

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria

Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

Opere d'arte maggiore – Ponti e Viadotti Ferroviari

VI06 da km 15+450.000 a km 15+650.000

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.

Il Direttore Tecnico

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data

firma Ing. Gianguido Babini

Data

firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 6 0 3	0 0 6	B	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	L. Castaldo	19/06/2023	S. Carozza	20/06/2023	T. Pelella	21/06/2023	
B	Aggiornamento a seguito RIV	L. Castaldo	24/10/2023	S. Carozza	25/10/2023	T. Pelella	26/10/2023	
		<i>LC</i>		<i>SC</i>		<i>[Signature]</i>		



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 03			PROGR 006

1.. PREMESSA	2
2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	2
2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	3
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	3
3.1 CALCESTRUZZO PALI E PLINTI DI FONDAZIONE RCK > 30 MPA (C25/30)	3
3.2 ACCIAIO D'ARMATURA B450C	3
4.. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
5.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	6
6.. ANALISI DELLA FONDAZIONE	7
6.1 PREMESSA	7
6.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU).....	7
6.2.1 VERIFICHE SLU (GEO)	10
6.2.1.1 Metodologia di Calcolo	10
6.2.1.2 Verifiche.....	11
6.2.2 VERIFICHE SLU (STR).....	17
6.2.2.1 MODELLO GEOTECNICO	19
6.2.2.2 Approssimazione di un problema tridimensionale con un modello bidimensionale.....	20
6.2.2.3 Modello agli elementi finiti per l'intera fondazione.....	23
6.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	26
6.4 CARICHI	26
6.5 SCALZAMENTO	32
6.6 RISULTATI MODELLI FEM	32
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE	78
7.1 Fondazione a blocco	78
7.2 Fondazione a palificata	82
7.3 Verifica geotecnica globale.....	94
8.. VERIFICHE STRUTTURALI SUI SINGOLI PALI	95
8.1 PALI 1.5 m DI DIAMETRO	95
8.2 PALI 0.92 m DI DIAMETRO	100
9.. VERIFICHE CEDIMENTI FONDAZIONE	106

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	2

1. PREMESSA

Nel presente documento si riporta il dimensionamento delle fondazioni delle pile P16, P17, P18 del viadotto VI06 relativo al raddoppio ferroviario della Linea Bari - Pescara nella tratta Termoli - Ripalta.

Quindi nel seguito verranno affrontati i seguenti aspetti:

- descrizione delle opere;
- inquadramento geotecnico: stratigrafia e parametri geotecnici;
- analisi della fondazione a “pozzo equivalente”: determinazione delle massime sollecitazioni sul pozzo, delle reazioni laterali ed alla base (e relative pressioni mobilitate) e determinazione delle deformazioni della fondazione;
- verifica di capacità portante del blocco di fondazione;
- analisi della fondazione considerando i singoli pali, al solo fine di individuare in maniera semplificata e cautelativa, le sollecitazioni di taglio e momento per le verifiche strutturali dei singoli pali;
- verifiche strutturali dei pali.

2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008).

[N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 B del 22-12-17 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

[N.6]. UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	3

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti:

LI0B 02 EZZ RB GE0005 001 (ultima rev.) - Linea Pescara-Bari – Raddoppio Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3.
Relazione geotecnica.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PALI E PLINTI DI FONDAZIONE RCK > 30 MPA (C25/30)

- $R_{ck} = 30$ MPa resistenza caratteristica cubica a 28 giorni
- $f_{ck} = 25$ MPa resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni
- $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33$ MPa resistenza cilindrica valore medio
- $f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{cm}^{2/3} = 2.56$ MPa resistenza media a trazione semplice (assiale)
- $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.80$ MPa resistenza caratteristica a trazione
- $E_{cm} = 22000 [f_{cm}/10]^{0.3} = 31476$ MPa modulo elastico
- $\gamma = 25.0$ kN/m³ peso per unità di volume

Resistenze di progetto allo SLU

- $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14.2$ MPa; $\gamma_c = 1.50$ resistenza di progetto a compressione
- $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.20$ MPa resistenza di progetto a trazione

Resistenze di progetto allo SLE

- $\sigma_{c,r} = 0.55 \cdot f_{ck} = 13.8$ MPa tensione limite in combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,f} = 0.40 \cdot f_{ck} = 10.0$ MPa tensione limite in combinazione quasi permanente
- $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.13$ MPa tensione limite di fessurazione (trazione)

3.2 ACCIAIO D'ARMATURA B450C

- $f_{yk} = 450$ MPa resistenza caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ MPa resistenza caratteristica a rottura
- $E_s = 210000$ MPa modulo elastico

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	4

Resistenza di progetto allo SLU

- $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 391 \text{ MPa}$; $\gamma_s = 1.15$ resistenza di progetto a compressione

Resistenza di progetto allo SLE

- $\sigma_{s,r} = 0.75 \cdot f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$ tensione limite in combinazione caratteristica (rara)

4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le fondazioni delle pile, oggetto del presente documento sono relative a campate di luce pari a 70 m, in acciaio (come sintetizzato nella seguente tabella).

Table 1- Sintesi delle pile del viadotto VI06

WBS	PILE	H _{calcolo}	IMPALCATI							SISMA	
			R _{min}	Lato sx	L	App.	Lato dx	L	App.	Zona Sismica	Cat. di Sottosuolo
			[m]		[m]			[m]			
VI06	P16	6.5	∞	C.a.p.	25	Fisso	Reticolare	70	Mobile	S3	C
	P17	6.6	∞	Reticolare	70	Fisso	Reticolare	70	Mobile	S3	C
	P18	6.35	∞	Reticolare	70	Fisso	C.a.p.	25	Mobile	S3	C

Le pile in esame presentano un fusto a sezione circolare di diametro pari a 5.0 m. Per le fondazioni si prevedono fondazioni a “pozzo equivalente” su pali, costituiti da una corona esterna di 34+34 pali CSP (D=920 mm interasse 0.75 m) e 14 pali interni trivellati classici di diametro D=1500 mm. La lunghezza di entrambe le tipologie di pali è 35 m.

Nelle figure seguenti si riportano le caratteristiche geometriche delle fondazioni in esame. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Inoltre, nella seguente tabella sono sintetizzate per le fondazioni in esame l'eventuale presenza di liquefazione (spessore terreno liquefacibile) e lo scalzamento (spessore da testa palo).

Opera	Pila	Liquefazione (spessore dello strato di terreno liquefacibile)	Scalzamento (spessore terreno scalzato da testa palo)
VI06	Pila P16÷P18	NO (*)	8.4m

(*) La quota testa palo delle pile è stata abbassata di circa 6 m rispetto al p.c. naturale e quindi i pali sono sempre sotto lo strato liquefacibile; pertanto, non sono più interessati dal problema della liquefazione.

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	5

Poiché lo scalzamento massimo si ha per la pila P16 mentre le sollecitazioni maggiori si hanno per la pila P17, l'analisi della fondazione verrà svolta considerando la condizione stratigrafica presente alla P16 e i carichi relativi alla pila P17. I risultati si intendono validi per tutte le pile che si trovano in condizioni stratigrafiche simili, ma con carichi e scalzamento inferiori.

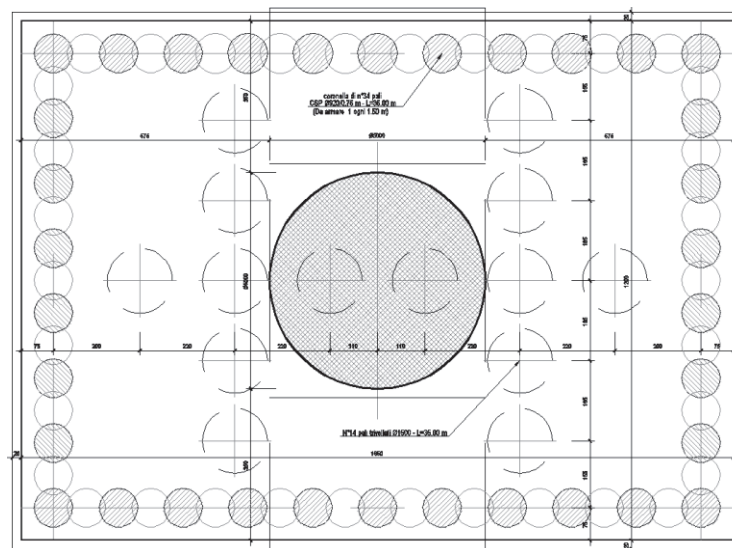
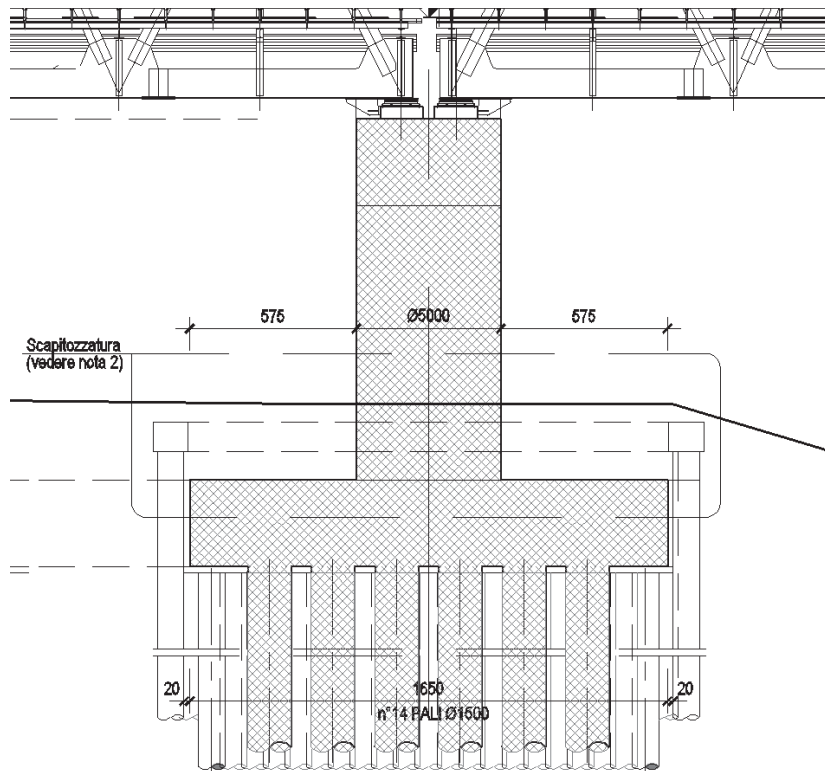


Figura 1–Vista in pianta e Sezione in direzione longitudinale

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	6

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel seguito si descrivono le condizioni geotecniche in corrispondenza delle pile P16 su cui è stata svolta l'analisi delle fondazioni in oggetto.

La stratigrafia in corrispondenza delle fondazioni (definita dal p.c. locale) è la seguente:

Da 0.0 a 6.0 m da p.c.: Unità ba2 – Sabbia (Alluvioni attuali e recenti)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 33^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E' = 30 \text{ Mpa}$	modulo elastico
$K_0 = 0.5$	coefficiente spinta a riposo

Da 6.0 a 15.0 m da p.c.: Unità ba3 – Argille limose superficiali (Alluvioni attuali e recenti)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 14 \text{ Mpa}$	modulo elastico
$K_0 = 0.6$	coefficiente spinta a riposo

Da 15.0 a 31.0 m da p.c.: Unità ba3 – Argille limose profonde (Alluvioni attuali e recenti)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 50 \text{ Mpa}$	modulo elastico
$K_0 = 0.6$	coefficiente spinta a riposo

Da 31 m alla massima profondità di interesse progettuale: Unità SSR (Sabbie di Serracapriola)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$E' = 140 \text{ Mpa}$	modulo elastico
$K_0 = 0.42$	coefficiente spinta a riposo

Il livello di falda: assunto a quota p.c. locale.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	7

6. ANALISI DELLA FONDAZIONE

6.1 PREMESSA

Per le pile P16, P17, P18 in relazione ai carichi agenti ed agli spessori di scalzamento previsti da progetto, si prevedono fondazioni a “pozzo equivalente” su pali, costituiti da una corona esterna di 34+34 pali CSP (D=920 mm interasse 0.75m) e 14 pali interni trivellati classici di diametro D=1500 mm. La lunghezza dei pali è di 35.0 m, lo spessore del plinto è di 3.0 m.

Per il dimensionamento di questa fondazione si è proceduto nel seguente modo:

- analisi della fondazione “a pozzo” al fine di verificare il comportamento a pozzo in termini di equilibrio, di mobilitazione delle reazioni verticali, orizzontali e stima delle deformazioni (**verifiche geotecniche**);
- analisi della fondazione “a palificata” al fine di determinare le sollecitazioni sui singoli pali per determinare le armature sui pali (**verifiche strutturali**) e la capacità portante della fondazione;

Per entrambe queste analisi è inoltre stata considerata la condizione di fondazione con scalzamento massimo, pari a 8.4 m (pila P16) da testa palo.

Le analisi condotte sono eseguite partendo da un modello 2D e riconducendosi a valori puntuali sui pali tramite considerazioni geometriche.

Le verifiche della fondazione sono svolte considerando sia l'azione massima sul pozzo in presenza di scalzamento in condizioni statiche, che in condizioni sismiche in assenza di scalzamento.

6.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Le verifiche devono essere effettuate con riferimento almeno ai seguenti stati limite, quando pertinenti:

- 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;

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	8

Le verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II delle NTC, seguendo almeno uno dei due approcci:

- Approccio 1:
 - Combinazione 1: (A1+M1+R1)
 - Combinazione 2: (A2+M2+R2)
- Approccio 2:
 - Combinazione (A1+M1+R3)

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	9

Resistenze di pali soggetti a carichi assiali

Per quanto riguarda i pali soggetti a carichi assiali, Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II. delle Norme tecniche:

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo è dedotta da metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito.

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ ($R_{t,cal}$) i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV, in funzione del numero n di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	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

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	10

6.2.1 VERIFICHE SLU (GEO)

6.2.1.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche geotecniche, per la fondazione a pozzo, vengono svolte analiticamente considerando le seguenti ipotesi fondamentali:

- Pozzo idealizzato come un blocco rigido;
- Pozzo libero di ruotare;
- Si trascura l'attrito fra il pozzo ed il terreno, sul fusto e alla base.

Nei limiti delle ipotesi suddette, la verifica a “collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno” è valutata utilizzando la formula trinomia di Terzaghi con i rispettivi fattori correttivi, mentre la verifica a “collasso per scorrimento sul piano di posa” è valutata utilizzando i teoremi dell'analisi limite.

In particolare, per il calcolo del carico limite orizzontale, si utilizza il Teorema del limite inferiore (o teorema del minorante, o teorema statico) secondo cui:

“Se esiste un sistema di carichi esterni in equilibrio con una distribuzione di sforzi interni che non ecceda in alcun punto la resistenza del materiale, allora il collasso non si verifica ed il sistema di carichi esterni è minore o uguale al vero carico di collasso”

Il carico limite laterale del pozzo (Hlim), così calcolato, rappresenta una soluzione del teorema statico e cioè un limite inferiore della capacità laterale del pozzo.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	11

6.2.1.2 VERIFICHE

Nel caso in esame la fondazione deve soddisfare le seguenti condizioni:

- 1) Il carico verticale massimo agente sulla “fondazione a pozzo” deve soddisfare la seguente disuguaglianza:

$$Q_{verticale} \leq Q_{limite}$$

dove il carico massimo verticale $Q_{verticale}$ deriva dall'analisi della sovrastruttura (maggiorato del peso dell'intera fondazione), mentre la capacità portante della fondazione a pozzo è calcolata con l'equazione trinomia di Terzaghi, apportando i rispettivi coefficienti correttivi:

$$\begin{aligned}
 q_{lim} = & \alpha_q \cdot \beta_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \psi_q \cdot N_q \cdot \gamma_1 \cdot D + \\
 & + \alpha_c \cdot \beta_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \psi_c \cdot N_c \cdot c + \\
 & + 0,5 \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot N_\gamma \cdot \gamma_2 \cdot B_R
 \end{aligned}$$

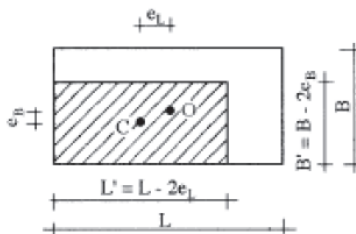
$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg}\phi$$

$$N_q = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi} e^{\pi \text{tg}\phi}$$

DAVIS e BOOKER [1971]:

$$\begin{aligned}
 N_\gamma &= 0.1054 \exp(9.6\phi) \rightarrow \text{(Rough foundation);} \\
 N_\gamma &= 0.0663 \exp(9.3\phi) \rightarrow \text{(Smooth foundation);}
 \end{aligned}$$

- Coeff. Correttivi Hp.Carichi centrati



- Coeff. Correttivi Hp.Problema piano (B/L=0)

Forma della fondazione	ζ_q	ζ_c	ζ_γ
Rettangolo di lati B ed L (B < L)	$1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi$	$1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$	$1 - 0,4 \frac{B}{L}$
Quadrato, cerchio (B = L)	$1 + \text{tg}\phi$	$1 + \frac{N_q}{N_c}$	0,60

$$B' = B - 2 * e_L = B - 2 * \frac{M_{1,L}}{N}$$

$$L' = L - 2 * e_T = B - 2 * \frac{M_{1,T}}{N}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	12

dove

- M_1 = momento derivante dall'analisi della sovrastruttura
- N = sforzo normale derivante dall'analisi della sovrastruttura maggiorato del peso dell'intera fondazione

Calcolato il q_{lim} si ricava il valore di progetto R_d (Q_{limite}):

$$Q_{limite} \equiv R_d = \frac{q_{lim} * B' * L'}{\gamma_R}$$

- 2) Il carico orizzontale massimo agente sulla “fondazione a pozzo” deve soddisfare la seguente disuguaglianza:

$$V_{orizzontale} \leq H_{limite}$$

dove il carico massimo orizzontale $V_{orizzontale}$ deriva dall'analisi della sovrastruttura, mentre la capacità laterale del pozzo è calcolata risolvendo il seguente sistema di 2 equazioni:

$$\begin{cases} H_{lim} = \sum F_i \rightarrow \text{Equilibrio traslazione orizzontale} \\ \sum F_i * y_i = 0 \rightarrow \text{Equilibrio rotazione} \end{cases}$$

dove

- $F_i = \Sigma S_{pi} - \Sigma S_{ai}$ dell'i-esimo strato
- S_{pi} spinta orizzontale passiva dell'i-esimo strato

$$S_p = \int_0^H \sigma_p dz$$

- S_{ai} spinta orizzontale attiva dell'i-esimo strato

$$S_a = \int_0^H \sigma_a dz$$

- y_i = distanza F_i dal centro di rotazione

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	13

per terreni coesivi:

$$\sigma_{A,0} = \sigma_v - 2c_u = \gamma_{sat}z - 2c_u$$

$$\sigma_{P,0} = \sigma_v + 2c_u = \gamma_{sat}z + 2c_u$$

Per terreni non coesivi:

$$\sigma_a = K_a * \sigma'_v$$

$$\sigma_p = K_p * \sigma'_v$$

Calcolata la profondità del centro di rotazione e le risultanti F_i dell' i -esimo strato agenti sulla fondazione, si ricava H_{lim}

$$H_{lim} = \frac{\Sigma F_i * (B \text{ oppure } L)}{\gamma_R} \quad \text{B o L a seconda della sezione longitudinale o trasversale considerata}$$

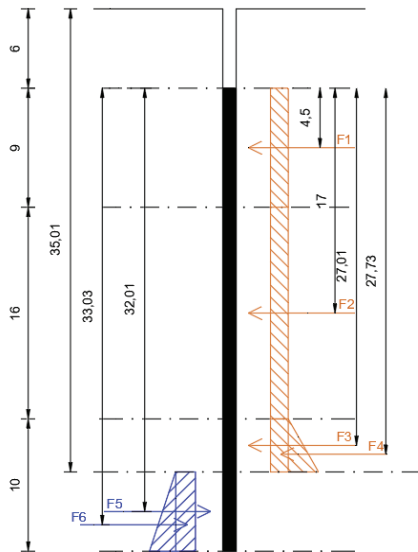
Si riportano di seguito i risultati ottenuti, in termini di risultanti delle spinte dell' i -esimo strato agenti sulla fondazione:

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	14

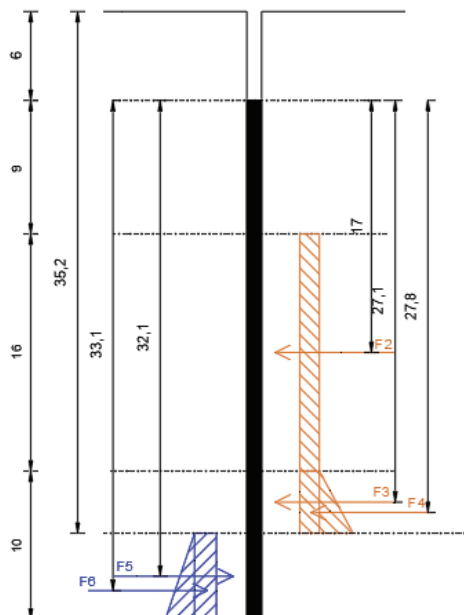
condizione senza scalzamento

PALO LIBERO DI RUOTARE													
Centro di rotazione	F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	F4 (kN)	F5 (kN)	F6 (kN)	y1 (m)	y2 (m)	y3 (m)	y4 (m)	y5 (m)	y6 (m)	
C (m)	35,10	1440	6400	4125	272	6730	566	4,5	17	27,05	27,73	32,05	33,03



condizione con scalzamento

PALO LIBERO DI RUOTARE													
Centro di rotazione	F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	F4 (kN)	F5 (kN)	F6 (kN)	y1 (m)	y2 (m)	y3 (m)	y4 (m)	y5 (m)	y6 (m)	
C (m)	35,19	0	6400	4223	286	6638	548	4,5	17	27,10	27,80	32,10	33,06



MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	15

3) Il carico verticale massimo sul singolo palo deve soddisfare la seguente disuguaglianza:

$$P_{verticale} \leq P_{limite}$$

Dove il carico massimo verticale $P_{verticale}$ è estratto dai modelli FEM mentre la capacità portante del singolo palo è calcolata come la somma dei contributi riportati di seguito:

- **Capacità portante per attrito laterale (terreni incoerenti)**

Resistenza caratteristica per strato: $q_{sk} = K_0 \cdot \tan \delta \cdot \sigma'v$

Dove:

$K_0 = 1 - \sin \phi'$ per terreni normalconsolidati.

$\sigma'v$ = tensione efficace verticale iniziale, prima della messa in opera del palo

$\tan \delta$ = coefficiente d'attrito palo-terreno.

- **Capacità portante per adesione (terreni coesivi)**

Resistenza caratteristica per strato: $q_{sk} = \alpha \cdot c_{u_media}$

Dove:

α = coefficiente di aderenza

c_{u_media} = coesione non drenata media

- **Capacità portante di punta (terreni incoerenti)**

Resistenza caratteristica alla punta: $q_{bk} = \sigma'v \cdot Nq$

Dove:

$\sigma'v$ = tensione efficace verticale iniziale, prima della messa in opera del palo

Nq = fattore di capacità portante calcolato con Berezantzev.

- **Capacità portante di punta (terreni coesivi)**

Resistenza caratteristica alla punta: $q_{bk} = c_{u_punta} \cdot Nc$

Dove:

c_{u_punta} = coesione non drenata alla punta

Nc = fattore di capacità uguale a 9.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	16

La capacità portante è stata valutata considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N. 2 verticali di indagine, da cui $\xi_3 = 1.65$;
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.9$);
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 2.2$);

4) Le pressioni orizzontali devono essere di intensità tale da soddisfare in ogni punto la seguente disuguaglianza:

$$\sigma_{orizzontale} \leq \sigma_{orizzontale_limite}$$

Dove le $\sigma_{orizzontale}$ sono estratte dai modelli FEM mentre le $\sigma_{orizzontale_limite}$ sono calcolate come:

$$\sigma_{orizzontale_limite} = \sigma_v + 2 * C_u \quad \text{per terreni coesivi}$$

$$\sigma_{orizzontale_limite} = (K_p - K_a) * \sigma'_v \quad \text{per terreni non coesivi}$$

In cui:

σ_v = tensione verticale litostatica;

σ'_v = tensione verticale litostatica efficace;

C_u = coesione non drenata;

K_p, K_a = coefficienti di spinta attiva e passiva

La verifica da normativa è una verifica di stabilità globale che quindi viene condotta facendo riferimento alla combinazione A2+M2+R2.

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	17

6.2.2 VERIFICHE SLU (STR)

Per il calcolo della fondazione “a palificata”, al fine di determinare le sollecitazioni sui singoli pali (verifiche strutturali) e la capacità portante della fondazione, si usa un modello FEM implementato in Plaxis 2D; in particolare si considerano due sezioni, una longitudinale ed una trasversale, che analizzano il comportamento della intera fondazione sul modello 2D.

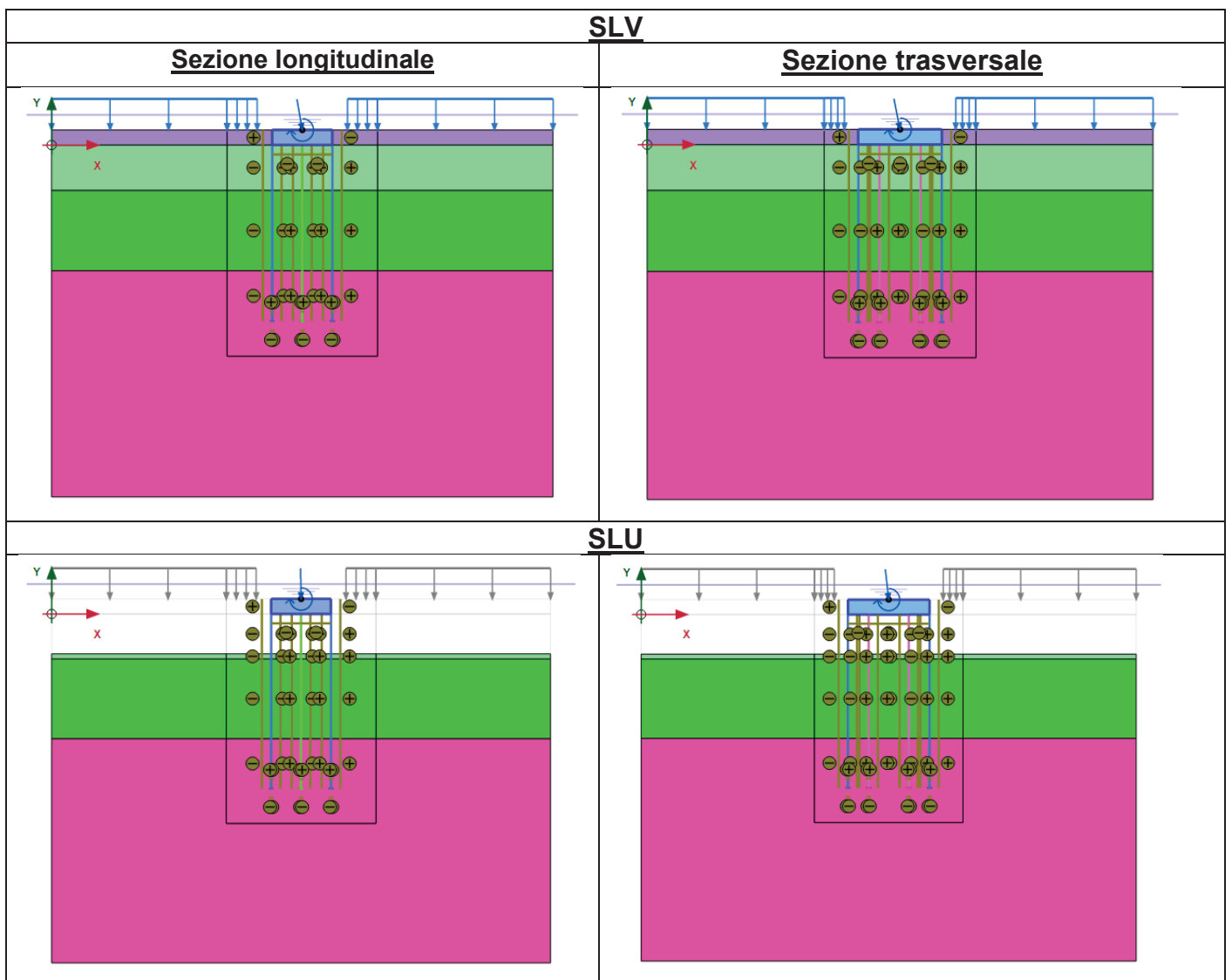


Figura 2 – Sezioni modelli di calcolo

Come è possibile notare dal diverso colore utilizzato nel modello FEM, i pali sono stati modellati tenendo conto della differente spaziatura nella direzione perpendicolare al piano. Le geometrie adottate per i due modelli sono riportate nelle figure seguenti:

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	18

Sezione longitudinale:

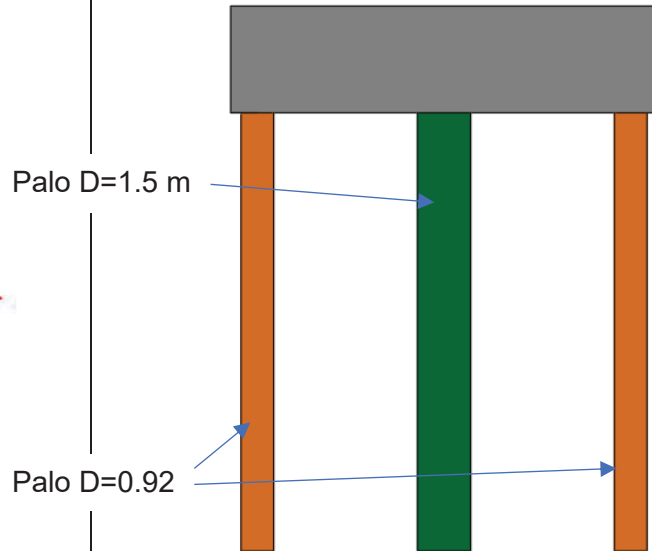
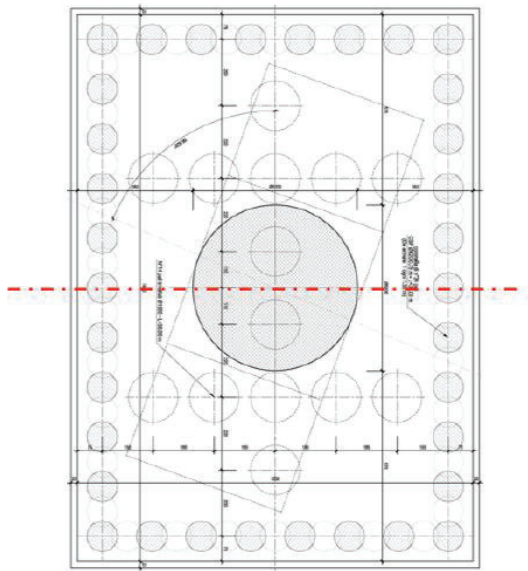


Figura 3- Geometria utilizzata nel modello FEM per la sezione longitudinale

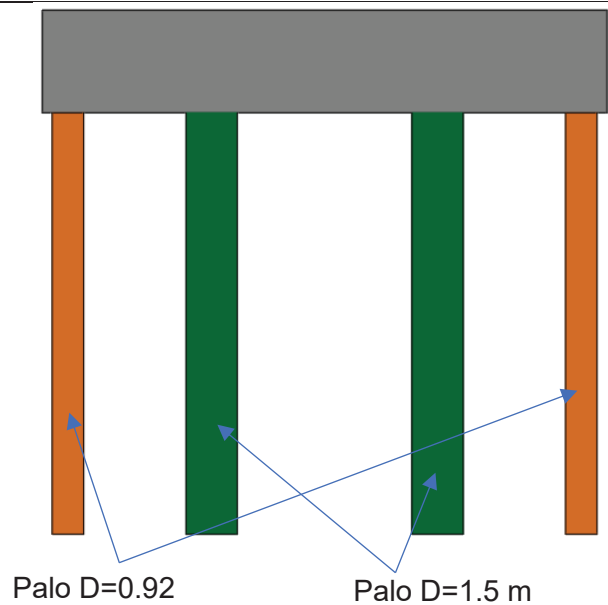
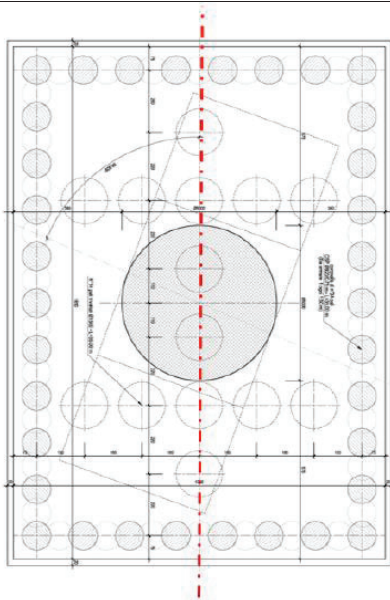


Figura 4- Geometria utilizzata nel modello FEM per la sezione trasversale

Inoltre, per massimizzare le sollecitazioni agenti sui singoli pali, si è deciso di trascurare il contributo favorevole dei setti paralleli all'azione considerata.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	19

6.2.2.1 MODELLO GEOTECNICO

La testa del pozzo è assunta ad intradosso plinto posto circa 6m sotto il piano campagna come mostrato nella figura seguente:

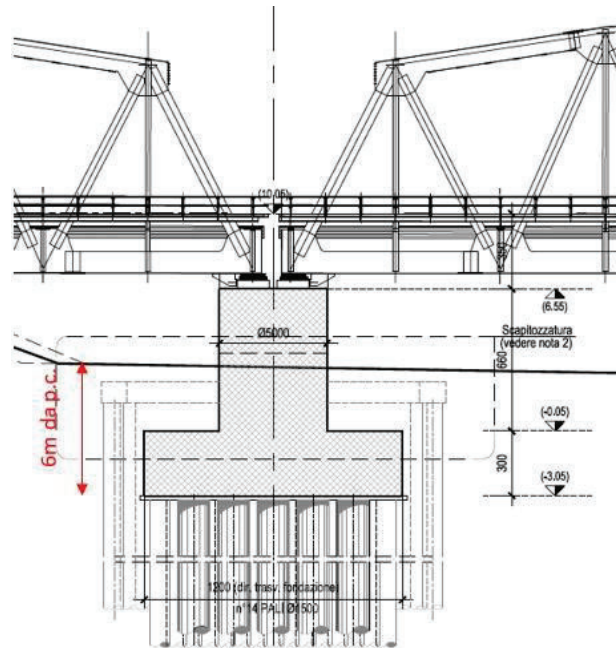


Figura 5- Schema della pila di fondazione posta ad una profondità di 6m dal p.c.

Nel seguito si definisce la stratigrafia ed i parametri utilizzati nel modello di calcolo (definito da intradosso plinto, ossia testa pozzo):

Da testa pozzo a 9m da testa pozzo.: Unità ba3 – Argille limose superficiali (Alluvioni attuali e recenti)

- $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale
- $c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata
- $\varphi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio
- $c_u = 40 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate
- $E_u = 14 \text{ Mpa}$ modulo elastico
- $K_0 = 0.6$ coefficiente spinta a riposo

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	20

Da 9m a 25.0 m da testa pozzo: Unità ba3 – Argille limose profonde (Alluvioni attuali e recenti)

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\varphi' = 25^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$c_u = 100 \text{ kPa}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate $E_u = 50 \text{ Mpa}$ modulo elastico

$K_0 = 0.6$ coefficiente spinta a riposo

Da 25 m alla massima profondità di interesse progettuale: Unità SSR (Sabbie di Serracapriola)

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

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

$\varphi' = 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio

$E' = 140 \text{ Mpa}$ modulo elastico

$K_0 = 0.42$ coefficiente spinta a riposo

Falda a testa pozzo.

Per l'analisi in presenza di scalzamento è stata trascurata la presenza di terreno per uno spessore di 8.4m da testa palo.

6.2.2.2 APPROSSIMAZIONE DI UN PROBLEMA TRIDIMENSIONALE CON UN MODELLO BIDIMENSIONALE

Il problema principale quando si modella una platea su pali con un modello di deformazione piana (modello 'plane strain') è il passaggio da tre a due dimensioni, cioè di esprimere un problema tridimensionale con un modello bidimensionale. Per fare ciò, le file di pali fuori dal piano sono semplificate come elementi parete, chiamate 'plane strain piles':

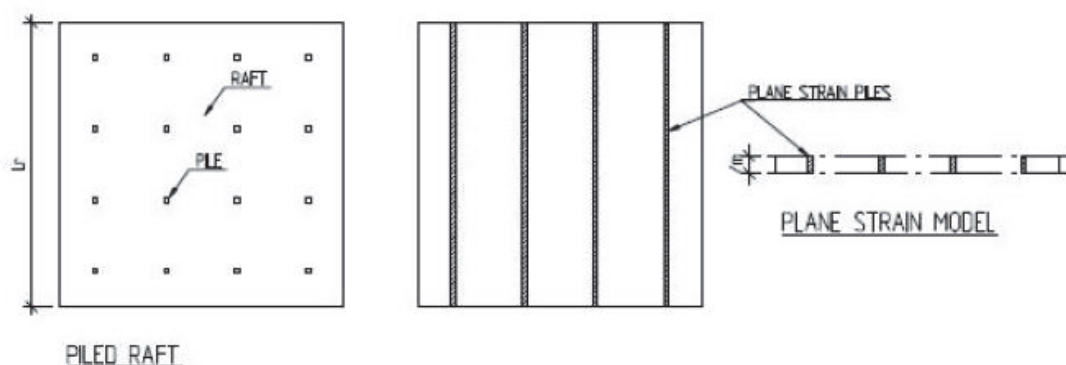


Figura 6– Modello plane-strain per una platea su pali

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	21

L'elemento parete utilizzato per modellare la fila di pali è definito per metro lineare come si vede in **Figura 6**; la rigidezza assiale, la rigidezza flessionale e il peso per pali della fila devono essere "spalmati" su metro lineare:

$$EA_{psp} = \frac{EA_p}{i}$$

dove:

EA_{psp} = rigidezza assiale per il palo "plain strain"

EA_p = rigidezza assiale del palo singolo

i = interasse tra i pali

Analogamente la rigidezza flessionale diventa:

$$EI_{psp} = \frac{EI_p}{i}$$

Ed il peso:

$$w_{psp} = \frac{w_p}{i}$$

Il cambiamento della sezione trasversale, introducendo il palo 'plane strain' (che, come abbiamo detto è un elemento parete, quindi a sviluppo bidimensionale su metro lineare di profondità), comporta una modifica significativa nell'area periferica dell'elemento considerato, che influenzerà la resistenza laterale del palo; per questo motivo si deve introdurre una resistenza laterale equivalente, per rendere il modello più veritiero possibile.

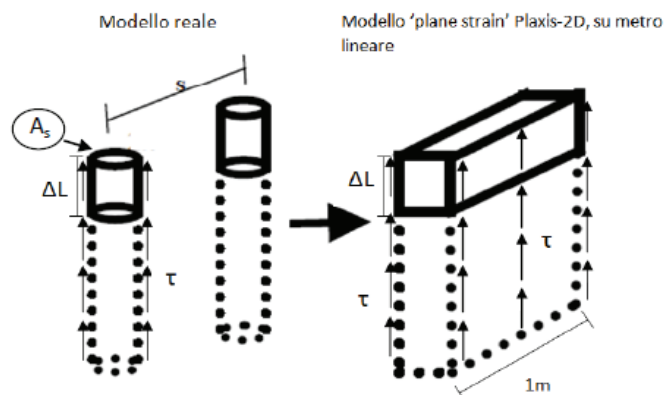


Figura 7- riduzione delle caratteristiche all'interfaccia per garantire la stessa interazione palo-terreno.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA								
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	22

Siccome un palo “plane strain” possiede una superficie di contorno definita da due superfici laterali (**Figura 7**), la resistenza laterale si modifica in:

$$R_{shaft(plane\ strain)} = 2 * \Delta L * 1m * \tau$$

$$R_{shaft(real\ model)} = \frac{A_s * \Delta L * \tau}{i}$$

Uguaglio la resistenza reale, $R_{shaft(real\ model)}$, e quella del modello, $R_{shaft(plane\ strain)}$, per trovare un fattore di riduzione:

$$R_{shaft,eq} = \frac{A_s * R_{shaft}}{2 * i} = \alpha_{ar} * R_{shaft}$$

Dove

$R_{shaft,eq}$ = resistenza laterale equivalente (modello)

R_{shaft} = resistenza laterale palo singolo

A_s = area laterale per unità di profondità = $\pi \cdot D$

α_{ar} = rapporto d'area

In Plaxis, questi elementi pali “plane strain”, vengono modellati come elementi ‘plate’ con caratteristiche meccaniche equivalenti come sopra introdotto, e relative interfacce di contatto per simulare l’interazione palo - terreno. All’interno dell’elemento interfaccia è racchiusa la resistenza laterale, che può essere modificata ed adattata a quella reale, attraverso il fattore di riduzione delle caratteristiche del suolo, R-inter. La resistenza laterale è, quindi, modificata come segue, in accordo con l’equazione precedente:

$$R_{shaft,eq} = \alpha_{ar} * R_{shaft} = \frac{A_s}{2 * i} R_{inter}$$

Il cambio di sezione trasversale per modellare il palo incide anche sulla resistenza di punta. L’elemento ‘plate’, utilizzato per modellare il palo ‘plane strain’ non prevede una resistenza di punta, quindi è bene simulare tale resistenza attuando un’ulteriore approssimazione.

Per far sì che l’elemento ‘plate’ abbia tale resistenza si è introdotto un elemento ‘plate’ in direzione orizzontale, perpendicolare al palo ‘plane strain’, con rigidezza flessionale “infinita” (rigidezza 5÷6 ordini di grandezza maggiore di quella del palo, poiché Plaxis non ammette valori di rigidezza troppo alti).

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	23

Questo elemento è intestato alla base del palo ‘plate’ che simula il palo nel modello bidimensionale, e deve avere un’area equivalente a quella della base del palo:

$$\frac{\pi * D^2}{4} = D_{eq} * i$$

Per cui l’elemento ‘plate’ che simula la base del palo avrà una larghezza pari a:

$$D_{eq} = \frac{\pi * D^2}{4 * i}$$

6.2.2.3 MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI PER L’INTERA FONDAZIONE

Si procede con la costruzione dei modelli agli elementi finiti che simuleranno il comportamento dell’intera fondazione in relazione ai carichi SLU, SLV e SLE agenti.

Si costruisce, ora, la fondazione vera e propria. Per fare ciò si sceglie un elemento plate che simulerà il comportamento flessionale della platea e si introducono le caratteristiche meccaniche: rigidità assiale, EA, e rigidità flessionale, EI, spalmate su metro lineare.

Data la rilevante altezza della platea, per una ottimizzazione di modellazione, si è deciso di modellare l’intera sezione trasversale della platea di fondazione, con intradosso a profondità -6m dal piano campagna, altezza pari a 3 m e dimensioni pari a 12m in sezione longitudinale e 16,5m in sezione trasversale.

Si costruiscono, poi, i pali utilizzando elementi plate con caratteristiche ridotte al metro lineare:

$$EA_{psp} = \frac{E * Ap}{i}$$

$$EI_{psp} = \frac{E * Ip}{i}$$

$$w_{psp} = \frac{w_p}{i}$$

Per la simulazione della base dei pali si è utilizzato un elemento ‘plate’ intestato alla base di dimensioni pari all’area di base:

$$D_{eq} = \frac{\pi * D^2}{4 * i}$$

Per conferire rigidità flessionale infinita alla base dei pali si sono introdotti due valori forfettari:

$$EA_{punta} = 9000000000000 \text{ kN/m}$$

$$EI_{punta} = 500000000000000 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	24

Per simulare l'interazione tra terreno-pali e confrontare i risultati con quelli analitici, si sono introdotte le interfacce sui due lati di contatto degli elementi 'plate', utilizzati per modellare i fusti dei pali, scegliendo un valore di riduzione dei parametri del terreno $R_{inter}=1$ (contatto rigido) pari a:

$$R_{inter,eq} = \alpha_{ar} * R_{inter} = \frac{2*\pi*D}{2*i} * 1 \quad (\text{contatto rigido})$$

Si riportano di seguito i dati ed i risultati ottenuti per ciascun elemento considerato:

Table 2-Definizione dei dati per ciascun elemento

PALI CSP		PALI direzione trasversale		PALI direzione longitudinale		L pali	PLATEA		
D (m)	i (m)	D (m)	i (m)	D (m)	i (m)	(m)	B (m)	L (m)	h (m)
0.92	0.75	1.5	2.2	1.5	1.85	35	12	16.5	3

Table 3-Determinazione delle rigidità assiali, flessionali e peso di ciascun elemento

PLATEA		PALI CSP		Pali in direzione trasversale		Pali in direzione longitudinale	
EA (kN/m)	EI (kN/m ² /m)	EA (kN/m)	EI (kN/m ² /m)	EA (kN/m)	EI (kN/m ² /m)	EA (kN/m)	EI (kN/m ² /m)
47250000	35437500	27919962.2	1476966	30089240.45	4231299	25302316	3558138
w (kNm/m)	0	w (kNm/m)	22	w (kNm/m)	24	w (kNm/m)	20

Table 4-Parametri elemento plate base palo

Pali CSP			Pali in direzione longitudinale			Pali in direzione trasversale		
Elemento plate base palo			Elemento plate base palo			Elemento plate base palo		
D(0.920)	0.92	m	D(1.5)	1.50	m	D(1.5)	1.50	m
i	0.75	m	i	1.85	m	i	2.20	m
Deq	0.89	m	Deq	0.96	m	Deq	0.80	m
EApunta	9E+12	kN/m	EApunta	9E+12	kN/m	EApunta	9E+12	kN/m
Elpunta	5E+14	kNm ² /m	Elpunta	5E+14	kNm ² /m	Elpunta	5E+14	kNm ² /m

Inoltre, per tener conto del peso del terreno agente al di sopra della quota testa palo, è stato applicato un sovraccarico uniformemente distribuito agente al piano campagna pari a:

$$\gamma_1 * h_1 = 19 * 3 = 57 \text{ kN/m/m.}$$

Impostato il modello geometrico si è costruita la 'mesh', scegliendo una maglia 'fine', ulteriormente migliorata nelle vicinanze del palo.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	25

Dopo aver creato la mesh, si procede con la definizione della fase iniziale di terreno a riposo, attraverso l'introduzione del parametro K_0 ("K₀-procedure"):

$$K_0 = 1 - \sin\varphi'$$

(si introducono per ogni strato i relativi valori dell'angolo d'attrito, φ'), ed il calcolo della pressione idrostatica dell'acqua presente nei pori.

L'impostazione delle fasi di calcolo comincia con una prima fase in cui le strutture non sono attivate: terreno a riposo.

La seconda fase è la fase in cui vengono attivate le strutture che formano la fondazione.

La terza fase è quella di applicazione del solo carico assiale.

La quarta fase è quella di applicazione della terna F_z , V e M

Table 5-Fasi di calcolo

Fase	Descrizione
1	Inizializzazione stato tensionale geostatico con falda
2	Realizzazione strutture di fondazione
3	Applicazione F_z
4	Applicazione F_z, V e M

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 03			PROGR 006

6.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Devono essere presi in considerazione almeno i seguenti stati limite di servizio, quando pertinenti:

- eccessivi cedimenti o sollevamenti;
- eccessivi spostamenti trasversali.

Specificamente, si devono calcolare i valori degli spostamenti per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

6.4 CARICHI

I carichi esterni applicati in fondazione derivanti dall'analisi della sovrastruttura (P17) sono riferiti a quota intradosso plinto nel baricentro della fondazione e sintetizzati nella seguente tabella.

Le pile in esame hanno l'asse longitudinale all'impalcato ruotato rispetto alla direzione X della fondazione rispettivamente di 20° perciò i carichi derivanti dalla sovrastruttura sono stati convertiti per tenere in conto di questo fatto.

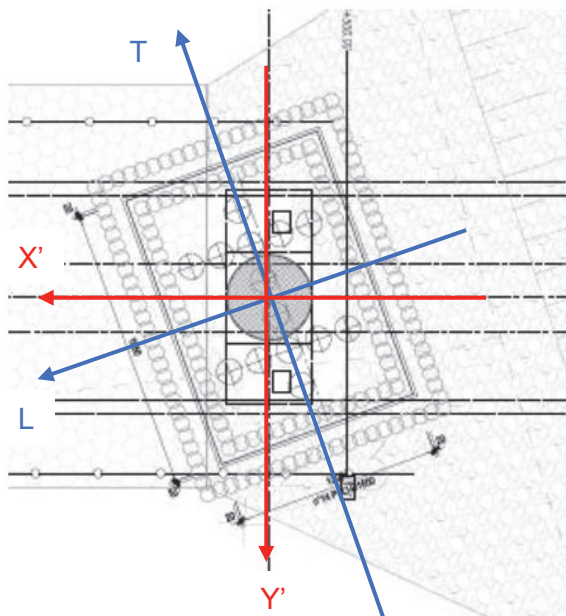


Figura 8- Pianta della fondazione ruotata di un angolo di 20° rispetto all'asse longitudinale dell'impalcato

MANDATARIA  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 03			PROGR 006

Table 6-Scarichi in fondazione

INVILUPPO:		SLU	Nvert	Vtrasv	Mtrasv	Vlong	Mlong	Mtorc
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)	
Nvert Max	SLU8	97571	4030	-36358	4616	74669	9753	
Nvert Min	SLU20	57607	-2874	33691	1435	-8336	55	
Vtrasv Max	SLU21	85190	3224	-39547	-649	19695	74	
Vtrasv Min	SLU19	57607	-2875	33844	1458	-8170	55	
Mtrasv Max	SLU16	71909	-2875	33844	1458	-8170	55	
Mtrasv Min	SLU64	97381	3404	-47535	2182	51853	4371	
Vlong Max	SLU16	87628	4029	-34804	4639	74325	9753	
Vlong Min	SLU70	58275	-1663	19235	994	-3075	55	
Mlong Max	SLU23	87628	4029	-34804	4639	74325	9753	
Mlong Min	SLU17	58275	-1663	19235	994	-3075	55	
Mtorc Max	SLU16	73326	4030	-34956	4616	74159	9753	
Mtorc Min	SLU12	71959	3639	-13533	3378	63359	-1057	
INVILUPPO:		SLV	Nvert	Vtrasv	Mtrasv	Vlong	Mlong	Mtorc
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)	
Nvert Max	SLV5	70408	9682	-34677	4806	73974	55	
Nvert Min	SLV6	48144	9682	-34677	4806	73974	55	
Vtrasv Max	SLV3	62616	26027	-152789	-1143	116964	55	
Vtrasv Min	SLV6	48144	9682	-34677	4806	73974	55	
Mtrasv Max	SLV1	62616	15608	8094	21087	191486	55	
Mtrasv Min	SLV3	62616	26027	-152789	-1143	116964	55	
Vlong Max	SLV1	62616	15608	8094	21087	191486	55	
Vlong Min	SLV5	56413	9682	-34677	4806	73974	55	
Mlong Max	SLV1	62616	15608	8094	21087	191486	55	
Mlong Min	SLV5	56413	9682	-34677	4806	73974	55	
Mtorc Max	SLV5	56413	9682	-34677	4806	73974	55	
Mtorc Min	SLV6	48144	9682	-34677	4806	73974	55	
INVILUPPO:		SLE RA	Nvert	Vtrasv	Mtrasv	Vlong	Mlong	Mtorc
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)	
Nvert Max	RA8	68275	1634	-11180	3658	47022	7582	
Nvert Min	RA12	58164	-1875	21737	1071	-3985	55	
Vtrasv Max	RA9	60388	2162	-26448	-398	13553	55	
Vtrasv Min	RA12	58164	-1875	21839	1086	-3875	55	
Mtrasv Max	RA10	58164	-1875	21839	1086	-3875	55	
Mtrasv Min	RA11	60388	2162	-26448	-398	13553	55	

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	28

Vlong Max	RA8	68275	1634	-11180	3658	47022	7582
Vlong Min	RA12	58164	-1875	21737	1071	-3985	55
Mlong Max	RA2	68275	1634	-11180	3658	47022	7582
Mlong Min	RA11	58164	-1875	21737	1071	-3985	55
Mtorc Max	RA8	68275	1634	-11180	3658	47022	7582
Mtorc Min	RA4	67333	1383	3159	2767	39420	-835
INVILUPPO:	SLE FR	Nvert	Vtrasv	Mtrasv	Vlong	Mlong	Mtorc
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)
Nvert Max	FR8	66025	1261	-8948	2832	36490	5700
Nvert Min	FR14	58442	-1401	15398	802	-2660	41
Vtrasv Max	FR5	60110	1657	-20425	-215	11361	55
Vtrasv Min	FR8	58442	-1402	15500	817	-2549	41
Mtrasv Max	FR8	58442	-1371	15816	903	-1683	55
Mtrasv Min	FR3	60110	1626	-20741	-300	10494	41
Vlong Max	FR8	66025	1261	-8948	2832	36490	5700
Vlong Min	FR16	58442	-1401	15398	802	-2660	41
Mlong Max	FR8	66025	1261	-8948	2832	36490	5700
Mlong Min	FR18	58442	-1401	15398	802	-2660	41
Mtorc Max	FR8	66025	1261	-8948	2832	36490	5700
Mtorc Min	FR4	65319	1042	1465	2073	29894	-626
INVILUPPO:	SLE QP	Nvert	Vtrasv	Mtrasv	Vlong	Mlong	Mtorc
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx' (kN)	My' (kNm)	Fy' (kN)	Mx' (kNm)	Mz (kNm)
Nvert Max	QP4	59276	143	-2254	352	4894	55
Nvert Min	QP7	59276	19	-3618	-7	1317	0
Vtrasv Max	QP5	59276	144	-2356	336	4784	55
Vtrasv Min	QP3	59276	18	-3516	8	1427	0
Mtrasv Max	QP2	59276	143	-2254	352	4894	55
Mtrasv Min	QP5	59276	19	-3618	-7	1317	0
Vlong Max	QP4	59276	143	-2254	352	4894	55
Vlong Min	QP7	59276	19	-3618	-7	1317	0
Mlong Max	QP4	59276	143	-2254	352	4894	55
Mlong Min	QP7	59276	19	-3618	-7	1317	0
Mtorc Max	QP4	59276	143	-2254	352	4894	55
Mtorc Min	QP7	59276	19	-3618	-7	1317	0

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	29

Si riportano di seguito i carichi convertiti con l'angolo ruotato rispetto all'asse della pila (20°):

Nome Comb.	SLU					
	SEZIONE LONGITUDINALE			SEZIONE TRASVERSALE		
	F _z	M _T	V _L	F _z	M _L	V _T
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
SLU8	97571	82601	5716	97571	-8627	2208
SLU20	57607	-19356	365	57607	28808	-3192
SLU21	85190	32033	493	85190	-30426	3252
SLU19	57607	-19253	386	57607	29008	-3201
SLU16	71909	-19253	386	71909	29008	-3201
SLU64	97381	64984	3215	97381	-26933	2453
SLU16	87628	81746	5737	87628	-7284	2199
SLU70	58275	-9468	365	58275	17024	-1903
SLU23	87628	81746	5737	87628	-7284	2199
SLU17	58275	-9468	365	58275	17024	-1903
SLU16	73326	81643	5716	73326	-7484	2208
SLU12	71959	64167	4419	71959	8954	2265

Nome Comb.	SLV					
	SEZIONE LONGITUDINALE			SEZIONE TRASVERSALE		
	F _z	M _T	V _L	F _z	M _L	V _T
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
SLV5	70408	81373	7827	70408	-7285	7454
SLV6	48144	81373	7827	48144	-7285	7454
SLV3	62616	162167	7827	62616	-	24848
SLV6	48144	81373	7827	48144	-7285	7454
SLV1	62616	177170	25154	62616	73098	7454
SLV3	62616	162167	7827	62616	-	24848
SLV1	62616	177170	25154	62616	73098	7454
SLV5	56413	81373	7827	56413	-7285	7454
SLV1	62616	177170	25154	62616	73098	7454
SLV5	56413	81373	7827	56413	-7285	7454
SLV5	56413	81373	7827	56413	-7285	7454
SLV6	48144	81373	7827	48144	-7285	7454

Nome Comb.	SLE RA					
	SEZIONE LONGITUDINALE			SEZIONE TRASVERSALE		
	F _z	M _T	V _L	F _z	M _L	V _T
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
RA8	68275	48010	3997	68275	5577	284
RA12	58164	-11179	365	58164	19063	-2128
RA9	60388	21781	365	60388	-20218	2168
RA12	58164	-11110	379	58164	19197	-2134
RA10	58164	-11110	379	58164	19197	-2134
RA11	60388	21781	365	60388	-20218	2168
RA8	68275	48010	3997	68275	5577	284
RA12	58164	-11179	365	58164	19063	-2128

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	30

RA2	68275	48010	3997
RA11	58164	-11179	365
RA8	68275	48010	3997
RA4	67333	35962	3073

68275	5577	284
58164	19063	-2128
68275	5577	284
67333	16451	353

Nome Comb.	SLE FR					
	SEZIONE LONGITUDINALE			SEZIONE TRASVERSALE		
	Fz	M _T	V _L	Fz	M _L	V _T
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
FR8	66025	37350	3092	66025	4072	217
FR14	58442	-7766	274	58442	13560	-1591
FR5	60110	17661	365	60110	-15308	1631
FR8	58442	-7697	288	58442	13694	-1597
FR8	58442	-6990	379	58442	14287	-1597
FR3	60110	16955	274	60110	-15901	1631
FR8	66025	37350	3092	66025	4072	217
FR16	58442	-7766	274	58442	13560	-1591
FR8	66025	37350	3092	66025	4072	217
FR18	58442	-7766	274	58442	13560	-1591
FR8	66025	37350	3092	66025	4072	217
FR4	65319	27590	2304	65319	11601	270

Nome Comb.	SLE QP					
	SEZIONE LONGITUDINALE			SEZIONE TRASVERSALE		
	Fz	M _T	V _L	Fz	M _L	V _T
	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)
QP4	59276	5370	379	59276	-444	14
QP7	59276	2475	0	59276	-2949	20
QP5	59276	5301	365	59276	-577	20
QP3	59276	2543	14	59276	-2816	14
QP2	59276	5370	379	59276	-444	14
QP5	59276	2475	0	59276	-2949	20
QP4	59276	5370	379	59276	-444	14
QP7	59276	2475	0	59276	-2949	20
QP4	59276	5370	379	59276	-444	14
QP7	59276	2475	0	59276	-2949	20
QP4	59276	5370	379	59276	-444	14
QP7	59276	2475	0	59276	-2949	20

Inoltre, nota la risultante dello sforzo normale Fz agente sulla fondazione, attraverso un'analisi di ripartizione in funzione delle rigidità assiali, si ricavano le due componenti F_L e F_T da applicare nelle due configurazioni longitudinale e trasversale:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 03			PROGR 006

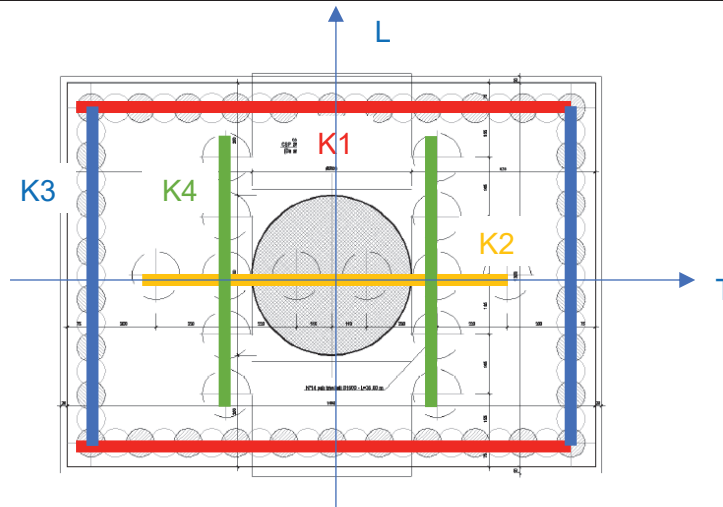


Figura 9-analisi di ripartizione Fz

$$Fz = 2 \cdot K1 \cdot w + K2 \cdot w + 2 \cdot K3 \cdot w + 2 \cdot K4 \cdot w$$

$$Fz = F_L + F_T = K_{tot} \cdot w$$

$$F_T = 2 \cdot K1 \cdot w + K2 \cdot w = (2 \cdot K1 + K2) \cdot w ; F_L = 2 \cdot K3 \cdot w + 2 \cdot K4 \cdot w = (2 \cdot K3 + 2 \cdot K4) \cdot w$$

Sostituendo e semplificando per w, si ottiene la rigidezza totale della fondazione:

$$K_{tot} = (2 \cdot K1 + K2) + (2 \cdot K3 + 2 \cdot K4)$$

Le due componenti di Fz da applicare quindi saranno:

$$F_T = (2 \cdot K1 + K2) \cdot (Fz / K_{tot}) ; F_L = (2 \cdot K3 + 2 \cdot K4) \cdot (Fz / K_{tot})$$

Dove

k1; k2; k3; k4 = sono ricavate attraverso opportune analisi numeriche che producono i seguenti risultati

$$K_i = \frac{Fz}{w}$$

Fz	1	kN
k1	3216.0	kN/m
k2	1056.9	kN/m
k3	2251.2	kN/m
k4	1478.0	kN/m
ktot	8002.0	kN/m

Quindi:

F _T	53.40%
F _L	46.60%

Le verifiche sono state condotte considerando per ciascuno stato limite le combinazioni più sfavorevoli:

N_{max}; N_{min}; M_{max}; V_{max}.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	32

6.5 SCALZAMENTO

Per il dimensionamento della fondazione è stata considerata anche la condizione di scalzamento concomitante con le combinazioni più severe agli SLU mentre non è stato considerato concomitante con il sisma. Lo scalzamento massimo è di 8.4 m da testa palo.

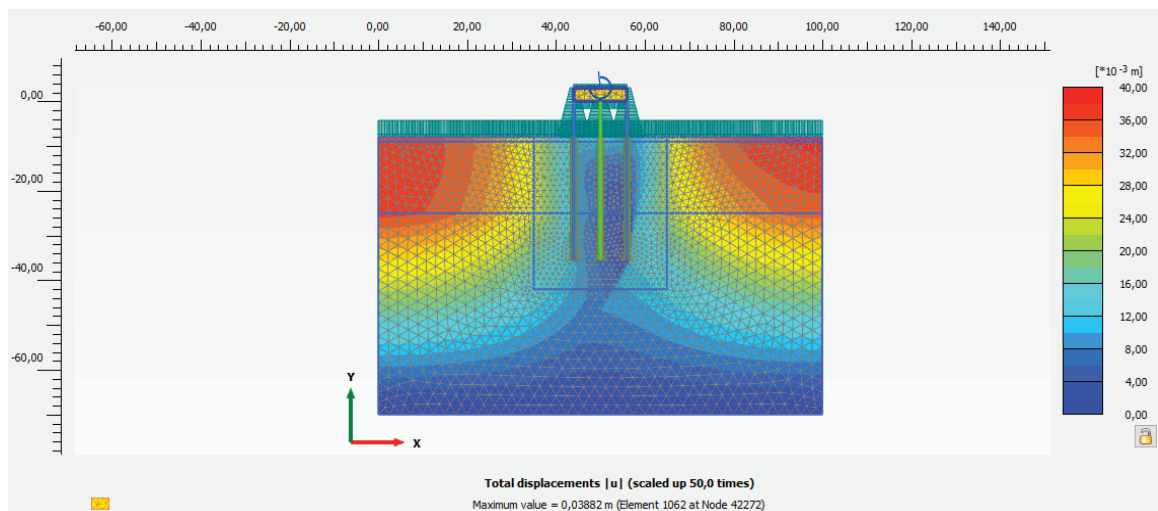
6.6 RISULTATI MODELLI FEM

Dai Modelli FEM vengono estratte le sollecitazioni sui pali da 0.92m e 1.5m per gli SLU, SLV e SLE. Si ricorda che per lo SLU la quota zero del modello coincide con la quota da cui iniziano a lavorare i pali superata la zona di scalzamento, mentre per SLV ed SLE il palo è considerato interamente.

Si riportano di seguito le immagini relative agli spostamenti e alle caratteristiche di sollecitazioni agenti sui pali per le combinazioni di carico allo SLU e SLV considerate:

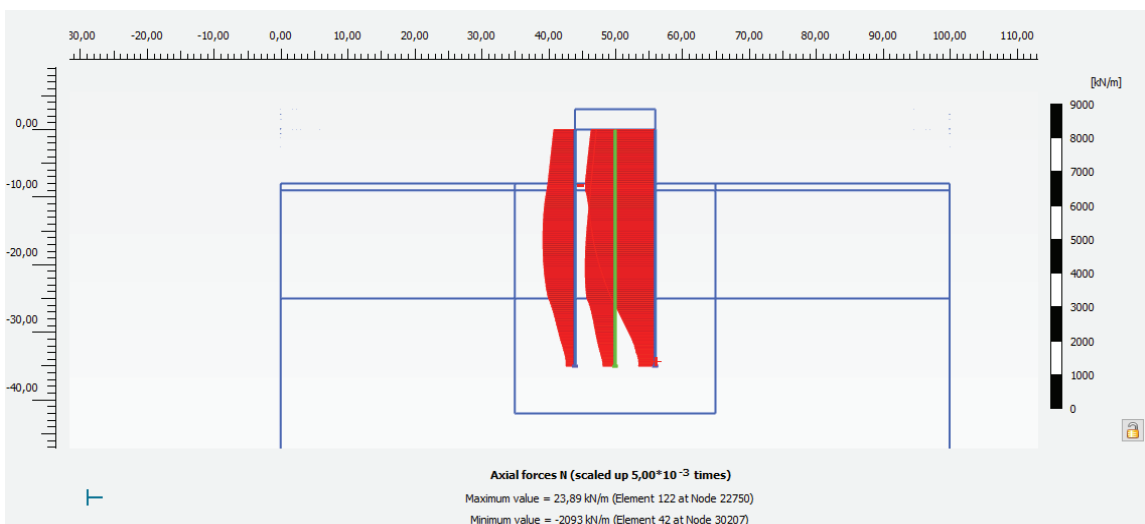
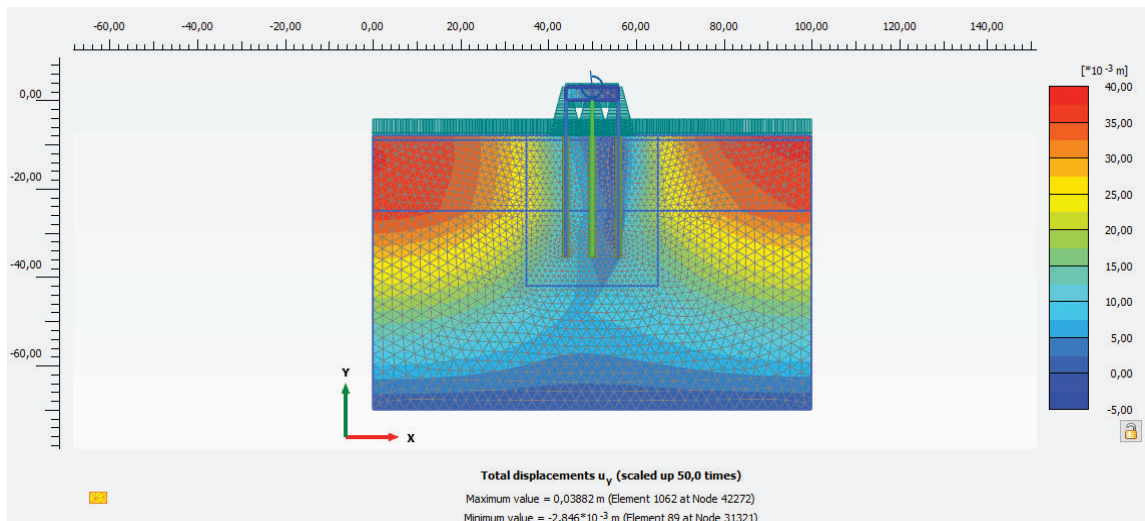
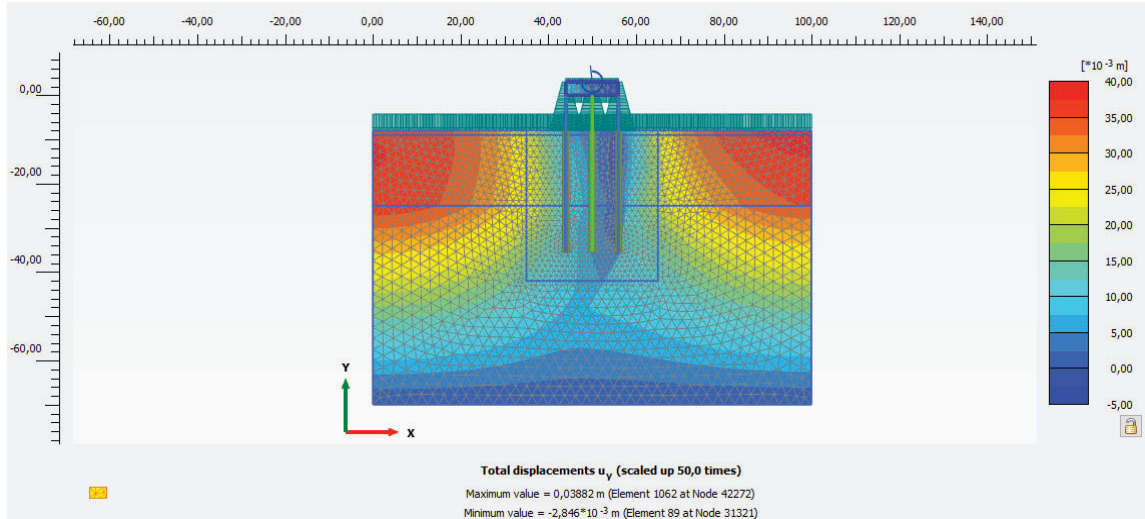
SLU

		sez. long.			sez. trasv.				
		Fz	M	V	Fz	M	V		
		(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)	(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)		
1	Nmax	3473	5507	381	1	Nmax	4331	-822	210
2	Nmin	2051	-1290	24	2	Nmin	2557	2744	-304
3	Mmax	3473	5507	381	3	Mmax	3781	-2898	310
4	Vmax	3119	5450	382	4	Vmax	3781	-2898	310



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	33



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	34

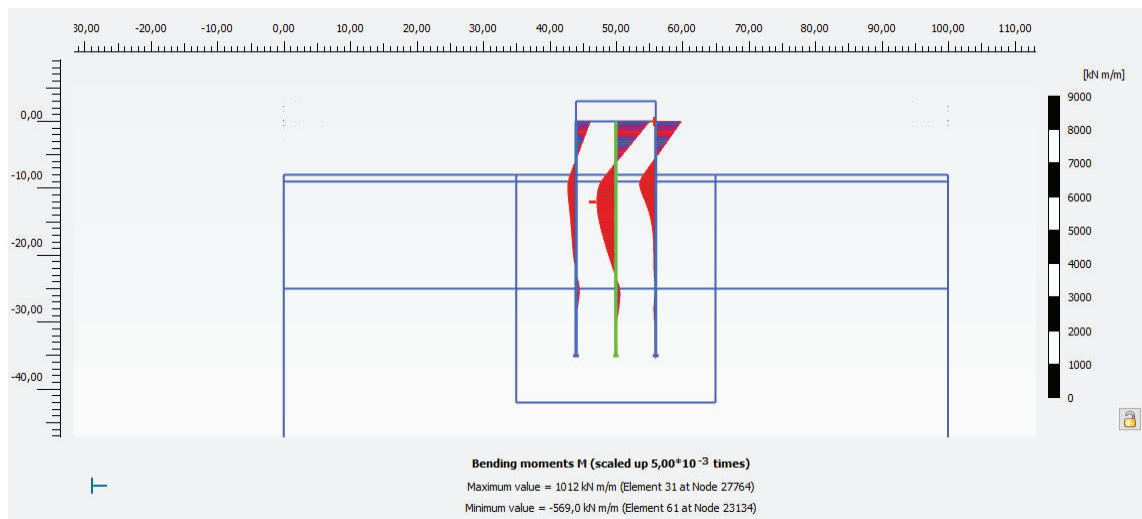
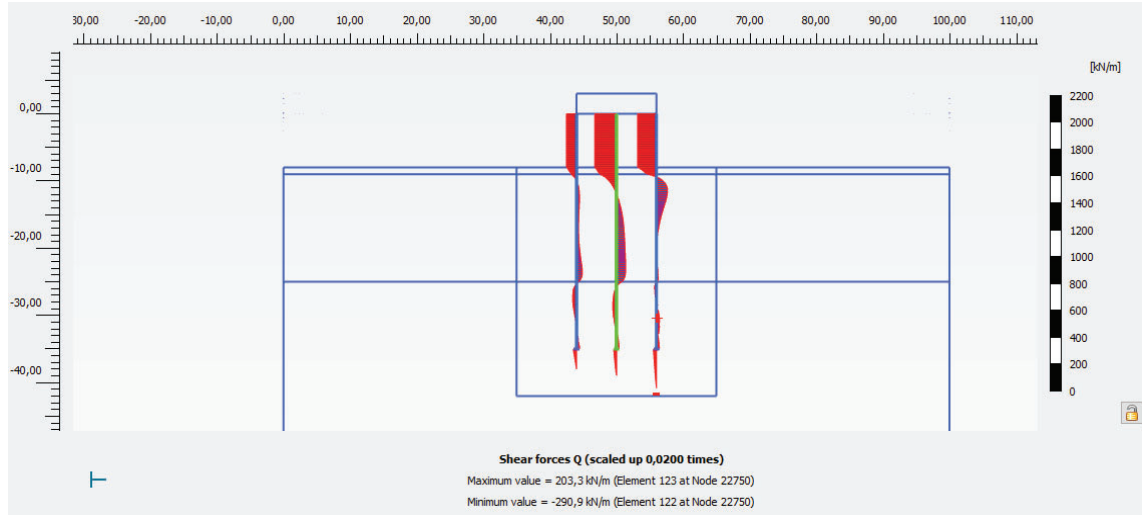
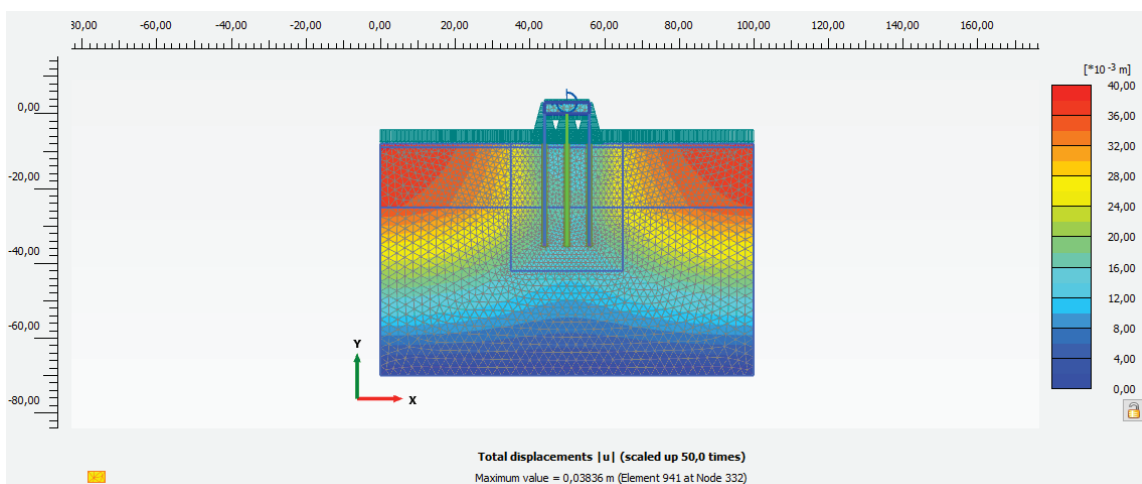
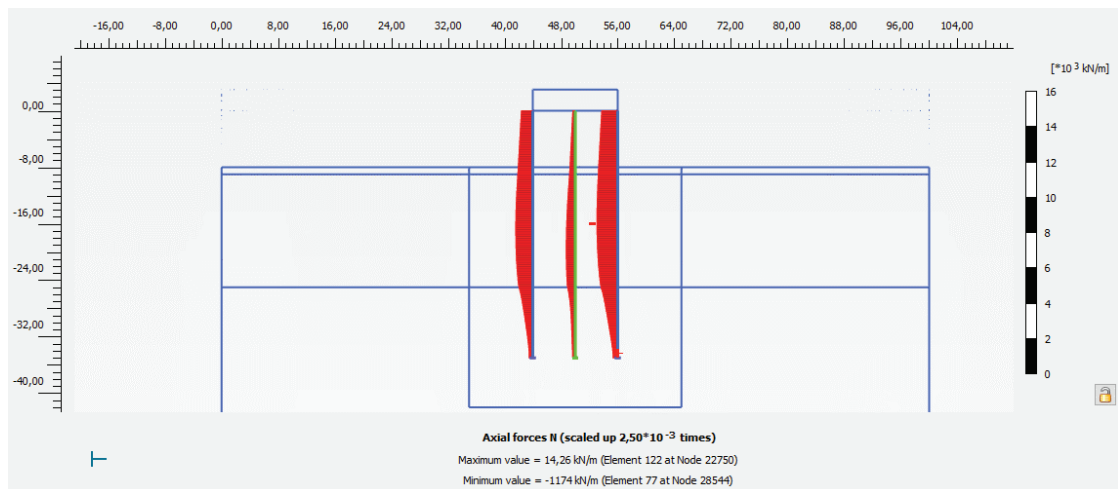
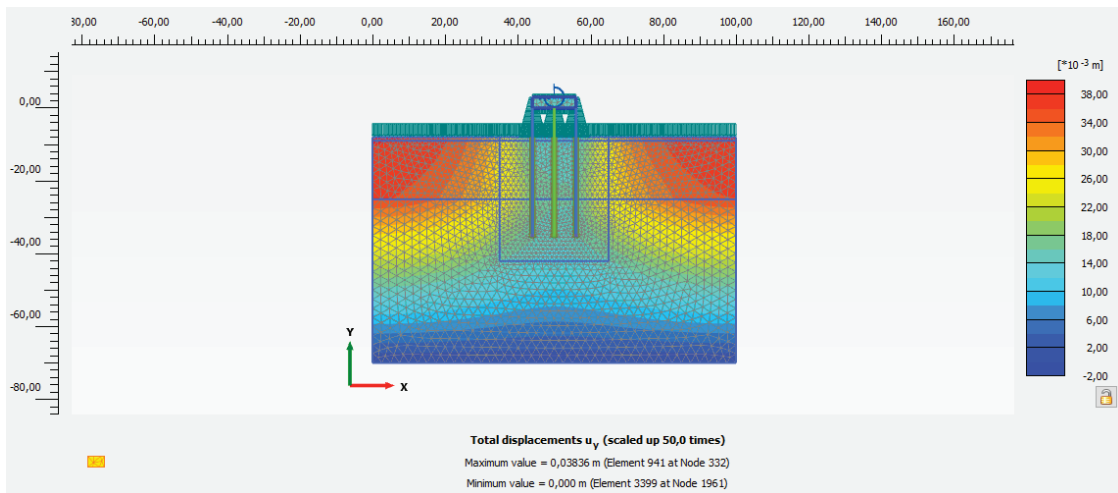
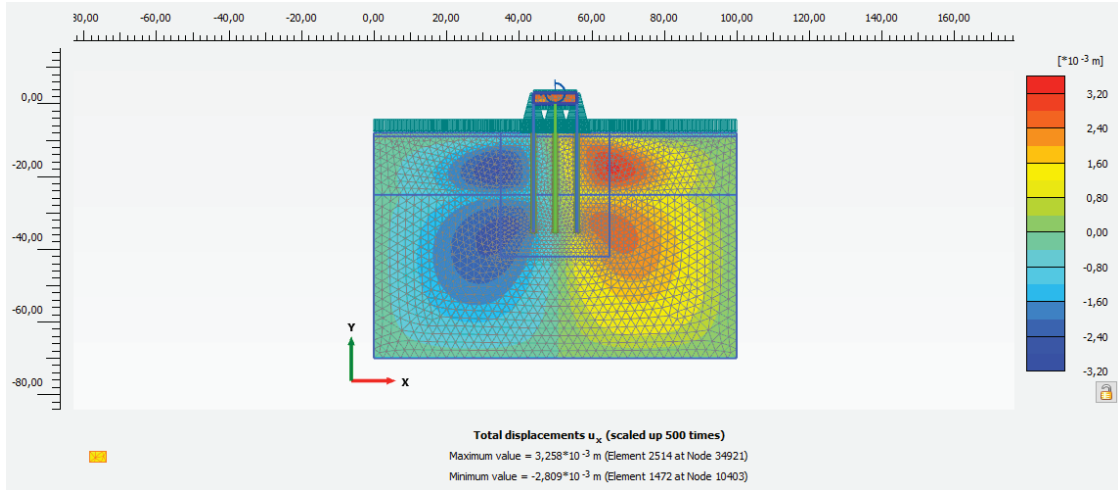


Figura 10 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 1 e 3 – SLU



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	35



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	36

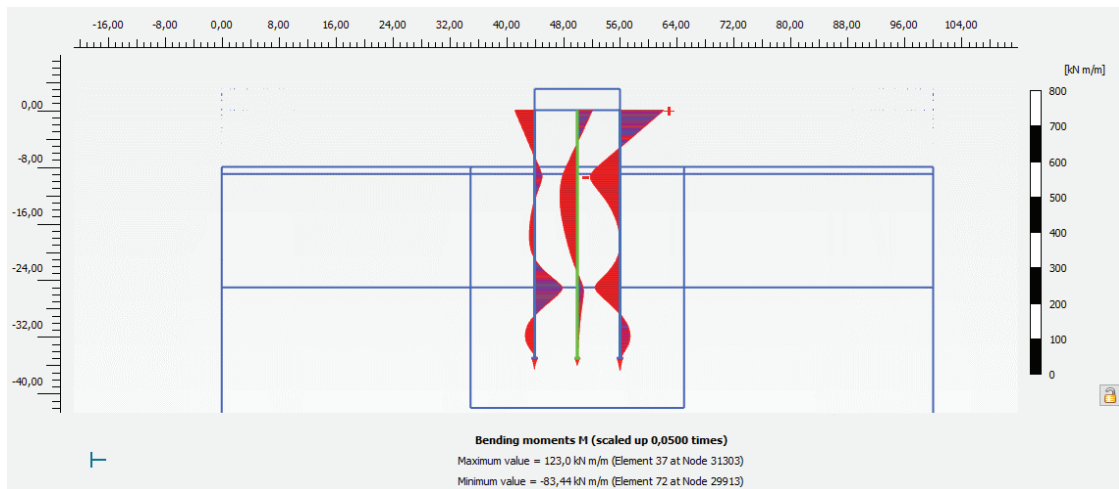
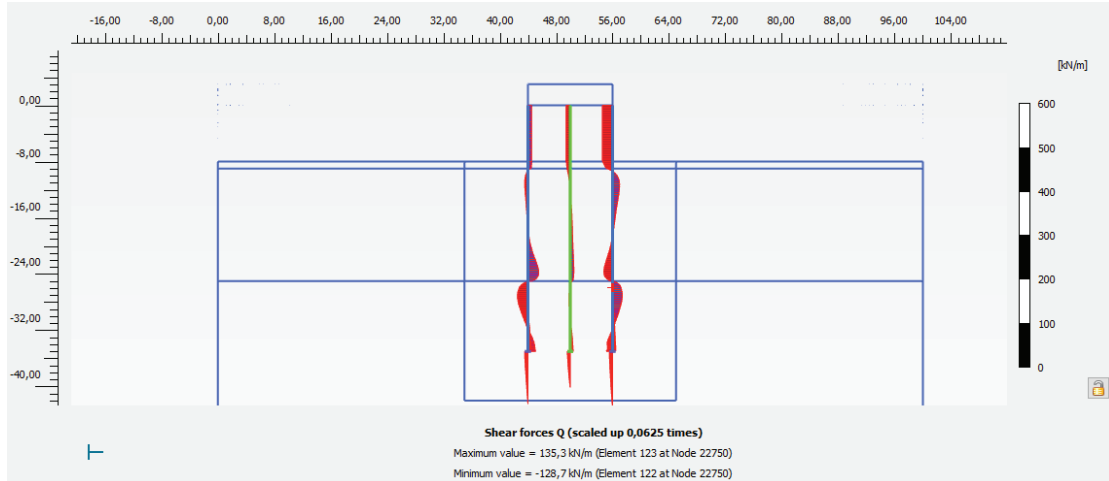
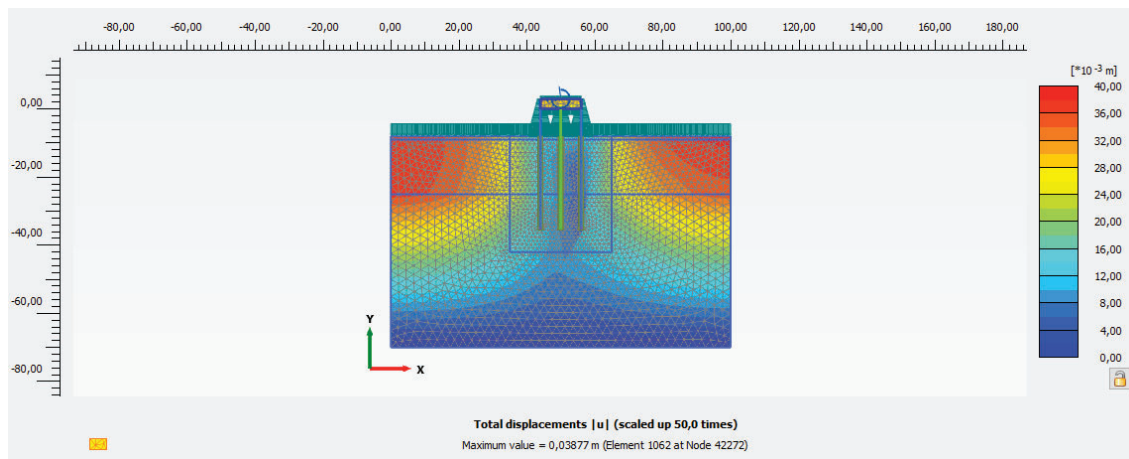
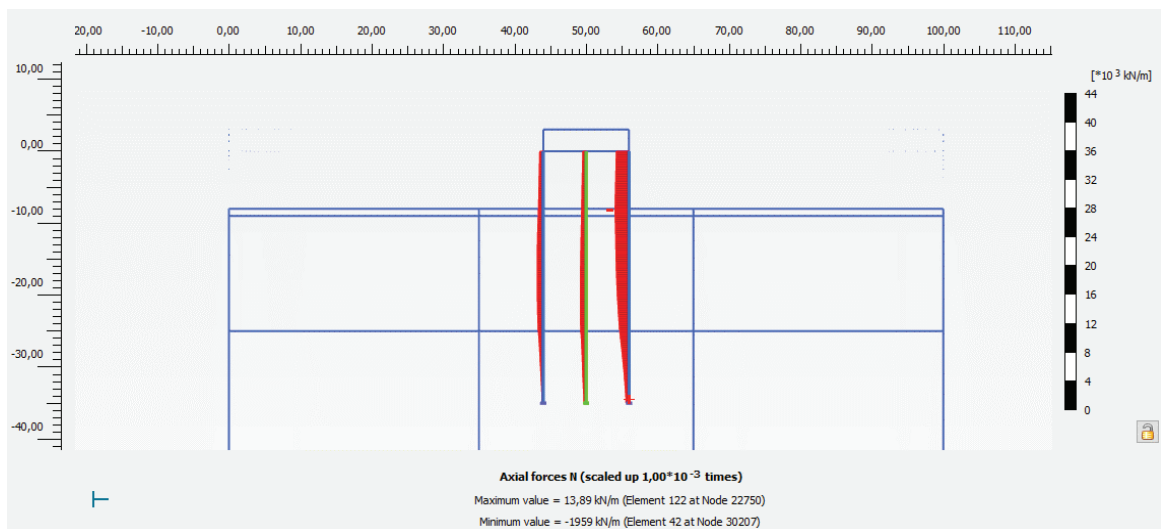
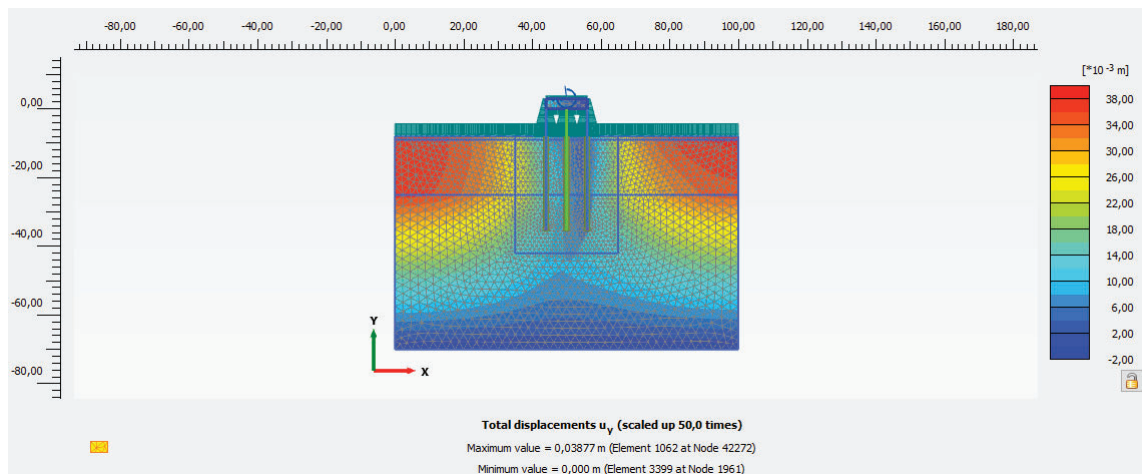
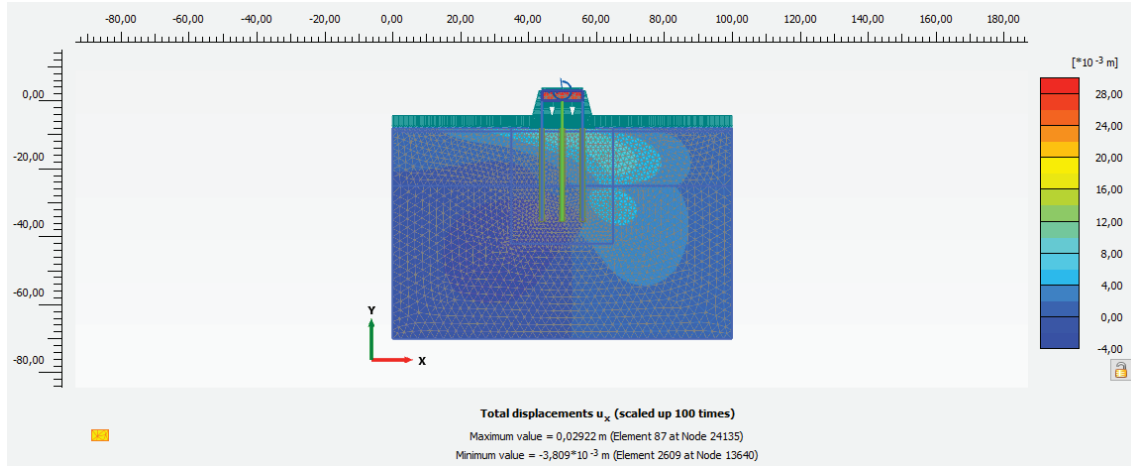


Figura 11 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 2 – SLU



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	37



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	38

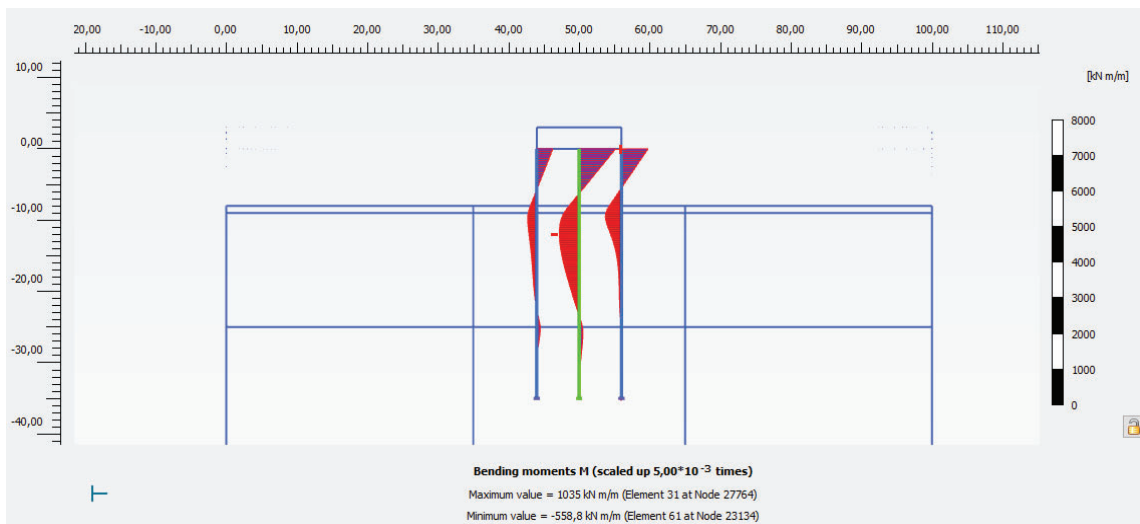
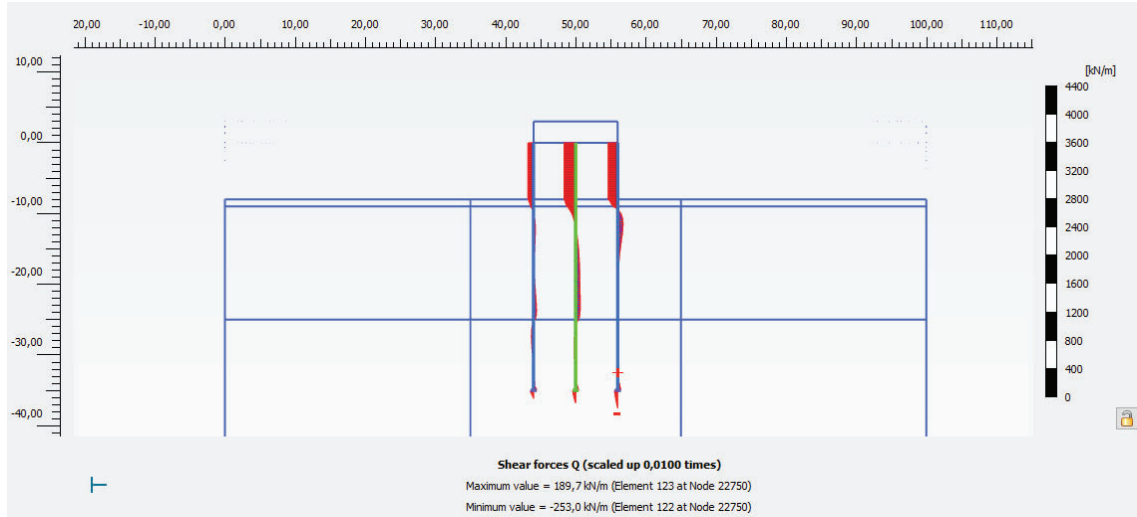
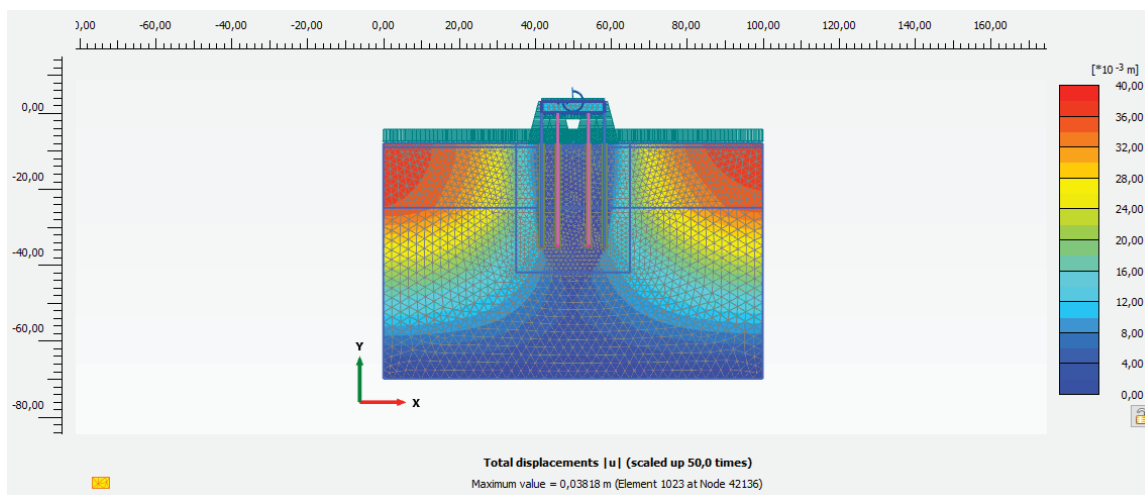
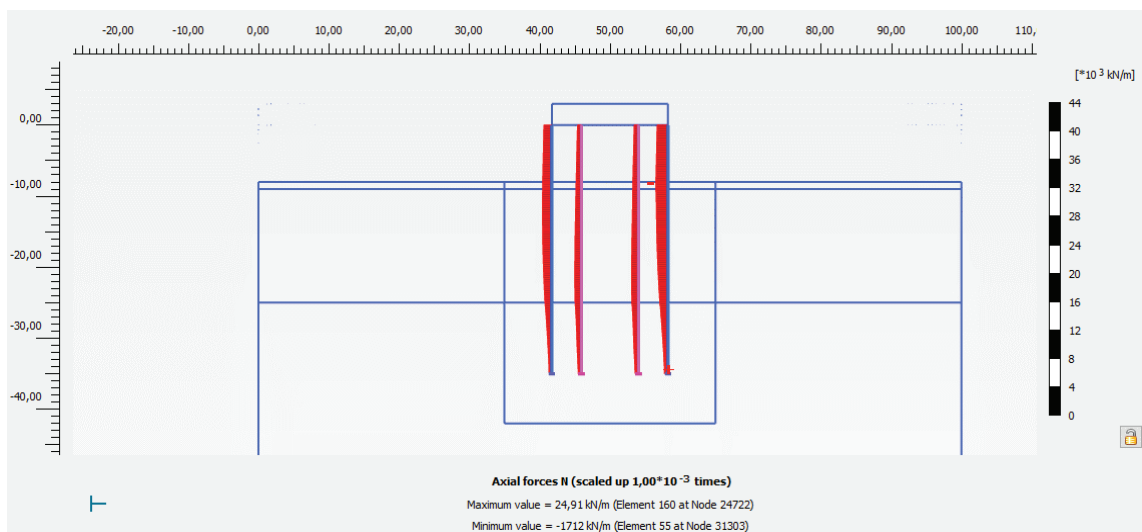
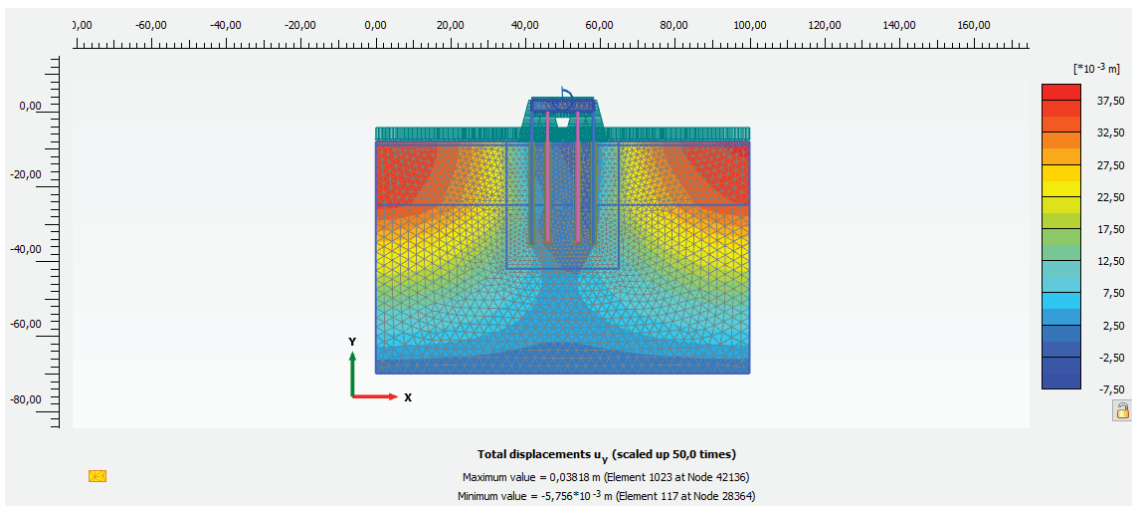
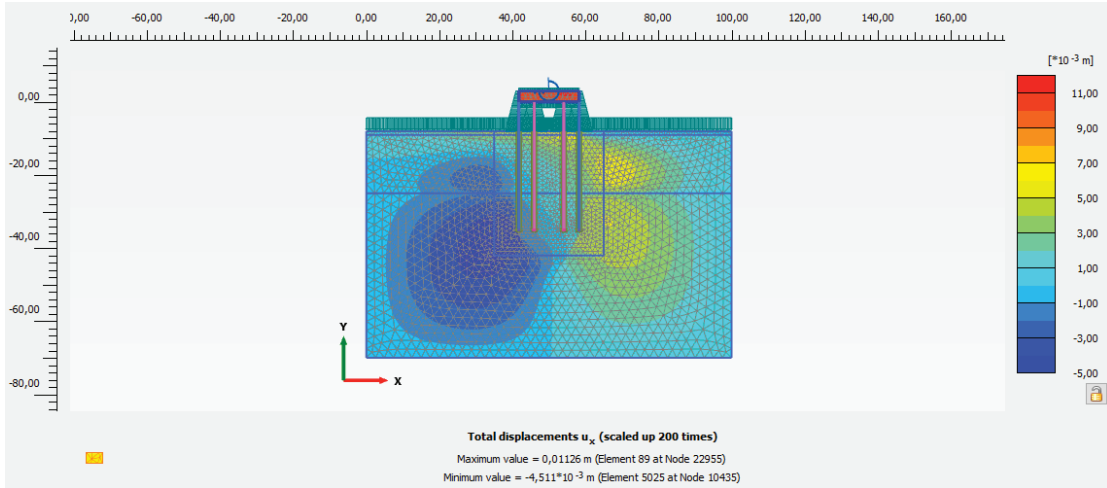


Figura 12 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 4 – SLU



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	39



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	40

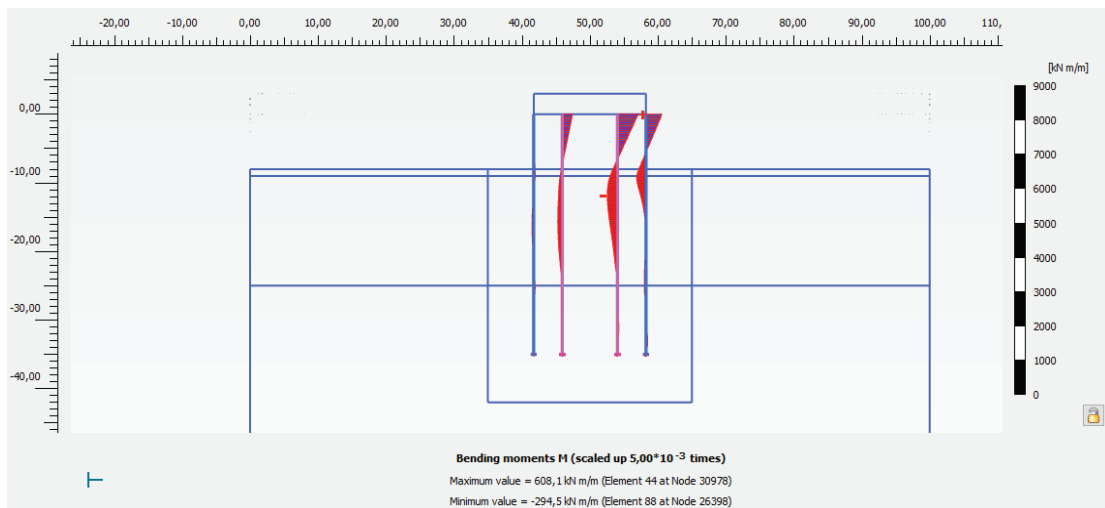
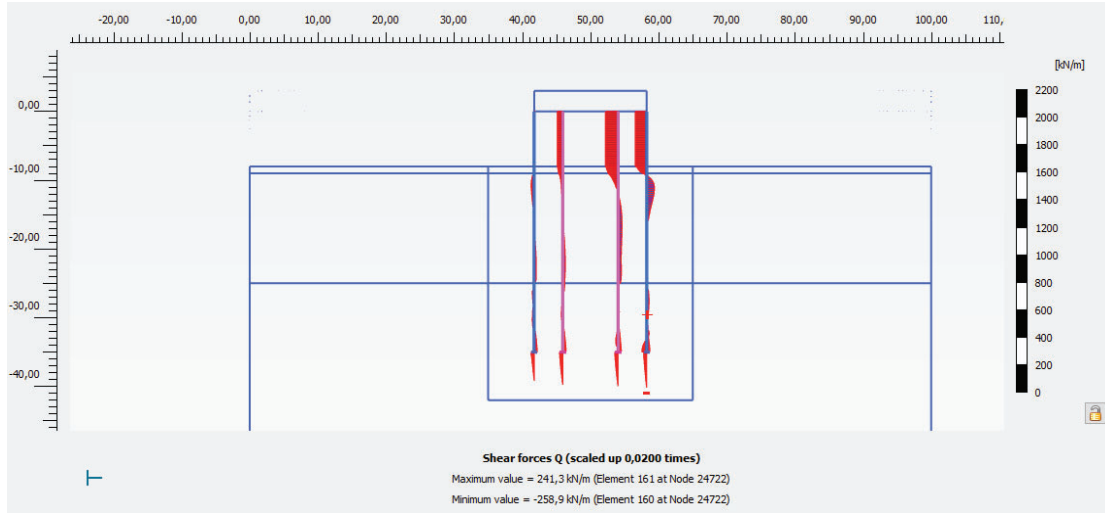
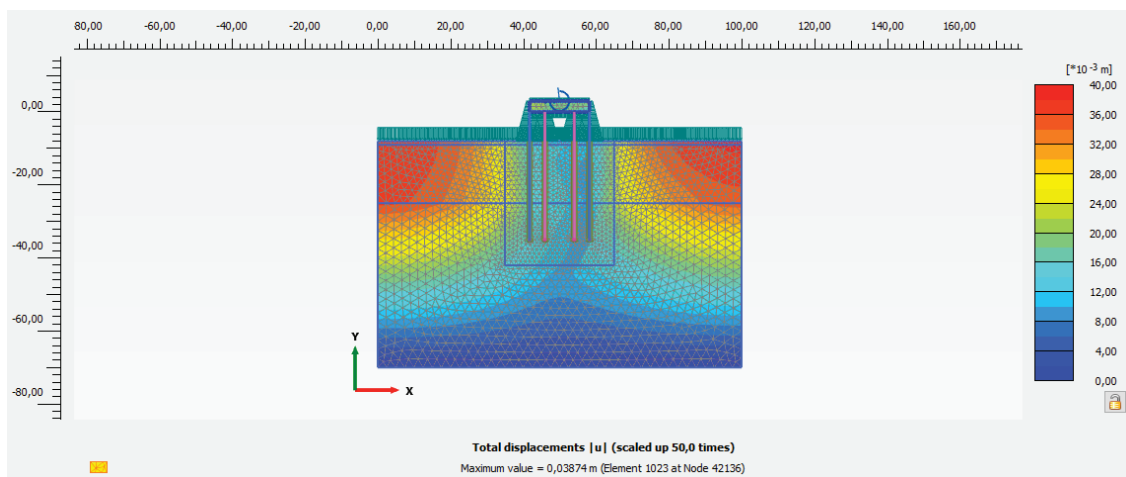
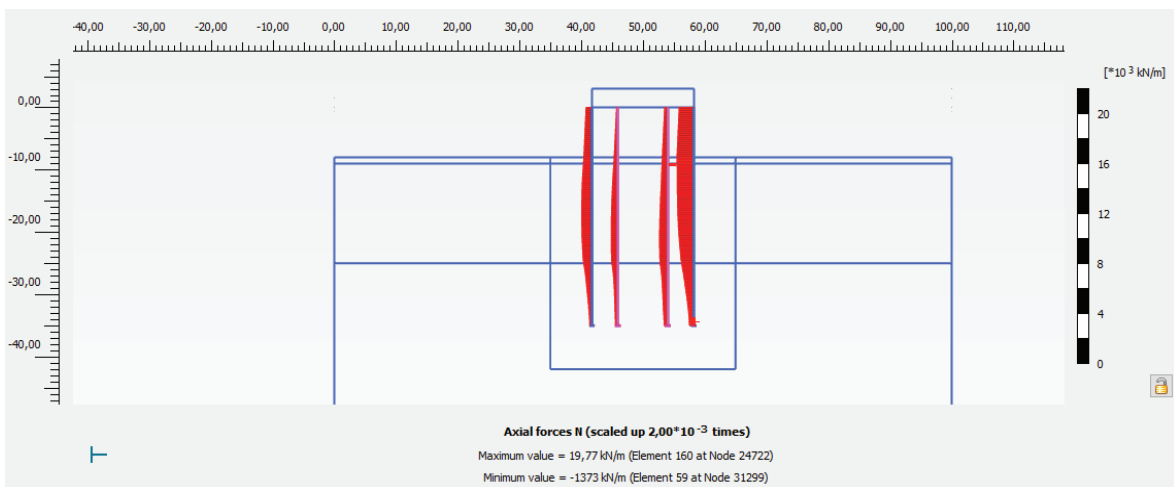
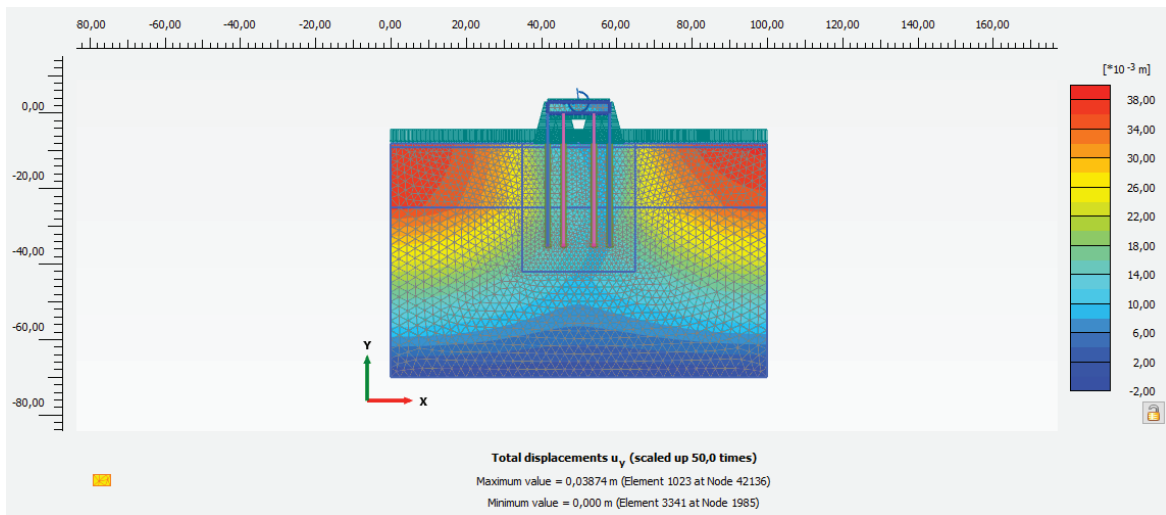
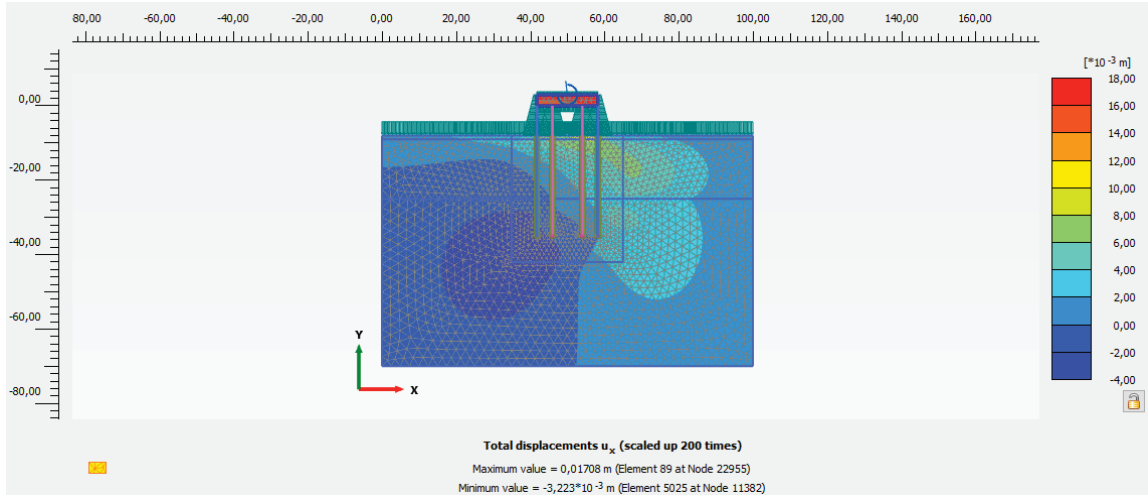


Figura 13 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 1 – SLU



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	41



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	42

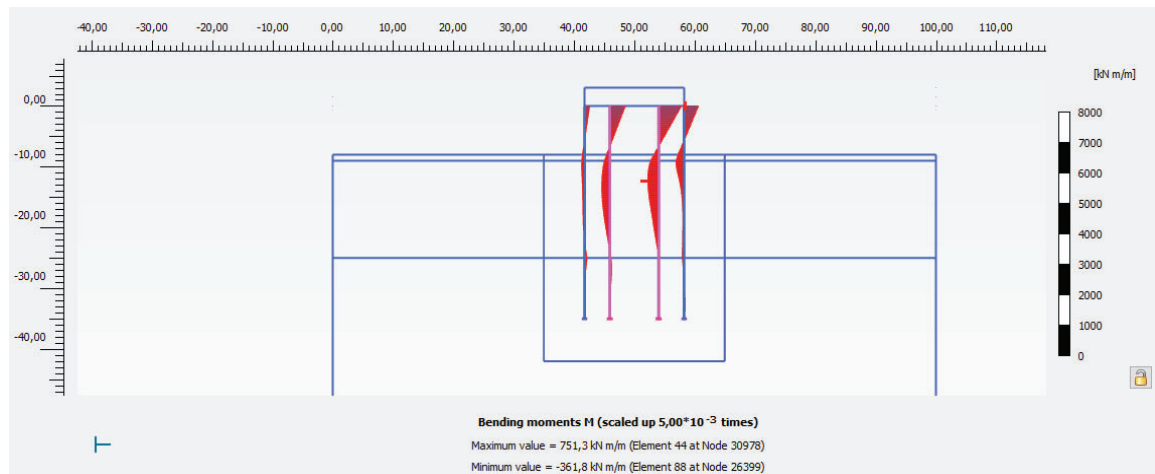
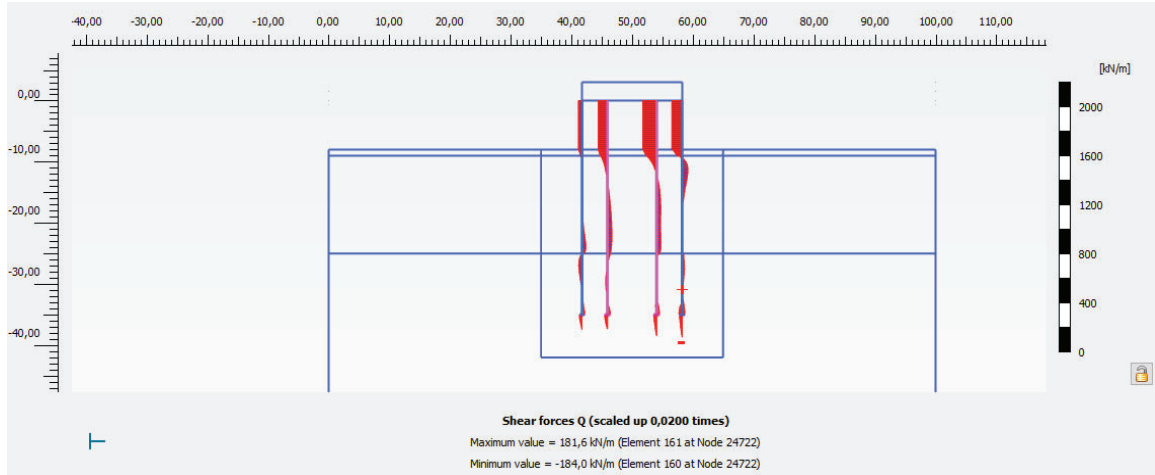
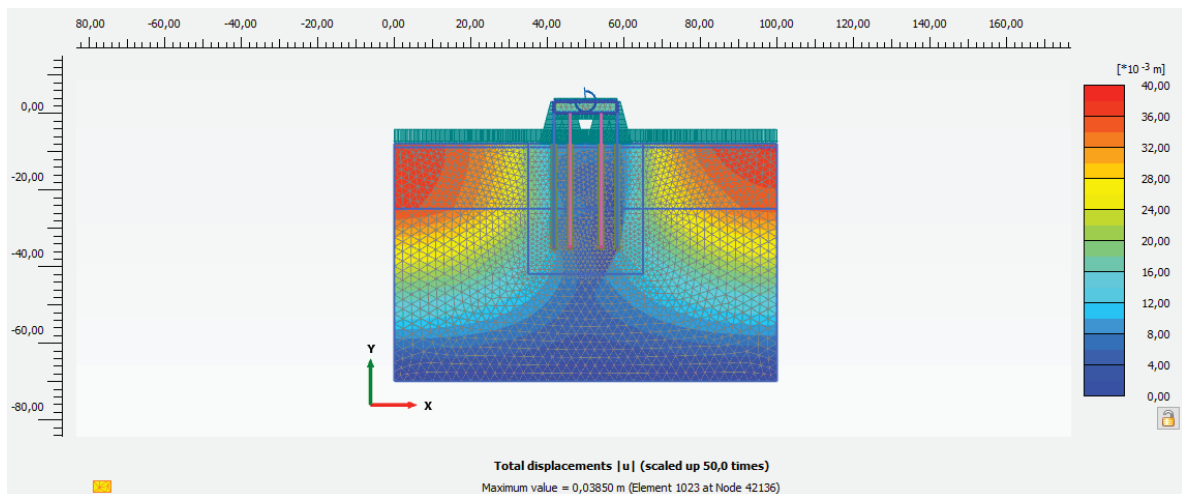
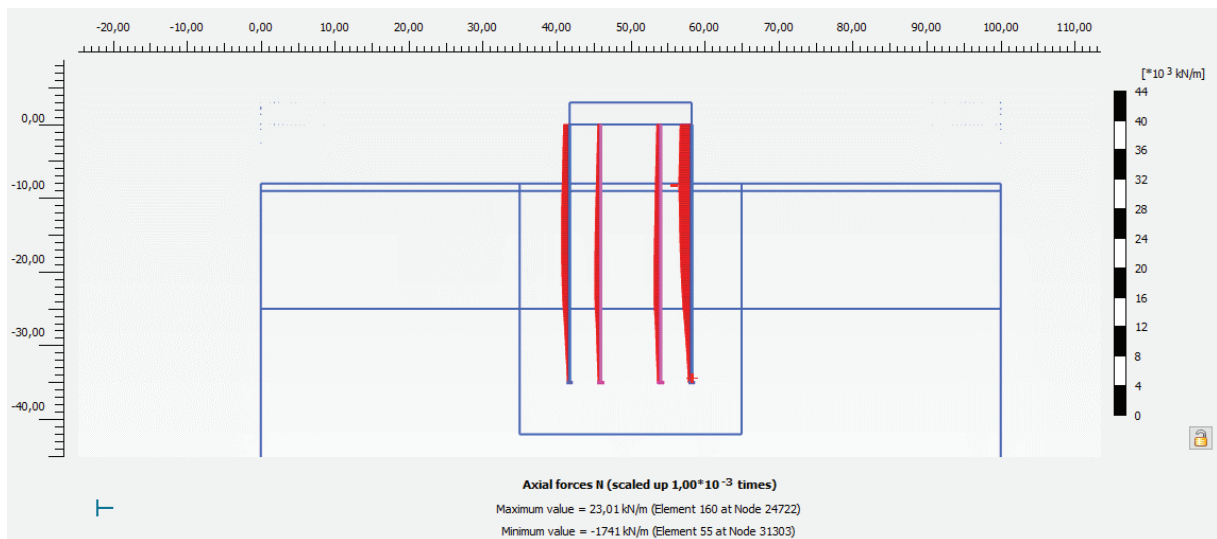
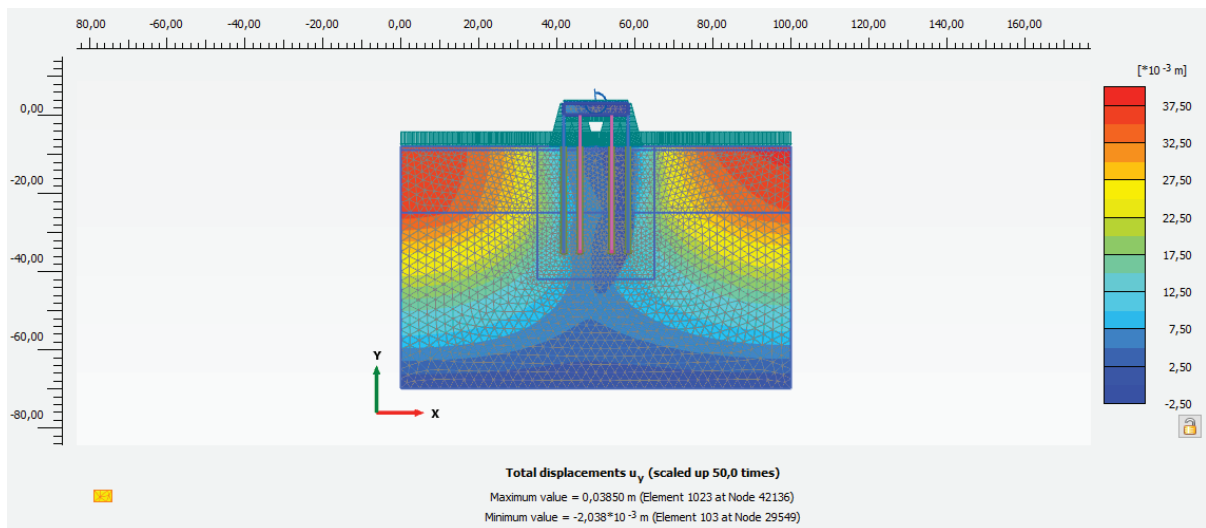
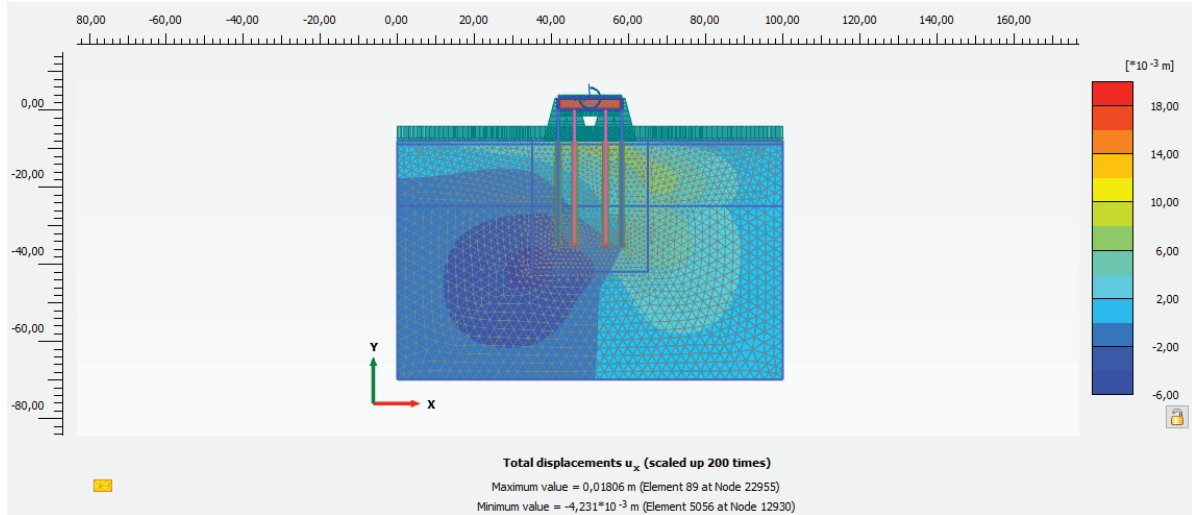


Figura 14 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 2 – SLU



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	43



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	44

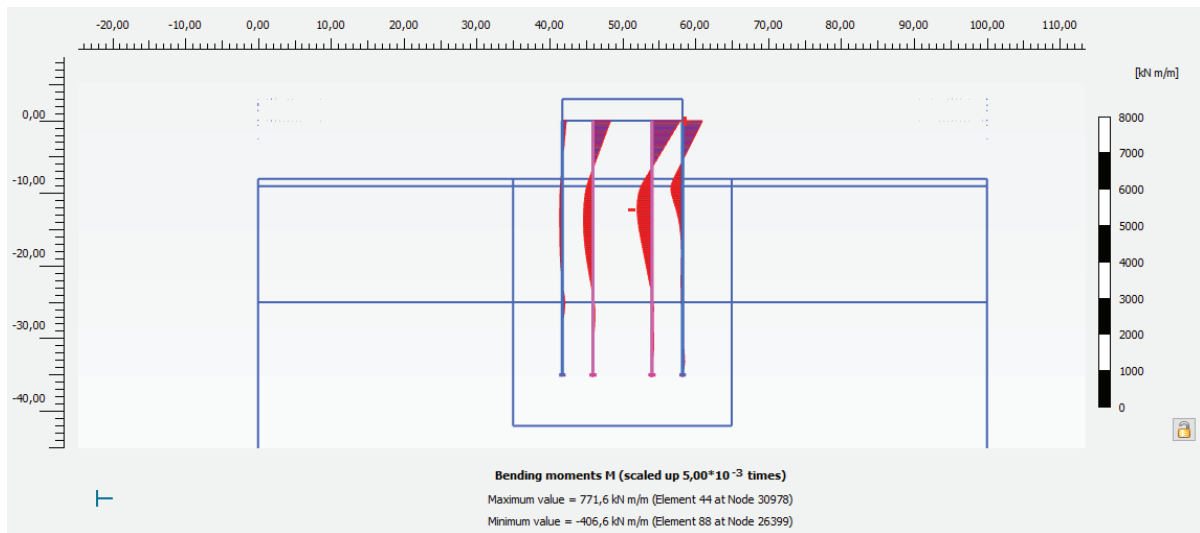
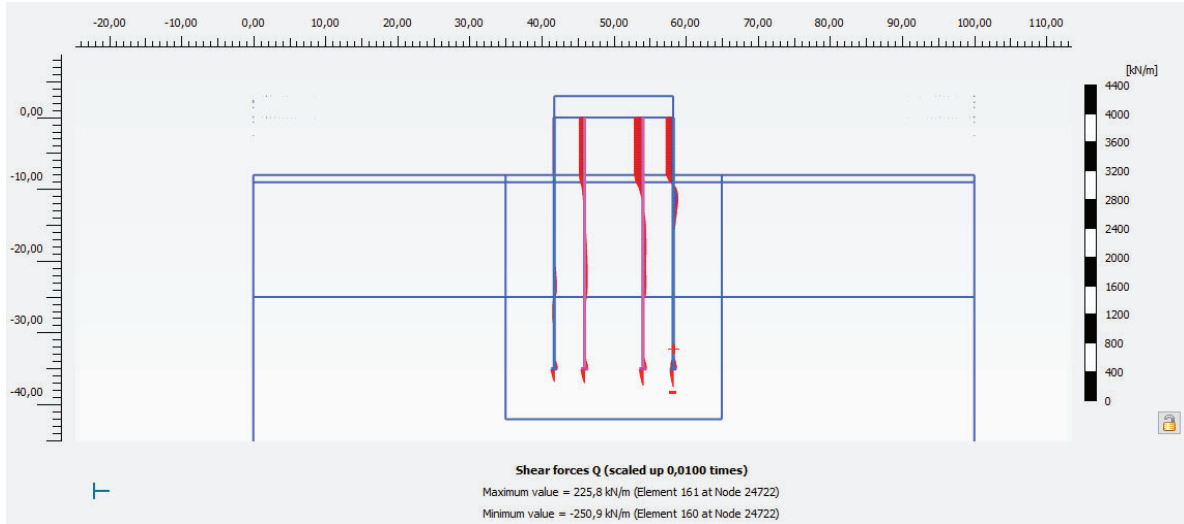


Figura 15 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 3 e 4 – SLU

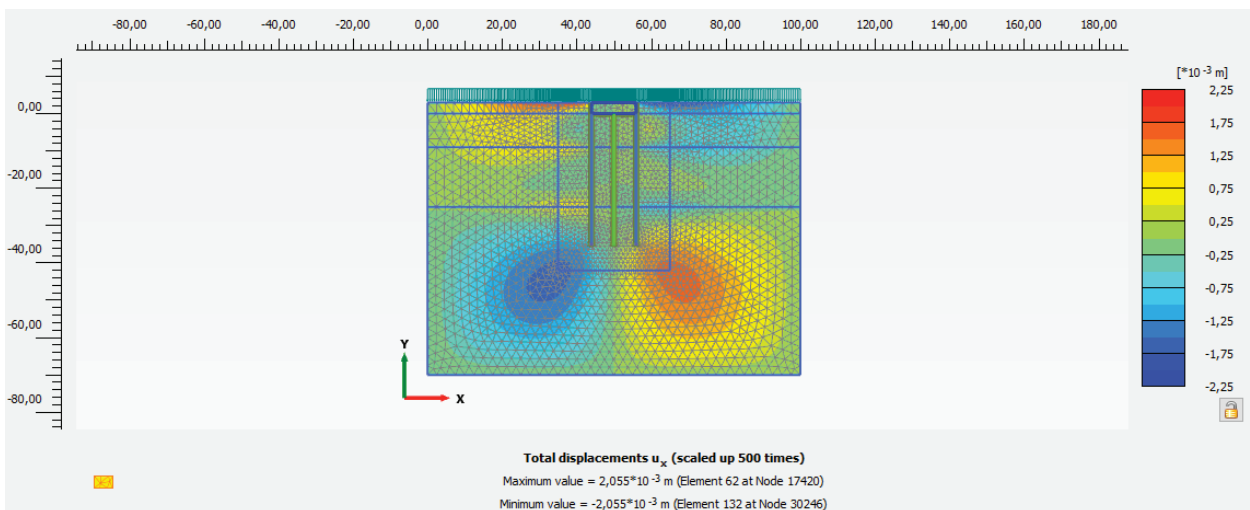
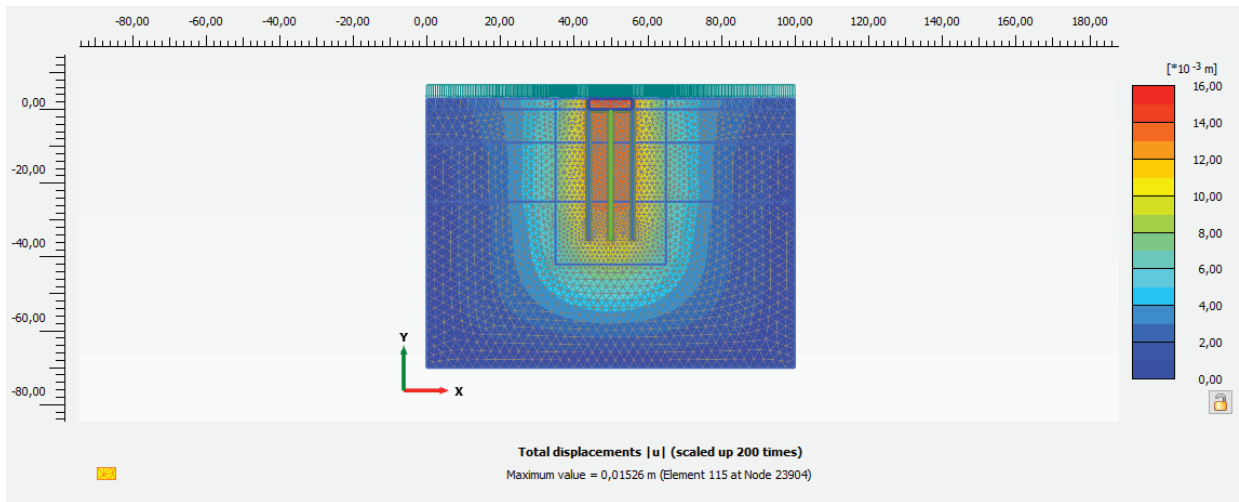
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	45

SLV

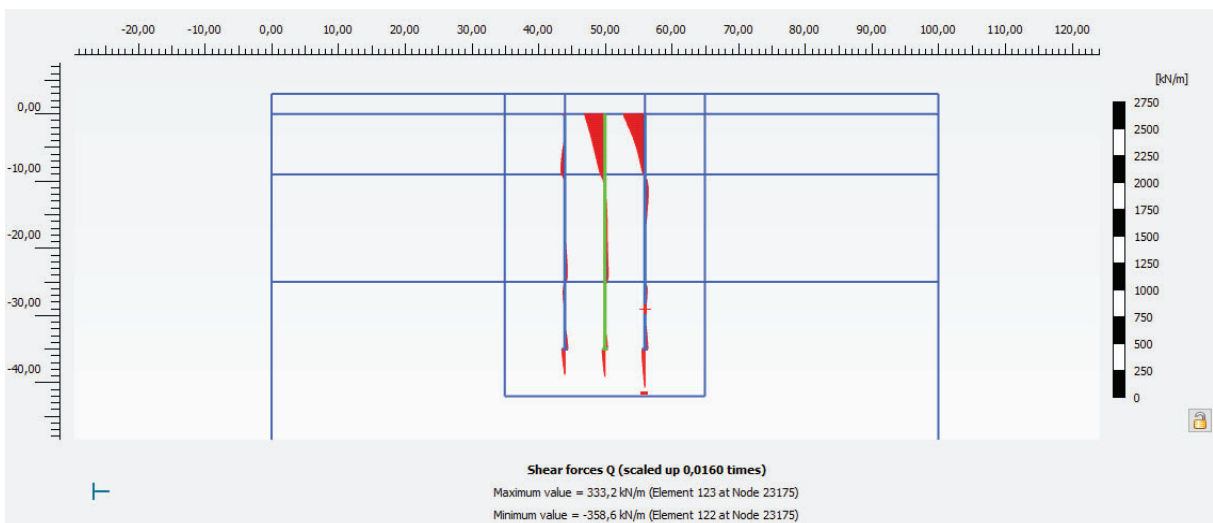
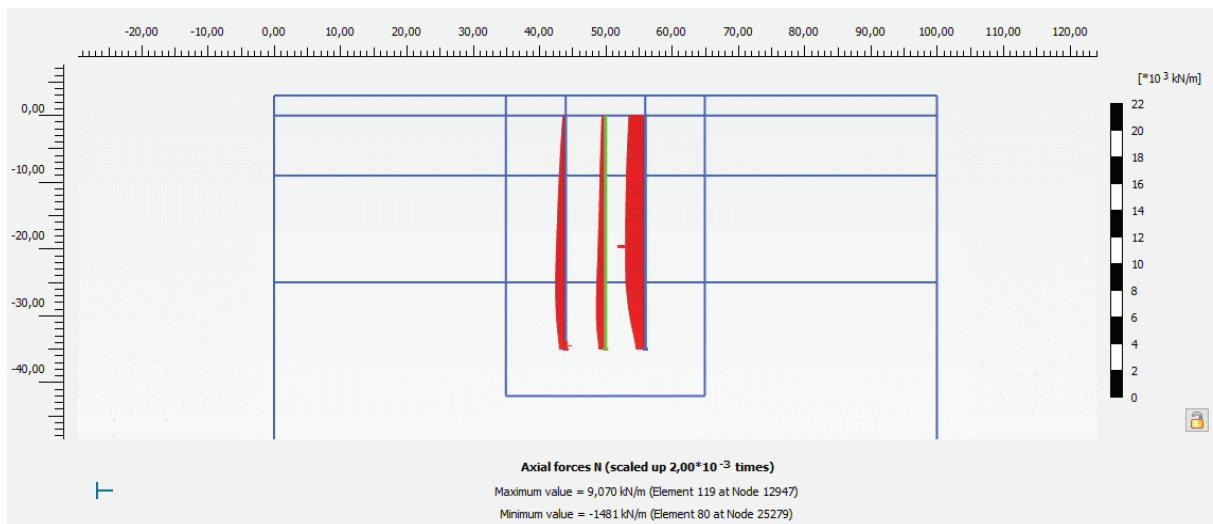
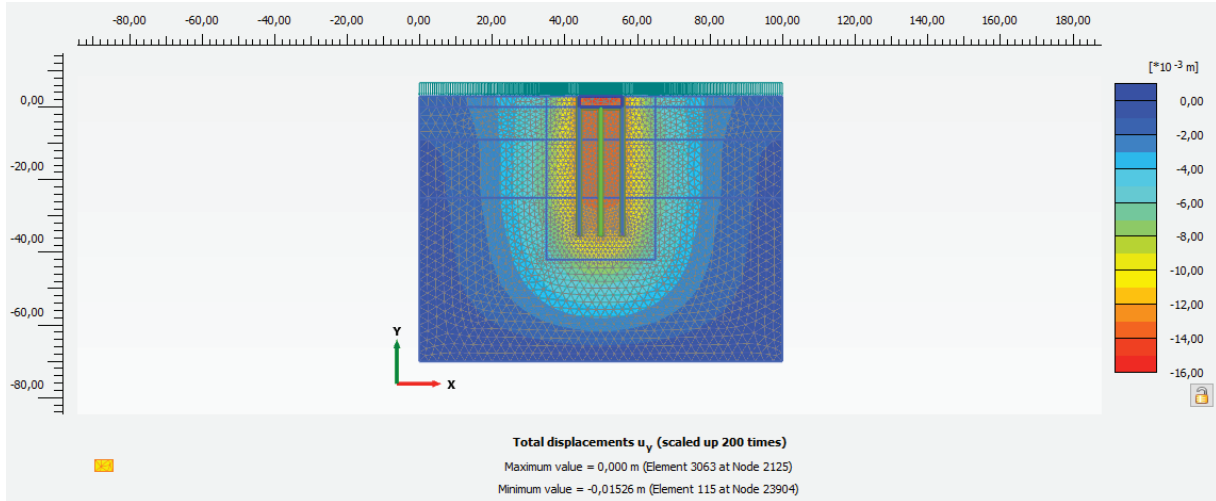
		sez. long.		
		Fz	M	V
		(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)
1	Nmax	2506	5425	522
2	Nmin	1714	5425	522
3	Mmax	2229	11811	1677
4	Vmax	2229	11811	1677

		sez. trasv.		
		Fz	M	V
		(kN/m)	(kNm/m)	(kN/m)
1	Nmax	3125	-694	710
2	Nmin	2137	-694	710
3	Mmax	2779	-9864	2366
4	Vmax	2779	-9864	2366



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	46



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	47

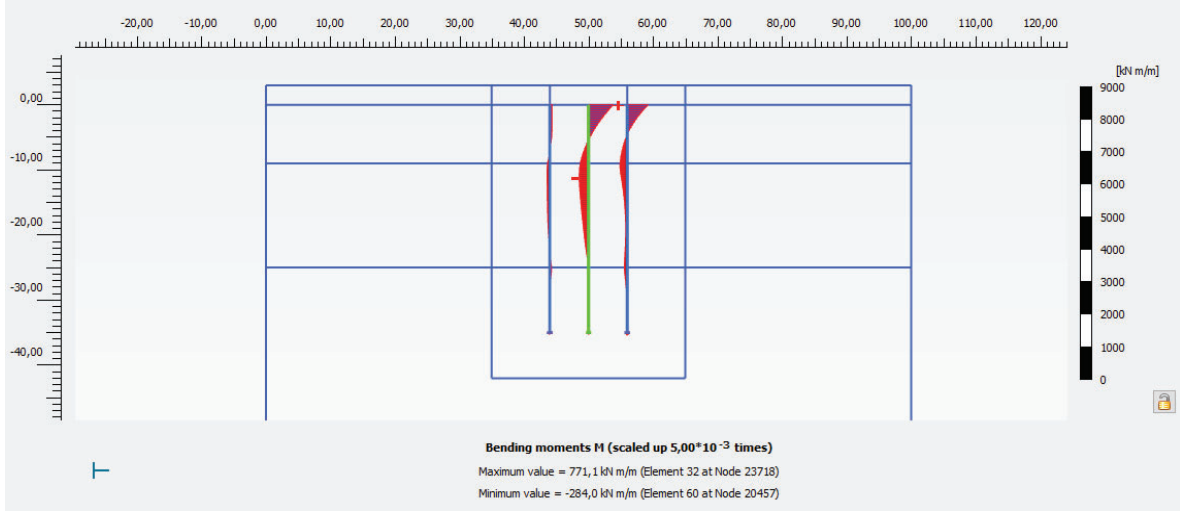
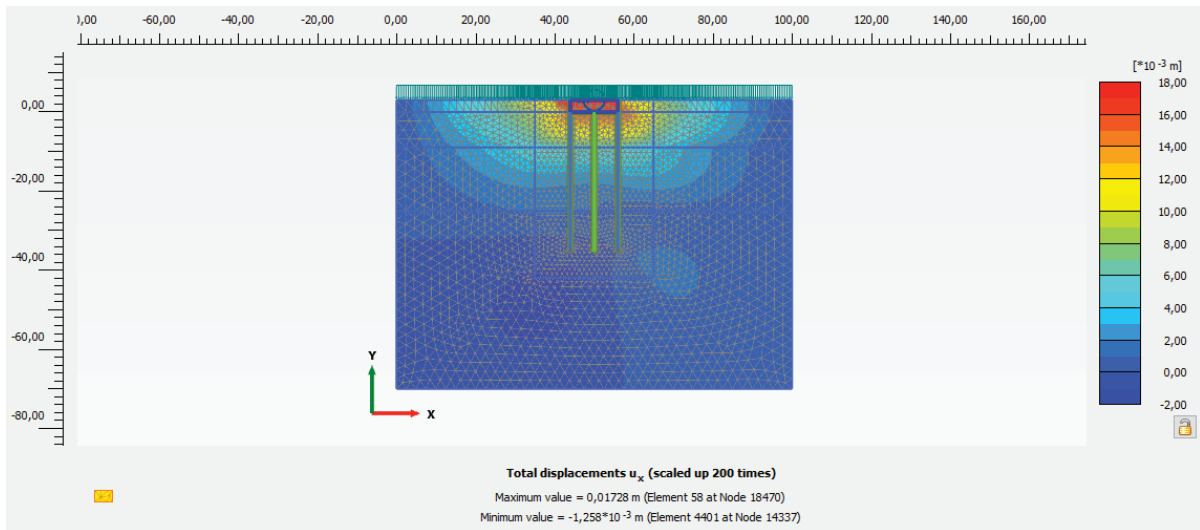
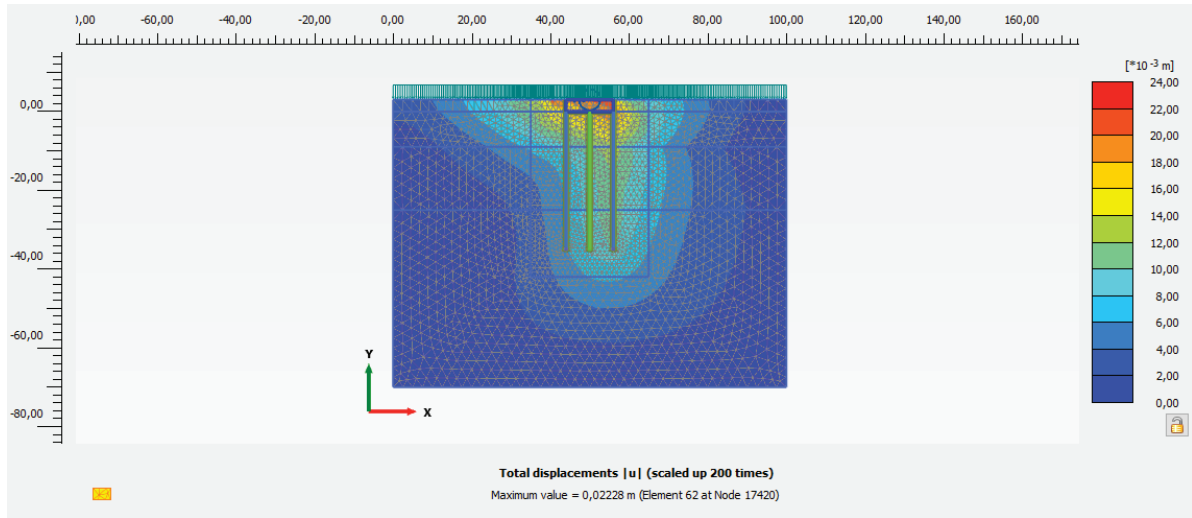
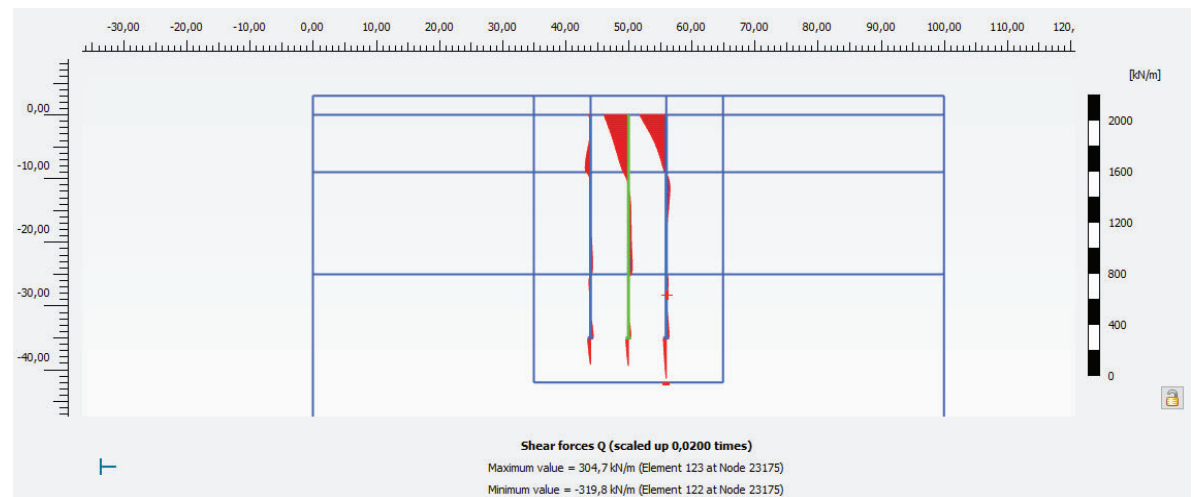
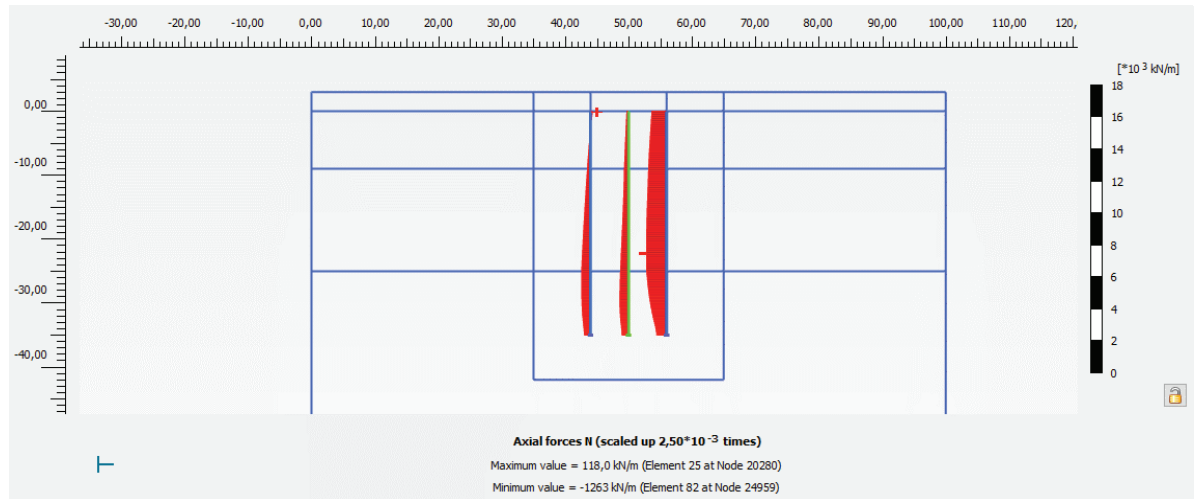
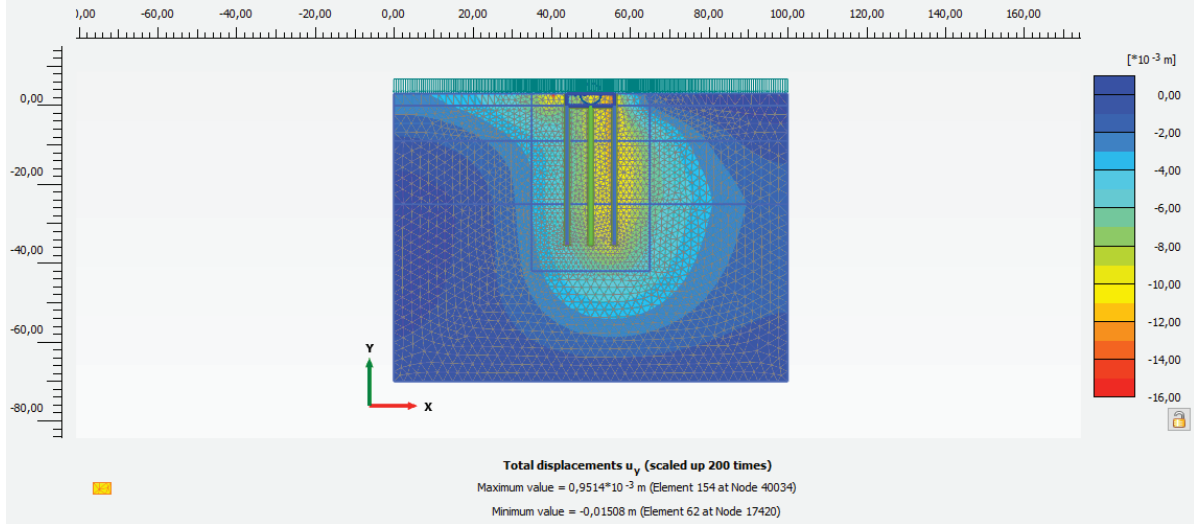


Figura 16 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 1 – SLV



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	48



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	49

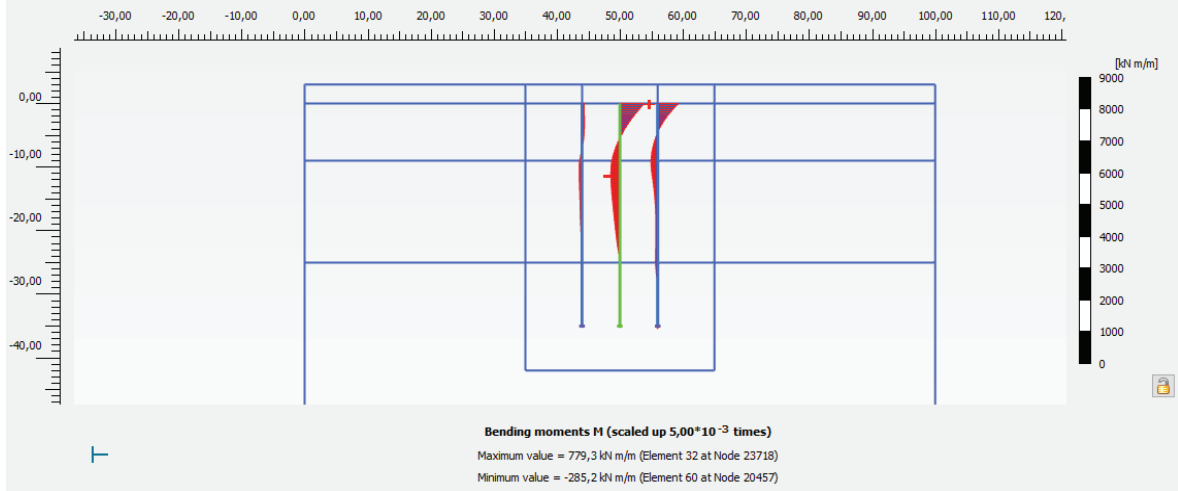
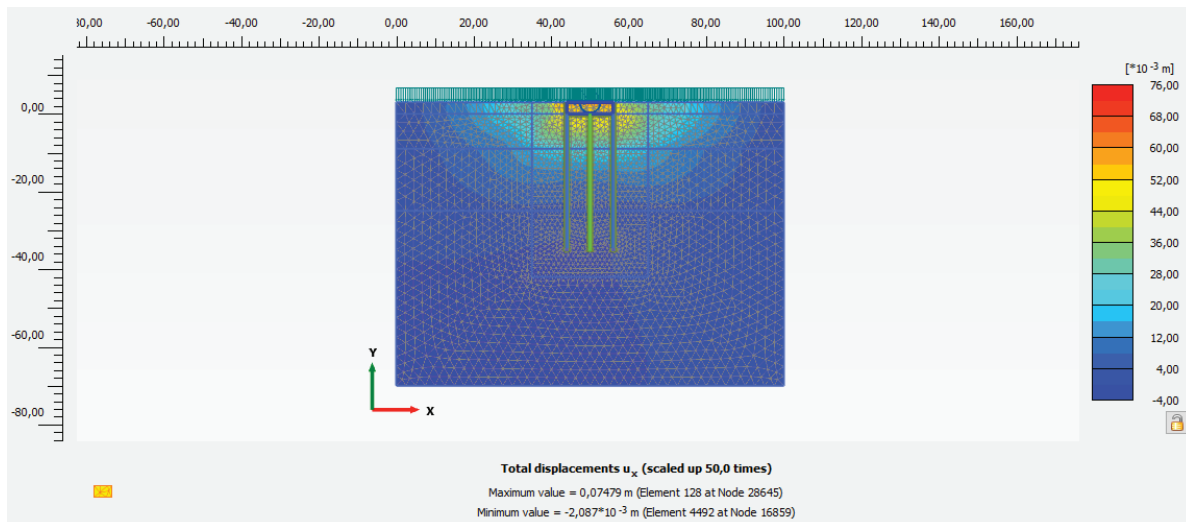
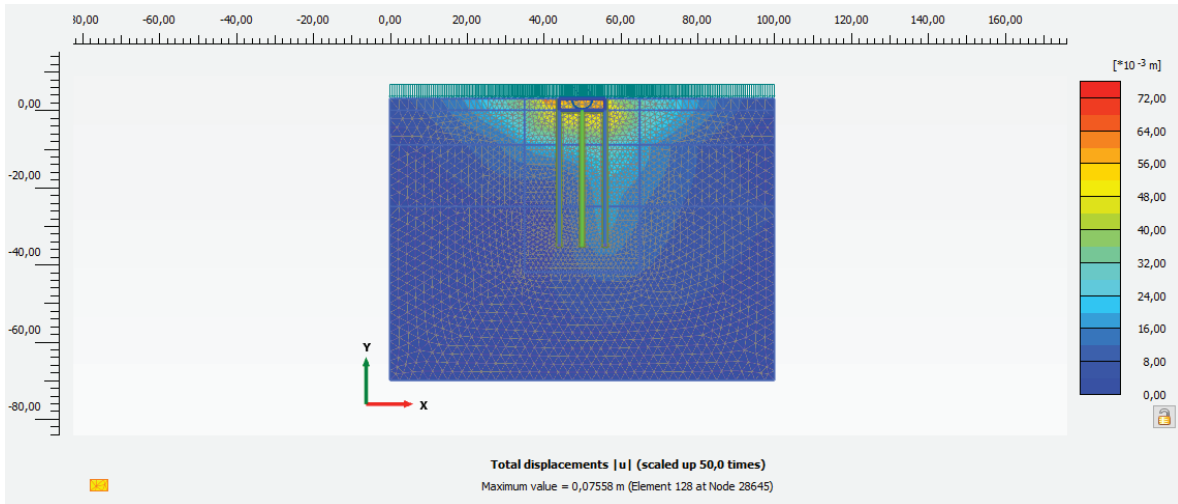
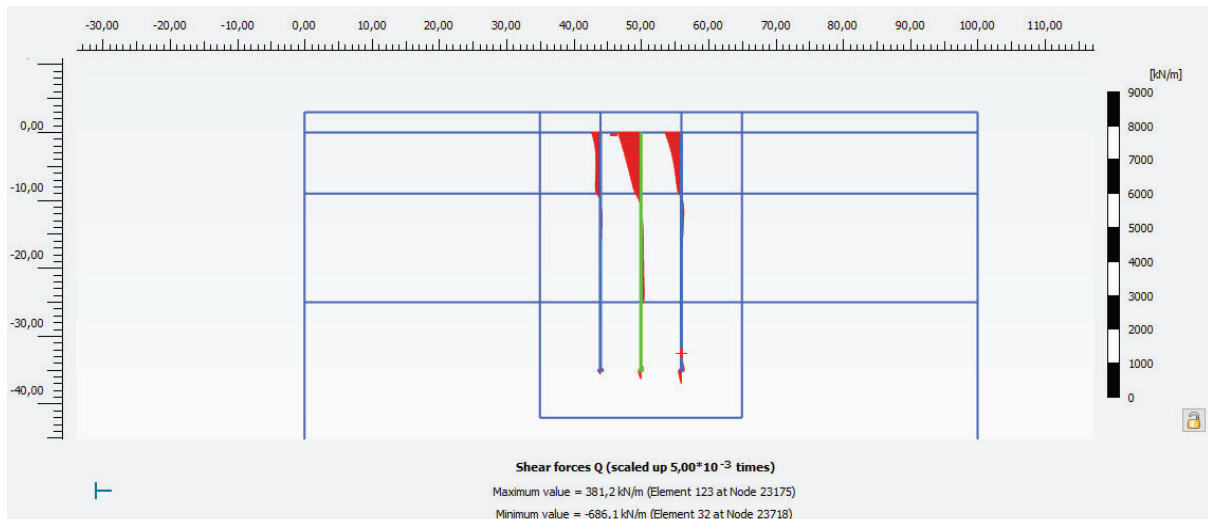
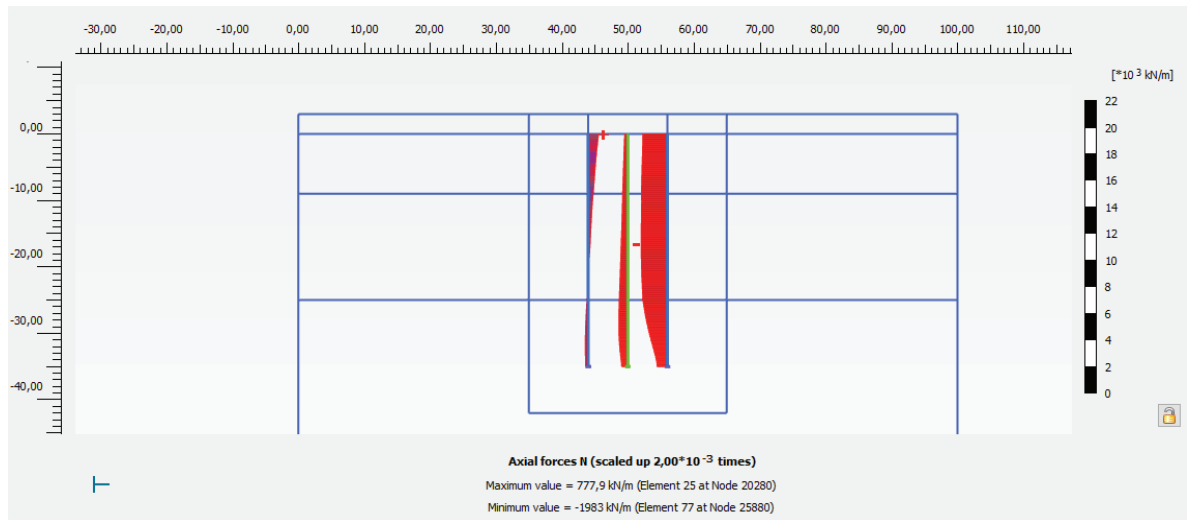
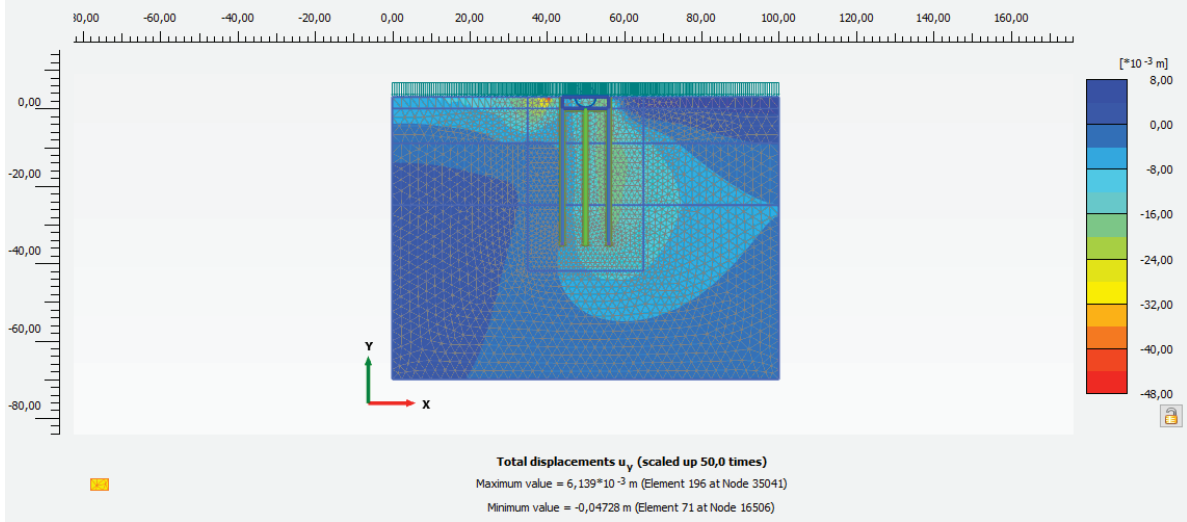


Figura 17 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 2 – SLV



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	50



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	51

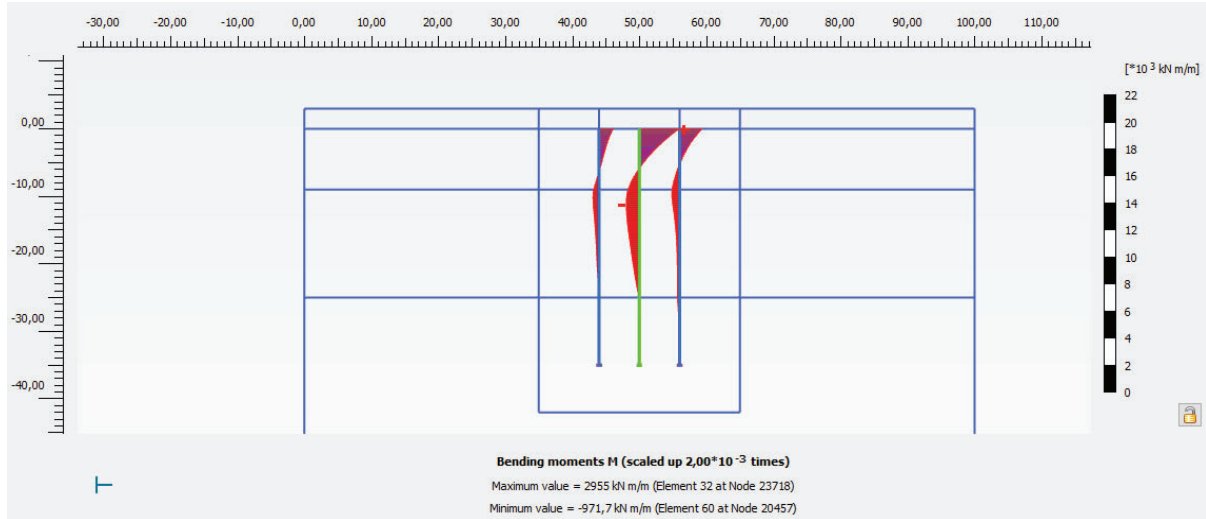
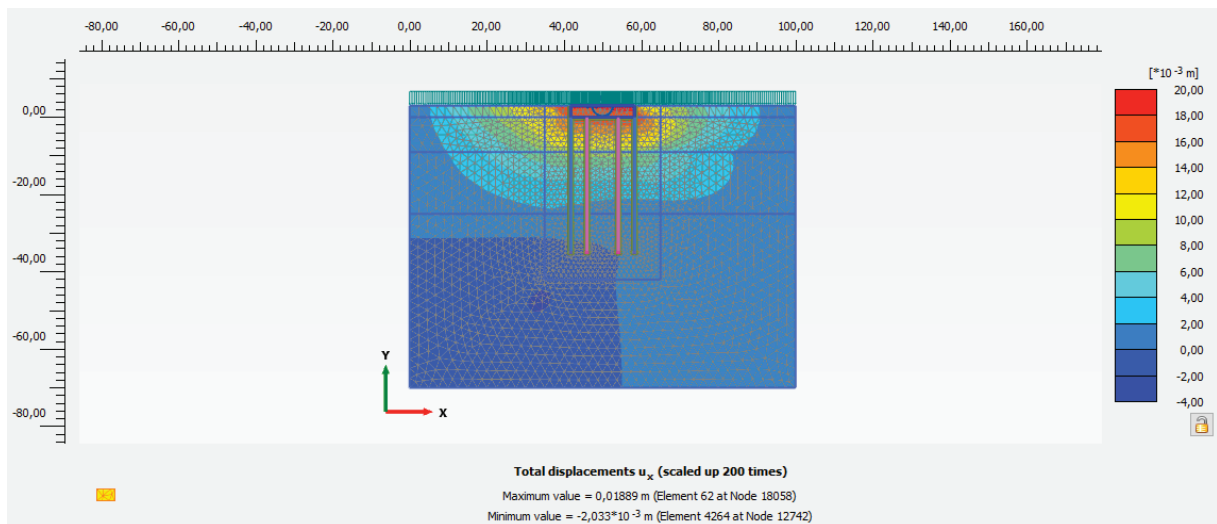
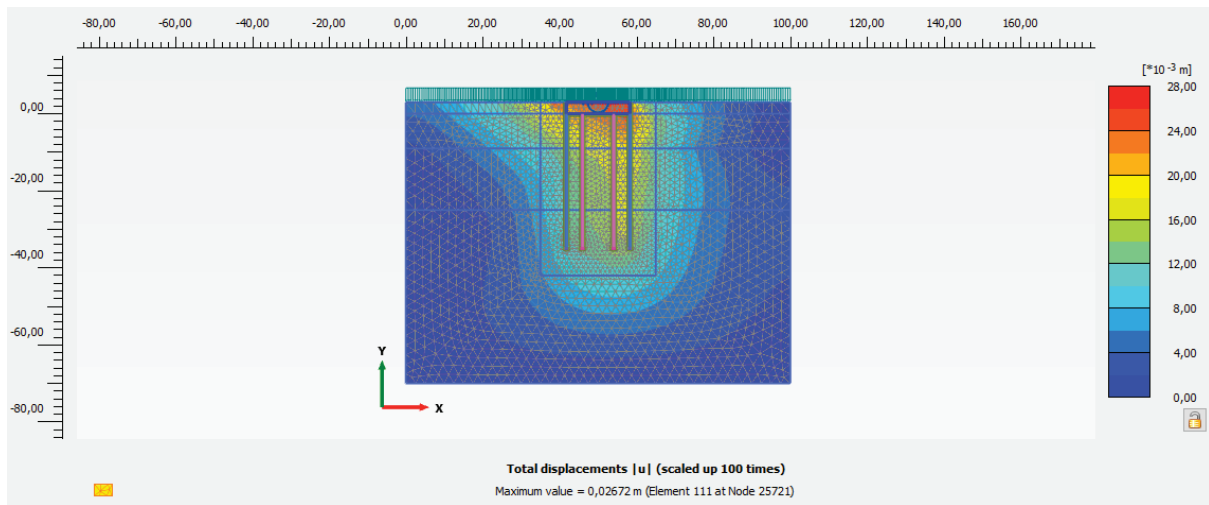
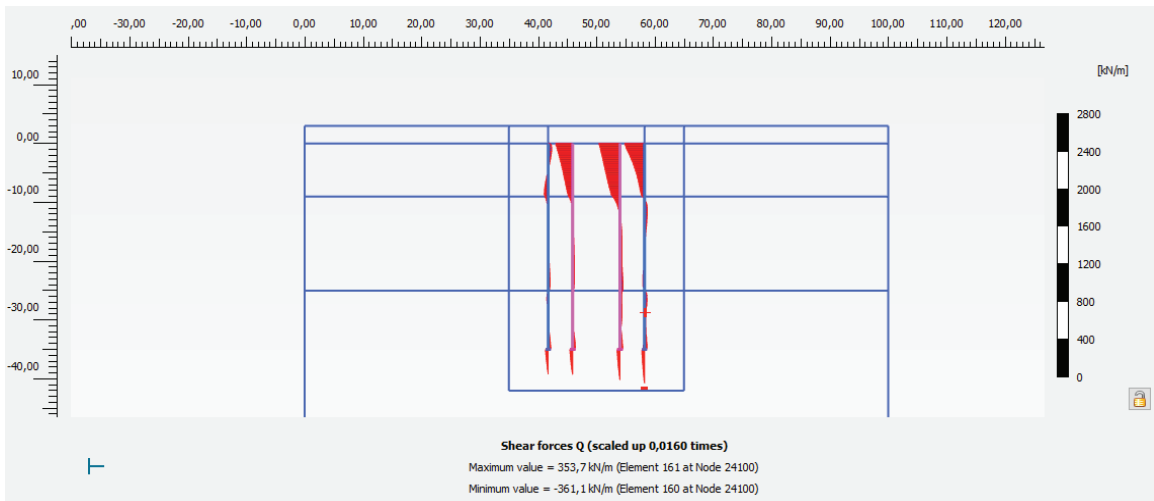
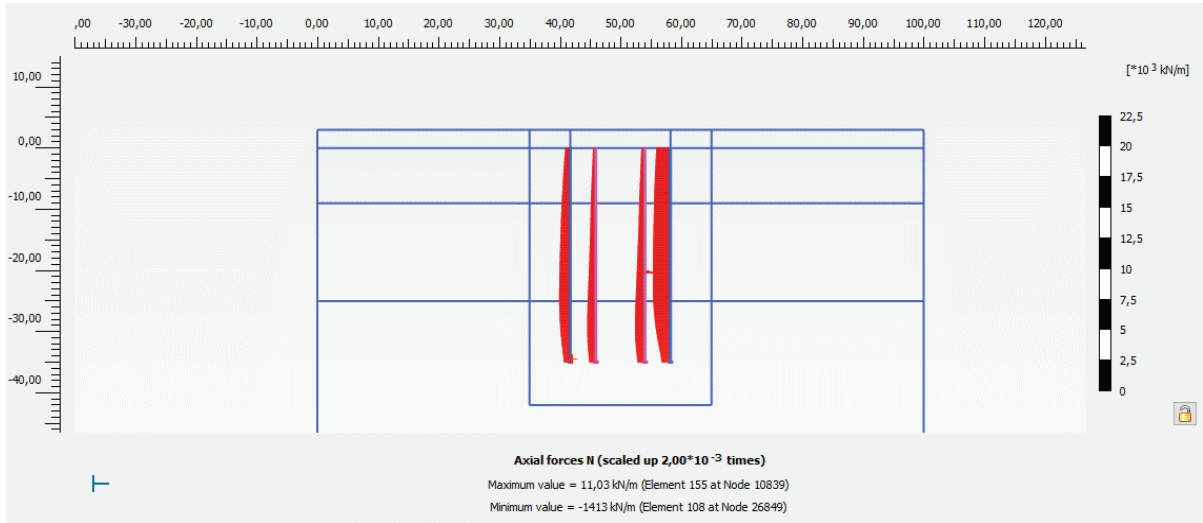
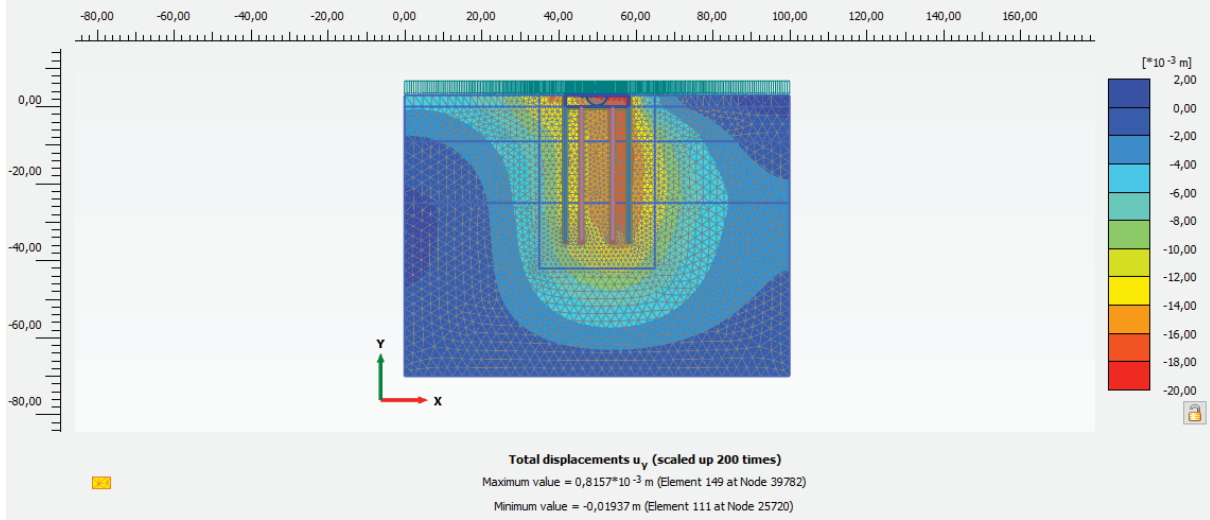


Figura 18 – u, N, V, M - Sez. long. - Comb. 3 e 4 – SLV



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	52



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	53

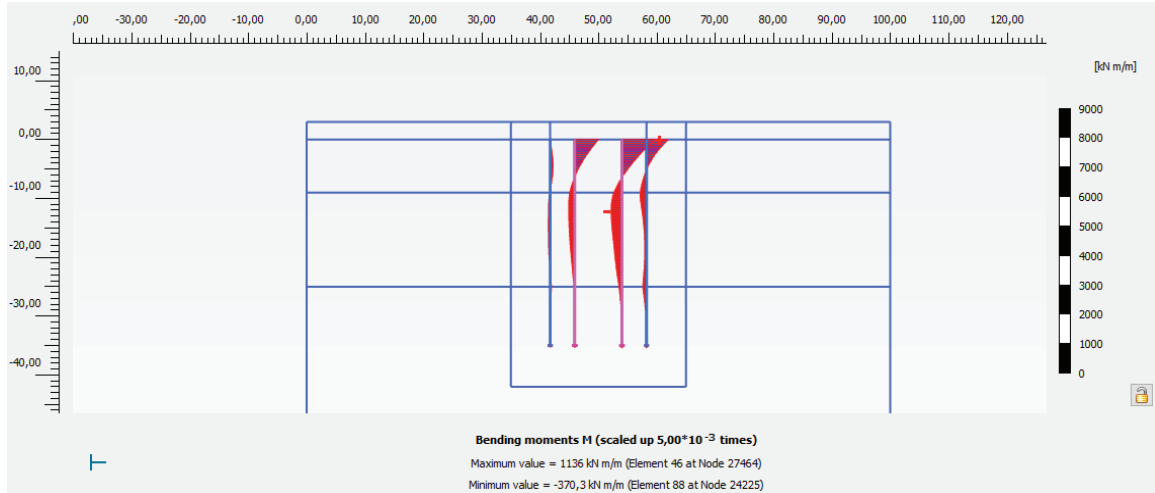
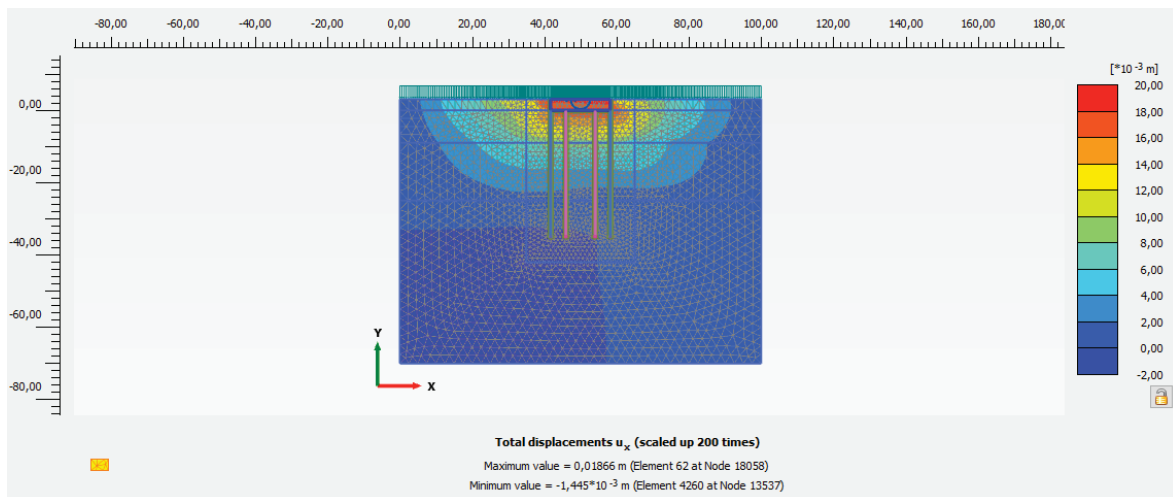
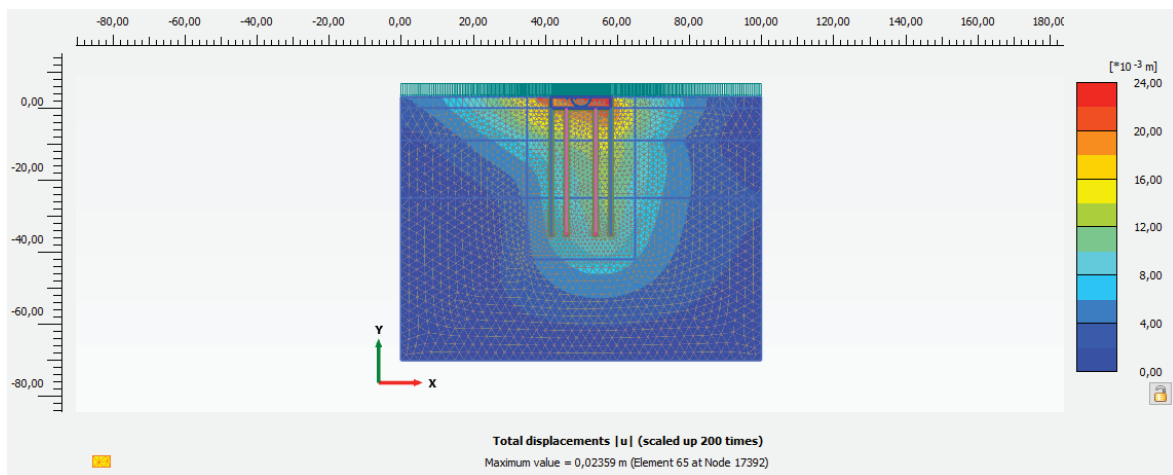
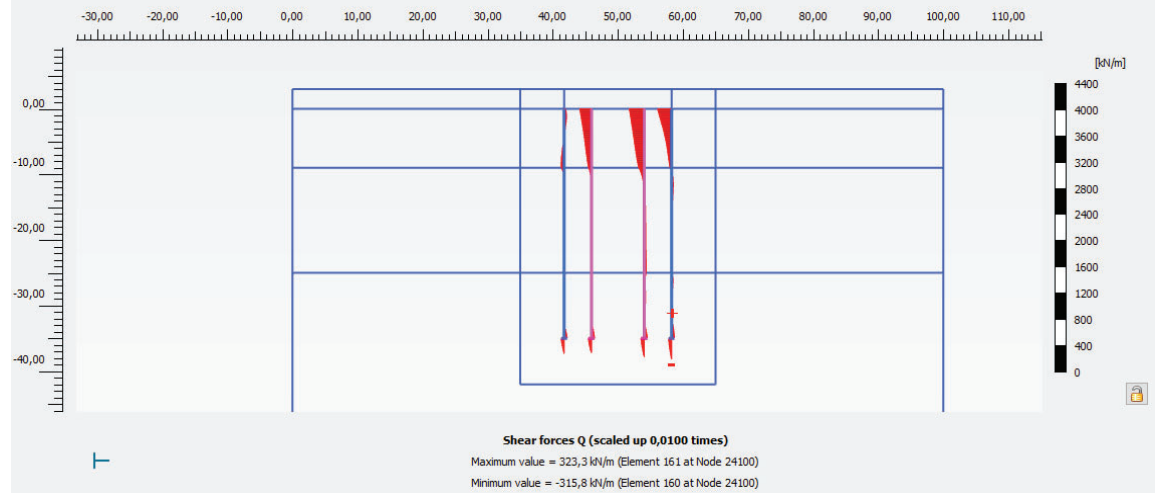
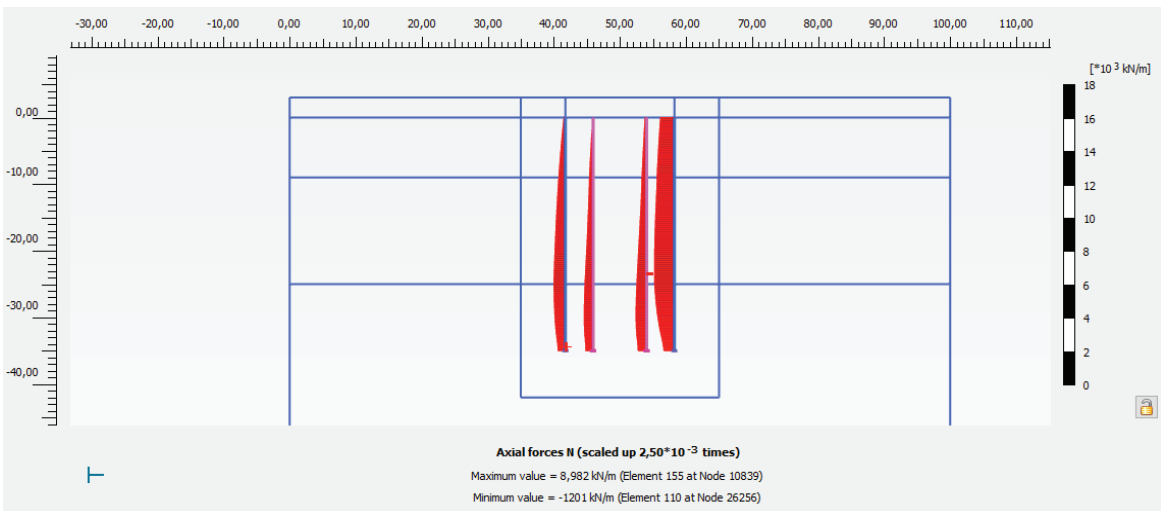
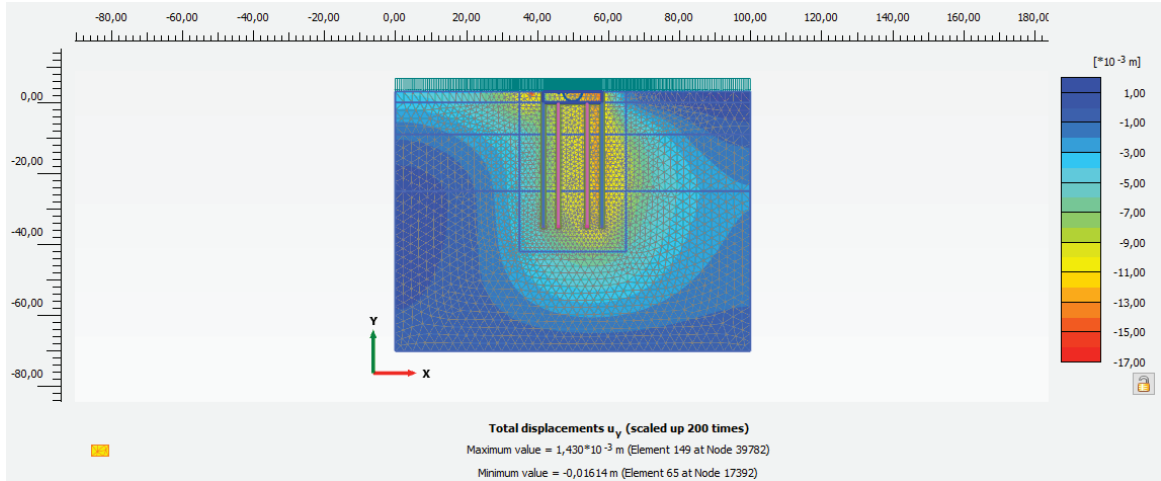


Figura 19 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 1 – SLV



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	54



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	55

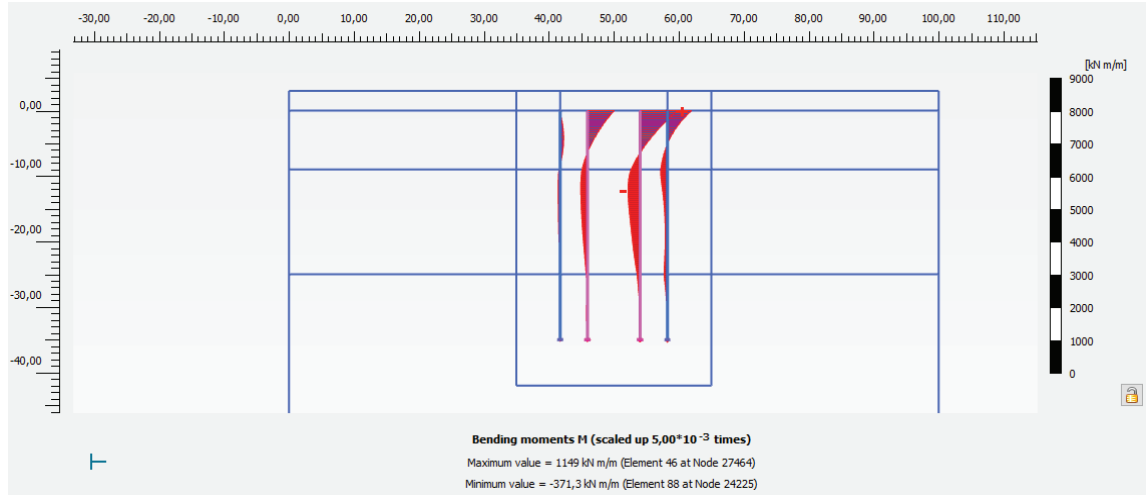
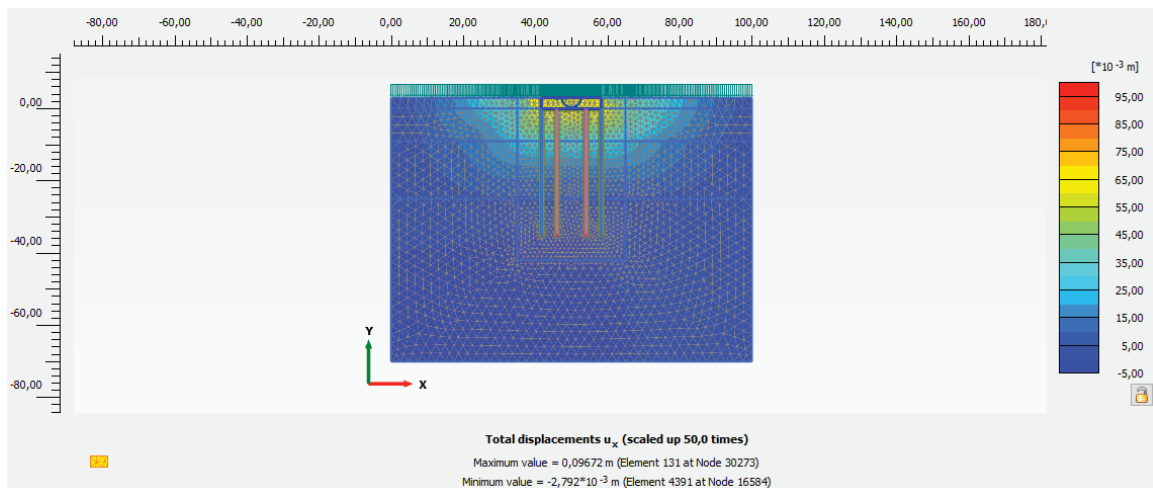
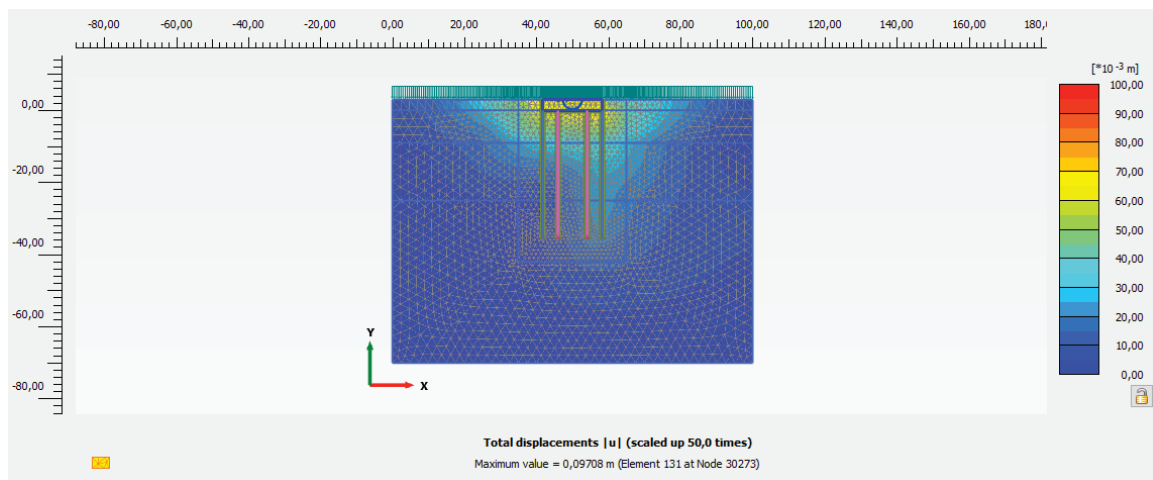
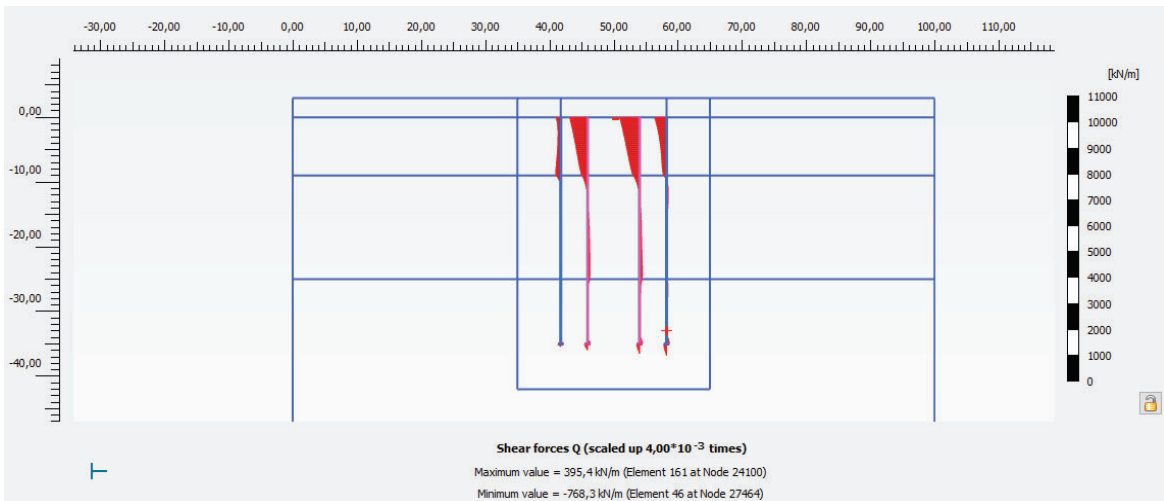
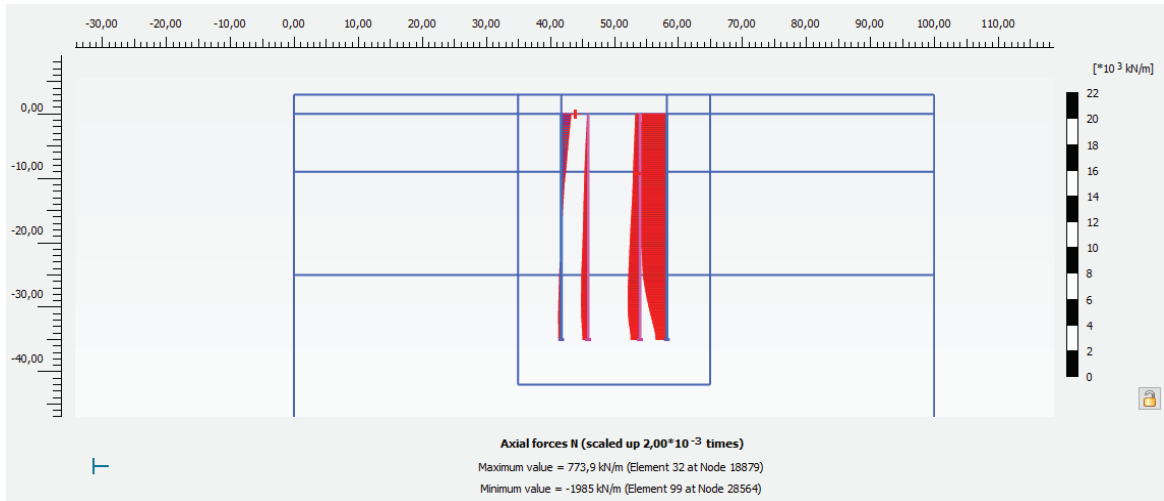
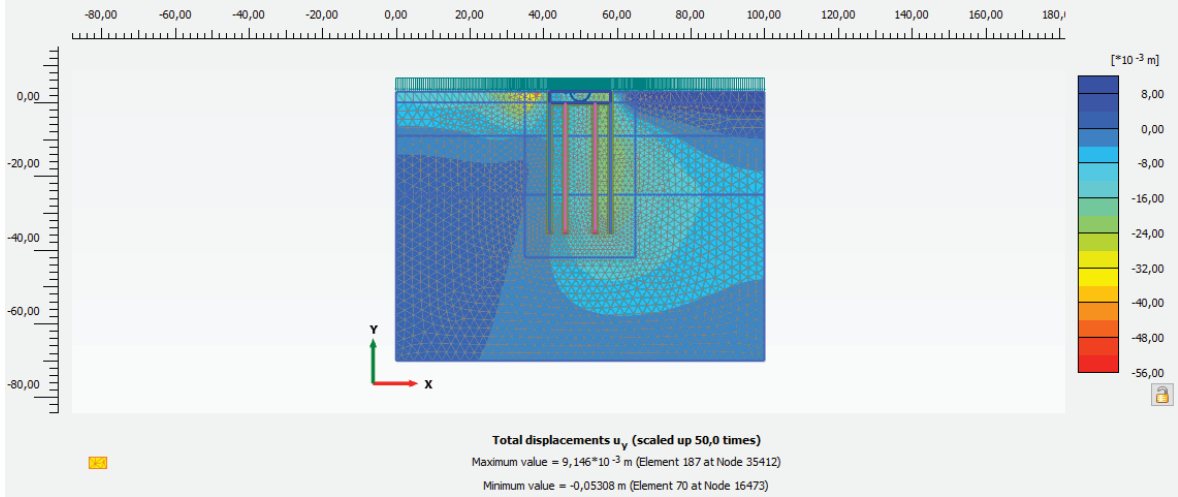


Figura 20 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 2 – SLV



Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	56



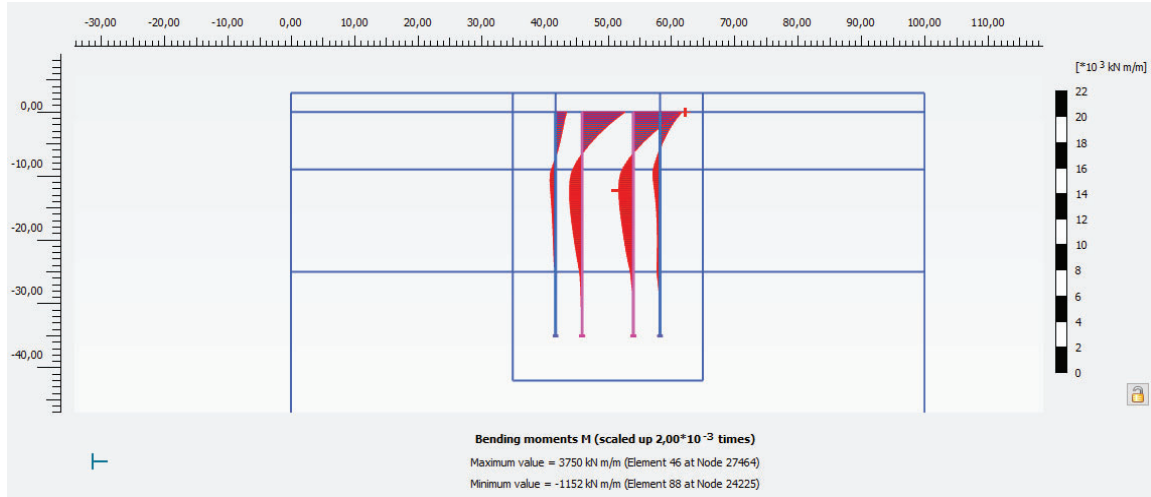


Figura 21 – u, N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 3 e 4 – SLV

Di seguito i risultati in termini di sollecitazioni massime agenti su ciascun palo:

<p>SEZ. LONG.</p>	<p>SEZ. TRASV.</p>																																																																																																																																										
SLU																																																																																																																																											
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5">SEZ. LONG.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>P. 0,92 m</th> <th>P. 1,5 m</th> <th>P. 0,92 m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.1 (Nmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-718</td> <td>-1966</td> <td>-1570</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>-56</td> <td>-360</td> <td>-107</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>320</td> <td>2227</td> <td>576</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.2 (Nmin)</td> <td>N (kN)</td> <td>-722</td> <td>-1117</td> <td>-880</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>18</td> <td>-20</td> <td>-17</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>58</td> <td>-107</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.3 (Mmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-1032</td> <td>-1816</td> <td>-1033</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>72</td> <td>-7</td> <td>-72</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>-223</td> <td>12</td> <td>224</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.4 (Vmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-640</td> <td>-1795</td> <td>-1469</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>-60</td> <td>-364</td> <td>-103</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>340</td> <td>2277</td> <td>564</td> </tr> </tbody> </table>	SEZ. LONG.							P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m	COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-718	-1966	-1570	V (kN)	-56	-360	-107	M (kNm)	320	2227	576	COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-722	-1117	-880	V (kN)	18	-20	-17	M (kNm)	58	-107	92	COMB.3 (Mmax)	N (kN)	-1032	-1816	-1033	V (kN)	72	-7	-72	M (kNm)	-223	12	224	COMB.4 (Vmax)	N (kN)	-640	-1795	-1469	V (kN)	-60	-364	-103	M (kNm)	340	2277	564	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="6">SEZ. TRASV.</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>P. 0,92 m</th> <th>P. 1,5 m</th> <th>P. 1,5 m</th> <th>P. 0,92 m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.1 (Nmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-1004</td> <td>-1742</td> <td>-1791</td> <td>-1284</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>17</td> <td>-76</td> <td>-171</td> <td>-64</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>-38</td> <td>552</td> <td>1125</td> <td>353</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.2 (Nmin)</td> <td>N (kN)</td> <td>-628</td> <td>-1009</td> <td>-1262</td> <td>-1030</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>24</td> <td>-142</td> <td>-211</td> <td>-63</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>124</td> <td>946</td> <td>1390</td> <td>357</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.3 (Mmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-821</td> <td>-1466</td> <td>-1647</td> <td>-1305</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>22</td> <td>-135</td> <td>-222</td> <td>-74</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>80</td> <td>890</td> <td>1427</td> <td>409</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">COMB.4 (Vmax)</td> <td>N (kN)</td> <td>-821</td> <td>-1466</td> <td>-1647</td> <td>-1305</td> </tr> <tr> <td>V (kN)</td> <td>22</td> <td>-135</td> <td>-222</td> <td>-74</td> </tr> <tr> <td>M (kNm)</td> <td>80</td> <td>890</td> <td>1427</td> <td>409</td> </tr> </tbody> </table>	SEZ. TRASV.								P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m	COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-1004	-1742	-1791	-1284	V (kN)	17	-76	-171	-64	M (kNm)	-38	552	1125	353	COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-628	-1009	-1262	-1030	V (kN)	24	-142	-211	-63	M (kNm)	124	946	1390	357	COMB.3 (Mmax)	N (kN)	-821	-1466	-1647	-1305	V (kN)	22	-135	-222	-74	M (kNm)	80	890	1427	409	COMB.4 (Vmax)	N (kN)	-821	-1466	-1647	-1305	V (kN)	22	-135	-222	-74	M (kNm)	80	890	1427	409
SEZ. LONG.																																																																																																																																											
		P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m																																																																																																																																							
COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-718	-1966	-1570																																																																																																																																							
	V (kN)	-56	-360	-107																																																																																																																																							
	M (kNm)	320	2227	576																																																																																																																																							
COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-722	-1117	-880																																																																																																																																							
	V (kN)	18	-20	-17																																																																																																																																							
	M (kNm)	58	-107	92																																																																																																																																							
COMB.3 (Mmax)	N (kN)	-1032	-1816	-1033																																																																																																																																							
	V (kN)	72	-7	-72																																																																																																																																							
	M (kNm)	-223	12	224																																																																																																																																							
COMB.4 (Vmax)	N (kN)	-640	-1795	-1469																																																																																																																																							
	V (kN)	-60	-364	-103																																																																																																																																							
	M (kNm)	340	2277	564																																																																																																																																							
SEZ. TRASV.																																																																																																																																											
		P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m																																																																																																																																						
COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-1004	-1742	-1791	-1284																																																																																																																																						
	V (kN)	17	-76	-171	-64																																																																																																																																						
	M (kNm)	-38	552	1125	353																																																																																																																																						
COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-628	-1009	-1262	-1030																																																																																																																																						
	V (kN)	24	-142	-211	-63																																																																																																																																						
	M (kNm)	124	946	1390	357																																																																																																																																						
COMB.3 (Mmax)	N (kN)	-821	-1466	-1647	-1305																																																																																																																																						
	V (kN)	22	-135	-222	-74																																																																																																																																						
	M (kNm)	80	890	1427	409																																																																																																																																						
COMB.4 (Vmax)	N (kN)	-821	-1466	-1647	-1305																																																																																																																																						
	V (kN)	22	-135	-222	-74																																																																																																																																						
	M (kNm)	80	890	1427	409																																																																																																																																						

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	58

SLV

SEZ. LONG.						SEZ. TRASV.					
		P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m			P. 0,92 m	P. 1,5 m	P. 1,5 m	P. 0,92 m	
COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-570	-1490	-1111	COMB.1 (Nmax)	N (kN)	-675	-1260	-1454	-1060	
	V (kN)	-27	-422	-152		V (kN)	-31	-339	-415	-160	
	M (kNm)	-62	1696	494		M (kNm)	73	1526	2101	564	
COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-415	-1194	-947	COMB.2 (Nmin)	N (kN)	-521	-998	-1189	-901	
	V (kN)	-31	-425	-157		V (kN)	-34	-335	-424	-160	
	M (kNm)	-68	1715	499		M (kNm)	79	1525	2125	556	
COMB.3 (Mmax)	N (kN)	583	-1487	-1487	COMB.3 (Mmax)	N (kN)	580	-958	-1717	-1489	
	V (kN)	-202	-1509	-363		V (kN)	-140	-1290	-1421	-345	
	M (kNm)	775	6502	1261		M (kNm)	661	6277	6938	1304	
COMB.4 (Vmax)	N (kN)	583	-1487	-1487	COMB.4 (Vmax)	N (kN)	580	-958	-1717	-1489	
	V (kN)	-202	-1509	-363		V (kN)	-140	-1290	-1421	-345	
	M (kNm)	775	6502	1261		M (kNm)	661	6277	6938	1304	

Si riportano di seguito le immagini relative alle caratteristiche di sollecitazioni agenti sui pali per le combinazioni di carico allo SLE considerate:

SLE - RA

	SEZ. LONG.				SEZ. TRASV.		
	Ntrasv. (kN/m)	M _T (kNm/m)	V _L (kN/m)		Nlong. (kN/m)	M _L (kNm/m)	V _T (kN/m)
1	2430	3201	266	1	3030	531	27
2	2071	-745	24	2	2680	-1926	206
3	2150	1452	24	3	2582	1828	-203
4	2397	2397	205	4	2988	1567	34

SLE - FR

	SEZ. LONG.				SEZ. TRASV.		
	Ntrasv. (kN/m)	M _T (kNm/m)	V _L (kN/m)		Nlong. (kN/m)	M _L (kNm/m)	V _T (kN/m)
1	2350	2490	206	1	2930	388	21
2	2080	-518	18	2	2668	-1458	155
3	2140	1177	24	3	2594	1361	-152
4	2325	1839	154	4	2899	1105	26

SLE - Q.P.

	SEZ. LONG.				SEZ. TRASV.		
	Ntrasv. (kN/m)	M _T (kNm/m)	V _L (kN/m)		Nlong. (kN/m)	M _L (kNm/m)	V _T (kN/m)
1	2110	358	25	1	2631	-281	2

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	59

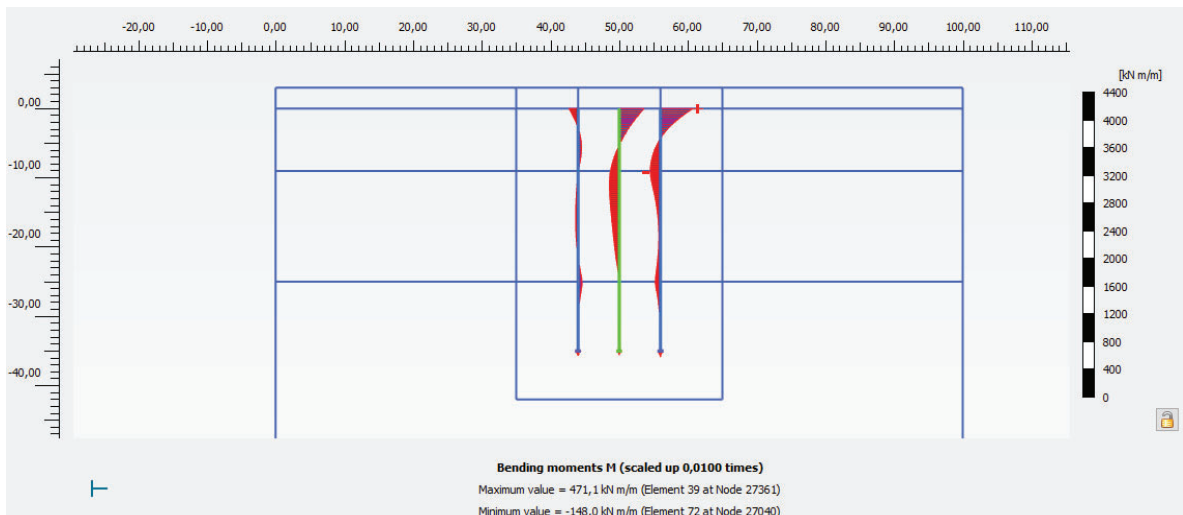
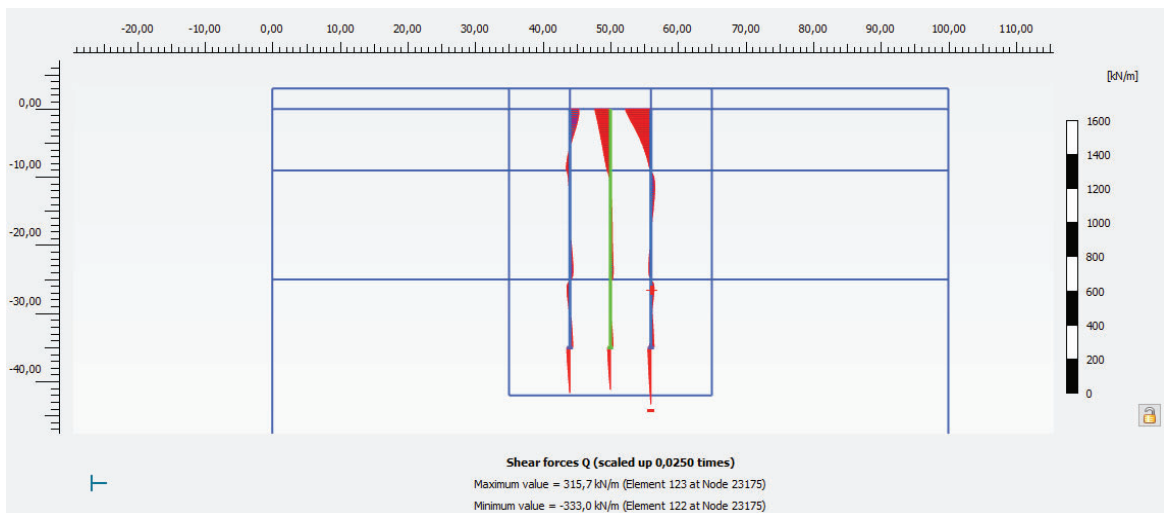
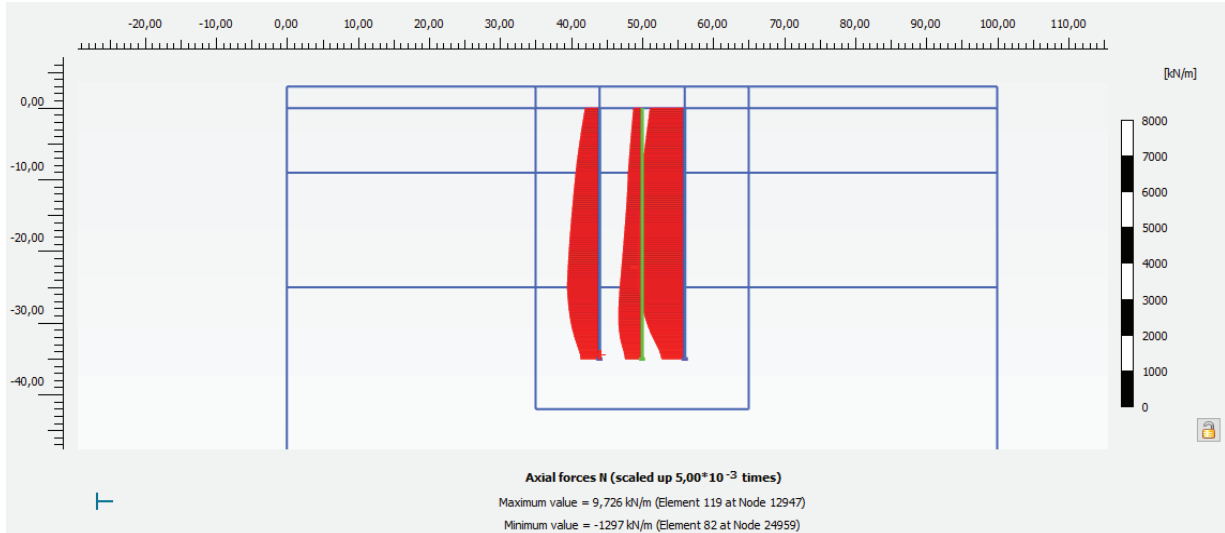


Figura 22 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 1 – SLE - RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	60

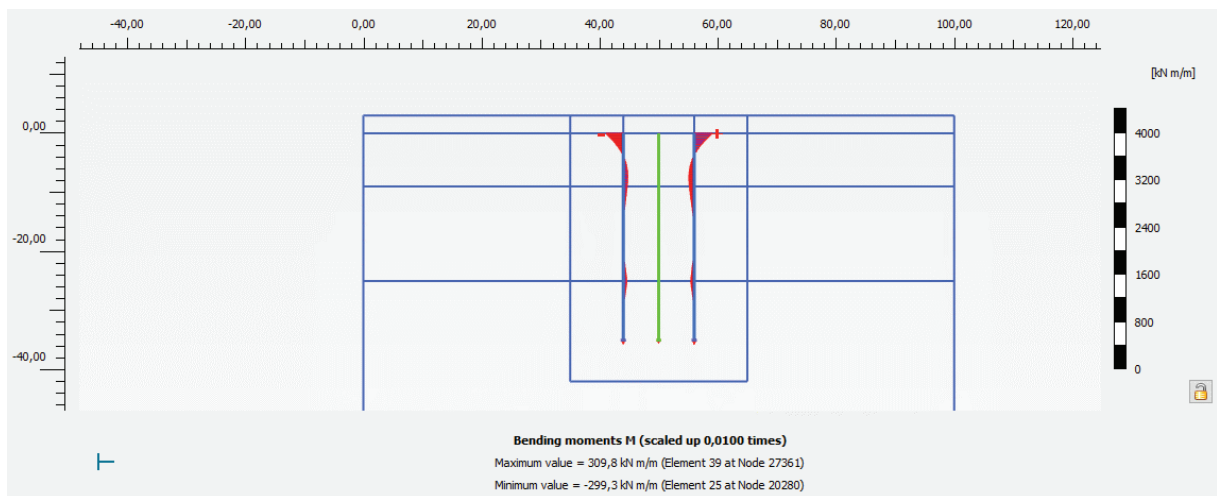
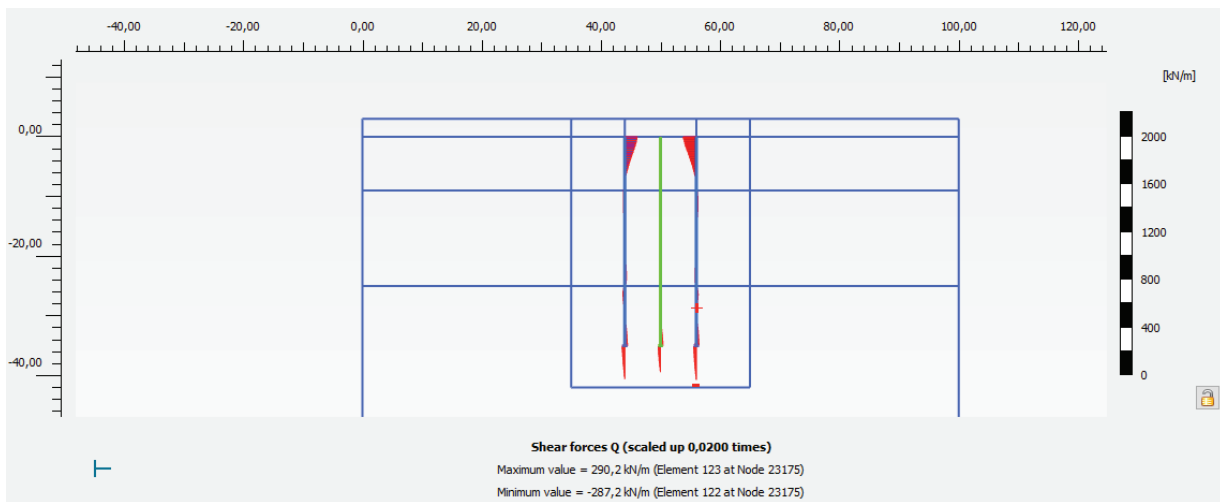
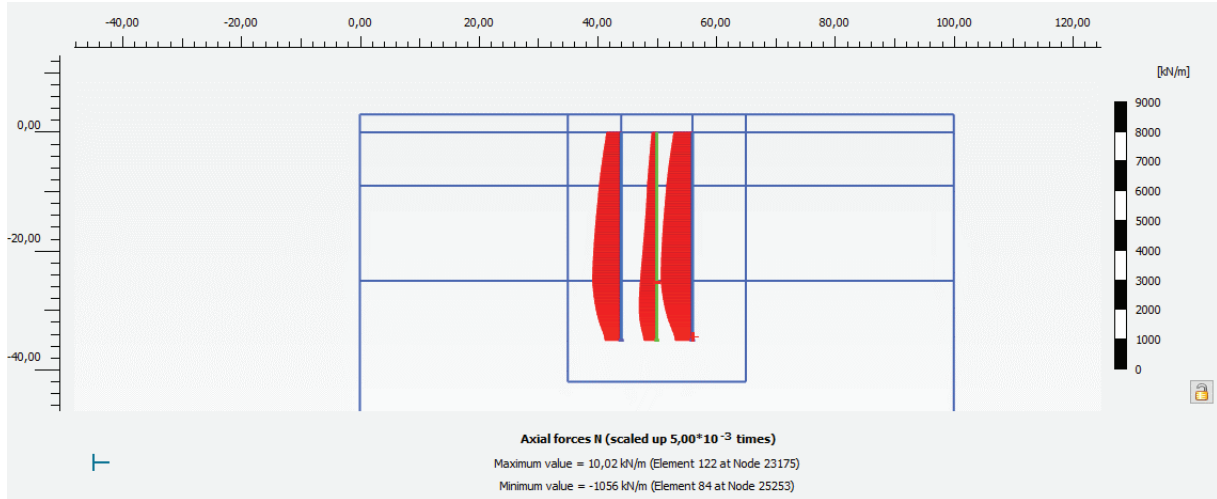


Figura 23 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 2 – SLE - RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	61

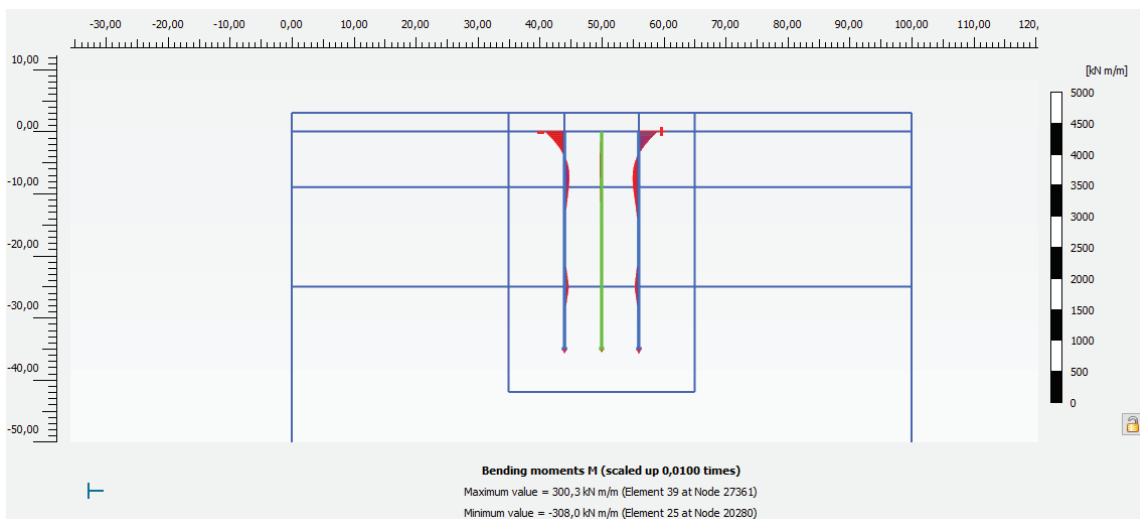
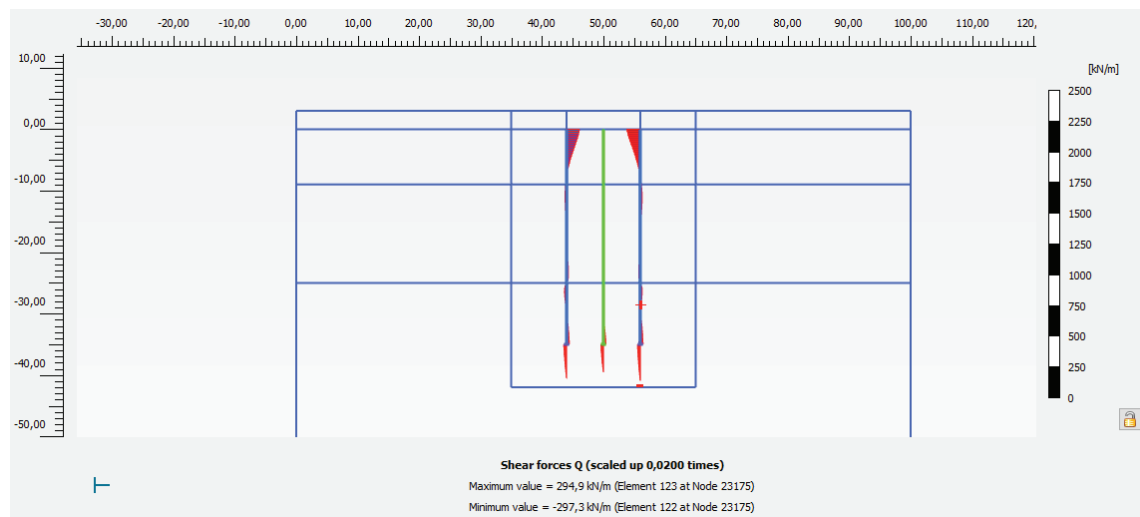
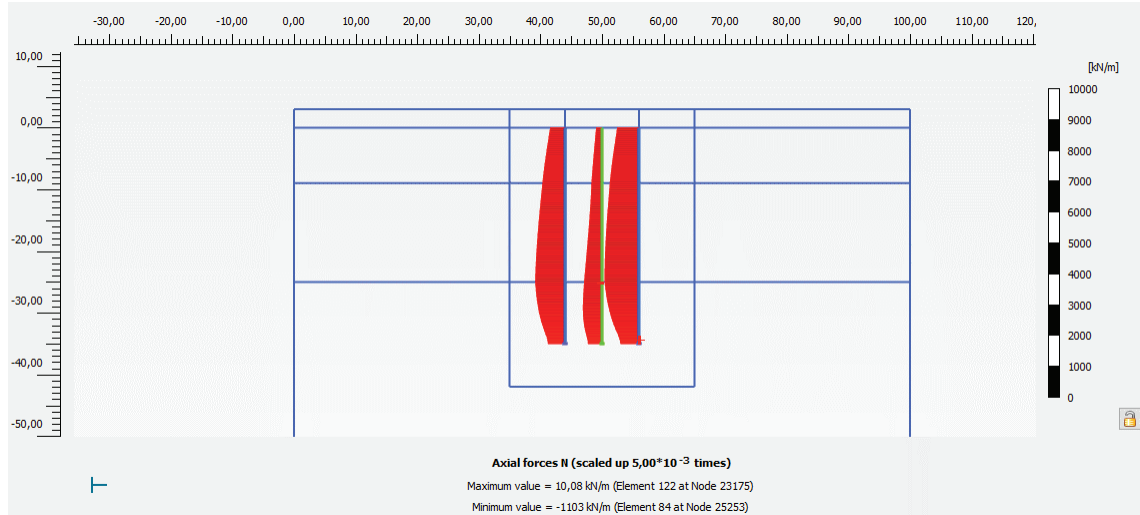


Figura 24 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 3 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	62

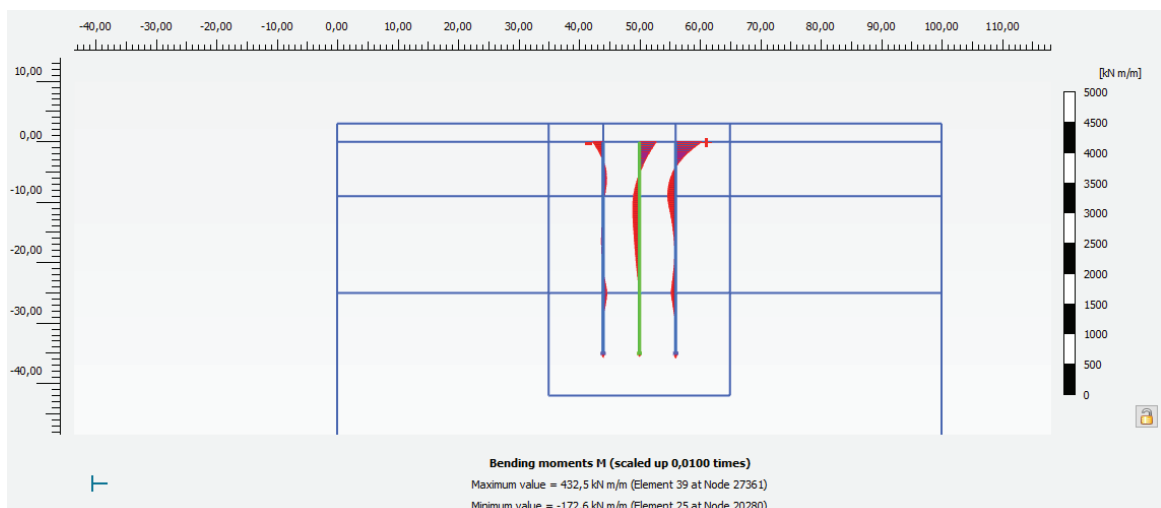
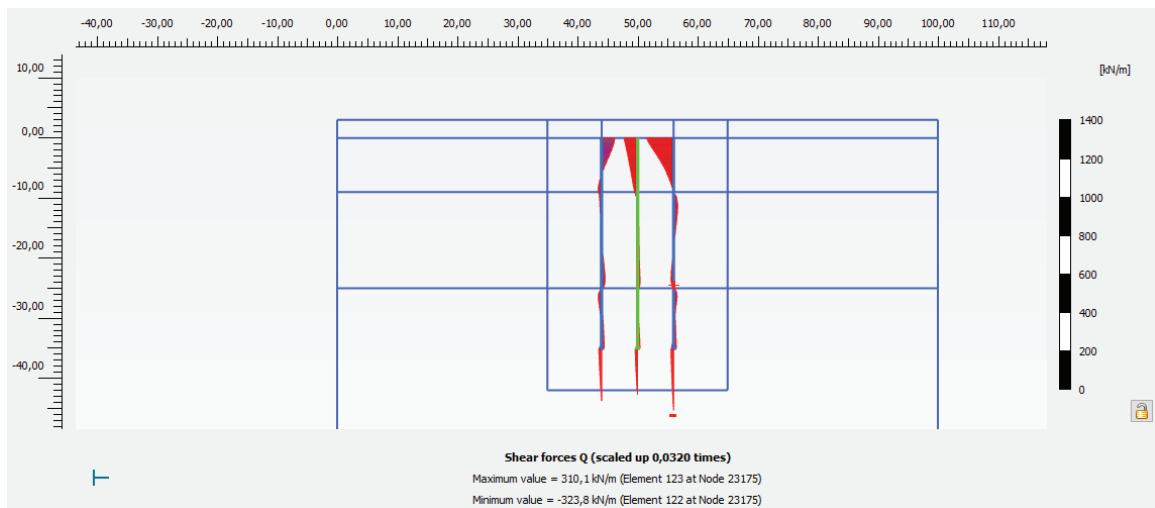
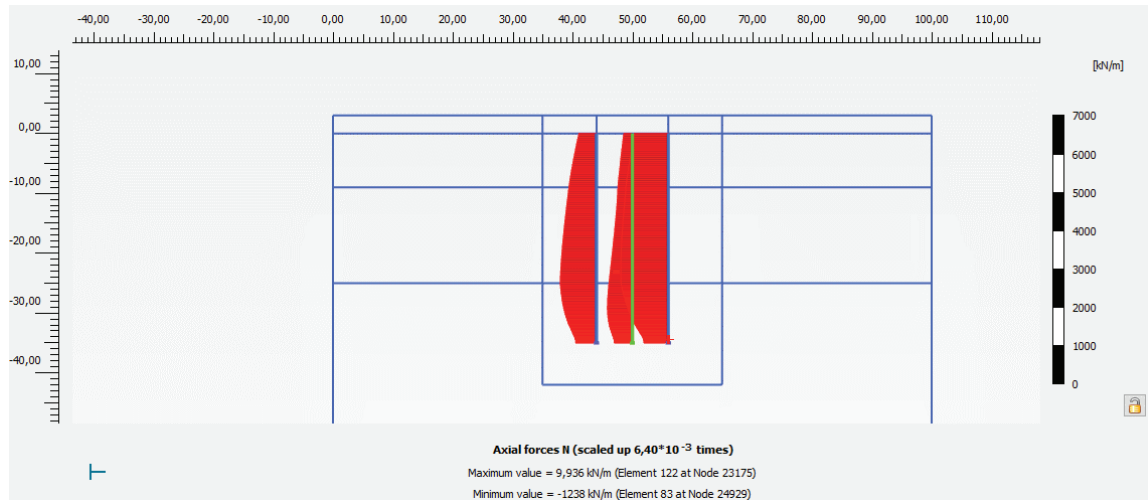


Figura 25 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 4 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	63

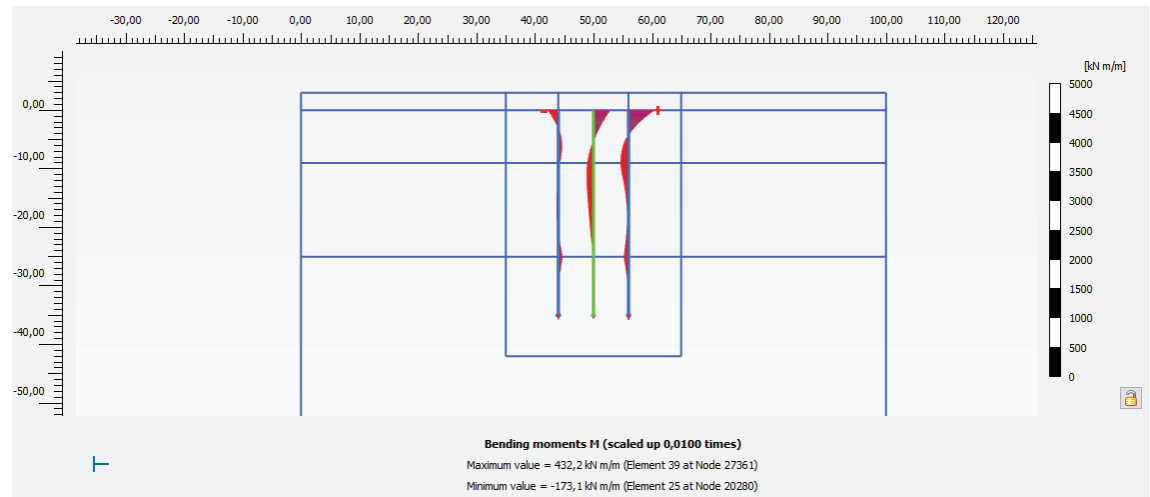
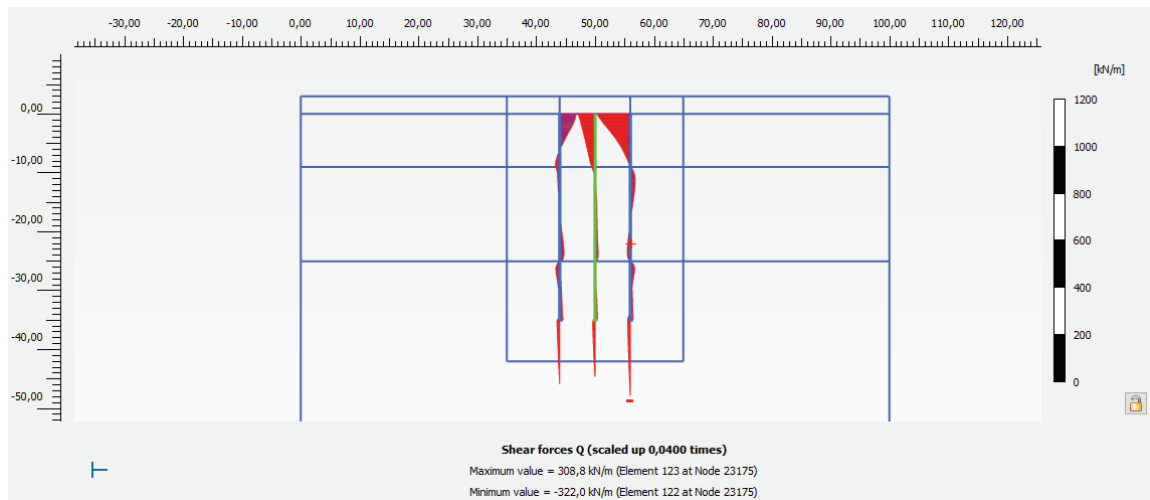
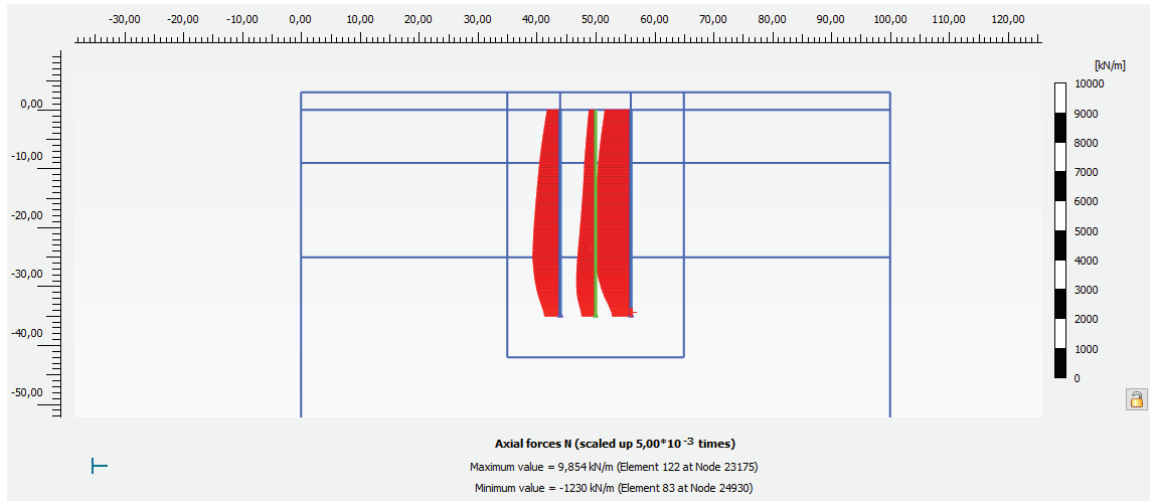


Figura 26 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 1 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	64

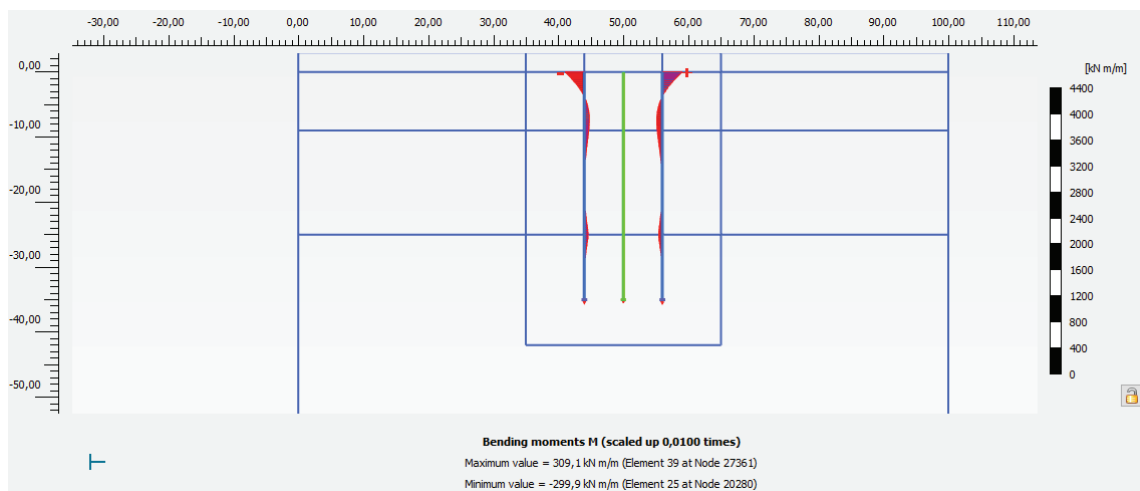
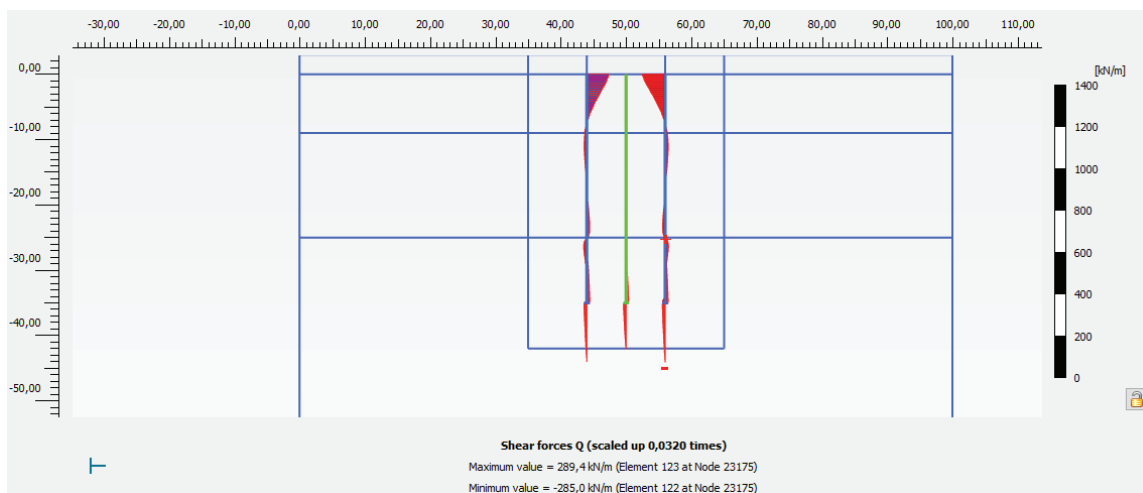
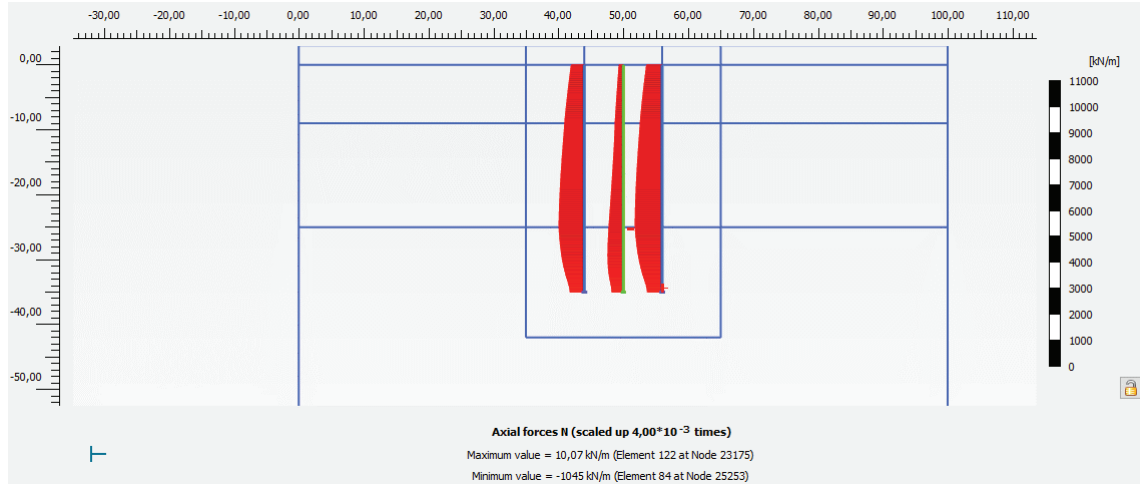


Figura 27 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 2 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	65

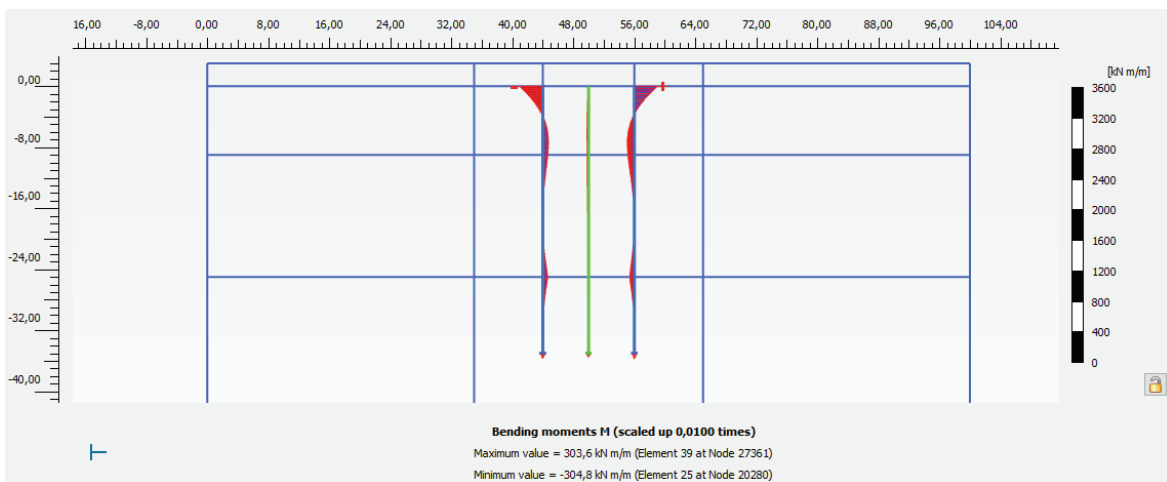
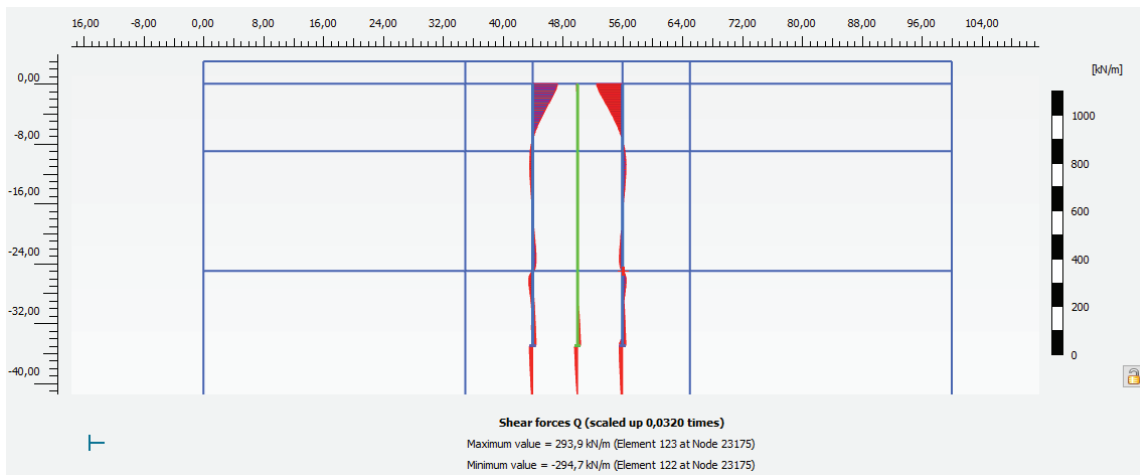
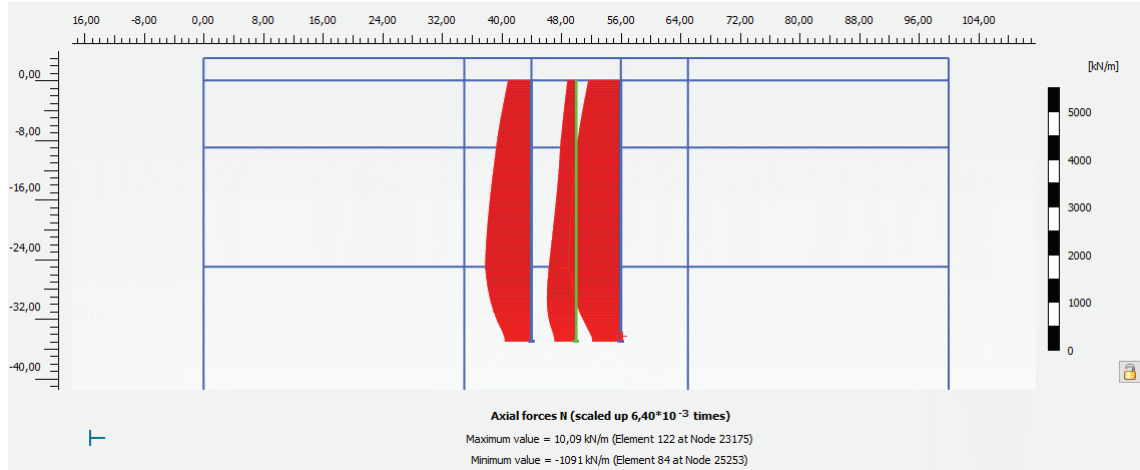


Figura 28 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 3 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	66

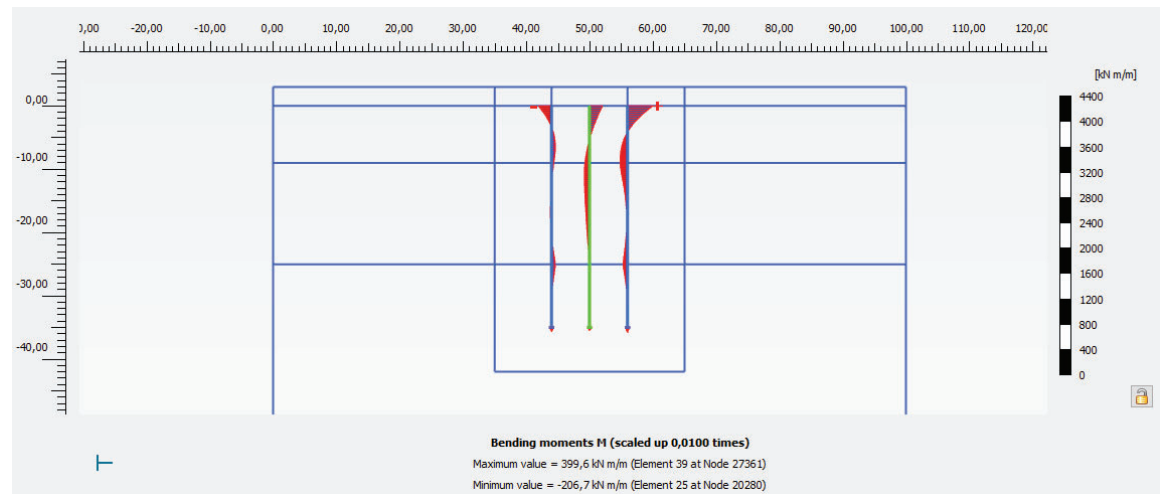
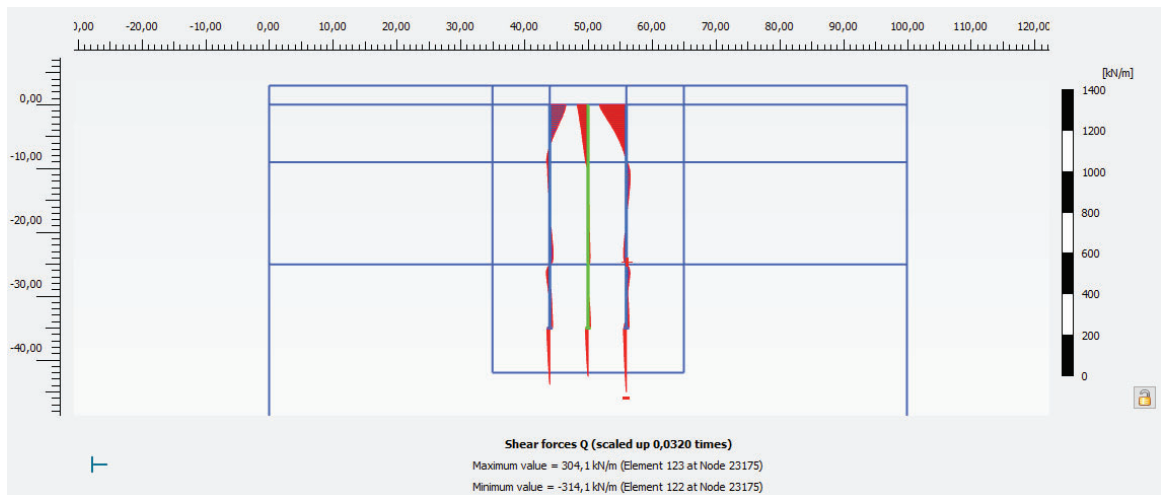
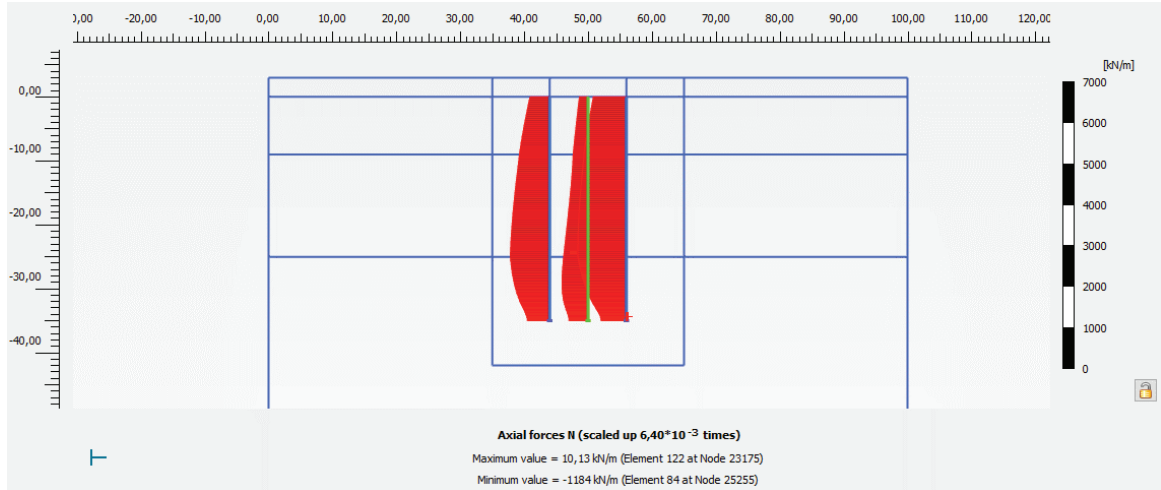


Figura 29 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 4 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	67

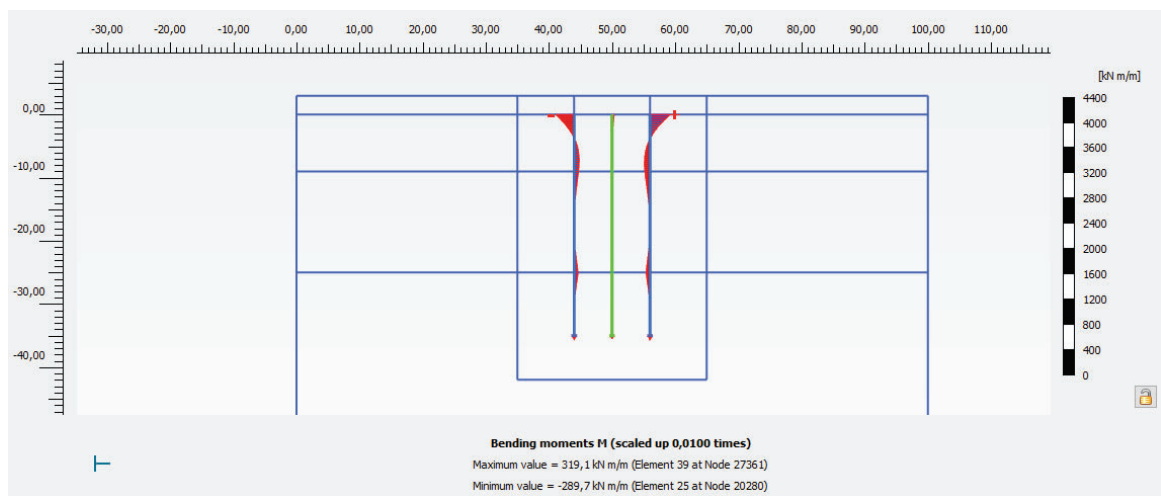
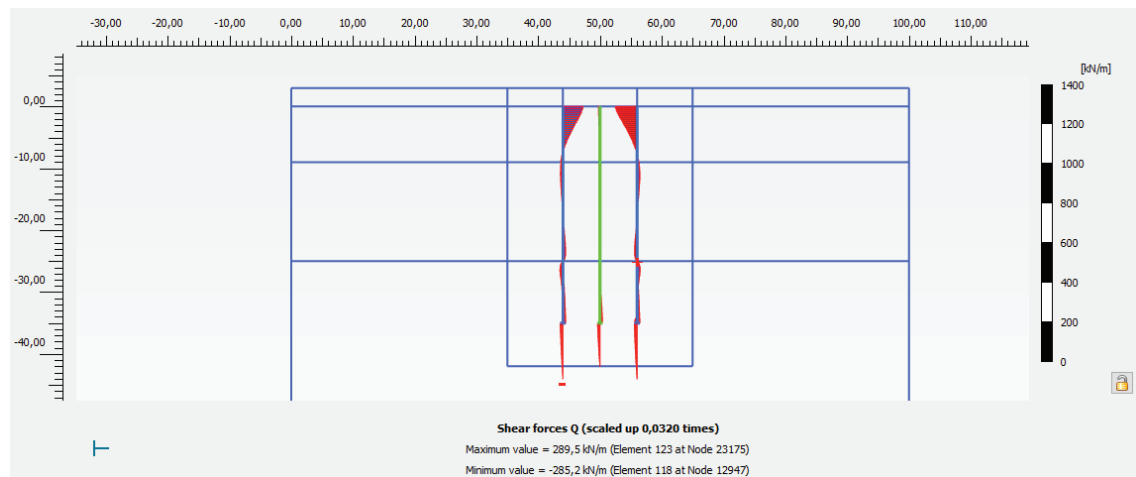
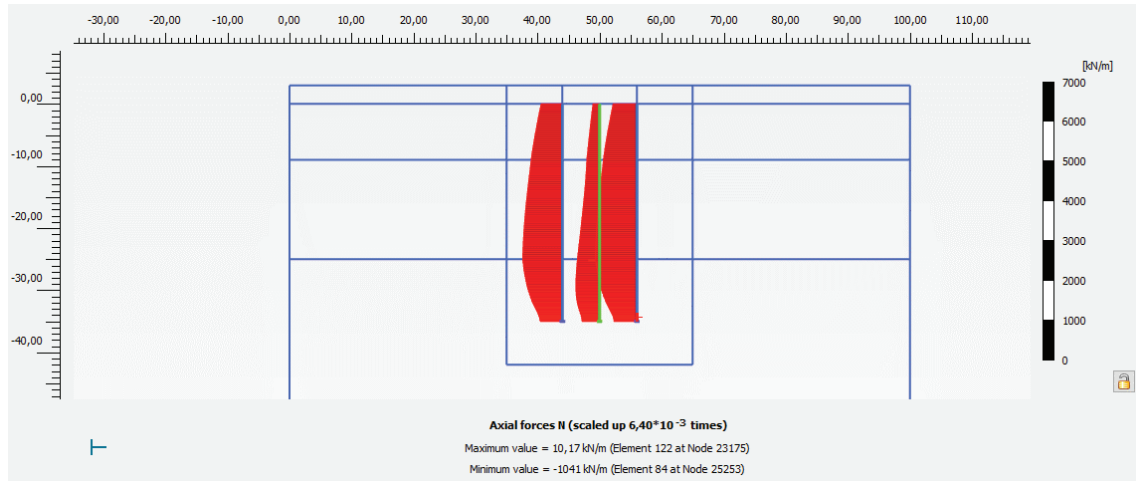


Figura 30 - N, V, M - Sez. long. - Comb. 1 – SLE – Q.P.

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	68

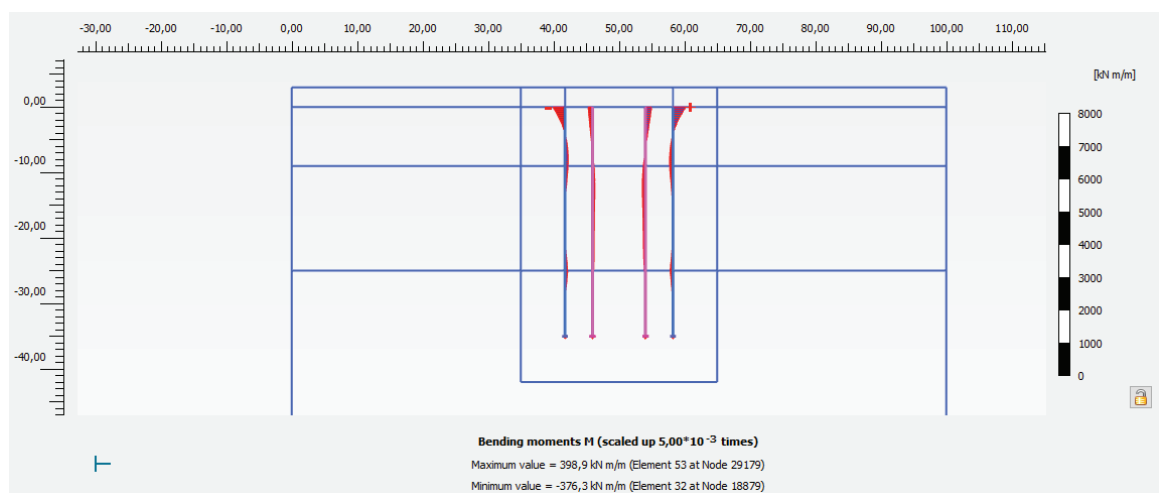
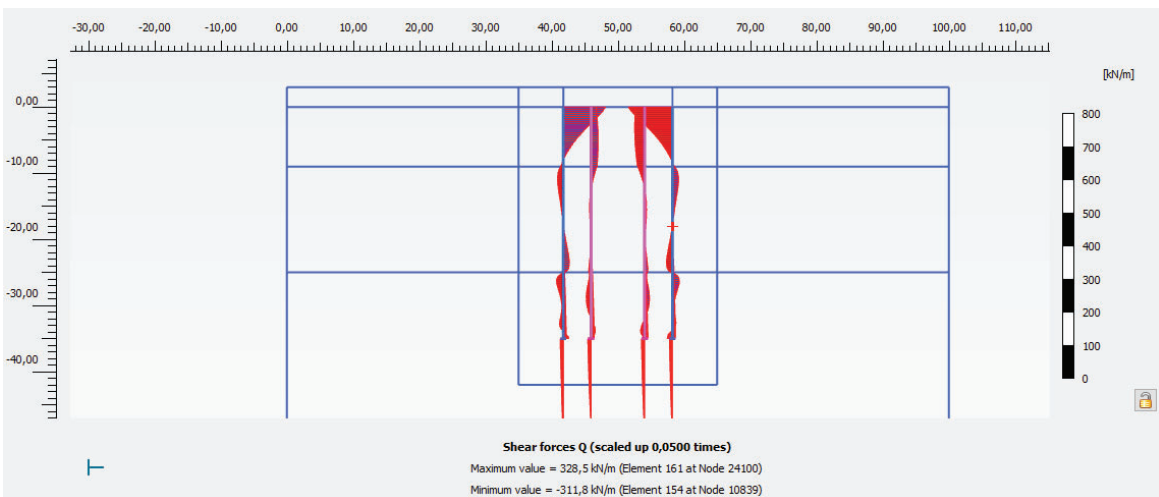
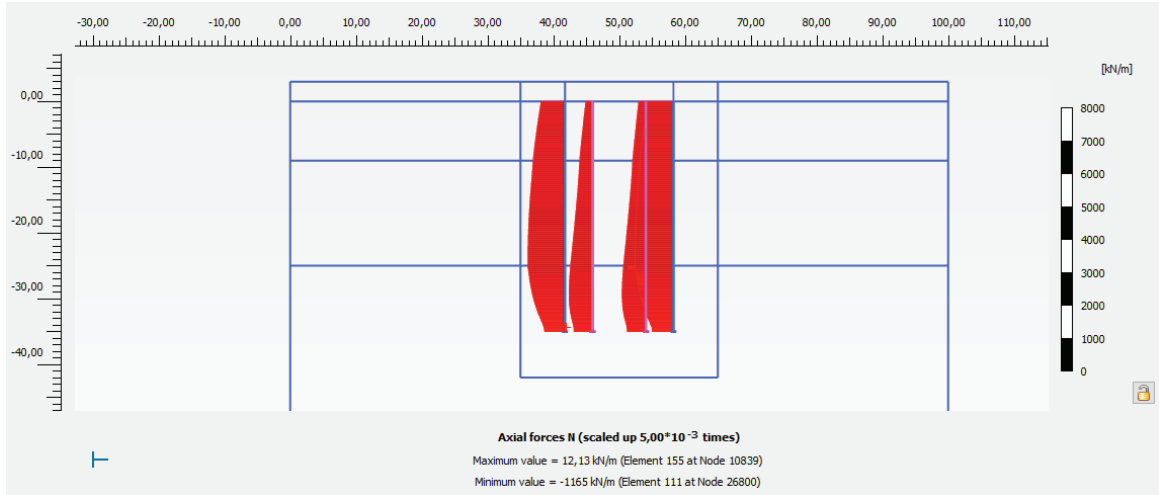


Figura 31 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 1 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	69

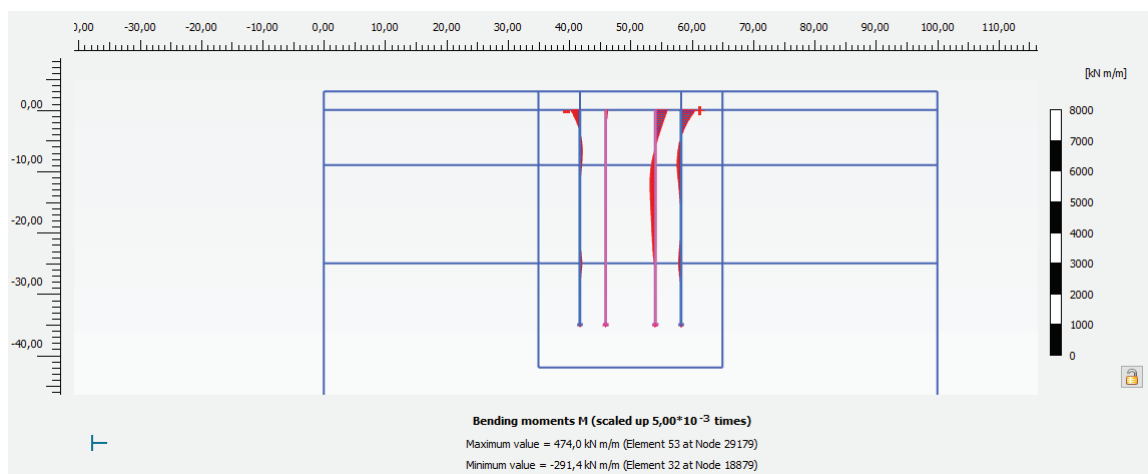
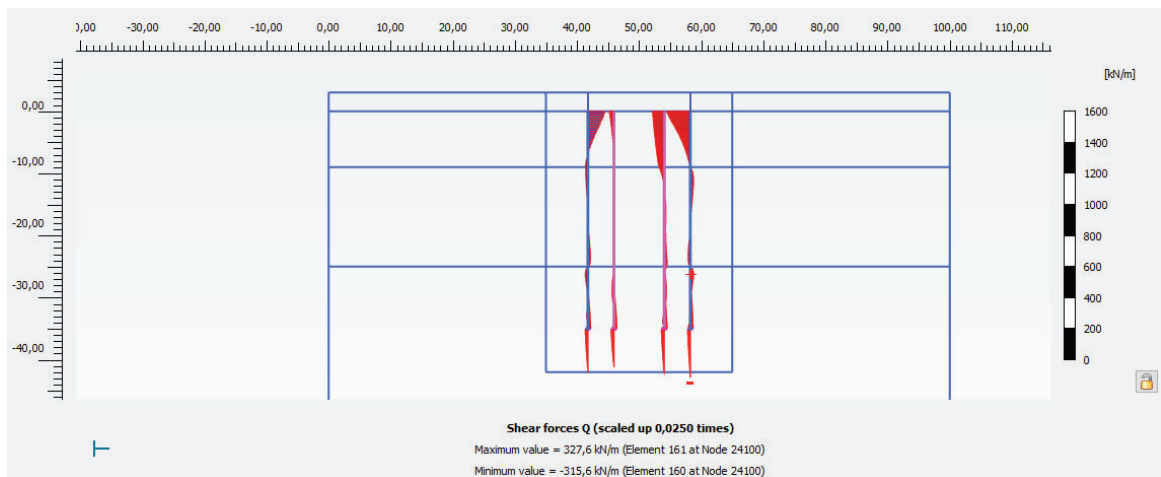
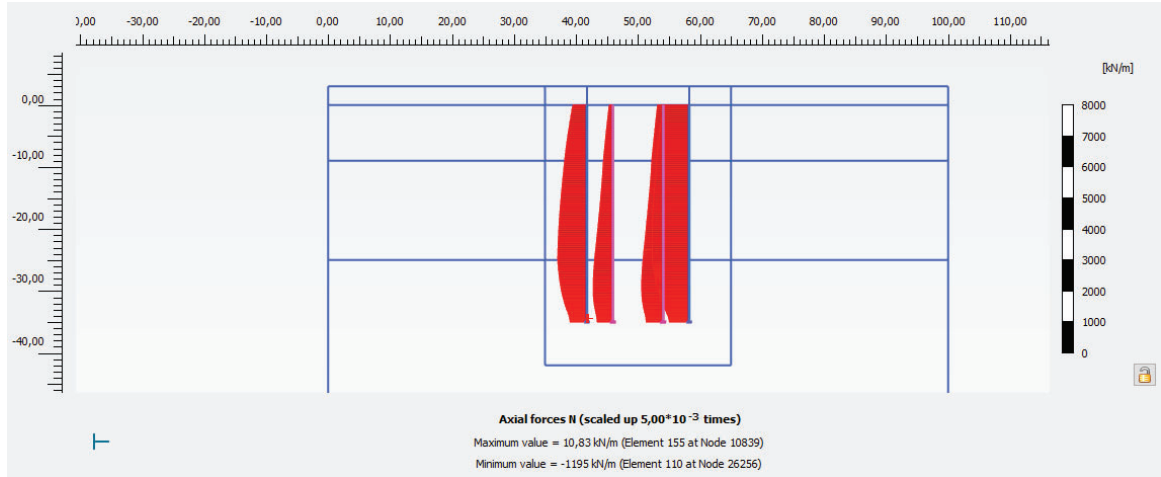


Figura 32 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 2 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	70

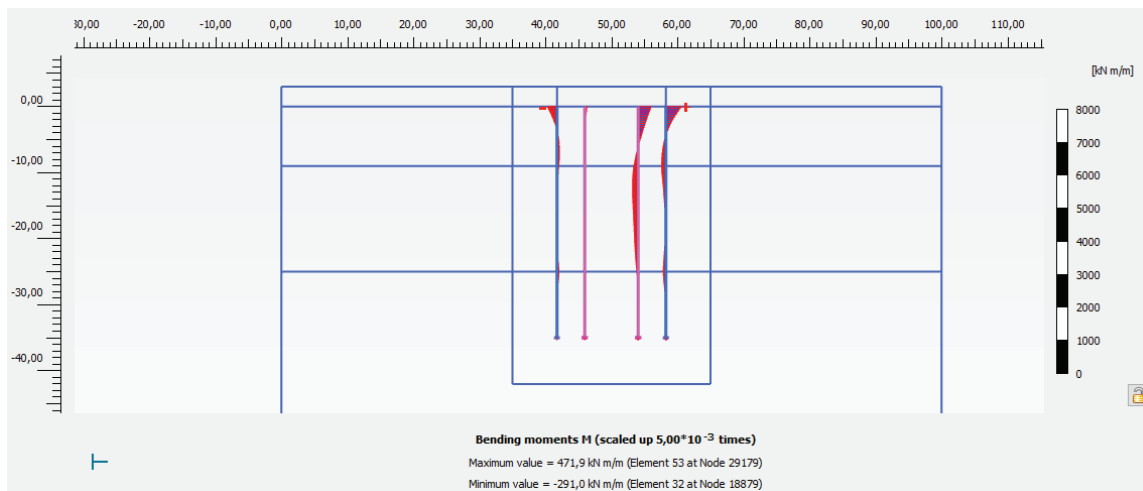
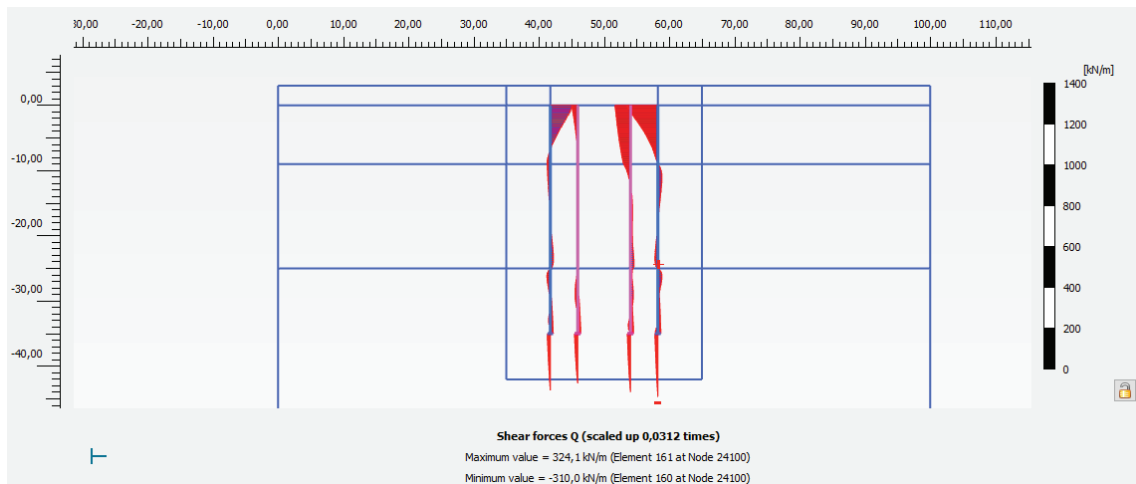
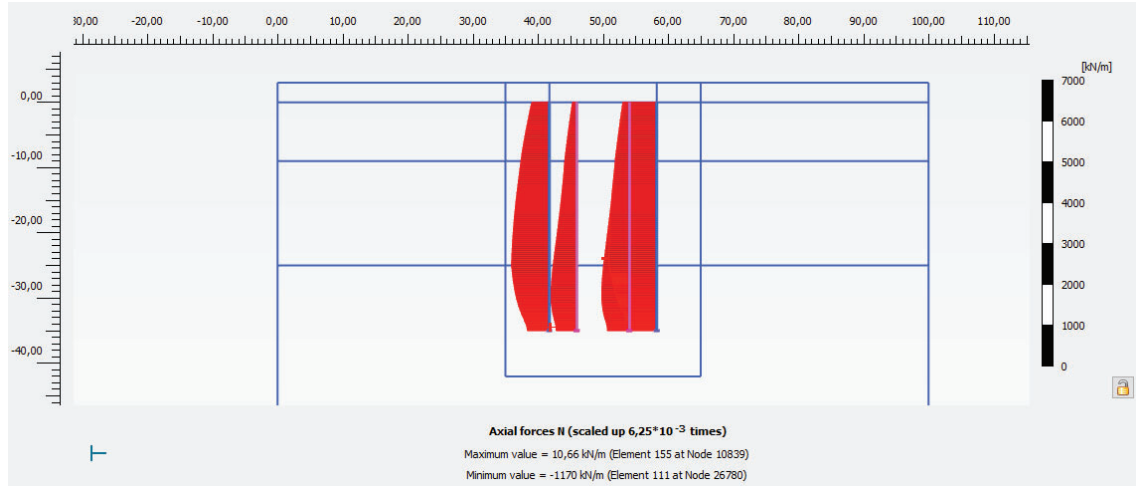


Figura 33 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 3 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	71

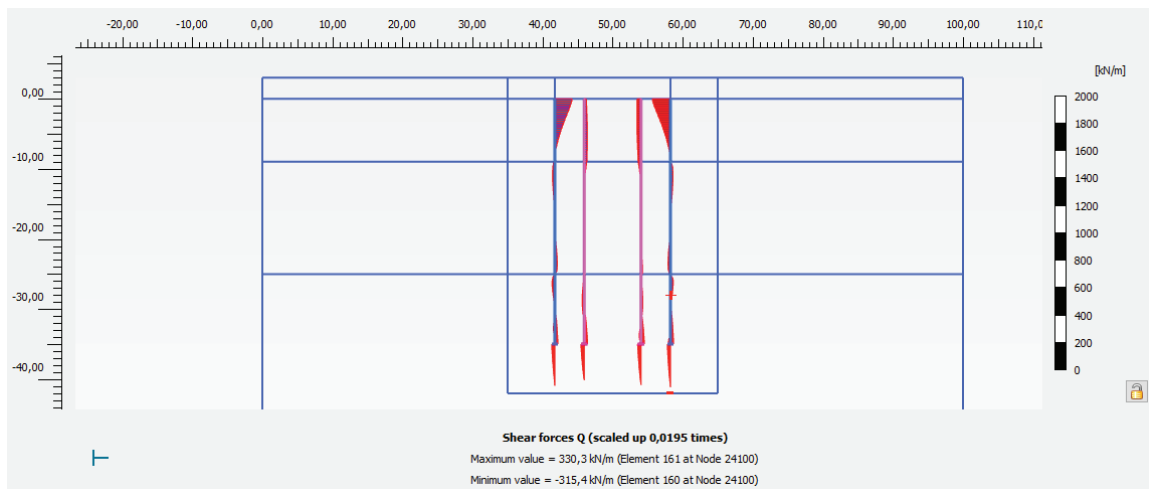
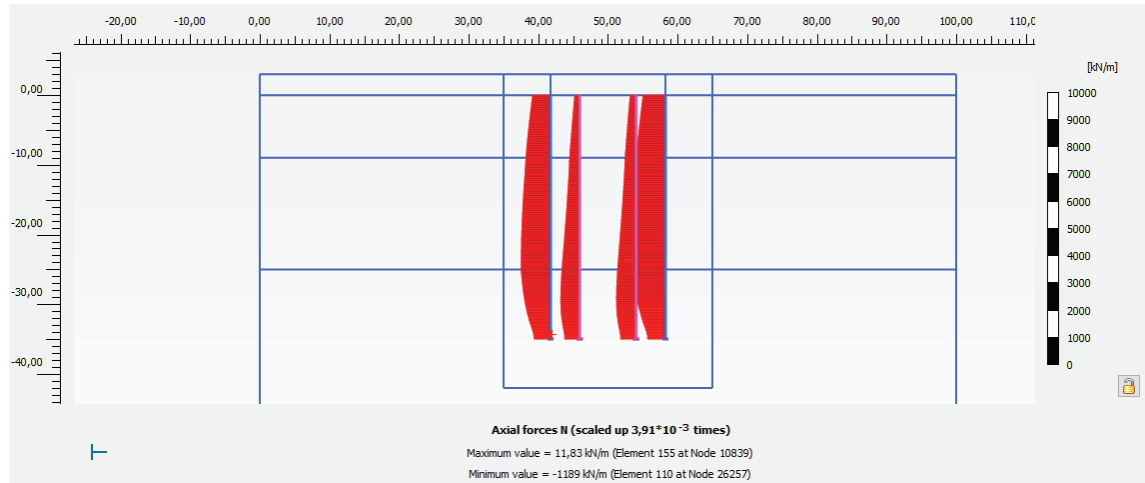


Figura 34 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 4 – SLE – RA

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	72

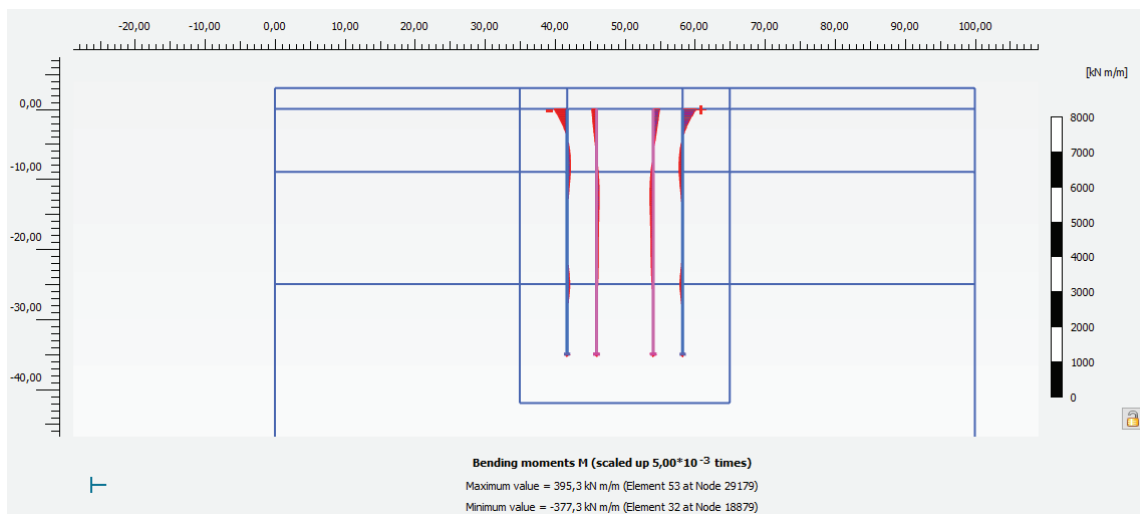
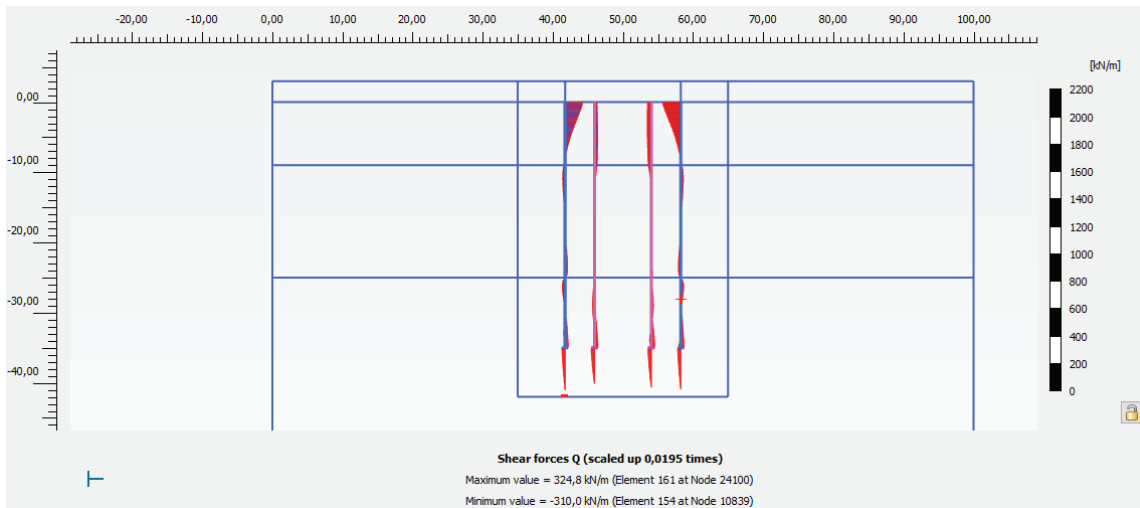
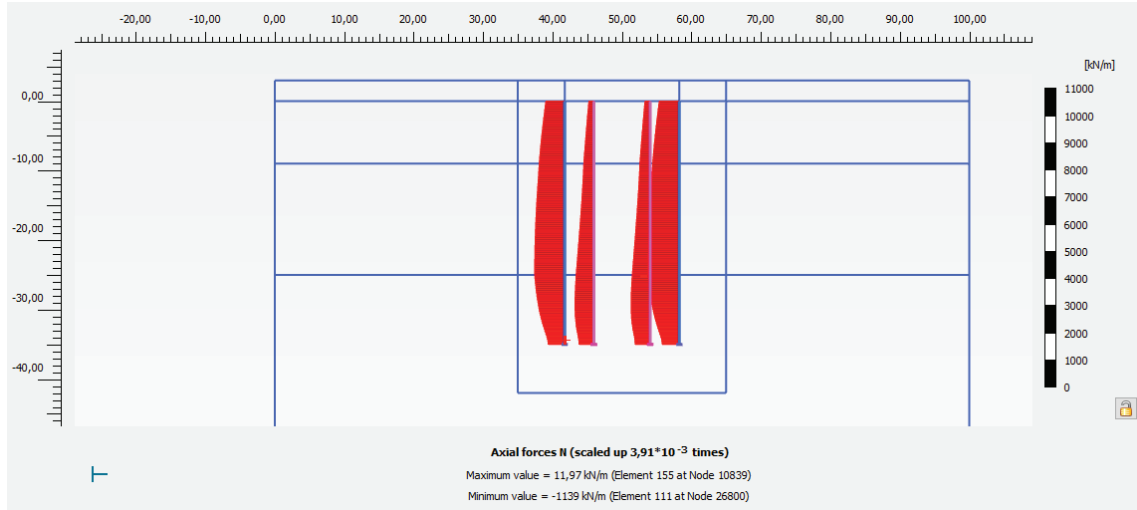


Figura 35 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 1 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	73

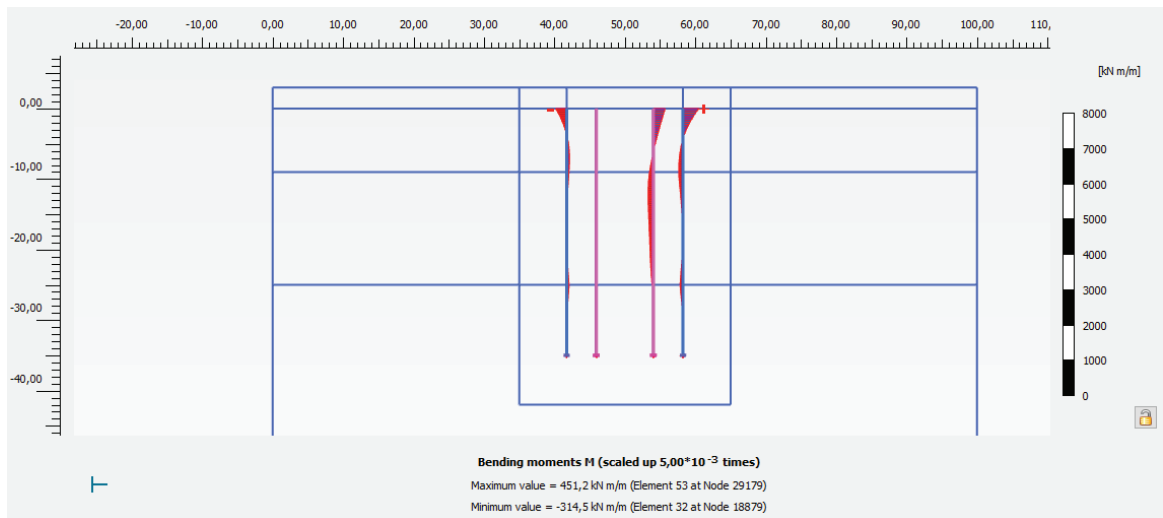
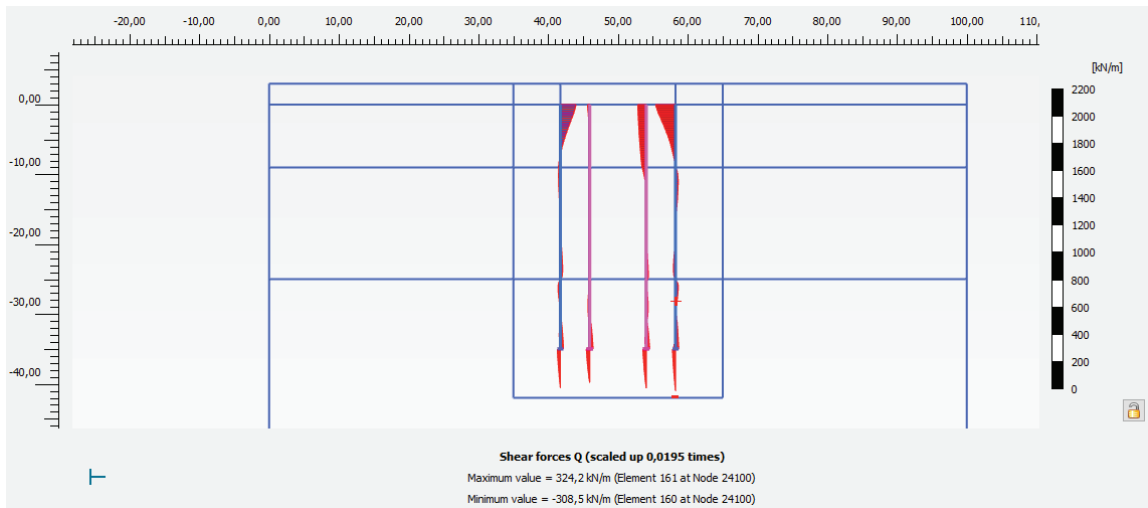
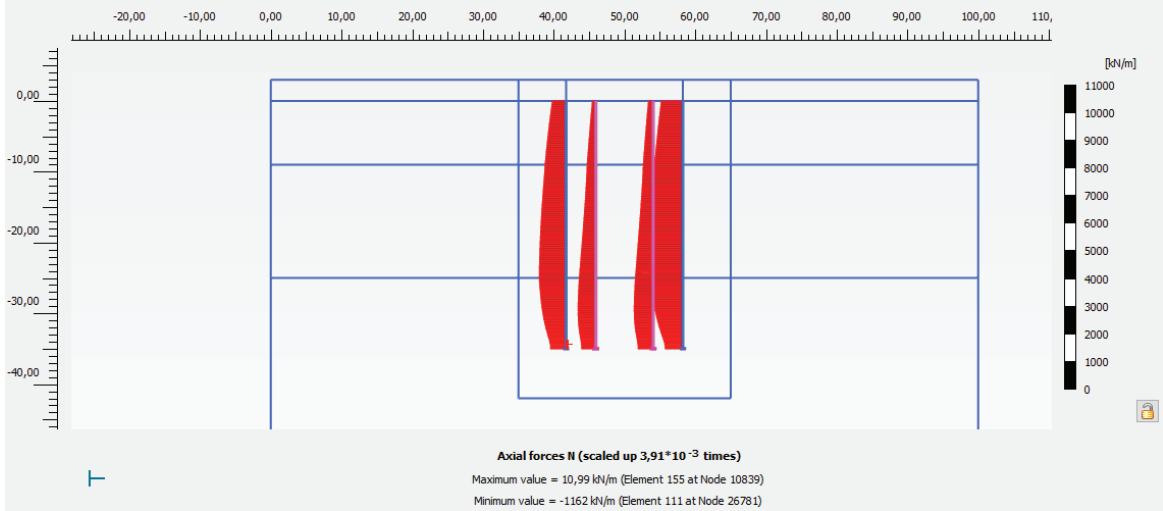


Figura 36 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 2 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	74

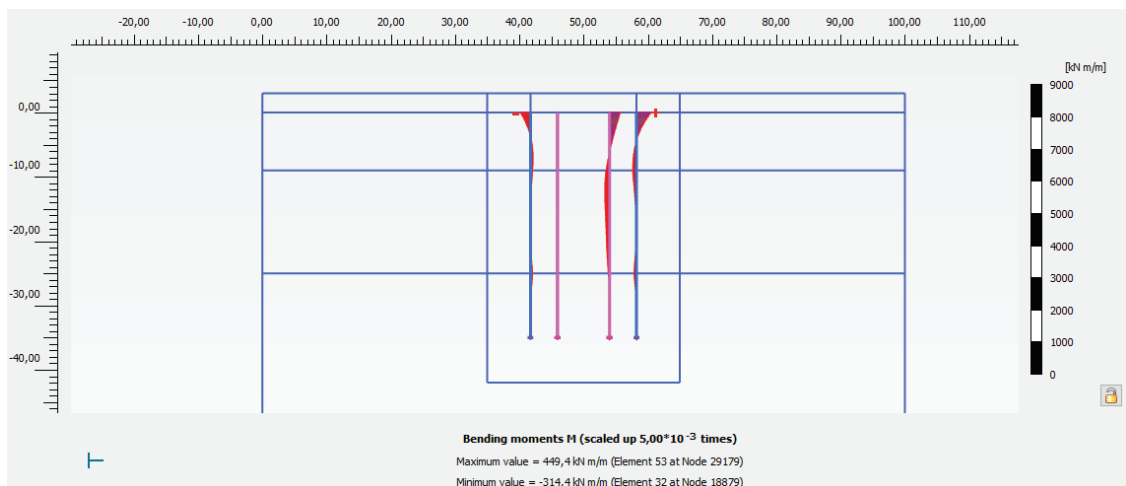
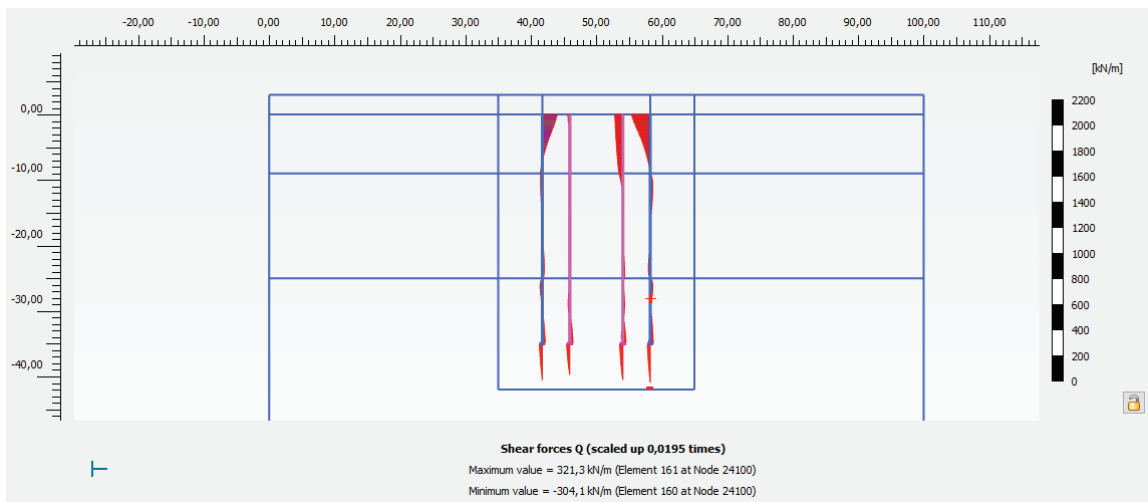
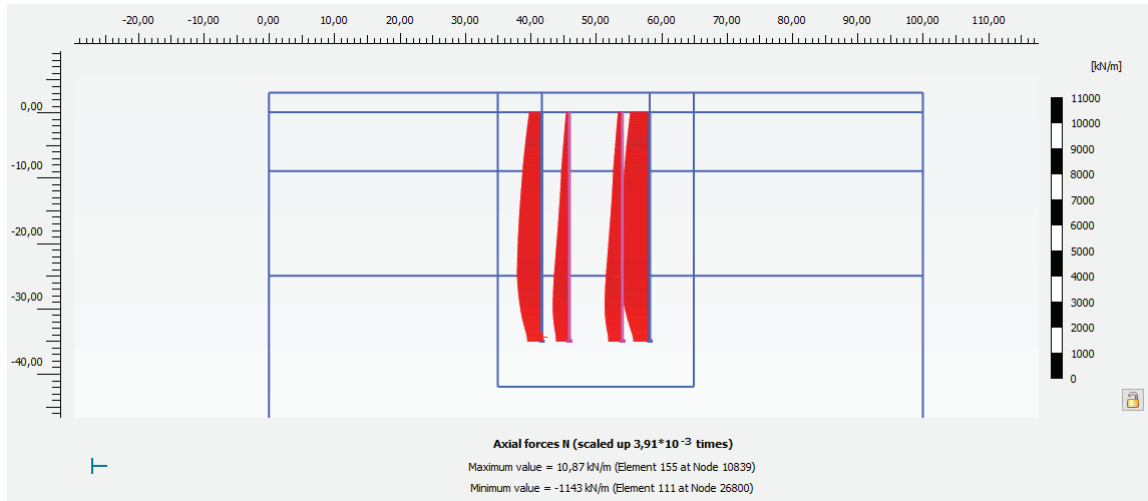


Figura 37 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 3 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	75

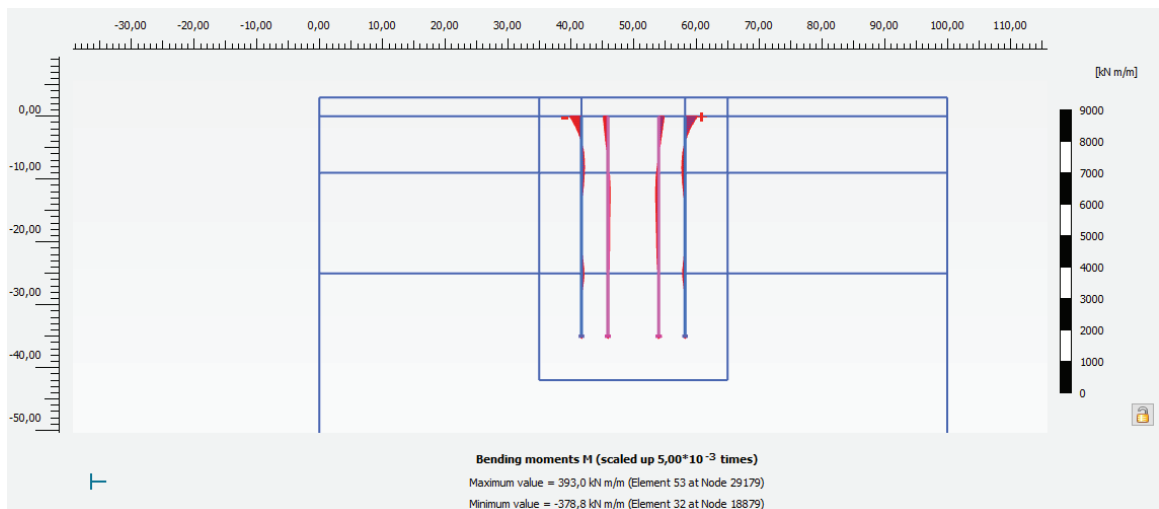
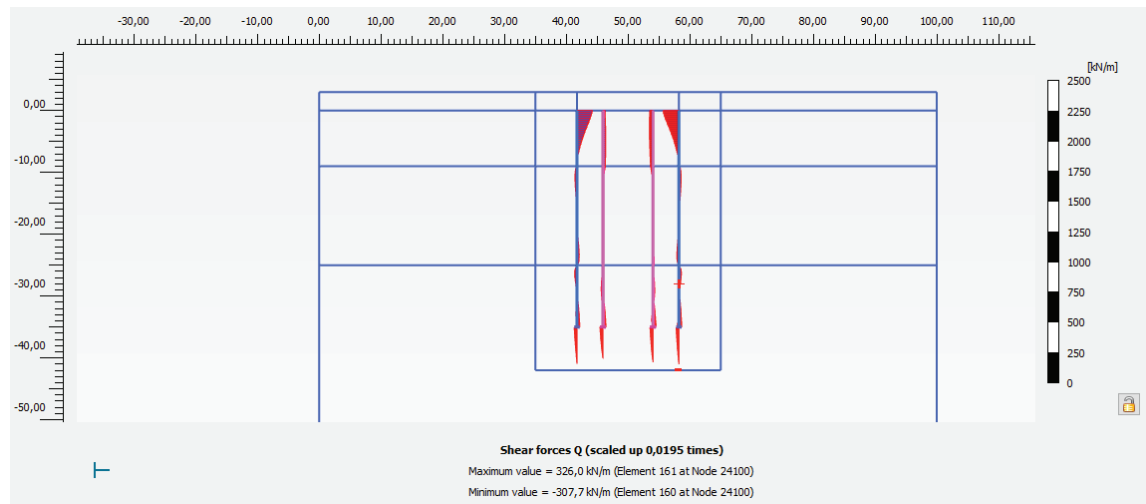
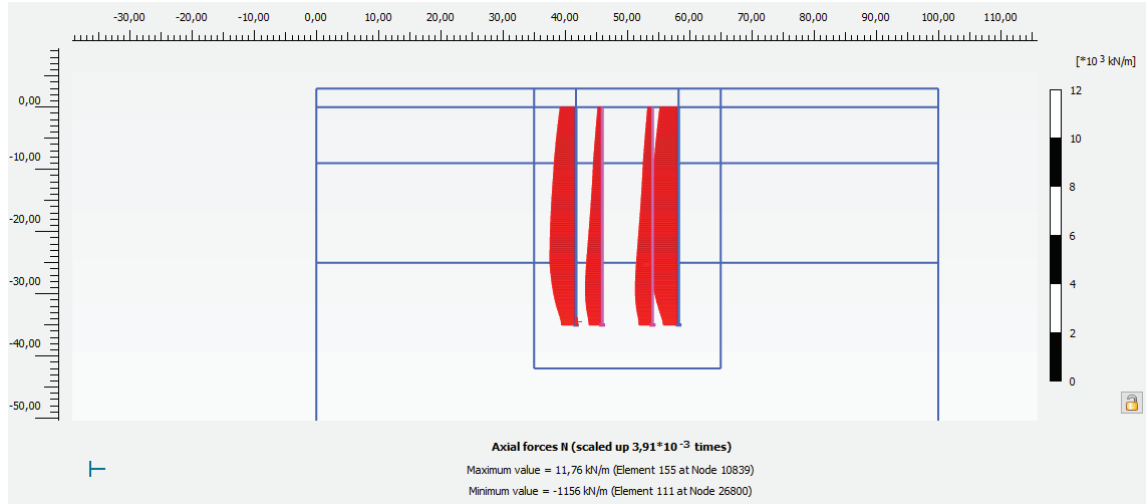


Figura 38 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 4 – SLE – FR

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	76

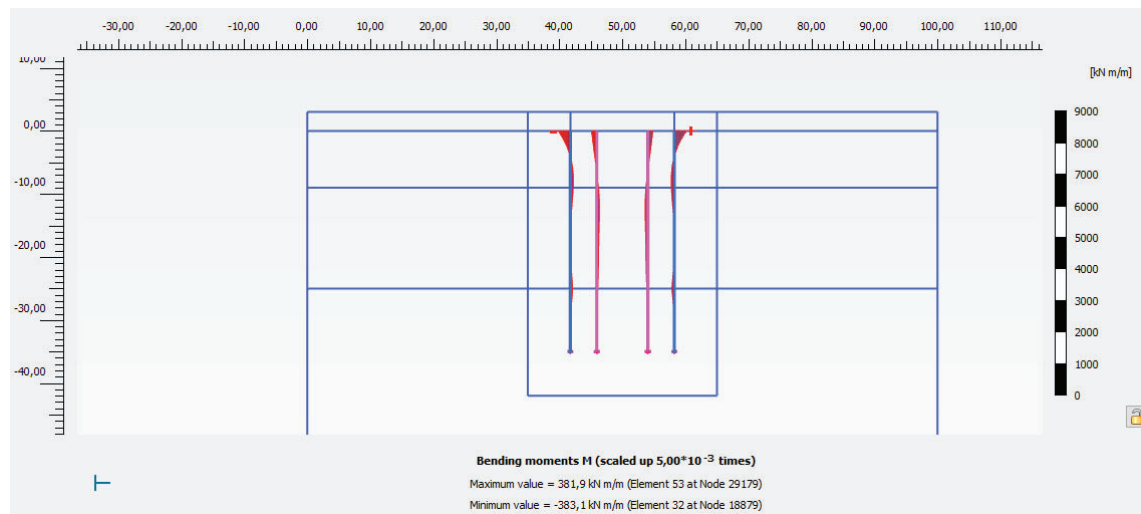
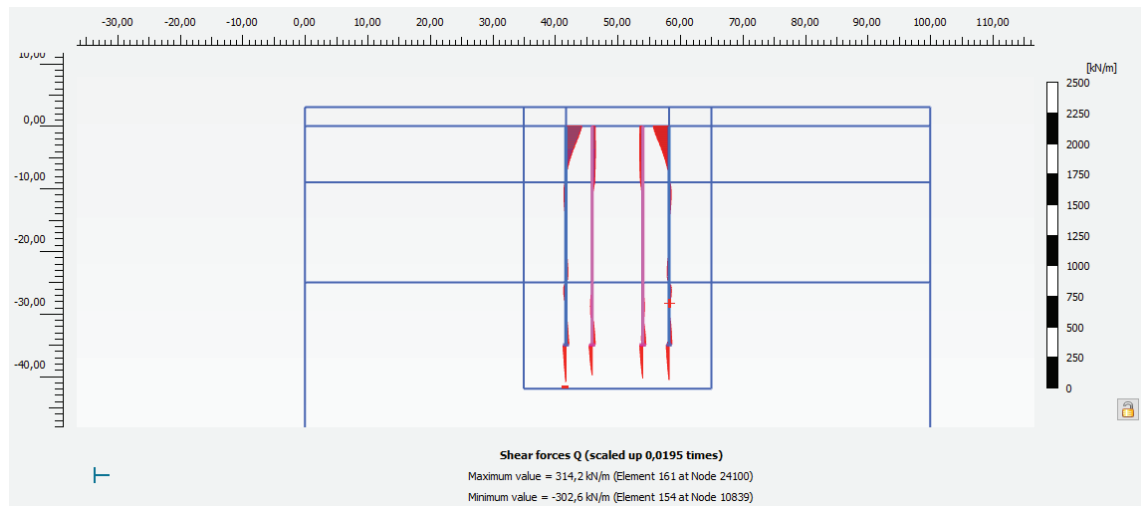
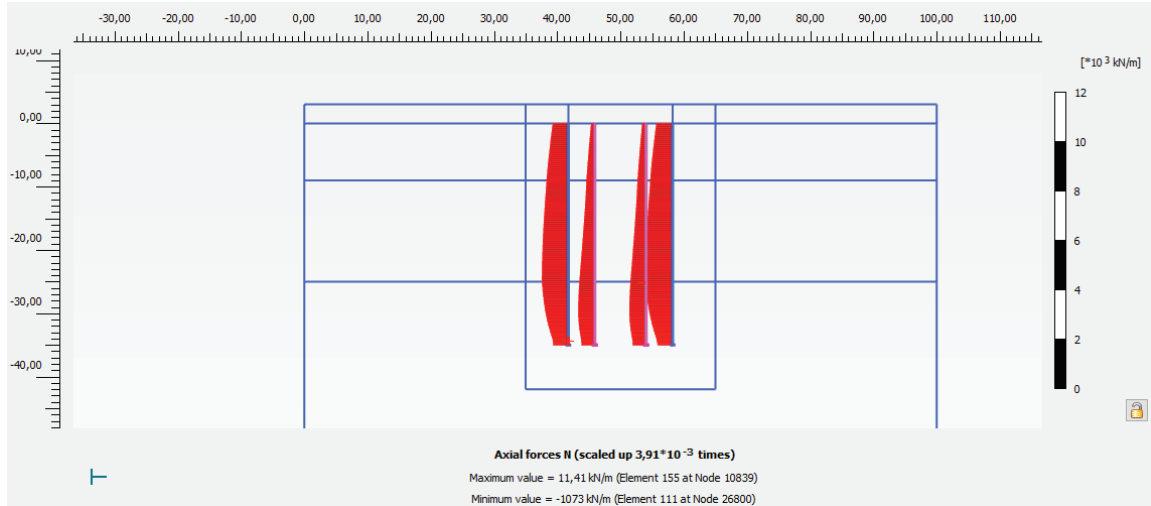


Figura 39 - N, V, M - Sez. trasv. - Comb. 1 – SLE – Q.P.

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	77

Di seguito i risultati in termini di sollecitazioni massime agenti su ciascun palo:

		SEZ. LONG.						SEZ. TRASV.				
			P. 0.92 m	P. 1.5 m	P. 0.92 m				P. 0.92 m	P. 1.5 m	P. 1.5 m	P. 0.92 m
SLE - RA	COMB.1	N (kN)	-678	-1445	-972	COMB.1	N (kN)	-842	-1311	-1326	-873	
		V (kN)	41	-204	-114		V (kN)	95	39	-56	-100	
		M (kNm)	-98	799	353		M (kNm)	-282	-242	346	299	
	COMB.2	N (kN)	-722	-1302	-792	COMB.2	N (kN)	-707	-1179	-1283	-896	
		V (kN)	78	-13	-83		V (kN)	81	-56	-141	-114	
		M (kNm)	-224	-34	232		M (kNm)	-219	136	729	356	
	COMB.3	N (kN)	-717	-1332	-827	COMB.3	N (kN)	-695	-1154	-1255	-878	
		V (kN)	79	11	-81		V (kN)	82	-55	-141	-114	
		M (kNm)	-231	-52	225		M (kNm)	-218	132	727	354	
	COMB.4	N (kN)	-710	-1429	-928	COMB.4	N (kN)	-809	-1285	-1332	-892	
		V (kN)	52	-156	-106		V (kN)	95	41	-55	-100	
		M (kNm)	-129	615	324		M (kNm)	-284	-270	319	297	
SLE - FR	COMB.1	N (kN)	-697	-1412	-922	COMB.1	N (kN)	-831	-1286	-1297	-854	
		V (kN)	52	-156	-106		V (kN)	96	41	-54	-99	
		M (kNm)	-130	-240	324		M (kNm)	-283	-254	337	297	
	COMB.2	N (kN)	-734	-1304	-784	COMB.2	N (kN)	-729	-1187	-1265	-871	
		V (kN)	79	-10	-82		V (kN)	86	-31	-117	-110	
		M (kNm)	-225	-25	232		M (kNm)	-236	-54	622	338	
	COMB.3	N (kN)	-722	-1328	-818	COMB.3	N (kN)	-721	-1169	-1244	-857	
		V (kN)	78	-11	-82		V (kN)	86	-30	-116	-110	
		M (kNm)	-229	-44	228		M (kNm)	-236	-53	619	337	
	COMB.4	N (kN)	-723	-1399	-888	COMB.4	N (kN)	-808	-1268	-1301	-527	
		V (kN)	59	-116	-99		V (kN)	96	42	-53	-22	
		M (kNm)	-155	457	300		M (kNm)	-284	-272	319	129	
SLE - Q.P.	COMB.1	N (kN)	-750	-1314	-781	COMB.1	N (kN)	-789	-1209	-1216	-805	
		V (kN)	77	-18	-83		V (kN)	98	48	-47	-98	
		M (kNm)	-217	69	239		M (kNm)	-287	-306	292	286	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	78

7. VERIFICHE GEOTECNICHE

Nel presente capitolo si riportano le verifiche geotecniche per la stabilità della fondazione in termini di massime pressioni orizzontali trasferite dal pozzo al terreno e massima capacità portante del singolo palo, per il caso di fondazione a “blocco rigido” che per il caso di fondazione a “palificata”.

7.1 FONDAZIONE A BLOCCO

Nel presente capitolo si riportano le verifiche geotecniche per la stabilità della fondazione per il caso di fondazione a “blocco rigido”.

Per dettagli sulla metodologia di calcolo si rimanda al capitolo 6.2

Di seguito si espongono i risultati:

- **VERIFICHE SLU “Fondazione a blocco” – in assenza di scalzamento**

Table 7-Verifiche SLU in assenza di scalzamento

Centro di rotazione		F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	F4 (kN)	F5 (kN)	F6 (kN)	y1 (m)	y2 (m)	y3 (m)	y4 (m)	y5 (m)	y6 (m)
C (m)	35,10	1440	6400	4125	272	6730	566	4,5	17	27,05	27,73	32,05	33,03

SEZIONE LONGITUDINALE				SEZIONE TRASVERSALE				VERIFICHE												
H Lim,B	MT	eB	B'	H Lim,L	ML	eL	L'	zy	zc	zq	Ny	Nc	Nq	yr,s	yr,q	qlim	Rd	H,d Lim,B / VL	H,d Lim,L / VT	Rd / FZ
(kN)	(kNm)	(m)	(m)	(kN)	(kNm)	(m)	(m)	-	-	-	-	-	-	-	-	kPa	kN			
59285,83	82601	0,305	11,390	81518,01	-8627	0,032	16,436	0,723	1,500	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20357	1656964	9	34	17
59285,83	-19356	0,084	11,832	81518,01	28808	0,125	16,250	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20690	1729725	148	23	30
59285,83	32033	0,124	11,752	81518,01	-30426	0,118	16,265	0,711	1,522	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20637	1715012	109	23	20
59285,83	-19253	0,083	11,833	81518,01	29008	0,126	16,249	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20692	1729768	139	23	30
59285,83	-19253	0,079	11,843	81518,01	29008	0,118	16,263	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20692	1732816	139	23	24
59285,83	64984	0,240	11,520	81518,01	-26933	0,100	16,301	0,717	1,510	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20482	1672247	17	30	17
59285,83	81746	0,313	11,373	81518,01	-7284	0,028	16,444	0,723	1,499	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20344	1654288	9	34	19
59285,83	-9468	0,041	11,918	81518,01	17024	0,074	16,353	0,708	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20707	1754644	148	39	30
59285,83	81746	0,313	11,373	81518,01	-7284	0,028	16,444	0,723	1,499	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20344	1654288	9	34	19
59285,83	-9468	0,041	11,918	81518,01	17024	0,074	16,353	0,708	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20707	1754644	148	39	30
59285,83	81643	0,331	11,338	81518,01	-7484	0,030	16,439	0,724	1,498	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20324	1647013	9	34	22
59285,83	64167	0,262	11,477	81518,01	8954	0,037	16,427	0,721	1,504	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20413	1673203	12	33	23

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	79

- VERIFICHE SLV “Fondazione a blocco” – in assenza di scalzamento

Table 8- Verifiche SLV in assenza di scalzamento

SEZIONE LONGITUDINALE				SEZIONE TRASVERSALE														VERIFICHE		
H Lim,B	MT	eB	B'	H Lim,L	ML	eL	L'	zy	zc	zq	Ny	Nc	Nq	yr,s	yr,q	qlim	Rd	H,d Lim,B / VL	H,d Lim,L / VT	Rd / FZ
(kN)	(kNm)	(m)	(m)	(kN)	(kNm)	(m)	(m)	-	-	-	-	-	-	-	-	kPa	kN			
59285,83	81373	0,334	11,332	81518,01	-7285	0,030	16,440	0,724	1,498	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20320	1645966	7	10	23
59285,83	81373	0,368	11,265	81518,01	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	7	10	34
59285,83	162167	0,688	10,625	81518,01	-103571	0,439	15,622	0,728	1,491	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20157	1454645	7	3	23
59285,83	81373	0,368	11,265	81518,01	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	7	10	34
59285,83	177170	0,751	10,498	81518,01	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	10	23
59285,83	162167	0,688	10,625	81518,01	-103571	0,439	15,622	0,728	1,491	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20157	1454645	7	3	23
59285,83	177170	0,751	10,498	81518,01	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	10	23
59285,83	81373	0,354	11,291	81518,01	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	7	10	29
59285,83	177170	0,751	10,498	81518,01	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	10	23
59285,83	81373	0,354	11,291	81518,01	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	7	10	29
59285,83	81373	0,354	11,291	81518,01	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	7	10	29
59285,83	81373	0,368	11,265	81518,01	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	7	10	34

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	80

- VERIFICHE SLU “Fondazione a blocco” – con scalzamento

Table 9-Verifiche SLU con scalzamento

Centro di rotazione		F1 (kN)	F2 (kN)	F3 (kN)	F4 (kN)	F5 (kN)	F6 (kN)	y1 (m)	y2 (m)	y3 (m)	y4 (m)	y5 (m)	y6 (m)
C (m)	35,19	0	6400	4223	286	6638	548	4,5	17	27,10	27,80	32,10	33,06

SEZIONE LONGITUDINALE				SEZIONE TRASVERSALE															VERIFICHE		
H Lim,B	MT	eB	B'	H Lim,L	ML	eL	L'	zy	zc	zq	Ny	Nc	Nq	yr,s	yr,q	qlim	Rd	H,d Lim,B / VL	H,d Lim,L / VT	Rd / FZ	
(kN)	(kNm)	(m)	(m)	(kN)	(kNm)	(m)	(m)	-	-	-	-	-	-	-	-	kPa	kN				
44673,88	82601	0,305	11,390	61426,59	-8627	0,032	16,436	0,723	1,500	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20357	1656964	7	25	17	
44673,88	-19356	0,084	11,832	61426,59	28808	0,125	16,250	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20690	1729725	111	17	30	
44673,88	32033	0,124	11,752	61426,59	-30426	0,118	16,265	0,711	1,522	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20637	1715012	82	17	20	
44673,88	-19253	0,083	11,833	61426,59	29008	0,126	16,249	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20692	1729768	105	17	30	
44673,88	-19253	0,079	11,843	61426,59	29008	0,118	16,263	0,709	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20692	1732816	105	17	24	
44673,88	64984	0,240	11,520	61426,59	-26933	0,100	16,301	0,717	1,510	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20482	1672247	13	23	17	
44673,88	81746	0,313	11,373	61426,59	-7284	0,028	16,444	0,723	1,499	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20344	1654288	7	25	19	
44673,88	-9468	0,041	11,918	61426,59	17024	0,074	16,353	0,708	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20707	1754644	111	29	30	
44673,88	81746	0,313	11,373	61426,59	-7284	0,028	16,444	0,723	1,499	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20344	1654288	7	25	19	
44673,88	-9468	0,041	11,918	61426,59	17024	0,074	16,353	0,708	1,526	1,51	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20707	1754644	111	29	30	
44673,88	81643	0,331	11,338	61426,59	-7484	0,030	16,439	0,724	1,498	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20324	1647013	7	25	22	
44673,88	64167	0,262	11,477	61426,59	8954	0,037	16,427	0,721	1,504	1,49	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20413	1673203	9	25	23	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	81

- VERIFICHE SLV “Fondazione a blocco” – con scalzamento

Table 10-Verifiche SLV con scalzamento

SEZIONE LONGITUDINALE				SEZIONE TRASVERSALE														VERIFICHE		
H Lim,B	MT	eB	B'	H Lim,L	ML	eL	L'	zy	zc	zq	Ny	Nc	Nq	yr,s	yr,q	qlim	Rd	H,d Lim,B / VL	H,d Lim,L / VT	Rd / FZ
(kN)	(kNm)	(m)	(m)	(kN)	(kNm)	(m)	(m)	-	-	-	-	-	-	-	-	kPa	kN			
44673,88	81373	0,334	11,332	61426,59	-7285	0,030	16,440	0,724	1,498	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20320	1645966	5	7	23
44673,88	81373	0,368	11,265	61426,59	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	5	7	34
44673,88	162167	0,688	10,625	61426,59	-103571	0,439	15,622	0,728	1,491	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20157	1454645	5	2	23
44673,88	81373	0,368	11,265	61426,59	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	5	7	34
44673,88	177170	0,751	10,498	61426,59	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	7	23
44673,88	162167	0,688	10,625	61426,59	-103571	0,439	15,622	0,728	1,491	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20157	1454645	5	2	23
44673,88	177170	0,751	10,498	61426,59	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	7	23
44673,88	81373	0,354	11,291	61426,59	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	5	7	29
44673,88	177170	0,751	10,498	61426,59	73098	0,310	15,880	0,736	1,477	1,46	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	19989	1448783	2	7	23
44673,88	81373	0,354	11,291	61426,59	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	5	7	29
44673,88	81373	0,354	11,291	61426,59	-7285	0,032	16,437	0,725	1,496	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20297	1637785	5	7	29
44673,88	81373	0,368	11,265	61426,59	-7285	0,033	16,434	0,726	1,495	1,48	37,13	46,12	33,30	1,1	2,3	20281	1632474	5	7	34

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	82

7.2 FONDAZIONE A PALIFICATA

La verifica della capacità portante del singolo palo viene svolta come descritto nel paragrafo 6.2

Si riportano di seguito le tabelle e i grafici ottenuti sia per il palo di diametro 1.5 m che del palo di diametro 0.92m:

Table 11- Calcolo capacità portante per palo di 1.5m di diametro agli SLU considerando lo scalzamento massimo

VERIFICHE SLU PALO D=1.5 m - con scalzamento massimo																							
Formazione	General e	Peso di volume	Tensioni verticali / orizzontali			Proprietà materiali		Modello di calcolo					Diametro del palo (m)										
	Profondità assoluta (m)	γ (kN/m ³)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	Valori di progetto		δ, d (°)	$C_{u,d}$ (kPa)	$\beta - \alpha$	Frizione /adesione (kPa)	correzione Kishida $\phi_c = \phi - 3$	Nq* secondo Berezantzev et al.	Pressione punta (kPa)	1,5								
						δ, d (°)	$C_{u,d}$ (kPa)								$\beta - \alpha$	Frizione /adesione (kPa)	correzione Kishida $\phi_c = \phi - 3$	Nq* secondo Berezantzev et al.	Pressione punta (kPa)	Al= $\pi \cdot D \cdot DL$	Rs,calc (kN)	Rs,k (kN)	Rs,d (kN)
Arg. Lim. Sup.	0,00	10,00	0,0	0,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-1,00	10,00	10,0	10,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-2,00	10,00	20,0	20,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-3,00	10,00	30,0	30,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-4,00	10,00	40,0	40,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-5,00	10,00	50,0	50,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-6,00	10,00	60,0	60,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-7,00	10,00	70,0	70,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	-8,00	10,00	80,0	80,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
-9,00	10,00	90,0	90,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
Arg. Lim. Prof.	-10,00	19,0	109,0	100,0	9,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1009,00	4,71	164,93	99,96	86,92	1,77	1783,05	1080,64	800,47	887,39		
	-11,00	19,0	128,0	110,0	18,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1028,00	4,71	329,87	199,92	173,84	1,77	1816,26	1100,99	815,54	989,39		
	-12,00	19,0	147,0	120,0	27,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1047,00	4,71	494,80	299,88	260,76	1,77	1850,202	1121,33	830,62	1091,38		
	-13,00	19,0	166,0	130,0	36,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1066,00	4,71	659,73	399,84	347,69	1,77	1883,777	1141,68	845,69	1193,38		
	-14,00	19,0	185,0	140,0	45,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1085,00	4,71	824,67	499,80	434,61	1,77	1917,353	1162,03	860,76	1295,37		
	-15,00	19,0	204,0	150,0	54,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1104,00	4,71	989,60	599,76	521,53	1,77	1950,929	1182,38	875,84	1397,37		
	-16,00	19,0	223,0	160,0	63,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1123,00	4,71	1154,54	699,72	608,45	1,77	1984,505	1202,73	890,91	1499,36		
	-17,00	19,0	242,0	170,0	72,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1142,00	4,71	1319,47	799,68	695,37	1,77	2018,081	1223,08	905,98	1601,36		
	-18,00	19,0	261,0	180,0	81,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1161,00	4,71	1484,40	899,64	782,29	1,77	2051,656	1243,43	921,06	1703,35		
	-19,00	19,0	280,0	190,0	90,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1180,00	4,71	1649,34	999,60	869,22	1,77	2085,232	1263,78	936,13	1805,35		
	-20,00	19,0	299,0	200,0	99,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1199,00	4,71	1814,27	1099,56	956,14	1,77	2118,808	1284,13	951,20	1907,34		
	-21,00	19,0	318,0	210,0	108,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1218,00	4,71	1979,20	1199,52	1043,06	1,77	2152,384	1304,47	966,28	2009,34		
	-22,00	19,0	337,0	220,0	117,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1237,00	4,71	2144,14	1299,48	1129,98	1,77	2185,959	1324,82	981,35	2111,33		
	-23,00	19,0	356,0	230,0	126,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1256,00	4,71	2309,07	1399,44	1216,90	1,77	2219,535	1345,17	996,42	2213,33		

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	83

	-24,00	19,0	375,0	240,0	135,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1275,00	4,71	2474,00	1499,40	1303,82	1,77	2253,11	1365,52	1011,50	2315,32
	-25,00	19,0	394,0	250,0	144,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1294,00	4,71	2638,94	1599,36	1390,74	1,77	2286,68	1385,87	1026,57	2417,32
SSR	-26,00	19,5	421,5	260,0	161,5	35,0	-	0,32	49,39	32,0	12	1938,00	4,71	2871,69	1740,42	1513,44	1,77	3424,72	2075,59	1537,48	3050,88
	-27,00	19,5	441,0	270,0	171,0	35,0	-	0,32	52,38	32,0	12	2052,00	4,71	3118,54	1890,03	1643,50	1,77	3626,18	2197,69	1627,92	3271,42
	-28,00	19,5	460,5	280,0	180,5	35,0	-	0,32	55,38	32,0	12	2166,00	4,71	3379,50	2048,18	1781,33	1,77	3827,63	2319,78	1718,36	3499,39
	-29,00	19,5	480,0	290,0	190,0	35,0	-	0,32	58,37	32,0	12	2280,00	4,71	3654,57	2214,89	1925,99	1,77	4029,09	2441,87	1808,80	3734,79
	-30,00	19,5	499,5	300,0	199,5	35,0	-	0,32	61,36	32,0	12	2394,00	4,71	3943,74	2390,15	2078,39	1,77	4230,54	2563,97	1899,24	3977,62
	-31,00	19,5	519,0	310,0	209,0	35,0	-	0,32	64,36	32,0	12	2508,00	4,71	4247,02	2573,95	2238,22	1,77	4432,02	2686,06	1989,68	4227,90
	-32,00	19,5	538,5	320,0	218,5	35,0	-	0,32	67,35	32,0	12	2622,00	4,71	4564,41	2766,31	2405,48	1,77	4633,45	2808,16	2080,12	4485,60
	-33,00	19,5	558,0	330,0	228,0	35,0	-	0,32	70,34	32,0	12	2736,00	4,71	4895,90	2967,21	2580,18	1,77	4834,91	2930,25	2170,55	4750,74
	-34,00	19,5	577,5	340,0	237,5	35,0	-	0,32	73,34	32,0	12	2850,00	4,71	5241,50	3176,66	2762,32	1,77	5036,36	3052,34	2260,99	5023,31
	-35,00	19,5	597,0	350,0	247,0	35,0	-	0,32	76,33	32,0	12	2964,00	4,71	5601,20	3394,67	2951,88	1,77	5237,82	3174,44	2351,43	5303,32
	-36,00	19,5	616,5	360,0	256,5	35,0	-	0,32	79,32	32,0	12	3078,00	4,71	5975,01	3621,22	3148,88	1,77	5439,27	3296,53	2441,87	5590,76
	-37,00	19,5	636,0	370,0	266,0	35,0	-	0,32	82,32	32,0	12	3192,00	4,71	6362,92	3856,32	3353,32	1,77	5640,73	3418,62	2532,31	5885,63
	-38,00	19,5	655,5	380,0	275,5	35,0	-	0,32	85,31	32,0	12	3306,00	4,71	6764,94	4099,97	3565,19	1,77	5842,18	3540,72	2622,75	6187,94
	-39,00	19,5	675,0	390,0	285,0	35,0	-	0,32	88,30	32,0	12	3420,00	4,71	7181,07	4352,16	3784,49	1,77	6043,63	3662,81	2713,19	6497,68
	-40,00	19,5	694,5	400,0	294,5	35,0	-	0,32	91,30	32,0	12	3534,00	4,71	7611,30	4612,91	4011,23	1,77	6245,09	3784,91	2803,63	6814,86
	-41,00	19,5	714,0	410,0	304,0	35,0	-	0,32	94,29	32,0	12	3648,00	4,71	8055,64	4882,21	4245,40	1,77	6446,54	3907,00	2894,07	7139,47
-42,00	19,5	733,5	420,0	313,5	35,0	-	0,32	97,29	32,0	12	3762,00	4,71	8514,09	5160,05	4487,00	1,77	6648,03	4029,09	2984,51	7471,52	
-43,00	19,5	753,0	430,0	323,0	35,0	-	0,32	100,28	32,0	12	3876,00	4,71	8986,64	5446,45	4736,04	1,77	6849,45	4151,19	3074,95	7811,00	
-44,00	19,5	772,5	440,0	332,5	35,0	-	0,32	103,27	32,0	12	3990,00	4,71	9473,30	5741,39	4992,52	1,77	7050,91	4273,28	3165,39	8157,91	

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	84

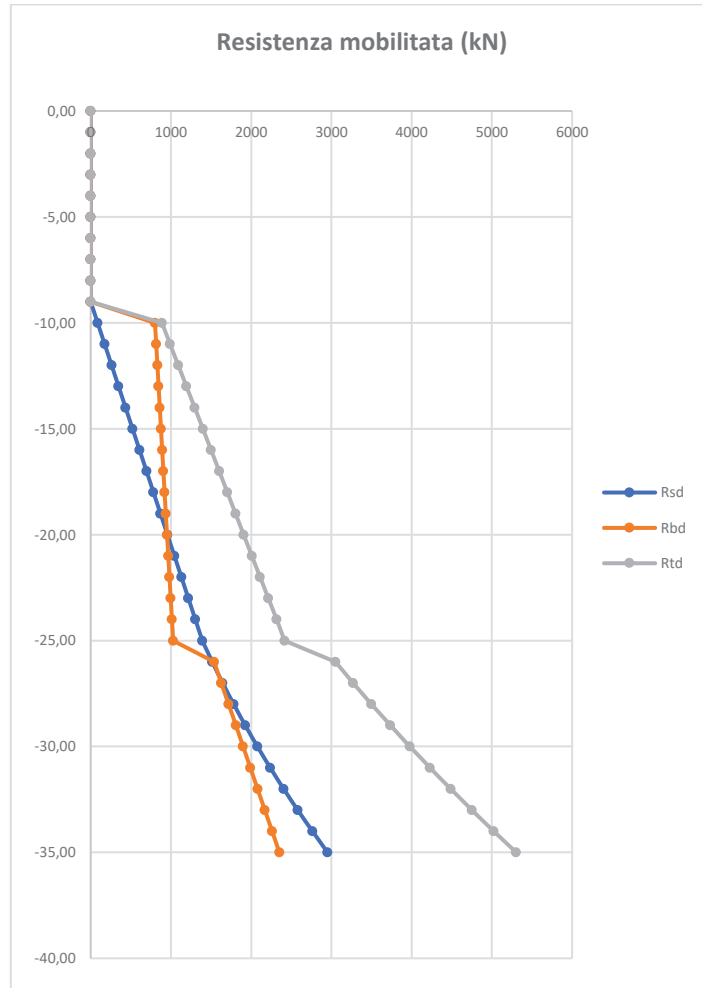


Figura 40- Andamento resistenza mobilitata vs profondità per palo di 1.5m di diametro nel caso di scalzamento

$R_{t,d} = 5303.32 \text{ kN}$	>	1966kN	=	$N_{max,SLU}$	Verifica soddisfatta
--------------------------------	---	--------	---	---------------	----------------------

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	85

Table 12- Calcolo capacità portante per palo di 1.5m di diametro agli SLV ignorando lo scalzamento

VERIFICHE SLV PALO D=1.5 m - senza scalzamento																					
Formazione	General e	Peso di volume	Tensioni verticali / orizzontali			Proprietà materiali	Modello di calcolo						Diametro del palo (m)								
	Profondità assoluta (m)	γ (kN/m ³)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	Valori di progetto						1,5									
						δ, d (°)	Cu, d (kPa)	$\beta - \alpha$	Frizione / adesione (kPa)	correzione Kishida $\phi_c = \phi - 3$	Nq^* secondo Berezantzev et al.	Pressione punta (kPa)	$Al = \pi \cdot D \cdot DL$	$R_s, calc$ (kN)	R_s, k (kN)	R_s, d (kN)	$Ab = \pi \cdot D^A \cdot 2/4$	$Rb, calc$ (kN)	Rb, k (kN)	Rb, d (kN)	Rt, d (kN)
Arg. Lim. Sup.	0,00	19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	360,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,00	0,00	
	-1,00	19,0	19,0	10,0	9,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	379,00	4,71	109,33	66,26	57,62	1,77	669,75	405,91	300,67	358,29
	-2,00	19,0	38,0	20,0	18,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	398,00	4,71	218,65	132,52	115,23	1,77	703,32	426,26	315,75	430,98
	-3,00	19,0	57,0	30,0	27,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	417,00	4,71	327,98	198,78	172,85	1,77	736,90	446,61	330,82	503,67
	-4,00	19,0	76,0	40,0	36,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	436,00	4,71	437,31	265,04	230,47	1,77	770,48	466,95	345,89	576,36
	-5,00	19,0	95,0	50,0	45,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	455,00	4,71	546,64	331,30	288,08	1,77	804,05	487,30	360,97	649,05
	-6,00	19,0	114,0	60,0	54,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	474,00	4,71	655,96	397,55	345,70	1,77	837,63	507,65	376,04	721,74
	-7,00	19,0	133,0	70,0	63,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	493,00	4,71	765,29	463,81	403,32	1,77	871,20	528,00	391,11	794,43
	-8,00	19,0	152,0	80,0	72,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	512,00	4,71	874,62	530,07	460,93	1,77	904,78	548,35	406,19	867,12
-9,00	19,0	171,0	90,0	81,0	0,0	40,00	0,58	23,20	-	-	531,00	4,71	983,95	596,33	518,55	1,77	938,35	568,70	421,26	939,81	
Arg. Lim. Prof.	-10,00	19,0	190,0	100,0	90,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1090,00	4,71	1148,88	696,29	605,47	1,77	1926,19	1167,39	864,73	1470,20
	-11,00	19,0	209,0	110,0	99,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1109,00	4,71	1313,81	796,25	692,39	1,77	1959,76	1187,74	879,80	1572,20
	-12,00	19,0	228,0	120,0	108,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1128,00	4,71	1478,75	896,21	779,31	1,77	1993,34	1208,09	894,88	1674,19
	-13,00	19,0	247,0	130,0	117,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1147,00	4,71	1643,68	996,17	866,24	1,77	2026,92	1228,43	909,95	1776,19
	-14,00	19,0	266,0	140,0	126,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1166,00	4,71	1808,61	1096,13	953,16	1,77	2060,49	1248,78	925,02	1878,18
	-15,00	19,0	285,0	150,0	135,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1185,00	4,71	1973,55	1196,09	1040,08	1,77	2094,07	1269,13	940,10	1980,18
	-16,00	19,0	304,0	160,0	144,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1204,00	4,71	2138,48	1296,05	1127,00	1,77	2127,64	1289,48	955,17	2082,17
	-17,00	19,0	323,0	170,0	153,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1223,00	4,71	2303,42	1396,01	1213,92	1,77	2161,22	1309,83	970,24	2184,17
	-18,00	19,0	342,0	180,0	162,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1242,00	4,71	2468,35	1495,97	1300,84	1,77	2194,80	1330,18	985,32	2286,16
	-19,00	19,0	361,0	190,0	171,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1261,00	4,71	2633,28	1595,93	1387,76	1,77	2228,37	1350,53	1000,39	2388,16
	-20,00	19,0	380,0	200,0	180,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1280,00	4,71	2798,22	1695,89	1474,69	1,77	2261,95	1370,88	1015,46	2490,15
	-21,00	19,0	399,0	210,0	189,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1299,00	4,71	2963,15	1795,85	1561,61	1,77	2295,52	1391,23	1030,54	2592,15
	-22,00	19,0	418,0	220,0	198,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1318,00	4,71	3128,08	1895,81	1648,53	1,77	2329,10	1411,57	1045,61	2694,14
	-23,00	19,0	437,0	230,0	207,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1337,00	4,71	3293,02	1995,77	1735,45	1,77	2362,67	1431,92	1060,68	2796,13
	-24,00	19,0	456,0	240,0	216,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1356,00	4,71	3457,95	2095,73	1822,37	1,77	2396,25	1452,27	1075,76	2898,13
	-25,00	19,0	475,0	250,0	225,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1375,00	4,71	3622,88	2195,69	1909,29	1,77	2429,83	1472,62	1090,83	3000,12
SSR	-26,00	19,5	507,0	260,0	247,0	35,0	-	0,32	76,33	32,0	12	2964,00	4,71	3982,59	2413,69	2098,86	1,77	5237,82	3174,43	2351,33	4450,29
	-27,00	19,5	526,5	270,0	256,5	35,0	-	0,32	79,32	32,0	12	3078,00	4,71	4356,04	2640,24	2295,86	1,77	5439,27	3296,53	2441,87	4737,74
	-28,00	19,5	546,0	280,0	266,0	35,0	-	0,32	82,32	32,0	12	3192,00	4,71	4744,31	2875,34	2500,30	1,77	5640,73	3418,62	2532,31	5032,61
	-29,00	19,5	565,5	290,0	275,5	35,0	-	0,32	85,31	32,0	12	3306,00	4,71	5146,33	3118,99	2712,17	1,77	5842,18	3540,72	2622,75	5334,92
	-30,00	19,5	585,0	300,0	285,0	35,0	-	0,32	88,30	32,0	12	3420,00	4,71	5562,46	3371,19	2931,47	1,77	6043,64	3662,81	2713,19	5644,66

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	86

-31,00	19,5	604,5	310,0	294,5	35,0	-	0,32	91,30	32,0	12	3534,00	4,71	5992,69	3631,94	3158,20	1,77	6245,09	3784,91	2803,63	5961,84
-32,00	19,5	624,0	320,0	304,0	35,0	-	0,32	94,29	32,0	12	3648,00	4,71	6437,03	3901,23	3392,38	1,77	6446,55	3907,00	2894,07	6286,45
-33,00	19,5	643,5	330,0	313,5	35,0	-	0,32	97,29	32,0	12	3762,00	4,71	6895,48	4179,08	3633,98	1,77	6648,00	4029,09	2984,51	6618,49
-34,00	19,5	663,0	340,0	323,0	35,0	-	0,32	100,28	32,0	12	3876,00	4,71	7368,03	4465,47	3883,02	1,77	6849,46	4151,19	3074,95	6957,97
-35,00	19,5	682,5	350,0	332,5	35,0	-	0,32	103,27	32,0	12	3990,00	4,71	7854,69	4760,42	4139,49	1,77	7050,91	4273,28	3165,39	7304,88
-36,00	19,5	702,0	360,0	342,0	35,0	-	0,32	106,27	32,0	12	4104,00	4,71	8355,45	5063,91	4403,40	1,77	7252,37	4395,37	3255,83	7659,23
-37,00	19,5	721,5	370,0	351,5	35,0	-	0,32	109,26	32,0	12	4218,00	4,71	8870,32	5375,95	4674,74	1,77	7453,82	4517,47	3346,27	8021,01
-38,00	19,5	741,0	380,0	361,0	35,0	-	0,32	112,25	32,0	12	4332,00	4,71	9399,29	5696,54	4953,51	1,77	7655,28	4639,56	3436,71	8390,23
-39,00	19,5	760,5	390,0	370,5	35,0	-	0,32	115,25	32,0	12	4446,00	4,71	9942,37	6025,68	5239,72	1,77	7856,73	4761,65	3527,15	8766,88
-40,00	19,5	780,0	400,0	380,0	35,0	-	0,32	118,24	32,0	12	4560,00	4,71	10499,56	6363,37	5533,37	1,77	8058,19	4883,75	3617,59	9150,96
-41,00	19,5	799,5	410,0	389,5	35,0	-	0,32	121,23	32,0	12	4674,00	4,71	11070,86	6709,61	5834,44	1,77	8259,64	5005,84	3708,03	9542,47
-42,00	19,5	819,0	420,0	399,0	35,0	-	0,32	124,23	32,0	12	4788,00	4,71	11656,25	7064,40	6142,95	1,77	8461,09	5127,94	3798,47	9941,42
-43,00	19,5	838,5	430,0	408,5	35,0	-	0,32	127,22	32,0	12	4902,00	4,71	12255,76	7427,73	6458,90	1,77	8662,55	5250,33	3888,91	10347,81
-44,00	19,5	858,0	440,0	418,0	35,0	-	0,32	130,21	32,0	12	5016,00	4,71	12869,37	7799,62	6782,28	1,77	8864,00	5372,12	3979,35	10761,63

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	87

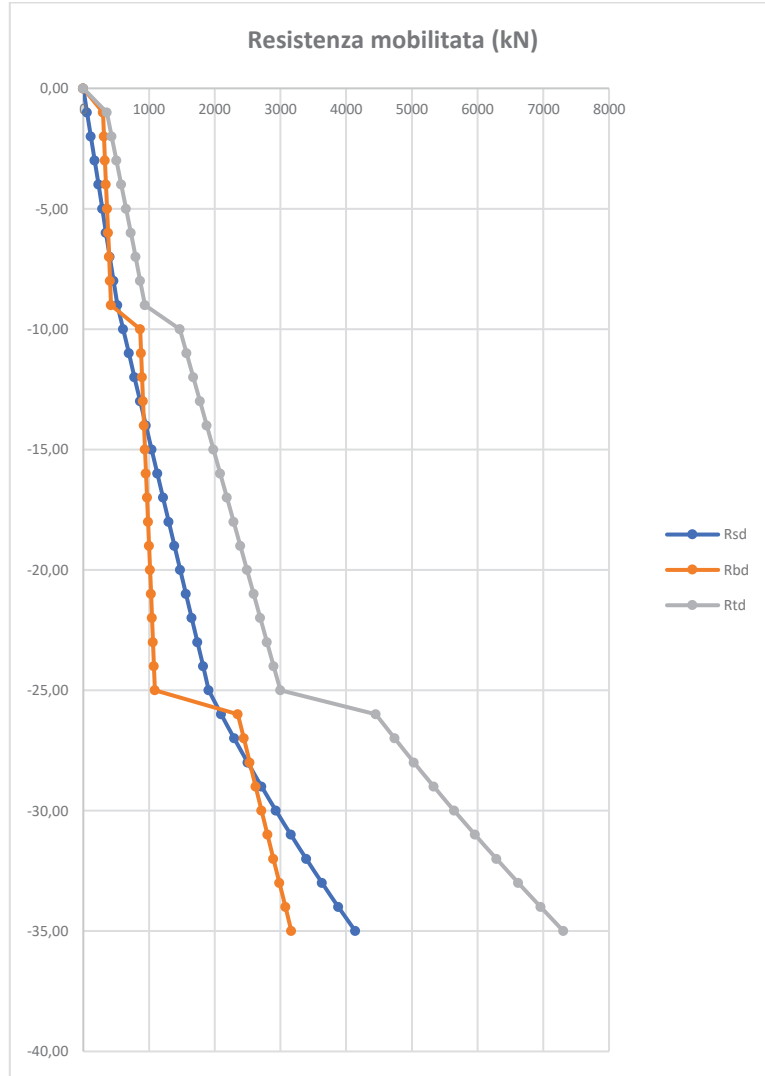


Figura 41- Andamento resistenza mobilitata vs profondità per palo di 1.5m di diametro in assenza di scalzamento

$R_{t,d} = 7304.88 \text{ kN}$	>	1717 kN	=	$N_{\max,SLV}$	Verifica soddisfatta
--------------------------------	---	---------	---	----------------	----------------------

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	88

Table 13- Calcolo capacità portante per palo di 0.92m di diametro agli SLU considerando lo scalzamento massimo

VERIFICHE SLU PALO D=0.92 m - con scalzamento massimo																					
Formazione	Generale	Peso di volume	Tensioni verticali / orizzontali			Proprietà materiali		Modello di calcolo						Diametro del palo equivalente (m)							
	Profondità assoluta (m)	γ (kN/m ³)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	Valori di progetto		Frizione /adesione (kPa)	correzione Kishida $\phi_c = \phi - 3$	Nq* secondo Berezantzev et al.	Pressione punta (kPa)	0,83									
						δ, d (*)	$C_{u,d}$ (kPa)					$\beta - \alpha$	Al= $\pi * D * DL$	$R_{s,calc}$ (kN)	$R_{s,k}$ (kN)	$R_{s,d}$ (kN)	Ab= $\pi * D^A * 2/4$	$R_{b,calc}$ (kN)	$R_{b,k}$ (kN)	$R_{b,d}$ (kN)	$R_{t,d}$ (kN)
Arg. Lim. Sup.	0,00	10,00	0,0	0,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-1,00	10,00	10,0	10,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-2,00	10,00	20,0	20,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-3,00	10,00	30,0	30,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-4,00	10,00	40,0	40,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-5,00	10,00	50,0	50,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-6,00	10,00	60,0	60,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-7,00	10,00	70,0	70,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	-8,00	10,00	80,0	80,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-9,00	10,00	90,0	90,0	0,0	-	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Arg. Lim. Prof.	-10,00	19,0	109,0	100,0	9,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1009,00	2,62	91,60	55,52	48,28	0,55	550,059	333,34	246,92	295,19
	-11,00	19,0	128,0	110,0	18,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1028,00	2,62	183,21	111,03	96,55	0,55	560,3628	339,61	251,57	348,12
	-12,00	19,0	147,0	120,0	27,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1047,00	2,62	274,81	166,55	144,83	0,55	570,7197	345,89	256,22	401,04
	-13,00	19,0	166,0	130,0	36,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1066,00	2,62	366,41	222,07	193,10	0,55	581,0766	352,17	260,86	453,97
	-14,00	19,0	185,0	140,0	45,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1085,00	2,62	458,02	277,59	241,38	0,55	591,4335	358,44	265,51	506,89
	-15,00	19,0	204,0	150,0	54,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1104,00	2,62	549,62	333,10	289,65	0,55	601,7904	364,72	270,16	559,82
	-16,00	19,0	223,0	160,0	63,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1123,00	2,62	641,22	388,62	337,93	0,55	612,1473	371,00	274,81	612,74
	-17,00	19,0	242,0	170,0	72,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1142,00	2,62	732,83	444,14	386,21	0,55	622,5042	377,28	279,46	665,67
	-18,00	19,0	261,0	180,0	81,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1161,00	2,62	824,43	499,65	434,48	0,55	632,8611	383,55	284,11	718,59
	-19,00	19,0	280,0	190,0	90,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1180,00	2,62	916,03	555,17	482,76	0,55	643,218	389,83	288,76	771,52
	-20,00	19,0	299,0	200,0	99,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1199,00	2,62	1007,64	610,69	531,03	0,55	653,5749	396,11	293,41	824,45
	-21,00	19,0	318,0	210,0	108,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1218,00	2,62	1099,24	666,21	579,31	0,55	663,9318	402,38	298,06	877,37
	-22,00	19,0	337,0	220,0	117,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1237,00	2,62	1190,84	721,72	627,59	0,55	674,2887	408,66	302,71	930,30
-23,00	19,0	356,0	230,0	126,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1256,00	2,62	1282,45	777,24	675,86	0,55	684,6456	414,94	307,36	983,22	
-24,00	19,0	375,0	240,0	135,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1275,00	2,62	1374,05	832,76	724,14	0,55	695,0025	421,21	312,01	1036,15	
-25,00	19,0	394,0	250,0	144,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1294,00	2,62	1465,65	888,27	772,41	0,55	705,3594	427,49	316,66	1089,07	
SSR	-26,00	19,5	421,5	260,0	161,5	35,0	-	0,32	49,39	32,0	10	1615,00	2,62	1594,92	966,62	840,54	0,55	880,3365	533,54	395,21	1235,75
	-27,00	19,5	441,0	270,0	171,0	35,0	-	0,32	52,38	32,0	10	1710,00	2,62	1732,02	1049,71	912,79	0,55	932,121	564,92	418,46	1331,25
	-28,00	19,5	460,5	280,0	180,5	35,0	-	0,32	55,38	32,0	10	1805,00	2,62	1876,96	1137,55	989,17	0,55	983,9055	596,31	441,71	1430,88
	-29,00	19,5	480,0	290,0	190,0	35,0	-	0,32	58,37	32,0	10	1900,00	2,62	2029,73	1230,14	1069,69	0,55	1035,69	627,69	464,96	1534,64

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	89

-30,00	19,5	499,5	300,0	199,5	35,0	-	0,32	61,36	32,0	10	1995,00	2,62	2190,33	1327,48	1154,33	0,55	1087,475	659,08	488,20	1642,53
-31,00	19,5	519,0	310,0	209,0	35,0	-	0,32	64,36	32,0	10	2090,00	2,62	2358,77	1429,56	1243,10	0,55	1139,259	690,46	511,45	1754,55
-32,00	19,5	538,5	320,0	218,5	35,0	-	0,32	67,35	32,0	10	2185,00	2,62	2535,05	1536,39	1335,99	0,55	1191,044	721,84	534,70	1870,69
-33,00	19,5	558,0	330,0	228,0	35,0	-	0,32	70,34	32,0	10	2280,00	2,62	2719,16	1647,97	1433,02	0,55	1242,828	753,23	557,95	1990,97
-34,00	19,5	577,5	340,0	237,5	35,0	-	0,32	73,34	32,0	10	2375,00	2,62	2911,10	1764,30	1534,18	0,55	1294,613	784,61	581,20	2115,37
-35,00	19,5	597,0	350,0	247,0	35,0	-	0,32	76,33	32,0	10	2470,00	2,62	3110,88	1885,38	1639,46	0,55	1346,397	816,00	604,44	2243,90
-36,00	19,5	616,5	360,0	256,5	35,0	-	0,32	79,32	32,0	10	2565,00	2,62	3318,49	2011,21	1748,87	0,55	1398,182	847,38	627,69	2376,57
-37,00	19,5	636,0	370,0	266,0	35,0	-	0,32	82,32	32,0	10	2660,00	2,62	3533,94	2141,78	1862,42	0,55	1449,966	878,77	650,94	2513,36
-38,00	19,5	655,5	380,0	275,5	35,0	-	0,32	85,31	32,0	10	2755,00	2,62	3757,22	2277,10	1980,09	0,55	1501,751	910,15	674,19	2654,27
-39,00	19,5	675,0	390,0	285,0	35,0	-	0,32	88,30	32,0	10	2850,00	2,62	3988,33	2417,17	2101,89	0,55	1553,535	941,54	697,43	2799,32
-40,00	19,5	694,5	400,0	294,5	35,0	-	0,32	91,30	32,0	10	2945,00	2,62	4227,28	2561,99	2227,82	0,55	1605,32	972,92	720,68	2948,50
-41,00	19,5	714,0	410,0	304,0	35,0	-	0,32	94,29	32,0	10	3040,00	2,62	4474,06	2711,55	2357,87	0,55	1657,104	1004,31	743,93	3101,80
-42,00	19,5	733,5	420,0	313,5	35,0	-	0,32	97,29	32,0	10	3135,00	2,62	4728,68	2865,87	2492,06	0,55	1708,889	1035,69	767,18	3259,24
-43,00	19,5	753,0	430,0	323,0	35,0	-	0,32	100,28	32,0	10	3230,00	2,62	4991,13	3024,93	2630,37	0,55	1760,673	1067,07	790,43	3420,80
-44,00	19,5	772,5	440,0	332,5	35,0	-	0,32	103,27	32,0	10	3325,00	2,62	5261,42	3188,74	2772,82	0,55	1812,458	1098,46	813,67	3586,49

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	90

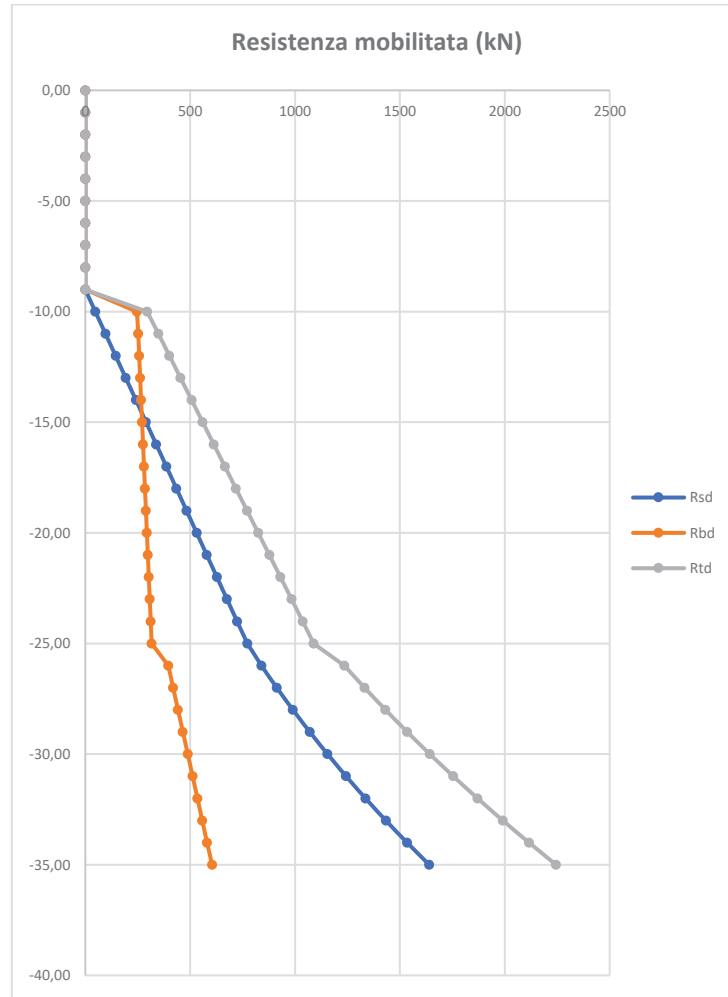


Figura 42- Andamento resistenza mobilitata vs profondità per palo di 0.92m di diametro nel caso di scalzamento

$R_{t,d} = 2243.90 \text{ kN}$	>	1570 kN	=	$N_{\max,SLU}$	Verifica soddisfatta
--------------------------------	---	---------	---	----------------	----------------------

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	91

Table 14 - Calcolo capacità portante per palo di 0.92m di diametro agli SLV ignorando lo scalzamento

VERIFICHE SLU PALO D=0.92 m - senza scalzamento																									
Formazione	General e		Peso di volume			Tensioni verticali / orizzontali			Proprietà materiali			Modello di calcolo						Diametro del palo equivalente (m)							
	Profondità assoluta (m)	γ (kN/m³)	σv (kPa)	u (kPa)	σ'v (kPa)	Valori di progetto						0,83													
						δ,d (°)	Cu,d (kPa)	β - α	Frizione /adesione (kPa)	correzione Kishida φc=φ-3	Nq* secondo Berezantzev et al.	Pressione punta (kPa)	Al=π*D*DL	Rs,calc (kN)	Rs,k (kN)	Rs,d (kN)	Ab=π*D ² /4	Rb,calc (kN)	Rb,k (kN)	Rb,d (kN)	Rt,d (kN)				
Arg. Lim. Sup.	0,00	19,0	0,0	0,0	0,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	360,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00				
	-1,00	19,0	19,0	10,0	9,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	379,00	2,62	60,72	36,80	32,00	0,55	206,59	125,21	92,75	124,75				
	-2,00	19,0	38,0	20,0	18,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	398,00	2,62	121,44	73,60	64,00	0,55	216,95	131,48	97,40	161,40				
	-3,00	19,0	57,0	30,0	27,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	417,00	2,62	182,16	110,40	96,00	0,55	227,31	137,76	102,05	198,05				
	-4,00	19,0	76,0	40,0	36,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	436,00	2,62	242,88	147,20	128,00	0,55	237,66	144,04	106,70	234,69				
	-5,00	19,0	95,0	50,0	45,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	455,00	2,62	303,60	184,00	160,00	0,55	248,02	150,32	111,34	271,34				
	-6,00	19,0	114,0	60,0	54,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	474,00	2,62	364,32	220,80	192,00	0,55	258,38	156,59	115,99	307,99				
	-7,00	19,0	133,0	70,0	63,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	493,00	2,62	425,04	257,60	224,00	0,55	268,73	162,87	120,64	344,64				
	-8,00	19,0	152,0	80,0	72,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	512,00	2,62	485,76	294,40	256,00	0,55	279,09	169,15	125,29	381,29				
-9,00	19,0	171,0	90,0	81,0	-	40,0	0,58	23,20	-	-	531,00	2,62	546,48	331,20	288,00	0,55	289,45	175,42	129,94	417,94					
Arg. Lim. Prof.	-10,00	19,0	190,0	100,0	90,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1090,00	2,62	638,08	386,72	336,28	0,55	594,16	360,10	266,74	603,01				
	-11,00	19,0	209,0	110,0	99,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1109,00	2,62	729,69	442,23	384,55	0,55	604,52	366,37	271,39	655,94				
	-12,00	19,0	228,0	120,0	108,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1128,00	2,62	821,29	497,75	432,83	0,55	614,87	372,65	276,04	708,86				
	-13,00	19,0	247,0	130,0	117,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1147,00	2,62	912,89	553,27	481,10	0,55	625,23	378,93	280,69	761,79				
	-14,00	19,0	266,0	140,0	126,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1166,00	2,62	1004,50	608,79	529,38	0,55	635,59	385,20	285,34	814,71				
	-15,00	19,0	285,0	150,0	135,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1185,00	2,62	1096,10	664,30	577,65	0,55	645,94	391,48	289,99	867,64				
	-16,00	19,0	304,0	160,0	144,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1204,00	2,62	1187,70	719,82	625,93	0,55	656,30	397,76	294,64	920,57				
	-17,00	19,0	323,0	170,0	153,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1223,00	2,62	1279,31	775,34	674,21	0,55	666,66	404,03	299,28	973,49				
	-18,00	19,0	342,0	180,0	162,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1242,00	2,62	1370,91	830,85	722,48	0,55	677,01	410,31	303,93	1026,42				
	-19,00	19,0	361,0	190,0	171,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1261,00	2,62	1462,51	886,37	770,76	0,55	687,37	416,59	308,58	1079,34				
	-20,00	19,0	380,0	200,0	180,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1280,00	2,62	1554,12	941,89	819,03	0,55	697,73	422,87	313,23	1132,27				
	-21,00	19,0	399,0	210,0	189,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1299,00	2,62	1645,72	997,41	867,31	0,55	708,08	429,14	317,88	1185,19				
	-22,00	19,0	418,0	220,0	198,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1318,00	2,62	1737,32	1052,92	915,58	0,55	718,44	435,42	322,53	1238,12				
	-23,00	19,0	437,0	230,0	207,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1337,00	2,62	1828,93	1108,44	963,86	0,55	728,80	441,70	327,18	1291,04				
	-24,00	19,0	456,0	240,0	216,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1356,00	2,62	1920,53	1163,96	1012,14	0,55	739,16	447,97	331,83	1343,97				
	-25,00	19,0	475,0	250,0	225,0	0,0	100,0	0,35	35,00	-	-	1375,00	2,62	2012,13	1219,47	1060,41	0,55	749,51	454,25	336,48	1396,89				
SSR	-26,00	19,5	507,5	260,0	247,0	35,0	-	0,32	76,33	32,0	10	2470,00	2,62	2211,91	1340,55	1165,70	0,55	1346,40	816,00	604,44	1770,14				
	-27,00	19,5	526,5	270,0	256,0	35,0	-	0,32	79,32	32,0	10	2565,00	2,62	2419,52	1466,38	1275,11	0,55	1398,18	847,38	627,69	1902,80				
	-28,00	19,5	546,0	280,0	266,0	35,0	-	0,32	82,32	32,0	10	2660,00	2,62	2634,97	1596,95	1388,65	0,55	1449,97	878,77	650,94	2039,59				
	-29,00	19,5	565,5	290,0	275,0	35,0	-	0,32	85,31	32,0	10	2755,00	2,62	2858,25	1732,27	1506,32	0,55	1501,75	910,15	674,19	2180,51				
	-30,00	19,5	585,0	300,0	285,0	35,0	-	0,32	88,30	32,0	10	2850,00	2,62	3089,36	1872,34	1628,12	0,55	1553,54	941,54	697,43	2325,56				

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	92

-31,00	19,5	604,5	310,0	294,5	35,0	-	0,3 2	91,30	32,0	10	2945,0 0	2,62	3328,31	2017,16	1754,05	0,55	1605,32	972,92	720,68	2474,73
-32,00	19,5	624,0	320,0	304,0	35,0	-	0,3 2	94,29	32,0	10	3040,0 0	2,62	3575,10	2166,72	1884,11	0,55	1657,10	1004,31	743,93	2628,04
-33,00	19,5	643,5	330,0	313,5	35,0	-	0,3 2	97,29	32,0	10	3135,0 0	2,62	3829,71	2321,04	2018,29	0,55	1708,89	1035,69	767,18	2785,47
-34,00	19,5	663,0	340,0	323,0	35,0	-	0,3 2	100,28	32,0	10	3230,0 0	2,62	4092,17	2480,10	2156,61	0,55	1760,67	1067,07	790,43	2947,03
-35,00	19,5	682,5	350,0	332,5	35,0	-	0,3 2	103,27	32,0	10	3325,0 0	2,62	4362,45	2643,91	2299,05	0,55	1812,46	1098,46	813,67	3112,73
-36,00	19,5	702,0	360,0	342,0	35,0	-	0,3 2	106,27	32,0	10	3420,0 0	2,62	4640,57	2812,47	2445,63	0,55	1864,24	1129,84	836,92	3282,55
-37,00	19,5	721,5	370,0	351,5	35,0	-	0,3 2	109,26	32,0	10	3515,0 0	2,62	4926,53	2985,78	2596,33	0,55	1916,03	1161,23	860,17	3456,50
-38,00	19,5	741,0	380,0	361,0	35,0	-	0,3 2	112,25	32,0	10	3610,0 0	2,62	5220,32	3163,83	2751,16	0,55	1967,81	1192,61	883,42	3634,57
-39,00	19,5	760,5	390,0	370,5	35,0	-	0,3 2	115,25	32,0	10	3705,0 0	2,62	5521,94	3346,63	2910,12	0,55	2019,60	1224,00	906,66	3816,78
-40,00	19,5	780,0	400,0	380,0	35,0	-	0,3 2	118,24	32,0	10	3800,0 0	2,62	5831,40	3534,18	3073,20	0,55	2071,38	1255,38	929,91	4003,12
-41,00	19,5	799,5	410,0	389,5	35,0	-	0,3 2	121,23	32,0	10	3895,0 0	2,62	6148,70	3726,48	3240,42	0,55	2123,16	1286,77	953,16	4193,58
-42,00	19,5	819,0	420,0	399,0	35,0	-	0,3 2	124,23	32,0	10	3990,0 0	2,62	6473,82	3923,53	3411,77	0,55	2174,95	1318,15	976,41	4388,17
-43,00	19,5	838,5	430,0	408,5	35,0	-	0,3 2	127,22	32,0	10	4085,0 0	2,62	6806,79	4125,33	3587,24	0,55	2226,73	1349,54	999,66	4586,90
-44,00	19,5	858,0	440,0	418,0	35,0	-	0,3 2	130,21	32,0	10	4180,0 0	2,62	7147,58	4331,87	3766,84	0,55	2278,52	1380,92	1022,90	4789,75

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	93

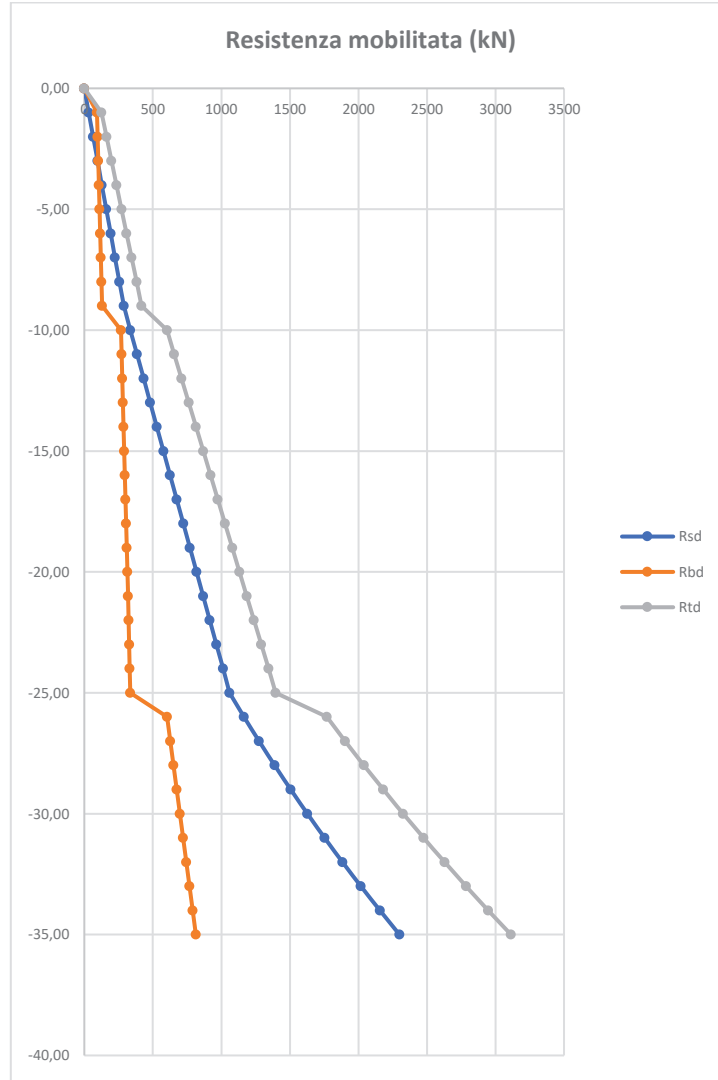


Figura 43 - Andamento resistenza mobilata vs profondità per palo di 0.92m di diametro in assenza di scalzamento

$R_{t,d} = 3112.73 \text{ kN}$	>	1489 kN	=	$N_{\max,SLV}$	Verifica soddisfatta
--------------------------------	---	---------	---	----------------	----------------------

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	94

7.3 VERIFICA GEOTECNICA GLOBALE

Per il calcolo della stabilità globale della fondazione a pozzo si verifica che le pressioni orizzontali trasferite dalla fondazione al terreno siano sempre inferiori alle pressioni limite calcolate come:

$$\sigma_{orizzontale_limite} = \sigma_v + 2 * C_u \quad \text{per terreni coesivi}$$

$$\sigma_{orizzontale_limite} = (K_p - K_a) * \sigma'_v \quad \text{per terreni non coesivi}$$

La valutazione della sicurezza è stata svolta secondo l'approccio 1, combinazione 2, previsto dalla normativa di riferimento: A2+M2+R2.

In particolare, con riferimento alla condizione di carico più gravosa viene analizzato il pozzo, abbattendo i parametri di resistenza secondo i fattori di normativa.

Di seguito si riportano gli andamenti delle pressioni orizzontali massime comparate con i valori limite, sia allo SLU che allo SLV per la configurazione longitudinale e trasversale:

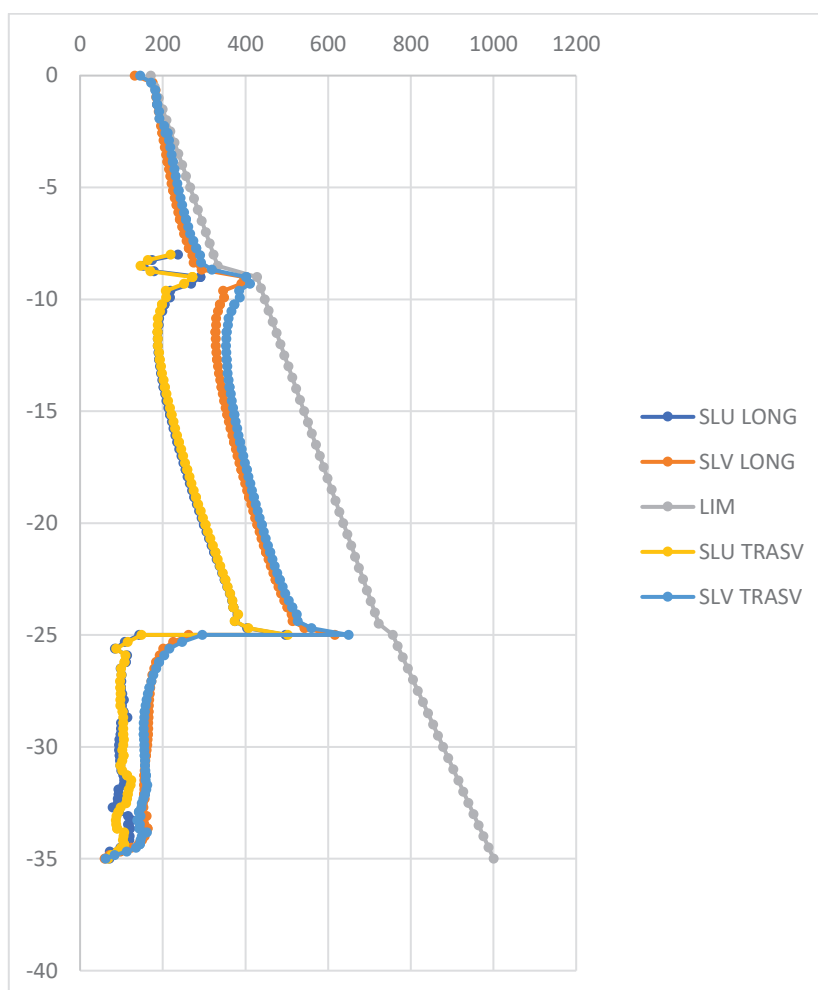


Figura 44 – Comparazione pressioni orizzontali agli SLU e SLV con valori limite

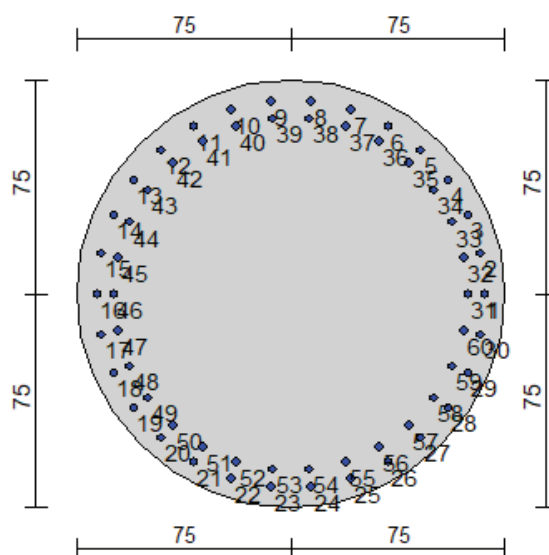
Anche per questa analisi SLU GEO, si osserva che le pressioni orizzontali non eccedono mai il valore limite.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	95

8. VERIFICHE STRUTTURALI SUI SINGOLI PALI

8.1 PALI 1.5 M DI DIAMETRO

Le verifiche strutturali dei pali di 1500mm di diametro sono state effettuate sia agli stati limite ultimi (Pressoflessione e taglio) che agli stati limite di esercizio (fessurazione). Per i pali D=1500 mm si prevede un'armatura costituita da 30+30 Ø26 più staffe Ø12/15 cm.



- **VERIFICHE SLU/SLV**

PRESSOFLESSIONE

Si riporta la verifica a pressoflessione con il dominio di resistenza:

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M_{xu} , M_{yu} e N_u proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M_{xu} , M_{yu} assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con N_u costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU/SLV (verifica Ok per $S_d/S_u < 1$)

Cmb	N	Mx	t.v.	Nu	Mxu	ε_{cls}	$\varepsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m		kN	kN m	%	%		
1-SLU	1965.9	2226.7	P	7275.2	8240.0	0.350	0.387	0.270	Ok
			M	32648.6	2225.0	0.308	0.068	0.060	Ok
			N	1965.9	7212.5	0.350	0.659	0.310	Ok
2-SLU	1117.2	107.1	P	31077.8	2978.1	0.332	0.039	0.040	Ok

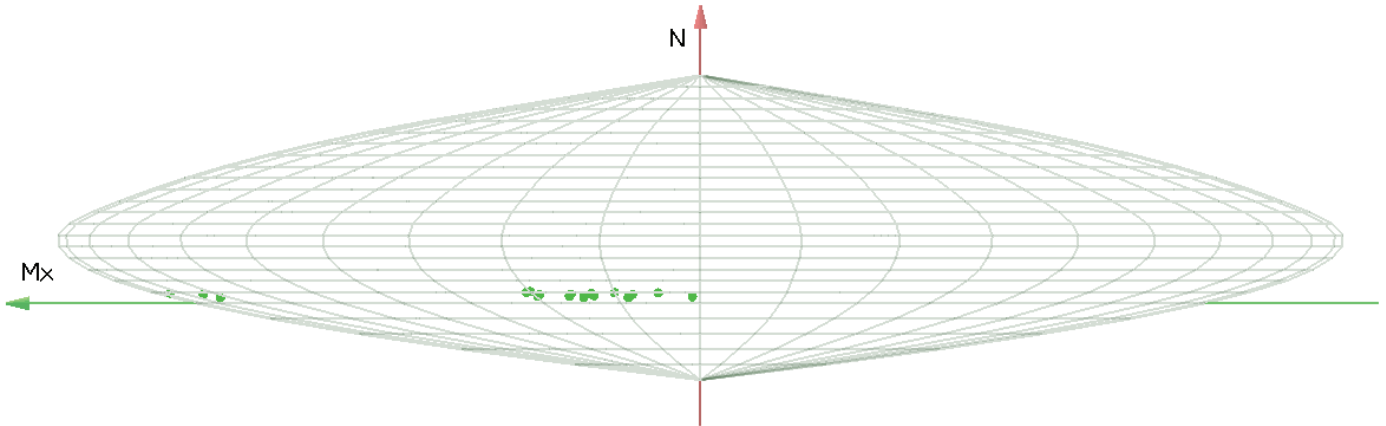
MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	96

			M	37041.7	105.7	0.212	0.185	0.030	Ok
			N	1117.2	6960.8	0.350	0.723	0.020	Ok
3-SLU	1795.1	2277.5	P	6420.5	8145.6	0.350	0.419	0.280	Ok
			M	32542.6	2275.8	0.310	0.066	0.060	Ok
			N	1795.1	7167.3	0.350	0.671	0.320	Ok
4-SLU	1742.3	552.3	P	20918.8	6631.3	0.350	0.098	0.080	Ok
			M	36130.4	551.0	0.239	0.153	0.050	Ok
			N	1742.3	7153.2	0.350	0.674	0.080	Ok
5-SLU	1009.5	945.7	P	8937.0	8372.2	0.350	0.330	0.110	Ok
			M	35314.5	944.1	0.258	0.129	0.030	Ok
			N	1009.5	6925.4	0.350	0.732	0.140	Ok
6-SLU	1466.0	889.8	P	13508.5	8199.5	0.350	0.217	0.110	Ok
			M	35430.2	888.4	0.256	0.132	0.040	Ok
			N	1466.0	7074.5	0.350	0.694	0.130	Ok
7-SLU	1791.3	1125.1	P	13134.9	8249.5	0.350	0.224	0.140	Ok
			M	34942.0	1123.4	0.266	0.119	0.050	Ok
			N	1791.3	7166.3	0.350	0.671	0.160	Ok
8-SLU	1262.3	1390.0	P	7502.8	8261.9	0.350	0.379	0.170	Ok
			M	34390.7	1388.5	0.277	0.106	0.040	Ok
			N	1262.3	7008.3	0.350	0.711	0.200	Ok
9-SLU	1647.4	1427.5	P	9688.7	8395.4	0.350	0.308	0.170	Ok
			M	34312.7	1426.0	0.279	0.104	0.050	Ok
			N	1647.4	7127.9	0.350	0.681	0.200	Ok
10-SLV	1489.6	1696.3	P	7232.4	8235.9	0.350	0.388	0.210	Ok
			M	33753.6	1694.6	0.289	0.091	0.040	Ok
			N	1489.6	7082.2	0.350	0.692	0.240	Ok
11-SLV	1194.4	1714.6	P	5581.3	8011.6	0.350	0.456	0.210	Ok
			M	33715.4	1712.9	0.290	0.091	0.040	Ok
			N	1194.4	6986.1	0.350	0.717	0.250	Ok
12-SLV	1487.3	6501.7	P	1629.4	7123.1	0.350	0.682	0.910	Ok
			M	21408.5	6502.4	0.350	0.091	0.070	Ok
			N	1487.3	7081.4	0.350	0.693	0.920	Ok
13-SLV	1259.9	1525.7	P	6762.5	8189.0	0.350	0.406	0.190	Ok
			M	34109.0	1523.9	0.283	0.099	0.040	Ok
			N	1259.9	7007.6	0.350	0.711	0.220	Ok
14-SLV	997.9	1525.2	P	5198.5	7945.7	0.350	0.474	0.190	Ok
			M	34109.9	1523.4	0.283	0.099	0.030	Ok
			N	997.9	6921.5	0.350	0.733	0.220	Ok
15-SLV	958.1	6277.3	P	1059.5	6941.8	0.350	0.728	0.900	Ok
			M	22218.7	6277.9	0.350	0.080	0.040	Ok
			N	958.1	6908.4	0.350	0.737	0.910	Ok
16-SLV	1454.3	2101.3	P	5540.1	8004.6	0.350	0.458	0.260	Ok
			M	32909.7	2099.7	0.304	0.074	0.040	Ok
			N	1454.3	7070.8	0.350	0.695	0.300	Ok
17-SLV	1189.4	2125.1	P	4363.4	7796.3	0.350	0.514	0.270	Ok
			M	32860.1	2123.5	0.305	0.073	0.040	Ok
			N	1189.4	6984.5	0.350	0.717	0.300	Ok
18-SLV	1717.5	6937.6	P	1772.9	7161.4	0.350	0.672	0.970	Ok
			M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
			N	1717.5	7146.6	0.350	0.676	0.970	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	t.v.	Nu	Mxu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m		kN	kN m	%	%		
18	1717.5	6937.6	P	1772.9	7161.4	0.350	0.672	0.970	Ok
12	1487.3	6501.7	M	21408.5	6502.4	0.350	0.091	0.070	Ok
18	1717.5	6937.6	N	1717.5	7146.6	0.350	0.676	0.970	Ok

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	97



La verifica a pressoflessione risulta essere soddisfatta per i pali di 1500 mm di diametro.

TAGLIO

Si riporta la verifica a taglio per le combinazioni agli SLU/SLV.

Verifiche taglio-torsione

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.5$ (per verif. V_x)

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.5$ (per verif. V_y)

Staffe = $\varnothing 12 / 15.0$, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V_x, V_y, T, N sollecitazioni ($F = \text{kN}$ e $M = \text{kN m}$)

$VR_{sdx}, VR_{sdy}, TR_{sd}$, resistenze acciaio

$VR_{cdx}, VR_{cdy}, TR_{cd}$, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU/SLV

Cmb	V_x	V_y	T	N	α_c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VR_{sdx}	VR_{sdy}	TR_{sd}	V_x/VR_{sdx}	V_y/VR_{sdy}	T/TR_{sd}	Verif acc	
	VR_{cdx}	VR_{cdy}	TR_{cd}	V_x/VR_{cdx}	V_y/VR_{cdy}	T/TR_{cd}	Verif cls	
1 SLU	360.17	0.00	0.00	1965.93	1.079	2.50	0.2145	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2145	0.0000	0.0000	0.2145	
	4035.80	4035.80	1793.33	0.0892	0.0000	0.0000	0.0892	
2 SLU	20.20	0.00	0.00	1117.17	1.045	2.50	0.0120	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0120	0.0000	0.0000	0.0120	
	3907.70	3907.70	1793.33	0.0052	0.0000	0.0000	0.0052	
3 SLU	363.64	0.00	0.00	1795.14	1.072	2.50	0.2165	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2165	0.0000	0.0000	0.2165	
	4010.02	4010.02	1793.33	0.0907	0.0000	0.0000	0.0907	
4 SLU	76.05	0.00	0.00	1742.30	1.070	2.50	0.0453	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0453	0.0000	0.0000	0.0453	
	4002.05	4002.05	1793.33	0.0190	0.0000	0.0000	0.0190	
5 SLU	142.47	0.00	0.00	1009.46	1.041	2.50	0.0848	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0848	0.0000	0.0000	0.0848	
	3891.44	3891.44	1793.33	0.0366	0.0000	0.0000	0.0366	
6 SLU	135.02	0.00	0.00	1465.99	1.059	2.50	0.0804	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.0804	0.0000	0.0000	0.0804	
	3960.35	3960.35	1793.33	0.0341	0.0000	0.0000	0.0341	
7 SLU	170.65	0.00	0.00	1791.33	1.072	2.50	0.1016	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1016	0.0000	0.0000	0.1016	

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	98

	4009.45	4009.45	1793.33	0.0426	0.0000	0.0000	0.0426	
8 SLU	210.54	0.00	0.00	1262.29	1.051	2.50	0.1254	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1254	0.0000	0.0000	0.1254	
	3929.60	3929.60	1793.33	0.0536	0.0000	0.0000	0.0536	
9 SLU	221.87	0.00	0.00	1647.40	1.066	2.50	0.1321	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1321	0.0000	0.0000	0.1321	
	3987.73	3987.73	1793.33	0.0556	0.0000	0.0000	0.0556	
10 SLV	421.76	0.00	0.00	1489.64	1.060	2.50	0.2511	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2511	0.0000	0.0000	0.2511	
	3963.92	3963.92	1793.33	0.1064	0.0000	0.0000	0.1064	
11 SLV	425.25	0.00	0.00	1194.44	1.048	2.50	0.2532	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2532	0.0000	0.0000	0.2532	
	3919.36	3919.36	1793.33	0.1085	0.0000	0.0000	0.1085	
12 SLV	1509.34	0.00	0.00	1487.26	1.060	2.50	0.8987	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.8987	0.0000	0.0000	0.8987	
	3963.56	3963.56	1793.33	0.3808	0.0000	0.0000	0.3808	
13 SLV	339.36	0.00	0.00	1259.93	1.051	2.50	0.2021	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2021	0.0000	0.0000	0.2021	
	3929.25	3929.25	1793.33	0.0864	0.0000	0.0000	0.0864	
14 SLV	334.91	0.00	0.00	997.89	1.040	2.50	0.1994	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.1994	0.0000	0.0000	0.1994	
	3889.70	3889.70	1793.33	0.0861	0.0000	0.0000	0.0861	
15 SLV	1290.10	0.00	0.00	958.06	1.039	2.50	0.7681	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7681	0.0000	0.0000	0.7681	
	3883.69	3883.69	1793.33	0.3322	0.0000	0.0000	0.3322	
16 SLV	414.88	0.00	0.00	1454.34	1.059	2.50	0.2470	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2470	0.0000	0.0000	0.2470	
	3958.59	3958.59	1793.33	0.1048	0.0000	0.0000	0.1048	
17 SLV	424.15	0.00	0.00	1189.37	1.048	2.50	0.2525	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2525	0.0000	0.0000	0.2525	
	3918.60	3918.60	1793.33	0.1082	0.0000	0.0000	0.1082	
18 SLV	1421.37	0.00	0.00	1717.49	1.069	2.50	0.8463	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.8463	0.0000	0.0000	0.8463	
	3998.30	3998.30	1793.33	0.3555	0.0000	0.0000	0.3555	

- VERIFICHE SLE**

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (+) = compressione, (-) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 14940.0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000.0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
19	799.3	1445.1	2711.3	0.18	37268.6	0.07	Ok
20	34.3	1301.9	657.1	0.04	9746.4	0.02	Ok
21	52.2	1332.0	709.3	0.05	10473.6	0.02	Ok
22	615.2	1428.5	2127.3	0.14	29574.5	0.04	Ok
28	242.1	1310.9	1111.0	0.07	15891.9	0.00	Ok
29	135.7	1178.6	821.5	0.05	11888.6	0.01	Ok
30	131.5	1154.4	801.5	0.05	11602.5	0.01	Ok
31	269.7	1284.9	1159.1	0.08	16525.3	0.00	Ok
37	346.3	1325.7	1350.5	0.09	19136.2	0.00	Ok
38	729.1	1283.4	2469.8	0.17	33908.4	0.07	Ok
39	727.3	1255.5	2461.6	0.16	33765.8	0.07	Ok
40	318.9	1332.4	1288.9	0.09	18311.2	0.00	Ok

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	99

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $WkL = 0.20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN	mm		
23	239.5	1411.6	0.00	0.00	Ok
24	25.2	1304.3	0.00	0.00	Ok
25	44.1	1327.7	0.00	0.00	Ok
26	457.3	1399.2	0.00	0.00	Ok
32	253.6	1286.5	0.00	0.00	Ok
33	53.6	1187.1	0.00	0.00	Ok
34	53.1	1169.3	0.00	0.00	Ok
35	272.2	1268.0	0.00	0.00	Ok
41	337.3	1296.8	0.00	0.00	Ok
42	621.6	1265.5	0.00	0.00	Ok
43	619.4	1244.0	0.00	0.00	Ok
44	318.9	1300.8	0.00	0.00	Ok

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 11205.0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

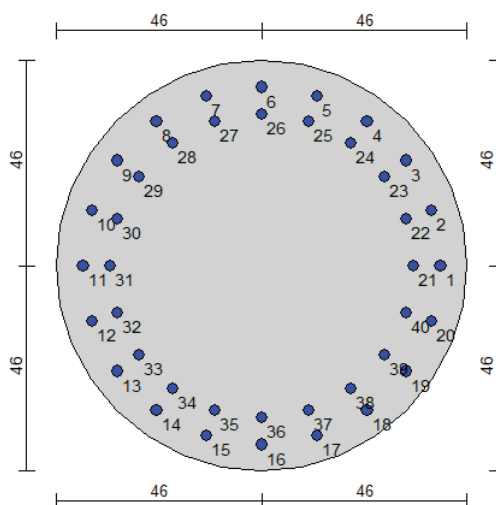
Fessure: $WkL = 0.20$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN	kN/mq		mm		
27	69.4	1314.4	738.6	0.07	0.00	0.00	Ok
36	305.7	1209.3	1207.7	0.11	0.00	0.00	Ok
45	292.1	1216.5	1179.1	0.11	0.00	0.00	Ok

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 06 03			PROGR 006

8.2 PALI 0.92 M DI DIAMETRO

Le verifiche strutturali dei pali di 920mm di diametro sono state effettuate sia agli stati limite ultimi (Pressoflessione e taglio) che agli stati limite di esercizio (fessurazione). Per i pali D=920 mm si prevede un'armatura costituita da 20+20 Ø26 più staffe Ø12/20 cm.



• VERIFICHE SLU/SLV

PRESSOFLESSIONE

Si riporta la verifica a pressoflessione con il dominio di resistenza:

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

Verifiche SLU/SLV (verifica Ok per Sd/Su < 1)

Cmb n.	N daN	Mx daN cm	t.v.	Nu daN	Mxu daN cm	ε cls %	ε acciaio %	Sd/Su	Ver
1-SLU	71795	3198413	P	562216	25046170	0.350	0.214	0.130	Ok
			M	1650767	3193841	0.261	0.128	0.040	Ok
			N	71795	24519250	0.350	0.511	0.130	Ok
2-SLU	72219	583755	P	1369951	11073480	0.350	0.018	0.050	Ok
			M	1743677	579649	0.216	0.181	0.040	Ok
			N	72218	24523880	0.350	0.510	0.020	Ok
3-SLU	64046	3402627	P	485038	25769080	0.350	0.242	0.130	Ok
			M	1643400	3397799	0.264	0.125	0.040	Ok
			N	64045	24417960	0.350	0.519	0.140	Ok
4-SLU	156987	5759459	P	652864	23952030	0.350	0.183	0.240	Ok
			M	1559769	5754192	0.295	0.087	0.100	Ok
			N	156987	25366420	0.350	0.435	0.230	Ok
5-SLU	88031	922173	P	1275366	13360190	0.350	0.006	0.070	Ok
			M	1731933	918205	0.223	0.173	0.050	Ok
			N	88031	24726830	0.350	0.494	0.040	Ok

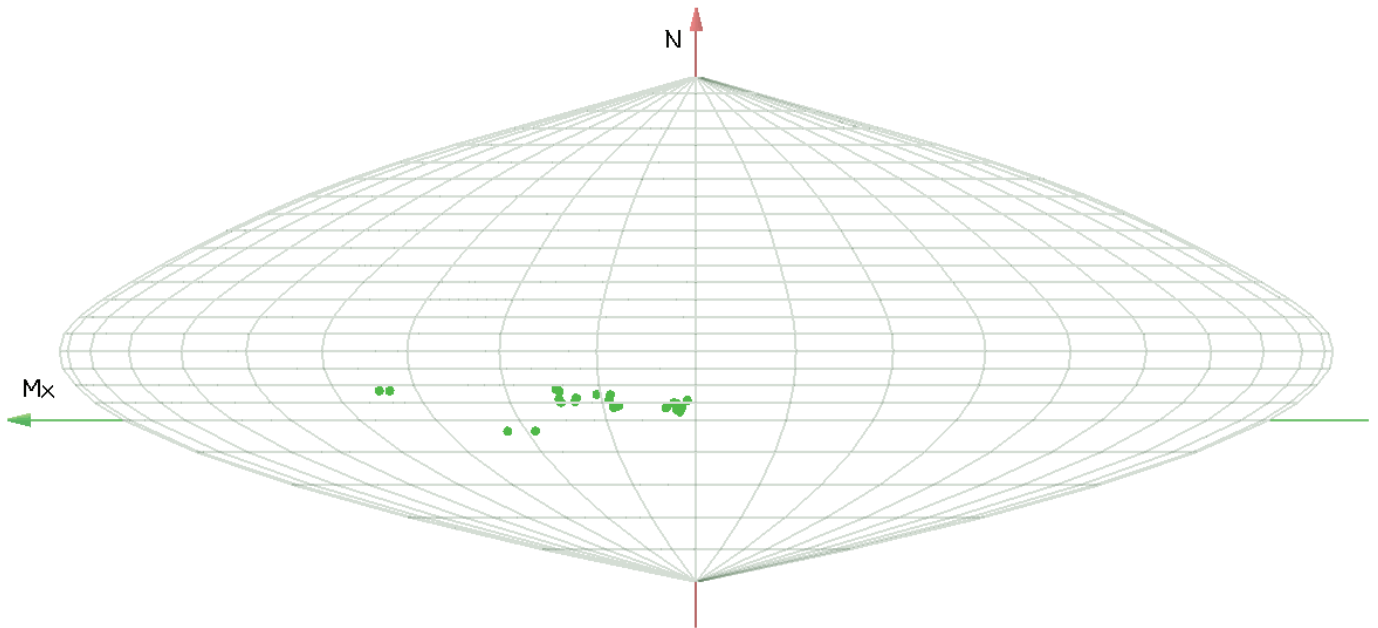
MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	101

6-SLU	146947	5640380	P	631303	24231870	0.350	0.190	0.230	Ok
			M	1563884	5635333	0.294	0.089	0.090	Ok
			N	146946	25295150	0.350	0.442	0.220	Ok
7-SLU	100416	376122	P	1556924	5831692	0.296	0.086	0.060	Ok
			M	1750903	371433	0.212	0.185	0.060	Ok
			N	100415	24883810	0.350	0.481	0.020	Ok
8-SLU	62838	1237900	P	974508	19197580	0.350	0.087	0.060	Ok
			M	1720812	1233677	0.229	0.166	0.040	Ok
			N	62837	24402250	0.350	0.520	0.050	Ok
9-SLU	82101	798620	P	1304087	12685170	0.350	0.001	0.060	Ok
			M	1736245	793901	0.221	0.176	0.050	Ok
			N	82101	24651040	0.350	0.500	0.030	Ok
10-SLU	128415	3530697	P	797951	21939190	0.350	0.138	0.160	Ok
			M	1638841	3525768	0.265	0.123	0.080	Ok
			N	128414	25156550	0.350	0.457	0.140	Ok
11-SLU	102980	3570213	P	680360	23587430	0.350	0.175	0.150	Ok
			M	1637434	3565262	0.266	0.122	0.060	Ok
			N	102989	24911650	0.350	0.479	0.140	Ok
12-SLU	130547	4090844	P	730990	22906430	0.350	0.159	0.180	Ok
			M	1618900	4085975	0.273	0.113	0.080	Ok
			N	130546	25176860	0.350	0.455	0.160	Ok
13-SLV	56994	622923	P	1258302	13752840	0.350	0.011	0.050	Ok
			M	1742323	618684	0.217	0.180	0.030	Ok
			N	56992	24326040	0.350	0.527	0.030	Ok
14-SLV	41526	677025	P	1073303	17498910	0.350	0.060	0.040	Ok
			M	1740452	672619	0.218	0.178	0.020	Ok
			N	41524	24122830	0.350	0.543	0.030	Ok
15-SLV	-58342	7753109	P	-156267	20766410	0.350	0.801	0.370	Ok
			M	-623313	7753264	0.350	2.405	0.090	Ok
			N	-58342	22731770	0.350	0.654	0.340	Ok
16-SLV	111068	4936619	P	563242	25034240	0.350	0.213	0.200	Ok
			M	1588816	4932567	0.285	0.100	0.070	Ok
			N	111068	24989980	0.350	0.472	0.200	Ok
17-SLV	94707	4990511	P	488513	25741810	0.350	0.241	0.190	Ok
			M	1586765	4990348	0.286	0.099	0.060	Ok
			N	94707	24811680	0.350	0.487	0.200	Ok
18-SLV	148736	12606320	P	308679	26162490	0.350	0.330	0.480	Ok
			M	1307596	12601480	0.350	0.002	0.110	Ok
			N	148736	25307710	0.350	0.441	0.500	Ok
19-SLV	67520	730031	P	1262693	13652410	0.350	0.010	0.050	Ok
			M	1738618	725479	0.219	0.177	0.040	Ok
			N	67518	24463060	0.350	0.515	0.030	Ok
20-SLV	52150	790248	P	1110298	16824770	0.350	0.050	0.050	Ok
			M	1736534	785549	0.220	0.176	0.030	Ok
			N	52148	24262630	0.350	0.532	0.030	Ok
21-SLV	-58046	6613054	P	-178137	20294770	0.350	0.836	0.330	Ok
			M	-655747	6630039	0.350	2.652	0.090	Ok
			N	-58046	22736260	0.350	0.654	0.290	Ok
22-SLV	105966	5638308	P	484397	25774110	0.350	0.243	0.220	Ok
			M	1563957	5633266	0.294	0.089	0.070	Ok
			N	105965	24940560	0.350	0.476	0.230	Ok
23-SLV	90070	5558678	P	422097	26049770	0.350	0.270	0.210	Ok
			M	1566774	5553820	0.293	0.090	0.060	Ok
			N	90070	24752800	0.350	0.492	0.220	Ok
24-SLV	148912	13038700	P	298506	26137120	0.350	0.336	0.500	Ok
			M	1289435	13031730	0.350	0.003	0.120	Ok
			N	148912	25308940	0.350	0.441	0.520	Ok

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	102

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	t.v.	Nu	Mxu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	daN	daN cm		daN	daN cm	%	%		
24	148912	13038700	P	298506	26137120	0.350	0.336	0.500	Ok
24	148912	13038700	M	1289435	13031730	0.350	0.003	0.120	Ok
24	148912	13038700	N	148912	25308940	0.350	0.441	0.520	Ok



La verifica a pressoflessione risulta essere soddisfatta per i pali di 920mm di diametro.

TAGLIO

Si riporta il calcolo del taglio resistente confrontato con il taglio massimo ottenuto agli SLU/SLV

Verifiche taglio-torsione

Base $B_w = 82.0$, altezza $H = 82.0$, altezza $d = 73.5$ (per verif. V_x)

Base $B_w = 82.0$, altezza $H = 82.0$, altezza $d = 73.5$ (per verif. V_y)

Staffe = $\emptyset 12 / 20.0$, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V_x , V_y , T, N sollecitazioni (F = daN e M = daN cm)

VR_{sdx} , VR_{sdy} , TR_{sd} , resistenze acciaio

VR_{cdx} , VR_{cdy} , TR_{cd} , resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	V_x	V_y	T	N	α_c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VR_{sdx}	VR_{sdy}	TR_{sd}	V_x/VR_{sdx}	V_y/VR_{sdy}	T/TR_{sd}	Verif acc	
	VR_{cdx}	VR_{cdy}	TR_{cd}	V_x/VR_{cdx}	V_y/VR_{cdy}	T/TR_{cd}	Verif cls	
1 SLU	5635	0	0	71795	1.077	2.50	0.0770	Ok
	73187	73187	4110470	0.0770	0.0000	0.0000	0.0770	
	142125	142125	4137702	0.0397	0.0000	0.0000	0.0397	
2 SLU	1837	0	0	72219	1.077	2.50	0.0251	Ok

LINEA PESCARA – BARI

**RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA**

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	103

	73188	73188	4110470	0.0251	0.0000	0.0000	0.0251	
	142186	142186	4137702	0.0129	0.0000	0.0000	0.0129	
3 SLU	5962	0	0	64046	1.069	2.50	0.0815	Ok
	73188	73188	4110470	0.0815	0.0000	0.0000	0.0815	
	141029	141029	4137702	0.0423	0.0000	0.0000	0.0423	
4 SLU	10661	0	0	156987	1.168	2.50	0.1457	Ok
	73187	73187	4110470	0.1457	0.0000	0.0000	0.1457	
	154186	154186	4137702	0.0691	0.0000	0.0000	0.0691	
5 SLU	1746	0	0	88031	1.094	2.50	0.0239	Ok
	73188	73188	4110470	0.0239	0.0000	0.0000	0.0239	
	144425	144425	4137702	0.0121	0.0000	0.0000	0.0121	
6 SLU	10291	0	0	146947	1.158	2.50	0.1406	Ok
	73188	73188	4110470	0.1406	0.0000	0.0000	0.1406	
	152767	152767	4137702	0.0674	0.0000	0.0000	0.0674	
7 SLU	1715	0	0	100416	1.108	2.50	0.0234	Ok
	73188	73188	4110470	0.0234	0.0000	0.0000	0.0234	
	146178	146178	4137702	0.0117	0.0000	0.0000	0.0117	
8 SLU	2365	0	0	62838	1.067	2.50	0.0323	Ok
	73188	73188	4110470	0.0323	0.0000	0.0000	0.0323	
	140858	140858	4137702	0.0168	0.0000	0.0000	0.0168	
9 SLU	2212	0	0	82101	1.088	2.50	0.0302	Ok
	73188	73188	4110470	0.0302	0.0000	0.0000	0.0302	
	143585	143585	4137702	0.0154	0.0000	0.0000	0.0154	
10 SLU	6351	0	0	128415	1.138	2.50	0.0868	Ok
	73188	73188	4110470	0.0868	0.0000	0.0000	0.0868	
	150143	150143	4137702	0.0423	0.0000	0.0000	0.0423	
11 SLU	6303	0	0	102980	1.110	2.50	0.0861	Ok
	73188	73188	4110470	0.0861	0.0000	0.0000	0.0861	
	146541	146541	4137702	0.0430	0.0000	0.0000	0.0430	
12 SLU	7423	0	0	130547	1.140	2.50	0.1014	Ok
	73188	73188	4110470	0.1014	0.0000	0.0000	0.1014	
	150445	150445	4137702	0.0493	0.0000	0.0000	0.0493	
13 SLV	2719	0	0	56994	1.061	2.50	0.0371	Ok
	73188	73188	4110470	0.0371	0.0000	0.0000	0.0371	
	140030	140030	4137702	0.0194	0.0000	0.0000	0.0194	
14 SLV	3088	0	0	41526	1.045	2.50	0.0422	Ok
	73188	73188	4110470	0.0422	0.0000	0.0000	0.0422	
	137840	137840	4137702	0.0224	0.0000	0.0000	0.0224	
15 SLV	20213	0	0	-58342	1.000	2.50	0.2762	Ok
	73188	73188	4110470	0.2762	0.0000	0.0000	0.2762	
	131960	131960	4137702	0.1532	0.0000	0.0000	0.1532	
16 SLV	15219	0	0	111068	1.119	2.50	0.2079	Ok
	73188	73188	4110470	0.2079	0.0000	0.0000	0.2079	
	147687	147687	4137702	0.1030	0.0000	0.0000	0.1030	
17 SLV	15702	0	0	94707	1.102	2.50	0.2145	Ok
	73188	73188	4110470	0.2145	0.0000	0.0000	0.2145	
	145370	145370	4137702	0.1080	0.0000	0.0000	0.1080	
18 SLV	36276	0	0	148736	1.160	2.50	0.4957	Ok
	73188	73188	4110470	0.4957	0.0000	0.0000	0.4957	
	153020	153020	4137702	0.2371	0.0000	0.0000	0.2371	
19 SLV	3050	0	0	67520	1.072	2.50	0.0417	Ok
	73188	73188	4110470	0.0417	0.0000	0.0000	0.0417	
	141520	141520	4137702	0.0216	0.0000	0.0000	0.0216	
20 SLV	3421	0	0	52150	1.056	2.50	0.0467	Ok
	73188	73188	4110470	0.0467	0.0000	0.0000	0.0467	
	139344	139344	4137702	0.0245	0.0000	0.0000	0.0245	
21 SLV	13967	0	0	-58046	1.000	2.50	0.1908	Ok
	73188	73188	4110470	0.1908	0.0000	0.0000	0.1908	
	131960	131960	4137702	0.1058	0.0000	0.0000	0.1058	
22 SLV	15978	0	0	105966	1.114	2.50	0.2183	Ok

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	104

	73188	73188	4110470	0.2183	0.0000	0.0000	0.2183	
	146964	146964	4137702	0.1087	0.0000	0.0000	0.1087	
23 SLV	16043	0	0	90070	1.097	2.50	0.2192	Ok
	73188	73188	4110470	0.2192	0.0000	0.0000	0.2192	
	144713	144713	4137702	0.1109	0.0000	0.0000	0.1109	
24 SLV	34498	0	0	148912	1.160	2.50	0.4714	Ok
	73188	73188	4110470	0.4714	0.0000	0.0000	0.4714	
	153045	153045	4137702	0.2254	0.0000	0.0000	0.2254	

- **VERIFICHE SLE**

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (+) = compressione, (-) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 149 \text{ daN/cm}^2$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 3600 \text{ daN/cm}^2$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)

Cmb	Mx	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	daN cm	daN	daN/cm ²		daN/cm ²		
25	982419	67792	15	0.10	208	0.00	Ok
26	2244606	72225	28	0.19	375	0.06	Ok
27	2309920	71680	29	0.19	384	0.06	Ok
28	1294361	70996	18	0.12	249	0.01	Ok
34	3533512	97240	43	0.29	576	0.10	Ok
35	2323492	79207	29	0.19	393	0.05	Ok
36	2252187	82732	29	0.19	386	0.05	Ok
37	3243871	92813	40	0.27	532	0.09	Ok
43	2822057	84172	35	0.23	466	0.08	Ok
44	2185734	70732	27	0.18	366	0.05	Ok
45	2182527	69550	27	0.18	364	0.05	Ok
46	2839907	80887	35	0.23	465	0.08	Ok
52	2991931	87341	37	0.25	492	0.08	Ok
53	3555162	89601	43	0.29	572	0.11	Ok
54	3539406	87754	43	0.29	568	0.11	Ok
55	2965346	89198	37	0.24	490	0.08	Ok

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0.20 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	daN cm	daN	mm		
29	1298577	69720	0.00	0.00	Ok
30	2249314	73444	0.00	0.00	Ok
31	2285813	72239	0.00	0.00	Ok
32	1550438	72263	0.00	0.00	Ok
38	3241397	92232	0.03	0.13	Ok
39	2318435	78385	0.00	0.00	Ok
40	2277225	81823	0.00	0.00	Ok
41	2997318	88777	0.00	0.00	Ok
47	2829830	83051	0.00	0.00	Ok
48	2358526	72938	0.00	0.00	Ok
49	2358124	72122	0.00	0.00	Ok
50	2841283	80751	0.00	0.00	Ok
56	2965013	85435	0.00	0.00	Ok

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	105

57	3383995	87123	0.03	0.16	Ok
58	3370395	85695	0.03	0.16	Ok
59	1292820	52736	0.00	0.00	Ok

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 112 \text{ daN/cm}^2$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0.20 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	daN cm	daN	daN/cm ²		mm		
33	2172785	74963	27	0.24	0.00	0.00	Ok
42	2393191	78077	30	0.27	0.00	0.00	Ok
51	2873560	78883	35	0.31	0.00	0.00	Ok
60	2863932	80462	35	0.31	0.00	0.00	Ok

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Fondazione a pozzo	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	106

9. VERIFICHE CEDIMENTI FONDAZIONE

I cedimenti/ sollevamenti e spostamenti trasversali della fondazione calcolati agli stati limite di esercizio devono essere compatibili con le condizioni di esercizio dell'opera. Come è possibile notare dalle figure seguenti, gli spostamenti calcolati agli stati limite di esercizio sono compatibili con le condizioni di esercizio dell'opera.

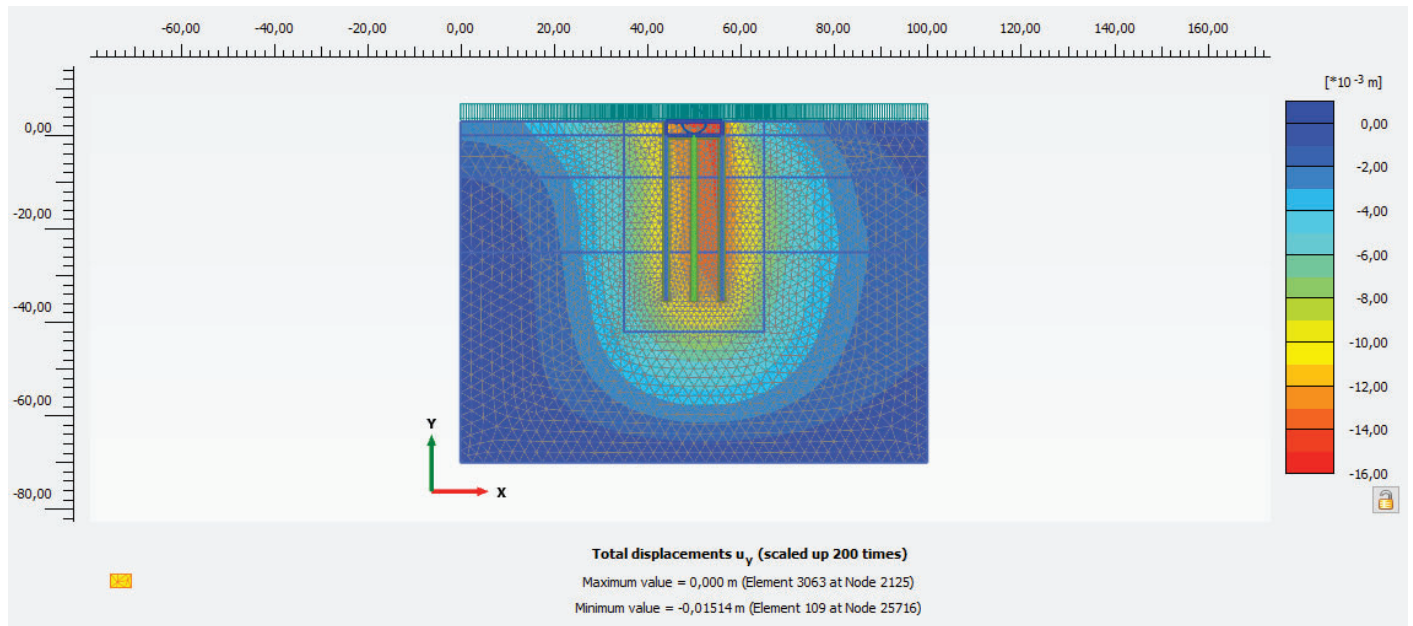


Figura 45- Spostamento massimo verticale ottenuto agli SLE – sez. long. - comb.1

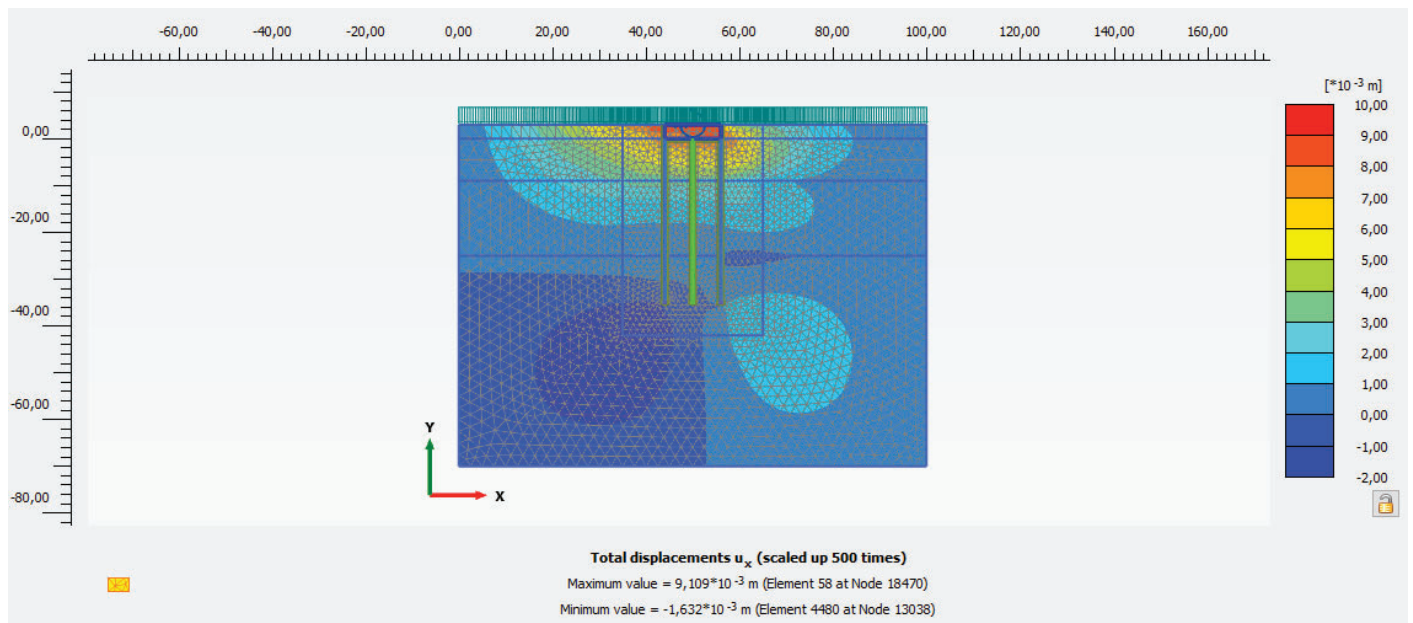


Figura 46- Spostamento massimo orizzontale ottenuto agli SLE – sez. long. - comb.1

Relazione di calcolo Fondazione a pozzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	06	03	006	B	107

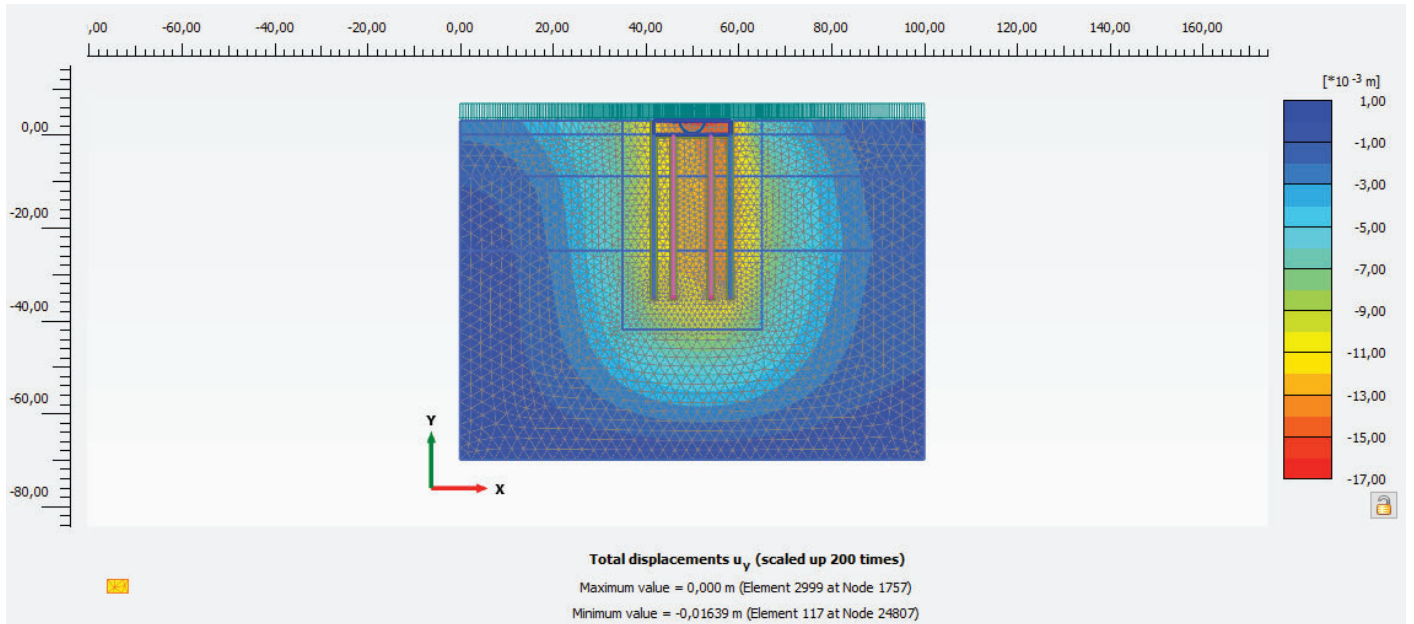


Figura 47- Spostamento massimo verticale ottenuto agli SLE – sez. trasv. - comb.2

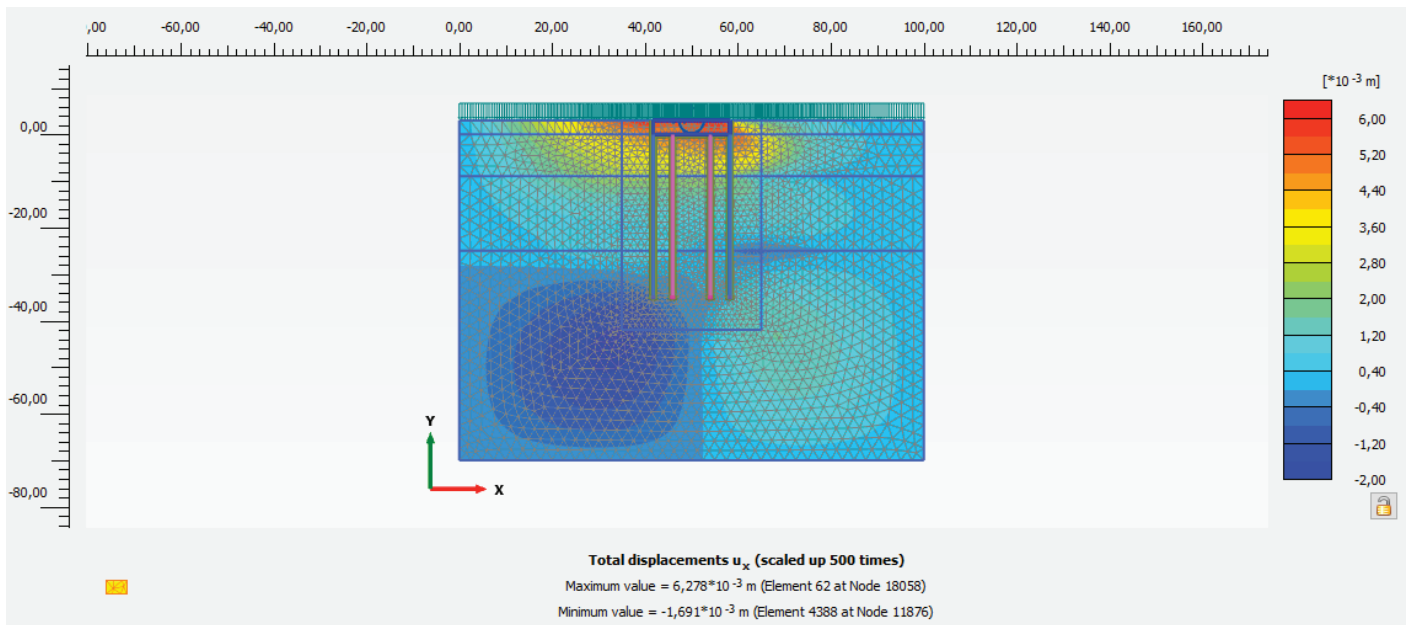


Figura 48- Spostamento massimo orizzontale ottenuto agli SLE – sez. trasv. - comb.2