)	P (kg/m)	Apw,t (m ²)	Wy,t (m ³)	σ_n (MPa)	τ_t (MPa)	σ_{id} (MPa)
S.L.U.	1	HE 200 B	2	18.00	569.60	61.29	3.60E-03	1.14E-03	77.41	59.17	128.43
S.L.U.	2	HE 200 B	2	18.00	569.60	61.29	3.60E-03	1.14E-03	97.74	74.71	162.16
S.L.U.	3	HE 200 B	2	18.00	569.60	61.29	3.60E-03	1.14E-03	96.51	73.77	160.12

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

Ap,t = Area totale profili

Wy,t = Modulo di inerzia y totale profili

σ_n = tensione normale sui profili

τ_t = tensione tangenziale sui profili

σ_{id} = Tensione ideale sui profili (Von Mises)

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

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, Gainesville (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.

ALLEGATO 1

Verifica di stabilità globale del versante

Stabilità globale pk 7+600

Combinazione sismica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: L1_frana

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/m³

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): 0.099

Seismic Load Coefficient (Vertical): 0.049

Material Properties

Material: Rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

Material: Ocm

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22.5 kN/m³

Cohesion: 128 kPa

Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

Material: c.a.

Strength Type: Infinite strength

Unit Weight: 25 kN/m³

Material: Accumulo frana

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.6 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

Support Properties

Support: palo

palo

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 3 m

Pile Shear Strength: 260 kN

List of Coordinates

Material Boundary – Rilevato monte

306.975	256.442
307.925	255.492
309.025	255.492
317.025	255.492
318.025	255.492
321.937	259.404
321.937	266.326

Material Boundary – Riempimento valle

282.269	235.649
288.269	235.649
290.306	239.318
294.050	246.063

Material Boundary – Muro di monte

309.025	255.492
309.025	255.692
317.025	255.692
317.025	257.292
312.311	257.292
311.025	266.292
310.525	266.317

Material Boundary – Accumulo di frana

256.339	236.718
264.179	230.465
275.669	227.443
286.234	227.443

288.269 235.649

External Boundary

352.955 278.893

352.756 278.767

352.406 278.558

351.304 277.893

350.929 277.629

349.876 276.893

349.591 276.701

348.401 275.893

348.258 275.836

347.195 275.342

347.018 275.278

345.148 272.474

343.147 272.475

338.907 266.117

338.487 265.886

338.407 265.633

336.407 265.884

333.057 266.068

329.307 266.274

325.557 266.479

325.057 266.507

324.307 266.507

321.937 266.326

321.591 266.300

320.841 266.300

318.875 266.408

315.125 266.614

311.375 266.819

310.525 266.866

310.525 266.317

310.525 265.927

310.525 257.292

309.025 257.292

309.025 257.292

309.025 256.942

306.975	256.442
306.420	255.893
306.279	255.758
305.398	254.893
304.248	253.964
304.163	253.893
304.072	253.819
302.932	252.893
301.861	252.238
301.332	251.893
300.565	251.388
299.768	250.893
298.851	250.446
297.704	249.893
295.837	249.005
295.669	248.923
295.627	248.899
295.618	248.893
295.594	248.874
295.524	248.817
295.309	248.369
294.704	247.114
294.620	246.784
294.494	246.768
294.366	246.752
294.050	246.063
285.169	241.922
284.269	241.922
283.779	241.922
283.769	241.169
283.769	237.449
282.269	237.449
282.269	237.449
282.269	235.849
282.269	235.649
281.253	235.414
280.077	235.123
279.384	234.893

278.720	234.712
274.482	233.773
274.237	233.784
273.140	233.773
271.661	233.856
269.933	233.958
269.729	233.954
269.224	233.832
268.778	233.185
268.389	233.760
259.487	234.892
259.479	234.893
259.249	235.032
256.339	236.718
256.339	211.718
352.955	211.718
360.174	211.769
360.174	281.639

Support

283.269	235.849
283.269	215.849

Support

287.269	235.849
287.269	215.849

Support

310.025	255.692
310.025	221.692

Support

313.025	255.692
313.025	221.692

Support

316.025	255.692
316.025	221.692

Search Grid

254.101	255.251
326.021	255.251
326.021	327.171
254.101	327.171

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.498400

Center: 277.475, 278.625

Radius: 46.131

Left Slip Surface Endpoint: 268.861, 233.305

Right Slip Surface Endpoint: 321.937, 266.326

Resisting Moment=443465 kN-m

Driving Moment=295959 kN-m

Combinazione statica

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: L1_frana_statica

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/m³

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: Rilevato

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 20.5 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 32 degrees

Water Surface: None

Material: Ocm

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 22.5 kN/m³

Cohesion: 128 kPa

Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

Material: c.a.

Strength Type: Infinite strength

Unit Weight: 25 kN/m³

Material: Accumulo frana

Strength Type: Mohr-Coulomb

Unit Weight: 21.6 kN/m³

Cohesion: 0 kPa

Friction Angle: 24.79 degrees

Water Surface: None

Support Properties

Support: palo

palo

Support Type: Micro-Pile

Force Application: Passive

Out-of-Plane Spacing: 3 m

Pile Shear Strength: 260 kN

List of Coordinates

Material Boundary – Rilevato monte

306.975 256.442

307.925 255.492

309.025 255.492

317.025 255.492

318.025 255.492

321.937 259.404

321.937 266.326

Material Boundary – Riempimento valle

282.269 235.649

288.269 235.649

290.306 239.318

294.050 246.063

Material Boundary – Muro di monte

309.025	255.492
309.025	255.692
317.025	255.692
317.025	257.292
312.311	257.292
311.025	266.292
310.525	266.317

Material Boundary – Accumulo di frana

256.339	236.718
264.179	230.465
275.669	227.443
286.234	227.443
288.269	235.649

External Boundary

352.955	278.893
352.756	278.767
352.406	278.558
351.304	277.893
350.929	277.629
349.876	276.893
349.591	276.701
348.401	275.893
348.258	275.836
347.195	275.342
347.018	275.278
345.148	272.474
343.147	272.475
338.907	266.117
338.487	265.886
338.407	265.633
336.407	265.884
333.057	266.068
329.307	266.274
325.557	266.479
325.057	266.507
324.307	266.507

321.937	266.326
321.591	266.300
320.841	266.300
318.875	266.408
315.125	266.614
311.375	266.819
310.525	266.866
310.525	266.317
310.525	265.927
310.525	257.292
309.025	257.292
309.025	257.292
309.025	256.942
306.975	256.442
306.420	255.893
306.279	255.758
305.398	254.893
304.248	253.964
304.163	253.893
304.072	253.819
302.932	252.893
301.861	252.238
301.332	251.893
300.565	251.388
299.768	250.893
298.851	250.446
297.704	249.893
295.837	249.005
295.669	248.923
295.627	248.899
295.618	248.893
295.594	248.874
295.524	248.817
295.309	248.369
294.704	247.114
294.620	246.784
294.494	246.768
294.366	246.752

294.050	246.063
285.169	241.922
284.269	241.922
283.779	241.922
283.769	241.169
283.769	237.449
282.269	237.449
282.269	237.449
282.269	235.849
282.269	235.649
281.253	235.414
280.077	235.123
279.384	234.893
278.720	234.712
274.482	233.773
274.237	233.784
273.140	233.773
271.661	233.856
269.933	233.958
269.729	233.954
269.224	233.832
268.778	233.185
268.389	233.760
259.487	234.892
259.479	234.893
259.249	235.032
256.339	236.718
256.339	211.718
352.955	211.718
360.174	211.769
360.174	281.639

Support

283.269	235.849
283.269	215.849

Support

287.269	235.849
---------	---------

287.269 215.849

Support

310.025 255.692

310.025 221.692

Support

313.025 255.692

313.025 221.692

Support

316.025 255.692

316.025 221.692

Search Grid

249.757 250.906

321.676 250.906

321.676 322.826

249.757 322.826

Global Minimums

Method: bishop simplified

FS: 1.764260

Center: 277.475, 278.625

Radius: 46.131

Left Slip Surface Endpoint: 268.861, 233.305

Right Slip Surface Endpoint: 321.937, 266.326

Resisting Moment=444156 kN-m

Driving Moment=251752 kN-m

ALLEGATO 2

Paratia provvisoria di micropali $L_p = 14 \text{ m}$

PARATIA PROVVISORIALE DI MICROPALI $L_p = 14$ m

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 singoli 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: SLE: (RARA)	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	Reazione (kN/m)	TSF critico	FS paratia	
Base model	89.18	131.85	1.79	227.75	0.622	3	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	89.18	131.85	1.79	227.75	0.622	3	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	117.33	171.63	1.99	296.23	0.89	2.294	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	102.32	129.51	7.03	229.05	0.55	2.17	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	1.79	0.45	89.18	44.59
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo	1.79	0.45	89.18	44.59
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo	1.99	0.51	117.33	58.67
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo	7.03	2.22	102.32	51.16

	Taglio paratia	Taglio paratia	TSF combinato	TSF momento	TSF taglio	SLS cls
	(kN/m)	(kN)	/	/	/	Ver. tensionale
Base model	131.85	65.92	0.484	0.484	0.113	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	131.85	65.92	0.484	0.484	0.113	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	171.63	85.81	0.637	0.637	0.146	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	129.51	64.76	0.556	0.556	0.111	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	227.75	455.5	0.622	0.403	0.622
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	227.75	455.5	0.622	0.403	0.622
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	296.23	592.46	0.89	0.524	0.89
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	229.05	458.1	0.55	0.405	0.55

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Base model	1.946	34.497	10.654	3	N/A	4.877	8.269
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	1.946	34.497	10.654	3	N/A	4.877	8.269
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1.946	25.287	7.818	2.294	N/A	4.863	8.085
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1.557	17.684	6.48	2.17	N/A	3.865	6.08

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Base model	N/A	N/A	2.236
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	2.236

0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	2.242
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	1.794

Voci critiche

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
TSF Momento	0.637	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Wall Moment (kN-m/m)	117.333	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Momento (kN-m)	58.666	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Momento resistente (kN-m/m)	184.159	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Taglio (kN/m)	171.626	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
Taglio (kN)	85.813	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
TSF taglio	0.146	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
Taglio resistente (kN/m)	1171.698	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
Spostamenti (cm)	7.035	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	2.222	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN)	592.462	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Reazione supporto (kN/m)	296.231	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Verifica supporto	0.89	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1
Verifica GEO supporto	0.89	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1

Verifica STR supporto	0.524	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1
FS infissione (eq. limite)	17.684	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1: Carico stradale	1: Wall 1	1
FS rotazione (eq. limite)	6.48	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	2
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	2.17	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	2
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	3.865	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	2
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	5.53	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2: Scavo 2.0 m	1: Wall 1	2

Risultati vincoli

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Reazione vincoli	585	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	292.5	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	0
Verifica vincoli	0.879	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	0
TSF GEO	0.879	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	0
TSF STR	0.517	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	592.462	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Reazione vincoli	296.231	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	1
Verifica vincoli	0.89	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1
TSF GEO	0.89	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1
TSF STR	0.524	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	1

Reazione vincoli	469.222	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	2
Reazione vincoli	234.611	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	1: Wall 1	2
Verifica vincoli	0.881	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4: Scavo 4.0 m	1: Wall 1	2
TSF GEO	0.881	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4: Scavo 4.0 m	1: Wall 1	2
TSF STR	0.518	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	4: Scavo 4.0 m	1: Wall 1	2

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di progetto	Fase critica	Paratia critica	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	58.666	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Momento +M (kN-m)	58.666	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Momento -M (kN-m)	-38.63	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	24
TSF Momento	0.637	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Momento resistente (kN-m/m)	184.159	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	6: Scavo 6.0 m	1: Wall 1	24
Taglio (kN)	85.813	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
TSF taglio	0.146	2: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38
Taglio resistente (kN/m)	1171.698	3: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	7: Tirante 3	1: Wall 1	38

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)	1.68	1.68	2.53	2.26
Momento fase2 (kN-m/m)	23.15	23.15	32.38	55.37
Momento fase3 (kN-m/m)	49.97	49.97	66.11	48.32
Momento fase4 (kN-m/m)	50.29	50.29	66.57	48.59
Momento fase5 (kN-m/m)	86.82	86.82	114.13	98.82
Momento fase6 (kN-m/m)	89.18	89.18	117.33	102.32
Momento fase7 (kN-m/m)	75.25	75.25	99.27	92.28
Momento fase8 (kN-m/m)	75	75	98.95	93.6
Momento fase9 (kN-m/m)	75	75	98.95	93.6

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)	-4.16	-4.16	-6.24	-5.49
V stg2 (kN/m)	13.66	13.66	19.08	29.93
V stg3 (kN/m)	-79.87	-79.87	-104.52	-81.56
V stg4 (kN/m)	-80.39	-80.39	-105.29	-82.37
V stg5 (kN/m)	112.11	112.11	145.93	105.06
V stg6 (kN/m)	115.43	115.43	150.42	109.67
V stg7 (kN/m)	131.85	131.85	171.63	129.51
V stg8 (kN/m)	129.15	129.15	168.17	127.6
V stg9 (kN/m)	129.15	129.15	168.17	127.6

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)				
Rmax Fase 3 (kN/m)	180	180	234	180
Rmax Fase 4 (kN/m)	180.47	180.47	234.611	179.59

Rmax Fase 5 (kN/m)	225	225	292.5	225
Rmax Fase 6 (kN/m)	227.75	227.75	296.231	229.05
Rmax Fase 7 (kN/m)	225	225	292.5	225
Rmax Fase 8 (kN/m)	223.57	223.57	290.68	224
Rmax Fase 9 (kN/m)	223.57	223.57	290.68	224

DATI GENERALI RELATIVI A MATERIALI E PROPRIETA MECCANICHE ELEMENTI STRUTTURALI

Acciaio

Name	Strength Fy (MPa)	Fu (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (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' (MPa)	Elastic E (MPa)	Density g (kN/m3)	Tension Strength Ft (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 (MPa)	Elastic E (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 _{bu}	Ultimate Tensile Strength F _{tu}	Ultimate Shear Strength F _{vu}	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m ³)	(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 Ftu=ftuk=res caratt. parallela alle fibre

Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

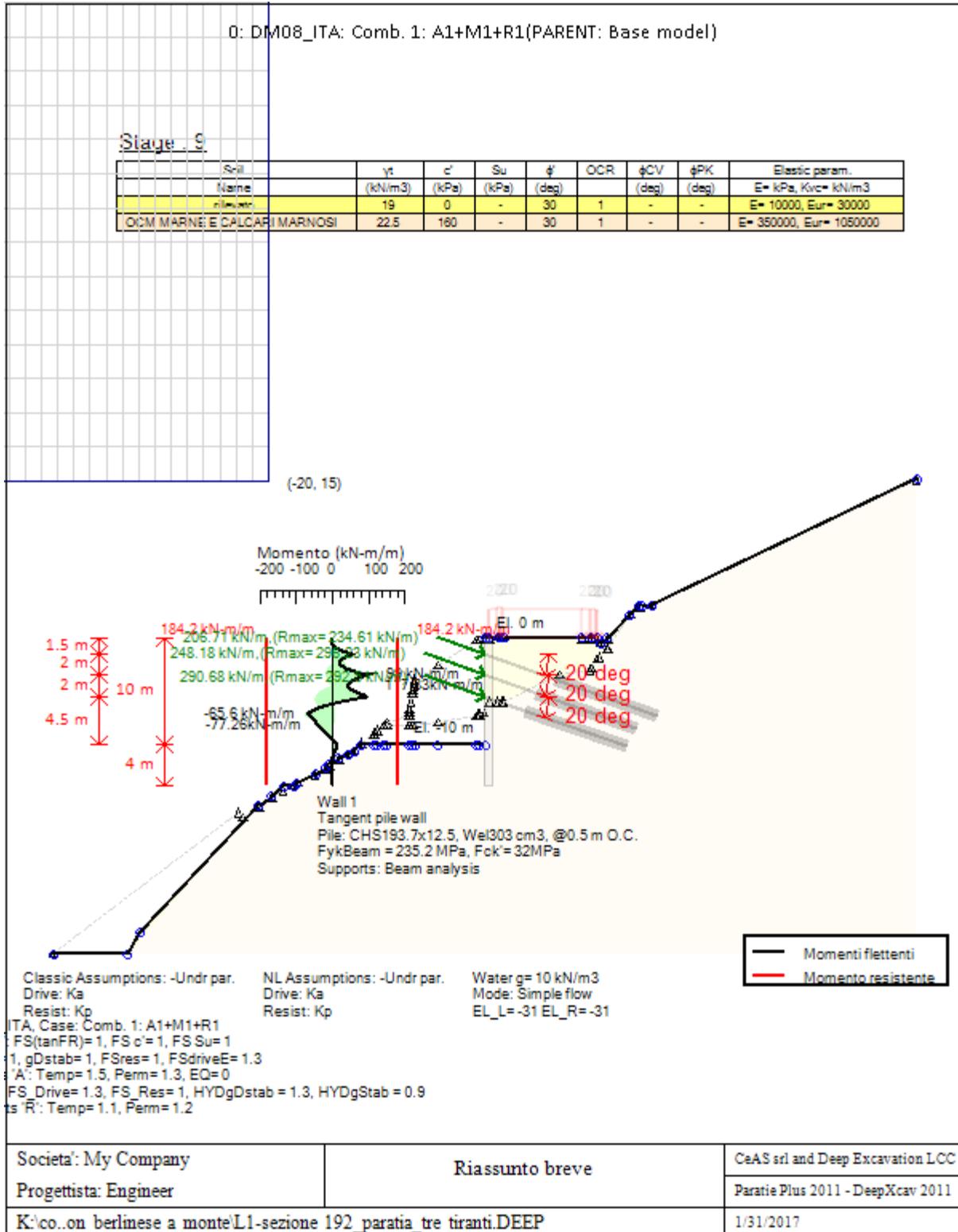
Elastic E=modulo elastico

Progetto: My Project
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	14	10	117.33/184.16	77.26/184.16	4.863	7.818	2.294	-10.09	2.242

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

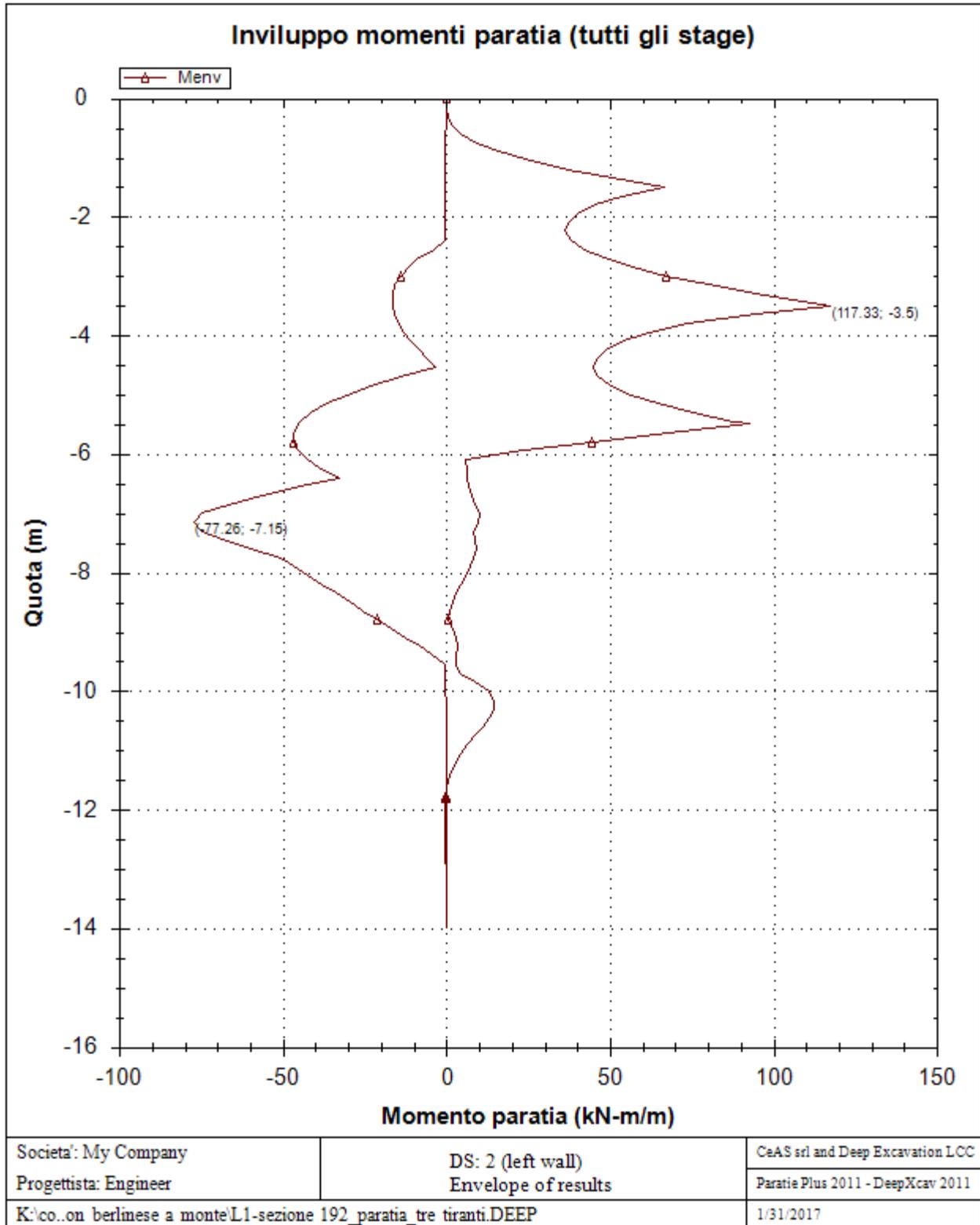
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 6	@ stage 9	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 9	@ Dx/H max	@ Dx/H max
1.946	45.796	0.2	2.242	4.58	0.232	2.242

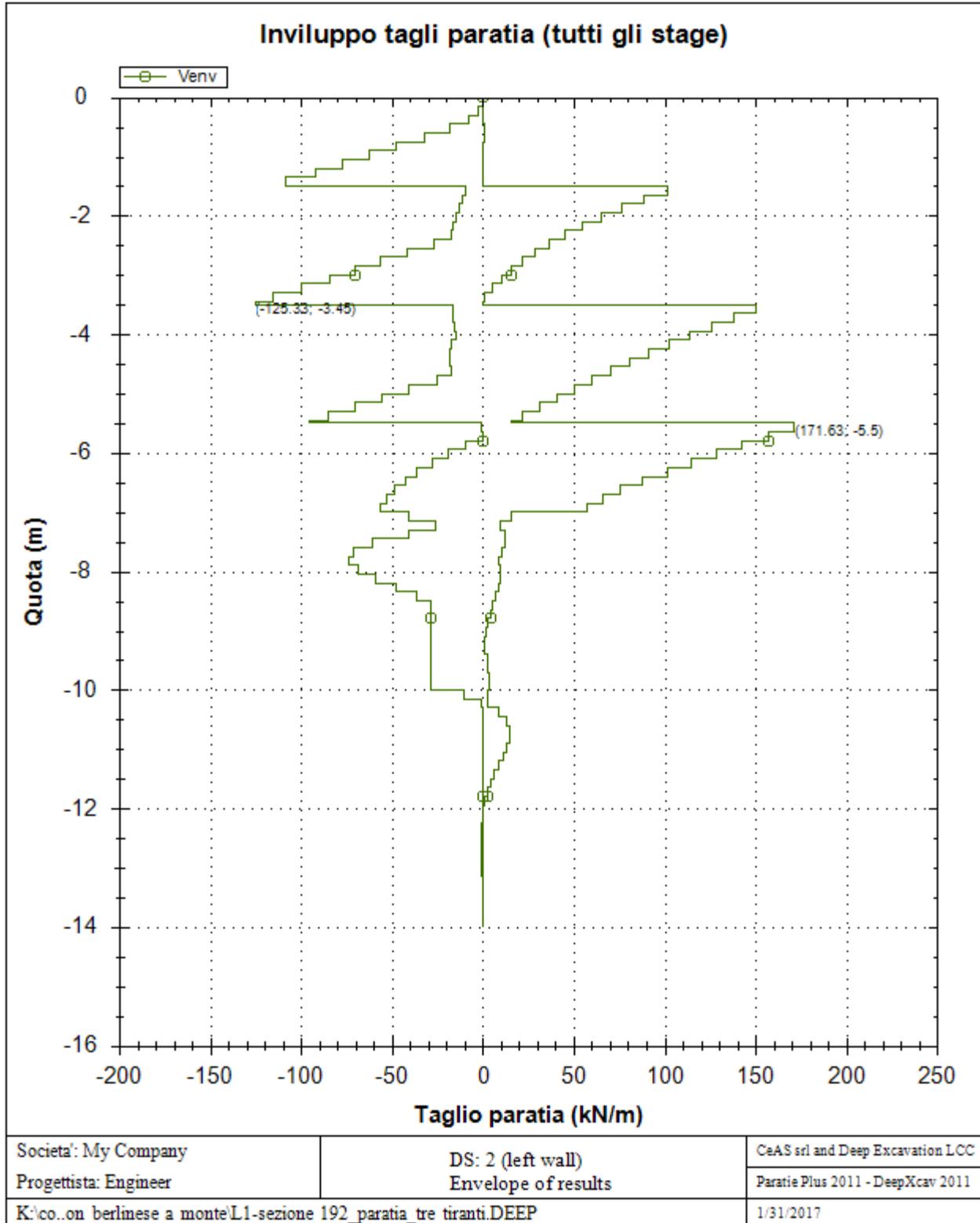
Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-5.5	0	Wall 1	160	2	4
1	-3.5	0	Wall 1	160	2	5
2	-1.5	0	Wall 1	160	2	7

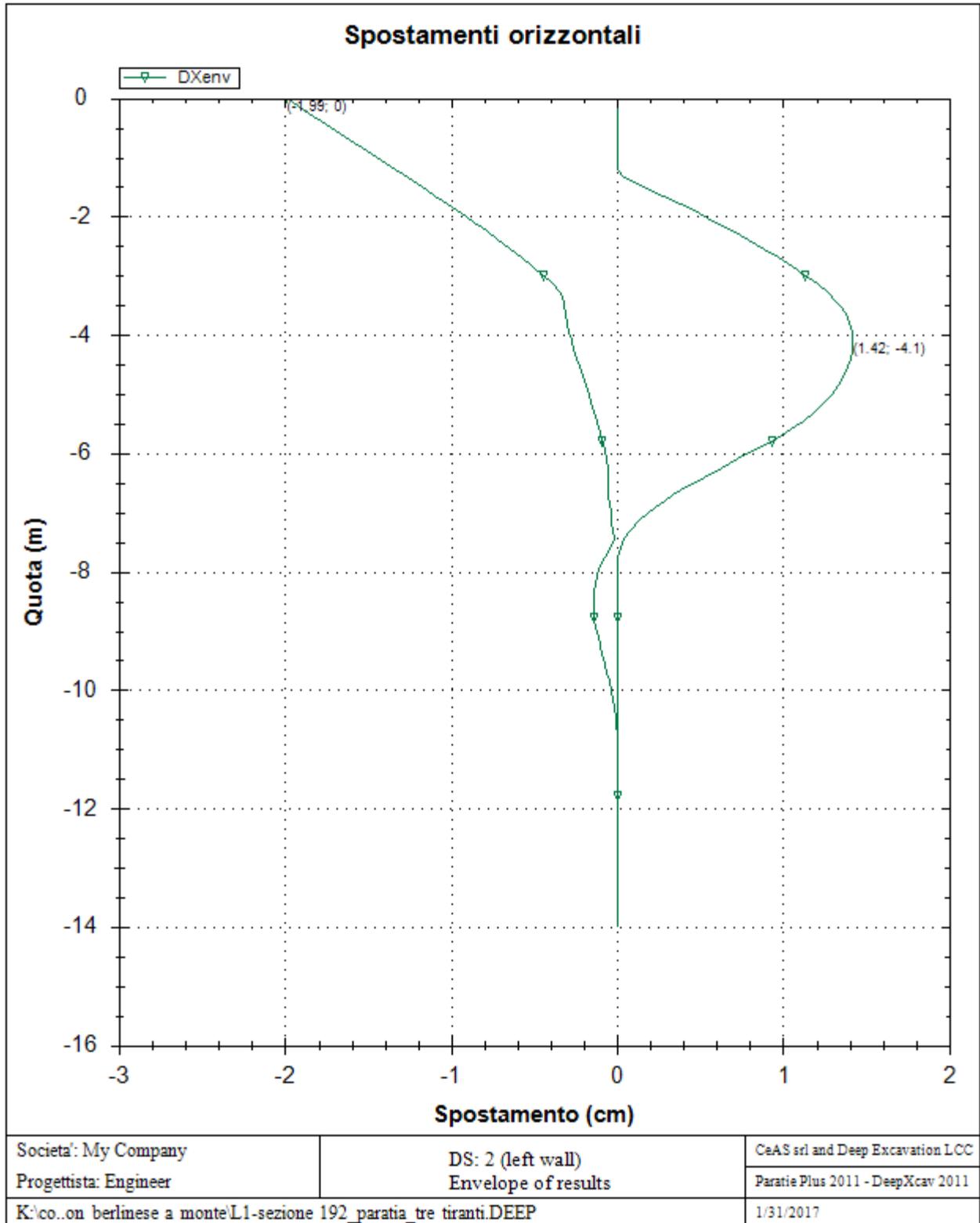
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	585	0	292.5	0	0.88
1	592.46	0	296.23	0	0.89
2	469.22	0	234.61	0	0.88

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)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Carico stradale	Risolto con successo	-0.02	N/A	2.53	1.26
Scavo 2.0 m	Risolto con successo	-1.99	0.51	32.38	16.19
Tirante 2*	Risolto con successo	-0.84	0.2	66.11	33.06
Scavo 4.0 m	Risolto con successo	-0.73	0.25	66.57	33.28
Tirante 2	Risolto con successo	-1	0	114.13	57.06
Scavo 6.0 m	Risolto con successo	-0.98	0	117.33	58.67
Tirante 3	Risolto con successo	1.4	0	99.27	49.63
Scavo 10 m	Risolto con successo	1.42	0	98.95	49.48
Stabilità globale	Risolto con successo	1.42	0	98.95	49.48

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	TSF combinato /	TSF momento /	TSF taglio /	SLS cls Ver. tensionale
Fase 0	0	0	0	0	0	N/A
Carico stradale	6.24	3.12	0.014	0.014	0.005	N/A
Scavo 2.0 m	19.08	9.54	0.176	0.176	0.016	N/A
Tirante 2*	104.52	52.26	0.359	0.359	0.089	N/A
Scavo 4.0 m	105.29	52.64	0.361	0.361	0.09	N/A
Tirante 2	145.93	72.96	0.62	0.62	0.125	N/A
Scavo 6.0 m	150.42	75.21	0.637	0.637	0.128	N/A
Tirante 3	171.63	85.81	0.539	0.539	0.146	N/A
Scavo 10 m	168.17	84.08	0.537	0.537	0.144	N/A
Stabilità globale	168.17	84.08	0.537	0.537	0.144	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
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Carico stradale	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 2.0 m	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 2*	N/A	234	468	0.879	0.517	0.879
Scavo 4.0 m	N/A	234.61	469.22	0.881	0.518	0.881
Tirante 2	N/A	292.5	585	0.879	0.517	0.879
Scavo 6.0 m	N/A	296.23	592.46	0.89	0.524	0.89
Tirante 3	N/A	292.5	585	0.879	0.517	0.879
Scavo 10 m	N/A	290.68	581.36	0.873	0.514	0.873
Stabilità globale	N/A	290.68	581.36	0.873	0.514	0.873

	FS	FS	FS piede	FS piede	Zcut	FS	FS
	Fondo scavo	Passivo	Rotazione	Lunghezza	(Paratie)	Pass. mobilitata	Vera/Attiva
Fase 0	1000	39.083	17.062	93.333	N/A	25.124	8.652
Carico stradale	1000	25.287	11.167	93.333	N/A	26.184	8.826
Scavo 2.0 m	3.429	N/A	7.818	2.294	N/A	4.863	8.085
Tirante 2*	3.429	N/A	57.518	7.44	N/A	4.956	9.55
Scavo 4.0 m	2.933	N/A	58.406	4.604	N/A	5.104	9.148
Tirante 2	2.933	N/A	97.342	5.812	N/A	5.382	10.595
Scavo 6.0 m	1.946	N/A	95.609	7.44	N/A	5.412	10.257
Tirante 3	1.946	N/A	205.522	7.44	N/A	5.875	11.414
Scavo 10 m	1000	N/A	168.437	46.5	N/A	6.031	9.589
Stabilità globale	1000	N/A	168.437	46.5	N/A	6.031	9.589

	FS	Qflow	FSslope
	Sifonamento	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Carico stradale	N/A	N/A	N/C
Scavo 2.0 m	N/A	N/A	N/C
Tirante 2*	N/A	N/A	N/C
Scavo 4.0 m	N/A	N/A	N/C
Tirante 2	N/A	N/A	N/C
Scavo 6.0 m	N/A	N/A	N/C
Tirante 3	N/A	N/A	N/C
Scavo 10 m	N/A	N/A	N/C
Stabilità globale	N/A	N/A	2.242

Forza/interasse del vincolo per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -5.5) kN/m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN/m	Vincolo #2Reazione (EL= -1.5) kN/m
Fase 0	0	0	0
Fase 1	0	0	0
Fase 2	0	0	0
Fase 3	0	0	234
Fase 4	0	0	234.611
Fase 5	0	292.5	207.974
Fase 6	0	296.231	207.506
Fase 7	292.5	249.067	206.726
Fase 8	290.68	248.183	206.713
Fase 9	290.68	248.183	206.713

Reazione vincolare per fase

	Vincolo #0Reazione (EL= -5.5) kN at 2 m	Vincolo #1Reazione (EL= -3.5) kN at 2 m	Vincolo #2Reazione (EL= -1.5) kN at 2 m
Fase 0	0	0	0
Fase 1	0	0	0
Fase 2	0	0	0
Fase 3	0	0	468
Fase 4	0	0	469.222
Fase 5	0	585	415.948
Fase 6	0	592.462	415.012
Fase 7	585	498.134	413.452
Fase 8	581.36	496.366	413.426
Fase 9	581.36	496.366	413.426

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	17.062	39.083	17.062	93.333	25.124	8.652
Fase 1	11.167	25.287	11.167	93.333	26.184	8.826
Fase 2	2.294	N/A	7.818	2.294	4.863	8.085
Fase 3	7.44	N/A	57.518	7.44	4.956	9.55
Fase 4	4.604	N/A	58.406	4.604	5.104	9.148
Fase 5	5.812	N/A	97.342	5.812	5.382	10.595
Fase 6	7.44	N/A	95.609	7.44	5.412	10.257
Fase 7	7.44	N/A	205.522	7.44	5.875	11.414
Fase 8	46.5	N/A	168.437	46.5	6.031	9.589
Fase 9	46.5	N/A	168.437	46.5	6.031	9.589

Verifica vincolo per fase

	Verifica str vincolo #0(EL= -5.5)	Verifica str vincolo #1(EL= -3.5)	Verifica str vincolo #2(EL= -1.5)
Fase 0	0	0	0
Fase 1	0	0	0
Fase 2	0	0	0
Fase 3	0	0	0.879
Fase 4	0	0	0.881
Fase 5	0	0.879	0.781
Fase 6	0	0.89	0.779
Fase 7	0.879	0.748	0.776
Fase 8	0.873	0.745	0.776
Fase 9	0.873	0.745	0.776

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./FSpiede=1)	(Fpass./Fpas_Mobilitata)	/ Attiva teorica		
Fase 0	2926.45/74.878	12459.82/730.26	14/0.15	10849/431.81	431.81/49.906	N/A	N/A
Fase 1	2926.453/115.728	12459.85/1115.78	14/0.15	11533.5/440.485	440.475/49.906	N/A	N/A
Fase 2	N/A	8722.9/863.04	12/5.23	2056.35/422.865	422.865/52.3	N/A	N/A
Fase 3	N/A	20062.78/348.81	12/1.61	2056.35/414.88	499.455/52.3	N/A	N/A
Fase 4	N/A	20372.35/348.81	10/2.17	2008.9/393.63	478.425/52.3	N/A	N/A
Fase 5	N/A	15798.98/162.3	10/1.72	2008.9/373.275	554.1/52.3	N/A	N/A
Fase 6	N/A	15517.71/162.3	8/1.08	1918/354.39	536.45/52.3	N/A	N/A
Fase 7	N/A	11086.9/53.95	8/1.08	1918/326.49	596.95/52.3	N/A	N/A
Fase 8	N/A	9086.35/53.95	4/0.09	1399.3/232.015	501.5/52.3	N/A	N/A
Fase 9	N/A	9086.35/53.95	4/0.09	1399.3/232.02	501.5/52.3	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: Fase 0	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -31.305)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75	0	30	0	0	0.257	0.75
0: Fase 0	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -41.416)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75	0	30	160	0	0.257	0.75
1: Carico stradale	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR=	0	30	0	0	0.257	0.75

			0, Asur= -31.305)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75						
1: Carico stradale	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -41.416)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75	0	30	160	0	0.257	0.75
2: Scavo 2.0 m	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -17.864)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 1.682/3 = 1.682	0	30	0	0	0.284	1.682
2: Scavo 2.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -33.965)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75	0	30	160	0	0.257	0.75
3: Tirante 2*	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -17.864)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 1.682/3 = 1.682	0	30	0	0	0.284	1.682
3: Tirante 2*	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -33.965)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 0.75/3 = 0.75	0	30	160	0	0.257	0.75
4: Scavo 4.0 m	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -0.029)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 2.997/3 = 2.997	0	30	0	0	0.333	2.997
4: Scavo 4.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -24.944)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)]=>* KpDH = [3 /1] x 1.234/3 = 1.234	0	30	160	0	0.268	1.234
5: Tirante 2	rilevato	Drained	* KpDH= [KpHBase /FS_Resist] x [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -0.029)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0,	0	30	0	0	0.333	2.997

			$Asur=0] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 2.997/3 = 2.997$						
5: Tirante 2	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -24.944)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 1.234/3 = 1.234$	0	30	160	0	0.268	1.234
6: Scavo 6.0 m	rilevato	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	0	0	0.333	3
6: Scavo 6.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -14.393)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 1.906/3 = 1.906$	0	30	160	0	0.292	1.906
7: Tirante 3	rilevato	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	0	0	0.333	3
7: Tirante 3	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Coulomb_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= -14.393)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 1.906/3 = 1.906$	0	30	160	0	0.292	1.906
8: Scavo 10 m	rilevato	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	0	0	0.333	3
8: Scavo 10 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	160	0	0.333	3
9: Stabilità globale	rilevato	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	0	0	0.333	3
9: Stabilità globale	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	$* KpDH = [KpHBase / FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kph(deg FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [3 / 1] \times 3/3 = 3$	0	30	160	0	0.333	3

Parametri del terreno utilizzati per ogni fase lato valle

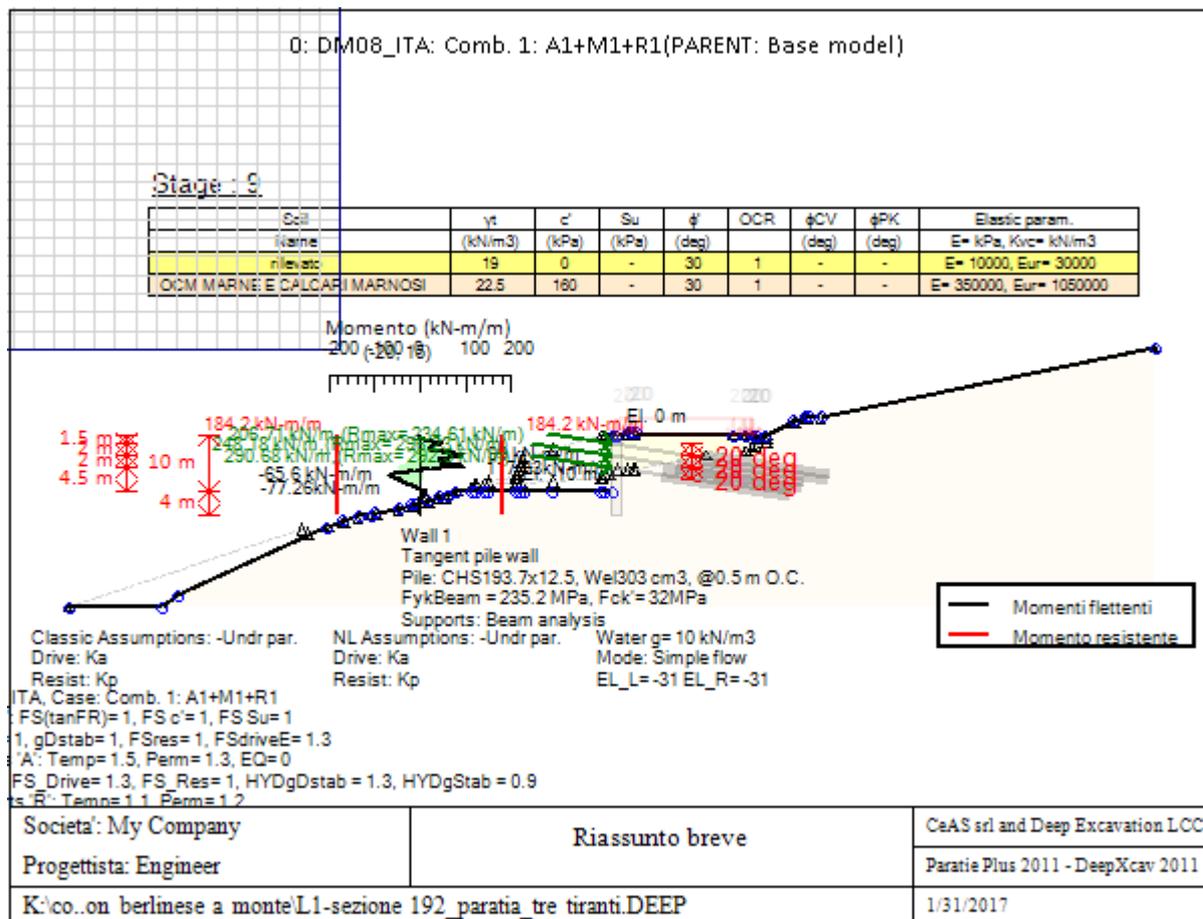
	Strato	Dr./non dr.	Descrizione metodo	Paratia	Terreno	C'	Su	KaH	KpH
				Attrito	Attrito	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	rilevato	Drained	* $KaUH = KaHBase \times FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg\ FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] => *$ $KaDH = 0.333 \times 1 \times 0.333/0.333 = 0.333$	0	30	0	0	0.333	3
0: Fase 0	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
1: Carico stradale	rilevato	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	0	0	0.333	3
1: Carico stradale	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
2: Scavo 2.0 m	rilevato	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	0	0	0.333	3
2: Scavo 2.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
3: Tirante 2*	rilevato	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	0	0	0.333	3
3: Tirante 2*	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
4: Scavo 4.0 m	rilevato	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	0	0	0.333	3

4: Scavo 4.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
5: Tirante 2	rilevato	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	0	0	0.333	3
5: Tirante 2	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
6: Scavo 6.0 m	rilevato	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	0	0	0.333	3
6: Scavo 6.0 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
7: Tirante 3	rilevato	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	0	0	0.333	3
7: Tirante 3	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
8: Scavo 10 m	rilevato	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	0	0	0.333	3
8: Scavo 10 m	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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	160	0	0.333	3
9: Stabilità globale	rilevato	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	0	0	0.333	3

9: Stabilità globale	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	Drained	* $K_{aUH} = K_{aHBase} \times FS_DriveEarth$ $\times [Rankine_Kah(deg\ FR= 30, DFR=$ $0, Asur= 0)] / [Rankine_Kah(deg$ $FR= 30, DFR= 0, Asur= 0)] => *$ $K_{aDH} = 0.333 \times 1 \times 0.333 / 0.333 =$ 0.333	0	30	160	0	0.333	3
----------------------------	--------------------------------------	---------	--	---	----	-----	---	-------	---

Armatura minima

	Dettaglio parametri
Note:	Armatura a taglio non presente.



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	14	10	117.33/184.16	77.26/184.16	4.863	7.818	2.294	-10.09	2.242

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 6	@ stage 9	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 9	@ Dx/H max	@ Dx/H max
1.946	45.796	0.2	2.242	4.58	0.232	2.242

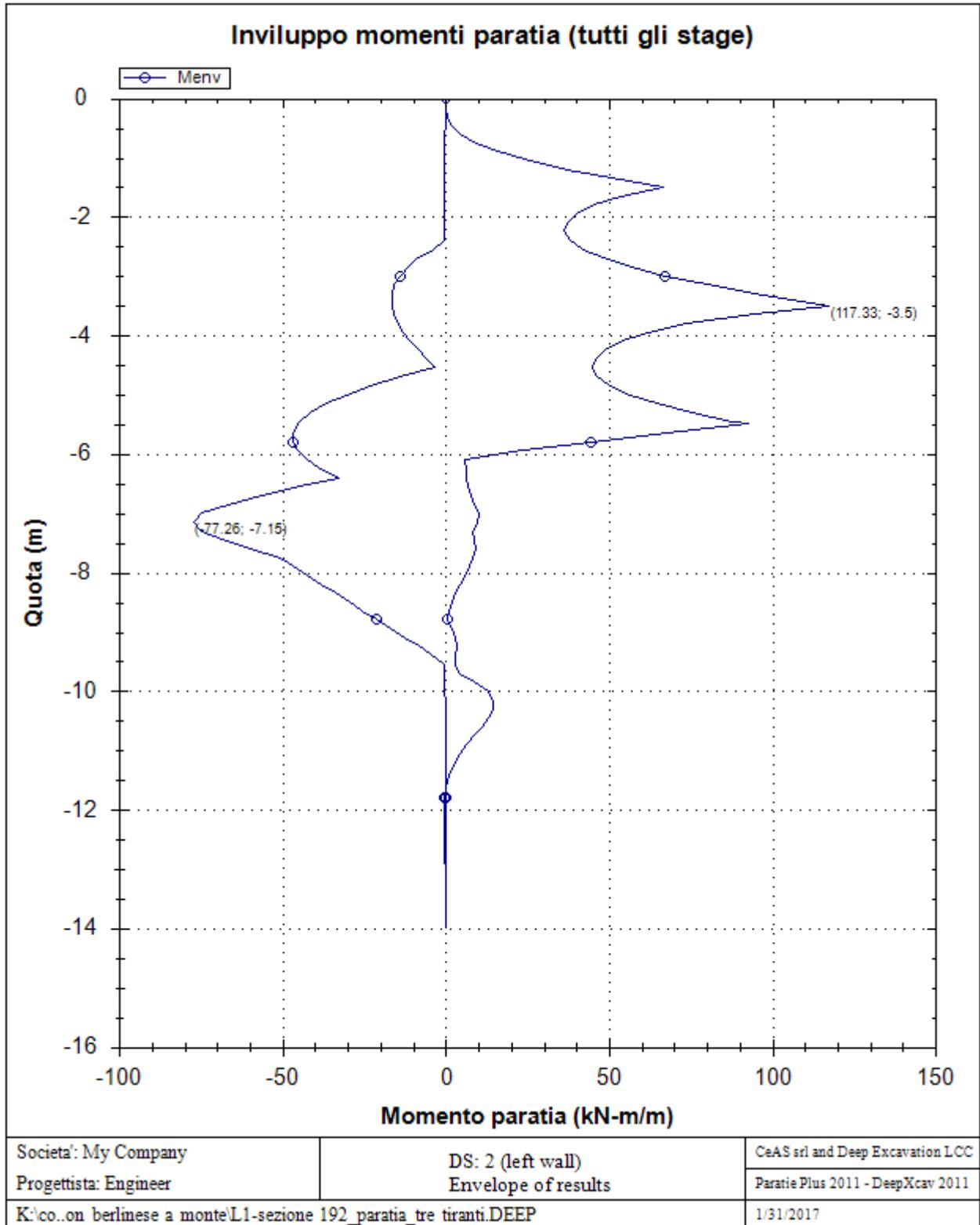
Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)

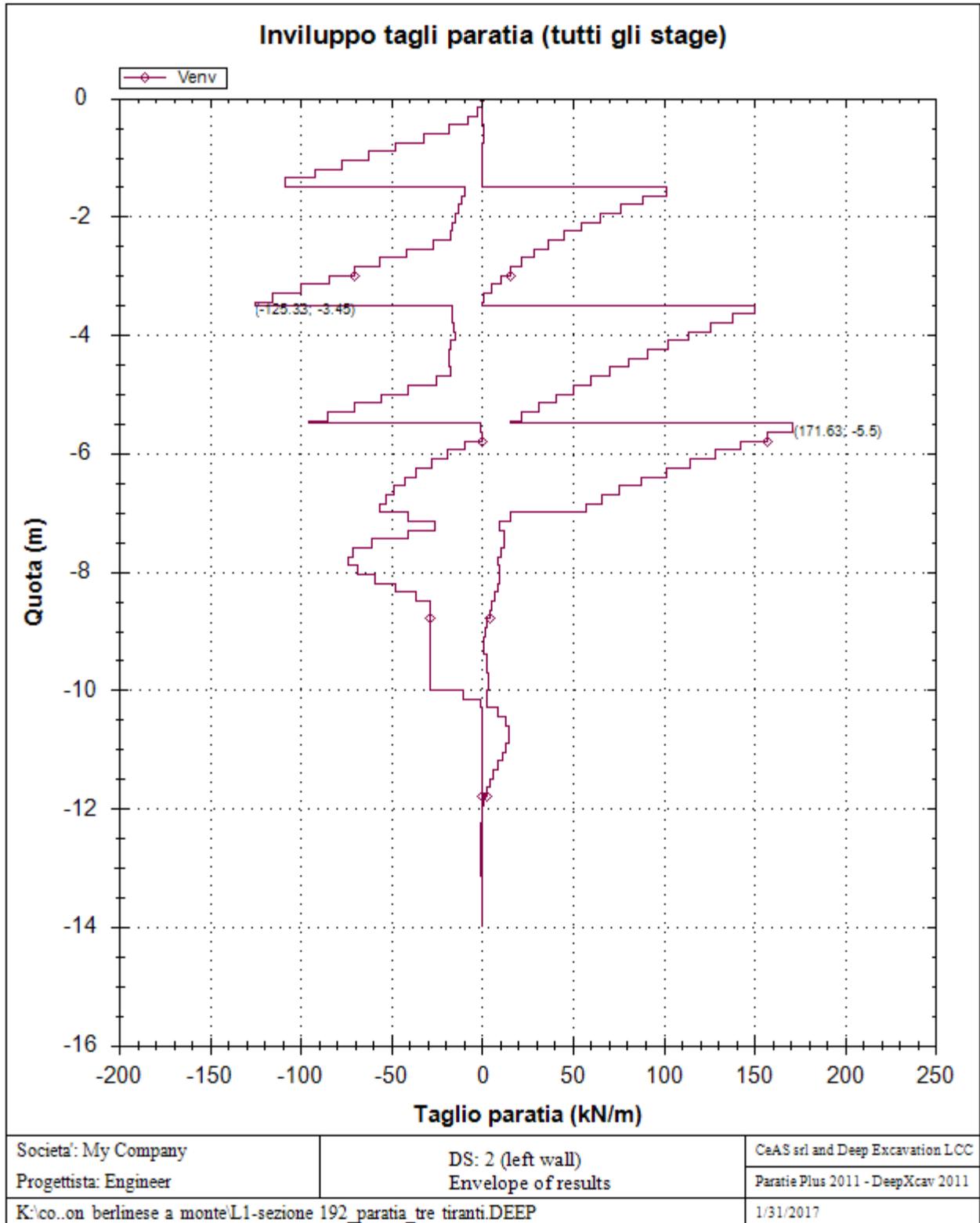
0	-5.5	0	Wall 1	160	2	4
1	-3.5	0	Wall 1	160	2	5
2	-1.5	0	Wall 1	160	2	7

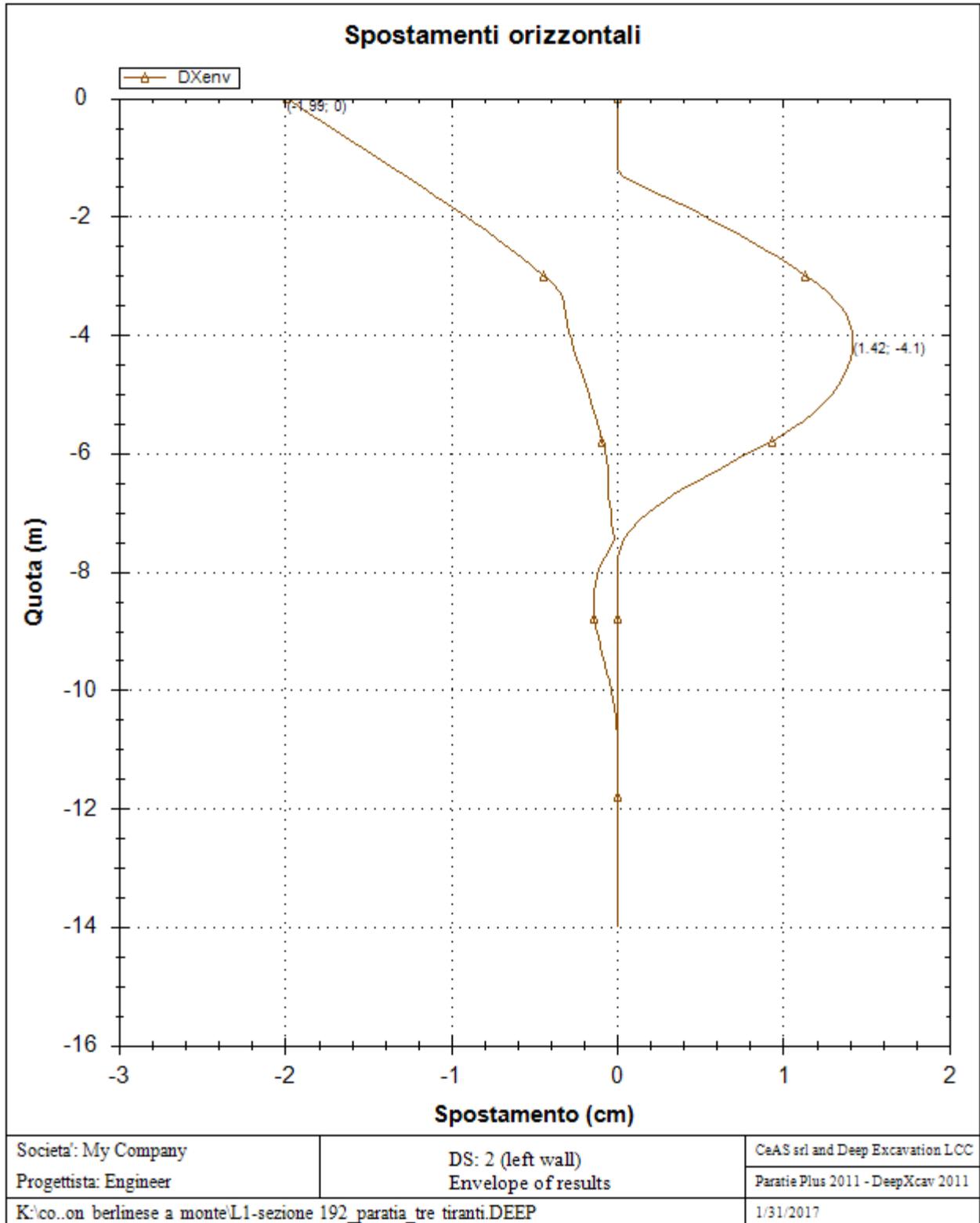
Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	585	0	292.5	0	0.88
1	592.46	0	296.23	0	0.89
2	469.22	0	234.61	0	0.88

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
8	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
9	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
8	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
9	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

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	
rilevato	19	16	30	0	N/A	N/A	N/A	10000	30000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	22.5	22.5	30	160	N/A	N/A	N/A	350000	1050000	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)
rilevato	0.35	-	-	0.5	0.8	-	-	0	0	0	-
OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	0.35	-	-	0.5	1	-	-	170	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 Soil Elev= quota superiore del strato terreno
 type=nome di sovracosolidazione
 OCR=rapporto di
 K0=coefficiente di spinta a riposo

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

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	rilevato	1	0.5
-10	OCM MARNE E CALCARI MARNOSI	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 F _{bu}	Ultimate Tensile Strength F _{tu}	Ultimate Shear Strength F _{vu}	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m ³)	(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

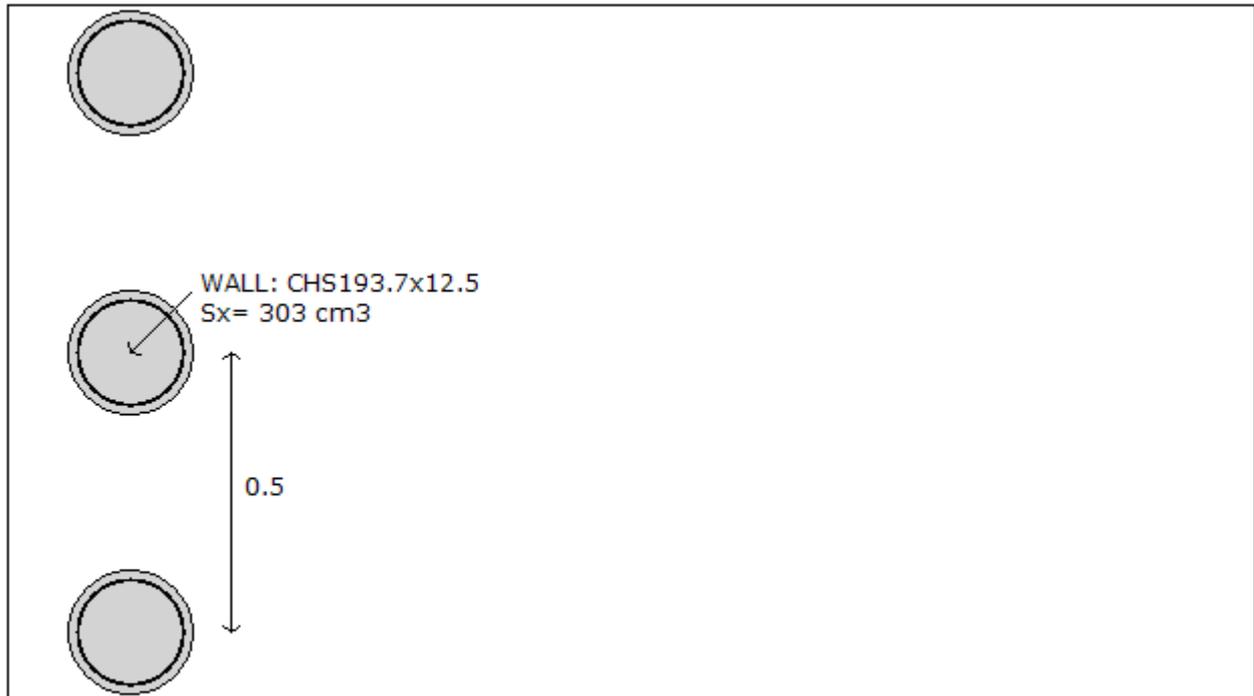
Ultimate shear strength $F_{vu}=f_{vuk}$ =res. caratt. a taglio

Density g=peso specifico

Elastic E=modulo elastico

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011
K:\co.on berlinese a monte\L1-sezione 192_paratia_tre tiranti.DEEP		1/31/2017

Sezioni paratia0: Wall 1

Tipo paratia: Pali tangenti

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -14 m

Dimensione fuori piano paratia: 0.5 Spessore paratia = 0.22

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.5 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.5
 Swater= 0.5

fy profilati in acciaio = 235.2 Eacciaio = 206000.2

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

Tabella: proprieta' pali collegati

Name	Section	W	A	D	tw or tP	bf	tf	k	lxx	Wel.x	rX	lyy	Wel.y	rY	rT	Cw	fy
		(kN/m)	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm)	(cm ⁶)	(MPa)
CHS193.7x12.5	CHS193.7x12.5	0.6	71.16	19.4	1.25	19.37	1.25	1.25	2934	303	6.42	2934	303	6.42	6.42	1	235.2

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

Econc=modulo elastico cls

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

Steel members $f_y=f_yk$ =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

$F_y=f_yk$

$F'c=fck$

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)

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 m, Z = -5.5 m, S = 2 m

Lfree = 4 m, Lfix = 10 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	No	-	-	-	-
5	No	-	-	-	-
6	No	-	-	-	-
7	Si'	450	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-
9	Si'	-	-	-	-

Vincolo 1: Tipo = Tirante

X = 0 m, Z = -3.5 m, S = 2 m

Lfree = 5 m, Lfix = 10 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	No	-	-	-	-
5	Si'	450	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-
9	Si'	-	-	-	-

Vincolo 2: Tipo = Tirante

X = 0 m, Z = -1.5 m, S = 2 m

Lfree = 7 m, Lfix = 10 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	Si'	360	-	-	-
4	Si'	-	-	-	-
5	Si'	-	-	-	-
6	Si'	-	-	-	-
7	Si'	-	-	-	-
8	Si'	-	-	-	-
9	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	17.062	17.062	39.083
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	11.167	11.167	25.287
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	2.294	7.818	N/A
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.44	57.518	N/A
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	4.604	58.406	N/A
Stage 5	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	5.812	97.342	N/A
Stage 6	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.44	95.609	N/A
Stage 7	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	7.44	205.522	N/A
Stage 8	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	46.5	168.437	N/A
Stage 9	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	46.5	168.437	N/A

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

COntventional=analisi all'equilibriolimito

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=

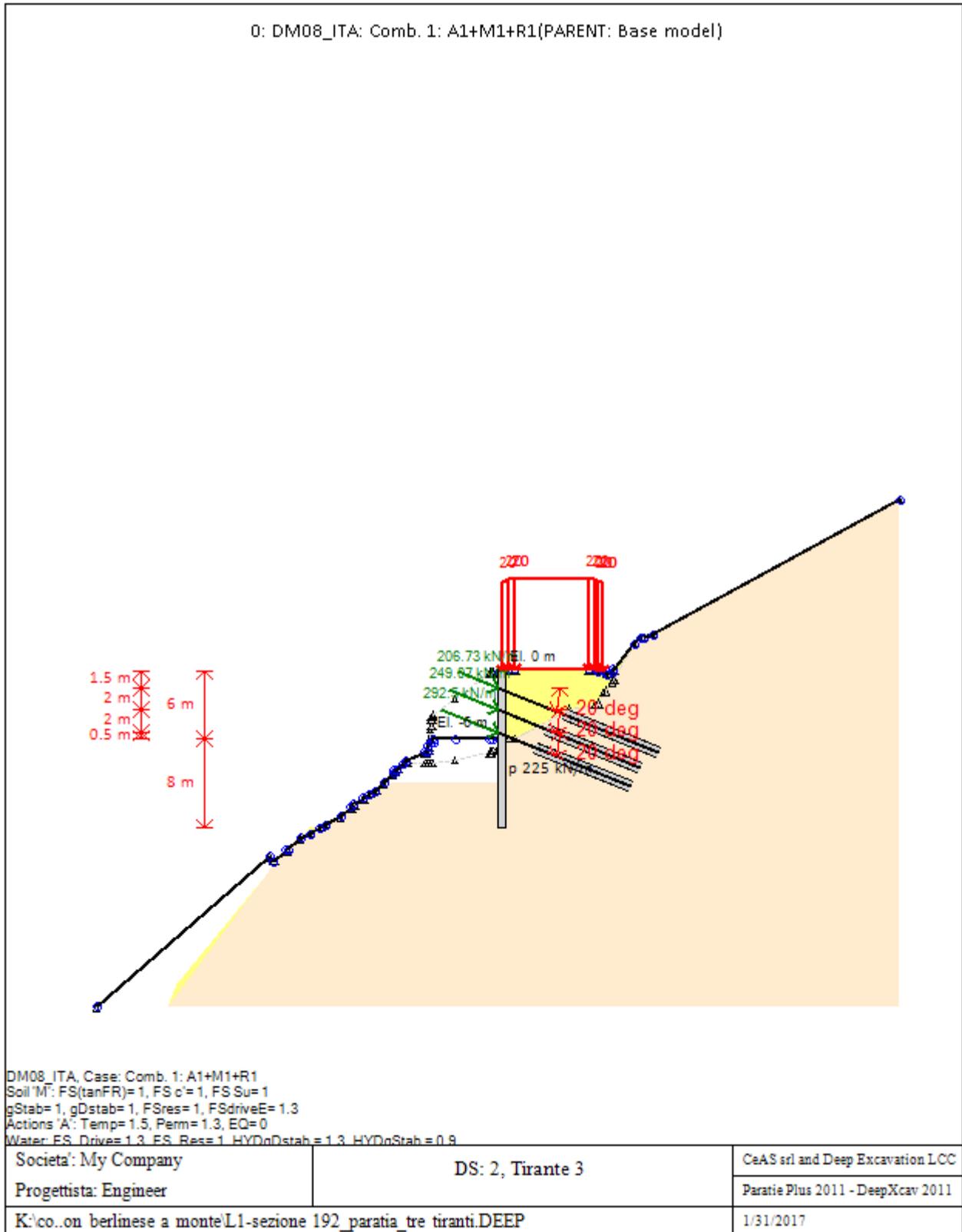
Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

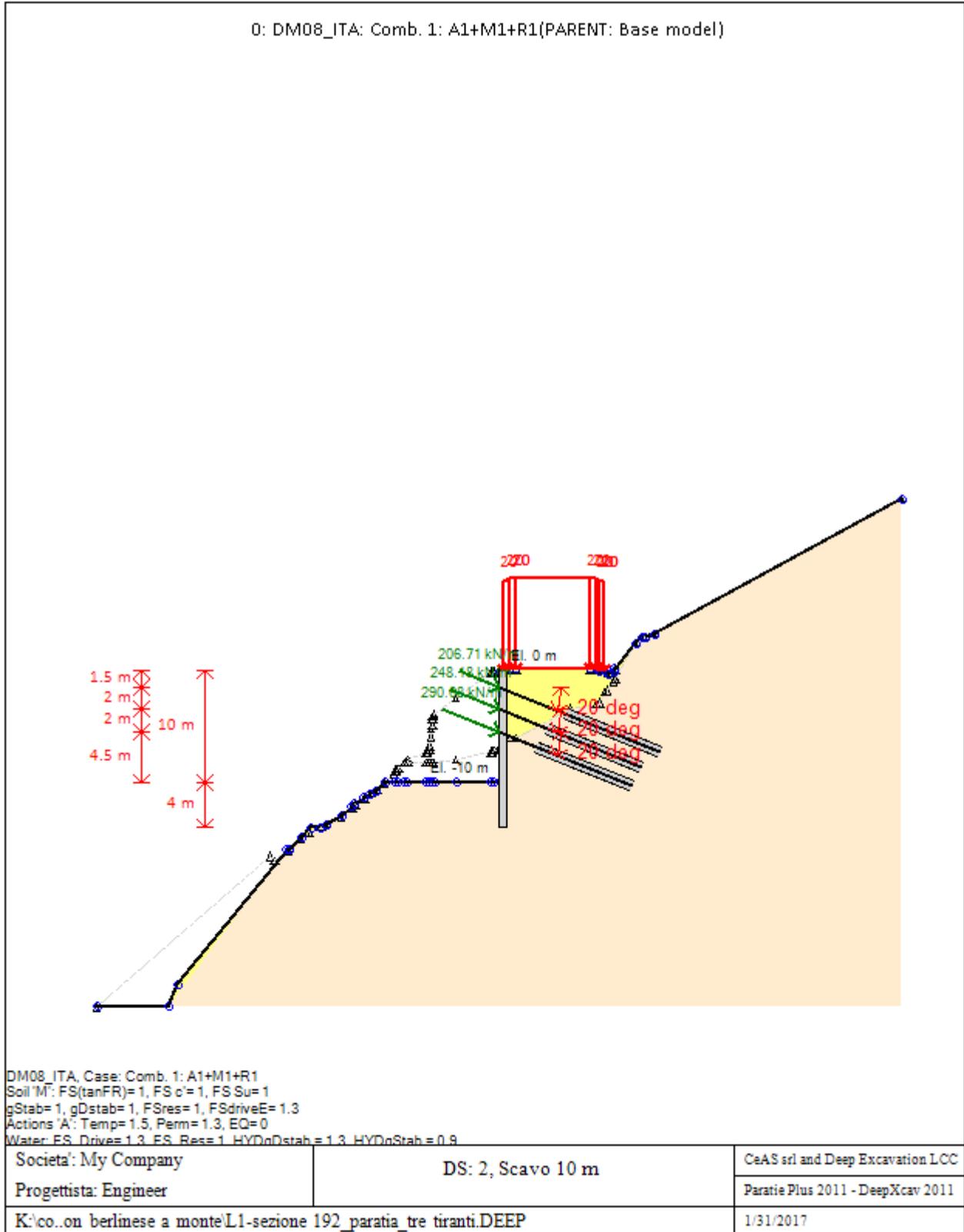
Axial Incl=se azione assiale inclusa

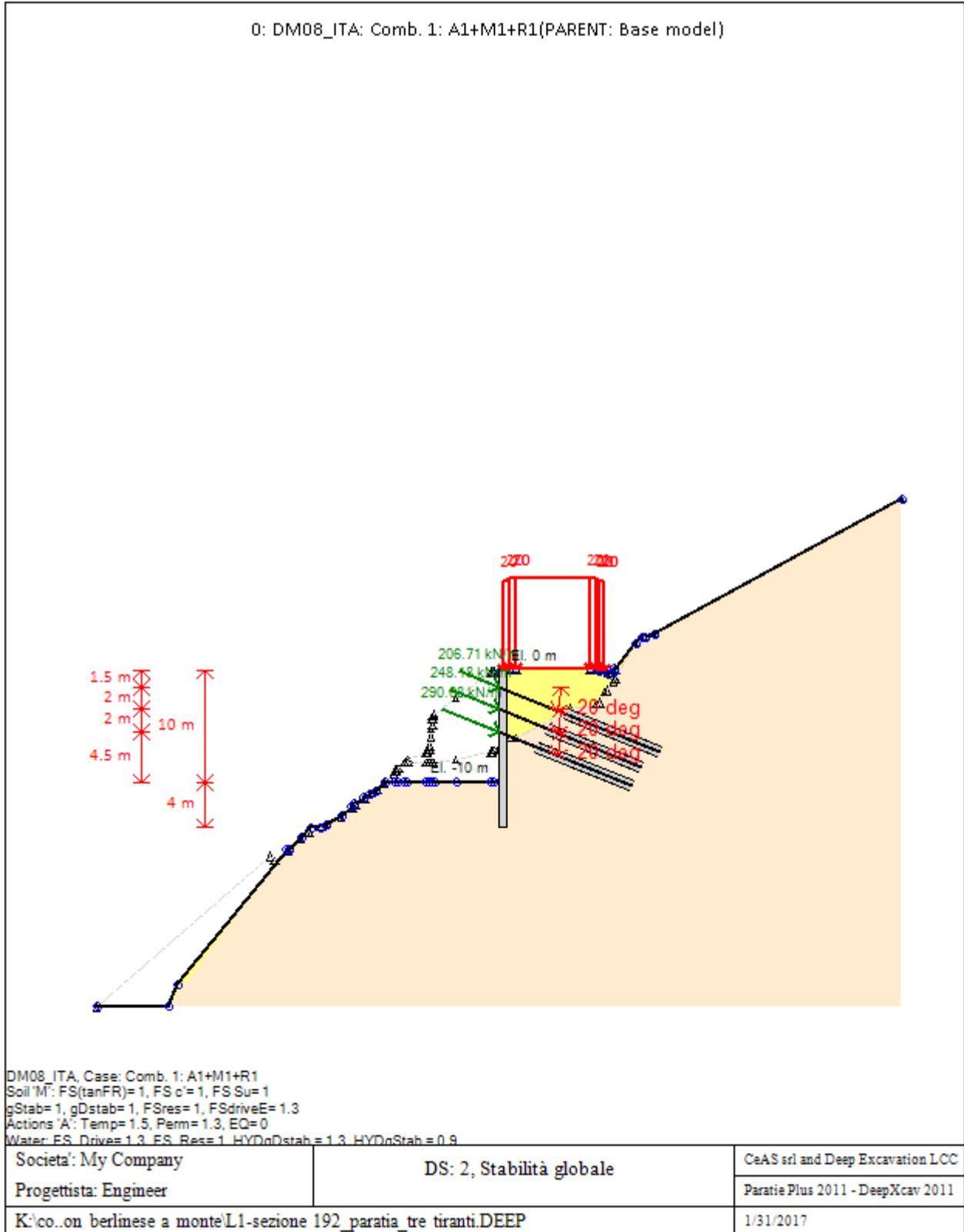
Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN
Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)
Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)
Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

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	17.062	39.083	17.062	93.333	25.124	8.652
Fase 1	11.167	25.287	11.167	93.333	26.184	8.826
Fase 2	2.294	N/A	7.818	2.294	4.863	8.085
Fase 3	7.44	N/A	57.518	7.44	4.956	9.55
Fase 4	4.604	N/A	58.406	4.604	5.104	9.148
Fase 5	5.812	N/A	97.342	5.812	5.382	10.595
Fase 6	7.44	N/A	95.609	7.44	5.412	10.257
Fase 7	7.44	N/A	205.522	7.44	5.875	11.414
Fase 8	46.5	N/A	168.437	46.5	6.031	9.589
Fase 9	46.5	N/A	168.437	46.5	6.031	9.589

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.

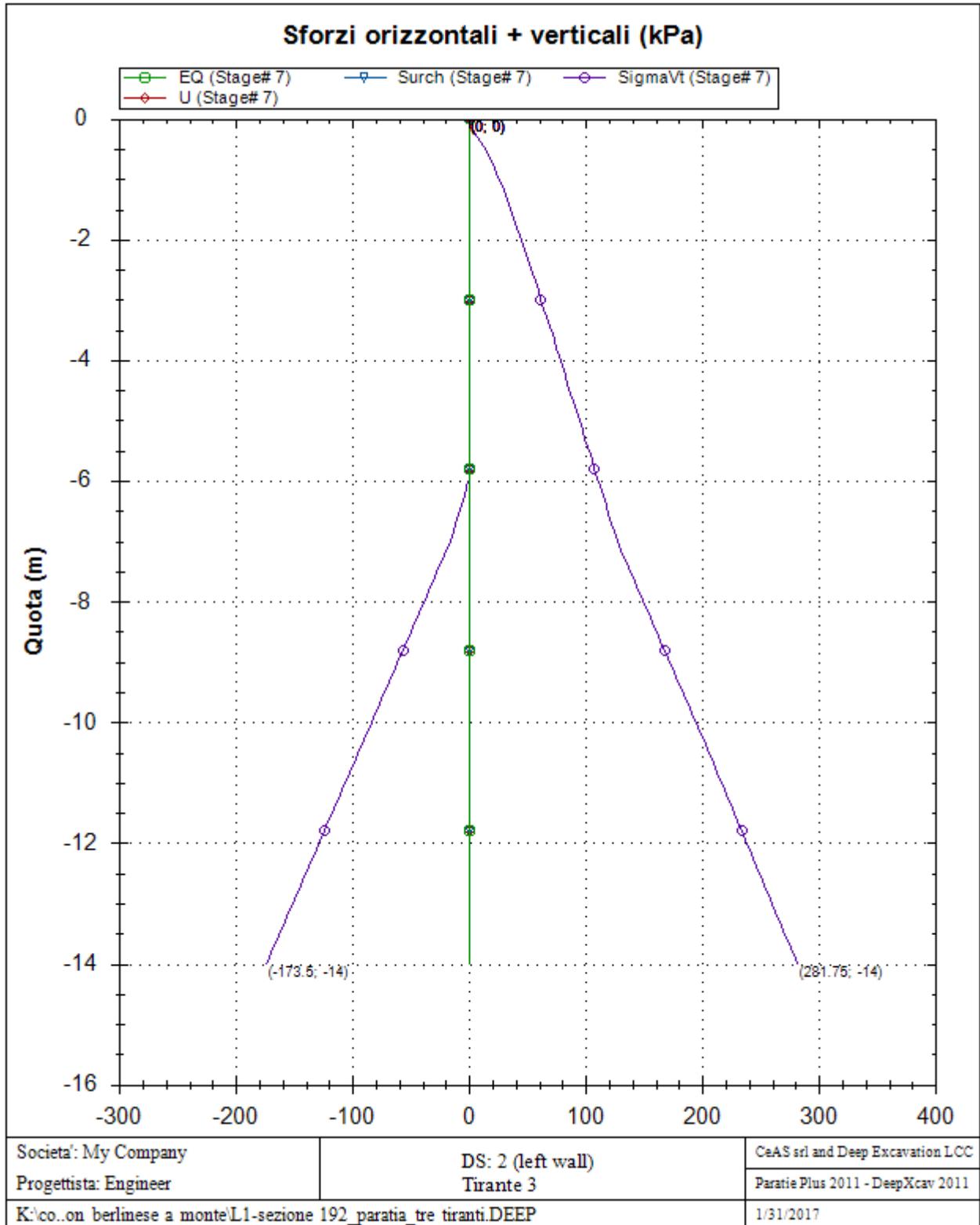
Analisi Non Lineare:

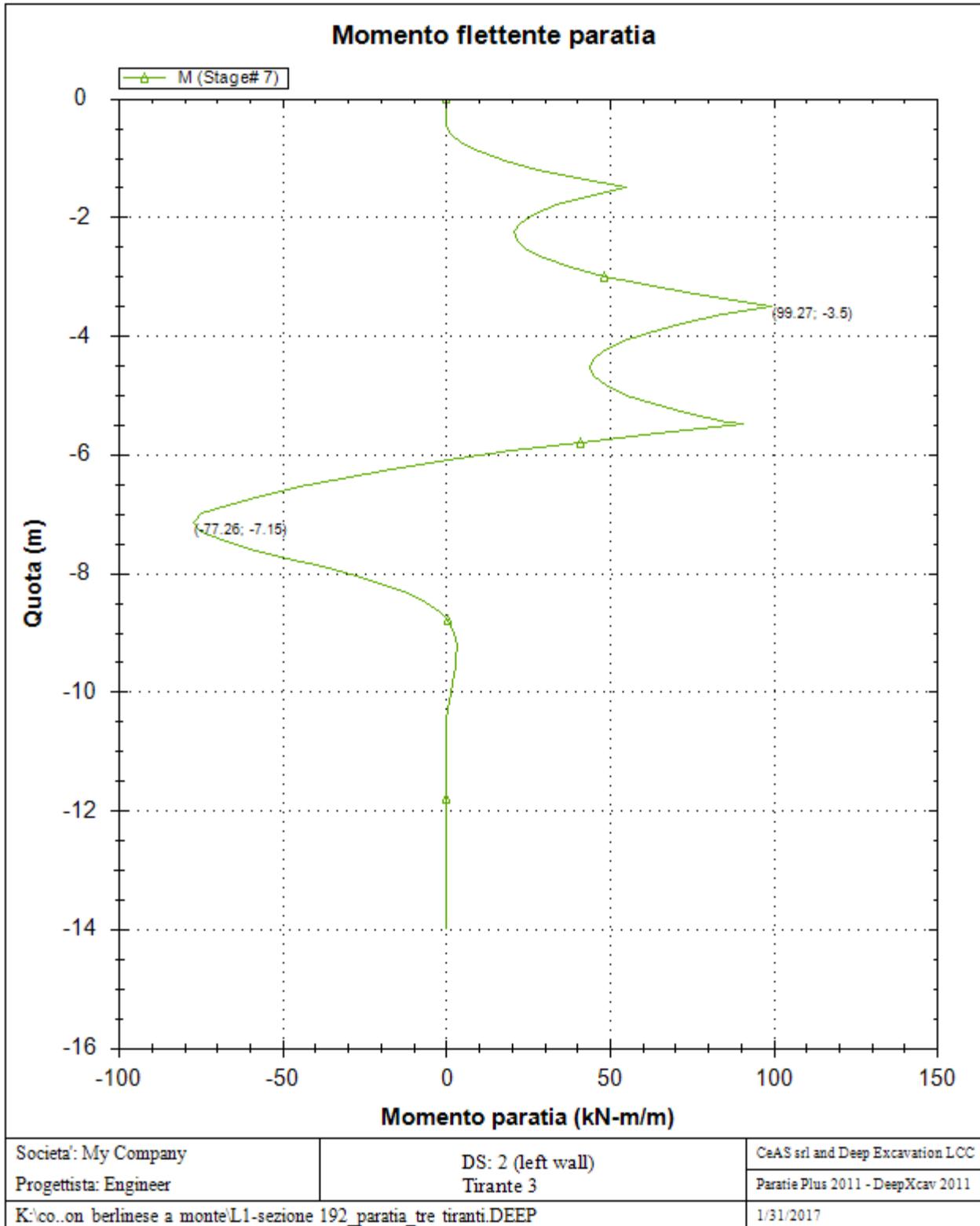
FS4 Passiva / Vera: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Passiva mobilitabile / Spinta Vera

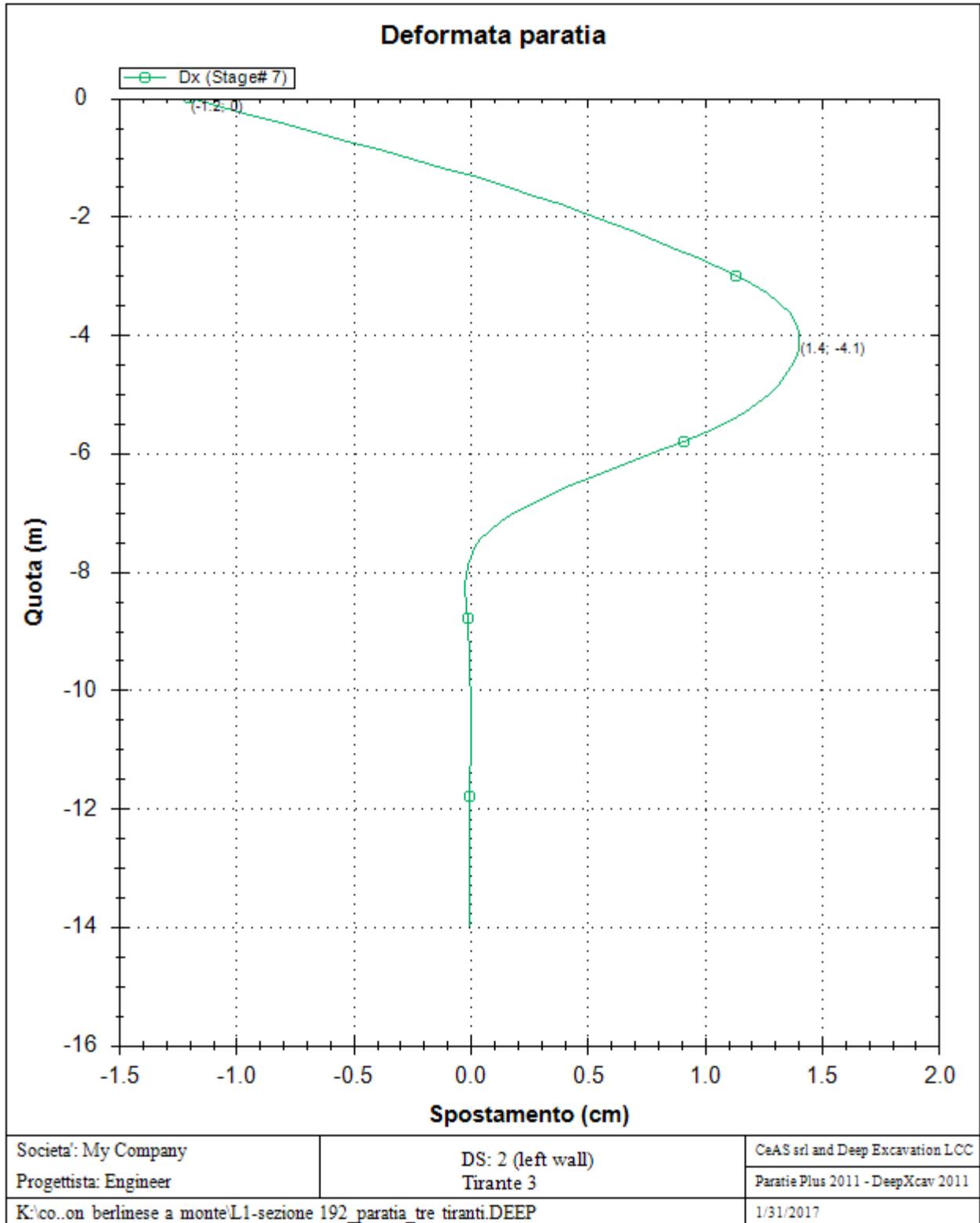
FS5 Vera / Attiva: Fattore di Sicurezza legato al rapporto Spinta Vera / Spinta Attiva mobilitabile

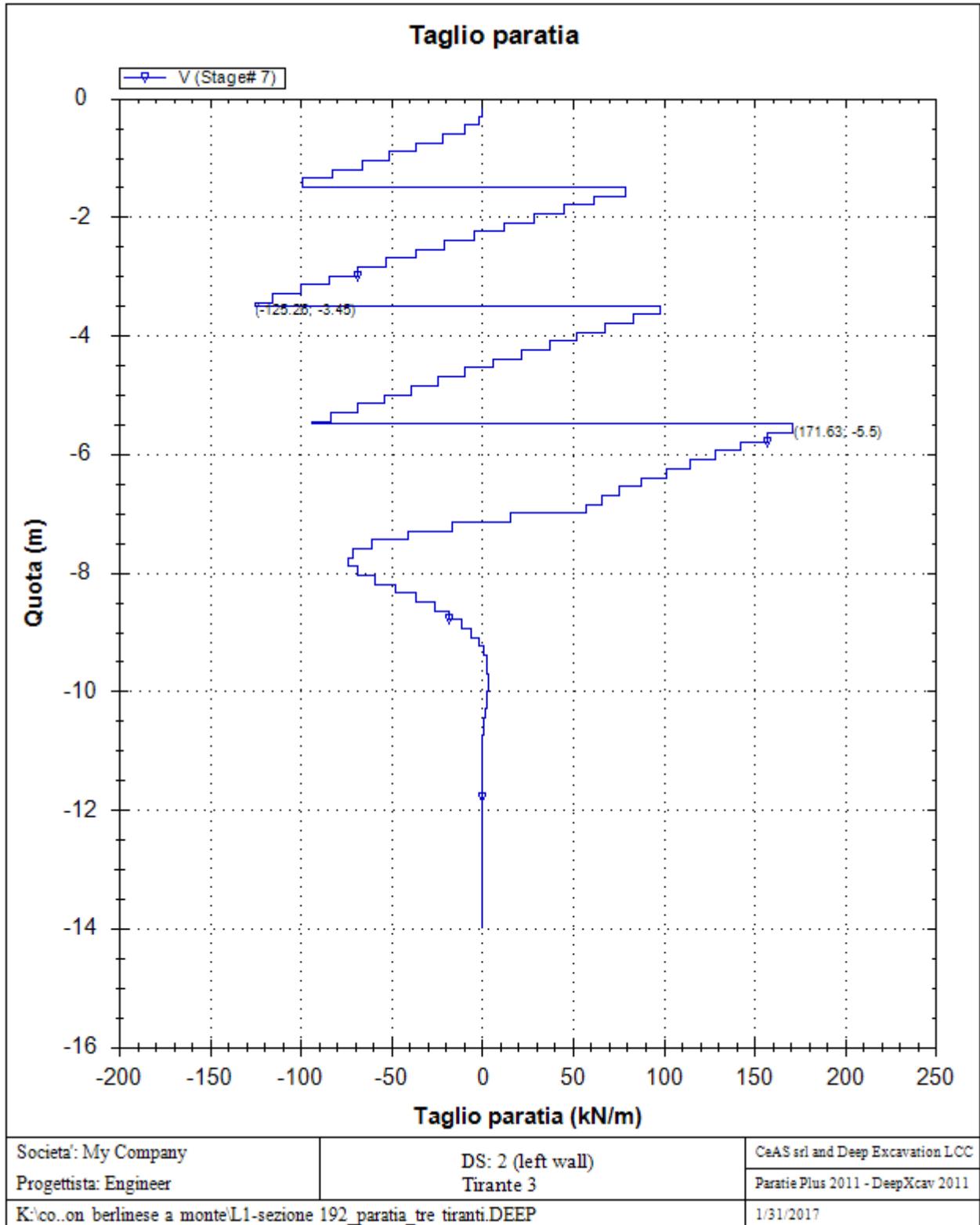
GRAFICI FASI DI SCAVO

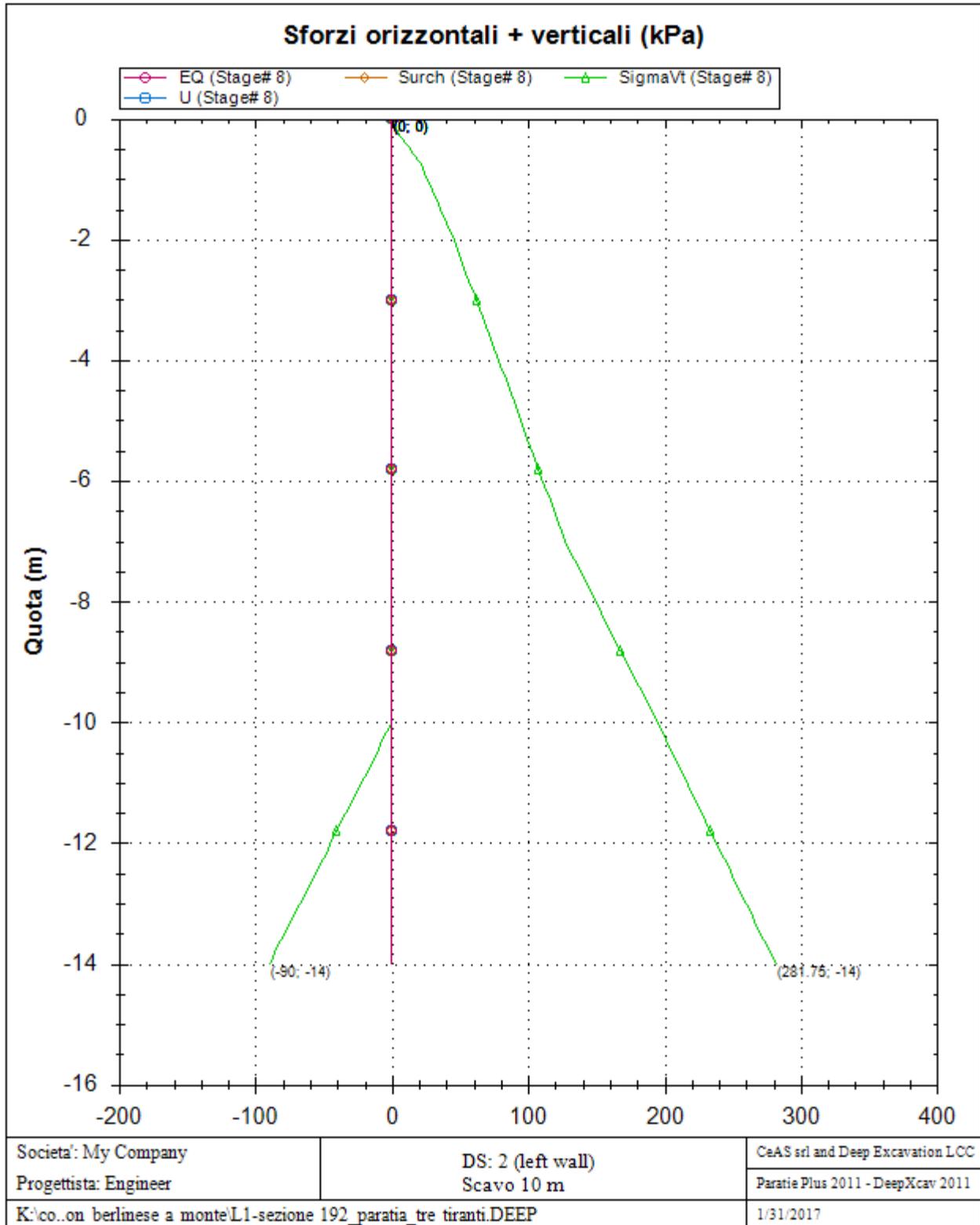
Di seguito si riportano gli schemi grafici delle fasi di scavo principali.

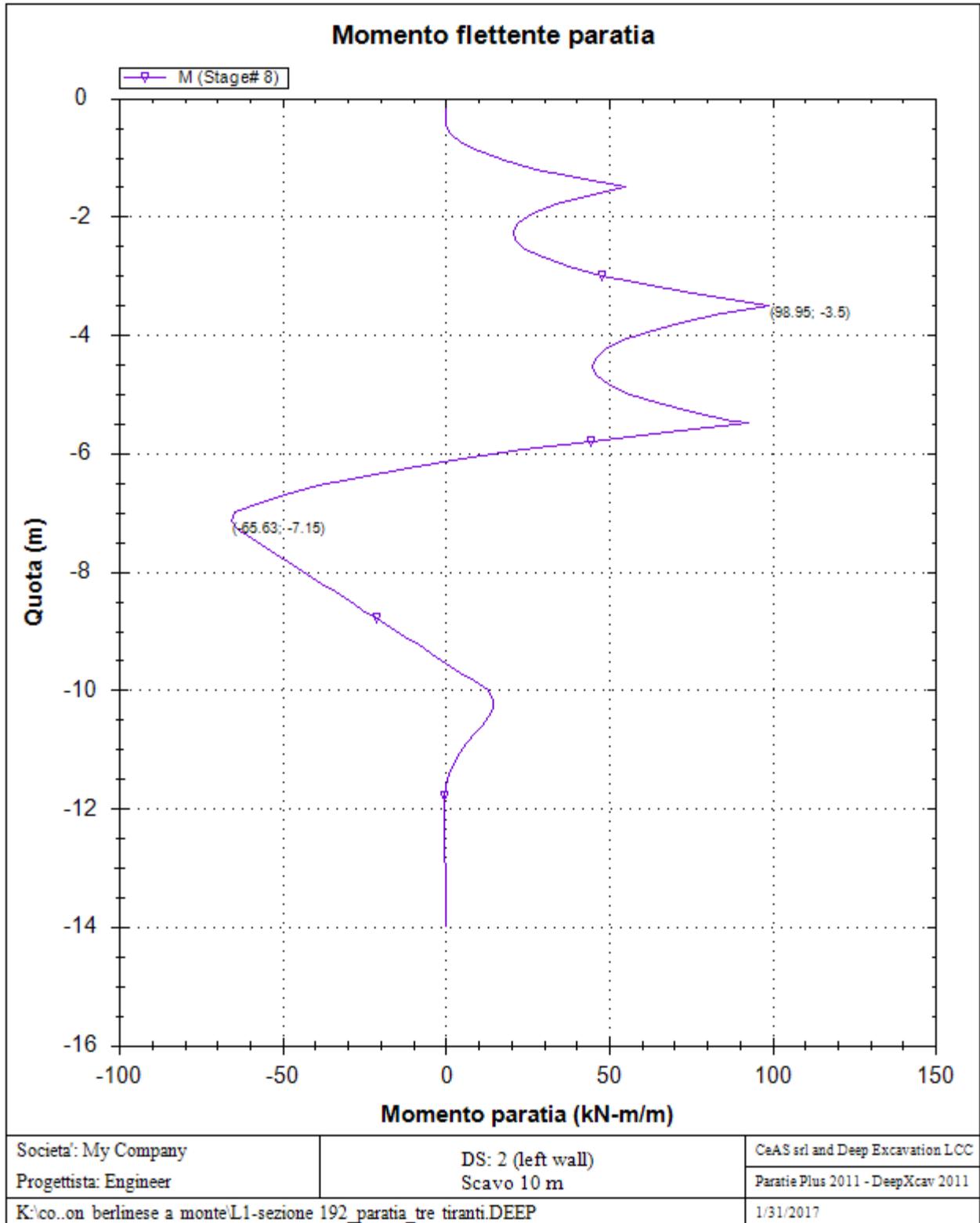


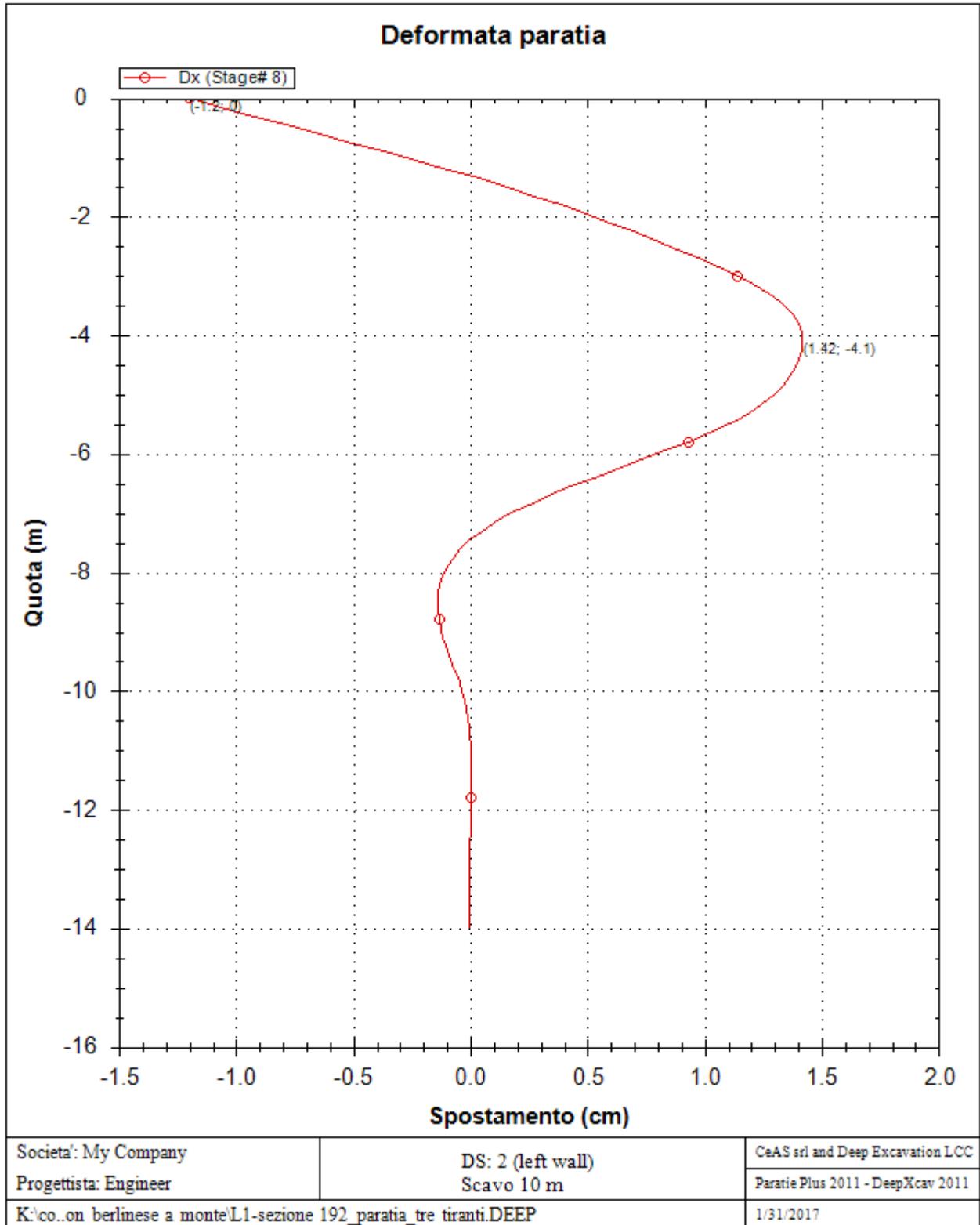


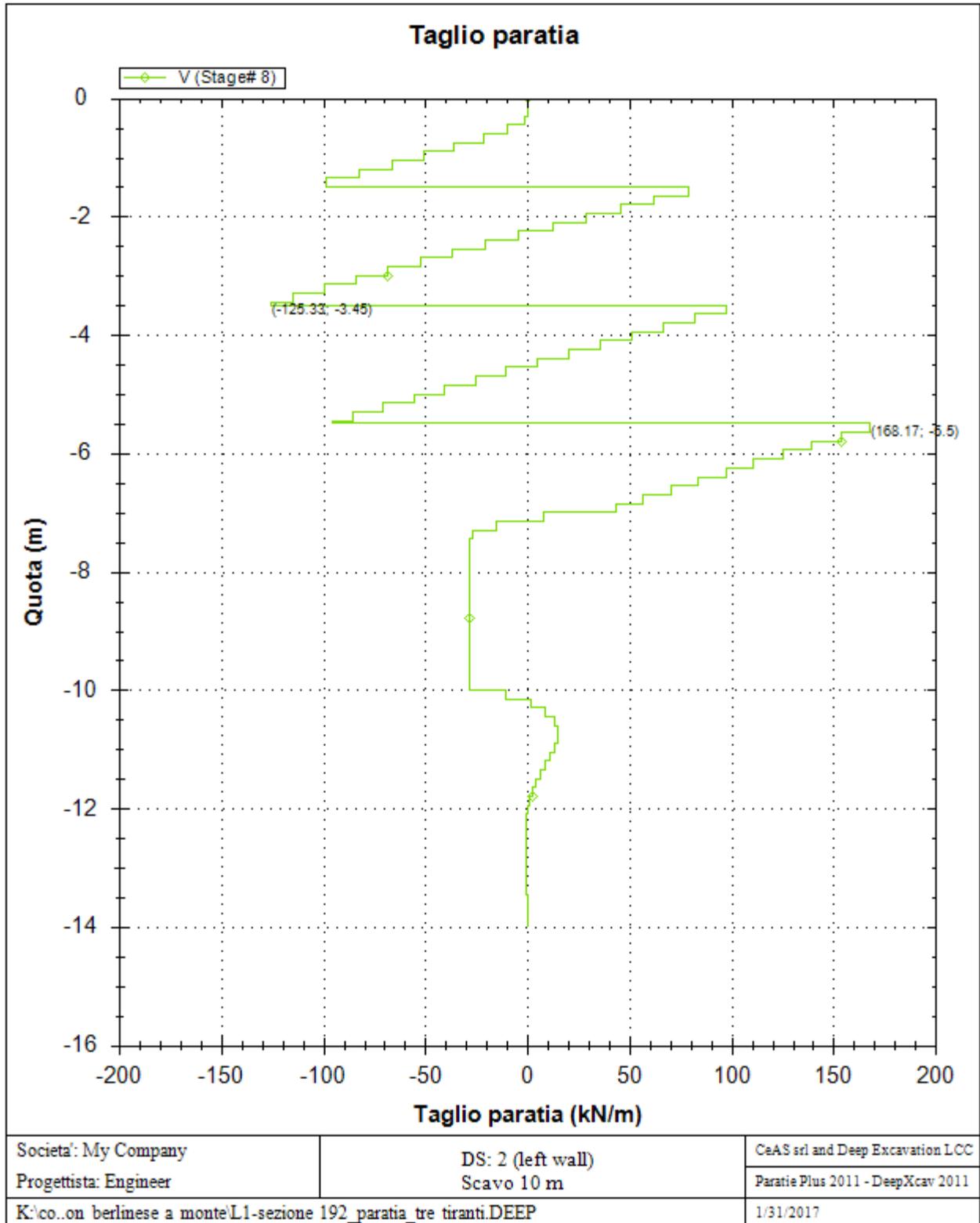


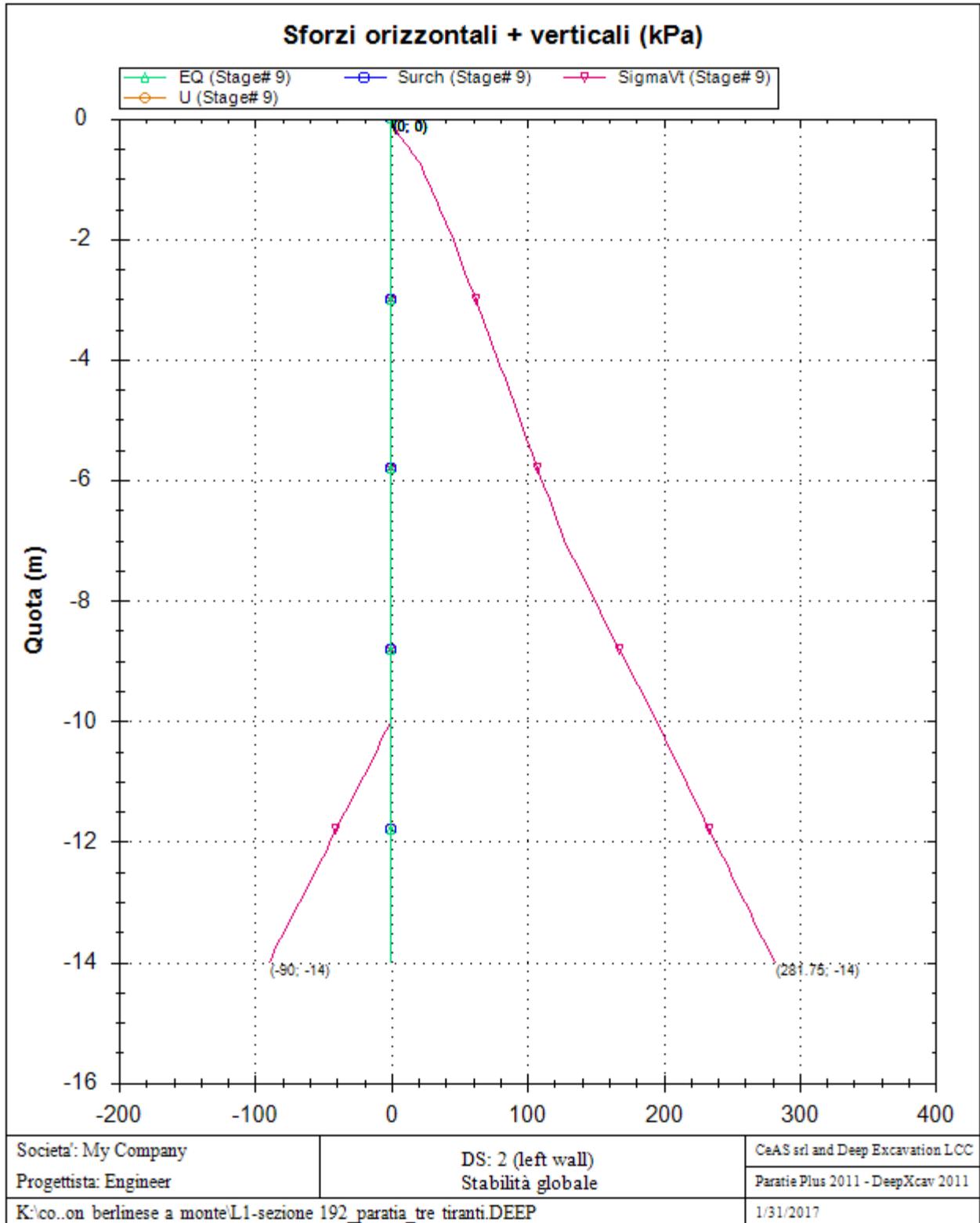


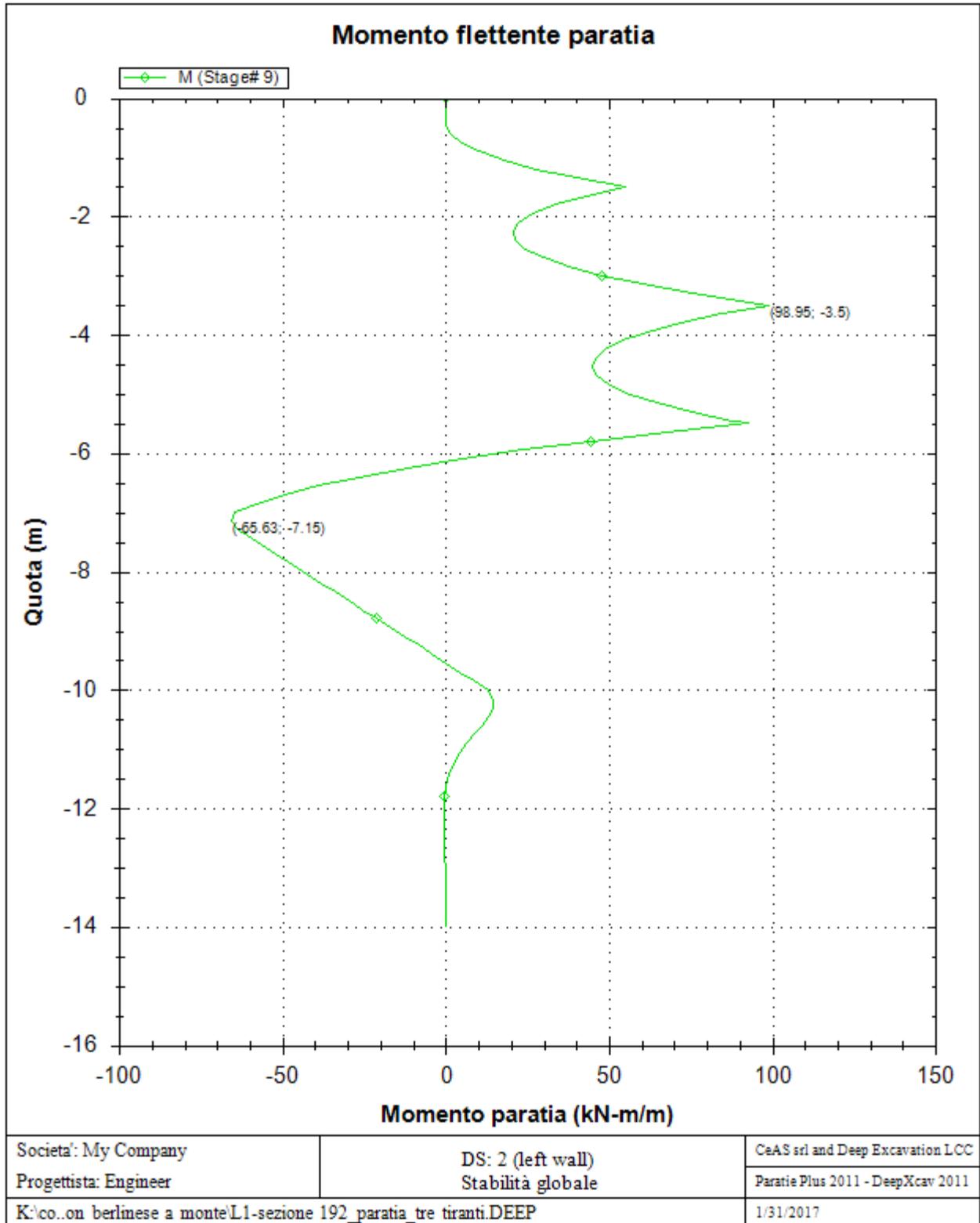


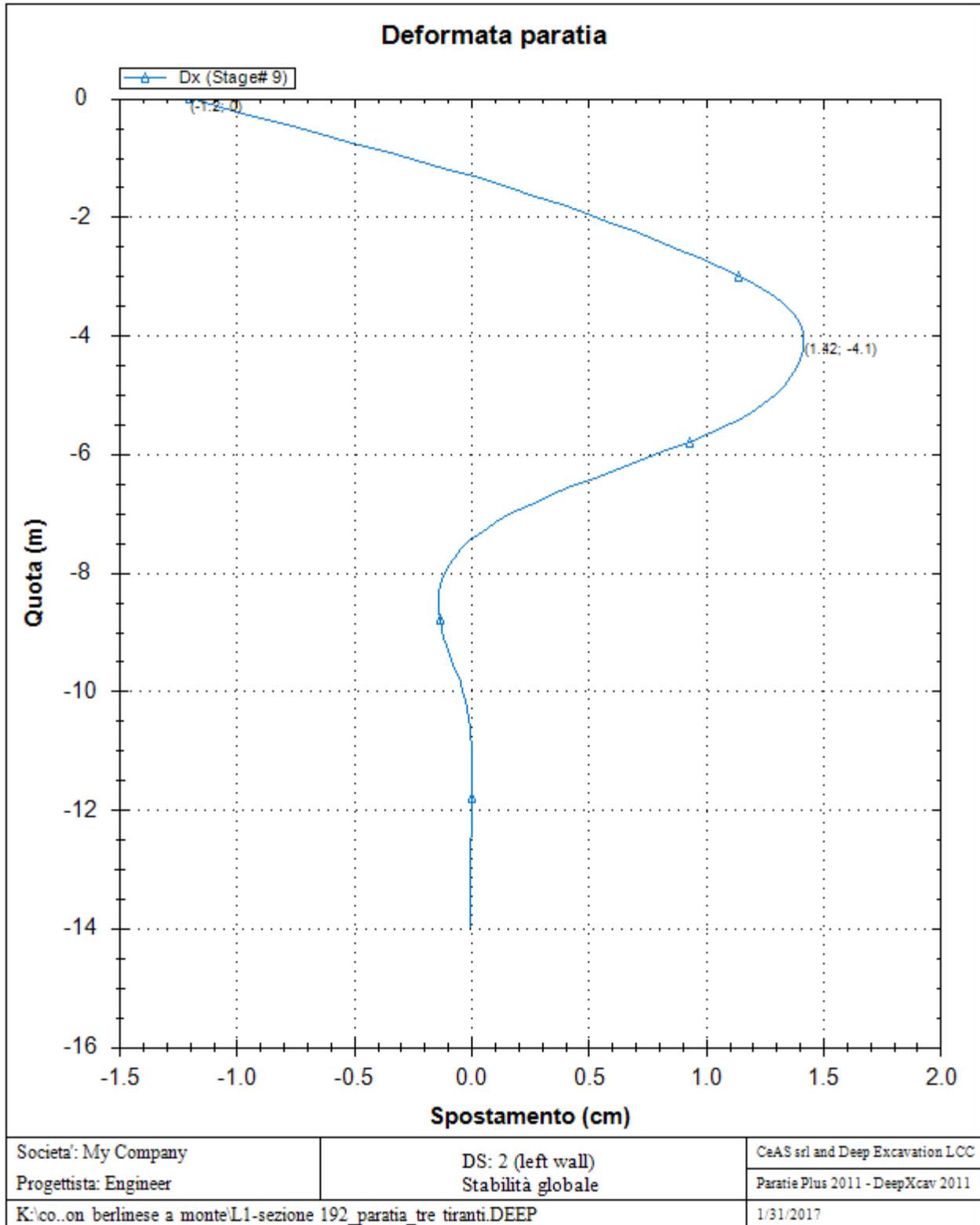


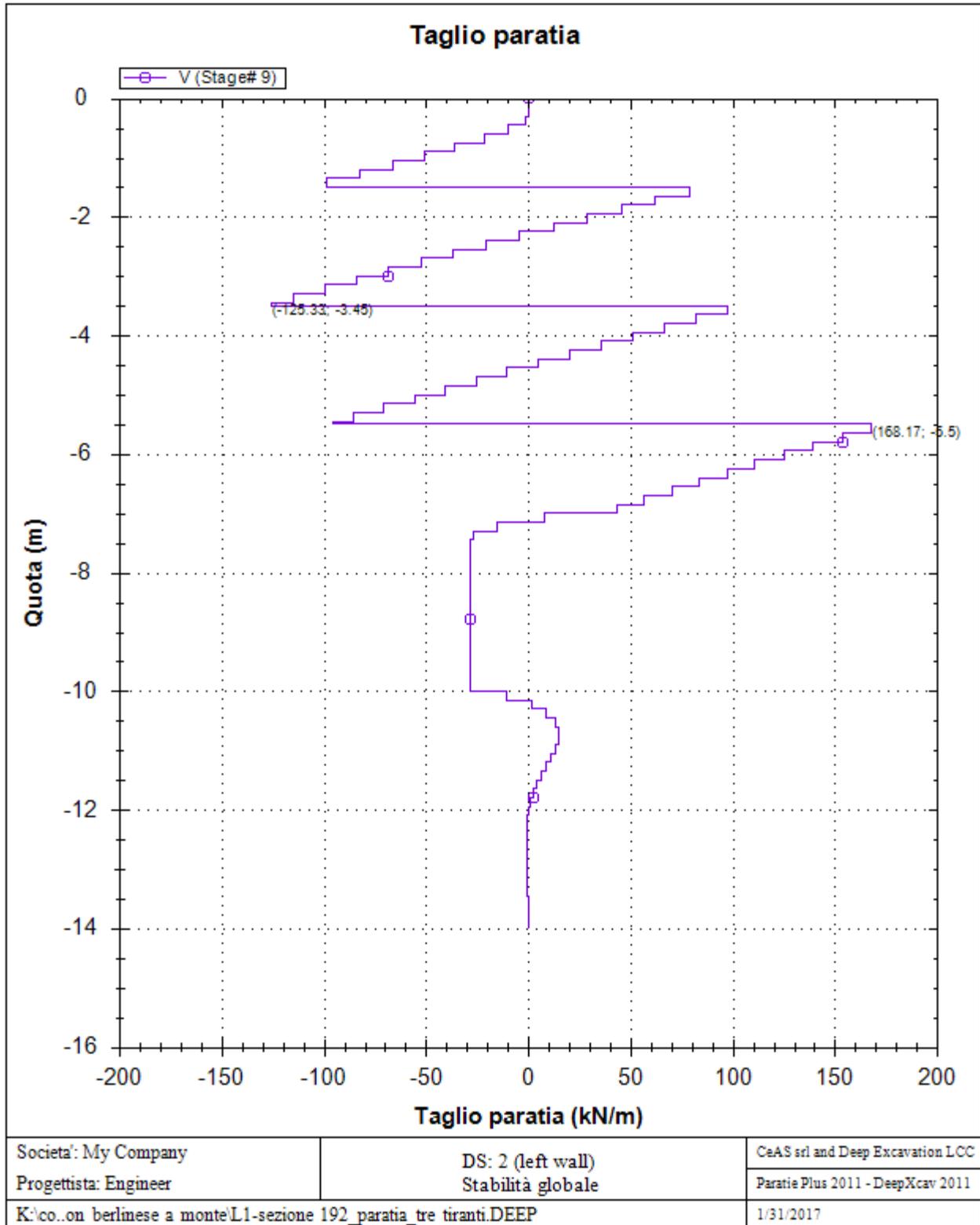












Progetto: *My Project*
Risultati per la Design Section 3: 0: DM08_ITA: Comb. 2:
A2+M2+R1

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 = -50 m, Destra = -20 m, Spaziatura orizzontale = 20

Alto = 80 m, Basso = 15 m, Spaziatura verticale = 20

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

10 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

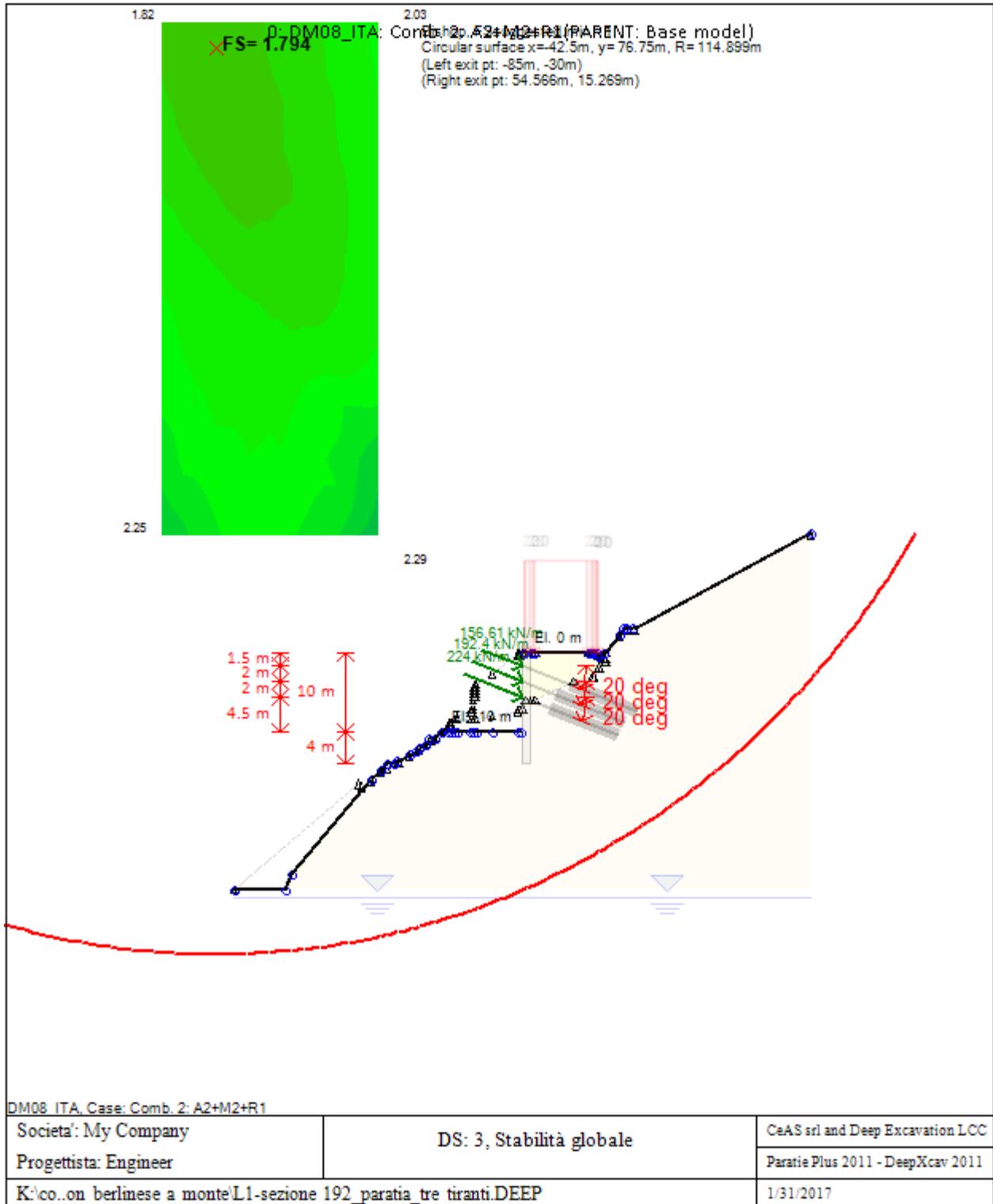
La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

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 stabilita' del pendio per ogni fase.



ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

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 non eseguita per questo stage.

Analisi di stabilita' del pendio Stage: 9

Analisi di stabilita' del pendio eseguita per questo stage.

Punto critico a $x = -42.5$ $z = 76.75$ $FS = 1.794$

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	-85	-30	-30	-84	-30.39	-30	1.07	21.44	24.79	0	3.1	0	0	1	3.7	0	0	0	0	0
1	-84	-30.39	-30	-83.01	-30.77	-30	1.07	20.91	24.79	0	9.3	0	0	2.8	11	0	0	0	0	0
2	-83.01	-30.77	-30	-82.01	-31.14	-30	1.06	20.38	24.79	0	15.5	0	1.4	4.5	17.4	0	0	0	0	0.8
3	-82.01	-31.14	-30	-81.01	-31.5	-30	1.06	19.85	24.79	0	22.1	1.4	5	5.7	22.1	0	0	0	0	3.4
4	-81.01	-31.5	-30	-80.02	-31.85	-30	1.06	19.32	24.79	0	28.8	5	8.5	6.6	25.7	0	0	0	0	7.2
5	-80.02	-31.85	-30	-79.02	-32.19	-30	1.05	18.79	24.79	0	35.3	8.5	11.9	7.5	29.1	0	0	0	0	10.8
6	-79.02	-32.19	-30	-78.02	-32.52	-30	1.05	18.27	24.79	0	41.6	11.9	15.2	8.3	32.4	0	0	0	0	14.2
7	-78.02	-32.52	-30	-77.02	-32.84	-30	1.05	17.75	24.79	0	47.8	15.2	18.4	9.1	35.5	0	0	0	0	17.6
8	-77.02	-32.84	-30	-76.03	-33.15	-30	1.04	17.23	24.79	0	53.7	18.4	21.5	9.9	38.5	0	0	0	0	20.8
9	-76.03	-33.15	-30	-75.03	-33.45	-30	1.04	16.71	24.79	0	59.5	21.5	24.5	10.7	41.4	0	0	0	0	23.9
10	-75.03	-33.45	-30	-74.03	-33.74	-30	1.04	16.19	24.79	0	65.1	24.5	27.4	11.4	44.1	0	0	0	0	26.9
11	-74.03	-33.74	-30	-73.04	-34.02	-30	1.04	15.67	24.79	0	70.4	27.4	30.2	12	46.8	0	0	0	0	29.8
12	-73.04	-34.02	-30	-72.04	-34.29	-30	1.03	15.16	24.79	0	75.7	30.2	32.9	12.7	49.3	0	0	0	0	32.6
13	-72.04	-34.29	-30	-71.04	-34.55	-30	1.03	14.64	24.79	0	80.7	32.9	35.5	13.3	51.6	0	0	0	0	35.2
14	-71.04	-34.55	-30	-70.05	-34.8	-30	1.03	14.13	24.79	0	85.5	35.5	38	13.9	53.9	0	0	0	0	37.8
15	-70.05	-34.8	-30	-69.05	-35.04	-30	1.03	13.62	24.79	0	90.2	38	40.4	14.4	56.1	0	0	0	0	40.2
16	-69.05	-35.04	-30	-68.05	-35.27	-30	1.02	13.1	24.79	0	94.7	40.4	42.7	15	58.1	0	0	0	0	42.5
17	-68.05	-35.27	-30	-67.06	-35.49	-30	1.02	12.59	24.79	0	99	42.7	44.9	15.5	60.1	0	0	0	0	44.8

18	-67.06	-35.49	-30	-66.06	-35.71	-30	1.02	12.09	24.79	0	103.1	44.9	47.1	16	61.9	0	0	0	0	46.9
19	-66.06	-35.71	-30	-65.06	-35.91	-30	1.02	11.58	24.79	0	107.1	47.1	49.1	16.4	63.7	0	0	0	0	48.9
20	-65.06	-35.91	-30	-64.07	-36.11	-30	1.02	11.07	24.79	0	110.8	49.1	51.1	16.8	65.3	0	0	0	0	50.9
21	-64.07	-36.11	-30	-63.07	-36.29	-30	1.01	10.56	24.79	0	114.4	51.1	52.9	17.2	66.9	0	0	0	0	52.7
22	-63.07	-36.29	-30	-62.07	-36.47	-30	1.01	10.06	24.79	0	117.9	52.9	54.7	17.6	68.4	0	0	0	0	54.5
23	-62.07	-36.47	-30	-61.07	-36.64	-30	1.01	9.56	24.79	0	121.1	54.7	56.4	18	69.7	0	0	0	0	56.1
24	-61.07	-36.64	-30	-60.08	-36.8	-30	1.01	9.05	24.79	0	124.2	56.4	58	18.3	71	0	0	0	0	57.7
25	-60.08	-36.8	-30	-59.08	-36.95	-30	1.01	8.55	24.79	0	127.2	58	59.5	18.6	72.2	0	0	0	0	59.2
26	-59.08	-36.95	-30	-58.08	-37.09	-30	1.01	8.05	24.79	0	129.9	59.5	60.9	18.9	73.3	0	0	0	0	60.6
27	-58.08	-37.09	-30	-57.09	-37.22	-30	1.01	7.54	24.79	0	132.5	60.9	62.2	19.1	74.3	0	0	0	0	61.9
28	-57.09	-37.22	-30	-56.09	-37.34	-30	1	7.04	24.79	0	134.9	62.2	63.4	19.4	75.2	0	0	0	0	63.1
29	-56.09	-37.34	-30	-55.09	-37.46	-30	1	6.54	24.79	0	137.2	63.4	64.6	19.6	76.1	0	0	0	0	64.2
30	-55.09	-37.46	-30	-54.1	-37.56	-30	1	6.04	24.79	0	139.3	64.6	65.6	19.8	76.9	0	0	0	0	65.3
31	-54.1	-37.56	-30	-53.1	-37.66	-30	1	5.54	24.79	0	141.2	65.6	66.6	20	77.6	0	0	0	0	66.2
32	-53.1	-37.66	-30	-52.1	-37.75	-30	1	5.04	24.79	0	142.9	66.6	67.5	20.1	78.2	0	0	0	0	67.1
33	-52.1	-37.75	-30	-51.11	-37.83	-30	1	4.54	24.79	0	144.5	67.5	68.3	20.3	78.7	0	0	0	0	67.9
34	-51.11	-37.83	-30	-50.11	-37.9	-30	1	4.05	24.79	0	145.9	68.3	69	20.4	79.1	0	0	0	0	68.6
35	-50.11	-37.9	-30	-49.11	-37.96	-30	1	3.55	24.79	0	147.2	69	69.6	20.5	79.5	0	0	0	0	69.2
36	-49.11	-37.96	-30	-48.11	-38.01	-30	1	3.05	24.79	0	148.3	69.6	70.1	20.6	79.8	0	0	0	0	69.7
37	-48.11	-38.01	-30	-47.12	-38.06	-30	1	2.55	24.79	0	149.2	70.1	70.6	20.6	80.1	0	0	0	0	70.2
38	-47.12	-38.06	-30	-46.12	-38.09	-30	1	2.05	24.79	0	149.9	70.6	70.9	20.7	80.2	0	0	0	0	70.6
39	-46.12	-38.09	-30	-45.12	-38.12	-30	1	1.56	24.79	0	150.5	70.9	71.2	20.7	80.3	0	0	0	0	70.9
40	-45.12	-38.12	-30	-44.13	-38.14	-30	1	1.06	24.79	0	151	71.2	71.4	20.7	80.3	0	0	0	0	71.1
41	-44.13	-38.14	-30	-43.13	-38.15	-30	1	0.56	24.79	0	151.2	71.4	71.5	20.7	80.2	0	0	0	0	71.2
42	-43.13	-38.15	-30	-42.13	-38.15	-30	1	0.07	24.79	0	151.3	71.5	71.5	20.6	80.1	0	0	0	0	71.3
43	-42.13	-38.15	-30	-41.14	-38.14	-30	1	-0.43	24.79	0	151.3	71.5	71.4	20.6	79.9	0	0	0	0	71.2
44	-41.14	-38.14	-30	-40.14	-38.12	-30	1	-0.93	24.79	0	151.1	71.4	71.2	20.5	79.6	0	0	0	0	71.1
45	-40.14	-38.12	-30	-39.14	-38.1	-30	1	-1.43	24.79	64	166.3	71.2	71	59.8	93.9	0	0	0	0	70.9
46	-39.14	-38.1	-30	-38.15	-38.07	-30	1	-1.92	24.79	128	181.3	71	70.7	98.8	107.4	0	0	0	0	70.7
47	-38.15	-38.07	-30	-37.15	-38.02	-30	1	-2.42	24.79	128	180.5	70.7	70.2	98.5	106.2	0	0	0	0	70.3
48	-37.15	-38.02	-30	-36.15	-37.97	-30	1	-2.92	24.79	128	179.4	70.2	69.7	98.2	104.8	0	0	0	0	69.9
49	-36.15	-37.97	-30	-35.15	-37.91	-30	1	-3.42	24.79	128	178.2	69.7	69.1	97.9	103.3	0	0	0	0	69.3

50	-35.15	-37.91	-30	-34.16	-37.85	-30	1	-3.91	24.79	128	176.8	69.1	68.5	97.5	101.7	0	0	0	0	68.7
51	-34.16	-37.85	-30	-33	-37.76	-30	1.16	-4.45	24.79	128	203.2	68.5	67.6	112.8	116.1	0	0	0	0	79
52	-33	-37.76	-30	-32	-37.67	-28	1	-4.99	24.79	128	196	67.6	66.7	102.6	120.4	0	0	0	0	67.4
53	-32	-37.67	-28	-31.17	-37.59	-27.08	0.84	-5.45	24.79	128	189	66.7	65.9	92	125.6	0	0	0	0	55.5
54	-31.17	-37.59	-27.08	-30.17	-37.49	-25.99	1	-5.91	24.79	128	246.8	65.9	64.9	115.4	170.6	0	0	0	0	65.5
55	-30.17	-37.49	-25.99	-29.17	-37.37	-24.89	1	-6.41	24.79	128	268.9	64.9	63.7	121.2	192.5	0	0	0	0	64.5
56	-29.17	-37.37	-24.89	-28.18	-37.25	-23.8	1	-6.91	24.79	128	290.9	63.7	62.5	126.8	214.3	0	0	0	0	63.4
57	-28.18	-37.25	-23.8	-27.18	-37.12	-22.7	1.01	-7.41	24.79	128	312.7	62.5	61.2	132.5	235.9	0	0	0	0	62.2
58	-27.18	-37.12	-22.7	-26.18	-36.98	-21.6	1.01	-7.91	24.79	128	334.2	61.2	59.8	138.1	257.3	0	0	0	0	60.9
59	-26.18	-36.98	-21.6	-25.19	-36.84	-20.51	1.01	-8.42	24.79	128	355.6	59.8	58.4	143.7	278.7	0	0	0	0	59.6
60	-25.19	-36.84	-20.51	-24.19	-36.68	-19.41	1.01	-8.92	24.79	128	376.8	58.4	56.8	149.2	299.9	0	0	0	0	58.1
61	-24.19	-36.68	-19.41	-23.19	-36.52	-18.32	1.01	-9.42	24.79	128	397.8	56.8	55.2	154.8	321	0	0	0	0	56.6
62	-23.19	-36.52	-18.32	-22.2	-36.34	-17.22	1.01	-9.93	24.79	128	418.5	55.2	53.4	160.3	341.9	0	0	0	0	54.9
63	-22.2	-36.34	-17.22	-20.92	-36.1	-16	1.3	-10.5	24.79	128	562.6	53.4	51	212.3	465.1	0	0	0	0	67.7
64	-20.92	-36.1	-16	-20.2	-35.96	-15.41	0.73	-11.01	24.79	128	328.8	51	49.6	122.9	274.2	0	0	0	0	36.9
65	-20.2	-35.96	-15.41	-19.7	-35.86	-15	0.51	-11.32	24.79	128	234.1	49.6	48.6	87.1	196.2	0	0	0	0	25.2
66	-19.7	-35.86	-15	-19.2	-35.76	-14.51	0.5	-11.57	24.79	128	234.3	48.6	47.6	86.8	197.1	0	0	0	0	24.3
67	-19.2	-35.76	-14.51	-18.69	-35.66	-14	0.52	-11.83	24.79	128	246.7	47.6	46.6	90.9	208.4	0	0	0	0	24.6
68	-18.69	-35.66	-14	-18.21	-35.55	-14	0.5	-12.08	24.79	128	236.2	46.6	45.5	87	200.1	0	0	0	0	22.9
69	-18.21	-35.55	-14	-17.74	-35.45	-13.99	0.48	-12.33	24.79	128	227.7	45.5	44.5	84.1	193	0	0	0	0	21.7
70	-17.74	-35.45	-13.99	-17.27	-35.35	-13.75	0.48	-12.56	24.79	128	225.4	44.5	43.5	83.3	191.4	0	0	0	0	21
71	-17.27	-35.35	-13.75	-16.21	-35.1	-13.22	1.09	-12.95	24.79	128	517.3	43.5	41	191	441	0	0	0	0	45.8
72	-16.21	-35.1	-13.22	-15.76	-34.99	-12.99	0.46	-13.34	24.79	128	223.1	41	39.9	82.3	191	0	0	0	0	18.8
73	-15.76	-34.99	-12.99	-15.22	-34.86	-12.64	0.56	-13.6	24.79	128	271.1	39.9	38.6	99.9	232.8	0	0	0	0	22
74	-15.22	-34.86	-12.64	-14.67	-34.73	-12.28	0.56	-13.88	24.79	128	275.4	38.6	37.3	101.4	237.2	0	0	0	0	21.4
75	-14.67	-34.73	-12.28	-14.31	-34.64	-11.99	0.37	-14.11	24.79	128	184	37.3	36.4	67.6	158.9	0	0	0	0	13.8
76	-14.31	-34.64	-11.99	-13.44	-34.41	-11.43	0.89	-14.43	24.79	128	442	36.4	34.1	162.2	383.4	0	0	0	0	31.3
77	-13.44	-34.41	-11.43	-12.79	-34.24	-10.99	0.68	-14.82	24.79	128	340.9	34.1	32.4	124.9	297	0	0	0	0	22.6
78	-12.79	-34.24	-10.99	-12.1	-34.05	-10.67	0.71	-15.16	24.79	128	361	32.4	30.5	132.2	315.7	0	0	0	0	22.4
79	-12.1	-34.05	-10.67	-11.35	-33.85	-10	0.78	-15.54	24.79	128	398.3	30.5	28.5	145.6	350	0	0	0	0	23
80	-11.35	-33.85	-10	-9.93	-33.44	-10	1.48	-16.1	24.79	128	755.9	28.5	24.4	277.5	667.6	0	0	0	0	39.1
81	-9.93	-33.44	-10	-9.06	-33.17	-10	0.91	-16.69	24.79	128	458.1	24.4	21.7	169.7	406.4	0	0	0	0	21

82	-9.06	-33.17	-10	-8.24	-32.92	-10	0.86	-17.14	24.79	128	424.5	21.7	19.2	158.4	377.8	0	0	0	0	17.5
83	-8.24	-32.92	-10	-6.5	-32.36	-10	1.83	-17.8	24.79	128	885.5	19.2	13.6	334.4	792.6	0	0	0	0	30
84	-6.5	-32.36	-10	-6.24	-32.28	-10	0.27	-18.33	24.79	128	128.5	13.6	12.8	49	115.5	0	0	0	0	3.6
85	-6.24	-32.28	-10	-5.25	-31.94	-10	1.05	-18.66	24.79	128	496	12.8	9.4	190.3	447.5	0	0	0	0	11.7
86	-5.25	-31.94	-10	-4.28	-31.61	-10	1.02	-19.17	24.79	128	473.1	9.4	6.1	183.5	429.2	0	0	0	0	7.9
87	-4.28	-31.61	-10	-3.25	-31.24	-10	1.09	-19.7	24.79	128	495.5	6.1	2.4	194.3	452.1	0	0	0	0	4.6
88	-3.25	-31.24	-10	-2.26	-30.87	-10	1.06	-20.24	24.79	128	472.3	2.4	0	187.3	433	0	0	0	0	1.3
89	-2.26	-30.87	-10	-1.26	-30.49	-10	1.07	-20.77	24.79	128	463.9	0	0	185.7	425.7	0	0	0	0	0
90	-1.26	-30.49	-10	-0.47	-30.19	-10	0.85	-21.25	24.79	128	362	0	0	146	331.7	0	0	0	0	0
91	-0.47	-30.19	-10	-0.06	-30.02	-10	0.44	-21.57	24.79	128	184.5	0	0	74.8	168.8	0	0	0	0	0
92	-0.06	-30.02	-10	0	-30	-10	0.07	-21.69	24.79	128	27.6	0	0	11.2	25.2	0	0	0	0	0
93	0	-30	0	0.22	-29.91	0	0.24	-21.77	24.79	128	118.9	0	0	45.2	110	0	0	0	0	0
94	0.22	-29.91	0	0.48	-29.81	0.01	0.28	-21.9	24.79	128	165	0	0	59.7	153.8	0	0	0	0	0
95	0.48	-29.81	0.01	0.73	-29.7	0.07	0.27	-22.04	24.79	128	159.3	0	0	57.7	148.6	0	0	0	0	0
96	0.73	-29.7	0.07	1.11	-29.55	0.15	0.41	-22.2	24.79	128	238	0	0	86.3	221.8	0	0	0	0	0
97	1.11	-29.55	0.15	1.73	-29.29	0.15	0.67	-22.47	24.79	128	387.1	0	0	140.7	360.7	0	0	0	0	0
98	1.73	-29.29	0.15	2.73	-28.87	0.14	1.08	-22.91	24.79	128	617.2	0	0	225.2	574.9	0	0	0	0	0
99	2.73	-28.87	0.14	3.72	-28.44	0.13	1.09	-23.45	24.79	128	610.6	0	0	223.9	568.5	0	0	0	0	0
100	3.72	-28.44	0.13	4.72	-28	0.11	1.09	-23.99	24.79	128	603.7	0	0	222.5	561.7	0	0	0	0	0
101	4.72	-28	0.11	5.72	-27.54	0.1	1.1	-24.54	24.79	128	596.4	0	0	221	554.7	0	0	0	0	0
102	5.72	-27.54	0.1	6.72	-27.08	0.09	1.1	-25.09	24.79	128	589	0	0	219.5	547.5	0	0	0	0	0
103	6.72	-27.08	0.09	7.71	-26.6	0.08	1.11	-25.64	24.79	128	580.6	0	0	217.8	539.4	0	0	0	0	0
104	7.71	-26.6	0.08	9.01	-25.96	0.06	1.45	-26.27	24.79	128	740.8	0	0	280.3	687.7	0	0	0	0	0
105	9.01	-25.96	0.06	9.98	-25.47	0.01	1.09	-26.91	24.79	128	541.4	0	0	206.7	502.2	0	0	0	0	0
106	9.98	-25.47	0.01	10.42	-25.23	-0.02	0.5	-27.3	24.79	128	248	0	0	95.1	230	0	0	0	0	0
107	10.42	-25.23	-0.02	10.72	-25.08	-0.34	0.33	-27.51	24.79	128	161.1	0	0	62	149.4	0	0	0	0	0
108	10.72	-25.08	-0.34	11.47	-24.68	0.06	0.86	-27.8	24.79	128	415.9	0	0	160.4	385.6	0	0	0	0	0
109	11.47	-24.68	0.06	12.7	-24.02	1.42	1.39	-28.36	24.79	128	685.7	0	0	263.2	637.1	0	0	0	0	0
110	12.7	-24.02	1.42	13.53	-23.56	2.36	0.96	-28.95	24.79	128	482.1	0	0	183.8	449.3	0	0	0	0	0
111	13.53	-23.56	2.36	14.52	-23	3.02	1.13	-29.47	24.79	128	577.3	0	0	219.7	538.9	0	0	0	0	0
112	14.52	-23	3.02	14.69	-22.9	3.06	0.2	-29.8	24.79	128	99.5	0	0	37.9	92.9	0	0	0	0	0
113	14.69	-22.9	3.06	15.4	-22.5	3.19	0.82	-30.05	24.79	128	410.3	0	0	156.9	383.3	0	0	0	0	0

114	15.4	-22.5	3.19	16.68	-21.73	3.82	1.5	-30.63	24.79	128	742.2	0	0	285.4	693.6	0	0	0	0	0
115	16.68	-21.73	3.82	17.68	-21.13	4.31	1.17	-31.29	24.79	128	571.9	0	0	221	534.9	0	0	0	0	0
116	17.68	-21.13	4.31	18.68	-20.51	4.8	1.17	-31.88	24.79	128	569.1	0	0	221	532.8	0	0	0	0	0
117	18.68	-20.51	4.8	19.67	-19.87	5.29	1.18	-32.47	24.79	128	566	0	0	220.9	530.3	0	0	0	0	0
118	19.67	-19.87	5.29	20.67	-19.22	5.78	1.19	-33.06	24.79	128	562.6	0	0	220.7	527.6	0	0	0	0	0
119	20.67	-19.22	5.78	21.67	-18.56	6.27	1.2	-33.65	24.79	128	558.9	0	0	220.5	524.6	0	0	0	0	0
120	21.67	-18.56	6.27	22.67	-17.88	6.76	1.21	-34.25	24.79	128	554.8	0	0	220.3	521.2	0	0	0	0	0
121	22.67	-17.88	6.76	23.66	-17.19	7.25	1.21	-34.85	24.79	128	550.4	0	0	219.9	517.5	0	0	0	0	0
122	23.66	-17.19	7.25	24.66	-16.48	7.74	1.22	-35.46	24.79	128	545.6	0	0	219.6	513.5	0	0	0	0	0
123	24.66	-16.48	7.74	25.66	-15.75	8.23	1.23	-36.08	24.79	128	540.5	0	0	219.1	509.1	0	0	0	0	0
124	25.66	-15.75	8.23	26.65	-15.01	8.72	1.24	-36.69	24.79	128	535	0	0	218.6	504.3	0	0	0	0	0
125	26.65	-15.01	8.72	27.65	-14.25	9.2	1.25	-37.32	24.79	128	529.1	0	0	218	499.1	0	0	0	0	0
126	27.65	-14.25	9.2	28.65	-13.47	9.69	1.26	-37.94	24.79	128	522.8	0	0	217.3	493.6	0	0	0	0	0
127	28.65	-13.47	9.69	29.64	-12.68	10.18	1.28	-38.58	24.79	128	516.2	0	0	216.5	487.6	0	0	0	0	0
128	29.64	-12.68	10.18	30.64	-11.86	10.67	1.29	-39.22	24.79	128	509.1	0	0	215.7	481.1	0	0	0	0	0
129	30.64	-11.86	10.67	31.64	-11.03	11.16	1.3	-39.86	24.79	128	501.6	0	0	214.8	474.2	0	0	0	0	0
130	31.64	-11.03	11.16	32.63	-10.18	11.65	1.31	-40.51	24.79	128	493.7	0	0	213.8	466.8	0	0	0	0	0
131	32.63	-10.18	11.65	33.63	-9.31	12.14	1.32	-41.17	24.79	128	485.4	0	0	212.6	458.8	0	0	0	0	0
132	33.63	-9.31	12.14	34.63	-8.41	12.63	1.34	-41.83	24.79	128	476.6	0	0	211.4	450.4	0	0	0	0	0
133	34.63	-8.41	12.63	35.63	-7.5	13.12	1.35	-42.5	24.79	128	467.3	0	0	210.1	441.3	0	0	0	0	0
134	35.63	-7.5	13.12	36.62	-6.57	13.61	1.37	-43.18	24.79	128	457.6	0	0	208.7	431.6	0	0	0	0	0
135	36.62	-6.57	13.61	37.62	-5.61	14.1	1.38	-43.87	24.79	128	447.3	0	0	207.2	421.3	0	0	0	0	0
136	37.62	-5.61	14.1	38.62	-4.63	14.59	1.4	-44.56	24.79	128	436.5	0	0	205.5	410.3	0	0	0	0	0
137	38.62	-4.63	14.59	39.61	-3.62	15.08	1.42	-45.26	24.79	128	425.2	0	0	203.7	398.5	0	0	0	0	0
138	39.61	-3.62	15.08	40.61	-2.59	15.27	1.43	-45.97	24.79	64	352.1	0	0	143.4	358.3	0	0	0	0	0
139	40.61	-2.59	15.27	41.61	-1.53	15.27	1.45	-46.69	24.79	0	276.4	0	0	81.5	316.5	0	0	0	0	0
140	41.61	-1.53	15.27	42.6	-0.45	15.27	1.47	-47.42	24.79	0	259.3	0	0	77.1	299.4	0	0	0	0	0
141	42.6	-0.45	15.27	43.6	0.67	15.27	1.49	-48.16	24.79	0	241.8	0	0	72.5	281.5	0	0	0	0	0
142	43.6	0.67	15.27	44.6	1.81	15.27	1.52	-48.91	24.79	0	223.8	0	0	67.7	262.9	0	0	0	0	0
143	44.6	1.81	15.27	45.59	2.99	15.27	1.54	-49.68	24.79	0	205.3	0	0	62.7	243.4	0	0	0	0	0
144	45.59	2.99	15.27	46.59	4.19	15.27	1.57	-50.45	24.79	0	186.3	0	0	57.4	223	0	0	0	0	0
145	46.59	4.19	15.27	47.59	5.43	15.27	1.59	-51.24	24.79	0	166.8	0	0	51.9	201.7	0	0	0	0	0

146	47.59	5.43	15.27	48.59	6.71	15.27	1.62	-52.04	24.79	0	146.7	0	0	46.2	179.3	0	0	0	0	0
147	48.59	6.71	15.27	49.58	8.03	15.27	1.65	-52.85	24.79	0	126	0	0	40.1	155.7	0	0	0	0	0
148	49.58	8.03	15.27	50.58	9.38	15.27	1.68	-53.69	24.79	0	104.7	0	0	33.7	130.9	0	0	0	0	0
149	50.58	9.38	15.27	51.58	10.78	15.27	1.72	-54.53	24.79	0	82.7	0	0	27	104.7	0	0	0	0	0
150	51.58	10.78	15.27	52.57	12.23	15.27	1.76	-55.4	24.79	0	60	0	0	19.8	77	0	0	0	0	0
151	52.57	12.23	15.27	53.57	13.72	15.27	1.8	-56.28	24.79	0	36.6	0	0	12.2	47.6	0	0	0	0	0
152	53.57	13.72	15.27	54.57	15.27	15.27	1.84	-57.19	24.79	0	12.3	0	0	4.2	16.3	0	0	0	0	0

LEGEND

- x1 = Left x coordinate
- ZsL= Left slice bottom elevation
- ZtL= Left top elevation
- x2 = Right x coordinate
- ZsR= Right slice bottom elevation
- ZtR= Right top elevation
- DL = Slice base width
- an = Base angle
- Fr = Average friction angle at base
- c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)
- Wn = Total slice weight
- ubL= Water pressure at left bottom point
- ubR= Water pressure at right bottom point
- tBase= Base shear resistance
- Nr = Effective normal reaction 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