

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

Cavalcavia dell'Acqua Calda

Relazione di calcolo fondazioni e opere provvisionali

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00VI02GETRE01_A.dwg		
L O 6 0 1 A	D	1 6 0 1	CODICE ELAB. T 0 0 V I 0 2 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	4
6	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	6
7	PALI DI FONDAZIONE - CRITERI DI VERIFICA	7
8	AZIONI DI CALCOLO IN FONDAZIONE	11
9	RISULTATI DELLE VERIFICHE	16
9.1	VERIFICHE A CARICO VERTICALE	16
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
10.7	ANALISI TENSO-DEFORMATIVA DELLA PARATIA : RISULTATI	34
10.7.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO	34
10.7.2	STATO LIMITE PER LE STRUTTURE	34
10.8	VERIFICHE GEOTECNICHE	38
	ALLEGATO A	39
	ALLEGATO B	42

1 PREMESSA

La presente relazione ha come oggetto il dimensionamento e le verifiche geotecniche delle fondazioni del Viadotto Acqua Calda 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 Viadotto Acqua Calda 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	38	15
Spalla2	13.2	16.8	φ1200	35	20
Pile	8.0	11.0	φ1000	30	12

Tabella 5-1 Caratteristiche fondazioni

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

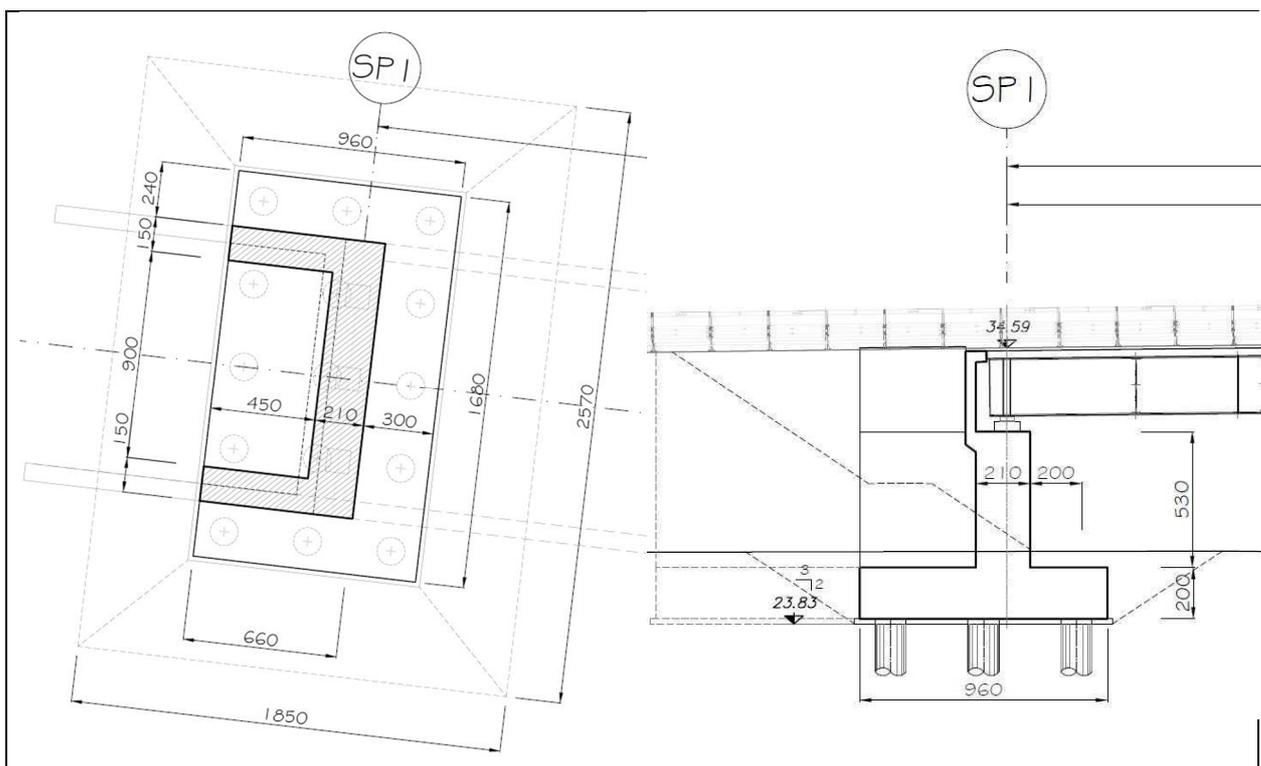


Figura 5-1: Spalla 1 - Pianta Fondazioni Sezione Fondazioni

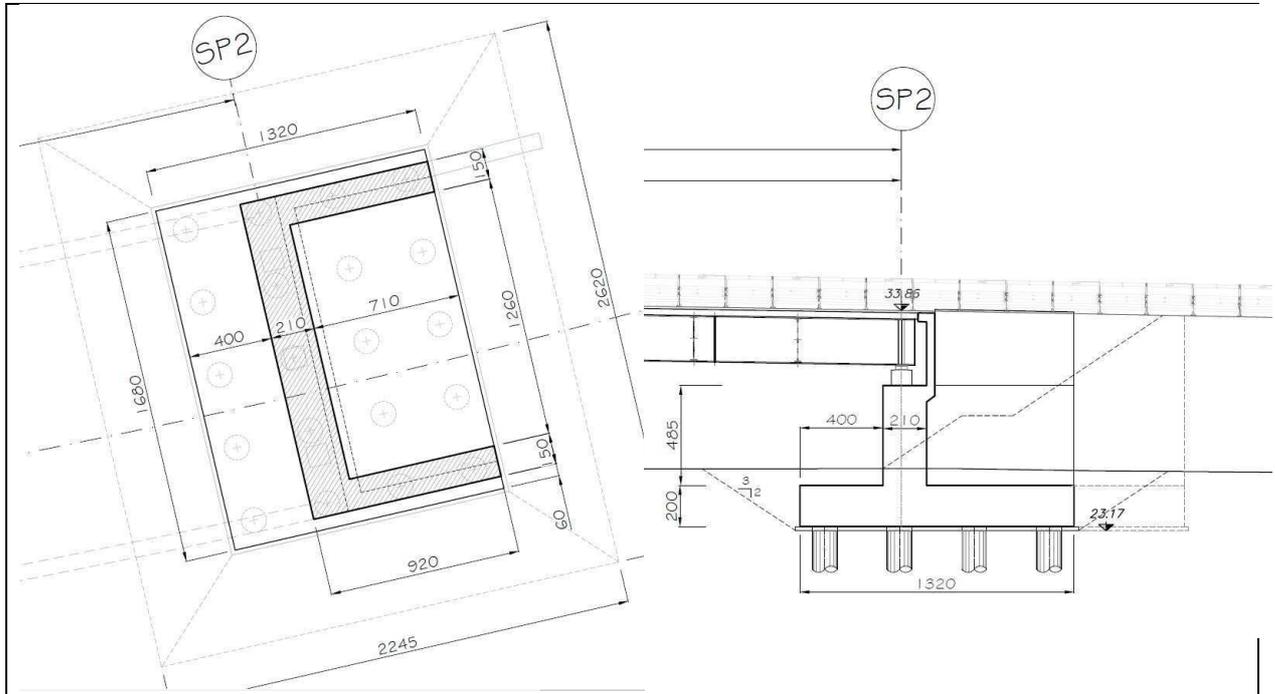


Figura 5-2: Spalla 2 – Pianta Fondazioni Sezione

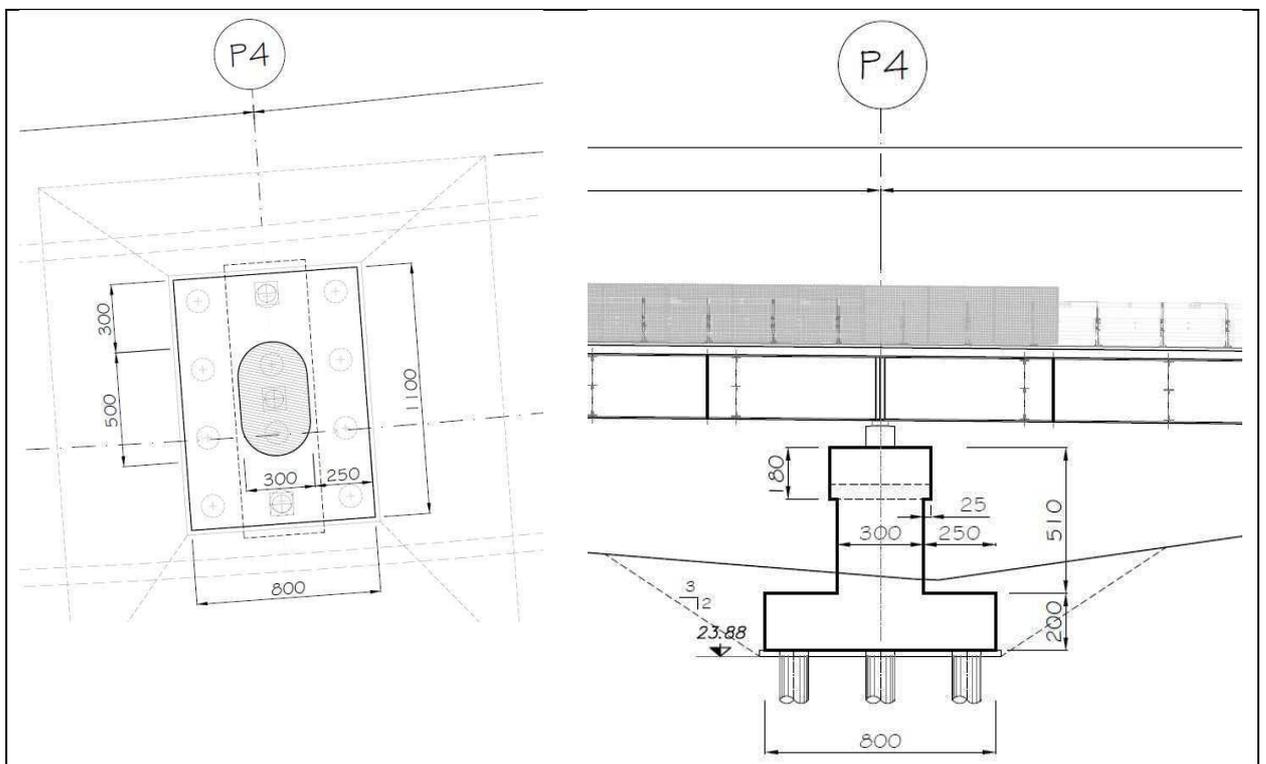


Figura 5-3: Pila4 – Pianta Fondazioni e Sezione

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*	-11.0	GSL	19	0	34	-	20
-11.0	-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*	-12.4	GSL	19	0	34	-	20
-12.4	-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*	-11.8	GSL	19	0	34	-	20
-11.0	-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 ed 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.I 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
Coesione 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 (RTR,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_r della *Tabella 7-5*.

VERIFICA	Coefficiente parziale	(γ_r)
Carichi trasversali	γ_r	1.30

Tabella 7-5 Coefficiente parziale γ_r 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.

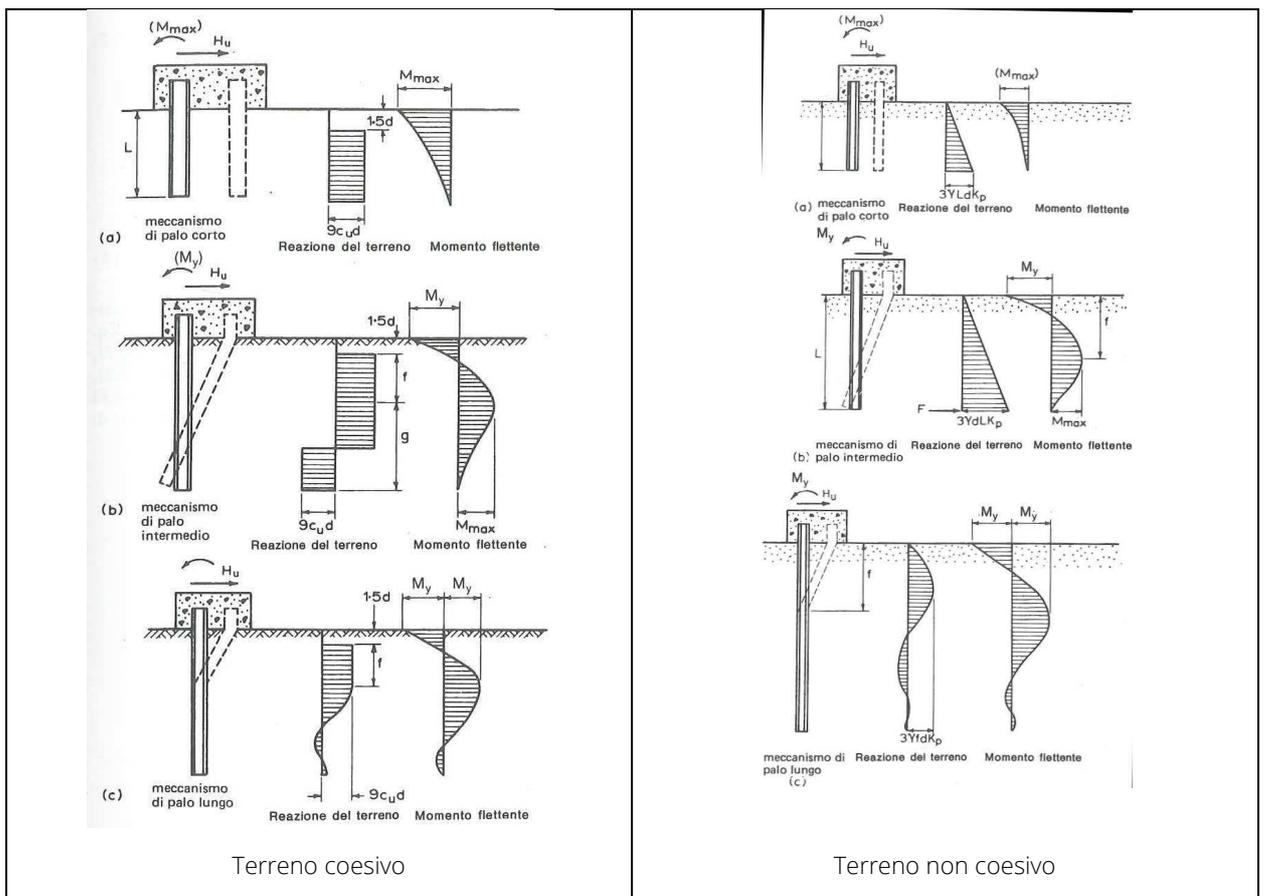


Figura 7-1: Meccanismo di rottura del palo soggetto a carichi orizzontali

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.

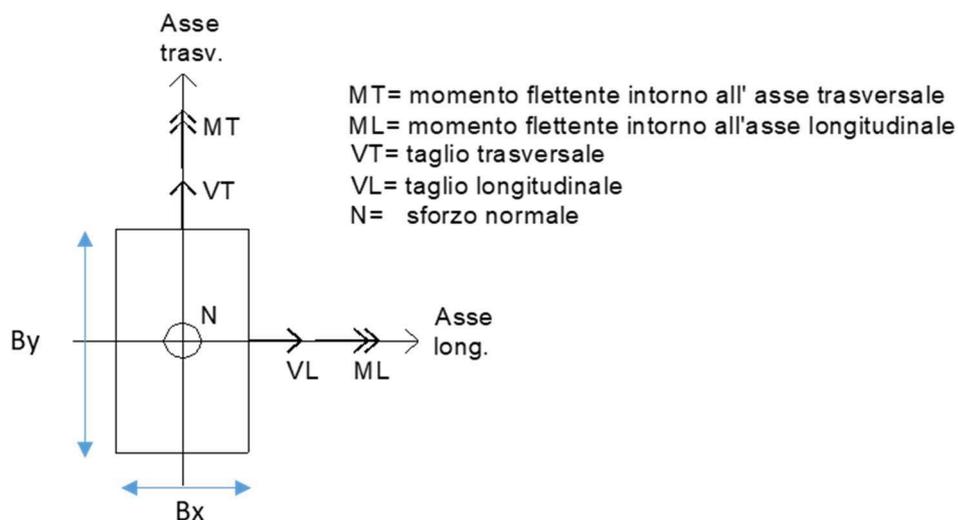


Figura 8-1 Sistema di riferimento calcolo strutturale

SPALLA 1					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
1	33505	7500	0	0	7094
2	35098	7674	101	3624	10660
3	34875	7674	101	4271	10348
4	36898	9158	101	3624	14136
5	35098	7500	169	4145	9324
6	34875	7500	169	4792	9012
7	36098	7500	101	5409	10723
8	35748	7500	101	6495	10234
9	28827	5545	0	3429	180
10	32917	7500	101	5409	18039
11	31918	9158	101	3624	25592
SL 1	27416	15085	1022	5240	53211
SL 2	22003	12813	1022	5240	46385
ST1	27416	8826	3407	17468	19906
ST2	22003	7296	3407	17468	17079

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	49417	8968	0	0	-24616
2	51069	9141	101	6208	-20548
3	50801	9141	101	6537	-21004
4	54392	11033	101	6208	-21252
5	51069	8968	169	6698	-21807
6	50801	8968	169	7027	-22263
7	52041	8968	101	9429	-20154
8	51660	8968	101	10138	-20802
9	42947	6587	0	6440	-33010
10	40037	8968	101	9429	-2487
11	39064	11033	101	6208	6549
SL 1	40463	19366	1566	7457	39825
SL 2	32473	16610	1566	7457	37105
ST1	40463	10951	5220	24856	-2351
ST2	32473	9109	5220	24856	-344

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	21065	0	0	0	0
SLU-E4	21065	0	264	4259	0
SLU-Q5 (+)	23459	0	440	13700	0
SLU-Q5 (-)	23459	0	-440	-496	0
SLU -Q3	23459	174	264	10861	1284
SLU -Q4	23459	0	307	11291	0
SLU-Q1 Nmax	25633	0	264	15774	0
SLU-Q1 Max	24278	0	264	19160	0
SLU-Q5 (+)	22823	0	440	15100	0
SLU-Q5 (-)	22823	0	-440	903	0
SLU -Q3	22823	174	264	12260	1284
SLU -Q4	22823	0	307	12690	0
SLU-Q5 (+)	13286	0	-440	-7098	0
SLU-Q5 (+)	15680	0	440	13700	0
SLU-Q5 (-)	15680	0	-440	-496	0

PILA					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
SLU -Q3	13286	174	264	4259	1284
SLU -Q3	15680	174	264	10861	1284
SLU -Q4	15680	0	307	11291	0
SLU -Q4	13286	0	307	4689	0
SLU-Q1 Nmax	17854	0	264	15774	0
SLU-Q1 Max	16499	0	264	19160	0
SLU-Q5 (+)	15044	0	440	15100	0
SLU-Q5 (-)	15044	0	-440	903	0
SLU -Q3	15044	174	264	12260	1284
SLU -Q4	15044	0	264	12260	0
SLV-L+	15590	836	254	2383	6186
SLV-L	15153	836	254	2383	6186
SLV-L	15590	836	-254	-2383	6186
SLV-L	15153	836	-254	-2383	6186
SLV-L	15153	-836	-254	-2383	-6186
SLV-L	15590	-836	254	2383	-6186
SLV-L	15590	-836	-254	-2383	-6186
SLV-L	15153	-836	254	2383	-6186
SLV-T	15590	251	845	7943	1856
SLV-T	15153	-251	845	7943	-1856
SLV-T	15153	251	845	7943	1856
SLV-T	15590	-251	845	7943	-1856
SLV-T	15590	251	-845	-7943	1856
SLV-T	15153	-251	-845	-7943	-1856
SLV-T	15153	251	-845	-7943	1856
SLV-T	15590	-251	-845	-7943	-1856
SLV-V	16100	251	254	2383	1856
SLV-V	16100	-251	-254	-2383	-1856
SLV-V	16100	251	-254	-2383	1856
SLV-V	16100	-251	254	2383	-1856
SLV-V	14644	251	254	2383	1856
SLV-V	14644	-251	-254	-2383	-1856
SLV-V	14644	251	-254	-2383	1856

PILA					
COMBINAZIONE	N [kN]	V _L [kN]	V _T [kN]	M _L [kNm]	M _T [kNm]
SLV-V	14644	-251	254	2383	-1856

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):

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

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

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

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.

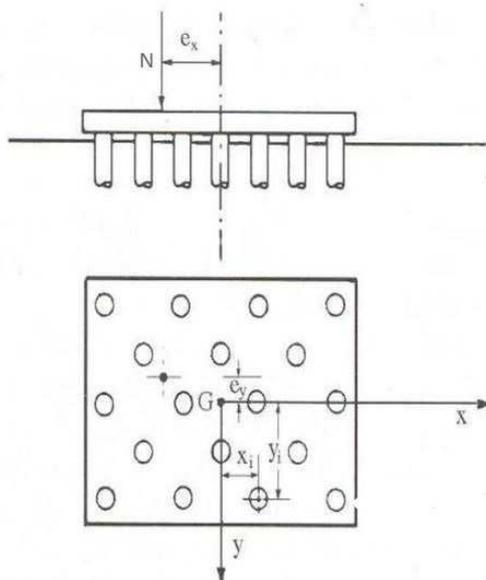


Figura 8-2. Schema di una palificata

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. 0).

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)	3968	952	611
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	5194	-1539	1008
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	3290	2149	552
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	4300	-304	971
	13-SL2 (Nmin sis)	3697	-450	834
Pila 4	7-SLU-Q1 (Mmax)	2695	1577	22
	3-SLU-Q5 (Tmax)	2467	1443	37
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	1800	799	73

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 la Pila più caricata del Viadotto Acqua Calda.

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)	3968	6773	Soddisfatta
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	5194	6285	Soddisfatta
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	3290	5977	Soddisfatta
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	4300	5264	Soddisfatta
	13-SL2 (Nmin sis)	-450	3892	Soddisfatta
Pila 4	7-SLU-Q1 (Mmax)	2695	3802	Soddisfatta
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	1800	3611	Soddisfatta

Tabella 9-1: Risultato delle verifiche

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

Analisi: CONDIZIONI STATICHE

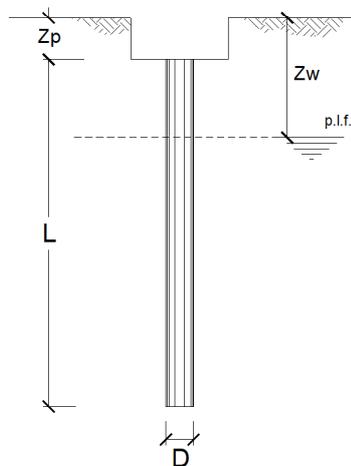
OPERA:

SPALLA1_VI01- Acqua Calda

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): 4000 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 3  Lpalo = 38.00 (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	11.00	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	21.50	A	19.00	30.0	25.0	
3	5.50	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	11.00	GSL	1256.2					1256.2					
2	21.50	A	5417.4					5417.4					
3	5.50	A	2064.1	5.49	9.63	2455.1	2776.6	2064.1	5.49	9.63	2455.1	2776.6	

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$N_d = 4000.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal med} = 2776.6 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal med} = 8737.8 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal med} = 11514.4 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal min} = 2776.6 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal min} = 8737.8 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal min} = 11514.4 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_3 ; R_{b,cal min}/\xi_4) = 1633.3 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_3 ; R_{s,cal min}/\xi_4) = 5139.9 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 6773.2 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$R_{c,d} = 5679.3 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 5679 \text{ (kN)}$

$E_d = 4000 \text{ (kN)}$

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

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

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

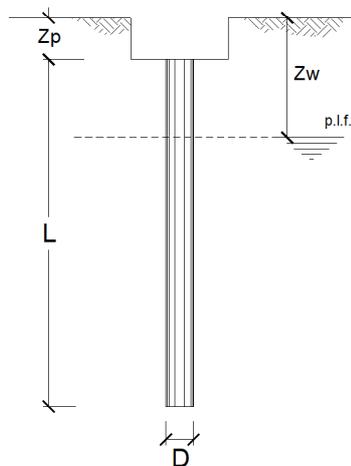
OPERA:

SPALLA1_VI01- Acqua Calda

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): 5194 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 3  Lpalo = 38.00 (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	11.00	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	21.50	A(1)	19.00			150.0
3	5.50	A(2)	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 _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{brn} (kN)	Q _{si} (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _{brn} (kN)	
1	11.00	GSL	1256.2					1256.2					
2	21.50	A(1)	4863.2					4863.2					
3	5.50	A(2)	1658.8	0.00	9.00	2569.5	2906.0	1658.8	0.00	9.00	2569.5	2906.0	

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$N_d = 5194.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal med} = 2906.0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal med} = 7778.2 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal med} = 10684.2 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal min} = 2906.0 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal min} = 7778.2 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal min} = 10684.2 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_3 ; R_{b,cal min}/\xi_4) = 1709.4 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_3 ; R_{s,cal min}/\xi_4) = 4575.4 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 6284.8 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$R_{c,d} = 5244.9 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 5245 \text{ (kN)}$

$E_d = 5194 \text{ (kN)}$

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

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

Analisi: CONDIZIONI STATICHE

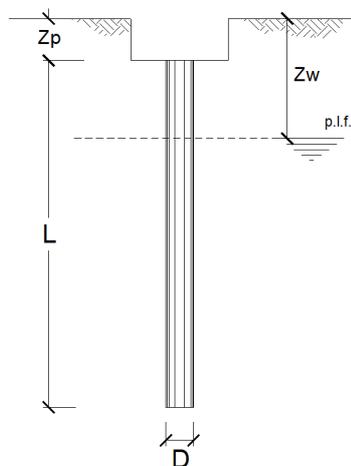
OPERA:

SPALLA2_VI01- Acqua Calda

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): 3290 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{\Delta}{\nabla}$ Lpalo = 35.00 (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	12.40	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	22.60	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	12.40	GSL	1503.9					1503.9				
2	22.60	A	6097.2	5.39	9.42	2263.6	2560.0	6097.2	5.39	9.42	2263.6	2560.0

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$$N_d = 3290.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,cal\ med} = 2560.0 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal\ med} = 7601.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal\ med} = 10161.1 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,cal\ min} = 2560.0 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal\ min} = 7601.1 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal\ min} = 10161.1 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal\ med}/\xi_3 ; R_{b,cal\ min}/\xi_d) = 1505.9 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal\ med}/\xi_3 ; R_{s,cal\ min}/\xi_d) = 4471.2 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5977.1 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$$R_{c,d} = 5003.5 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 5003 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 3290 \text{ (kN)}$$

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

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

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

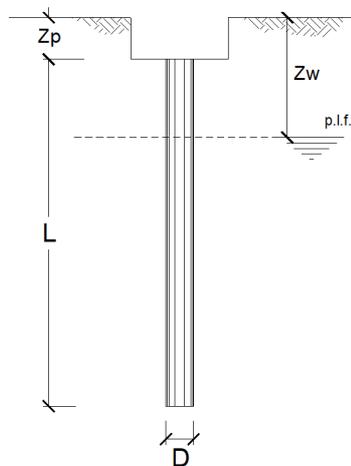
OPERA:

SPALLA2_VI01- Acqua Calda

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): 4300 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{1}{2}$ Lpalo = 35.00 (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	12.40	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	22.60	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)				
			Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)	Qsi (kN)	Nq (-)	Nc (-)	qb (kPa)	Qbm (kN)
1	12.40	GSL	1503.9					1503.9				
2	22.60	A	5112.0	0.00	9.00	2062.5	2332.6	5112.0	0.00	9.00	2062.5	2332.6

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$$N_d = 4300.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ med}} = 2332.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 8948.5 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ min}} = 2332.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 8948.5 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{b,cal \text{ min}}/\xi_4) = 1372.1 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 3891.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 5263.8 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$$R_{c,d} = 4400.5 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 4400 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 4300 \text{ (kN)}$$

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

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

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE (trazione)

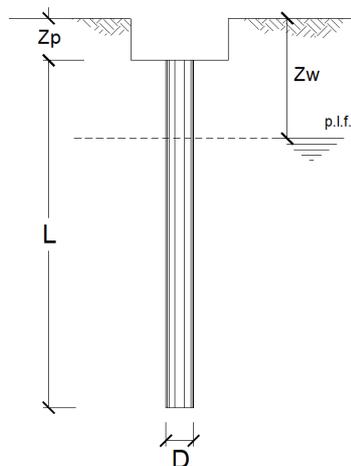
OPERA:

SPALLA2_VI01- Acqua Calda

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D):	1.20	(m)	Area del Palo (Ap):	1.131	(m ²)
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):	-450	(kN)	Carico Assiale variabile (Q):		(kN)
Numero di strati	2		Lpalo =	35.00	(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	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	○	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	○	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88	○	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista	●	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

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c' med (kPa)	φ' med (°)	c _u med (kPa)
1	12.40	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	22.60	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	12.40	GSL	1503.9					1503.9				
2	22.60	A	5112.0	0.00	9.00	2062.5	2332.6	5112.0	0.00	9.00	2062.5	2332.6

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$$N_d = -450.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

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

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

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

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 6615.9 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

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

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 3891.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 3891.7 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$$R_{c,d} = 3113.4 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 3113 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 450 \text{ (kN)}$$

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

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

Analisi: CONDIZIONI STATICHE

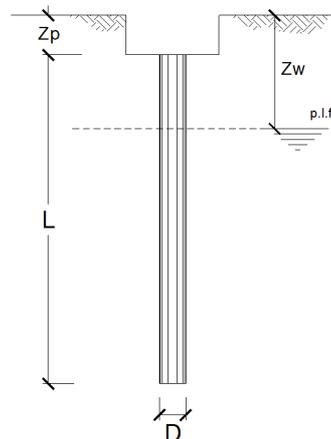
OPERA:

Pila4_VI01- Acqua Calda

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): 2700 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2 $\frac{1}{2}$ L_{palo} = 30.00 (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ_b	γ_s	γ_{strac}
		γ_G	γ_Q			
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		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	11.80	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	18.20	A	19.00	30.0	25.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.44	0.67		
0.58	0.47		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 i (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _b m (kN)	Q _s i (kN)	N _q (-)	N _c (-)	q _b (kPa)	Q _b m (kN)
1	11.80	GSL	1162.8					1162.8				
2	18.20	A	3703.8	5.42	9.49	2033.9	1597.4	3703.8	5.42	9.49	2033.9	1597.4

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$$N_d = 2700.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ med}} = 1597.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ med}} = 4866.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ med}} = 6464.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

$$\text{base } R_{b,cal \text{ min}} = 1597.4 \text{ (kN)}$$

$$\text{laterale } R_{s,cal \text{ min}} = 4866.6 \text{ (kN)}$$

$$\text{totale } R_{c,cal \text{ min}} = 6464.0 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{b,cal \text{ min}}/\xi_4) = 939.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal \text{ med}}/\xi_3 ; R_{s,cal \text{ min}}/\xi_4) = 2862.7 \text{ (kN)}$$

$$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 3802.4 \text{ (kN)}$$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$$R_{c,d} = 3185.4 \text{ (kN)}$$

VERIFICA

$$R_{c,d} = 3185 \text{ (kN)}$$

$$E_d = 2700 \text{ (kN)}$$

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

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

Analisi: CONDIZIONI SISMICHE

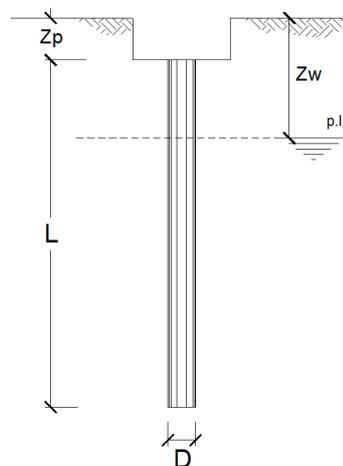
OPERA:

Pila4_VI01- Acqua Calda

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): 1800 (kN) Carico Assiale variabile (Q): (kN)
Numero di strati 2  Lpalo = 30.00 (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	11.80	GSL	19.00	0.0	34.0	
2	18.20	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	11.80	GSL	1162.8					1162.8				
2	18.20	A	3430.6	0.00	9.00	1967.5	1545.3	3430.6	0.00	9.00	1967.5	1545.3

CARICO ASSIALE AGENTE

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

$N_d = 1800.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MEDIA

base $R_{b,cal med} = 1545.3 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal med} = 4593.4 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal med} = 6138.7 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE MINIMA

base $R_{b,cal min} = 1545.3 \text{ (kN)}$

laterale $R_{s,cal min} = 4593.4 \text{ (kN)}$

totale $R_{c,cal min} = 6138.7 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE CARATTERISTICA

$R_{b,k} = \text{Min}(R_{b,cal med}/\xi_3 ; R_{b,cal min}/\xi_4) = 909.0 \text{ (kN)}$

$R_{s,k} = \text{Min}(R_{s,cal med}/\xi_3 ; R_{s,cal min}/\xi_4) = 2702.0 \text{ (kN)}$

$R_{c,k} = R_{b,k} + R_{s,k} = 3611.0 \text{ (kN)}$

CAPACITA' PORTANTE DI PROGETTO

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

$R_{c,d} = 3022.9 \text{ (kN)}$

VERIFICA

$R_{c,d} = 3023 \text{ (kN)}$

$E_d = 1800 \text{ (kN)}$

$R_{c,d} > E_d$ 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 carica del Viadotto dell'Acqua Calda.

Tutte le verifiche sono soddisfatte essendo sempre rispettata la seguente disequaglianza $E_d < R_d$, 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.

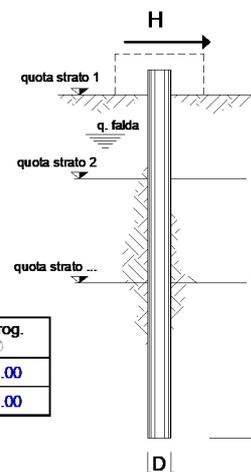
In tabella una sintesi dei risultati per le verifiche sotto carichi orizzontali.

Elemento	Combinazione	E_d kN	R_d kN	Stato Verifica
SP1	4-STA (Nmax e Tmax)	611	925	Soddisfatta
	12-SL1 (SIS:Nmax/min e Tmax)	1008	1085	Soddisfatta
SP2	4-STA (Nmax e Tmax)	552	925	Soddisfatta
	12-SL1 (Nmax sis e Tmax)	971	997	Soddisfatta
Pila 4	7-SLU-Q1 (Mmax)	37	546	Soddisfatta
	26-SLV-L+ (Nmax e Tmax)	73	546	Soddisfatta

Tabella 9-2: Risultato delle verifiche

opera **SP1_Cavalcavia dell'Acqua Calda (condizioni statiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_φ	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)	89.00	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 **38.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3195.65** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

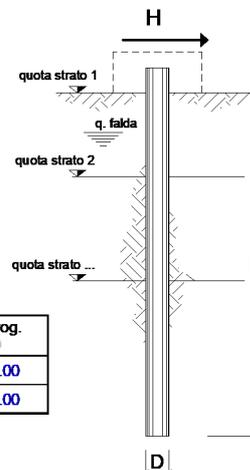
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2044.0 (kN)		2044.0 (kN)	
Palo intermedio	20070.7 (kN)		20070.7 (kN)	
Palo corto	69738.3 (kN)		69738.3 (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_kγ_T			924.90	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =		611	(kN)
Carico Assiale variabile (Q):	Q =		0	(kN)
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =			611.00	(kN)
FS = H_d / F_d =			1.51	

opera **SP1_Cavalcavia dell'Acqua Calda (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	<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)	89.00	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 **38.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **4120.72** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

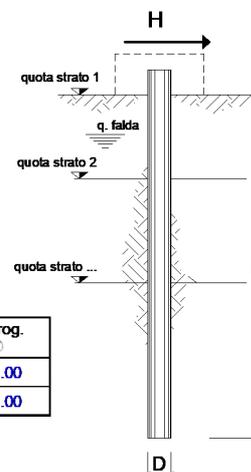
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2398.1 (kN)		2398.1 (kN)	
Palo intermedio	18783.8 (kN)		18783.8 (kN)	
Palo corto	55617.2 (kN)		55617.2 (kN)	
H_{med}	2398.1 (kN)	Palo lungo	H_{min}	2398.1 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			1410.65	(kN)
H_d = H_kγ_T			1085.12	(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 =		1.08		

opera **SP2_Cavalcavia dell'Acqua Calda (condizioni statiche)**

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	<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)	87.60	19	10	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	65.00	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 **35.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **3195.65** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

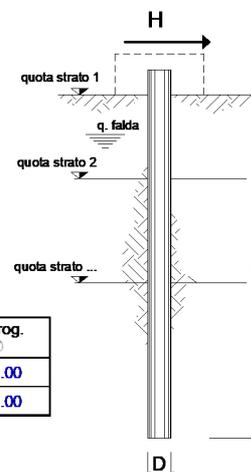
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2044.0	(kN)	2044.0	(kN)
Palo intermedio	17767.2	(kN)	17767.2	(kN)
Palo corto	60467.6	(kN)	60467.6	(kN)
H_{med}	2044.0	(kN)	H_{min}	2044.0 (kN)
$H_k = \min(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1202.37	(kN)
$H_d = H_k/\gamma_T$			924.90	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	552	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		552.00	(kN)	
$FS = H_d / F_d =$		1.68		

opera **SP2_Cavalcavia dell'Acqua Calda (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	<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)	87.60	19	10		1.00	150		1.00	150
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	A(2)	65.00	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 **35.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **3598.98** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

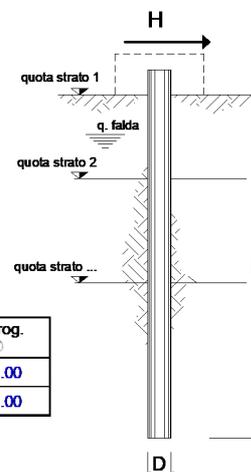
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	2202.3	(kN)	2202.3	(kN)
Palo intermedio	16094.4	(kN)	16094.4	(kN)
Palo corto	47765.4	(kN)	47765.4	(kN)
H_{med}	2202.3	(kN)	H_{min}	2202.3 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)			1295.49	(kN)
H_d = H_kγ_T			996.53	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	971	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		971.00	(kN)	
FS = H_d / F_d =		1.03		

opera **P4_Cavalcavia dell'Acqua Calda (condizioni statiche)**

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_φ	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)	88.20	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 **30.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo My **1548.56** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

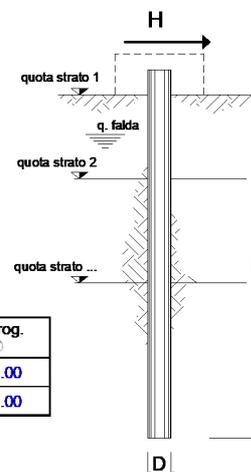
- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1206.7	(kN)	1206.7	(kN)
Palo intermedio	11242.7	(kN)	11242.7	(kN)
Palo corto	37794.3	(kN)	37794.3	(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_kγ_T			546.01	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	37	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		37.00	(kN)	
FS = H_d / F_d =		14.76		

opera **P4_Cavalcavia dell'Acqua Calda (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	<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)	88.20	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 **30.00** (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	10748.3	(kN)	10748.3	(kN)
Palo corto	33036.8	(kN)	33036.8	(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_kγ_T			546.01	(kN)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	73	(kN)	
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0	(kN)	
F_d = G · γ_G + Q · γ_Q =		73.00	(kN)	
FS = H_d / F_d =		7.48		

10 CALCOLO DELLE OPERE PROVVISORIALI

Di seguito si affrontano le problematiche progettuali connesse al dimensionamento ed alla verifica delle opere di sostegno provvisionali, necessarie per l'apertura in sicurezza degli scavi relativi all'esecuzione delle strutture di fondazione delle pile P1 e P2 del Viadotto dell'Acqua Calda.

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 Viadotto dell'Acqua Calda, 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'	γ	E'
-	[kPa]	[°]	kN/m ³	[MPa]
LSA	20	25	19	10
GSL	0	34	19	20

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 seguendo il 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 deformazione 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 -1.40 m
11	Scavo di sbancamento fino fondo scavo -2.80 m
14	Applicazione carico variabile 10 kPa

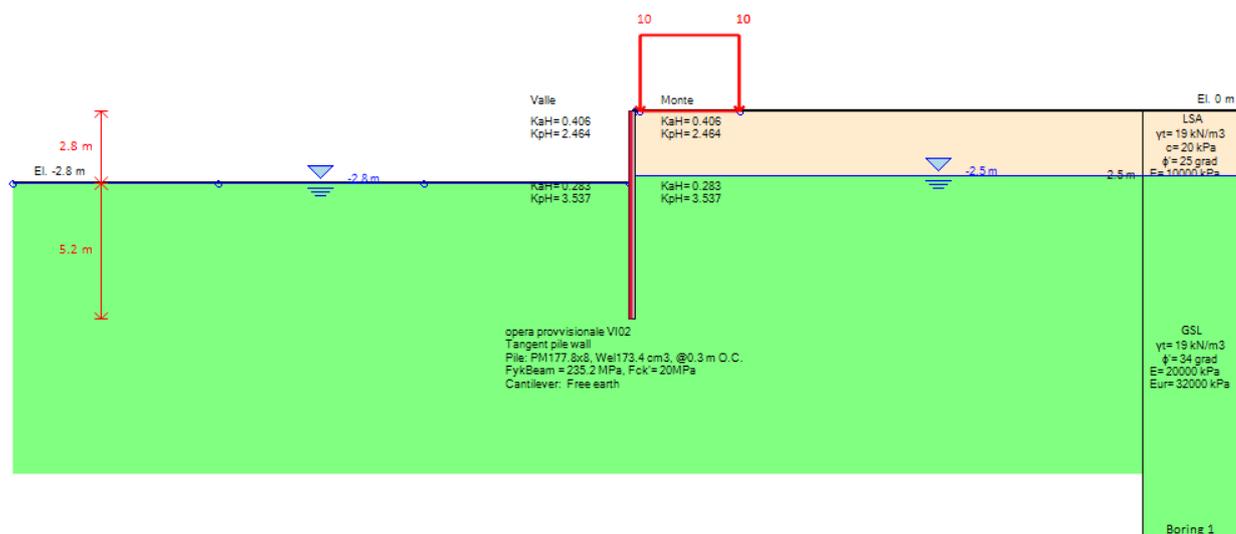


Figura 10-1 – Modello di calcolo

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 B 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	4	1.52

Tabella 10-1 spostamenti della paratia

10.7.2 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	-4.60	18.98	15.26	5.69	4.58	17.9	0,07	✓
A2+M2+R1	-5.20	37.88	21.08	11.36	6.32	35.2	0.13	✓

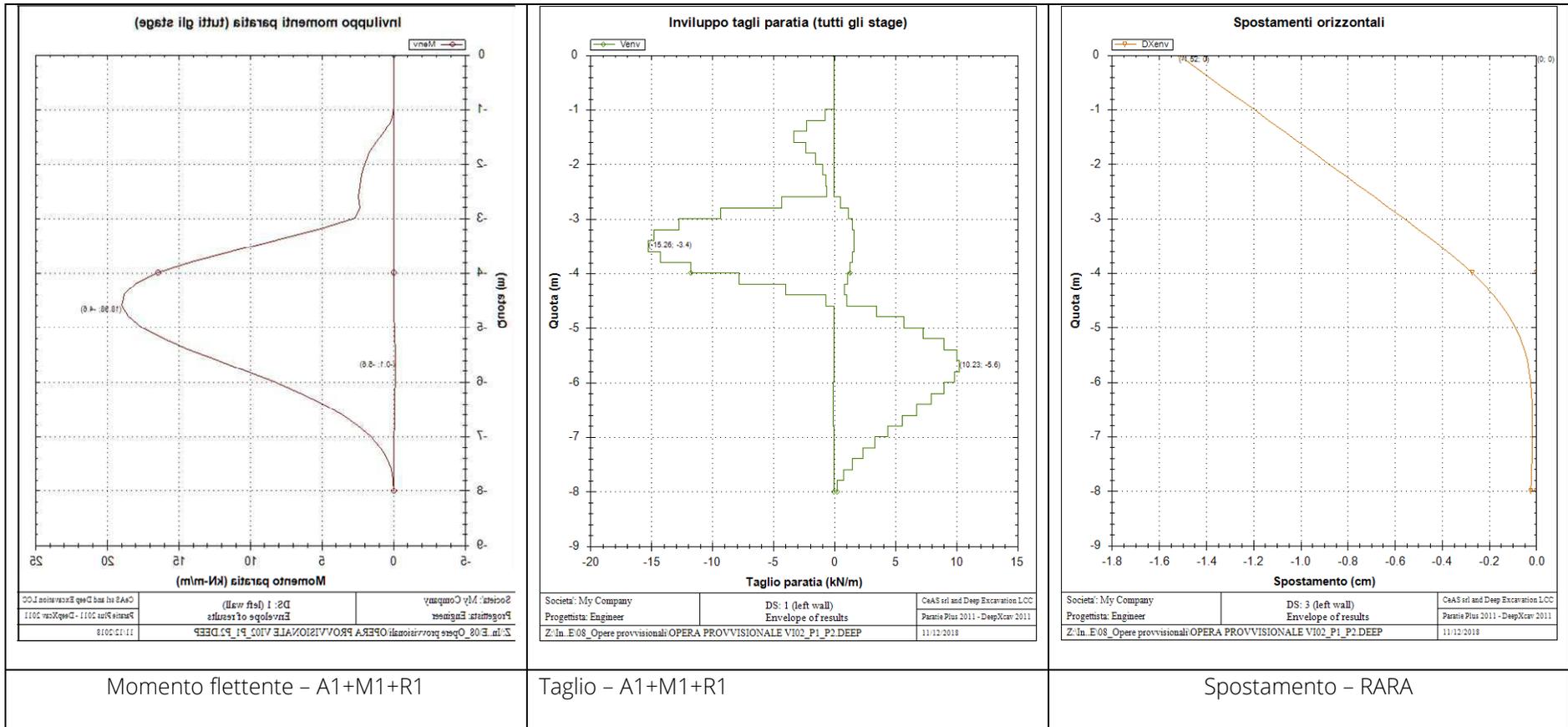
Tabella 10-2 Valori delle sollecitazioni massime e verifiche strutturali nella struttura della paratia

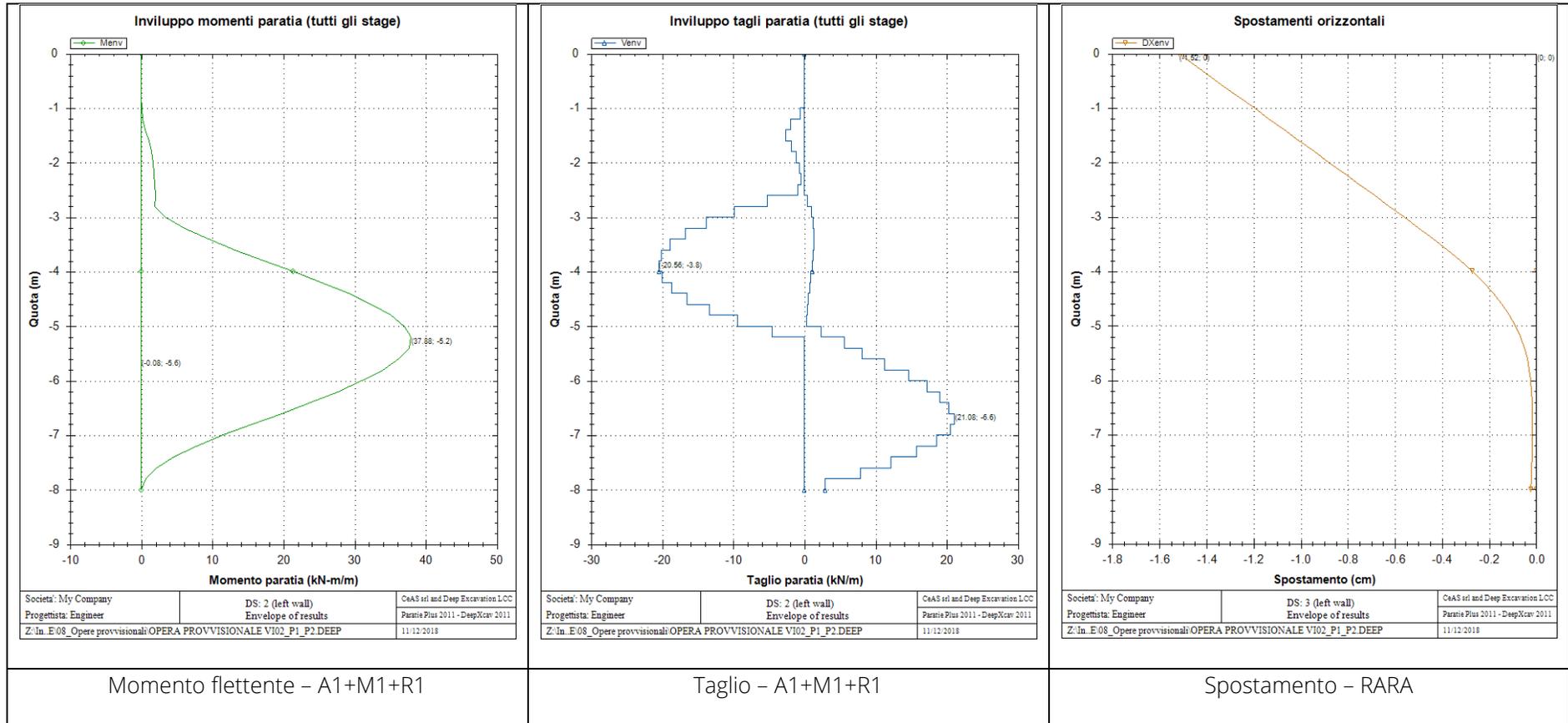
dove:

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). Nell'allegato A si riporta no le verifiche strutturali.

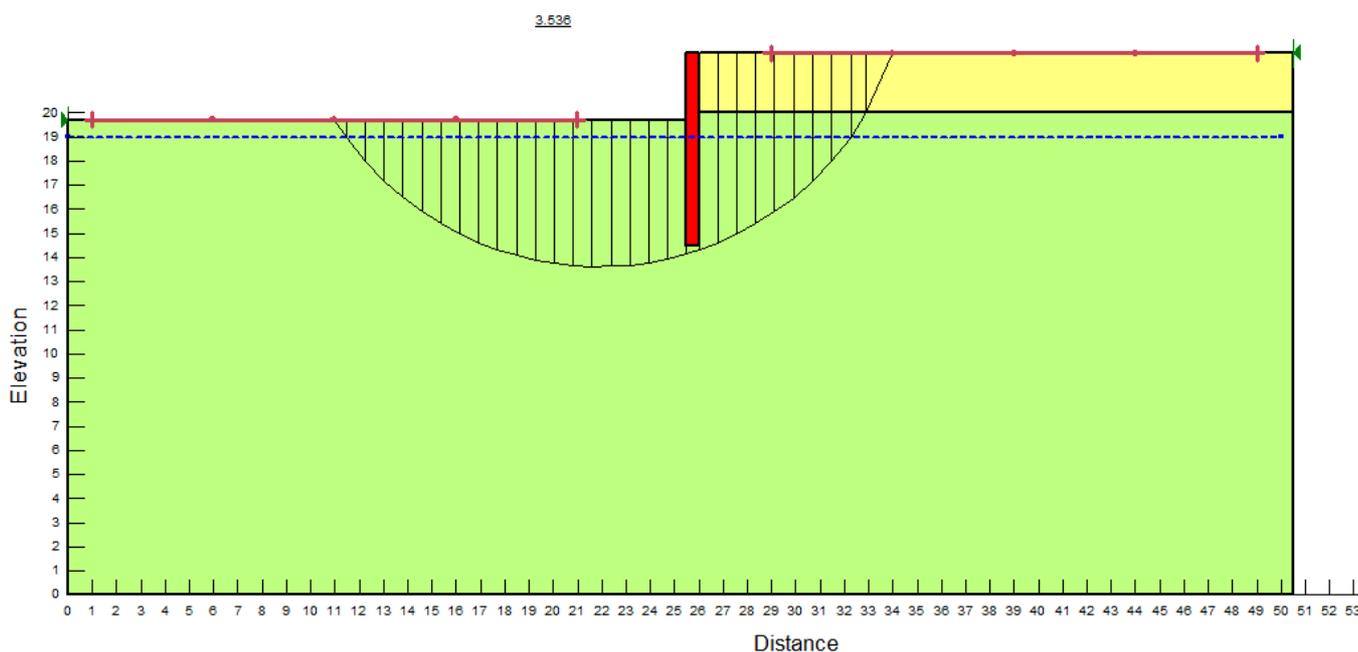




10.8 VERIFICHE GEOTECNICHE

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	3.536



ALLEGATO A

TANGENZIALE DI LUCCA - CORONELLA DI MICROPALI - L=8.0 m							
Verifica Micropalo ϕ 177,8x8 mm							
Riepilogo proprietà del materiale				A1+M1+R1			
ACCIAIO	S	355		γ_{acc}	78.5	kN/m3	
γ_M	1.05			E_{acc}	206000000	kN/m2	
σ_d	338	MPa		p.p.	0.42	kN/m	
τ_d	195	MPa		rapporto max: "d/t _{max} "			
ϵ^2	0.66			classe 1	classe 2	classe 3	
				33.1	46.3	59.6	
Sollecitazioni agenti e geometria profilato (per la verifica)							
N_{Ed_palo}	2.491	kN		γ_f (p.p.)	1.3		
V_{Ed_palo}	15.260	kN/m		Interasse	0.3	m	
V_{Ed_palo}	4.58	kN					
M_{Ed_palo}	18.98	kNm/m					
M_{Ed_palo}	5.69	kNm					
(valori allo S.L.U.)							
Caratteristiche sezione del Tubo							
Armatura Micropalo: d =	219.1	mm				301	
Spessore: t =	8.00	mm					
A _{armatura}	53	cmq					
d / t	27		--->	classe 1			
J	2.960E-05	m4		2960	cm4	z (m)	4.60
W _{el}	2.702E-04	m3		270	cm3	(da intradosso cordolo)	
ρ	0.075	m					
Verifiche (metodo elastico)				Calcolo capacità portante			
τ_{max}	1.4	MPa		M.E.	M_{Rd}	91.3	kNm
σ_{max} (N)	0.5	MPa			$W_{pl} = [D^3 - (D-2s)^3]/6$		
σ_{max} (M)	21.1	MPa			$W_{pl} =$	0.0003567	m3
σ_{max_id}	21.7	MPa		M.P.	M_{Rd}	120.6	kNm
< s _{amm} --> verifica			0.07		(verificare che sia di classe 1 e 2)		
6%							
Determinazione influenza del taglio sulla capacità portante a flessione							
A _{resist} a taglio	34	cmq			V_{Ed}	< 0.5 V _{c,Rd}	
V _{c,Rd}	792	kN			ρ	0	

TANGENZIALE DI LUCCA - CORONELLA DI MICROPALI - L=8.0 m							
Verifica Micropalo ϕ 177,8x8 mm							
Riepilogo proprietà del materiale				A2+M2+R1			
ACCIAIO	S	355		γ_{acc}	78.5	kN/m3	
γ_M	1.05			E_{acc}	206000000	kN/m2	
σ_d	338	MPa		p.p.	0.42	kN/m	
τ_d	195	MPa		rapporto max: " d/t_{max} "			
ϵ^2	0.66			classe 1	classe 2	classe 3	
				33.1	46.3	59.6	
Sollecitazioni agenti e geometria profilato (per la verifica)							
N_{Ed_palo}	2.815	kN		γ_f (p.p.)	1.3		
V_{Ed_palo}	21.080	kN/m		Interasse	0.3	m	
V_{Ed_palo}	6.32	kN					
M_{Ed_palo}	37.88	kNm/m					
M_{Ed_palo}	11.36	kNm					
(valori allo S.L.U.)							
Caratteristiche sezione del Tubo							
Armatura Micropalo: d =	219.1	mm				301	
Spessore: t =	8.00	mm					
A_armatura	53	cmq					
d / t	27		--->	classe 1			
J	2.960E-05	m4		2960	cm4	z (m)	5.20
W_{el}	2.702E-04	m3		270	cm3	(da intradosso cordolo)	
ρ	0.075	m					
Verifiche (metodo elastico)				Calcolo capacità portante			
τ_{max}	1.9	MPa		M.E.	M_{Rd}	91.3	kNm
σ_{max} (N)	0.5	MPa			$W_{pl} = [D^3 - (D-2s)^3]/6$		
σ_{max} (M)	42.1	MPa			$W_{pl} =$	0.0003567	m3
σ_{max_id}	42.7	MPa		M.P.	M_{Rd}	120.6	kNm
< s_{amm} --> verifica			0.13		(verificare che sia di classe 1 e 2)		
12%							
Determinazione influenza del taglio sulla capacità portante a flessione							
A_resist a taglio	34	cmq		V_{Ed}	< 0.5 V_c, Rd		
V_c, Rd	792	kN		ρ	0		

ALLEGATO B

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: 11/15/2018 3:42:11 PM

File: Z:\Ingeos\PROGETTI\LO601A (Tangenziale di Lucca)\Geotecnica\LAVORAZIONE\08_Opere provvisionali\OPERA
PROVVISIONALE VI02_P1_P2.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	14.11	11.47	1.52	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.625	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	18.98	15.26	1.59	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.3	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	37.88	21.08	5.8	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.182	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	14.11	11.47	1.52	Nessun vincolo	Nessun vincolo	1.625	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	1.52	1.03	14.11	4.23
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo	1.59	1.08	18.98	5.69
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo	5.8	4.34	37.88	11.36
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo	1.52	1.03	14.11	4.23

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Base model	11.47	3.44	0.054	0.054	0.006	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	15.26	4.58	0.073	0.073	0.009	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	21.08	6.32	0.146	0.146	0.012	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	11.47	3.44	0.054	0.054	0.006	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	2.79	3.05	1.957	1.625	N/A	2.663	1.217
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	2.79	2.315	1.466	1.3	N/A	2.647	1.212
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	2.232	1.941	1.245	1.182	N/A	1.838	1.092
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	2.79	3.05	1.957	1.625	N/A	2.663	1.217

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Base model	1.848	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	1.279	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	1.279	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	1.848	N/A	N/A

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
TSF Momento	0.146	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Wall Moment (kN-m/m)	37.876	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Momento (kN-m)	11.363	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Momento resistente (kN-m/m)	260.285	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	23
Taglio (kN/m)	21.078	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	33
Taglio (kN)	6.323	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	33
TSF taglio	0.012	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	33
Taglio resistente (kN/m)	1768.722	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	17
Spostamenti (cm)	5.795	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	4.342	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	0
FS infissione (eq. limite)	1.941	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	4
FS rotazione (eq. limite)	1.245	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	4
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	1.182	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	4
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	1.838	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2:	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	4

		A2+M2+R1			
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	4.4	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	4

Risultati vincoli ed elementi strutturali

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

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	11.363	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Momento +M (kN-m)	11.363	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Momento -M (kN-m)	-0.03	1: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	2: Scavo -1.4 m	1: opera provvisoriale VI02	23
TSF Momento	0.146	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	26
Momento resistente (kN-m/m)	260.285	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	23
Taglio (kN)	6.323	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	33
TSF taglio	0.012	2: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	33
Taglio resistente (kN/m)	1768.722	3: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	4: carico variabile mezzi	1: opera provvisoriale VI02	17

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)	1.91	2.48	1.97	1.91
Momento fase3 (kN-m/m)	11.44	14.88	25.42	11.44
Momento fase4 (kN-m/m)	14.11	18.98	37.88	14.11

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)	-2.55	-3.32	-2.66	-2.55
V stg3 (kN/m)	-9.77	-12.7	-15.76	-9.77
V stg4 (kN/m)	-11.47	-15.26	21.08	-11.47

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

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

STEEL=acciaio

Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima

Elastic E=modulo elastico

Density g=peso specifico

CONCRETE=calcestruzzo

Name=nome materiale
 f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica
 STEEL REBAR

Name=nome materiale
 strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio
 Elastic E=modulo elastico

WOOD=legno
 Name=nome materiale
 Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione
 Ultimate tensile strength Ft_u=ft_{uk}=res. caratt. parallela alle fibre
 Ultimate shear strength Fv_u=fv_{uk}=res. caratt. a taglio
 Density g=peso specifico
 Elastic E=modulo elastico

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m3)	(kN/m3)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
LSA	19	19	25	20	N/A	N/A	N/A	10000	16000	0.41	2.46	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	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m3)	(MPa)
LSA	0.4	-	-	0.577	0.8	-	-	0	0	0	-
GSL	0.3	-	-	0.441	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 rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

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

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	LSA	1	0.58
-2.5	GSL	1	0.44

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

STEEL=acciaio

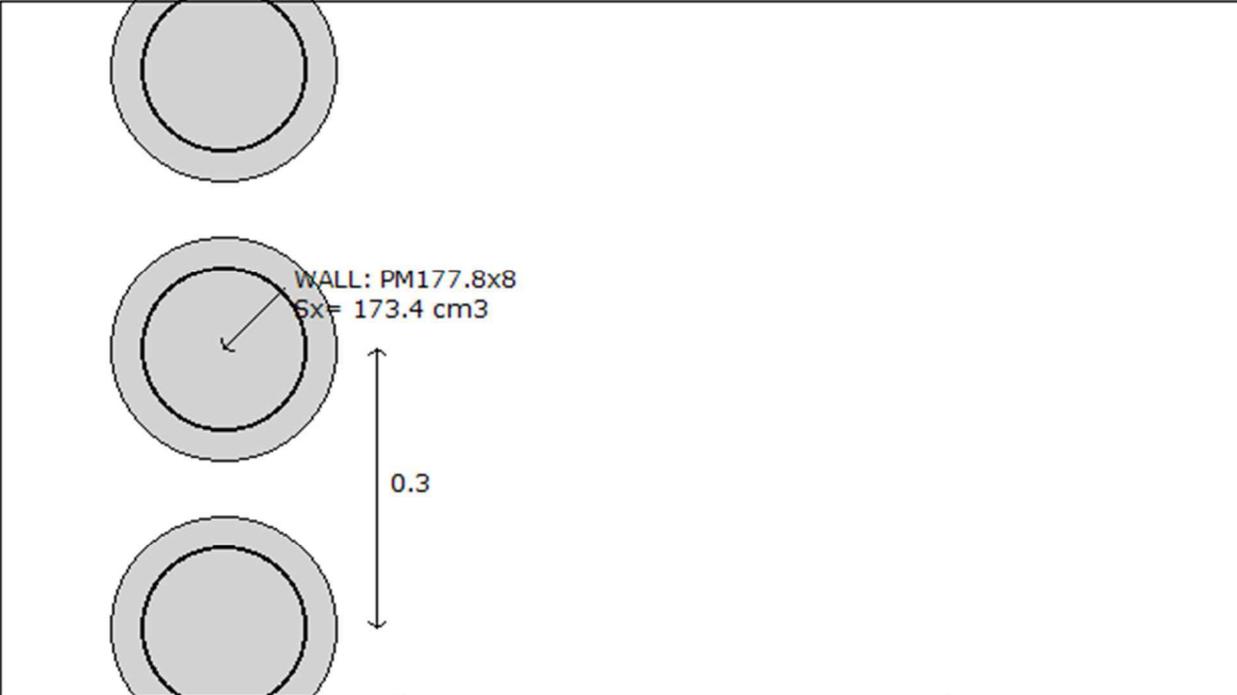
Name=nome materiale

strength fy=fyk=res caratteristica acciaio

Fu=fuk=resistenza ultima
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 CONCRETE=calcestruzzo
 Name=nome materiale
 f'c=fck=resistenza cilindrica a compressione caratteristica cls
 Elastic E=modulo elastico
 Density g=peso specifico
 Tension strength=ft=fctk=resistenza a trazione caratteristica
 STEEL REBAR
 Name=nome materiale
 strength fy=fyk=resistenza caratteristica acciaio
 Elastic E=modulo elastico
 WOOD=legno
 Name=nome materiale
 Ultimate bending strength Fb=fbk=resistenza caratteristica a flessione
 Ultimate tensile strength Ft=fuk=res. caratt. parallela alle fibre
 Ultimate shear strength Fvu=fvuk=res. caratt. a taglio
 Density g=peso specifico
 Elastic E=modulo elastico

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: opera provvisoriale VI02

		
Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcav 2011
Z:\In..E\08_Opere provvisionali\OPERA PROVVISORIALE VI02_P1_P2.DEEP		11/15/2018

Sezioni paratia0: VI02_PILA 1

Tipo paratia: Pali tangenti

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -8 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= 0.3

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

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

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	11.559	15.207	11.559
Stage 2	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	6.632	7.266	6.632
Stage 3	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	1.733	1.826	2.568
Stage 4	Springs-Up	Ka	N/A	N/A	Kp	N/A	Free Earth		N/A	1	1.3	1.466	2.315

Name=nome fase

Analysis method=metodo di calcolo

CONventional=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)

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	8.157	1.862

Fase 1	11.559	11.559	15.207	40	8.157	1.862
Fase 2	6.632	6.632	7.266	33	5.312	1.66
Fase 3	1.733	2.568	1.826	1.733	2.774	1.251
Fase 4	1.3	2.315	1.466	1.3	2.647	1.212

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

McapL=Momento ultimo lato sx

McapR=Momento ultimo lato dx

VcapL=Taglio ultimo resistente lato sx

VcapR=Taglio ultimo resistente lato dx

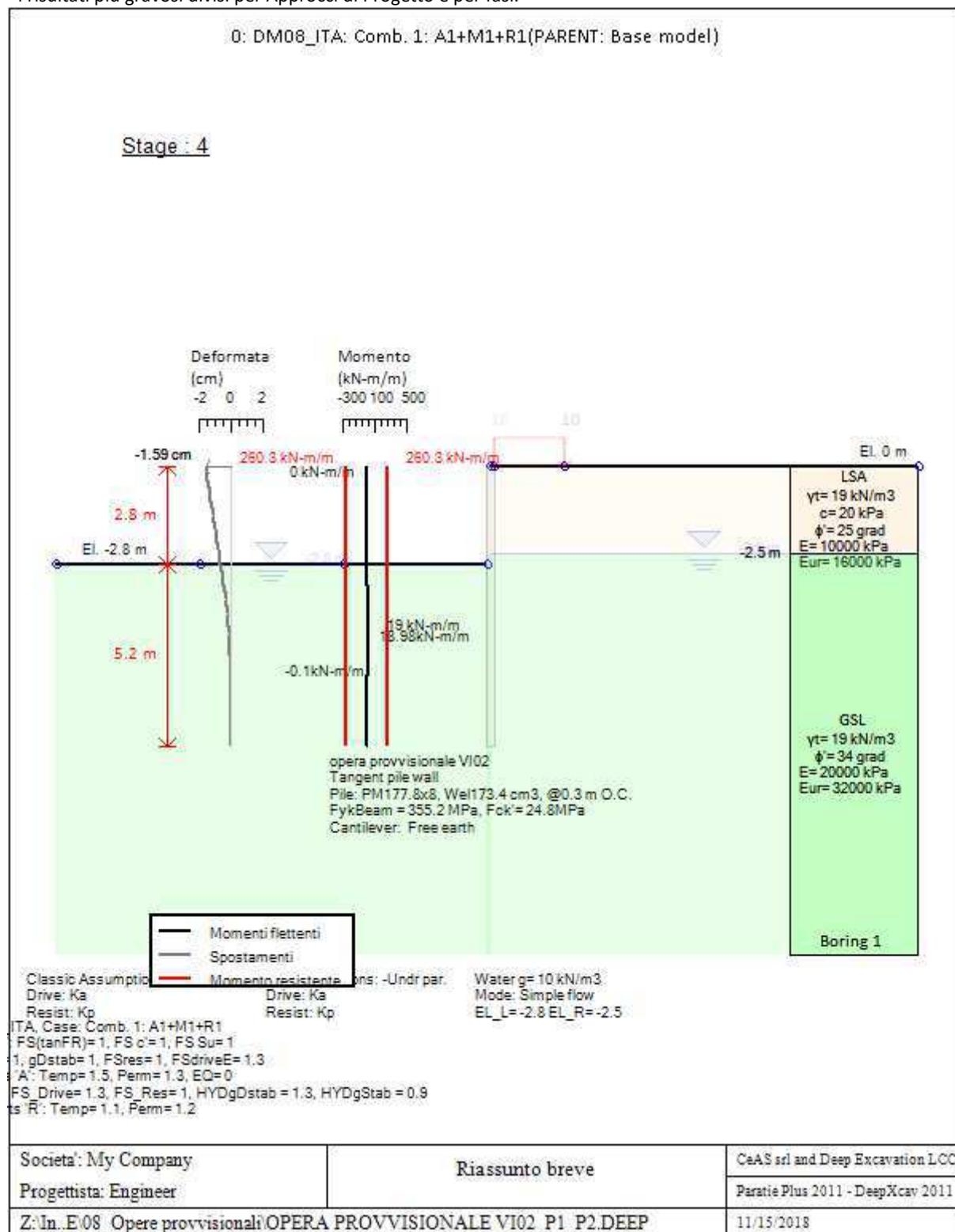
Progetto: My Project

***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/Ca p	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.	Rotatio n	Embedme nt	(m)	Stab. FS
0	VI02_PIL A 1	8	2.8	18.98/260. 28	0.1/260.28	2.647	1.466	1.3	-6.8	N/A

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: opera provvisoriale VI02

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 3	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 3	@ Dx/H max	@ Dx/H max
2.79	1.198	17.2	2.79	0.428	17.22	2.79

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	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

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

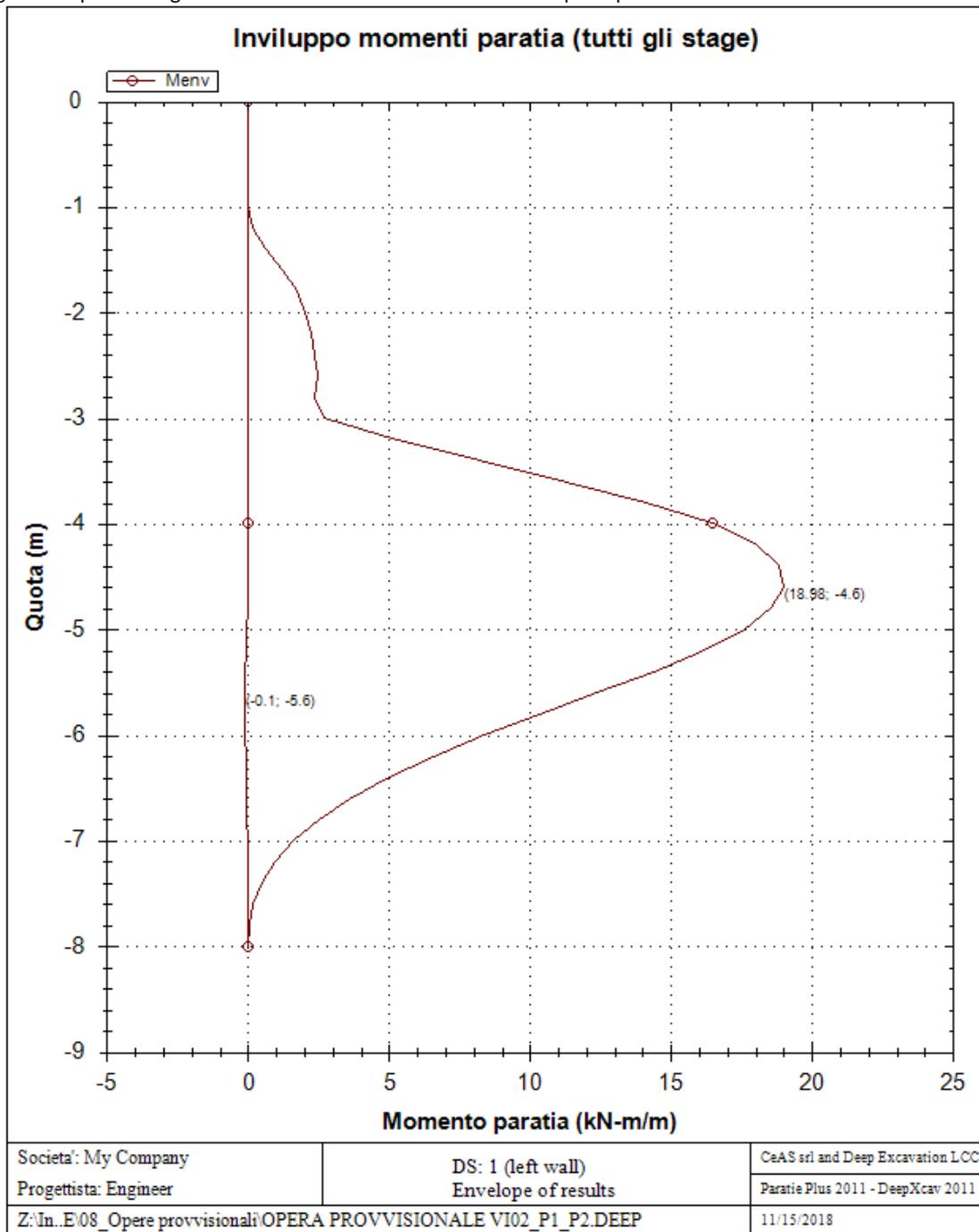
F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

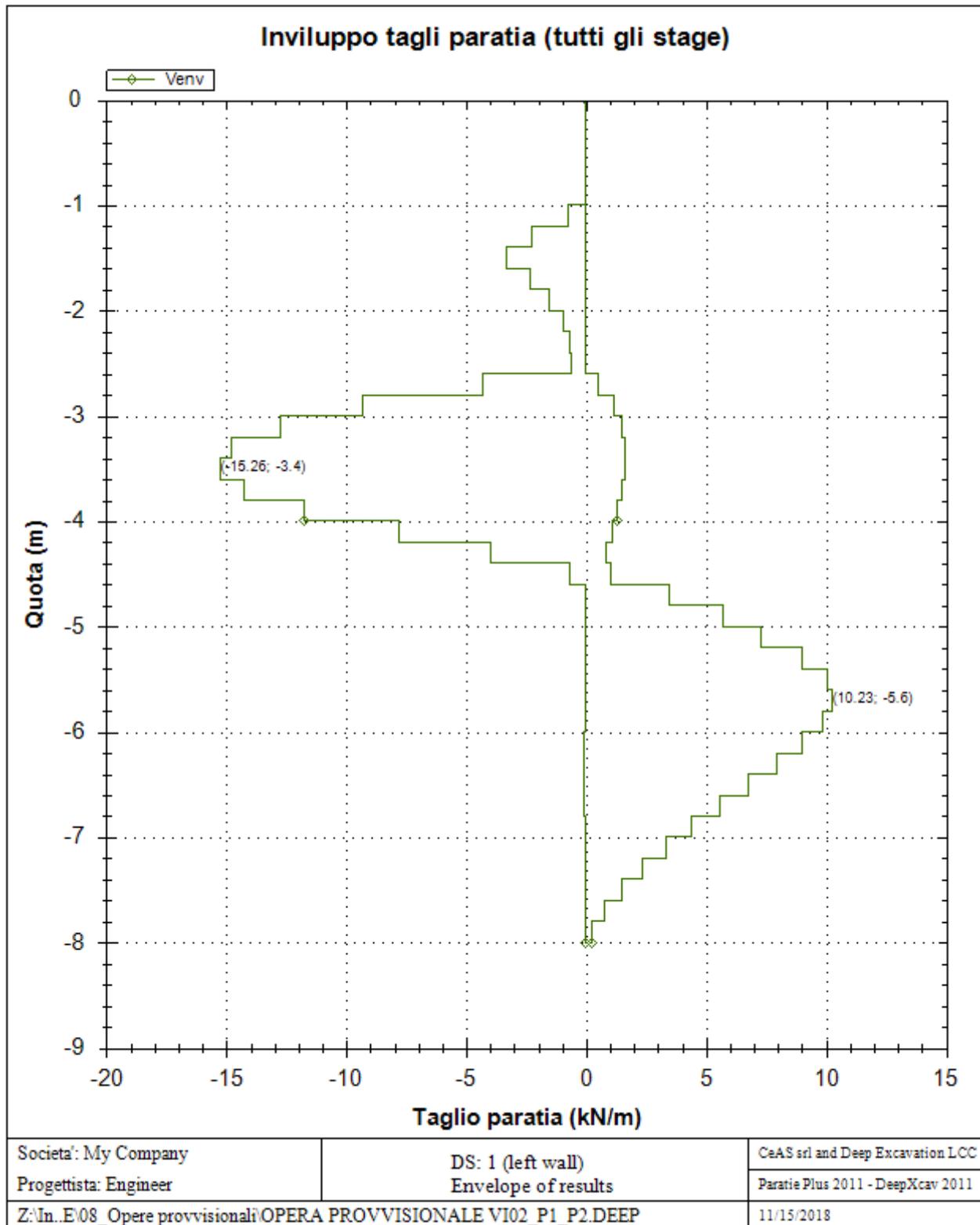
F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

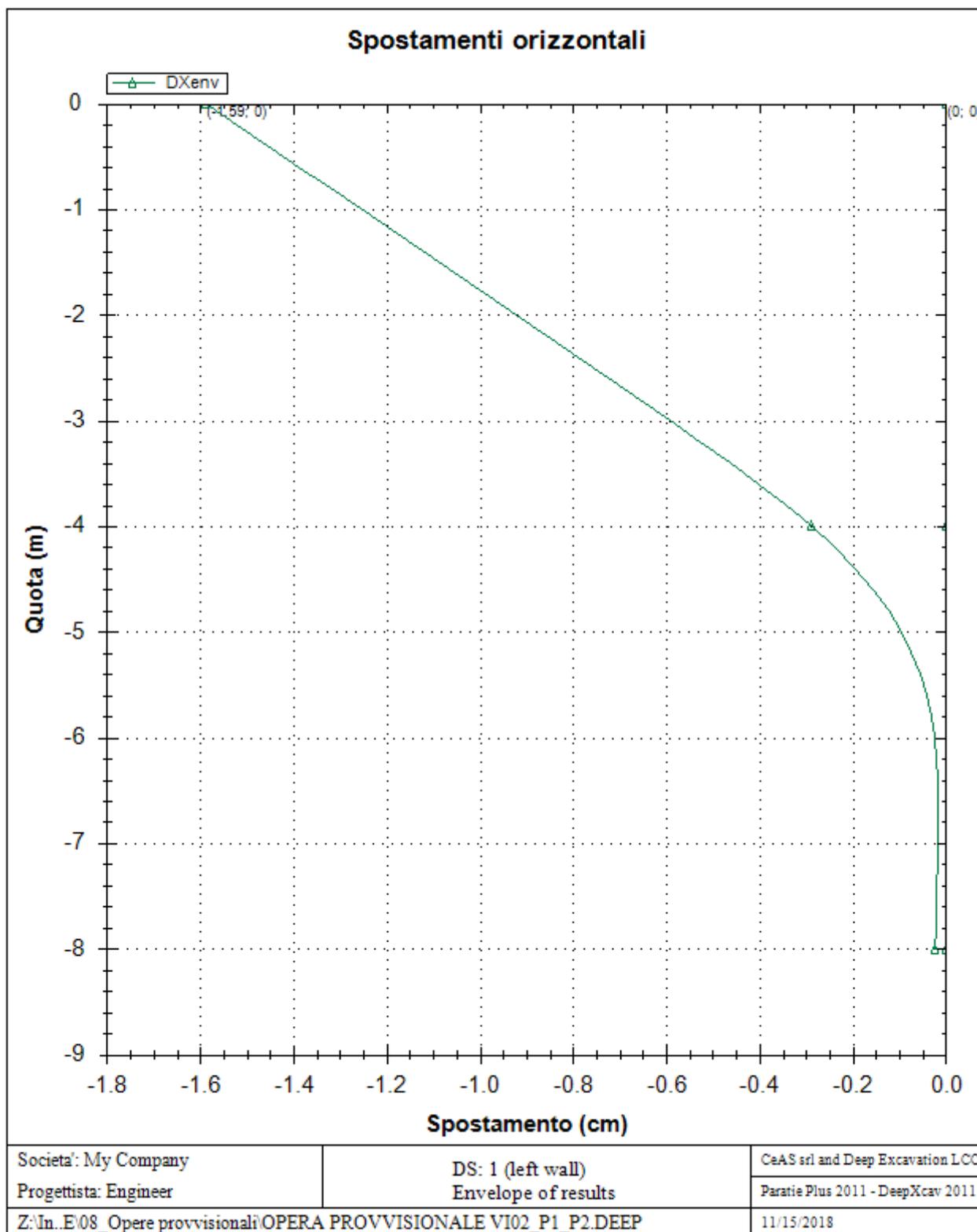
F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

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	Spontamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
litostatica	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -1.4 m	Risolto con successo	-0.09	0.05	2.48	0.74
scavo -2.80 m	Risolto con successo	-1.14	0.76	14.88	4.46

carico variabile mezzi	Risolto con successo	-1.59	1.08	18.98	5.69
------------------------	----------------------	-------	------	-------	------

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	0	0	0	0	0	N/A
Scavo -1.4 m	3.32	0.99	0.01	0.01	0.002	N/A
scavo -2.80 m	12.7	3.81	0.057	0.057	0.007	N/A
carico variabile mezzi	15.26	4.58	0.073	0.073	0.009	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)
litostatica	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 -1.4 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.80 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico variabile mezzi	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)		/	/
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	1000	11.559	15.207	40	N/A	8.157	1.862
Scavo -1.4 m	6.338	6.632	7.266	33	N/A	5.312	1.66
scavo -2.80 m	2.79	2.568	1.826	1.733	N/A	2.774	1.251
carico variabile mezzi	2.79	2.315	1.466	1.3	N/A	2.647	1.212

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatica	1.913	N/A	N/C
Paratia	1.913	N/A	N/C
Scavo -1.4 m	1.578	N/A	N/C
scavo -2.80 m	1.279	N/A	N/C
carico variabile mezzi	1.279	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	

Vincoli: reazione fase per fase

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

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	8.157	1.862
Fase 1	11.559	11.559	15.207	40	8.157	1.862
Fase 2	6.632	6.632	7.266	33	5.312	1.66
Fase 3	1.733	2.568	1.826	1.733	2.774	1.251
Fase 4	1.3	2.315	1.466	1.3	2.647	1.212

Vincoli: verifiche fase per fase

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

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	512.61/62.841	62.841/33.741	N/A	N/A
Fase 1	500.118/43.268	1623/106.73	8/0.2	512.61/62.841	62.841/33.741	N/A	N/A
Fase 2	286.961/43.268	775.46/106.73	6.6/0.2	297.495/56.001	56.001/33.741	N/A	N/A
Fase 3	120.286/46.846	216.83/118.74	5.2/3	125.091/45.096	42.675/34.101	N/A	N/A
Fase 4	120.286/51.955	216.83/147.94	5.2/4	125.091/47.253	44.832/36.978	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatica	LSA	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 25, DFR = 0, Asur = 0)]$	0	25	20	0	0.406	2.464

			=>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464						
0: litostatica	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	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
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
2: Scavo -1.4 m	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
2: Scavo -1.4 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 -2.80 m	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
3: scavo -2.80 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: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
4: carico variabile mezzi	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

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: litostatica	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
0: litostatica	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	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
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

2: Scavo -1.4 m	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.406 = 0.406$	0	25	20	0	0.406	2.464
2: Scavo -1.4 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
3: scavo -2.80 m	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.406 = 0.406$	0	25	20	0	0.406	2.464
3: scavo -2.80 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: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 \times 0.406 = 0.406$	0	25	20	0	0.406	2.464
4: carico variabile mezzi	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

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura a taglio non presente.

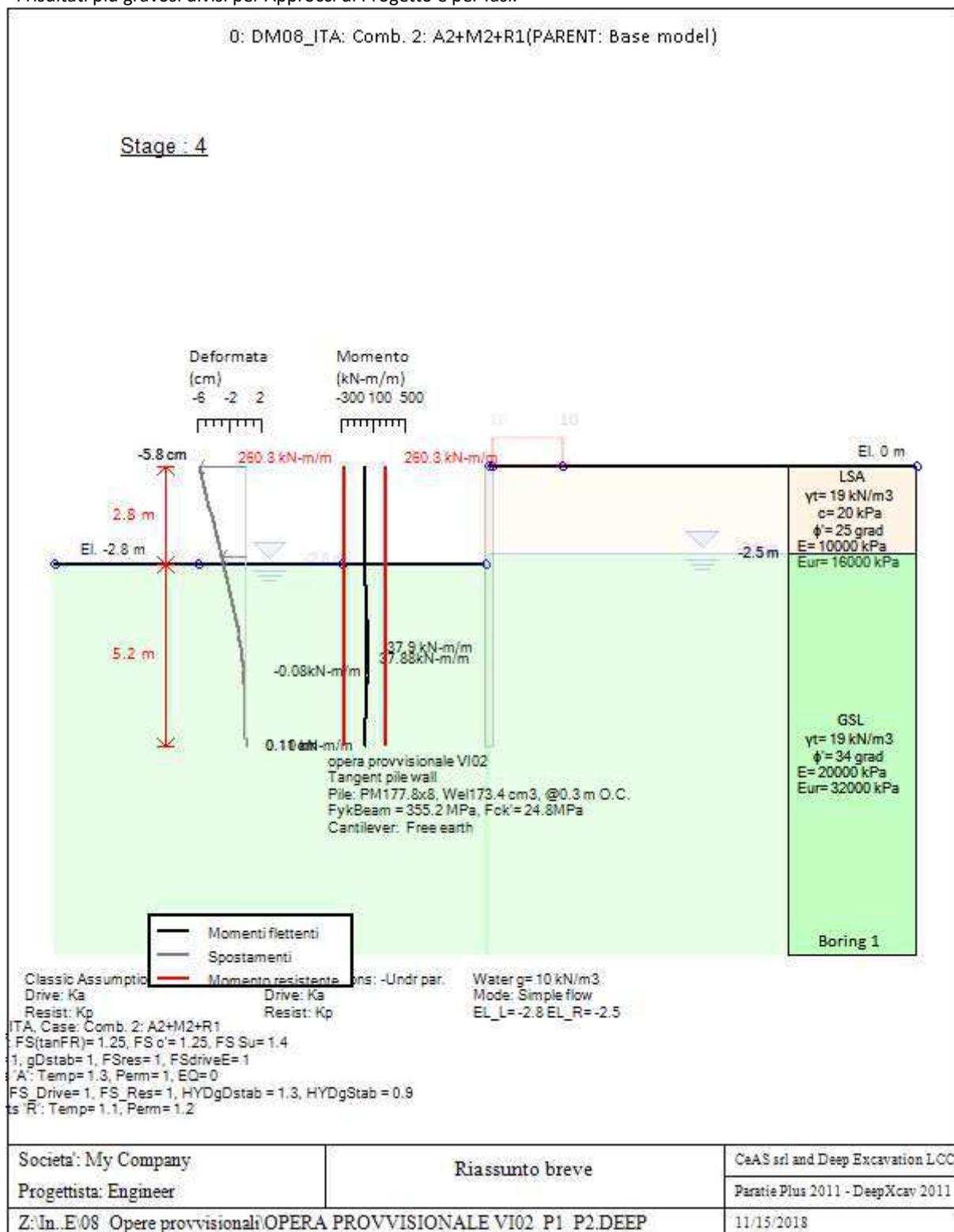
Progetto: My Project

***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

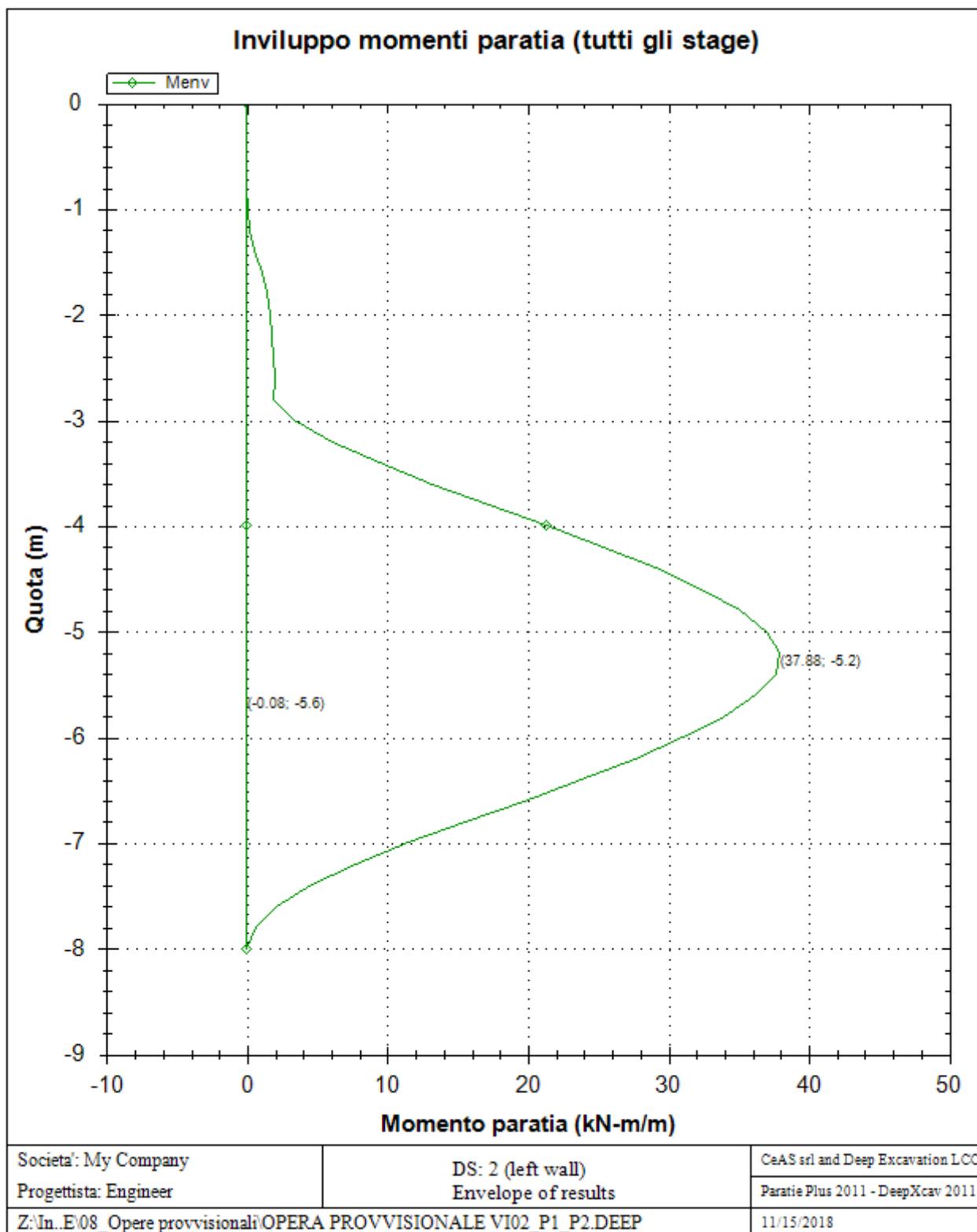
Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	VI02_PILA 1	8	2.8	37.88/260.28	0.08/260.28	1.838	1.245	1.182	-7.2	N/A

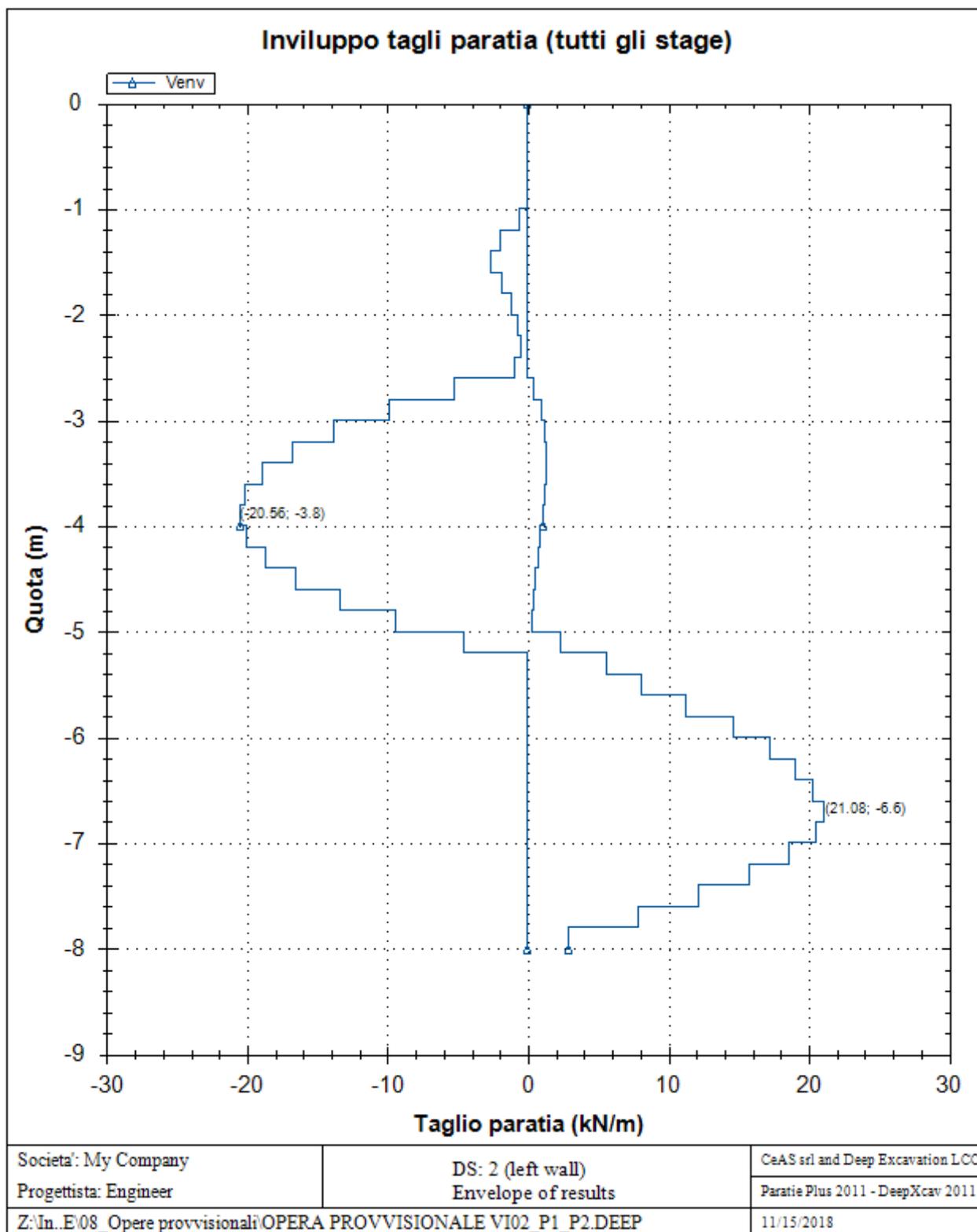
Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: opera provvisoriale VI02

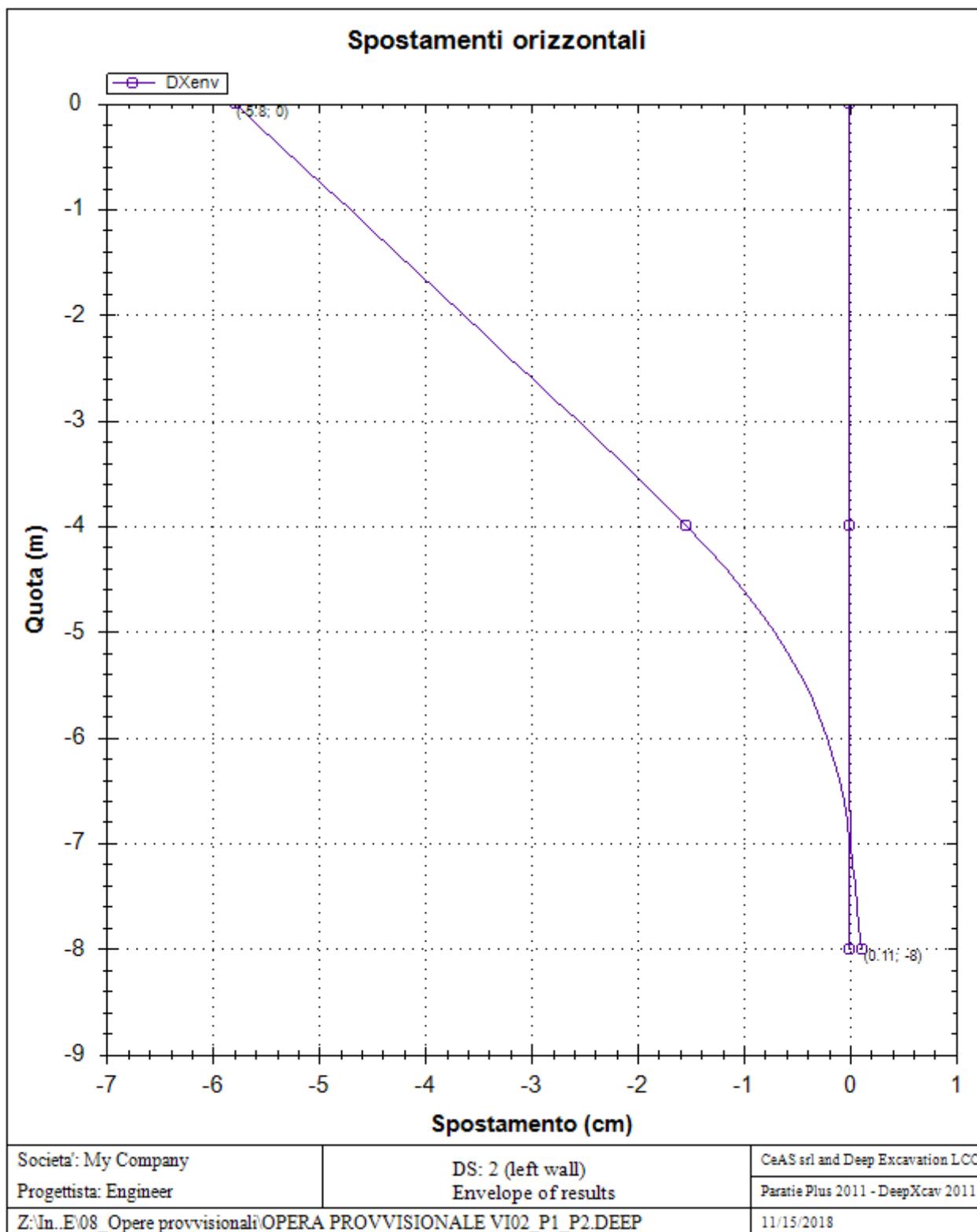
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 3	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 3	@ Dx/H max	@ Dx/H max
2.232	1.751	17.2	2.232	0.625	17.22	2.232

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)
litostatica	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -1.4 m	Risolto con successo	-0.1	0.05	1.97	0.59
scavo -2.80 m	Risolto con successo	-3.36	2.4	25.42	7.63

carico variabile mezzi	Risolto con successo	-5.8	4.34	37.88	11.36
------------------------	----------------------	------	------	-------	-------

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	0	0	0	0	0	N/A
Scavo -1.4 m	2.66	0.8	0.008	0.008	0.002	N/A
scavo -2.80 m	15.76	4.73	0.098	0.098	0.009	N/A
carico variabile mezzi	21.08	6.32	0.146	0.146	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)
litostatica	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 -1.4 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.80 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico variabile mezzi	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)		/	/
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	1000	9.456	12.388	40	N/A	6.467	1.481
Scavo -1.4 m	5.07	5.416	5.896	33	N/A	4.171	1.329
scavo -2.80 m	2.232	2.133	1.524	1.529	N/A	2.016	1.093
carico variabile mezzi	2.232	1.941	1.245	1.182	N/A	1.838	1.092

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatica	1.913	N/A	N/C
Paratia	1.913	N/A	N/C
Scavo -1.4 m	1.578	N/A	N/C
scavo -2.80 m	1.279	N/A	N/C
carico variabile mezzi	1.279	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	

Vincoli: reazione fase per fase

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

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	6.467	1.481
Fase 1	9.456	9.456	12.388	40	6.467	1.481
Fase 2	5.416	5.416	5.896	33	4.171	1.329
Fase 3	1.524	2.133	1.524	1.529	2.016	1.093
Fase 4	1.182	1.941	1.245	1.182	1.838	1.092

Vincoli: verifiche fase per fase

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

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	406.38/62.841	62.841/42.44 4	N/A	N/A
Fase 1	396.458/41.926	1283.02/103.57	8/0.2	406.38/62.841	62.841/42.44 4	N/A	N/A
Fase 2	227.066/41.926	610.63/103.57	6.6/0.2	235.311/56.415	56.415/42.44 4	N/A	N/A
Fase 3	95.513/44.768	172.18/112.98	5.2/3.4	99.345/49.287	46.866/42.89 7	N/A	N/A
Fase 4	95.513/49.196	172.18/138.28	5.2/4.4	99.345/54.057	51.636/47.27 4	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terren o (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic a	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 0, Asur= 0)] => * KpDH = [1 /1] x [2.075] = 2.075	0	20.458	16	0	0.482	2.075
0: litostatic a	GSL	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 28.352, DFR= 0, Asur= 0)] => *	0	28.352	0	0	0.356	2.809

			$KpDH = [1 / 1] \times [2.809] = 2.809$						
1: Paratia	LSA	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.075] = 2.075$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
1: Paratia	GSL	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.809] = 2.809$	0	28.352	0	0	0.356	2.809
2: Scavo -1.4 m	LSA	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.075] = 2.075$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
2: Scavo -1.4 m	GSL	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.809] = 2.809$	0	28.352	0	0	0.356	2.809
3: scavo - 2.80 m	LSA	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.075] = 2.075$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
3: scavo - 2.80 m	GSL	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.809] = 2.809$	0	28.352	0	0	0.356	2.809
4: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.075] = 2.075$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
4: carico variabile mezzi	GSL	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Rankine_Kph(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] \Rightarrow$ $KpDH = [1 / 1] \times [2.809] = 2.809$	0	28.352	0	0	0.356	2.809

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terren o (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic a	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] = 1 \times 0.482 = 0.482$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
0: litostatic a	GSL	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] = 1 \times 0.356 = 0.356$	0	28.352	0	0	0.356	2.809
1: Paratia	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] = 1 \times 0.482 = 0.482$	0	20.458	16	0	0.482	2.075
1: Paratia	GSL	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR = 28.352, DFR = 0, Asur = 0)] = 1 \times 0.356 = 0.356$	0	28.352	0	0	0.356	2.809
2: Scavo -1.4 m	LSA	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Rankine_Kah(deg\ FR = 20.458, DFR = 0, Asur = 0)] = 1 \times 0.482 = 0.482$	0	20.458	16	0	0.482	2.075

2: Scavo -1.4 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 -2.80 m	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.482 = 0.482	0	20.458	16	0	0.482	2.075
3: scavo -2.80 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: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.482 = 0.482	0	20.458	16	0	0.482	2.075
4: carico variabile mezzi	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

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura a taglio non presente.

aAPPROCCI 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

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

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	6.467	1.481
Fase 1	9.456	9.456	12.388	40	6.467	1.481
Fase 2	5.416	5.416	5.896	33	4.171	1.329
Fase 3	1.524	2.133	1.524	1.529	2.016	1.093
Fase 4	1.182	1.941	1.245	1.182	1.838	1.092

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

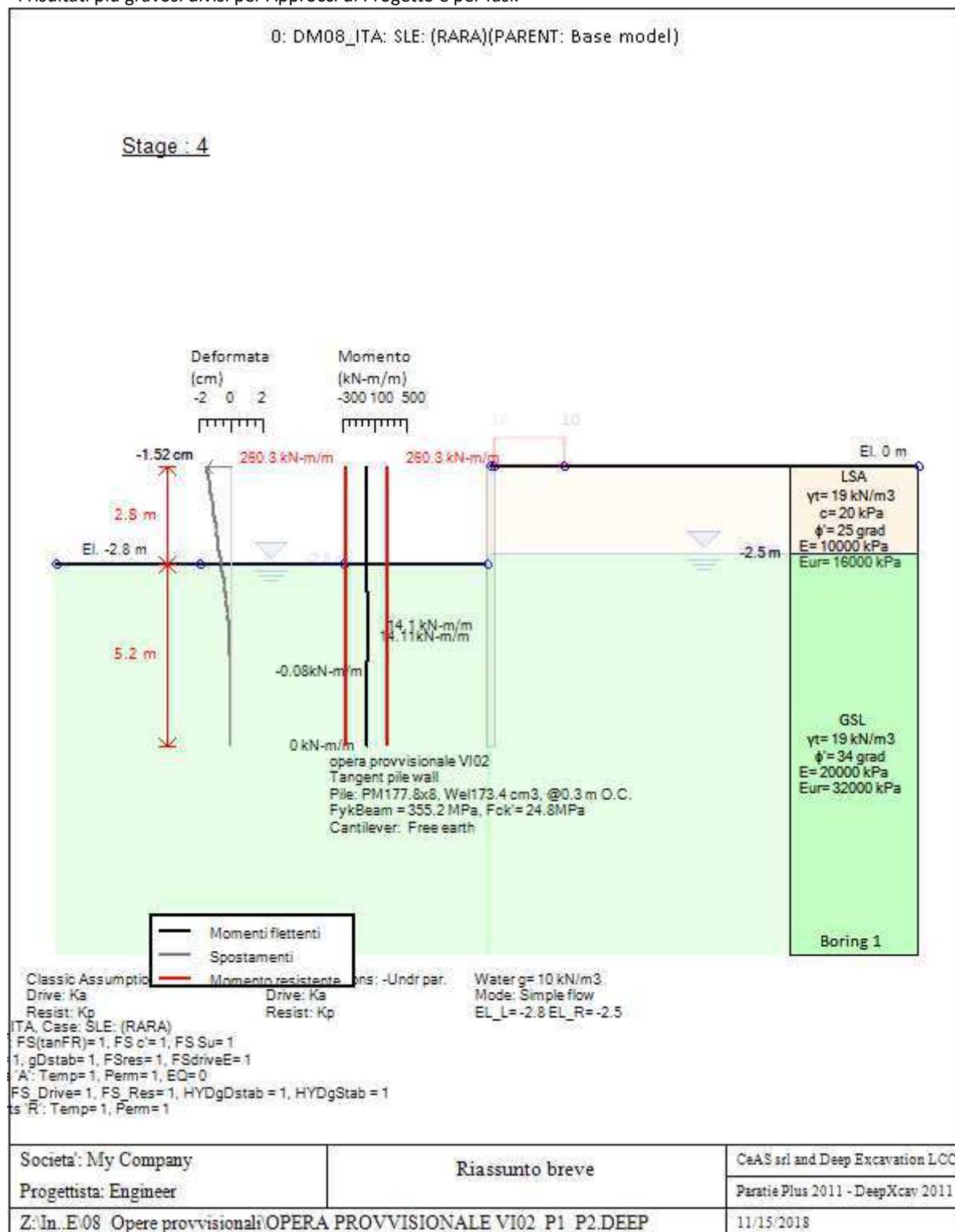
Progetto: My Project

***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

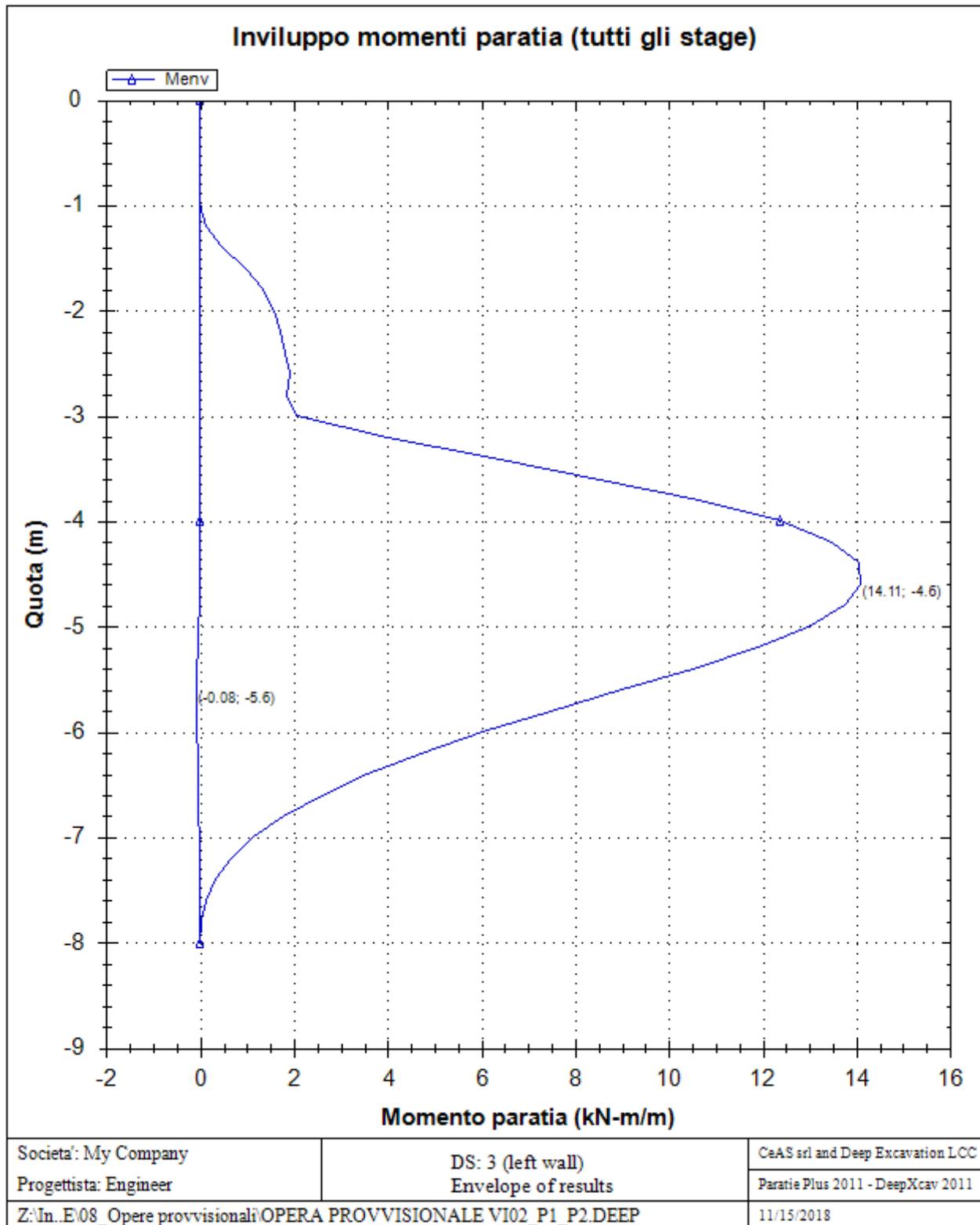
Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	VI02_PILA 1	8	2.8	14.11/260.28	0.08/260.28	2.663	1.957	1.625	-6	N/A

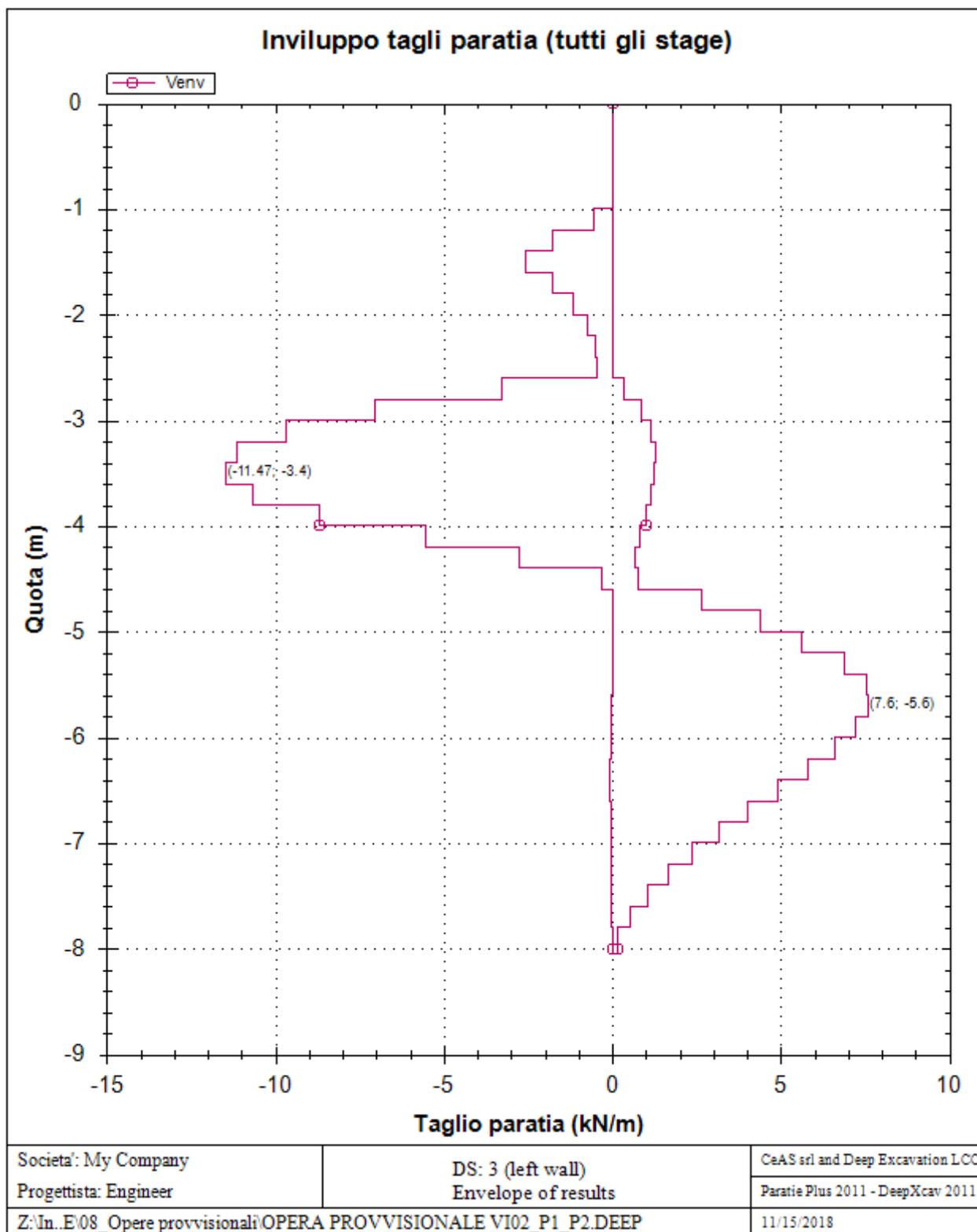
Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: opera provvisoriale VI02

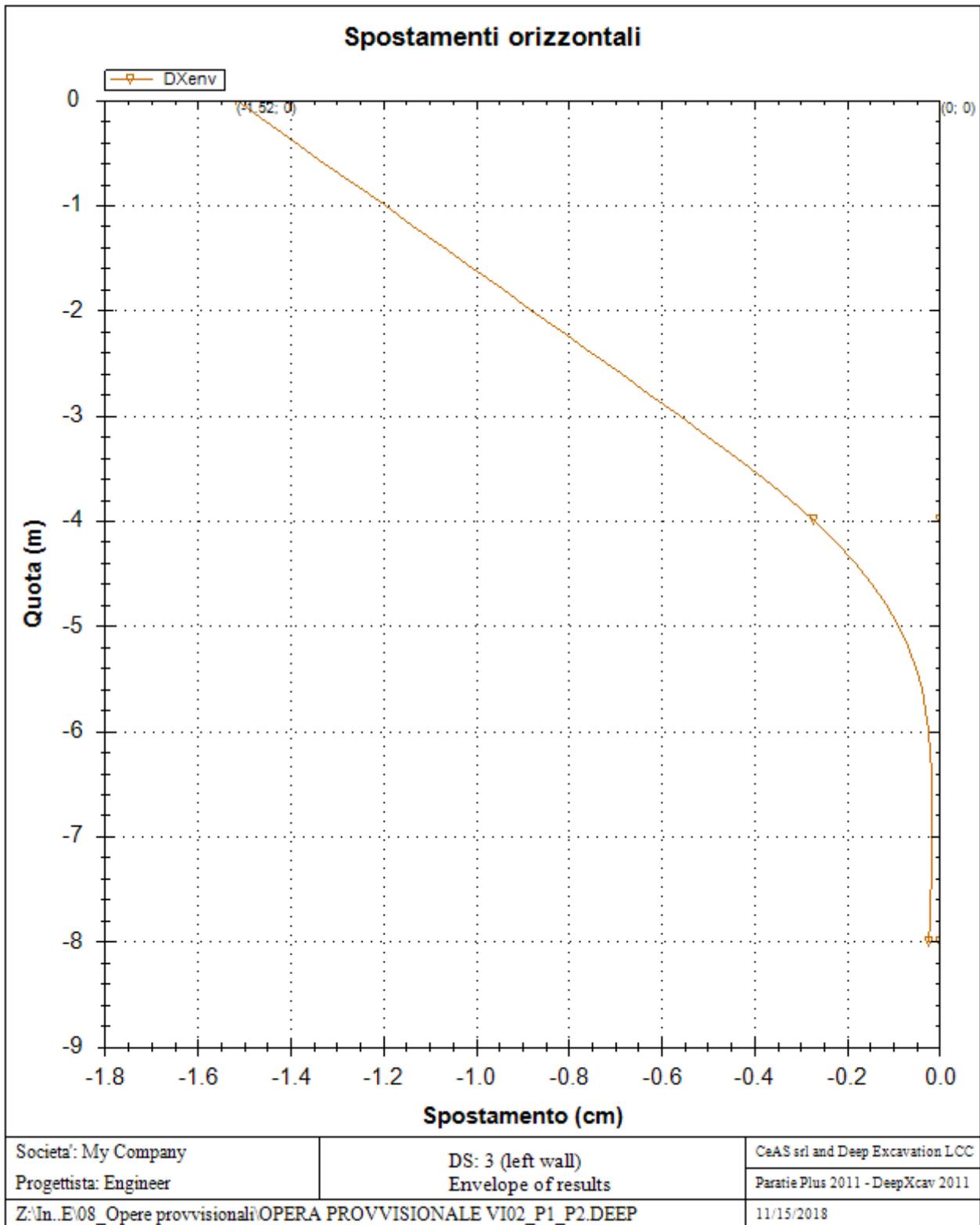
1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 3	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 3	@ Dx/H max	@ Dx/H max
2.79	1.198	17.2	2.79	0.428	17.22	2.79

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)
litostatica	Risolto con successo	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo -1.4 m	Risolto con successo	-0.09	0.05	1.91	0.57
scavo -2.80 m	Risolto con successo	-1.14	0.76	11.44	3.43

carico variabile mezzi	Risolto con successo	-1.52	1.03	14.11	4.23
------------------------	----------------------	-------	------	-------	------

	Taglio paratia	Taglio paratia	Verifica paratia	Verifica pressofl.	Verifica taglio	Verifica σ cls
	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	0	0	0	0	0	N/A
Scavo -1.4 m	2.55	0.77	0.007	0.007	0.001	N/A
scavo -2.80 m	9.77	2.93	0.044	0.044	0.006	N/A
carico variabile mezzi	11.47	3.44	0.054	0.054	0.006	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)
litostatica	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 -1.4 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
scavo -2.80 m	N/A	No supports	No supports	No supports	No supports	No supports
carico variabile mezzi	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)		/	/
litostatica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Paratia	1000	15.026	19.769	40	N/A	8.157	1.862
Scavo -1.4 m	6.338	8.622	9.445	33	N/A	5.312	1.66
scavo -2.80 m	2.79	3.338	2.374	2.167	N/A	2.774	1.251
carico variabile mezzi	2.79	3.05	1.957	1.625	N/A	2.663	1.217

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
litostatica	2.764	N/A	N/C
Paratia	2.764	N/A	N/C
Scavo -1.4 m	2.28	N/A	N/C
scavo -2.80 m	1.848	N/A	N/C
carico variabile mezzi	1.848	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	

Vincoli: reazione fase per fase

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

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	8.157	1.862
Fase 1	15.026	15.026	19.769	40	8.157	1.862
Fase 2	8.622	8.622	9.445	33	5.312	1.66
Fase 3	2.167	3.338	2.374	2.167	2.774	1.251
Fase 4	1.625	3.05	1.957	1.625	2.663	1.217

Vincoli: verifiche fase per fase

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

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	512.61/62.841	62.841/33.74 1	N/A	N/A
Fase 1	500.118/33.283	1623/82.1	8/0.2	512.61/62.841	62.841/33.74 1	N/A	N/A
Fase 2	286.961/33.283	775.46/82.1	6.6/0.2	297.495/56.001	56.001/33.74 1	N/A	N/A
Fase 3	120.286/36.036	216.83/91.34	5.2/2.4	125.091/45.096	42.675/34.10 1	N/A	N/A
Fase 4	120.286/39.442	216.83/110.8	5.2/3.2	125.091/46.965	44.544/36.59 4	N/A	N/A

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terren o (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatic a	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
0: litostatic a	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	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
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
2: Scavo - 1.4 m	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
2: Scavo - 1.4 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 - 2.80 m	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
3: scavo - 2.80 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: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Rankine_Kph(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.464] = 2.464	0	25	20	0	0.406	2.464
4: carico variabile mezzi	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

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportament o argille	Metodo	Attrito paratia/terren o (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: litostatica	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
0: litostatica	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	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
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
2: Scavo - 1.4 m	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
2: Scavo - 1.4 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 - 2.80 m	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464
3: scavo - 2.80 m	GSL	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 34, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.283	0	34	0	0	0.283	3.537

			= 0.283							
4: carico variabile mezzi	LSA	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Rankine_Kah(deg FR= 25, DFR= 0, Asur= 0)] = 1 x 0.406 = 0.406	0	25	20	0	0.406	2.464	
4: carico variabile mezzi	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	

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	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

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

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	8.157	1.862
Fase 1	15.026	15.026	19.769	40	8.157	1.862
Fase 2	8.622	8.622	9.445	33	5.312	1.66
Fase 3	2.167	3.338	2.374	2.167	2.774	1.251
Fase 4	1.625	3.05	1.957	1.625	2.663	1.217

Legenda: FS infissione paratia

FS minimo= il più piccolo dei fattori F1 - F5

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

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

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

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

Successivamente, $FS \text{ Lunghezza} = \text{Lunghezza di infissione corrente} / LFS1$.

Analisi Non Lineare:

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

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