

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA

Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti
tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11
del Frizzone e di Lucca Est - 1° Stralcio

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

I PROGETTISTI:

Ing. Vincenzo Marzi
Ordine Ing. di Bari n. 3594

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri
Ordine Ing. di Roma n. A34610

Geol. Serena Majetta
Ordine Geologi del Lazio n. 928

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Achille Devitofranceschi

PROTOCOLLO

DATA

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

Relazione di calcolo fondazioni e opere provvisionali

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00VI01GETRE01_A.dwg			
L O 6 0 1 A	D	1 6 0 1	T 0 0 V I 0 1 G E T R E 0 1		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		SETT 2018			
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	SOFTWARE	2
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	2
5	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE	3
6	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	5
7	PALI DI FONDAZIONE - CRITERI DI VERIFICA	6
7.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE	6
7.2	RESISTENZA CARATTERISTICA (R_k) DI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI	8
7.3	RESISTENZA CARATTERISTICA ($R_{TR,D}$) DI PALI SOGGETTI A CARICHI TRASVERSALI	9
8	AZIONI DI CALCOLO IN FONDAZIONE	10
9	RISULTATI DELLE VERIFICHE	15
9.1	VERIFICHE A CARICO VERTICALE	15
9.2	VERIFICHE A CARICO ORIZZONTALE	24
10	CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI	31
10.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	31
10.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	31
10.3	CRITERI DI VERIFICA	31
10.4	OPERA DI SOSTEGNO - PARATIE	32
10.5	METODI DI ANALISI E DI CALCOLO	32
10.6	VERIFICHE STRUTTURALI	34
10.7	ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DELLA PARATIA : RISULTATI	34
10.7.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO	34
10.8	STATO LIMITE PER LE STRUTTURE	35
10.9	VERIFICHE GEOTECNICHE	38
	ALLEGATO A	39

1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto il dimensionamento e le verifiche geotecniche delle fondazioni del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla e le verifiche geotecniche relative alle opere provvisionali necessarie nelle fasi di costruzione delle fondazioni.

Le fondazioni delle spalle e delle pile del viadotto saranno del tipo profondo su pali. Tale tipologia è stata scelta in funzione dell'entità dei carichi agenti a livello di imposta delle fondazioni e della natura dei terreni presenti

Le verifiche geotecniche fanno riferimento a quanto contenuto nell'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" 20/02/2018 (NTC18 rif [1]).

Le verifiche strutturali dei pali e plinti che costituiscono le fondazione del viadotto, invece, sono contenute nella relazione di calcolo strutturale dell'opera a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- [1] Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);
- [2] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, "Approvazione delle Nuove Tecniche per le Costruzioni", G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario.
- [3] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [4] AGI Associazione Geotecnica Italiana (1984) - Raccomandazioni sui pali di fondazione.

3 SOFTWARE

Per il calcolo delle opere provvisionali è stato utilizzato il Software Paratie Plus 2012 (Produttore Ce.A.S.).

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

È previsto l'impiego dei seguenti materiali:

Fondazioni e pali

Calcestruzzo

Calcestruzzo C28/35:

classe di esposizione: XA1

Copriferro: 75mm

Acciaio per armature ordinarie:

Barre nervate tipo B450C

Opere provvisionali

Calcestruzzo paratia:

Calcestruzzo C25/30:

Acciaio da carpenteria per profilati tubolari (micropali):

Acciaio da carpenteria per profilati tubolari (micropali):

Profilati in acciaio tipo S 355 H

5 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE

Le fondazioni del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla saranno realizzate con pali trivellati le cui caratteristiche sono riportate in *Tabella 5-1*:

Elemento	Plinto		PALI		
	B [m]	L [m]	diam [mm]	lunghezza [m]	num. [-]
Spalla1	9.6	16.8	φ1200	40	15
Spalla2	9.6	16.8	φ1200	32	20
Pile	8.0	11.0	φ1000	28	12

Tabella 5-1 Caratteristiche fondazioni

Nelle figure seguenti viene riportata la pianta e la sezione delle fondazioni delle spalle e delle pile.

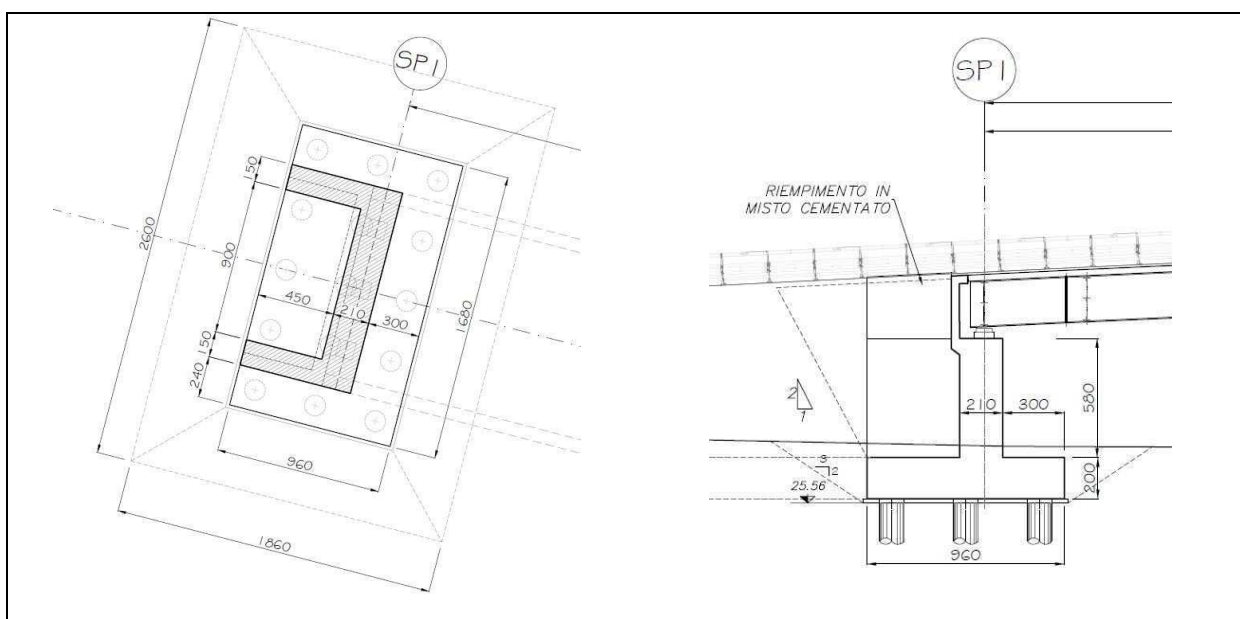


Figura 5-1: Spalla 1 - Pianta Fondazioni Sezione Fondazioni

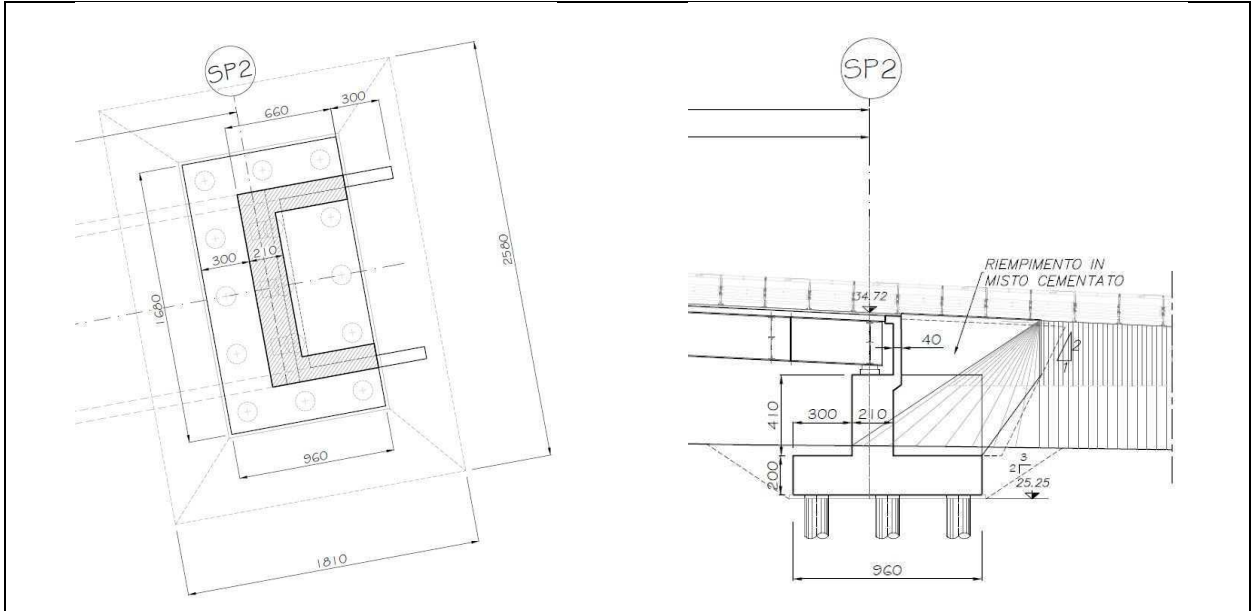


Figura 5-2: Spalla 2 – Pianta Fondazioni Sezione

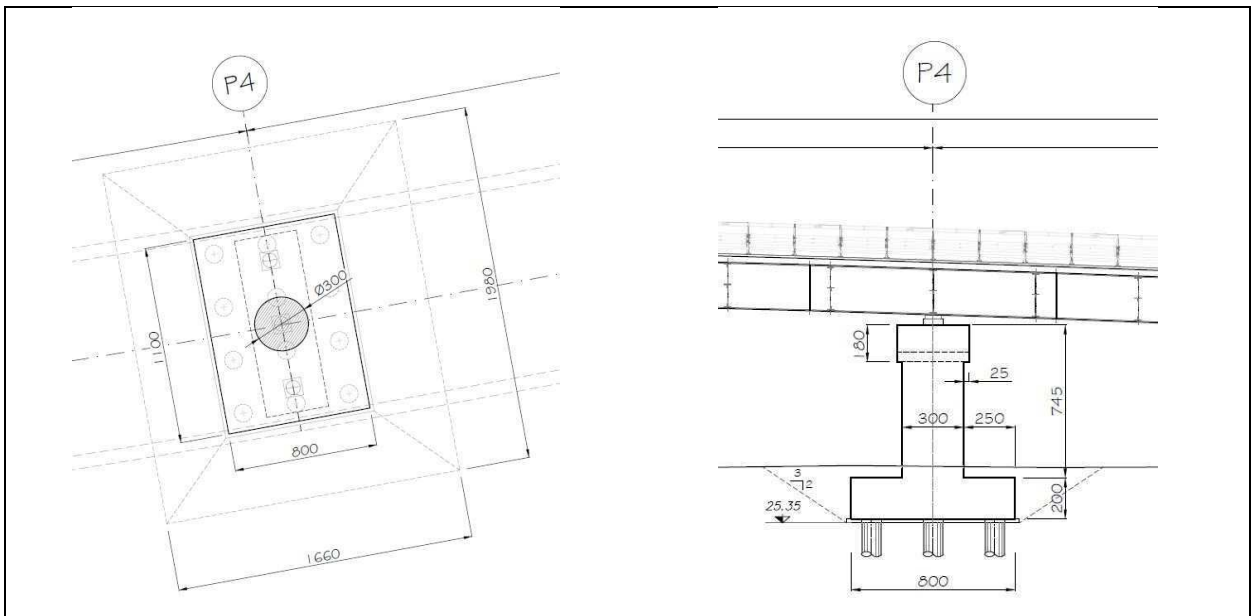


Figura 5-3: Pila4 – Pianta Fondazioni e Sezione

6 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Il modello geotecnico di calcolo delle fondazioni è stato redatto in base alle risultanze delle indagini geognostiche 2018 e delle indagini pregresse. Per una descrizione dettagliata delle indagini geotecniche eseguite e della loro interpretazione si rimanda alla "Relazione geotecnica generale" (Elab. T00GE00GETRE01A), nonché ai "Profili geotecnici" (Elabb. T00GE00GETFG01-02-03-04-05-06-07-08A). Nel seguito si riporta una breve sintesi dei parametri geotecnici di calcolo.

Spalla 1 (SP1)

Da [m]	a [m]	Formazione [-]	γ [KN/m ³]	c' [KPa]	ϕ [°]	C _u [KPa]	E MPa
0.0*	-10.6	GSL	19	0	34	-	20
-10.6	-32.5	A(1)	19	30	25	150	50
-35	-80	A(2)	19	30	25	200	50

*quota da testa palo (Testa pali -2.5 m da p.c)

Falda: -3.0m da p.c.

Tabella 6-1 Stratigrafia e parametri geotecnici Spalla 1(SP1)

Spalla 2 (SP2)

Da [m]	a [m]	Formazione [-]	γ [KN/m ³]	c' [KPa]	ϕ [°]	C _u [KPa]	E MPa
0.0*	-8.1	GSL	19	0	34	-	20
-8.1	-32.5	A(1)	19	30	25	150	50
-35	-80	A(2)	19	30	25	200	50

*quota da testa palo (Testa pali -2.5 m da p.c)

Falda: -3.0m da p.c.

Tabella 6-2 Stratigrafia e parametri geotecnici Spalla 2(SP2)

Pila 4 (P4)

Da [m]	a [m]	Formazione [-]	γ [KN/m ³]	c' [KPa]	ϕ [°]	C _u [KPa]	E MPa
0.0*	-8.2	GSL	19	0	34	-	20
-8.2	-32.5	A(1)	19	30	25	150	50
-35	-80	A(2)	19	30	25	200	50

*quota da testa palo (Testa pali -2.5 m da p.c)

Falda: -3.0m da p.c.

Tabella 6-3 Stratigrafia e parametri geotecnici Pila4(P4)

7 PALI DI FONDAZIONE - CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche contenute nel presente documento fanno riferimento a quanto descritto per i sistemi di fondazione nelle Norme tecniche delle costruzioni NTC2018 (Doc. Rif.[1]).

Le verifiche sono state condotte sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

7.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE

In accordo a quanto stabilito nelle suddette norme sono svolte le seguenti verifiche di sicurezza:

- Verifiche agli stati limite ultimi (SLU Condizioni statiche)
- Verifiche agli stati limite ultimi (SLU Condizioni sismiche)

Per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif}[1])$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, e R_d è il valore di progetto della resistenza.

Per quanto concerne le azioni di progetto E_d , tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche, quest'ultima relativamente a verifiche strutturali.

La verifica della condizione ($E_d \leq R_d$) deve essere effettuata impiegando le combinazioni di gruppi di coefficienti parziali.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni su pali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, accertando che la condizione 6.2.1 del Doc. Rif[1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- collasso per carico limite di sfilamento nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- stabilità globale;

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza dei pali;
- raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1 tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle [Tabella 7-1](#) e [Tabella 7-2](#) per le azioni e i parametri

geotecnici, e nella Tabella 7-3 per le resistenze globali (v.Tabb 6.2.I e 6.2.II e 6.8.I delle NTC18). Si fa presente che nel caso in esame, tale verifica può essere omessa in quanto la geometria del problema non rende possibili fenomeni di instabilità globale della fondazione.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II e 6.4.VI delle NTC18 (Doc. Rif.[1]).

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale γ_F (o γ_E)	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti G1	Favorevole	γ_{G1}	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.3	1.0
Permanenti G2 (*)	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.3

(*)Per i carichi permanenti G2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.1 delle NTC18 Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tabella 7-1 Coefficienti parziali sulle azioni

PARAMETRO	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	γ_{Cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.0	1.0

Tabella 7-2 Coefficienti parziali sulle caratteristiche meccaniche dei terreni

VERIFICA	Coefficiente parziale	(γ_R)
Punta	γ_b	1.35
Laterale in compressione	γ_s	1.15
Totale	γ_t	1.30
Laterale in trazione	$\gamma_{s;t}$	1.25

Tabella 7-3: Coefficienti parziali sulle resistenze per pali trivellati

Le verifiche di sicurezza in campo sismico devono contemplare le medesime verifiche definite in campo statico, in cui tuttavia i coefficienti sulle azioni sono posti pari ad uno (Par.7.11.1 del Doc. Rif [1]). In condizioni sismiche le fondazioni su pali devono essere verificate per gli stati limite ultimi SLV.

Le verifiche a carico limite consistono nel confronto tra le azioni (forza assiale e forza trasversale sul palo) e le corrispondenti resistenze, nel rispetto della condizione 6.2.1 Doc. Rif [1] e con le prescrizioni di cui al § 7.11.1 delle NTC18 (Doc. Rif [1]).

7.2 RESISTENZA CARATTERISTICA (R_k) DI PALI SOGGETTI A CARICHI ASSIALI

La resistenza caratteristica (R_k) del palo singolo è stata determinata da metodi di calcolo analitici a partire da valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Il valore caratteristico della resistenza a compressione e a trazione è ottenuto come:

$$R_k = \min \left\{ \frac{R_{MEDIA}}{\xi_3}; \frac{R_{MIN}}{\xi_4} \right\}$$

con: R_{MEDIA} e R_{MIN} le resistenze calcolate e i fattori di correlazione ξ in funzione del numero di verticali indagate.

Numero prove di indagine	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

Tabella 7-4: Fattori di correlazione ξ (vedi tab. 6.4.IV NTC18)

La resistenza di progetto R_d si ottiene applicando alla resistenza caratteristica R_k i coefficienti parziali γ_R indicati Tabella 7-3.

In seguito la resistenza di progetto R_d viene confrontata con le azioni assiali, di compressione o di trazione, provenienti dall'analisi della fondazione di pali al variare delle combinazioni di carico.

La portata limite (Q_{LIM}) del palo è stata calcolata con riferimento all'equazione:

$$Q_{LIM} = Q_{B,LIM} + Q_{L,LIM} = q_b \cdot A_B + \sum_i \pi \cdot D_{Si} \cdot \Delta H_i \cdot \tau_{LIM,i} \quad \text{compressione}$$

$$Q_{LIM} = W + Q_{L,LIM} = \gamma'_{cls} \left(\sum_i \Delta H_i \right) \cdot A_B + \sum_i \pi \cdot D_{Si} \cdot \Delta H_i \cdot \tau_{LIM,i} \quad \text{trazione}$$

con:

$Q_{B,LIM}$ = portata limite di base (nulla nel caso di verifiche a trazione);

$Q_{L,LIM}$ = portata limite laterale;

W = peso proprio del palo;

q_b = portata unitaria di base;

γ'_{cls} = peso di volume sommerso del calcestruzzo armato

A_B = area di base;

D_{Si} = diametro del concio i^{mo} di palo;

ΔH_i = altezza del concio i^{mo} di micropalo della zona iniettata;

$\tau_{LIM,i}$ = attrito laterale unitario limite del concio i^{mo} di palo.

7.3 RESISTENZA CARATTERISTICA ($R_{TR,D}$) DI PALI SOGGETTI A CARICHI TRASVERSALI

Per la determinazione del valore di progetto $R_{tr,d}$ della resistenza di pali soggetti a carichi trasversali valgono le indicazioni del §6.4.3.1.1 delle NTC18, applicando il coefficiente parziale γ_T della *Tabella 7-5*.

VERIFICA	Coefficiente parziale	(γ_T)
Carichi trasversali	γ_T	1.30

Tabella 7-5 Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

La resistenza alle azioni trasversali del palo è stata stimata con il metodo di Broms (Broms,1964). I possibili meccanismi di rottura per i pali impediti di ruotare in testa in terreni coesivi e incoerenti sono riportati in Figura 7-1. Il meccanismo di rottura reale è quello associato al carico limite minore.

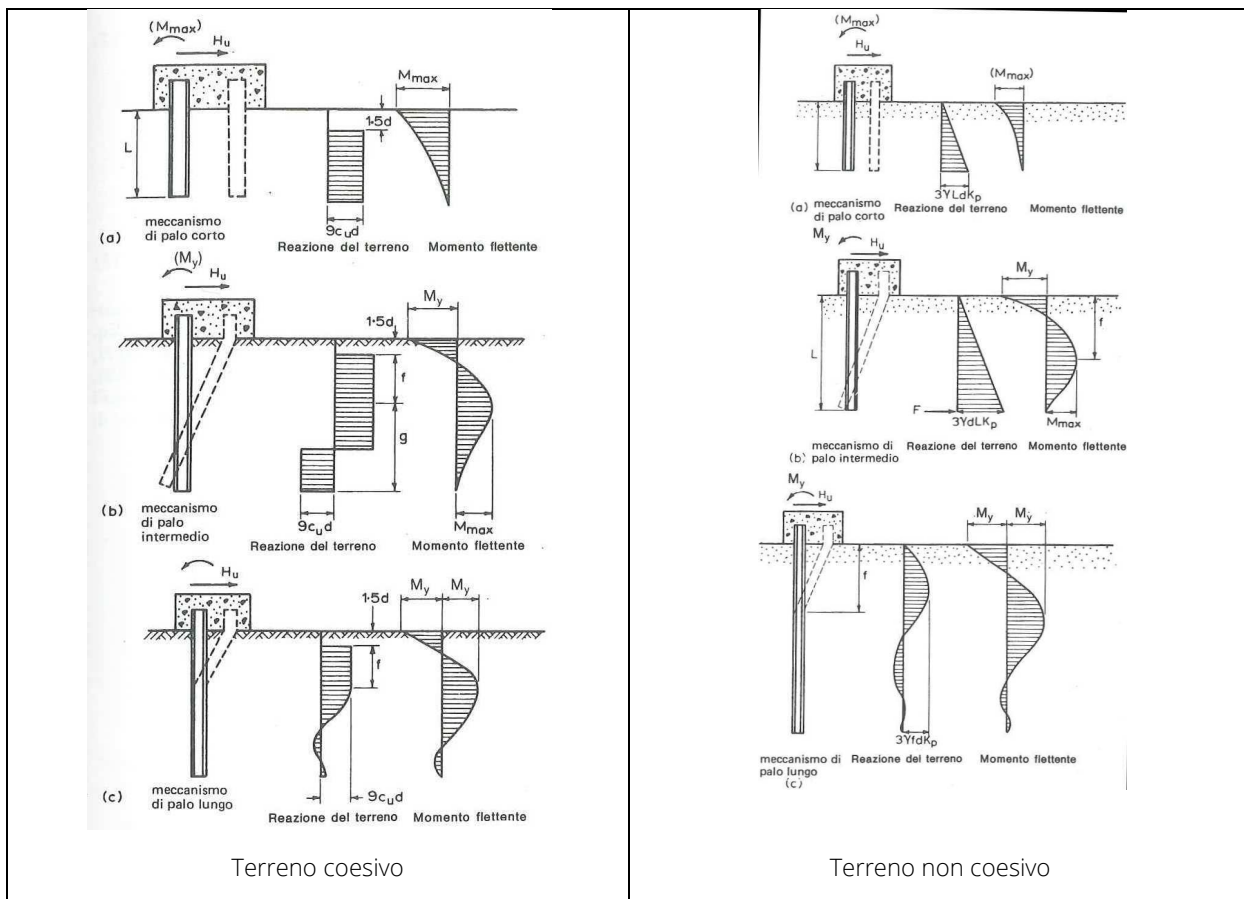


Figura 7-1: Meccanismo di rottura del palo soggetto a carichi orizzontali

8 AZIONI DI CALCOLO IN FONDAZIONE

Nel presente paragrafo sono riassunti i carichi di progetto in fondazione ottenute dalle analisi di calcolo strutturale, secondo le combinazioni prescritte dal D.M. 2018. Le sollecitazioni derivanti dalle analisi strutturali sono riportate nelle tabelle da 8-1 a 8-3, il sistema di riferimento è riportato in Figura 8-1.

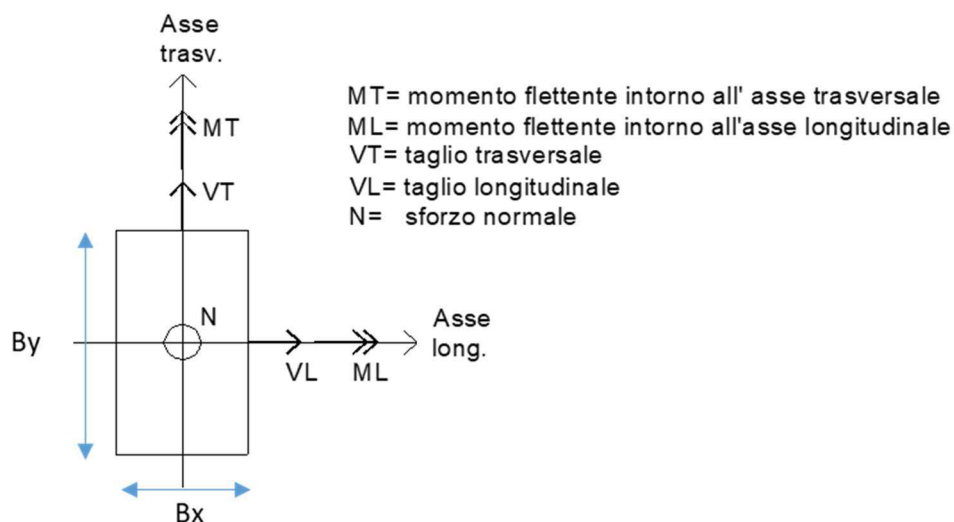


Figura 8-1 Sistema di riferimento calcolo strutturale

SPALLA 1					
COMBINAZIONE	N [kN]	VL [kN]	VT [kN]	ML [kNm]	M _T [kNm]
1	32024	7583	0	0	2792
2	33562	7756	87	3454	5599
3	33343	7756	87	4073	5402
4	35182	9250	87	3454	9098
5	33562	7583	145	3929	4176
6	33343	7583	145	4548	3979
7	34477	7583	87	5085	5000
8	34139	7583	87	6103	4696
9	27474	5605	0	3239	-3453
10	26844	7583	87	5085	12733
11	25929	9250	87	3454	20962
SL 1	26215	15080	1007	5536	50579
SL 2	21039	12783	1007	5536	44343
ST1	26215	8872	3358	18452	16684
ST2	21039	7324	3358	18452	14515

Tabella 8-1 Azioni di calcolo Spalla1

SPALLA 2					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
1	28177	5381	0	0	-3411
2	29715	5555	87	3306	-898
3	29496	5555	87	3926	-1095
4	31335	6781	87	3306	227
5	29715	5381	145	3682	-2026
6	29496	5381	145	4302	-2224
7	30631	5381	87	4937	-1202
8	30293	5381	87	5955	-1507
9	24107	4004	0	3239	-6726
10	23995	5381	87	4937	5229
11	23079	6781	87	3306	10789
SL 1	23054	11040	820	3772	27488
SL 2	18501	9416	820	3772	24622
ST1	23054	6396	2733	12573	6211
ST2	18501	5300	2733	12573	5753

Tabella 8-2: Azioni di calcolo Spalla2

PILA					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
SLU-G1	20316	0	0	0	0
SLU-E4	20316	0	306	5548	0
SLU-Q5 (+)	22676	0	510	13203	0
SLU-Q5 (-)	22676	0	-510	-5290	0
SLU -Q3	22676	174	306	9505	1883
SLU -Q4	20217	0	306	9505	0
SLU-Q1 Nmax	24798	0	306	12959	0
SLU-Q1 Max	23824	0	306	15678	0
SLU-Q5 (+)	22192	0	510	14504	0
SLU-Q5 (-)	22192	0	-510	-3990	0
SLU -Q3	22192	174	306	10805	1883
SLU -Q4	22192	0	306	10805	0
SLU-Q5 (+)	17622	0	-510	-1013	0
SLU-Q5 (+)	15001	0	510	13203	0
SLU-Q5 (-)	15001	0	-510	-5290	0

PILA					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
SLU -Q3	17622	174	306	13782	1883
SLU -Q3	15001	174	306	9505	1883
SLU -Q4	15001	0	306	9505	0
SLU -Q4	12641	0	306	5548	0
SLU-Q1 Nmax	17124	0	306	12959	0
SLU-Q1 Max	16150	0	306	15678	0
SLU-Q5 (+)	14517	0	510	14504	0
SLU-Q5 (-)	14517	0	-510	-3990	0
SLU -Q3	14517	174	306	10805	1883
SLU -Q4	14517	0	306	10805	0
SLV-L+	15138	766	229	2937	8308
SLV-L	14478	766	229	2937	8308
SLV-L	15138	766	-229	-2937	8308
SLV-L	14478	766	-229	-2937	8308
SLV-L	14478	-766	-229	-2937	-8308
SLV-L	15138	-766	229	2937	-8308
SLV-L	15138	-766	-229	-2937	-8308
SLV-L	14478	-766	229	2937	-8308
SLV-T	15138	230	762	9789	2492
SLV-T	14478	-230	762	9789	-2492
SLV-T	14478	230	762	9789	2492
SLV-T	15138	-230	762	9789	-2492
SLV-T	15138	230	-762	-9789	2492
SLV-T	14478	-230	-762	-9789	-2492
SLV-T	14478	230	-762	-9789	2492
SLV-T	15138	-230	-762	-9789	-2492
SLV-V	15908	230	229	2937	2492
SLV-V	15908	-230	-229	-2937	-2492
SLV-V	15908	230	-229	-2937	2492
SLV-V	15908	-230	229	2937	-2492
SLV-V	13708	230	229	2937	2492
SLV-V	13708	-230	-229	-2937	-2492
SLV-V	13708	230	-229	-2937	2492

PILA					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
SLV-V	13708	-230	229	2937	-2492

Tabella 8-3: Azioni di calcolo Pila4

Le azioni di calcolo sui pali sono ottenute sulla base delle sollecitazioni ad intradosso plinto. Alle azioni derivanti dalle sovrastrutture si aggiunge il momento d'incastro che nasce dalla condizione di vincolo tra plinto e testa palo che ne impedisce la rotazione.

La ripartizione è effettuata come segue:

- Forze verticali: la forza verticale agente su ciascun palo è determinata considerando una ripartizione rigida ad opera della platea di fondazione, si suppone quindi che una forza verticale si traduca in azioni assiali di compressione;
- Forze longitudinali e/o trasversali: si traducono in azioni taglianti alla testa dei pali.

Per maggior chiarezza viene riportato il criterio di calcolo applicato per risalire al massimo sforzo sul singolo palo (v. anche Figura 8-2):

$$Q_i = \frac{N}{n} + \frac{N e_x}{\sum_1^n x_i^2} x_i + \frac{N e_y}{\sum_1^n y_i^2} y_i$$

$$H_{long,i} = \frac{V_L}{n}$$

$$H_{trav,i} = \frac{V_T}{n}$$

Dove:

Q_i è il carico assiale sul singolo palo;

N è il carico verticale derivante dalle analisi strutturali;

e_x ed e_y rappresentano rispettivamente l'eccentricità del carico in direzione x ed y ;

n è il numero complessivo di pali;

V_L e V_T sono rispettivamente le azioni orizzontali in direzione longitudinale e trasversale.

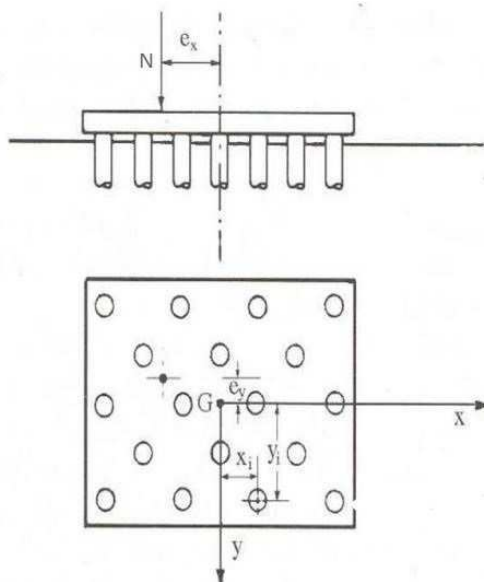


Figura 8-2. Schema di una palificata

Nella *Tabella 8-4* sono riportate le azioni sul singolo palo utilizzate per il dimensionamento geotecnico della fondazione. N_{max} , N_{min} e T_{max} rappresentano, nell'ordine, l'azione assiale massima, l'azione assiale minima (se negativa di trazione) e l'azione massima orizzontale agente sul singolo palo.

Le azioni assiali massime e minime e quelle orizzontali devono essere confrontate con i valori delle resistenze riportati al paragrafo delle verifiche (par. 9).

Per le verifiche strutturali del palo si rimanda alla relazione di calcolo strutturale allegata al progetto.

Elemento	Combinazione	N_{pmax} kN	N_{pmin} kN	T_{pmax} kN
SP1	4-STA (Nmax e Tmax)	3833	858	617
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	5236	-1741	1008
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	3024	1154	452
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	3840	-767	738
	13-SL2 (Nmin sis)	3251	-784	630
Pila 4	8-SLU-Q1 (Mmax)	2546	1424	26
	3-SLU-Q5 (Tmax)	2394	1385	43
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	1855	668	67

Tabella 8-4: Azioni di calcolo singolo palo

9 RISULTATI DELLE VERIFICHE

9.1 VERIFICHE A CARICO VERTICALE

Di seguito si riportano le schede di verifica per le Spalle e per la Pila più caricata del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla.

Tutte le verifiche sono soddisfatte essendo sempre rispettata la seguente disequaglianza $E_d < R_d$, con E_d ed R_d rispettivamente sollecitazione e resistenze di calcolo.

In tabella una sintesi dei risultati per le verifiche sotto carichi verticali.

Elemento	Combinazione	E_d kN	R_d kN	Stato Verifica
SP1	4-STA (Nmax e Tmax)	3833	6128	Soddisfatta
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	5236	5677	Soddisfatta
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	-1741	4041	Soddisfatta
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	3024	4281	Soddisfatta
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	3840	4166	Soddisfatta
	13-SL2 (Nmin sis)	-784	2923	Soddisfatta
Pila 4	7-SLU-Q1 (Mmax)	2546	2847	Soddisfatta
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	1855	2923	Soddisfatta


Tabella 9-1: Risultato delle verifiche

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

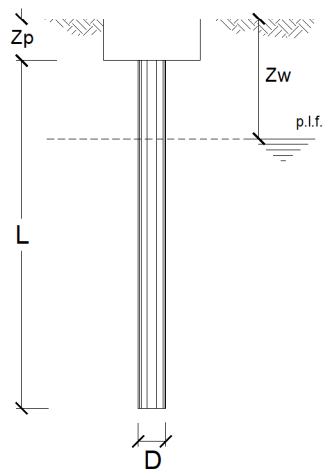
Analisi: CONDIZIONI STATICHE

OPERA: SPALLA1_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 3850 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 3  Lpalo = 40.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ _b	γ _s	γ _s traz	
			γ _G	γ _Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	I.A.	prog.
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C _{med} (kPa)	φ _{med} (°)	C _{u med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	24.40	A	19.00	30.0	25.0	
3	7.50	A	19.00	30.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.58	0.47		
0.58	0.47		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	8.10	GSL	806.2					806.2				
2	24.40	A	5825.0					5825.0				
3	7.50	A	2883.2	5.50	9.66	2560.3	2895.6	2883.2	5.50	9.66	2560.3	2895.6

CARICO ASSIALE AGENTE

$$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$$

$$N_d = 3850.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b, \text{cal med}} = 2895.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s, \text{cal med}} = 9514.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c, \text{cal med}} = 12410.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b, \text{cal min}} = 2895.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s, \text{cal min}} = 9514.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c, \text{cal min}} = 12410.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b, k} = \text{Min}(R_{b, \text{cal med}}/\xi_3 ; R_{b, \text{cal min}}/\xi_4) = 1703.3 \text{ (kN)}$$

$$R_{s, k} = \text{Min}(R_{s, \text{cal med}}/\xi_3 ; R_{s, \text{cal min}}/\xi_4) = 5596.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{c, k} = R_{b, k} + R_{s, k} = 7300.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$$R_{c, d} = R_{b, k}/\gamma_b + R_{s, k}/\gamma_s$$

$$R_{c, d} = 6128.4 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c, d} = 6128 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 3850 \text{ (kN)}$$

$$R_{c, d} > E_d \quad \text{Verifica Soddisfatta}$$

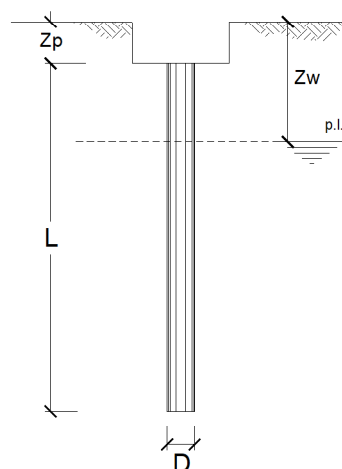
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE **OPERA:** SPALLA1_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 5236 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 3 $\frac{\Delta}{\nabla}$ Lpalo = 40.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$	
			γ_G	γ_Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C_{med} (kPa)	ϕ_{med} (°)	C_u_{med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	24.40	A	19.00			150.0
3	7.50	A	19.00			200.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.00	0.00		0.40
0.00	0.00		0.40

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Q _s (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _s (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	
1	8.10	GSL	806.2					806.2					
2	24.40	A	5519.1					5519.1					
3	7.50	A	2261.9	0.00	9.00	2607.5	2949.0	2261.9	0.00	9.00	2607.5	2949.0	

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$

$N_d = 5236.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal\ med} = 2949.0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal\ med} = 8587.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal\ med} = 11536.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal\ min} = 2949.0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal\ min} = 8587.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal\ min} = 11536.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_3 ; R_{b,cal\ min}/\xi_4) = 1734.7 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_3 ; R_{s,cal\ min}/\xi_4) = 5051.4 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 6786.1 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$

$R_{c,d} = 5677.5 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 5677 \text{ (kN)}$

$E_d = 5236 \text{ (kN)}$

$R_{c,d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

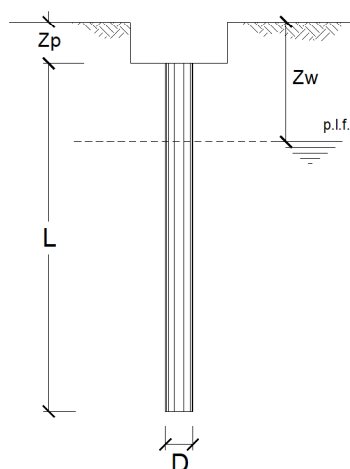
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE (trazione) **OPERA:** SPALLA1_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
 Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
 Carico Assiale Permanente (G): -1741 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
 Numero di strati 3 $\frac{\Delta}{\nabla}$ L_{palo} = 40.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$	
			γ_G	γ_Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_d	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C_{med} (kPa)	ϕ_{med} (°)	C_u_{med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	24.40	A	19.00			150.0
3	7.50	A	19.00			200.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.00	0.00		0.40
0.00	0.00		0.40

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Q _s (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _s (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	
1	8.10	GSL	806.2					806.2					
2	24.40	A	5519.1					5519.1					
3	7.50	A	2261.9	0.00	9.00	2607.5	2949.0	2261.9	0.00	9.00	2607.5	2949.0	

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$

$N_d = -1741.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal\ med} = .0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal\ med} = 8587.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal\ med} = 8587.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal\ min} = .0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal\ min} = 8587.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal\ min} = 8587.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_3 ; R_{b,cal\ min}/\xi_d) = .0 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_3 ; R_{s,cal\ min}/\xi_d) = 5051.4 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5051.4 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$

$R_{c,d} = 4041.1 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 4041 \text{ (kN)}$

$E_d = -1741 \text{ (kN)}$

$R_{c,d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

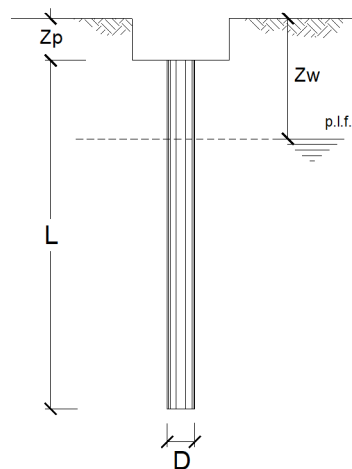
Analisi: CONDIZIONI STATICHE

OPERA: SPALLA2_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 3024 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{\Delta}{\square}$ Lpalo = 32.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C_{med} (kPa)	φ_{med} (°)	C_u_{med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	23.90	A	19.00	20.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.58	0.47		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	8.10	GSL	806.2					806.2				
2	23.90	A	5651.0	5.29	9.20	1985.5	2245.5	5651.0	5.29	9.20	1985.5	2245.5

CARICO ASSIALE AGENTE

$$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$$

$$N_d = 3024.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ med}} = 2245.5 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 6457.2 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 8702.7 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ min}} = 2245.5 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 6457.2 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 8702.7 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{b,cal \text{ min}}/\xi_4) = 1320.9 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 3798.4 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5119.3 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 4281.4 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 4281 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 3024 \text{ (kN)}$$


$R_{c,d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

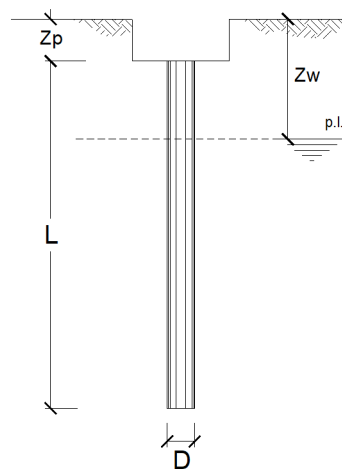
Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

OPERA: SPALLA2_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 3840 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2  Lpalo = 32.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ _b	γ _s	γ _{s traz}	
			γ _G	γ _Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A	prog.
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ _d	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C _{med} (kPa)	φ _{med} (°)	C _{u med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	23.90	A	19.00			150.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.00	0.00		0.40

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	
1	8.10	GSL	806.2					806.2					
2	23.90	A	5406.1	0.00	9.00	2005.5	2268.2	5406.1	0.00	9.00	2005.5	2268.2	

CARICO ASSIALE AGENTE

$$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$$

$$N_d = 3840.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,cal med} = 2268.2 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal med} = 6212.3 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal med} = 8480.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,cal min} = 2268.2 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal min} = 6212.3 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal min} = 8480.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_3 ; R_{b,cal min}/\xi_d) = 1334.2 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_3 ; R_{s,cal min}/\xi_d) = 3654.3 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 4988.5 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 4165.9 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 4166 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 3840 \text{ (kN)}$$


R_{c,d} > E_d Verifica Soddisfatta

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

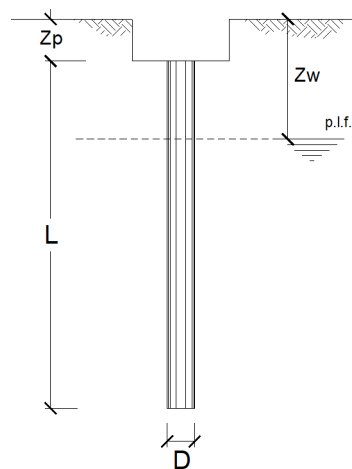
Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

OPERA: SPALLA2_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.20 (m) Area del Palo (Ap): 1.131 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): -784 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2  Lpalo = 32.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base			
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ _b	γ _s	γ _{s traz}	
			γ _G	γ _Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A	prog.
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C _{med} (kPa)	φ _{med} (°)	C _{u med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	23.90	A	19.00			150.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.00	0.00		0.40

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)					
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	
1	8.10	GSL	806.2					806.2					
2	23.90	A	5406.1	0.00	9.00	2005.5	2268.2	5406.1	0.00	9.00	2005.5	2268.2	

CARICO ASSIALE AGENTE

$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$

$N_d = -784.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal med} = .0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal med} = 6212.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal med} = 6212.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal min} = .0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal min} = 6212.3 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal min} = 6212.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_3 ; R_{b,cal min}/\xi_4) = .0 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_3 ; R_{s,cal min}/\xi_4) = 3654.3 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 3654.3 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$

$R_{c,d} = 2923.4 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 2923 \text{ (kN)}$

$E_d = -784 \text{ (kN)}$

$R_{c,d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

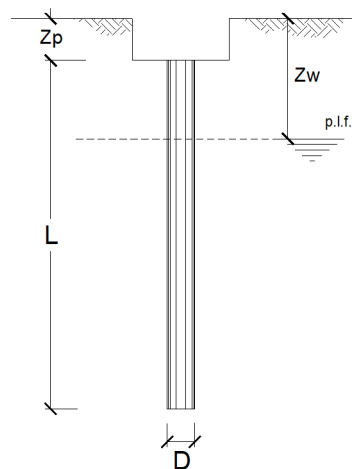
Analisi: CONDIZIONI STATICHE

OPERA: Pila4_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.00 (m) Area del Palo (Ap): 0.785 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 2546 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{1}{2}$ Lpalo = 28.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C _{med} (kPa)	ϕ _{med} (°)	C _u _{med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	19.90	A	19.00	30.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.58	0.47		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	8.10	GSL	671.8					671.8				
2	19.90	A	3618.1	5.34	9.32	1906.7	1497.5	3618.1	5.34	9.32	1906.7	1497.5

CARICO ASSIALE AGENTE

$$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$$

$$N_d = 2546.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b, \text{cal med}} = 1497.5 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s, \text{cal med}} = 4289.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c, \text{cal med}} = 5787.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b, \text{cal min}} = 1497.5 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s, \text{cal min}} = 4289.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c, \text{cal min}} = 5787.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b, k} = \text{Min}(R_{b, \text{cal med}}/\xi_3 ; R_{b, \text{cal min}}/\xi_4) = 880.9 \text{ (kN)}$$

$$R_{s, k} = \text{Min}(R_{s, \text{cal med}}/\xi_3 ; R_{s, \text{cal min}}/\xi_4) = 2523.5 \text{ (kN)}$$

$$R_{c, k} = R_{b, k} + R_{s, k} = 3404.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$$R_{c, d} = R_{b, k}/\gamma_b + R_{s, k}/\gamma_s$$

$$R_{c, d} = 2846.8 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c, d} = 2847 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 2546 \text{ (kN)}$$

$R_{c, d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI GRANDE DIAMETRO

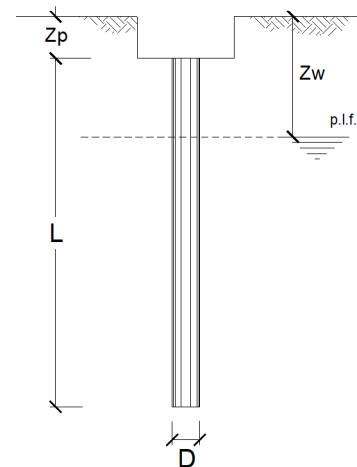
Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

OPERA: Pila4_VI01- Cavalcaferrovia Lucca-Aulla

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): 1.00 (m) Area del Palo (Ap): 0.785 (m²)
Quota testa Palo dal p.c. (z_p): 2.50 (m) Quota falda dal p.c. (z_w): 3.00 (m)
Carico Assiale Permanente (G): 1855 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{1}{2}$ Lpalo = 28.00 (m)

coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_b	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
			γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista	<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25	



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	C _{med} (kPa)	ϕ _{med} (°)	C _u _{med} (kPa)
1	8.10	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	19.90	A	19.00			150.0

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
0.44	0.67		
0.00	0.00		0.40

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RISULTATI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	media					minima (solo SLU)				
			Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{bm} (kN)
1	8.10	GSL	671.8					671.8				
2	19.90	A	3751.1	0.00	9.00	1929.5	1515.4	3751.1	0.00	9.00	1929.5	1515.4

CARICO ASSIALE AGENTE

$$N_d = N_g \cdot \gamma_g + N_q \cdot \gamma_q$$

$$N_d = 1855.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,\text{cal med}} = 1515.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,\text{cal med}} = 4422.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,\text{cal med}} = 5938.3 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,\text{cal min}} = 1515.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,\text{cal min}} = 4422.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,\text{cal min}} = 5938.3 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,\text{cal med}}/\xi_3 ; R_{b,\text{cal min}}/\xi_4) = 891.4 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,\text{cal med}}/\xi_3 ; R_{s,\text{cal min}}/\xi_4) = 2601.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 3493.1 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

$$R_{c,d} = R_{b,k}/\gamma_b + R_{s,k}/\gamma_s$$

$$R_{c,d} = 2922.7 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 2923 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 1855 \text{ (kN)}$$

$R_{c,d} > E_d$ Verifica Soddisfatta

9.2 VERIFICHE A CARICO ORIZZONTALE

Di seguito si riportano le schede di verifica per le sollecitazioni orizzontali delle Spalle e della Pila più caricata del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla.

Tutte le verifiche sono soddisfatte essendo sempre rispettata la seguente diseuguaglianza $E_d < R_d$, con H_d ed R_d rispettivamente sollecitazione e resistenze di calcolo.

Le verifiche a carico orizzontale sono state svolte con il metodo di Broms. Per l'armatura dei pali è stata considerata un'incidenza media di circa 150 kg/mc per i pali $\phi 1200$ mm e 130 kg/mc per i pali $\phi 1000$ mm.

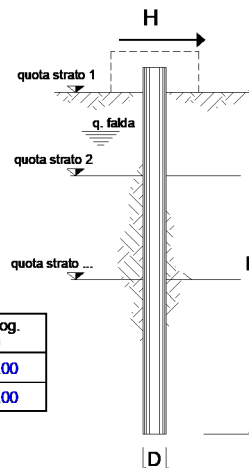
In tabella una sintesi dei risultati per le verifiche sotto carichi orizzontali.

Elemento	Combinazione	E_d kN	R_d kN	Stato Verifica
SP1	4-STA (Nmax e Tmax)	617	932	Soddisfatta
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	1008	1039	Soddisfatta
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	452	932	Soddisfatta
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	738	925	Soddisfatta
Pila 4	7-SLU-Q1 (Mmax)	26	546	Soddisfatta
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	43	710	Soddisfatta

Tabella 9-2: Risultato delle verifiche

opera **SP1_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni statiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ϕ	γ_{cu}	γ_T
SU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **40.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3195.65** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo
Palo lungo	2044.0 (kN)		2044.0 (kN)
Palo intermedio	21158.2 (kN)		21158.2 (kN)
Palo corto	75645.7 (kN)		75645.7 (kN)

H_{med} 2044.0 (kN) Palo lungo H_{min} 2044.0 (kN) Palo lungo

$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$ **1202.37 (kN)**

$H_d = H_k \cdot \gamma_T$ **924.90 (kN)**

Carico Assiale Permanente (G): G = **617 (kN)**

Carico Assiale variabile (Q): Q = **0 (kN)**

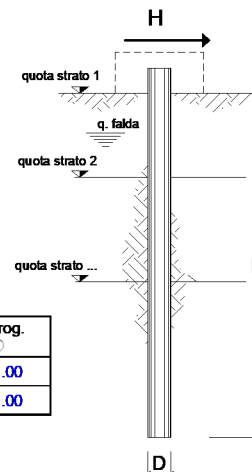
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 617.00 (kN)$

$FS = H_d / F_d = 1.50$

opera **SP1_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni sismiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
S.L.U.	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		35	3.69	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10		1.00	200		1.00	200
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **40.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3837.14** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

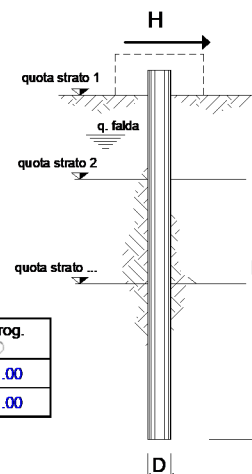
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2295.3 (kN)		2329.7 (kN)	
Palo intermedio	20778.5 (kN)		20964.5 (kN)	
Palo corto	60776.3 (kN)		60994.7 (kN)	
H_{med}	2295.3 (kN)	Palo lungo	H_{min} 2329.7 (kN)	Palo lungo
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			1350.18 (kN)	
H_d = H_kγ_T			1038.60 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =		1008 (kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		0 (kN)	
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =			1008.00 (kN)	
FS = H_d / F_d =			1.03	

opera **SP2_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni statiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **32.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3195.65** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

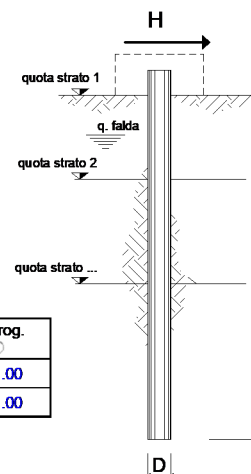
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	2044.0 (kN)		2044.0 (kN)	
Palo intermedio	14175.8 (kN)		14175.8 (kN)	
Palo corto	49461.2 (kN)		49461.2 (kN)	
H_{med}	2044.0 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2044.0 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			1202.37	(kN)
H_d = H_k·γ_T			924.90	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =		452	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		0	(kN)
F_d = G·γ_G + Q·γ_Q =			452.00	(kN)
FS = H_d / F_d =			2.05	

opera **SP2_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni sismiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
S.U.	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10		1.00	200		1.00	200
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **32.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3195.65** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

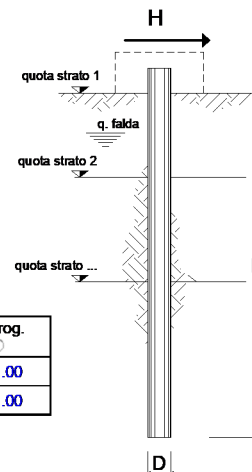
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctr+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	2044.0 (kN)		2044.0 (kN)	
Palo intermedio	14719.7 (kN)		14719.7 (kN)	
Palo corto	43766.3 (kN)		43766.3 (kN)	
H_{med}	2044.0 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2044.0 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			1202.37	(kN)
H_d = H_k·γ_T			924.90	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =		738	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		0	(kN)
F_d = G·γ_G + Q·γ_Q =			738.00	(kN)
FS = H_d / F_d =			1.25	

opera **P4_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni statiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8			<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.00** (m)
 Lunghezza del palo L **28.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **1548.56** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

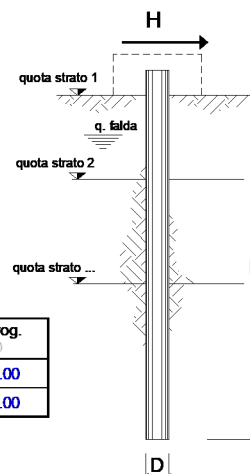
palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1206.7	(kN)	1206.7	(kN)
Palo intermedio	9328.3	(kN)	9328.3	(kN)
Palo corto	32081.5	(kN)	32081.5	(kN)
H_{med}	1206.7	(kN)	H_{min}	1206.7 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			709.81	(kN)
H_d = H_k·γ_T			546.01	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	26		(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0		(kN)
F_d = G·γ_G + Q·γ_Q =		26.00		(kN)
FS = H_d / F_d =		21.00		

opera **P4_Cavalcaferrovia Lucca-Aulla (condizioni sismiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_φ	γ_{cu}	γ_T
S.U.	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DMB8		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	GSL	100.00	19	10	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	A(1)	91.90	19	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	67.50	19	10		1.00	200		1.00	200
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **99** (m)
 Diametro del palo D **1.00** (m)
 Lunghezza del palo L **28.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **1548.56** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	1206.7	(kN)	1206.7	(kN)
Palo intermedio	10133.4	(kN)	10133.4	(kN)
Palo corto	31071.9	(kN)	31071.9	(kN)
H_{med}	1206.7	(kN)	H_{min}	1206.7 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			709.81	(kN)
H_d = H_k / γ_T			546.01	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	43	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		43.00	(kN)	
FS = H_d / F_d =		12.70		

10 CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

Di seguito si affrontano le problematiche progettuali connesse al dimensionamento ed alla verifica delle opere di sostegno provvisionali, necessarie l'apertura in sicurezza degli scavi relativi all'esecuzione delle strutture di fondazione delle pile P2 e P3 del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla e la sicurezza del rilevato ferroviario.

10.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Per l'apertura in sicurezza degli scavi, per l'esecuzione delle strutture di fondazione delle pile P1 e P2 del Cavalcaferrovia Lucca-Aulla, è necessaria la realizzazione di un'opera di presidio provvisoria costituita da una paratia di micropali di diametro di perforazione pari a 240 mm, armatura con tubi in acciaio di diametro $\varnothing 177.8$ mm (spessore 8 mm) posti ad interasse di 30 cm e di lunghezza totale pari a 8 m; la massima altezza di scavo è pari a 2.80 m. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati al presente progetto.

In considerazione del carattere provvisorio dell'opera, non vengono prese in conto condizioni di calcolo sismiche. Il calcolo è stato svolto con l'ausilio del codice di calcolo automatico PARATIE Plus 2012.

10.2 PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Di seguito si riportano i parametri fisici e meccanici impiegati nelle analisi per i dimensionamenti e le verifiche delle strutture di sostegno.

Unità geotecnica	c'	φ'	c_u	γ	E'
-	[kPa]	[°]	[kPa]	kN/m ³	[MPa]
GSL	0	34	-	19	20
A	30	25	150	19	50

10.3 CRITERI DI VERIFICA

Tutte le analisi sono state effettuate con riferimento alle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle costruzioni del 20/02/2018 (NTC).

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) consistono, in generale, nel verificare il rispetto della condizione:

$$E_d < R_d$$

dove con E_d si indica il valore di progetto delle azioni, o degli effetti delle azioni, e con R_d il valore di progetto delle resistenze.

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

10.4 OPERA DI SOSTEGNO – PARATIE

Secondo le norme NTC2018, le opere di sostegno devono essere verificate nei confronti sia dello stato limite ultimo (SLU), sia dello stato limite di esercizio (SLE).

Le verifiche allo stato limite ultimo di tipo strutturale (STR) e geotecnico (GEO) delle opere di sostegno si eseguono in accordo al primo approccio previsto dalle NTC 2018, in cui sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti, conducendo separatamente 2 distinte analisi:

STR) A1 + M1 + R1

GEO) A2 + M2 + R1

La verifica della capacità strutturale delle opere è stata condotta considerando le massime sollecitazioni derivanti dalle combinazioni STR e GEO.

Nell'ambito delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE), sono stati valutati i campi di spostamento e de-formazione indotti dalla realizzazione delle opere.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno viene effettuata secondo la combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'approccio 1.

10.5 METODI DI ANALISI E DI CALCOLO

Il calcolo tenso-deformativo delle paratie viene effettuato tramite modelli che simulano l'interazione tra terreno e struttura di sostegno e sono implementati con il codice di calcolo *Paratie Plus 2012 CeAS*. Il codice di calcolo permette di valutare l'evoluzione tenso-deformativa delle varie fasi di realizzazione dell'opera e che si basa sulle seguenti ipotesi:

- stato di deformazioni piane (paratia di lunghezza infinita);
- terreno modellato come una serie di molle con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico con criterio di rottura Mohr-Coulomb;
- struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici;
- ancoraggi modellati per mezzo di molle di opportuna rigidità;
- eventuali sovraccarichi a monte e a valle della paratia trasformati in spinte sul paramento in accordo a quanto previsto dalla teoria di elasticità.

I coefficienti di spinta attiva e passiva, k_a e k_p rispettivamente, dipendono dall'angolo di resistenza al taglio, dall'angolo di attrito δ fra terreno e struttura nonché dall'inclinazione del terreno a monte. Il programma impiega le formule di *Coulomb* per il calcolo del k_a e un algoritmo riportato nell' Eurocodice 7 che fornisce valori paragonabili a quelli di *Caquot* e *Kerisel* per il calcolo del k_p .

Nella valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva, l'angolo d'attrito considerato tra paratia e terreno è assunto pari a $\frac{1}{2} \varphi'$.

I parametri di deformabilità del terreno 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 a 1,6 volte il modulo vergine.

Per le verifiche di stabilità globale è stato utilizzato il codice all'equilibrio limite GEOSLOPE. Il programma GEOSLOPE utilizza vari metodi di analisi ad equilibrio limite: *Bishop, Jambu, Fellenius, Morgenstern e Price*, ecc.

Nelle tabelle successive si riportano le fasi di calcolo schematizzate nelle analisi numeriche.

Fasi	Descrizione
1	Condizioni litostatiche ante-operam
2	Realizzazione della paratia di micropali
3	Scavo di sbancamento fino alla profondità di -1.00 m
4	Scavo di sbancamento fino fondo scavo -2.00 m
5	Scavo di sbancamento fino fondo scavo -2.70 m
6	Applicazione carico ferroviario 40 kPa

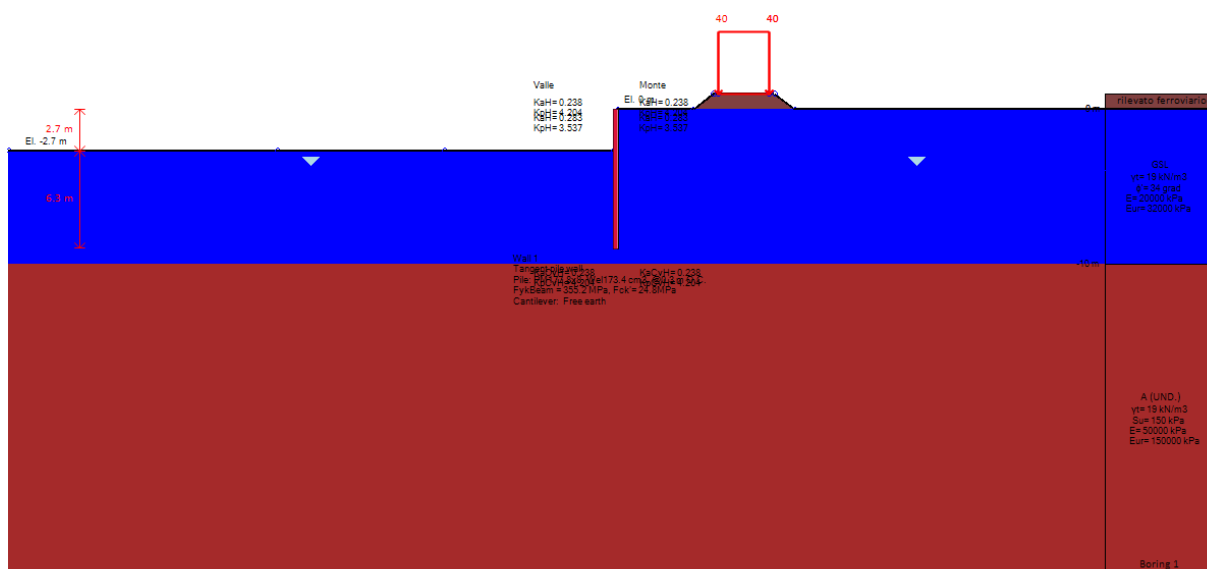


Figura 10-1 – Modello di calcolo

10.6 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche sono state condotte, sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, secondo il metodo semiprobabilistico dello stato limite ultimo.

A favore di sicurezza, le verifiche statiche sono eseguite trascurando il contributo della miscela cementizia di riempimento della perforazione del micropalo. Le sollecitazioni di uscita del codice di calcolo per le paratie sono fornite per unità di sviluppo per cui, nelle verifiche tensionali, è necessario moltiplicare tali sollecitazioni per l'interasse dei micropali.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento alla seguente espressione (NTC2018, §4.2.4.1.2):

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed} \sigma_{x,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

dove: $\sigma_{x,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura; $\sigma_{z,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura (nel caso in esame $\sigma_{z,Ed} = 0$); τ_{Ed} è il valore di calcolo della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura. Nel caso in oggetto si ha inoltre che il coeff. di sicurezza è $\gamma_{M0} = 1,05$.

10.7 ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DELLA PARATIA : RISULTATI

Nell' allegato A sono riportati i risultati integrali dell'analisi condotte con il programma di calcolo, corredati d'informazioni numeriche e diagrammi. Di seguito sono riportati, per le combinazioni 1 e 2, le verifiche degli elementi strutturali.

10.7.1 STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Nella tabella che segue, con riferimento alle sezioni di calcolo analizzate e alla combinazione SLE (rara), si riportano gli spostamenti massimi della paratia.

Combinazione	Quota da t.p. [m]	Fase di calcolo n°	Spostamento Max [cm]
RARA	0.00	6	3.39

Tabella 10-1 spostamenti della paratia

10.8 STATO LIMITE PER LE STRUTTURE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali della paratia per le combinazioni 1 e 2 dell'approccio 1.

Comb.	Quota da t.p. [m]	Mmax [kNm/m]	T [kN/m]	Mpalo [kNm/palo]	Tpalo [kN/palo]	σ_{ideale} [MPa]	σ_{ideale}/f_{yd} [-]	Verifica
A1+M1+R1	-3.80	46.74	28.56	14.02	8.57	60.8	0.18	✓
A2+M2+R1	-4.20	56.5	29.39	16.95	8.82	73.34	0.217	✓

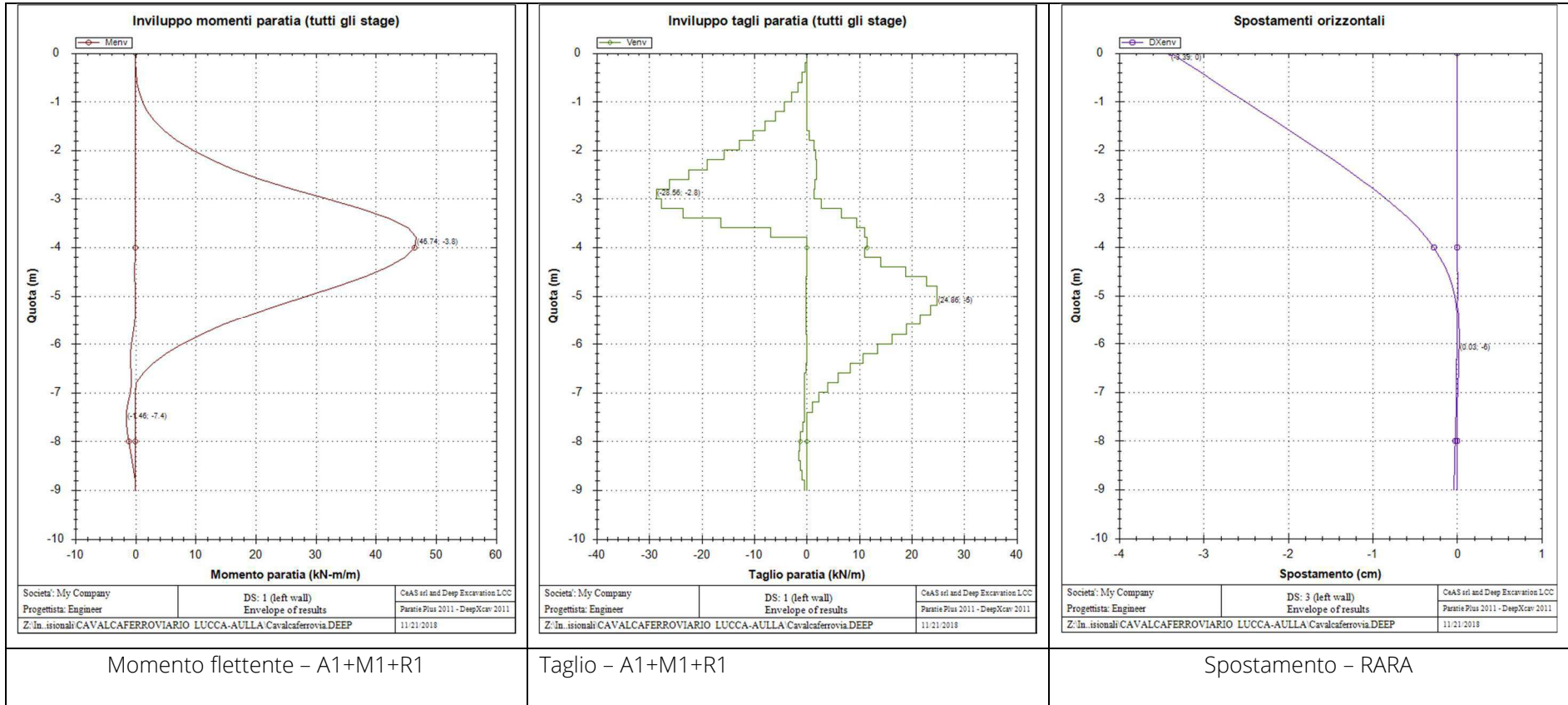
Tabella 10-2 Valori delle sollecitazioni massime e verifiche strutturali nella struttura della paratia

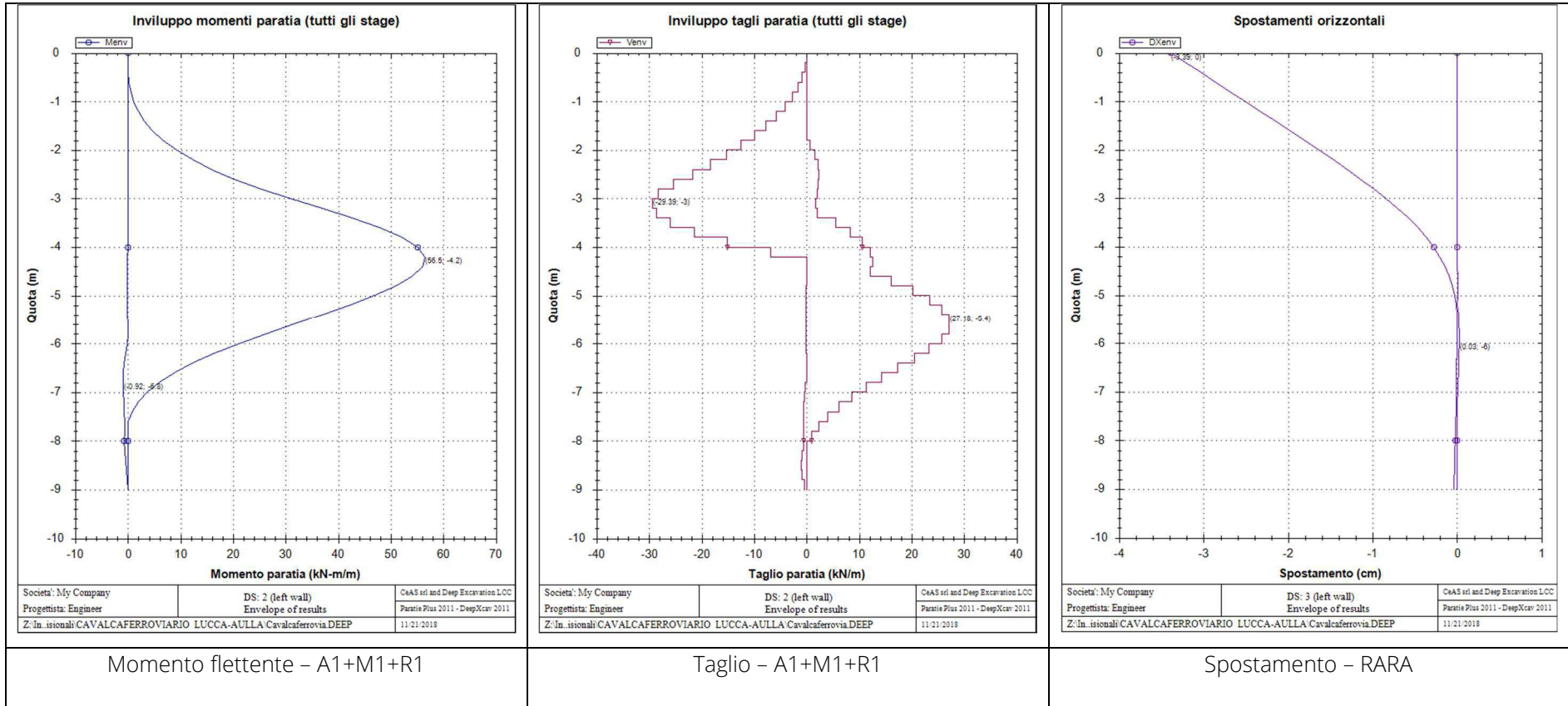
dove:

M_{max} momento flettente (positivo fibre tese lato scavo)

T sforzo di taglio massimo

Nelle figure seguenti sono riportati i diagrammi del momento flettente, delle azioni di taglio e degli spostamenti agenti sulla paratia di micropali (le azioni sono espresse per metro lineare).

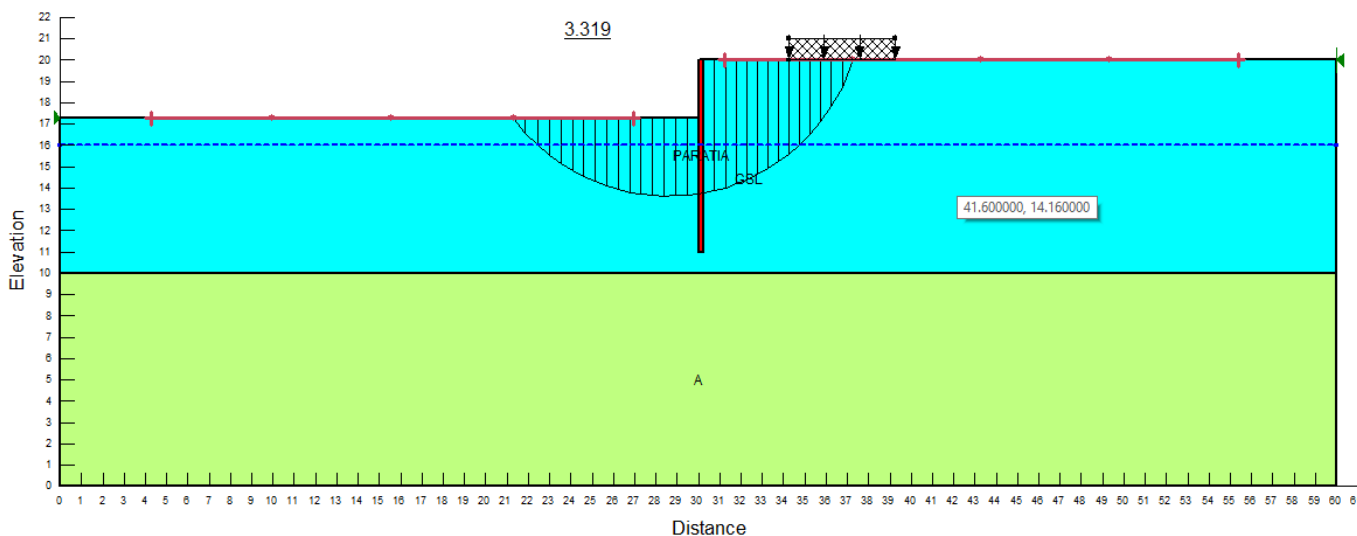




10.9 VERIFICHE GEOTECNICHE

Per le opere di sostegno la normativa prevede che la verifica allo stato limite ultimo della stabilità globale dell'insieme opera di sostegno-terreno in condizioni statiche e sismiche sia effettuata secondo l'approccio 1 combinazione 2: (A2+M2+R2). Nella tabella seguente si riportano i risultati dei fattori di stabilità globale (metodo di Bishop semplificato) per la sezione analizzata.

Combinazione	Condizione statiche : Fattore di sicurezza minimo ($\gamma_R \geq 1,1$)
A2+M2+R22	3.319



ALLEGATO A

Paratie Plus 2012

Ce.A.S. , Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10, 20129
Milano.www.ceas.it.DeepExcavation LLC, Astoria, New
York.www.deepexcavation.com.UN PROGRAMMA NONLINEARE AD
ELEMENTI FINITI PER L' ANALISI DI STRUTTURE DI SOSTEGNO
FLESSIBILI

Progetto: My Project

Società: My Company
Preparato dall'Ing. Engineer
Numero File: 1
Ora: 11/21/2018 12:30:49 PM

File: Z:\Ingeos\PROGETTI\LO601A (Tangenziale di Lucca)\Geotecnica\LAVORAZIONE\08_Opere
provvisionali\CAVALCAFERROVIARIO LUCCA-AULLA\Cavalcaferrovia.DEEP

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Sommario per ogni Approccio di Progetto

Base model	Momento paratia	Taglio paratia	Spostamento X paratia	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica infissione	Esito calcolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN/m)	(TSF)	(FS)	
Base model	35.8	21.89	3.39	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.52	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	46.74	28.56	3.41	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.032	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	56.5	29.39	6.49	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.703	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	35.8	21.89	3.39	Nessun vincolo	Nessun vincolo	2.52	Risolto con successo

Sommario esteso a tutti gli Approcci di Progetto

	Esito calcolo	Spostamento X paratia	Cedimento Z terreno	Momento paratia	Momento paratia
		(cm)	(cm)	(kN-m/m)	(kN-m)
Base model	Risolto con successo	3.39	1.67	35.8	10.74
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo	3.41	1.68	46.74	14.02
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo	6.49	3.48	56.5	16.95
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo	3.39	1.67	35.8	10.74

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	21.89	6.57	0.138	0.138	0.012	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	28.56	8.57	0.18	0.18	0.016	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	29.39	8.82	0.217	0.217	0.017	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	21.89	6.57	0.138	0.138	0.012	N/A

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo	Nessun vincolo

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Base model	3.735	4.254	2.922	2.52	N/A	3.427	1.318
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	3.735	3.218	2.195	2.032	N/A	3.416	1.314
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.988	2.636	1.822	1.703	N/A	2.528	1.114
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	3.735	4.254	2.922	2.52	N/A	3.427	1.318

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Base model	2.394	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1.657	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1.657	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	2.394	N/A	N/A

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
TSF Momento	0.217	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Wall Moment (kN-m/m)	56.497	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Momento (kN-m)	16.949	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Momento resistente (kN-m/m)	260.285	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	5: carico ferroviario	1: Wall 1	19
Taglio (kN/m)	29.387	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	15
Taglio (kN)	8.816	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	15
TSF taglio	0.017	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	15
Taglio resistente (kN/m)	1768.722	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	5: carico ferroviario	1: Wall 1	14
Spostamenti (cm)	6.49	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	3.48	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	0
FS infissione (eq. limite)	2.636	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	5
FS rotazione (eq. limite)	1.822	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	5
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	1.703	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	5
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	2.528	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2:	5: carico ferroviario	1: Wall 1	5

		A2+M2+R1			
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	3.7	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	5

Risultati vincoli ed elementi strutturali

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili	Risultati non disponibili

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	16.949	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Momento +M (kN-m)	16.949	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Momento -M (kN-m)	-0.438	1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	19
TSF Momento	0.217	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	21
Momento resistente (kN-m/m)	260.285	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	5: carico ferroviario	1: Wall 1	19
Taglio (kN)	8.816	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	15
TSF taglio	0.017	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5: carico ferroviario	1: Wall 1	15
Taglio resistente (kN/m)	1768.722	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	5: carico ferroviario	1: Wall 1	14

Momento massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Momento fase1 (kN-m/m)	0	0	0	0
Momento fase2 (kN-m/m)	2.02	2.62	3.15	2.02
Momento fase3 (kN-m/m)	14.75	19.17	22.36	14.75
Momento fase4 (kN-m/m)	34.86	45.32	54.19	34.86
Momento fase5 (kN-m/m)	35.8	46.74	56.5	35.8

Taglio massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3
V stg1 (kN/m)	0	0	0	0
V stg2 (kN/m)	-3.23	-4.2	-4.07	-3.23
V stg3 (kN/m)	-11.89	-15.46	-15.83	-11.89
V stg4 (kN/m)	-21.42	-27.85	-28.49	-21.42
V stg5 (kN/m)	-21.89	-28.56	-29.39	-21.89

Massima reazione vincolare

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3

Rmax Fase 1 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 2 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 3 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 4 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A
Rmax Fase 5 (kN/m)	N/A	N/A	N/A	N/A

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

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 Fbu (MPa)	Ultimate Tensile Strength FtU (MPa)	Ultimate Shear Strength Fvu (MPa)	Density g (kN/m3)	Elastic E (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

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
rilevato ferroviario	21	21	38	0	N/A	N/A	N/A	100000	160000	0.24	4.2	N/A	N/A	True	Linear	
GSL	19	19	34	0	N/A	N/A	N/A	20000	32000	0.28	3.54	N/A	N/A	True	Linear	
A	19	19	25	30	150	27.51	38	50000	150000	0.37	2.72	0.33	0.33	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m3)	PL (MPa)
rilevato ferroviario	0.35	-	-	0.384	0.8	-	-	0	0	0	-
GSL	0.35	-	-	0.441	0.8	-	-	0	0	0	-
A	0.35	0	0	0.384	0.8	-	-	0	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 rigidzza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato
 Soil type=nome del terreno
 OCR=rapporto di sovraconsolidazione
 KO=coefficiente di spinta a riposo
 Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
1	rilevato ferroviario	1	0.38
0	GSL	1	0.44
-10	A	1	0.38

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

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 Srrength Fbu	Ultimate Tensile Strength FtU	Ultimate Shear Strength Fvu	Density g	Elastic E
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(kN/m3)	(MPa)

Construction Timber	11	9.7	5.5	7.8576	6900
Regular grade	6.9	6.9	4.1	7.8576	5520

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

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

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g =peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale

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

Elastic E=modulo elastico

Density g =peso specifico

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

STEEL REBAR

Name=nome materiale

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

Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno

Name=nome materiale

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

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

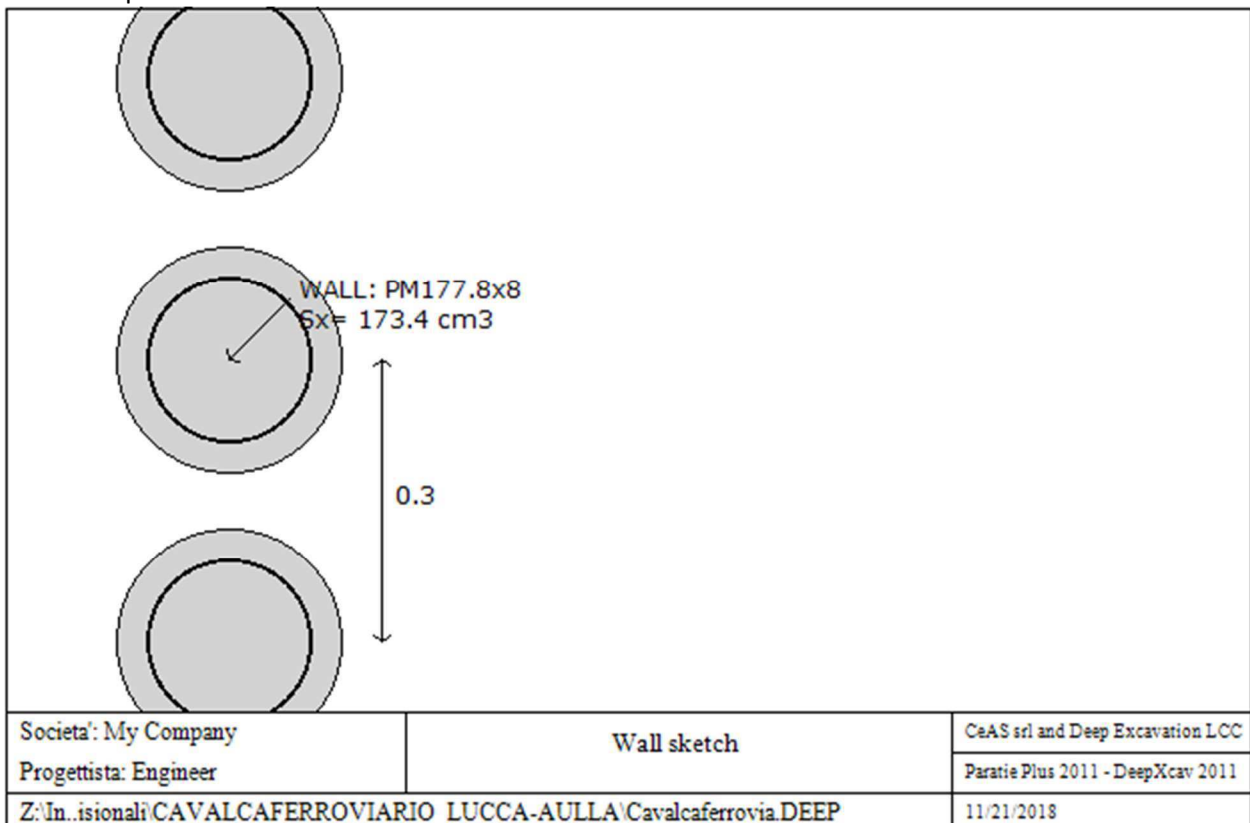
Ultimate shear strength $F_{vu}=f_{vuk}$ =res. caratt. a taglio

Density g =peso specifico

Elastic E=modulo elastico

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: Wall 1

Tipo paratia: Pali tangenti

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -9 m

Dimensione fuori piano paratia: 0.3 Spessore paratia = 0.24

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 0.3 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 0.3 Swater= 0.18

fy profilati in acciaio = 355.2 Eacciaio = 206000.2

Attrito paratia: Ignorato

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	Ixx	Wel.x	rX	Iyy	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)
PM177.8x8	PM177.8x8	0.3	42.68	17.8	0.8	17.78	0.8	0.8	1541	173.4	6.01	1541	173.4	6.01	6.01	1	355.2

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 fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

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

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

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

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2)Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=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

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=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
 $f_y=f_{yk}$

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	100	100	100
Stage 1	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	9.467	9.579	9.467
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	6.445	6.445	7.078
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	3.889	4.004	4.973
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	2.52	2.661	3.669
Stage 5	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	2.032	2.195	3.218

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

COntventional=analisi all'equilibriolimitate

springs UP=analisi non lineare (schema a molle elasto plastiche)

DR=analisi per terreni tipo argilla in condizione drenata

U=analisi per terreni tipo argilla in condizione NON drenata

Up=analisi non drenata solo per i terreni selezionati

Drive press=Ka=spinta terreno attiva

ka mult=eventuale moltiplicatore Ka

Htr T/B (%)=schema pressione attiva di tipo trapezoidale

Resit press=Kp=spinta terreno passiva

Res Mult=eventuale moltiplicatore Kp

COntle Method=

Support Model=tipologia vincoli fissi (fixed=fissi)

Axial Incl=se azione assiale inclusa

Used FS wall=coeff di riduzione dominio MN

Min FD TOe=sicurezza minima per infissione (analisi classica)

Toe FS rot=sicurezza a rotazione (analisi classica)

Toe FSpas=sicurezza sulle pressioni agenti/resistenti (analisi classica)

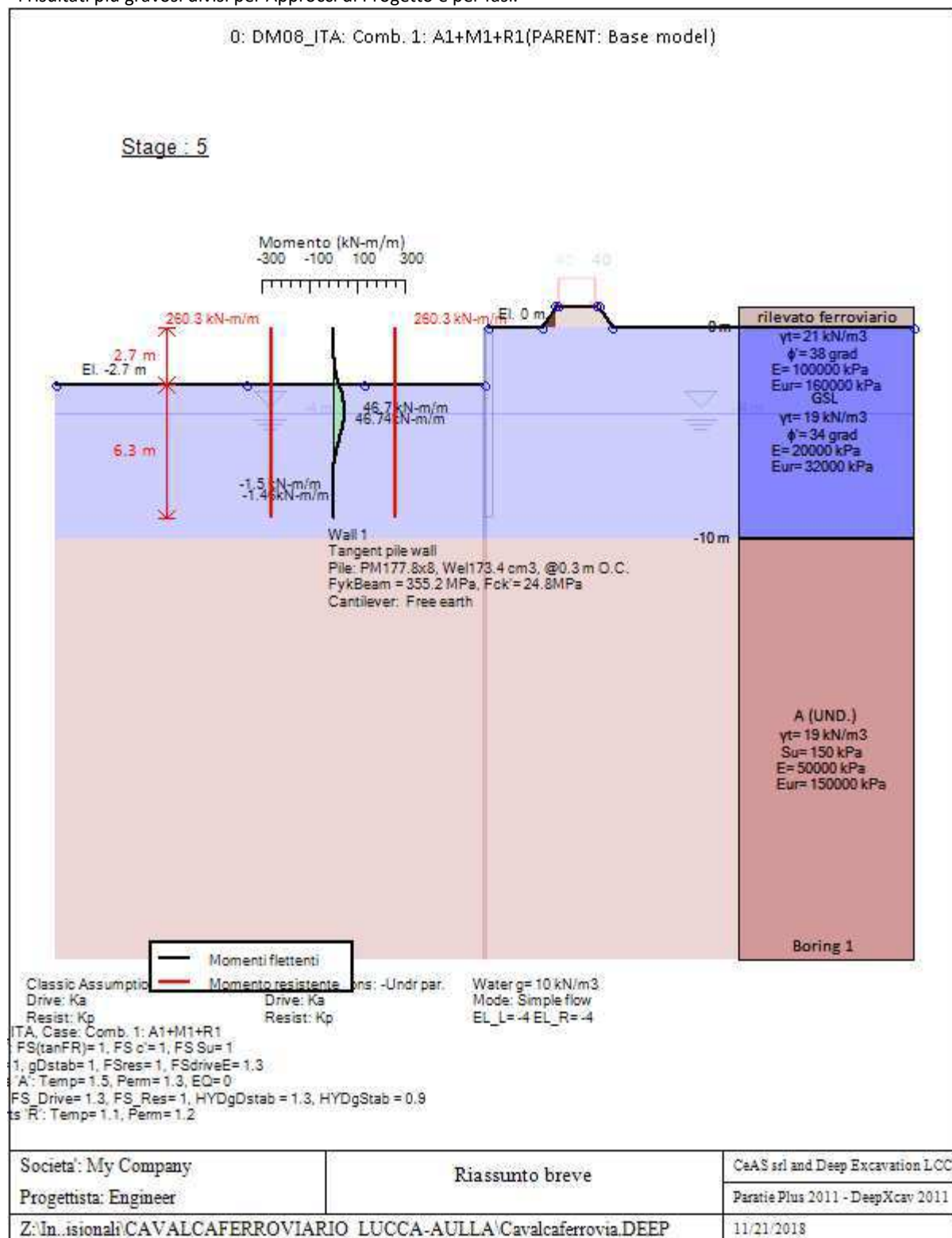
Progetto: My Project

***Risultati per l'Approccio di Progetto 1: 0: DM08_ITA: Comb.
1: A1+M1+R1***

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

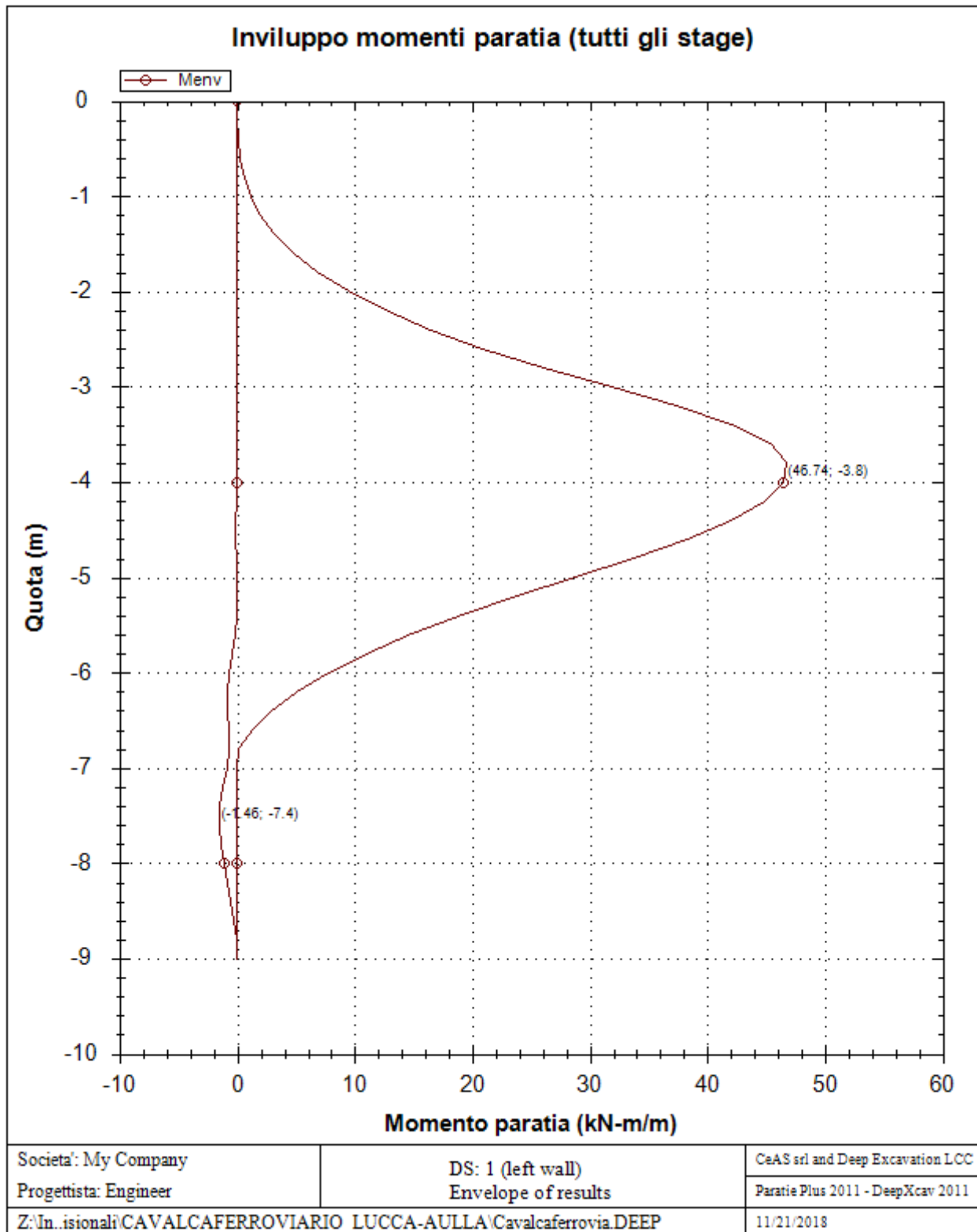
Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	9	2.7	46.74/260.28	1.46/260.28	3.416	2.195	2.032	-5.8	N/A

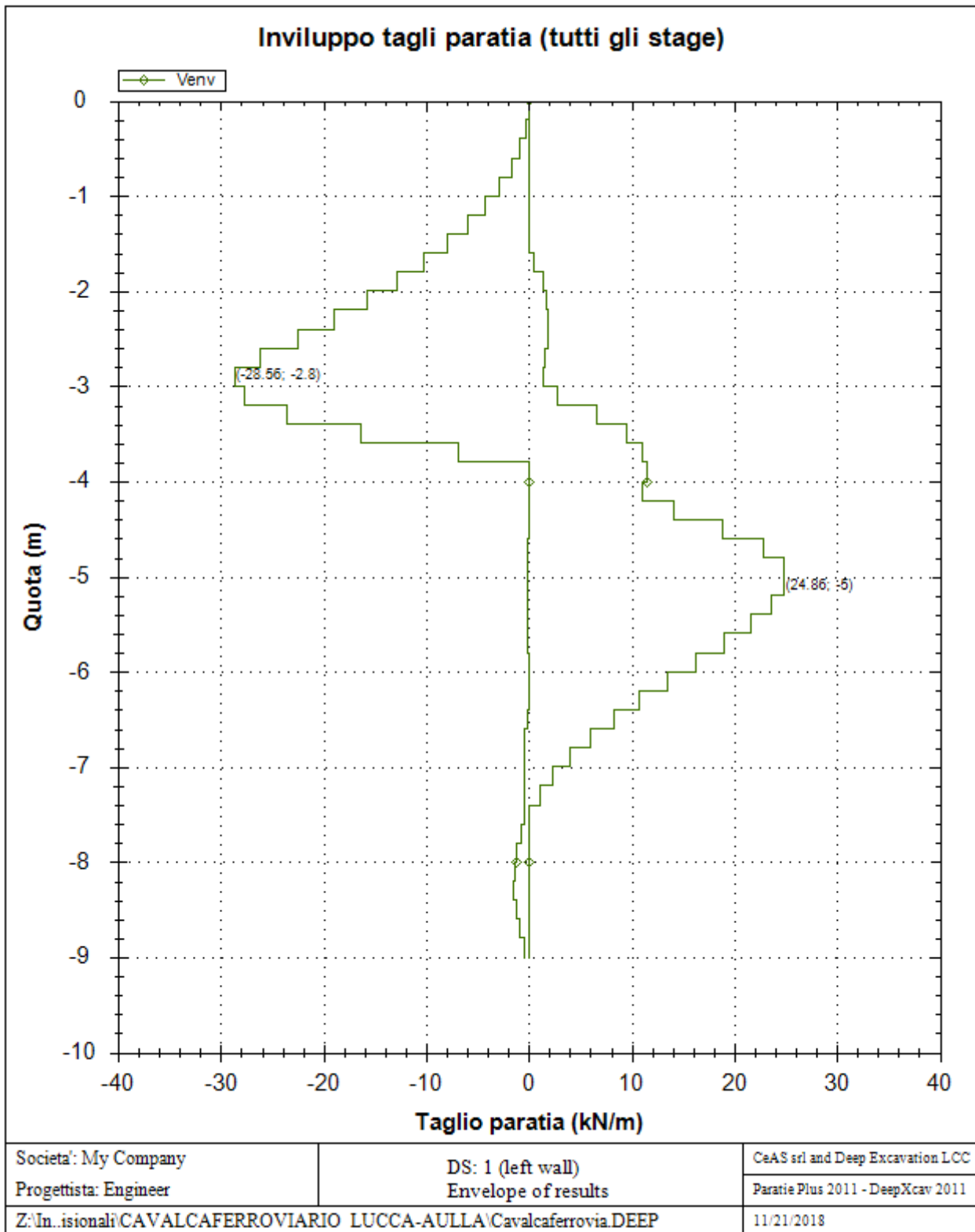
Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

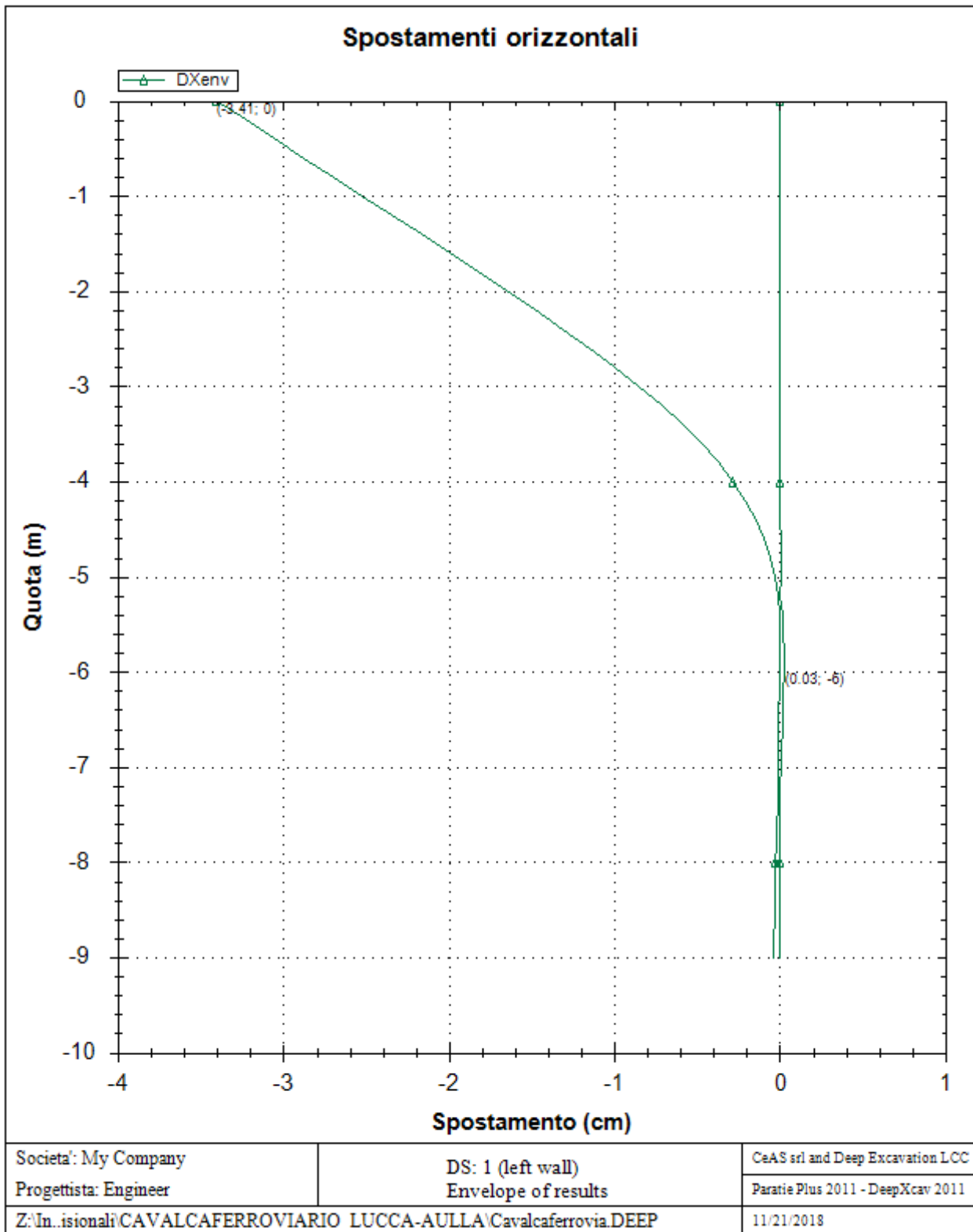
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 4	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
3.735	0.668	19.9	3.715	0.248	19.916	3.715

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.







Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
litostatico	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
scavo-1 m	Risolto con successo	-0.05	0.02	2.62	0.79
scavo-2.0 m	Risolto con successo	-0.9	0.35	19.17	5.75

fondo scavo -2.70 m	Risolto con successo	-3.28	1.6	45.32	13.59
carico ferroviario	Risolto con successo	-3.41	1.68	46.74	14.02

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	0	0	0	0	0	N/A
scavo-1 m	4.2	1.26	0.01	0.01	0.002	N/A
scavo -2.0 m	15.46	4.64	0.074	0.074	0.009	N/A
fondo scavo -2.70 m	27.85	8.36	0.174	0.174	0.016	N/A
carico ferroviario	28.56	8.57	0.18	0.18	0.016	N/A

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo-1 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.0 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
fondo scavo -2.70 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico ferroviario	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	1000	9.467	9.579	45	N/A	7.799	1.657
scavo-1 m	4.229	7.078	6.445	8	N/A	5.935	1.526
scavo -2.0 m	4.018	4.973	4.004	3.889	N/A	4.491	1.422
fondo scavo -2.70 m	3.735	3.669	2.661	2.52	N/A	3.501	1.351
carico ferroviario	3.735	3.218	2.195	2.032	N/A	3.416	1.314

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatico	2.368	N/A	N/C
paratia	2.368	N/A	N/C
scavo-1 m	2.105	N/A	N/C
scavo -2.0 m	1.842	N/A	N/C
fondo scavo -2.70 m	1.657	N/A	N/C
carico ferroviario	1.657	N/A	N/C

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto

Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Vincoli: reazione fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	100	100	100	100	7.799	1.657
Fase 1	9.467	9.467	9.579	45	7.799	1.657
Fase 2	6.445	7.078	6.445	8	5.935	1.526
Fase 3	3.889	4.973	4.004	3.889	4.491	1.422
Fase 4	2.52	3.669	2.661	2.52	3.501	1.351
Fase 5	2.032	3.218	2.195	2.032	3.416	1.314

Vincoli: verifiche fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	0/0	0/0	N/A	707.28/90.69	90.69/54.717	N/A	N/A
Fase 1	671.065/70.883	2228.57/232.64	9/0.2	707.28/90.69	90.69/54.717	N/A	N/A
Fase 2	501.707/70.883	1499.39/232.64	8/1	512.52/86.355	86.355/56.58 9	N/A	N/A
Fase 3	352.511/70.883	931.5/232.64	7/1.8	361.29/80.445	80.445/56.58 9	N/A	N/A
Fase 4	260.069/70.883	619.16/232.64	6.3/2.5	267.555/76.428	76.428/56.58 9	N/A	N/A
Fase 5	260.069/80.805	619.16/282.09	6.3/3.1	267.555/78.318	78.318/59.61 9	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terr eno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic o	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
0: litostatic o	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
0: litostatic o	A	Undrained	* Des Approach from stage 0, Kp and Ka for Clay type soil. FS_Su = 1* Kp, Ka cannot be modified in future stages. FrCalc = ATAN(tan(FR)/FS)= ATAN[tan(FR)/1]* FS_FR = 1, FS_Su'= 1* Base Earth act: Unfav. FS_DriveEarth= 1.3, Earth resist Fearth.res= 1* Base param: FRcv= 38, KaCV= 0.333, KpCV= 0.333, FRpeak= 27.513, KaP= 0.368, KpP= 2.717Su= 150*IMPORTANT: Strength adjustments FS_DriveEarth and FS_Resist not applied here because global results are multiplied at end by FS_DriveEarth	0	27.513	0	150	0.368	2.716
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
1: paratia	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
1: paratia	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
2: scavo- 1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
2: scavo- 1 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
2: scavo- 1 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
3: scavo - 2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
3: scavo - 2.0 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
4: fondo scavo -	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716

2.70 m									
5: carico ferroviario	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
5: carico ferroviario	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatico	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
0: litostatico	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
0: litostatico	A	Undrained	*KpPcalc= (1/ Fres) x KpP x New Rankine Kp(0.48 deg) / Base Rankine Kp(27.513 deg) = 2.716* KaPcalc= FS_DriveEarth x KaP x New Rankine Ka(27.513 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.368* KpCVcalc= (1/ Fres) x KpCV x New Rankine Kp(38 deg) / Base Rankine Kp(38 deg) = 2.716* KaCVcalc= FS_DriveEarth x KaCV x New Rankine Ka(0.48 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.368	0	0	0	150	0.368	2.716
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
1: paratia	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
1: paratia	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
2: scavo-1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
2: scavo-1 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
2: scavo-1 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
3: scavo-2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
3: scavo-2.0 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537

3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.238 = 0.238$	0	38	0	0	0.238	4.204
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.283 = 0.283$	0	34	0	0	0.283	3.537
4: fondo scavo - 2.70 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
5: carico ferroviario	rilevato ferroviario	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.238 = 0.238$	0	38	0	0	0.238	4.204
5: carico ferroviario	GSL	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.283 = 0.283$	0	34	0	0	0.283	3.537
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura a taglio non presente.

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan fr)	F (c')	F (Su)	F (EQ)	F(perm load)	F(temp load)	F(perm sup)	F(temp sup)	F Earth (Dstab)	F Earth (stab)	F GWT (Dstab)	F GWT (stab)	F HYD (Dstab)	F HYD (stab)	F UPL (Dstab)	F UPL (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

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm sup: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp sup: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole
 F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole
 F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole
 F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole
 F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole
 F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole
 F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole
 F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle 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	100	100	100	100	7.799	1.657
Fase 1	9.467	9.467	9.579	45	7.799	1.657
Fase 2	6.445	7.078	6.445	8	5.935	1.526
Fase 3	3.889	4.973	4.004	3.889	4.491	1.422
Fase 4	2.52	3.669	2.661	2.52	3.501	1.351
Fase 5	2.032	3.218	2.195	2.032	3.416	1.314

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

TABELLA RISULTATI PARATIA

LEGENDA

Wall node=numero nodo

EL=quota

Sht L=pressione terreno orizzontale totale a sx paratia

Sht R=pressione terreno orizzontale totale a dx paratia

Shs L=pressione terreno orizzontale efficace a sx paratia

Shs R=pressione terreno orizzontale efficace a dx paratia

q=pressioni dovute al sovraccarico

U L=pressione acqua a sx paratia

U R=pressione acqua a dx paratia

M=momento flettente (per metro)

V =taglio (per metro)

dx =spostamento orizzontale

M_{capL} =Momento ultimo lato sx

M_{capR} =Momento ultimo lato dx

V_{capL} =Taglio ultimo resistente lato sx

V_{capR} =Taglio ultimo resistente lato dx

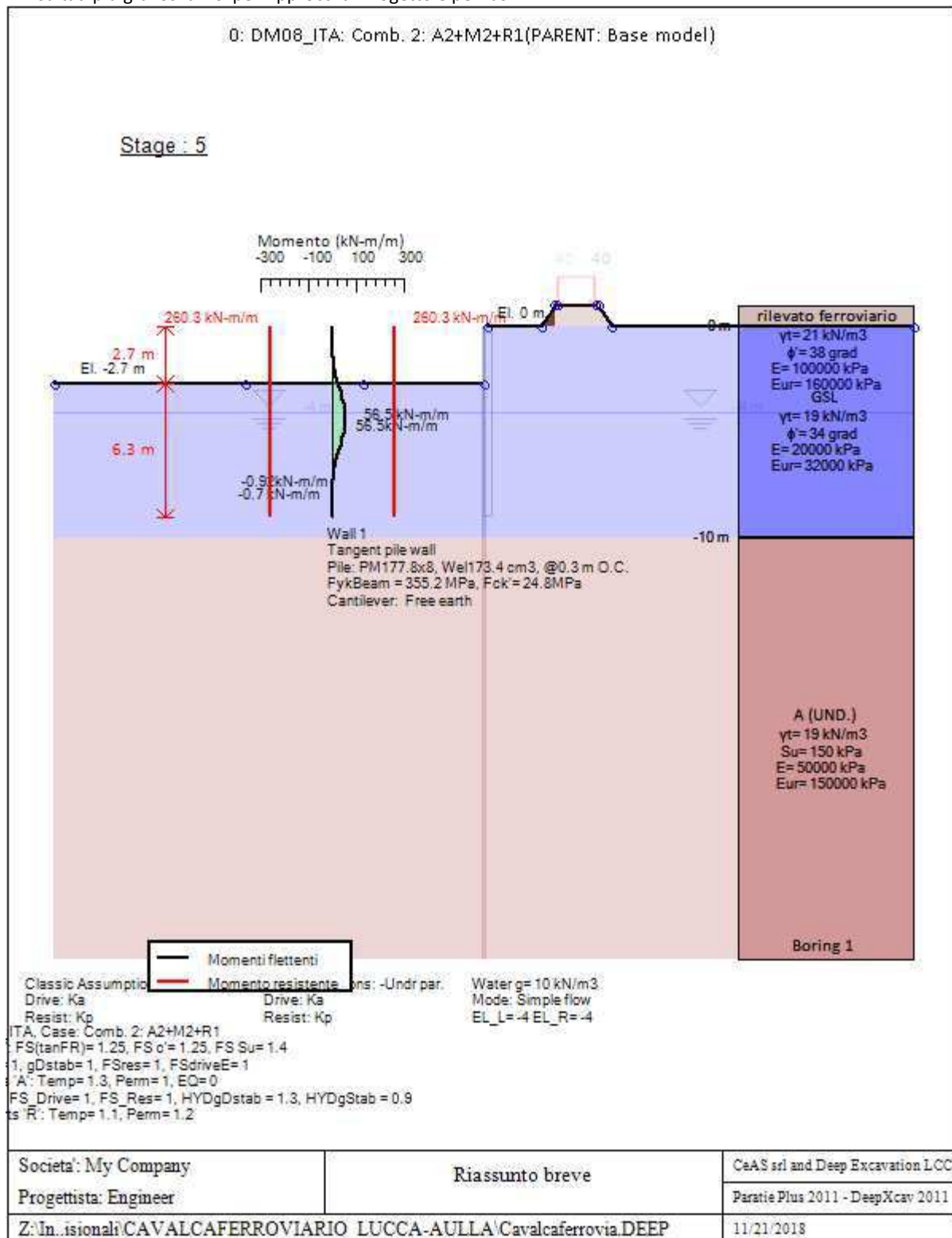
Progetto: My Project

***Risultati per l'Approccio di Progetto 2: 0: DM08_ITA: Comb.
2: A2+M2+R1***

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

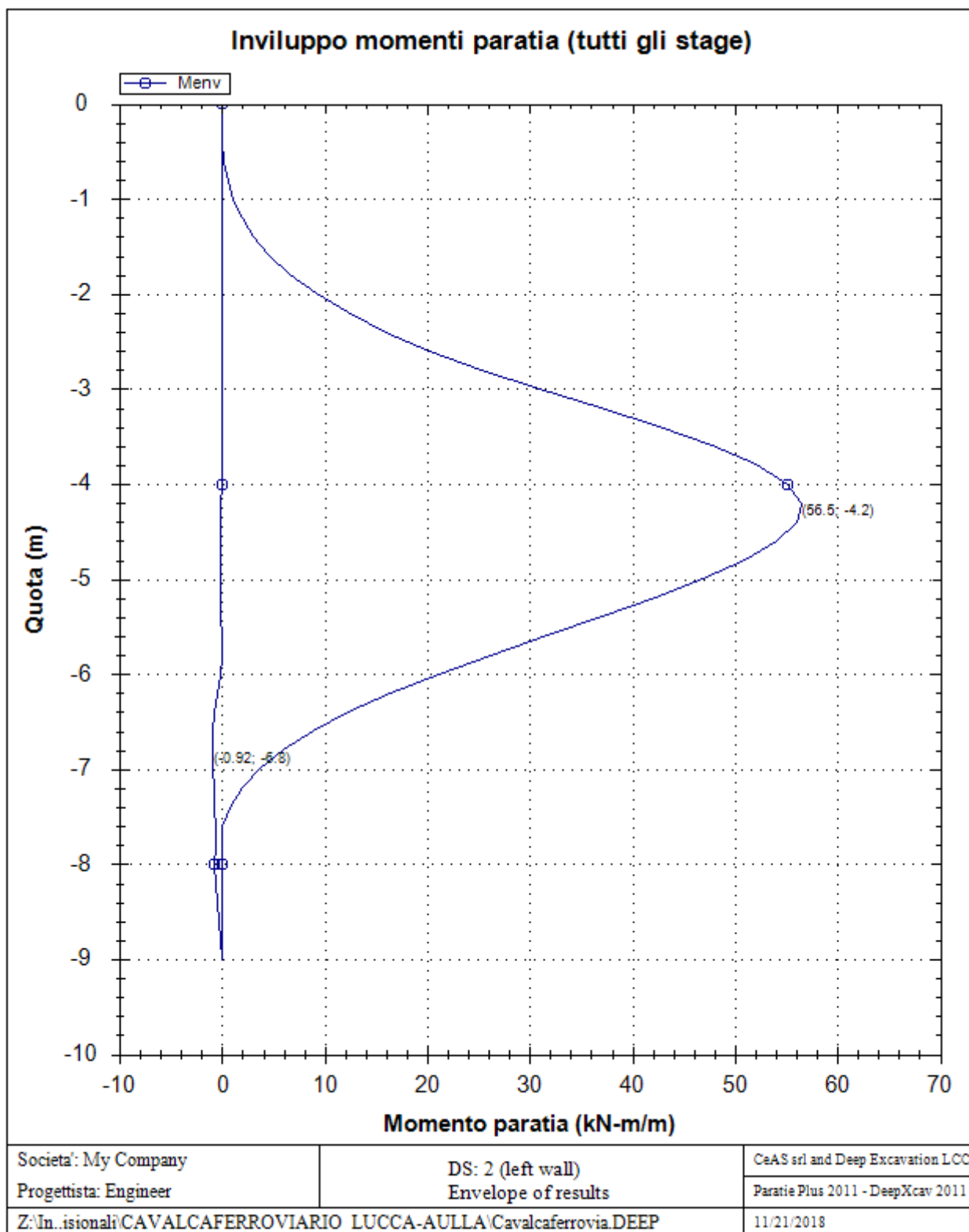
Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	9	2.7	56.5/260.28	0.92/260.28	2.528	1.822	1.703	-6.4	N/A

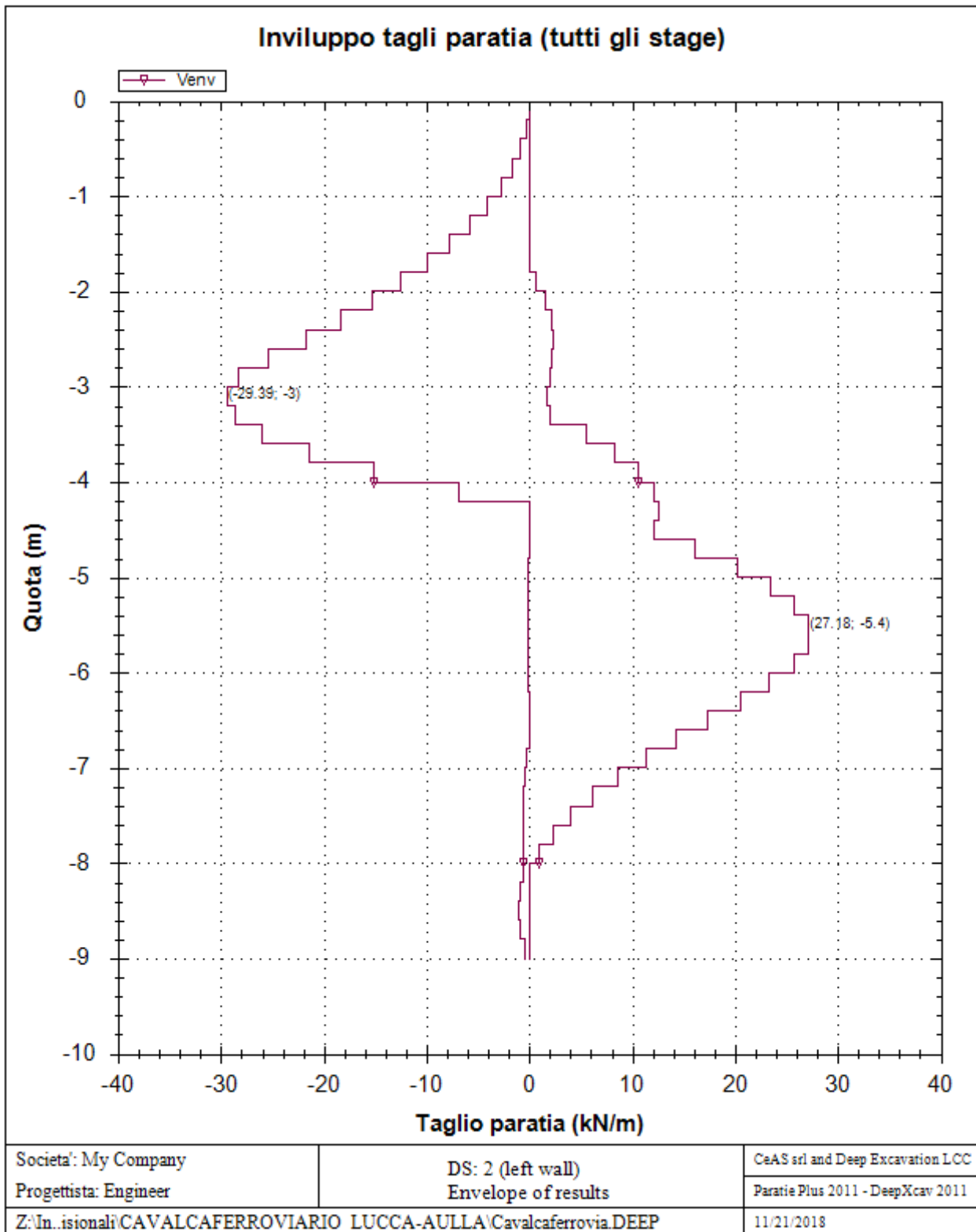
Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

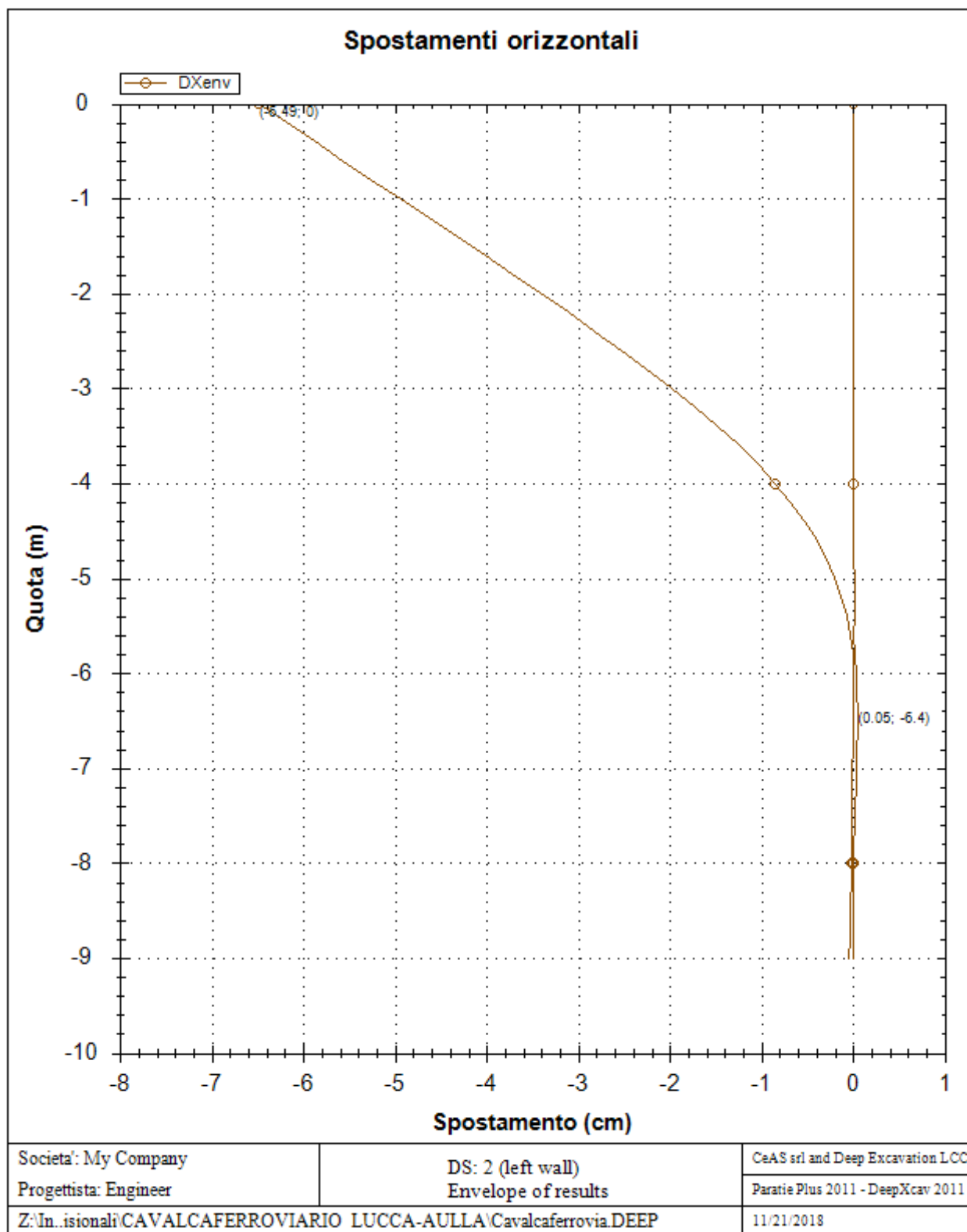
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 4	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
2.988	0.973	19.9	2.979	0.36	19.916	2.979

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.







Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
litostatico	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
scavo-1 m	Risolto con successo	-0.09	0.03	3.15	0.94
scavo-2.0 m	Risolto con successo	-1.62	0.67	22.36	6.71

fondo scavo -2.70 m	Risolto con successo	-6.1	3.23	54.19	16.26
carico ferroviario	Risolto con successo	-6.49	3.48	56.5	16.95

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	0	0	0	0	0	N/A
scavo-1 m	4.07	1.22	0.012	0.012	0.002	N/A
scavo -2.0 m	15.83	4.75	0.086	0.086	0.009	N/A
fondo scavo -2.70 m	28.49	8.55	0.208	0.208	0.016	N/A
carico ferroviario	29.39	8.82	0.217	0.217	0.017	N/A

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo-1 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.0 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
fondo scavo -2.70 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico ferroviario	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	1000	7.64	7.797	45	N/A	6.194	1.318
scavo-1 m	3.383	5.712	5.246	6.667	N/A	4.686	1.22
scavo -2.0 m	3.214	4.013	3.259	3.182	N/A	3.463	1.164
fondo scavo -2.70 m	2.988	2.961	2.166	2.172	N/A	2.614	1.142
carico ferroviario	2.988	2.636	1.822	1.703	N/A	2.528	1.114

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatico	2.368	N/A	N/C
paratia	2.368	N/A	N/C
scavo-1 m	2.105	N/A	N/C
scavo -2.0 m	1.842	N/A	N/C
fondo scavo -2.70 m	1.657	N/A	N/C
carico ferroviario	1.657	N/A	N/C

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto

Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Vincoli: reazione fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	100	100	100	100	6.194	1.318
Fase 1	7.64	7.64	7.797	45	6.194	1.318
Fase 2	5.246	5.712	5.246	6.667	4.686	1.22
Fase 3	3.182	4.013	3.259	3.182	3.463	1.164
Fase 4	2.166	2.961	2.166	2.172	2.614	1.142
Fase 5	1.703	2.636	1.822	1.703	2.528	1.114

Vincoli: verifiche fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	0/0	0/0	N/A	561.69/90.69	90.69/68.832	N/A	N/A
Fase 1	532.859/69.748	1769.6/226.95	9/0.2	561.69/90.69	90.69/68.832	N/A	N/A
Fase 2	398.38/69.748	1190.59/226.95	8/1.2	407.01/86.856	86.856/71.18 7	N/A	N/A
Fase 3	279.911/69.748	739.66/226.95	7/2.2	286.938/82.863	82.863/71.18 7	N/A	N/A
Fase 4	206.508/69.748	491.64/226.95	6.3/2.9	212.487/81.291	81.288/71.18 7	N/A	N/A
Fase 5	206.508/78.347	491.64/269.81	6.3/3.7	212.487/84.063	84.063/75.48	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terr eno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic o	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256
0: litostatic o	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
0: litostatic o	A	Undrained	* Des Approach from stage 0, Kp and Ka for Clay type soil. FS_Su = 1.4* Kp, Ka cannot be modified in future stages. FrCalc = ATAN(tan(FR)/FS)= ATAN[tan(FR)/1.25]* FS_FR = 1.25, FS_Su'= 1.4* Base Earth act: Unfav. FS_DriveEarth= 1, Earth resist Fearth.res= 1* Base param: FRcv= 38, KaCV= 0.333, KpCV= 0.333, FRpeak= 27.513, KaP= 0.368, KpP= 2.717Su= 150	0	22.621	0	107.143	0.444	2.251
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256
1: paratia	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
1: paratia	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
2: scavo- 1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256
2: scavo- 1 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
2: scavo- 1 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
3: scavo - 2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256
3: scavo - 2.0 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
4: fondo scavo - 2.70 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
5: carico ferroviari o	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.256] = 3.256	0	32.007	0	0	0.307	3.256

5: carico ferroviario	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1/1] x [2.809] = 2.809	0	28.352	0	0	0.356	2.809
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatico	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 = 0.307	0	32.007	0	0	0.307	3.256
0: litostatico	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
0: litostatico	A	Undrained	*KpPcalc= (1/ Fres) x KpP x New Rankine Kp(0.395 deg) / Base Rankine Kp(27.513 deg) = 2.251* KaPcalc= FS_DriveEarth x KaP x New Rankine Ka(22.621 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.444* KpCVcalc= (1/ Fres) x KpCV x New Rankine Kp(32.007 deg) / Base Rankine Kp(38 deg) = 2.251* KaCVcalc= FS_DriveEarth x KaCV x New Rankine Ka(0.395 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.444	0	0	0	107.143	0.444	2.251
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 = 0.307	0	32.007	0	0	0.307	3.256
1: paratia	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
1: paratia	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
2: scavo-1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 = 0.307	0	32.007	0	0	0.307	3.256
2: scavo-1 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
2: scavo-1 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
3: scavo - 2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 = 0.307	0	32.007	0	0	0.307	3.256
3: scavo - 2.0 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 =	0	32.007	0	0	0.307	3.256

			0.307						
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
4: fondo scavo - 2.70 m	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251
5: carico ferroviario	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 32.007, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.307 = 0.307	0	32.007	0	0	0.307	3.256
5: carico ferroviario	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.356 = 0.356	0	28.352	0	0	0.356	2.809
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	32.007	0	107.143	0.444	2.251

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura a taglio non presente.

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

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	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
5	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole
F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole
F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

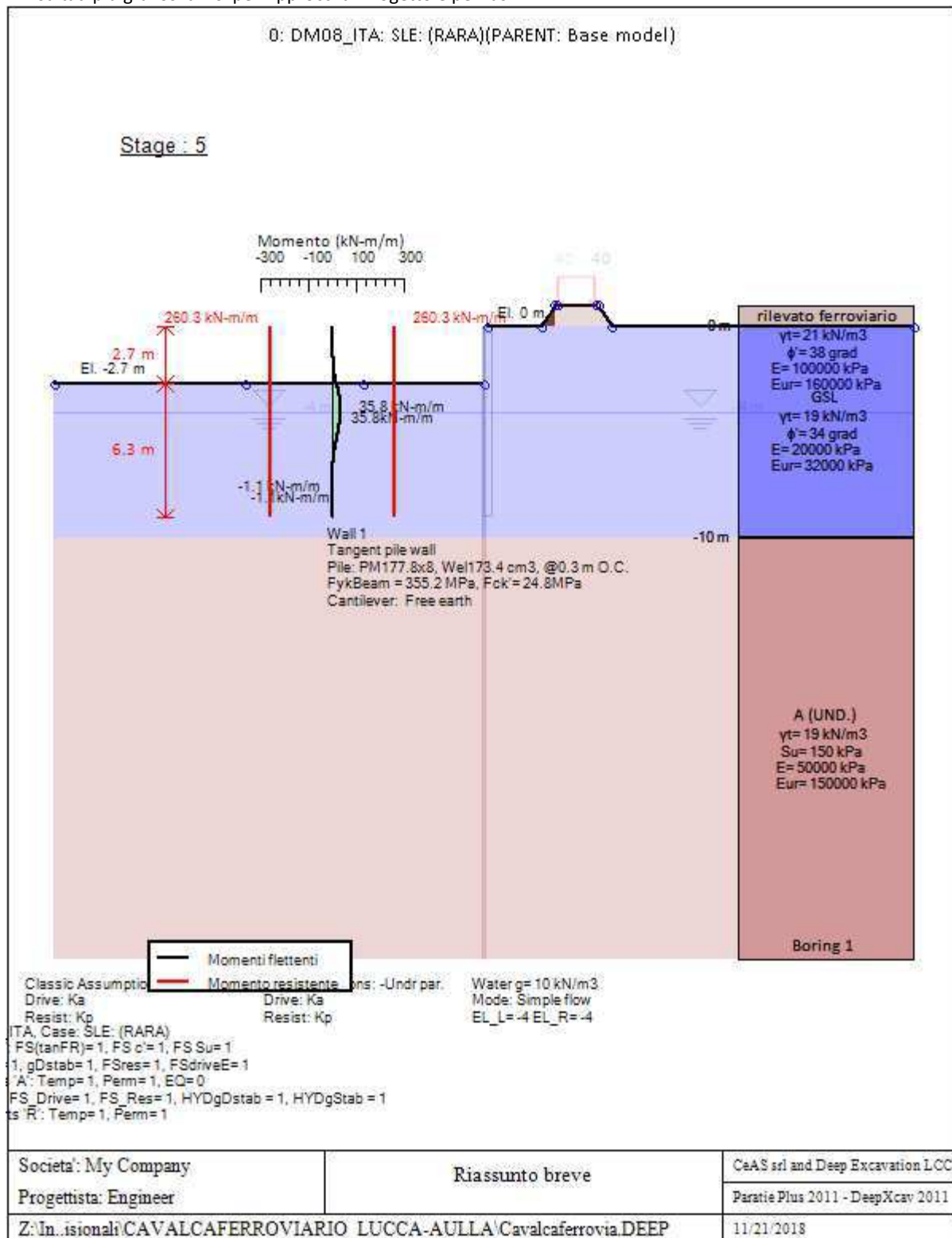
Progetto: My Project

***Risultati per l'Approccio di Progetto 3: 0: DM08_ITA: SLE:
(RARA)***

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

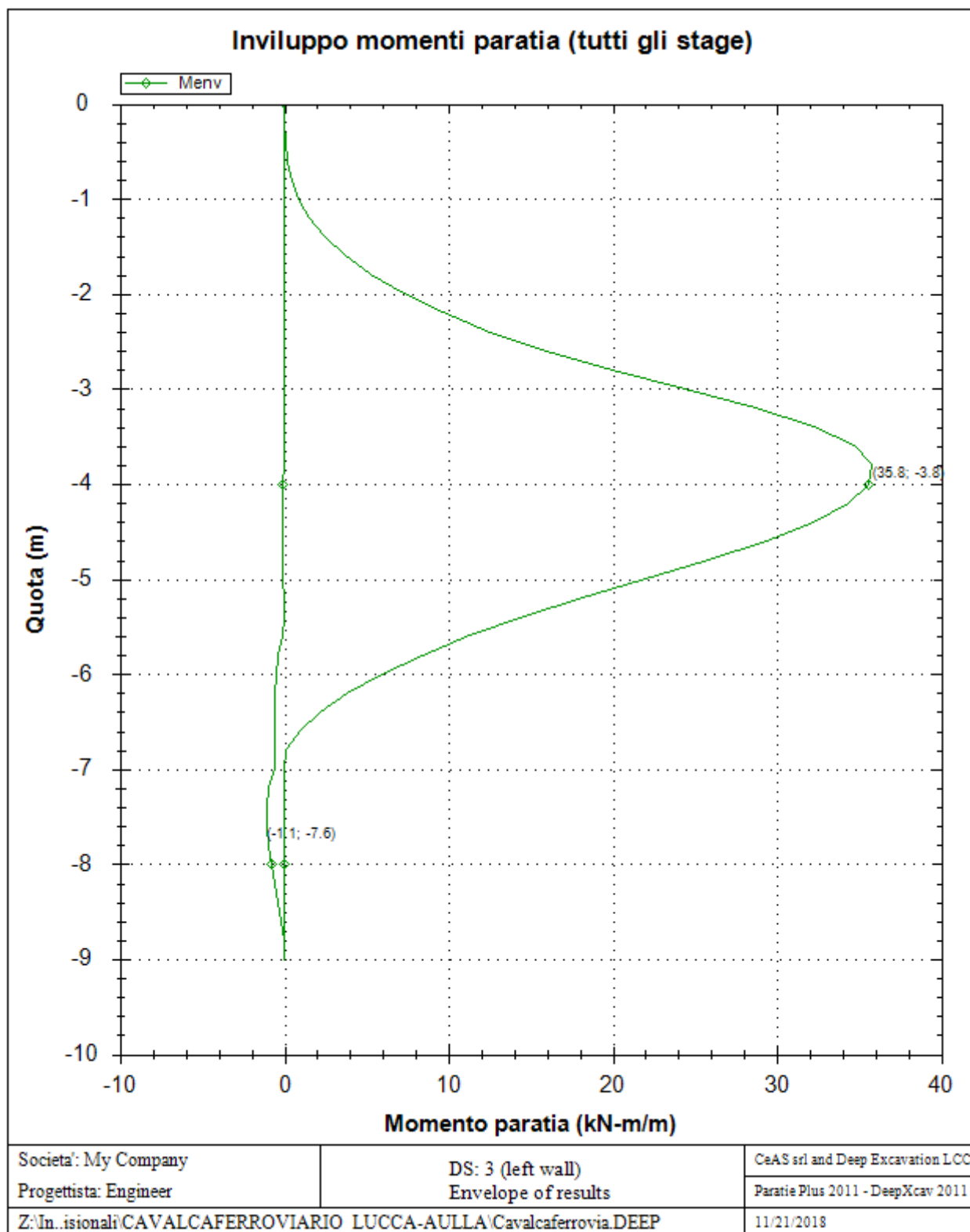
Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Wall 1	9	2.7	35.8/260.28	1.1/260.28	3.427	2.922	2.52	-5.2	N/A

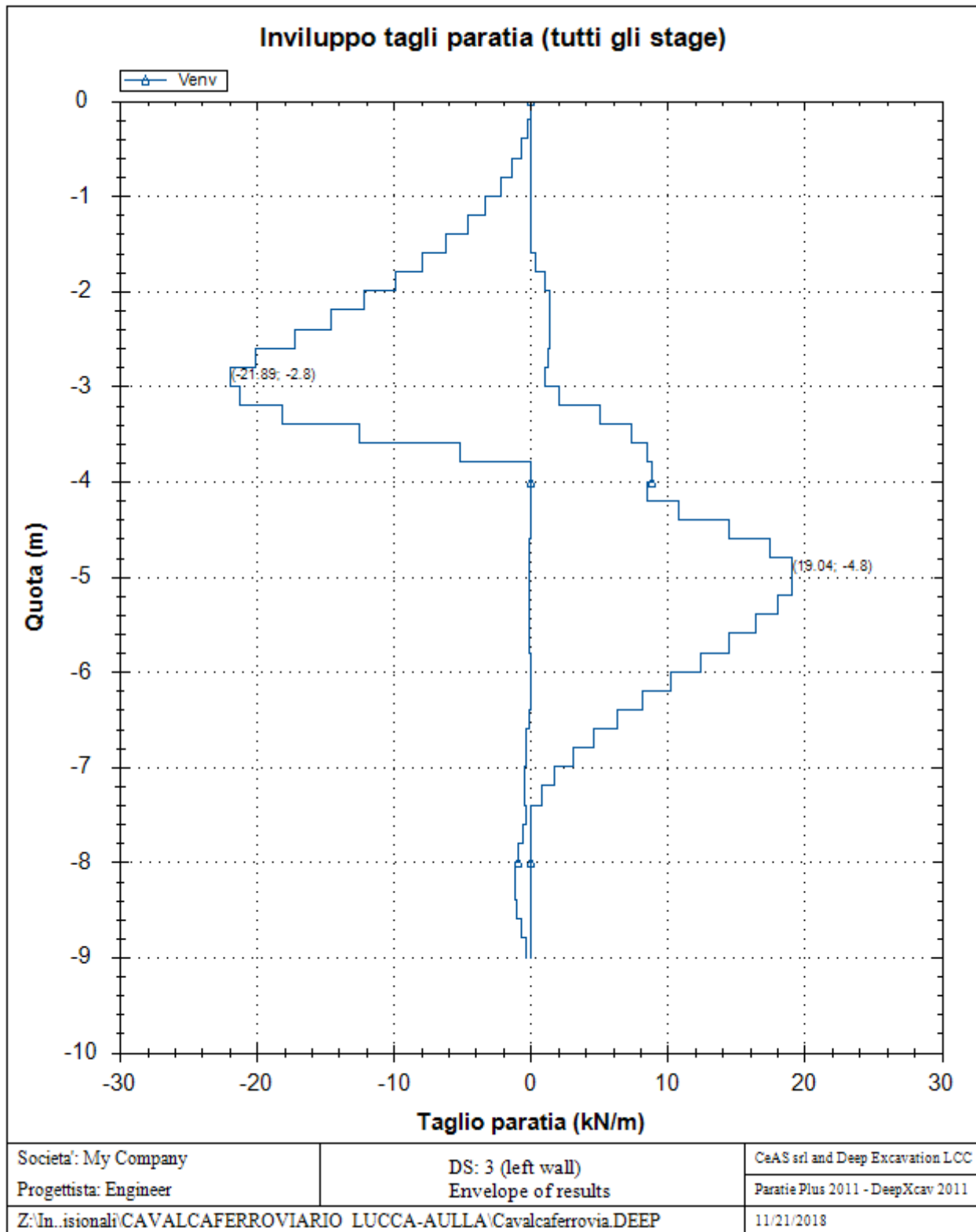
Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

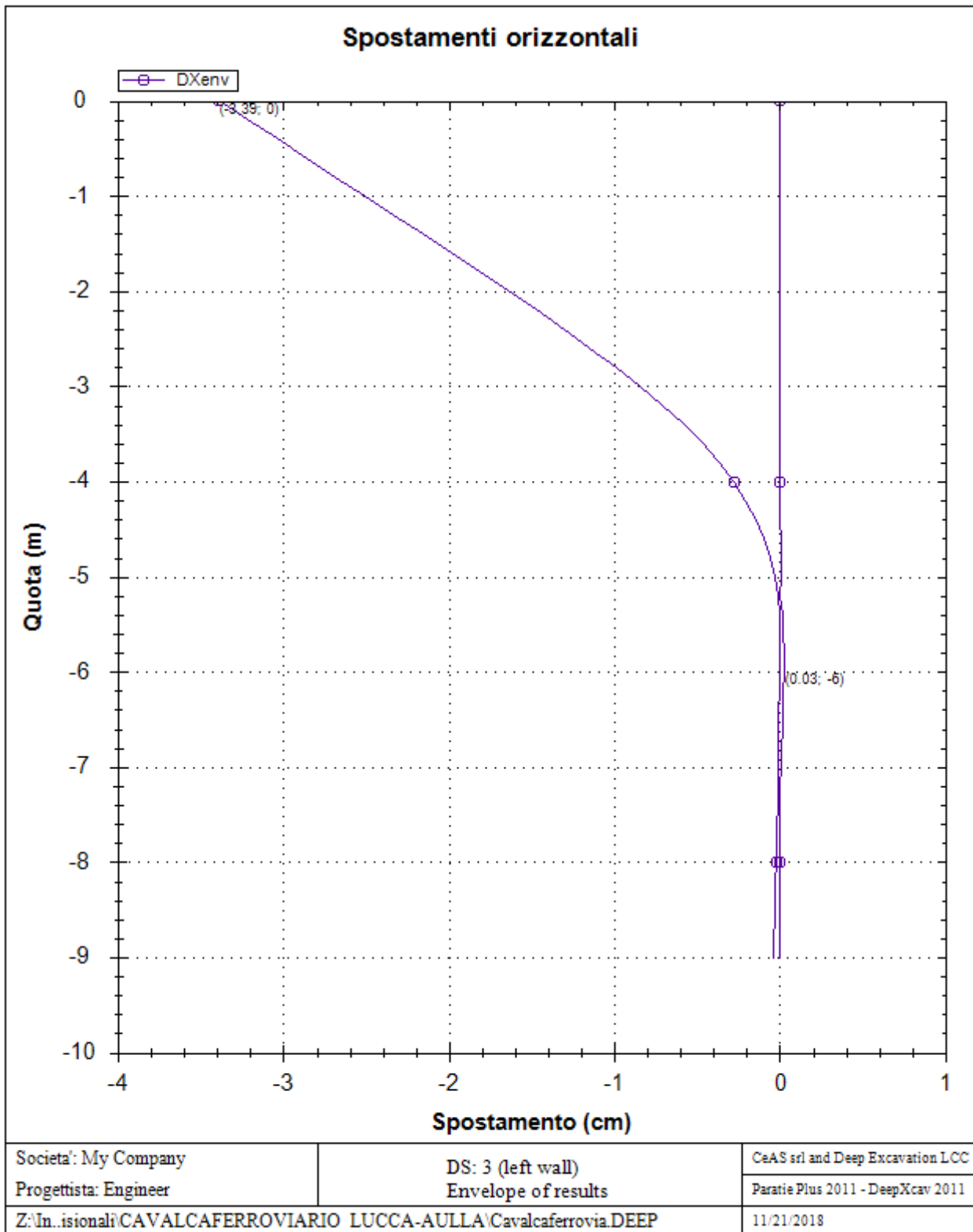
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 4	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
3.735	0.668	19.9	3.715	0.248	19.916	3.715

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.







Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
litostatico	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
scavo-1 m	Risolto con successo	-0.05	0.02	2.02	0.6
scavo-2.0 m	Risolto con successo	-0.9	0.35	14.75	4.42

fondo scavo -2.70 m	Risolto con successo	-3.28	1.6	34.86	10.46
carico ferroviario	Risolto con successo	-3.39	1.67	35.8	10.74

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	0	0	0	0	0	N/A
scavo-1 m	3.23	0.97	0.008	0.008	0.002	N/A
scavo -2.0 m	11.89	3.57	0.057	0.057	0.007	N/A
fondo scavo -2.70 m	21.42	6.43	0.134	0.134	0.012	N/A
carico ferroviario	21.89	6.57	0.138	0.138	0.012	N/A

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo-1 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.0 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
fondo scavo -2.70 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico ferroviario	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
litostatico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
paratia	1000	12.307	12.453	45	N/A	7.799	1.657
scavo-1 m	4.229	9.201	8.378	10	N/A	5.935	1.526
scavo -2.0 m	4.018	6.465	5.205	4.375	N/A	4.491	1.422
fondo scavo -2.70 m	3.735	4.77	3.46	3	N/A	3.501	1.351
carico ferroviario	3.735	4.254	2.922	2.52	N/A	3.427	1.318

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatico	3.42	N/A	N/C
paratia	3.42	N/A	N/C
scavo-1 m	3.04	N/A	N/C
scavo -2.0 m	2.66	N/A	N/C
fondo scavo -2.70 m	2.394	N/A	N/C
carico ferroviario	2.394	N/A	N/C

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto

Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Vincoli: reazione fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	100	100	100	100	7.799	1.657
Fase 1	12.307	12.307	12.453	45	7.799	1.657
Fase 2	8.378	9.201	8.378	10	5.935	1.526
Fase 3	4.375	6.465	5.205	4.375	4.491	1.422
Fase 4	3	4.77	3.46	3	3.501	1.351
Fase 5	2.52	4.254	2.922	2.52	3.427	1.318

Vincoli: verifiche fase per fase

	Nessun vincolo
Fase 0	Nessun supporto
Fase 1	
Fase 2	
Fase 3	
Fase 4	
Fase 5	

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	0/0	0/0	N/A	707.28/90.69	90.69/54.717	N/A	N/A
Fase 1	671.065/54.525	2228.57/178.96	9/0.2	707.28/90.69	90.69/54.717	N/A	N/A
Fase 2	501.707/54.525	1499.39/178.96	8/0.8	512.52/86.355	86.355/56.589	N/A	N/A
Fase 3	352.511/54.525	931.5/178.96	7/1.6	361.29/80.445	80.445/56.589	N/A	N/A
Fase 4	260.069/54.525	619.16/178.96	6.3/2.1	267.555/76.428	76.428/56.589	N/A	N/A
Fase 5	260.069/61.14	619.16/211.92	6.3/2.5	267.555/78.063	78.063/59.214	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terr eno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic o	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
0: litostatic o	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
0: litostatic o	A	Undrained	* Des Approach from stage 0, Kp and Ka for Clay type soil. FS_Su = 1* Kp, Ka cannot be modified in future stages. FrCalc = ATAN(tan(FR)/FS)= ATAN[tan(FR)/1]* FS_FR = 1, FS_Su'= 1* Base Earth act: Unfav. FS_DriveEarth= 1, Earth resist Fearth.res= 1* Base param: FRcv= 38, KaCV= 0.333, KpCV= 0.333, FRpeak= 27.513, KaP= 0.368, KpP= 2.717Su= 150	0	27.513	0	150	0.368	2.716
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
1: paratia	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
1: paratia	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
2: scavo- 1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
2: scavo- 1 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
2: scavo- 1 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
3: scavo - 2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
3: scavo - 2.0 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
4: fondo scavo - 2.70 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
5: carico ferroviari o	rilevato ferroviario	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.204] = 4.204	0	38	0	0	0.238	4.204

5: carico ferroviario	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1/1] x [3.537] = 3.537	0	34	0	0	0.283	3.537
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatico	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
0: litostatico	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
0: litostatico	A	Undrained	*KpPcalc= (1/ Fres) x KpP x New Rankine Kp(0.48 deg) / Base Rankine Kp(27.513 deg) = 2.716* KaPcalc= FS_DriveEarth x KaP x New Rankine Ka(27.513 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.368* KpCVcalc= (1/ Fres) x KpCV x New Rankine Kp(38 deg) / Base Rankine Kp(38 deg) = 2.716* KaCVcalc= FS_DriveEarth x KaCV x New Rankine Ka(0.48 deg) / Base Rankine Ka(27.513 deg) = 0.368	0	0	0	150	0.368	2.716
1: paratia	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
1: paratia	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
1: paratia	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
2: scavo-1 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
2: scavo-1 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
2: scavo-1 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
3: scavo - 2.0 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
3: scavo - 2.0 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
3: scavo - 2.0 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
4: fondo scavo - 2.70 m	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 =	0	38	0	0	0.238	4.204

			0.238						
4: fondo scavo - 2.70 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
4: fondo scavo - 2.70 m	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716
5: carico ferroviario	rilevato ferroviario	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 38, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.238 = 0.238	0	38	0	0	0.238	4.204
5: carico ferroviario	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283 = 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537
5: carico ferroviario	A	Undrained		0	38	0	150	0.368	2.716

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura a taglio non presente.

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

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	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole
 F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole
 F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

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	100	100	100	100	7.799	1.657
Fase 1	12.307	12.307	12.453	45	7.799	1.657
Fase 2	8.378	9.201	8.378	10	5.935	1.526
Fase 3	4.375	6.465	5.205	4.375	4.491	1.422
Fase 4	3	4.77	3.46	3	3.501	1.351
Fase 5	2.52	4.254	2.922	2.52	3.427	1.318

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

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

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

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

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

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

Analisi Non Lineare:

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

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