

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



ATLANTE

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

VI02 – VIADOTTO DAL KM 3+387,500 A KM 5+147,500

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini **A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.**

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 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 2 0 3	0 0 5	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	L. de Sanctis	14/12/2022	S.Carozza	16/12/2022	T. Pelella	18/12/2022	
B	Revisione	P.Carandente T.	22/06/2023	S.Carozza	23/06/2023	T. Pelella	23/06/2023	
C	Revisione	P.Carandente T.	23/10/2023	S.Carozza	27/10/2023	T. Pelella	27/10/2023	

File: LI0B02EZZCLVI0203005C.DOCX

n. Elab.

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>1</b>

## INDICE

<b>1.. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>10</b>
2.1 Normativa di riferimento .....	10
2.2 Documenti di riferimento .....	10
2.3 Bibliografia di riferimento .....	11
<b>3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>12</b>
3.1 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione Rck > 30 Mpa (C25/30) .....	12
3.2 Acciaio d'armatura B450C .....	12
<b>4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>13</b>
<b>5.. AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>15</b>
<b>6.. CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>27</b>
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali .....	27
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati .....	29
<b>7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE .....</b>	<b>31</b>
7.1 PALIFICATE SPALLA 01 .....	31
7.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02 .....	33
7.3 PALIFICATE PILA 03 ÷ PILA 18 .....	35
7.4 PALIFICATE PILA 19 ÷ PILA 21 E PILA 24 ÷ PILA 35 .....	37
7.5 PALIFICATE PILA 36 ÷ PILA 40 .....	38
7.6 PALIFICATE PILA 41 ÷ PILA 47 .....	39
7.7 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54 .....	40
7.8 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64 .....	41
7.9 PALIFICATE SPALLA 02 .....	42
<b>8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE .....</b>	<b>44</b>
8.1 PALIFICATE SPALLA 01 .....	44
8.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02 .....	46
8.3 PALIFICATE PILE 03 ÷ PILA 18 .....	48
8.4 PALIFICATE PILA 19 ÷ PILA 21 E PILA 24 ÷ PILA 35 .....	49
8.5 PALIFICATE PILA 36 ÷ PILA 40 .....	50
8.6 PALIFICATE PILA 41 ÷ PILA 47 .....	51
8.7 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54 .....	52
8.8 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64 .....	53
8.9 PALIFICATE SPALLA 02 .....	53
<b>9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE .....</b>	<b>55</b>
9.1 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02 .....	56
9.2 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54 .....	60
9.3 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64 .....	63

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>2</b>

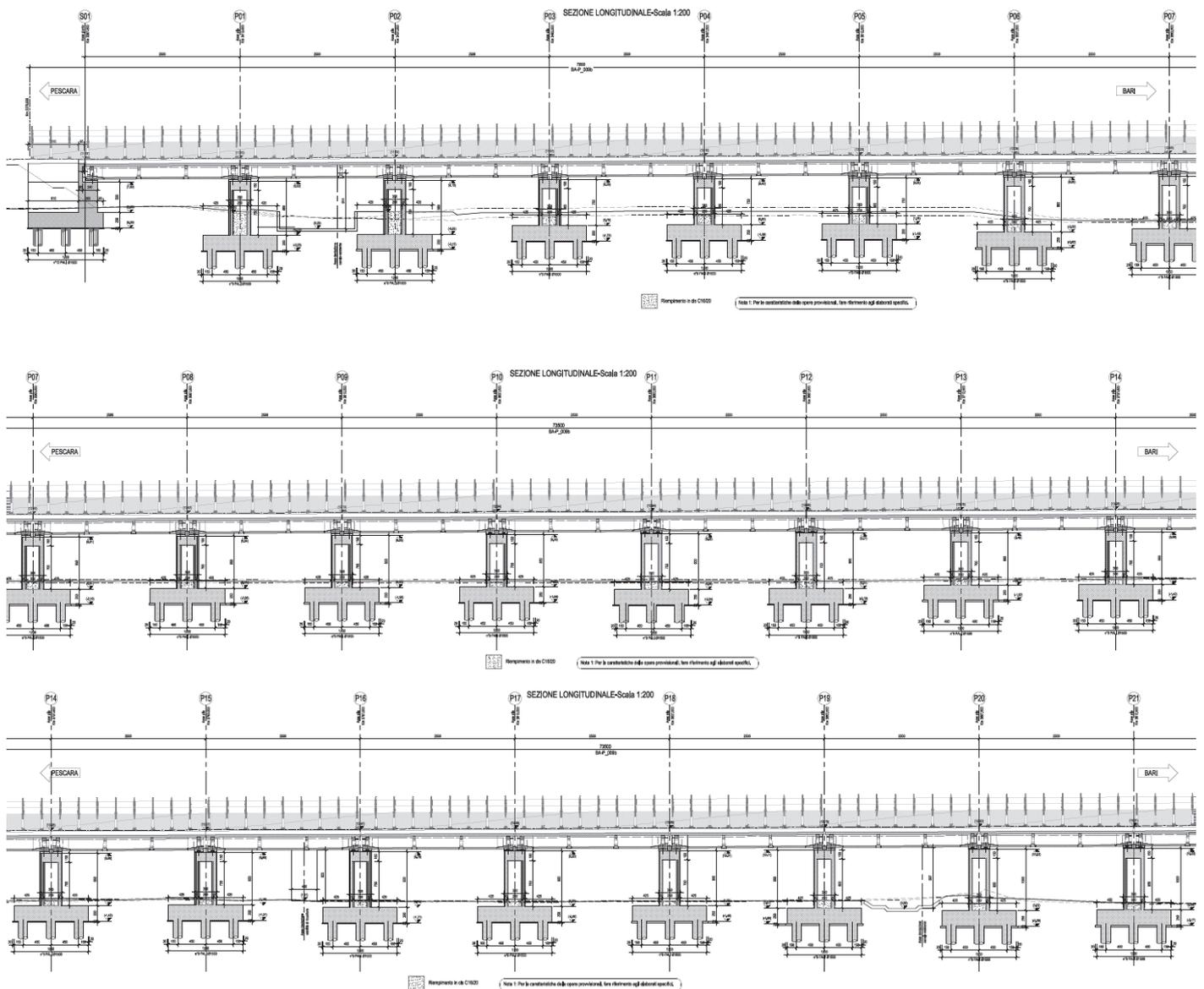
<b>10.</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE .....</b>	<b>66</b>
10.1	PALIFICATE SPALLA 01 .....	79
10.2	PALIFICATE PILE 01÷02 .....	84
10.3	PALIFICATE PILE 03÷18 .....	88
10.4	PALIFICATE PILE 19÷21 E PILE 24÷35 .....	92
10.5	PALIFICATE PILA 36÷40 .....	96
10.6	PALIFICATE PILA 41÷47 .....	100
10.7	PALIFICATE PILA 48÷54 .....	104
10.8	PALIFICATE PILA 58÷64 .....	108
10.9	PALIFICATE SPALLA 02 .....	112
10.10	TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI .....	117
<b>11.</b>	<b>CURVE DI CAPACITÀ.....</b>	<b>118</b>
11.1	Stratigrafia 2.....	118
11.2	Stratigrafia 3.....	125
11.3	Stratigrafia 4.....	130
11.4	Stratigrafia 5.....	131
11.5	Stratigrafia 6.....	134

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>3</b>

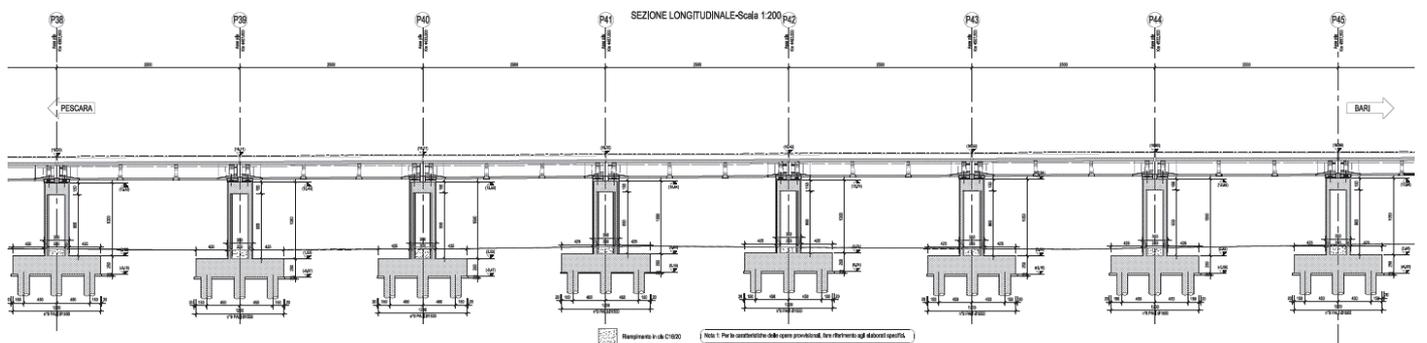
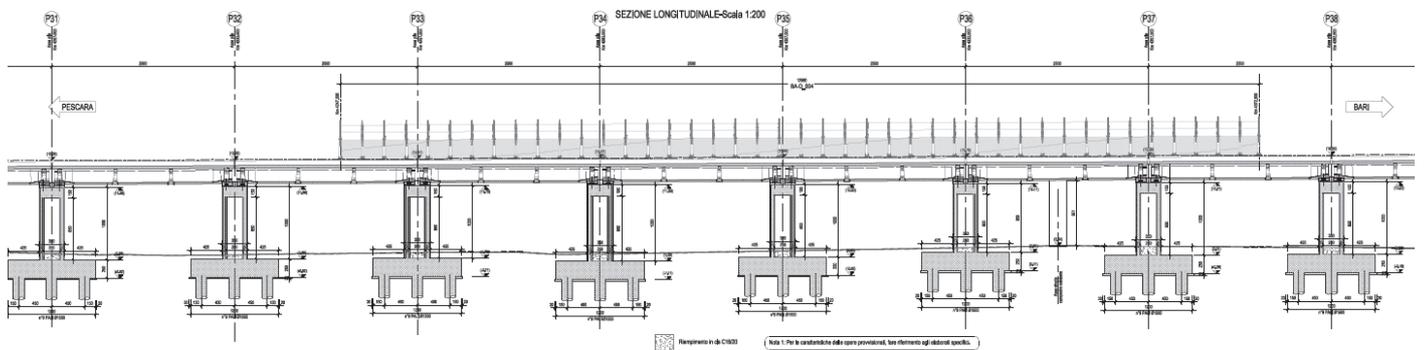
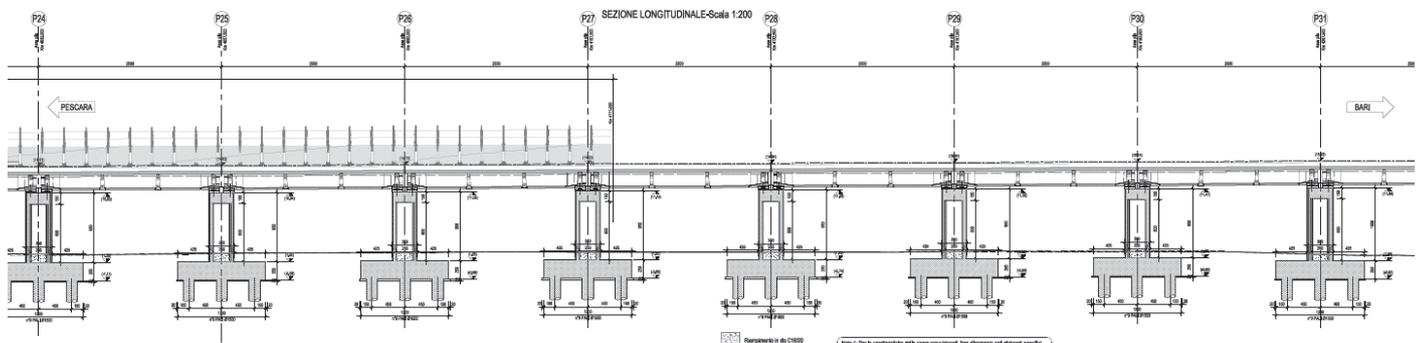
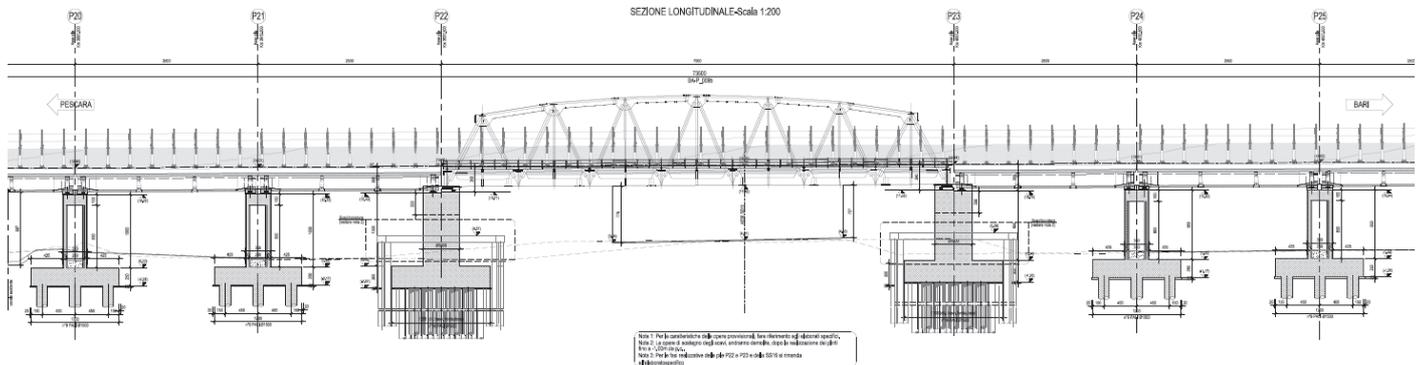
**1 PREMESSA**

Il Viadotto ferroviario VI02, a cui è dedicata la presente relazione, è stato previsto per l'attraversamento del fiume Biferno e della relativa area di esondazione. Si estende dal km 3+3875 al km 5+147.5 per una lunghezza complessiva di 1.76 km. Al km 3+978.9 interferisce con la SS16 Adriatica, e qui è prevista una campata speciale con impalcati con travate metalliche reticolari a vie inferiori di luce 70 m. Dal km 4+807.5 al km 4+947.5 è previsto l'attraversamento del fiume Biferno con due campate speciali di luce pari a 70 m, che sono necessarie per evitare la realizzazione di pile nell'alveo di magra e superare l'argine lato Termoli. Le strutture di sostegno sono costituite da una spalla con appoggi fissi, una spalla con appoggi mobili e 64 pile, di cui 59 con fusto pseudo rettangolare e 5 con fusto circolare di 5 m di diametro. Le spalle sono fondate su gruppi di 12 pali di 1,5 m di diametro e 46 m di lunghezza. Le pile P22, P23, P55, P56, P57 di sezione circolare, su cui poggiano gli impalcati di luce 70 m, sono sostenute da fondazioni speciali costituite da una corona esterna di pali CSP e da 14 pali trivellati disposti in pianta a forma di H. Le fondazioni di queste pile, data la loro peculiarità, non sono oggetto della presente nota. Le Pile dalla N. 1 alla N. 64, escluse le pile appena citate, sono fondate su gruppi di 9 pali di diametro di 1,5 m.



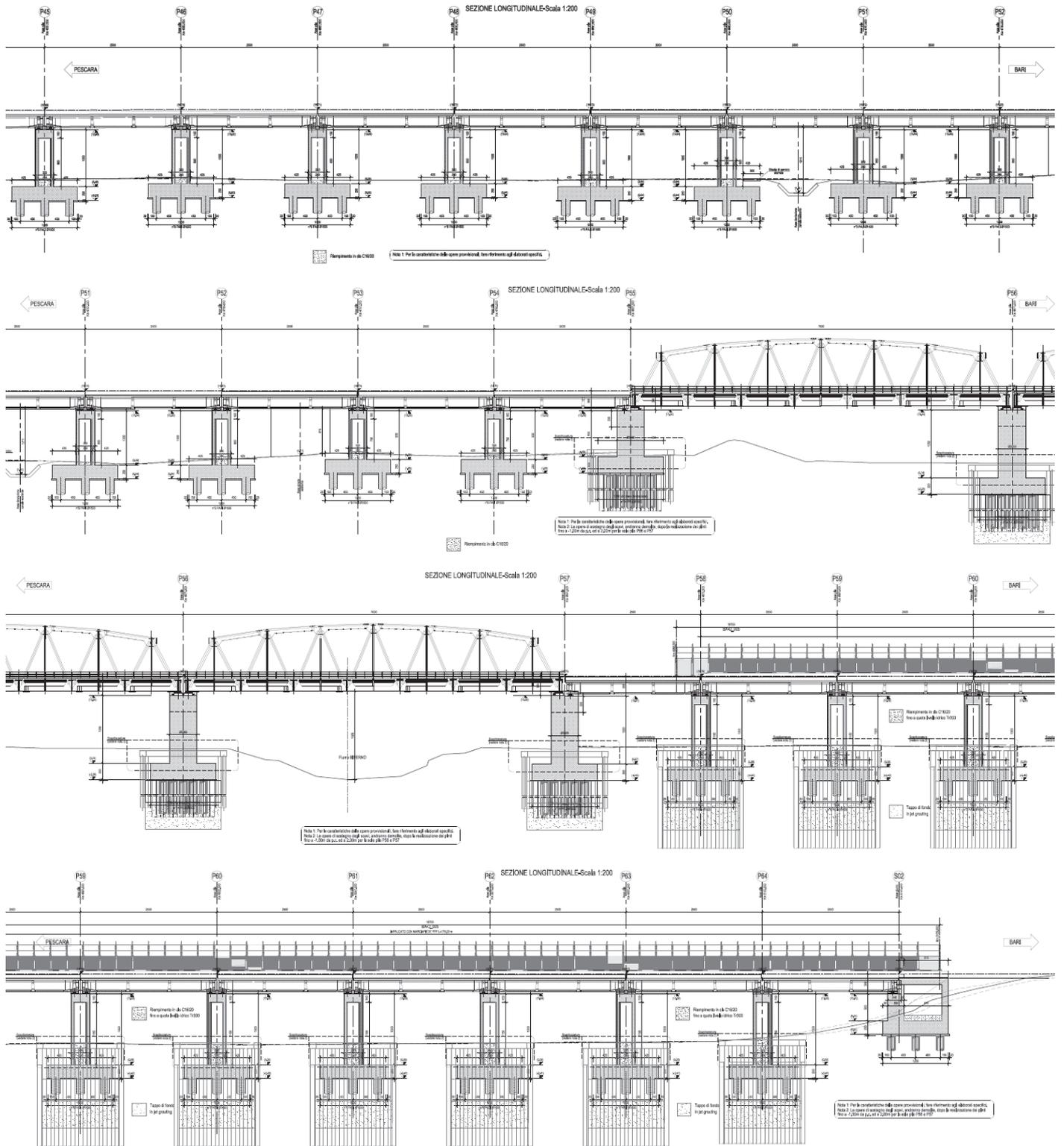
**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>4</b>



**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>5</b>

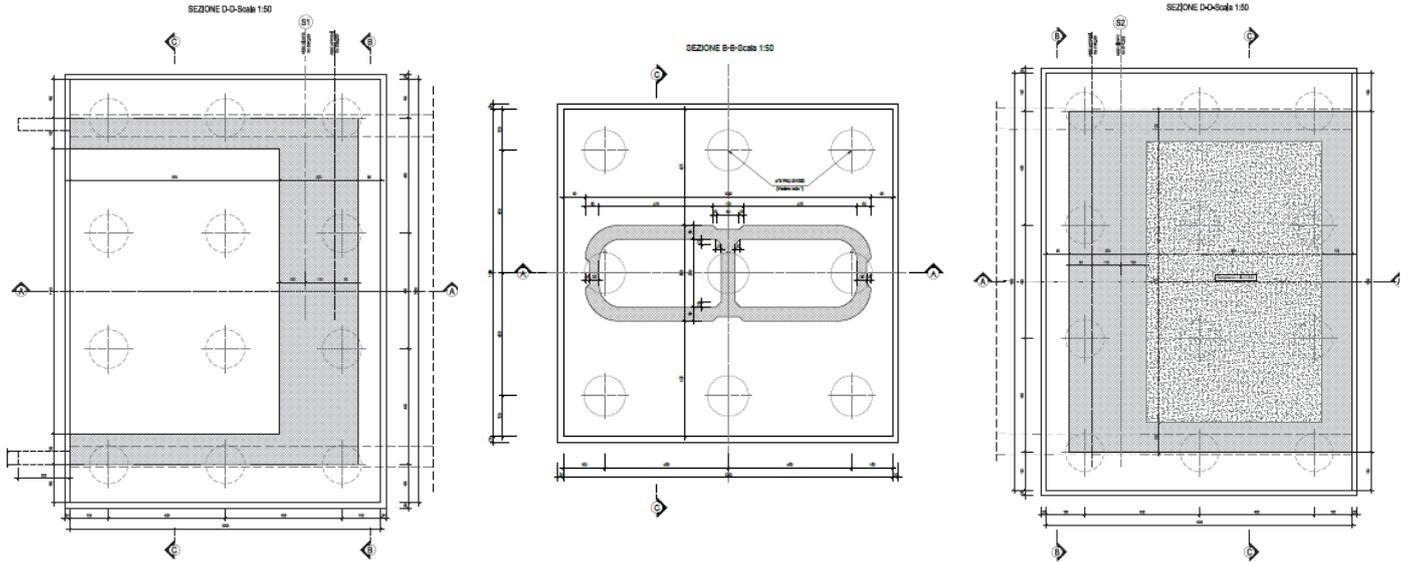


**Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame**

A scopo illustrativo vengono rappresentate le fondazioni delle pile e delle spalle oggetto della presente:

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>6</b>



*Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle*

Nel presente documento si analizzano alcune fondazioni del viadotto in esame. Al fine di uniformarne il calcolo, le pile sono state suddivise in famiglie in funzione di caratteristiche quali la geometria delle pile stesse, le luci e le tipologie di impalcato e le condizioni geotecniche. Di seguito quindi si riporta un quadro riassuntivo delle analisi svolte per il viadotto in esame che vanno a coprire tutti i possibili scenari di progetto. Le pile dalla N. 3 alla N. 18, per le quali è stato previsto uno scalzamento di 2.2 m, hanno altezza compresa fra 8.5 e 10 m; per esse si può fare convenientemente riferimento alle azioni della pila di altezza 10 m. Per le pile dalla N. 19 alla N. 21 e dalla N. 24 alla N. 35, di altezza variabile compresa fra 9 e 10.5 m, per le quali è stato ipotizzato uno scalzamento compreso fra 1 e 2.2, in via cautelativa si può fare riferimento alle azioni della pila di altezza 10.5 m e allo scalzamento di 2.2 m. Allo stesso modo per le pile dalla N. 36 alla N. 40, di altezza compresa fra 10 e 10.5 m, per le quali è stato ipotizzato uno scalzamento di 4.3 m, si può fare riferimento alle azioni della pila di altezza 10.5 m. Le pile dalla N. 41 alla N. 47, per le quali nella fase del progetto definitivo erano state ipotizzate altezze di 10 e 10.5 m, sono invece caratterizzate da altezza uniforme, pari a 10.5 m. Con lo stesso criterio si possono accorpate le pile dalla N. 48 alla N. 54, fondate sul sottosuolo con la stratigrafia 4 e con altezze comprese fra 9 e 10.5 m. I casi di studio si possono pertanto ridurre a quelli elencati in tabella seguente.

*Tabella 1. Descrizione delle opere e raggruppamenti effettuati.*

WBS	PILE	H	Altezza di calcolo	Stratigrafia	Scalzamento
[-]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]
<b>VI02</b>	P01	8,50	8.50	2	0.30
	P02	8,50	8.50	2	0.30
	P03	8,00	10.00	2	2.20
	P04	8,50	10.00	2	2.20
	P05	8,50	10.00	2	2.20
	P06	8,50	10.00	2	2.20
	P07	8,50	10.00	2	2.20

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>7</b>

P08	9,00	10.00	2	2.20
P09	9,00	10.00	2	2.20
P10	9,00	10.00	2	2.20
P11	9,00	10.00	2	2.20
P12	9,00	10.00	2	2.20
P13	8,50	10.00	2	2.20
P14	9,00	10.00	2	2.20
P15	9,50	10.00	2	2.20
P16	9,50	10.00	2	2.20
P17	9,50	10.00	2	2.20
P18	10,00	10.00	2	2.20
P19	10,00	10.50	3	2.20
P20	10,00	10.50	3	2.20
P21	10,50	10.50	3	2.20
P24	9,00	10.50	3	2.20
P25	9,00	10.50	3	2.20
P26	9,00	10.50	3	2.20
P27	9,00	10.50	3	2.20
P28	9,00	10.50	3	2.20
P29	9,50	10.50	3	2.20
P30	10,00	10.50	3	2.20
P31	10,00	10.50	3	2.20
P32	10,00	10.50	3	2.20
P33	10,00	10.50	3	2.20
P34	10,00	10.50	3	2.20
P35	10,00	10.50	3	2.20
P36	9,50	10.50	3	4.30
P37	10,00	10.50	3	4.30
P38	10,00	10.50	3	4.30
P39	10,00	10.50	3	4.30
P40	10,50	10.50	3	4.30
P41	10,50	10.50	3	-
P42	10,50	10.50	3	-
P43	10,50	10.50	3	-
P44	10,50	10.50	3	-
P45	10,50	10.50	3	-
P46	10,50	10.50	3	-
P47	10,50	10.50	3	-
P48	10,50	10.50	4	-
P49	10,50	10.50	4	-

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>8</b>

	P50	10,50	10.50	4	-
	P51	10,50	10.50	4	-
	P52	10,50	10.50	4	-
	P53	9,00	10.50	4	-
	P54	9,00	10.50	4	-
	P58	13,00	13.00	4	3.70
	P59	13,00	13.00	5	3.70
	P60	13,00	13.00	5	3.70
	P61	13,00	13.00	5	3.70
	P62	13,00	13.00	5	3.70
	P63	13,00	13.00	5	3.70
	P64	13,00	13.00	5	3.70
	Spalla 1	5.50	5.50	2	3.50
	Spalla 2	6.00	6.00	6	-

In particolare, viene di seguito riportate un prospetto che rappresenta le azioni considerate e quindi i raggruppamenti effettuati per le varie pile in considerazione anche degli impalcato che sostengono:

PILA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
1	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=8.5m</b>
2	
3	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=10m</b>
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=10.5m</b>
20	
21	
24	
25	
26	
27	

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>9</b>

28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=10.5m</b>
39	
40	
41	
42	
43	
44	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=10.5m</b>
45	
46	
47	
48	
49	
50	
51	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=10.5m</b>
52	
53	
54	
58	
59	
60	<b>PILA IMPALCATO L=25+25m - H=13m CON</b>
61	<b>IDRODINAMICA</b>
62	
63	
64	

SPALLA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
1	<b>SPALLA MOBILE IMPALCATO L=25m - H=5.5m</b>
2	<b>SPALLA FISSA IMPALCATO L=25m - H=6.0m</b>

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	10

### Scalzamento

Per le pile per le quali è previsto lo scalzamento, considerata l'eccezionalità di questa condizione, per la quale si esclude la concomitanza con le azioni SLV del terremoto, verranno effettuate soltanto le verifiche SLU nel piano (Q, M). Non ha senso infatti la verifica SLU nel piano (Q, H), in quanto questa è fortemente condizionata dalle azioni orizzontali SLV dovute al sisma. Per la stessa ragione, si omettono le verifiche SLU strutturali dei pali. In tale circostanza, collegata ad eventi idraulici con periodo di ritorno di 300 anni, non ha significato la verifica SLE sui cedimenti e le rotazioni per la combinazione frequente, che viene pertanto omessa.

### Liquefazione

Per le sole fondazioni della Spalla 1 e delle pile dalla N. 1 alla N. 18 si terrà conto anche della diminuzione di capacità assiale dei pali dovuta alla ipotetica liquefazione dello strato di sabbia superficiale. In tal caso, le verifiche SLU hanno significato soltanto per le combinazioni SLV. Non ha invece alcun significato la previsione del cedimento e della rotazione per la combinazione SLE frequente e la verifica strutturale per la combinazione SLE caratteristica. In sintesi, per questo gruppo di pile si prevede di effettuare per le sole combinazioni SLV le verifiche nei confronti del collasso per carico limite nei piani (Q, M) e (Q, H) e le verifiche SLU 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

### **2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

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

- D.1. LI0B 02 EZZ RB GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio Termoli-Lesina – Lotti 2 e 3. Relazione geotecnica generale.

MANDATARIA  		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	11

### 2.3 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Berezantsev VG (1965). Design of deep Foundations. Proc. 6th International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, vol. 2, Montreal, 234-237.
- Broms, BB (1964a). Lateral resistance of piles in cohesive soils. J. Soil Mech. Found. Div. 90, No. SM2, 27–63.
- Broms, BB (1964b). Lateral resistance of piles in cohesionless soils. J. Soil Mech. Found. Div. 90, No. SM3, 123–156.
- Callisto L, Gorini DN (2022). Generalised ultimate loads for pile groups. Acta Geotechnica, 17(6), 2495-2516;
- de Sanctis L, Di Laora R, Garala TK, Madabhushi SPG, Viggiani GMB, Fargnoli P (2021). Centrifuge modelling of the behaviour of pile groups under vertical eccentric load. Soils & Foundations, 61(2), 465-479;
- Dobry R, Gazetas G (1988). Simple method for dynamic stiffness and damping of floating pile groups. Géotechnique, 38(4), 557-574.
- de Sanctis L, Di Laora R, Maiorano RMS, Aversa S, Favata G (2021). Failure envelopes of pile groups under combined axial-moment loading: theoretical background and experimental evidence. Soils & Foundations, 61(5), 1419-1430;
- Di Laora R, de Sanctis L, Aversa S (2019). Bearing capacity of Pile Groups under vertical eccentric load. Acta Geotechnica, 14(1), 193-205;
- Di Laora R, Iodice C, Mandolini A (2022). A closed-form solution for the failure interaction diagrams of pile groups subjected to inclined eccentric load. Acta Geotechnica, 17(8), 3633-3646;
- Iovino M, Maiorano RMS, de Sanctis L, Aversa S (2021a). Failure envelopes of pile groups under inclined and eccentric loads. Géotechnique Letters, 11(4), 247-253;
- Iovino M, Di Laora R, de Sanctis L (2021b). Serviceability limit state analysis of piled foundations under combined axial-moment loading. Acta Geotechnica, 16(12), 3963-3973, doi: 10.1007/s11440-021-01340-4;
- Randolph MF, Wroth CP (1979). An analysis of vertical deformation of pile groups. Géotechnique, 29(4): 423-439
- Skempton AW (1951) The bearing capacity of clays. Proceedings of building research congress. ICE, London, pp 180–189
- Viggiani C, Mandolini A, Russo G (2011). Piles and piles foundations. Spon Press, London
- Associazione geotecnica italiana (1984) Raccomandazioni sui pali di fondazione.



MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	13

#### 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per una definizione delle caratteristiche geotecniche del sito ed in particolare dei valori dei parametri geotecnici utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione delle opere in esame, si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale (LI0B02EZZRBGE0005001A). Di seguito vengono rappresentate le stratigrafie utilizzate per il dimensionamento delle fondazioni in oggetto:

*Tabella 2. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 2: Spalla 1, Pile P1-P2, P3-P18*

Unità geotecnica	Descrizione	Prof. dal p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]
ba3	Limo argilloso	7	18.5	23-26	5-10	40	100-250
ba2	Sabbia limosa	9.5	19	33	-	-	100-250
ba3	Limo argilloso	40	18.5	23-26	5-10	50-90	100-250
ASP	Argille sub-appenniniche	50	19.5	22-29	10-20	250	190-350

*Tabella 3. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 3: Pile P19-P21, P24-P35, P36-P40, P41-P47*

Unità geotecnica	Descrizione	Prof. dal p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]
ba3	Limo argilloso	5	18.5	23-26	5-10	40	100-250
ba2	Sabbia limosa	14	19	33	-	-	100-250
ba3	Limo argilloso	35	18.5	23-26	5-10	50-90	100-250
ASP	Argille sub-appenniniche	50	19.5	22-29	10-20	250	190-350

*Tabella 4. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 4: Pile P48-P54*

Unità geotecnica	Descrizione	Prof. dal p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]
ba3	Limo argilloso	6	18.5	23-26	5-10	40	100-250
ba2	Sabbia limosa	15	19	33	-	-	100-250
ASP	Argille sub-appenniniche	23	19.5	22-29	10-20	150	190-350

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	14

ASP	Argille sub-appenniniche	50	19.5	22-29	10-20	250	190-350
-----	--------------------------	----	------	-------	-------	-----	---------

Tabella 5. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 5: Pile P58-P64

Unità geotecnica	Descrizione	Prof. dal p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]
ba2	Sabbia limosa	6	19	33	-	-	100-250
ba1	Ghiaia sabbiosa	13	19	35	-	-	200-360
ASP	Argille sub-appenniniche	23	19.5	22-29	10-20	150	190-350
ASP	Argille sub-appenniniche	50	19.5	22-29	10-20	250	190-350

Tabella 6. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 6: Spalla 2

Unità geotecnica	Descrizione	Prof. dal p.c. [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi$ [°]	$c'$ [kPa]	$c_u$ [kPa]	$V_s$ [m/s]
B2	Limo argilloso	4	19	24	5	120	100-250
SSR	Sabbie di Serracapriola	23	19.5	35	-	-	160-560
ASP	Argille sub-appenniniche	50	19.5	22-29	10-20	250	190-350

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grandi diametro  $D=1500\text{mm}$  considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi considerando le seguenti ipotesi di calcolo:

- Coefficienti di sicurezza sulle portate laterali e alla base:

Resistenza	Simbolo	Trivellato
		$\gamma_R$
<b>Base</b>	$\gamma_b$	<b>1.35</b>
<b>Lat. (compr.)</b>	$\gamma_s$	<b>1.15</b>
<b>Tot. (compr)</b>	$\gamma_t$	<b>1.30</b>
<b>Lat. (traz)</b>	$\gamma_{st}$	<b>1.25</b>

- La falda viene assunta, cautelativamente, al piano campagna.
- L'affondamento della fondazione (quota testa palo) è sempre posto a 2.5m dal piano campagna.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

## 5 AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE

Vengono di seguito rappresentate le azioni all'intradosso delle fondazioni in esame considerate. Per quanto riguarda il sistema di riferimento si faccia riferimento alle figure seguenti (fondazioni delle pile e delle spalle):

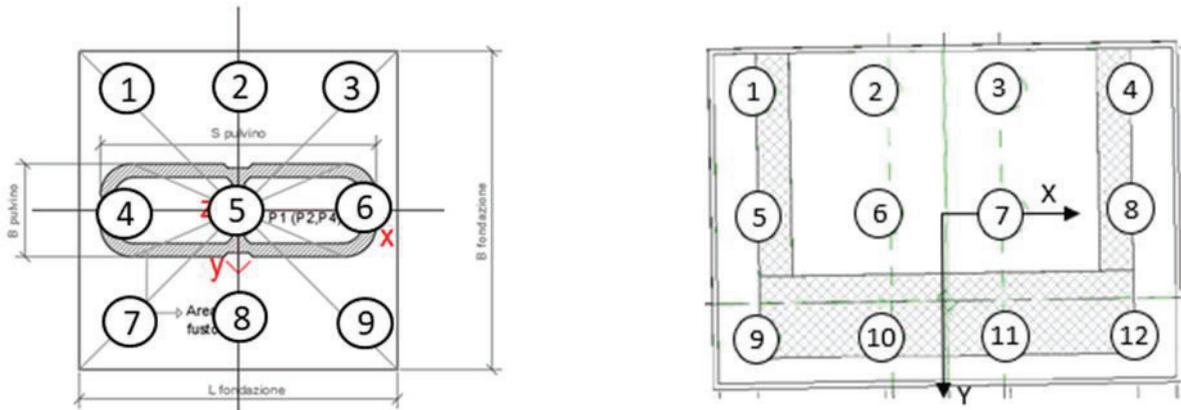


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle pile e delle spalle con indicazione della numerazione dei pali.

Si fa presente che la colonna M e la colonna H rappresentano la composizione vettoriale dei momenti e dei tagli sollecitanti.

Tabella 7. Azioni intradosso per pile di altezza  $H_{calc} = 8.5$  m.

INVILUPPO:	SLU	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLU7	46210	605	2838	-20681	32137	38216	2902
Nvert Min	SLU22	28106	-702	175	10092	2027	10294	724
Vtrasv Max	SLU3	40963	935	1435	-13640	22417	26240	1713
Vtrasv Min	SLU2	34729	-702	175	10092	2027	10294	724
Mtrasv Max	SLU4	39302	-702	236	10092	2737	10457	741
Mtrasv Min	SLU6	46210	789	1606	-23421	18232	29681	1789
Vlong Max	SLU7	46210	605	2838	-20681	32137	38216	2902
Vlong Min	SLU22	28106	-702	175	10092	2027	10294	724
Mlong Max	SLU9	41088	642	2372	-9531	33424	34756	2457
Mlong Min	SLU22	28106	-702	175	10092	2027	10294	724
Mtorc Max	SLU7	46210	605	2838	-20681	32137	38216	2902
Mtorc Min	SLU24	34609	862	1375	-12874	22019	25506	1623
INVILUPPO:	SLV GR	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLV5	32330	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Nvert Min	SLV72	25119	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Vtrasv Max	SLV15	29806	10184	3674	-75013	29422	80577	10826
Vtrasv Min	SLV72	25119	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Mtrasv Max	SLV25	29806	3055	11796	-22504	92869	95557	12186

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	16

Mtrasv Min	SLV15	29806	10184	3674	-75013	29422	80577	10826
Vlong Max	SLV25	29806	3055	11796	-22504	92869	95557	12186
Vlong Min	SLV71	27836	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Mlong Max	SLV25	29806	3055	11796	-22504	92869	95557	12186
Mlong Min	SLV71	27836	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Mtorc Max	SLV71	27836	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
Mtorc Min	SLV72	25119	3055	3674	-22504	29422	37041	4778
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE RA</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	RA1	32806	203	1973	-11220	22346	25005	1983
Nvert Min	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
Vtrasv Max	RA3	32526	635	1439	-9236	20602	22578	1573
Vtrasv Min	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
Mtrasv Max	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
Mtrasv Min	RA6	32806	253	1633	-11976	18511	22047	1653
Vlong Max	RA1	32806	203	1973	-11220	22346	25005	1983
Vlong Min	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
Mlong Max	RA9	32427	243	1648	-3756	23191	23493	1666
Mlong Min	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
Mtorc Max	RA1	32806	203	1973	-11220	22346	25005	1983
Mtorc Min	RA12	28312	-468	175	6728	2027	7027	500
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	FR1	32237	382	1633	-12106	18511	22118	1677
Nvert Min	FR2	31037	423	1439	-6067	18964	19911	1500
Vtrasv Max	FR3	31121	564	856	-8221	12294	14790	1025
Vtrasv Min	FR1	32237	382	1633	-12106	18511	22118	1677
Mtrasv Max	FR9	31154	402	1373	-5912	18328	19258	1431
Mtrasv Min	FR10	31950	564	856	-14482	9745	17455	1025
Vlong Max	FR1	32237	382	1633	-12106	18511	22118	1677
Vlong Min	FR12	31233	524	823	-7757	12035	14318	976
Mlong Max	FR2	31037	423	1439	-6067	18964	19911	1500
Mlong Min	FR10	31950	564	856	-14482	9745	17455	1025
Mtorc Max	FR1	32237	382	1633	-12106	18511	22118	1677
Mtorc Min	FR12	31233	524	823	-7757	12035	14318	976
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE QP</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175
Nvert Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>

Vtrasv Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175
Mtrasv Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175
Vlong Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175
Mlong Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	28724	0	175	0	2027	2027	175
Mtorc Min	QP12	28724	0	0	0	0	0	0

Tabella 8. Azioni intradosso per pile di altezza  $H_{calc} = 10$  m.

INVILUPPO:	SLU	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLU7	46867	605	2838	-21589	36394	42315	2902
Nvert Min	SLU22	28592	-702	175	11146	2290	11379	724
Vtrasv Max	SLU3	41620	935	1435	-15042	24570	28809	1713
Vtrasv Min	SLU2	35386	-702	175	11146	2290	11379	724
Mtrasv Max	SLU4	39959	-702	236	11146	3091	11566	741
Mtrasv Min	SLU6	46867	789	1606	-24604	20640	32115	1789
Vlong Max	SLU7	46867	605	2838	-21589	36394	42315	2902
Vlong Min	SLU22	28592	-702	175	11146	2290	11379	724
Mlong Max	SLU9	41745	642	2372	-10494	36982	38442	2457
Mlong Min	SLU22	28592	-702	175	11146	2290	11379	724
Mtorc Max	SLU7	46867	605	2838	-21589	36394	42315	2902
Mtorc Min	SLU24	35096	862	1375	-14167	24082	27940	1623
INVILUPPO:	SLV GR	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLV5	32852	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Nvert Min	SLV72	25569	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Vtrasv Max	SLV15	30303	10588	3927	-89247	36270	96335	11293
Vtrasv Min	SLV72	25569	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Mtrasv Max	SLV25	30303	3176	12641	-26774	115022	118097	13034
Mtrasv Min	SLV15	30303	10588	3927	-89247	36270	96335	11293
Vlong Max	SLV25	30303	3176	12641	-26774	115022	118097	13034
Vlong Min	SLV71	28287	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Mlong Max	SLV25	30303	3176	12641	-26774	115022	118097	13034
Mlong Min	SLV71	28287	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Mtorc Max	SLV71	28287	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
Mtorc Min	SLV72	25569	3176	3927	-26774	36270	45081	5051
INVILUPPO:	SLE RA	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia	Nome	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	18

Comb.	Comb.	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	RA1	33292	203	1973	-11524	25306	27807	1983
Nvert Min	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
Vtrasv Max	RA3	33012	635	1439	-10189	22761	24937	1573
Vtrasv Min	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
Mtrasv Max	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
Mtrasv Min	RA6	33292	253	1633	-12356	20960	24331	1653
Vlong Max	RA1	33292	203	1973	-11524	25306	27807	1983
Vlong Min	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
Mlong Max	RA9	32914	243	1648	-4121	25663	25992	1666
Mlong Min	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
Mtorc Max	RA1	33292	203	1973	-11524	25306	27807	1983
Mtorc Min	RA12	28798	-468	175	7431	2290	7775	500
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	FR1	32723	382	1633	-12680	20960	24497	1677
Nvert Min	FR2	31523	423	1439	-6701	21123	22160	1500
Vtrasv Max	FR3	31607	564	856	-9068	13579	16328	1025
Vtrasv Min	FR1	32723	382	1633	-12680	20960	24497	1677
Mtrasv Max	FR9	31640	402	1373	-6516	20387	21403	1431
Mtrasv Min	FR10	32436	564	856	-15328	11029	18884	1025
Vlong Max	FR1	32723	382	1633	-12680	20960	24497	1677
Vlong Min	FR12	31720	524	823	-8543	13270	15782	976
Mlong Max	FR2	31523	423	1439	-6701	21123	22160	1500
Mlong Min	FR10	32436	564	856	-15328	11029	18884	1025
Mtorc Max	FR1	32723	382	1633	-12680	20960	24497	1677
Mtorc Min	FR12	31720	524	823	-8543	13270	15782	976
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE QP</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Nvert Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Vtrasv Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Mtrasv Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Vlong Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Mlong Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	29211	0	175	0	2290	2290	175
Mtorc Min	QP12	29211	0	0	0	0	0	0

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C

Tabella 9. Azioni intradosso per pile di transizione di altezza  $H_{calc} = 10.5 m$

INVIUPPO:	SLU	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLU7	47086	605	2838	-21891	37813	43692	2902
Nvert Min	SLU22	28754	-702	175	11497	2377	11740	724
Vtrasv Max	SLU3	41839	935	1435	-15510	25287	29665	1713
Vtrasv Min	SLU2	35604	-702	175	11497	2377	11740	724
Mtrasv Max	SLU4	40178	-702	236	11497	3209	11936	741
Mtrasv Min	SLU6	47086	789	1606	-24998	21443	32935	1789
Vlong Max	SLU7	47086	605	2838	-21891	37813	43692	2902
Vlong Min	SLU22	28754	-702	175	11497	2377	11740	724
Mlong Max	SLU9	41964	642	2372	-10815	38168	39671	2457
Mlong Min	SLU22	28754	-702	175	11497	2377	11740	724
Mtorc Max	SLU7	47086	605	2838	-21891	37813	43692	2902
Mtorc Min	SLU24	35258	862	1375	-14598	24770	28751	1623
INVIUPPO:	SLV GR	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	SLV5	33026	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Nvert Min	SLV72	25719	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Vtrasv Max	SLV15	30469	10732	4017	-94371	38800	102036	11459
Vtrasv Min	SLV72	25719	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Mtrasv Max	SLV25	30469	3219	12943	-28311	123231	126441	13337
Mtrasv Min	SLV15	30469	10732	4017	-94371	38800	102036	11459
Vlong Max	SLV25	30469	3219	12943	-28311	123231	126441	13337
Vlong Min	SLV71	28437	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Mlong Max	SLV25	30469	3219	12943	-28311	123231	126441	13337
Mlong Min	SLV71	28437	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Mtorc Max	SLV71	28437	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
Mtorc Min	SLV72	25719	3219	4017	-28311	38800	48031	5148
INVIUPPO:	SLE RA	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	My (kNm)	Mx (kNm)	M (kNm)	H (kNm)
Nvert Max	RA1	33454	203	1973	-11626	26293	28748	1983
Nvert Min	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
Vtrasv Max	RA3	33174	635	1439	-10507	23480	25724	1573
Vtrasv Min	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
Mtrasv Max	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
Mtrasv Min	RA6	33454	253	1633	-12483	21777	25101	1653
Vlong Max	RA1	33454	203	1973	-11626	26293	28748	1983
Vlong Min	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
Mlong Max	RA9	33076	243	1648	-4242	26487	26825	1666

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>

Mlong Min	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
Mtorc Max	RA1	33454	203	1973	-11626	26293	28748	1983
Mtorc Min	RA12	28960	-468	175	7665	2377	8025	500
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	FR1	32886	382	1633	-12871	21777	25296	1677
Nvert Min	FR2	31685	423	1439	-6912	21843	22910	1500
Vtrasv Max	FR3	31769	564	856	-9350	14007	16841	1025
Vtrasv Min	FR1	32886	382	1633	-12871	21777	25296	1677
Mtrasv Max	FR9	31802	402	1373	-6717	21074	22119	1431
Mtrasv Min	FR10	32598	564	856	-15611	11457	19364	1025
Vlong Max	FR1	32886	382	1633	-12871	21777	25296	1677
Vlong Min	FR12	31882	524	823	-8805	13681	16270	976
Mlong Max	FR2	31685	423	1439	-6912	21843	22910	1500
Mlong Min	FR10	32598	564	856	-15611	11457	19364	1025
Mtorc Max	FR1	32886	382	1633	-12871	21777	25296	1677
Mtorc Min	FR12	31882	524	823	-8805	13681	16270	976
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE QP</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Nvert Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Vtrasv Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Mtrasv Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Vlong Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Mlong Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	29373	0	175	0	2377	2377	175
Mtorc Min	QP12	29373	0	0	0	0	0	0

Tabella 10. Azioni intradosso per pile di transizione di altezza  $H_{calc} = 13 m$

<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLU</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>My</b>	<b>Mx</b>	<b>M</b>	<b>H</b>
		<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kN)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>	<b>(kNm)</b>
Nvert Max	SLU7	58980	714	3037	-24918	46993	53191	3119
Nvert Min	SLU46	36765	-608	175	12260	2814	12579	632
Vtrasv Max	SLU48	42999	1240	1435	-22927	28875	36870	1897
Vtrasv Min	SLU2	47499	-636	373	12552	4899	13474	737
Mtrasv Max	SLU4	52072	-636	435	12552	5884	13863	770

 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	21

Mtrasv Min	SLU18	58459	1240	1430	-34274	22682	41100	1893
Vlong Max	SLU7	58980	714	3037	-24918	46993	53191	3119
Vlong Min	SLU46	36765	-608	175	12260	2814	12579	632
Mlong Max	SLU7	58980	714	3037	-24918	46993	53191	3119
Mlong Min	SLU46	36765	-608	175	12260	2814	12579	632
Mtorc Max	SLU7	58980	714	3037	-24918	46993	53191	3119
Mtorc Min	SLU48	42999	1240	1435	-22927	28875	36870	1897
<b>INVILUPPO: SLV GR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>	
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	SLV5	41832	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Nvert Min	SLV72	32935	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Vtrasv Max	SLV15	38718	12102	4011	-122870	42878	130137	12750
Vtrasv Min	SLV72	32935	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Mtrasv Max	SLV25	38718	3631	12923	-36861	135703	140620	13423
Mtrasv Min	SLV15	38718	12102	4011	-122870	42878	130137	12750
Vlong Max	SLV25	38718	3631	12923	-36861	135703	140620	13423
Vlong Min	SLV71	37121	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Mlong Max	SLV25	38718	3631	12923	-36861	135703	140620	13423
Mlong Min	SLV71	37121	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Mtorc Max	SLV71	37121	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
Mtorc Min	SLV72	32935	3631	4011	-36861	42878	56544	5411
<b>INVILUPPO: SLE RA</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>	
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	RA1	41465	293	2105	-13498	32615	35298	2126
Nvert Min	RA12	36971	-405	175	8174	2814	8644	441
Vtrasv Max	RA3	41185	843	1439	-15575	27078	31238	1668
Vtrasv Min	RA2	36971	-424	307	8368	4204	9365	523
Mtrasv Max	RA2	36971	-424	307	8368	4204	9365	523
Mtrasv Min	RA6	41106	562	1439	-18131	22798	29128	1545
Vlong Max	RA1	41465	293	2105	-13498	32615	35298	2126
Vlong Min	RA12	36971	-405	175	8174	2814	8644	441
Mlong Max	RA1	41465	293	2105	-13498	32615	35298	2126
Mlong Min	RA12	36971	-405	175	8174	2814	8644	441
Mtorc Max	RA1	41465	293	2105	-13498	32615	35298	2126
Mtorc Min	RA12	36971	-405	175	8174	2814	8644	441
<b>INVILUPPO: SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>	
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	FR1	40445	231	1656	-10240	25513	27491	1672
Nvert Min	FR12	37074	-288	131	5965	2110	6327	317
Vtrasv Max	FR3	40234	648	1123	-11847	21012	24122	1297

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

Vtrasv Min	FR2	37074	-307	263	6159	3501	7084	404
Mtrasv Max	FR2	37074	-307	307	6159	4204	7457	434
Mtrasv Min	FR6	40175	438	1079	-13763	17098	21950	1165
Vlong Max	FR1	40445	231	1656	-10240	25513	27491	1672
Vlong Min	FR12	37074	-288	131	5965	2110	6327	317
Mlong Max	FR1	40445	231	1656	-10240	25513	27491	1672
Mlong Min	FR12	37074	-288	131	5965	2110	6327	317
Mtorc Max	FR1	40445	231	1656	-10240	25513	27491	1672
Mtorc Min	FR12	37074	-288	131	5965	2110	6327	317
<b>INVILUPPO: SLE QP</b>		<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	QP1	37383	45	307	-467	4204	4230	310
Nvert Min	QP12	37383	63	0	-662	0	662	63
Vtrasv Max	QP1	37383	63	175	-662	2814	2891	186
Vtrasv Min	QP2	37383	45	132	-467	1390	1467	140
Mtrasv Max	QP1	37383	45	307	-467	4204	4230	310
Mtrasv Min	QP12	37383	63	0	-662	0	662	63
Vlong Max	QP1	37383	45	307	-467	4204	4230	310
Vlong Min	QP12	37383	63	0	-662	0	662	63
Mlong Max	QP1	37383	45	307	-467	4204	4230	310
Mlong Min	QP12	37383	63	0	-662	0	662	63
Mtorc Max	QP1	37383	45	307	-467	4204	4230	310
Mtorc Min	QP12	37383	63	0	-662	0	662	63

Tabella 11. Azioni all'intradosso della Spalla 1

<b>INVILUPPO: SLU</b>		<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	SLU6	69690	431	12740	-5443	89683	89848	12748
Nvert Min	SLU24	44701	-351	8711	3993	44486	44664	8718
Vtrasv Max	SLU3	67007	724	12740	-8590	78416	78885	12761
Vtrasv Min	SLU24	44701	-351	8711	3993	44486	44664	8718
Mtrasv Max	SLU6	60962	-351	12537	3993	51274	51429	12542
Mtrasv Min	SLU24	50621	394	9264	-10885	74104	74899	9273
Vlong Max	SLU11	67007	724	12740	-8590	78416	78885	12761
Vlong Min	SLU20	45011	0	8640	0	45172	45172	8640
Mlong Max	SLU2	69690	431	12740	-5443	89683	89848	12748
Mlong Min	SLU22	44701	-351	8711	3993	44486	44664	8718
Mtorc Max	SLU2	60962	-351	12537	3993	51274	51429	12542
Mtorc Min	SLU15	50747	724	9264	-8590	74634	75127	9292
<b>INVILUPPO: SLV</b>		<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>23</b>

Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	SLV5	52477	4479	11738	-24768	64970	69531	12564
Nvert Min	SLV6	37545	4479	11738	-24768	54303	59685	12564
Vtrasv Max	SLV3	47251	14932	11738	-82558	61237	102790	18993
Vtrasv Min	SLV6	37545	4479	11738	-24768	54303	59685	12564
Mtrasv Max	SLV1	47251	4479	22496	-24768	111577	114293	22938
Mtrasv Min	SLV6	42771	14932	11738	-82558	58037	100917	18993
Vlong Max	SLV1	47251	4479	22496	-24768	111577	114293	22938
Vlong Min	SLV6	37545	4479	11738	-24768	54303	59685	12564
Mlong Max	SLV1	47251	4479	22496	-24768	111577	114293	22938
Mlong Min	SLV4	37545	4479	11738	-24768	54303	59685	12564
Mtorc Max	SLV5	52477	4479	11738	-24768	64970	69531	12564
Mtorc Min	SLV4	42771	14932	11738	-82558	58037	100917	18993
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE RA</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	RA1	49236	384	8559	-4784	64051	64229	8567
Nvert Min	RA12	44805	-234	8111	2662	41589	41674	8114
Vtrasv Max	RA3	49026	495	8559	-5900	63169	63444	8573
Vtrasv Min	RA12	44805	-234	8111	2662	41589	41674	8114
Mtrasv Max	RA1	44805	-234	8111	2662	41589	41674	8114
Mtrasv Min	RA12	47372	267	8062	-7600	51950	52503	8066
Vlong Max	RA11	49026	495	8559	-5900	63169	63444	8573
Vlong Min	RA8	49236	384	8013	-4784	59354	59546	8022
Mlong Max	RA12	49236	384	8559	-4784	64051	64229	8567
Mlong Min	RA6	44805	-234	8111	2662	41589	41674	8114
Mtorc Max	RA12	44805	-234	8111	2662	41589	41674	8114
Mtorc Min	RA3	49026	495	8559	-5900	63169	63444	8573
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	FR1	47511	122	8559	-1639	56808	56832	8560
Nvert Min	FR12	44805	-234	8198	2662	42341	42424	8202
Vtrasv Max	FR3	47329	283	8559	-3418	56042	56146	8563
Vtrasv Min	FR12	44805	-234	8198	2662	42341	42424	8202
Mtrasv Max	FR1	44805	-234	8373	2662	43844	43924	8376
Mtrasv Min	FR12	46742	101	8062	-4684	49303	49525	8062
Vlong Max	FR11	47329	283	8559	-3418	56042	56146	8563
Vlong Min	FR8	47511	122	8013	-1639	52112	52137	8014
Mlong Max	FR5	47511	122	8559	-1639	56808	56832	8560
Mlong Min	FR6	44805	-234	8198	2662	42341	42424	8202
Mtorc Max	FR5	44805	-234	8373	2662	43844	43924	8376

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C

Mtorc Min	FR3	47329	283	8559	-3418	56042	56146	8563
<b>INVIUPPO:</b>	<b>SLE QP</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Nvert Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778
Vtrasv Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Vtrasv Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778
Mtrasv Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Mtrasv Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778
Vlong Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Vlong Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778
Mlong Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Mlong Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778
Mtorc Max	QP1	45011	0	7127	0	38062	38062	7127
Mtorc Min	QP12	45011	0	6778	0	35056	35056	6778

Tabella 12. Azioni all'intradosso della Spalla 2

<b>INVIUPPO:</b>	<b>SLU</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	SLU6	61671	798	14746	-11563	114551	115133	14767
Nvert Min	SLU24	41548	-351	9412	4835	49960	50194	9419
Vtrasv Max	SLU3	59116	935	14805	-13191	104476	105305	14835
Vtrasv Min	SLU24	41548	-351	9412	4835	49960	50194	9419
Mtrasv Max	SLU6	53376	-351	13545	4835	66505	66681	13550
Mtrasv Min	SLU24	47288	935	11022	-13191	91776	92719	11062
Vlong Max	SLU7	56474	324	16214	-9743	108870	109305	16217
Vlong Min	SLU20	41857	0	9341	0	50476	50476	9341
Mlong Max	SLU2	61671	798	14746	-11563	114551	115133	14767
Mlong Min	SLU15	41548	-351	9412	4835	49960	50194	9419
Mtorc Max	SLU7	56474	324	16214	-9743	108870	109305	16217
Mtorc Min	SLU15	47288	935	11022	-13191	91776	92719	11062
<b>INVIUPPO:</b>	<b>SLV</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	SLV5	43949	3457	12368	-20955	82135	84766	12842
Nvert Min	SLV6	32425	3457	12368	-20955	70259	73317	12842
Vtrasv Max	SLV3	39915	11523	12368	-69852	77978	104689	16904
Vtrasv Min	SLV6	32425	3457	12368	-20955	70259	73317	12842
Mtrasv Max	SLV1	39915	3457	23162	-20955	137832	139416	23419
Mtrasv Min	SLV6	36459	11523	12368	-69852	74415	102063	16904
Vlong Max	SLV1	39915	3457	23162	-20955	137832	139416	23419

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	25

Vlong Min	SLV6	32425	3457	12368	-20955	70259	73317	12842
Mlong Max	SLV1	39915	3457	23162	-20955	137832	139416	23419
Mlong Min	SLV4	32425	3457	12368	-20955	70259	73317	12842
Mtorc Max	SLV5	43949	3457	12368	-20955	82135	84766	12842
Mtorc Min	SLV4	36459	11523	12368	-69852	74415	102063	16904
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE RA</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	RA1	44585	546	10333	-7883	83110	83483	10347
Nvert Min	RA12	40512	-234	8785	3224	48978	49084	8788
Vtrasv Max	RA3	44396	640	10399	-9000	83042	83528	10419
Vtrasv Min	RA12	40512	-234	8785	3224	48978	49084	8788
Mtrasv Max	RA1	40512	-234	8785	3224	48978	49084	8788
Mtrasv Min	RA12	44396	640	10399	-9000	83042	83528	10419
Vlong Max	RA7	42637	265	10884	-7321	80988	81318	10887
Vlong Min	RA12	40512	-234	8785	3224	48978	49084	8788
Mlong Max	RA12	44585	546	10333	-7883	83110	83483	10347
Mlong Min	RA3	40512	-234	8785	3224	48978	49084	8788
Mtorc Max	RA7	42637	265	10884	-7321	80988	81318	10887
Mtorc Min	RA3	44396	640	10399	-9000	83042	83528	10419
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE FR</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	FR1	42980	324	9783	-4736	70320	70479	9788
Nvert Min	FR12	40512	-234	8873	3224	49940	50044	8876
Vtrasv Max	FR3	42867	400	9816	-5677	70210	70439	9824
Vtrasv Min	FR12	40512	-234	8873	3224	49940	50044	8876
Mtrasv Max	FR7	40512	-234	9047	3224	51862	51962	9050
Mtrasv Min	FR8	42867	400	9816	-5677	70210	70439	9824
Vlong Max	FR7	42154	62	10544	-3775	75221	75316	10544
Vlong Min	FR8	40718	0	8785	0	49845	49845	8785
Mlong Max	FR5	42154	62	10544	-3775	75221	75316	10544
Mlong Min	FR3	40718	0	8785	0	49845	49845	8785
Mtorc Max	FR7	42154	62	10544	-3775	75221	75316	10544
Mtorc Min	FR3	42867	400	9816	-5677	70210	70439	9824
<b>INVILUPPO:</b>	<b>SLE QP</b>	<b>Nvert</b>	<b>Vtrasv</b>	<b>Vlong</b>	<b>Mtrasv</b>	<b>Mlong</b>	<b>Mrisul</b>	<b>Hrisul</b>
<b>Tipologia Comb.</b>	<b>Nome Comb.</b>	<b>Fz (kN)</b>	<b>Fx (kN)</b>	<b>Fy (kN)</b>	<b>My (kNm)</b>	<b>Mx (kNm)</b>	<b>M (kNm)</b>	<b>H (kNm)</b>
Nvert Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741
Nvert Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392
Vtrasv Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741
Vtrasv Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392
Mtrasv Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741

**LINEA PESCARA – BARI**

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

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	26

Mtrasv Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392
Vlong Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741
Vlong Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392
Mlong Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741
Mlong Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392
Mtorc Max	QP1	38187	0	7741	0	50545	50545	7741
Mtorc Min	QP12	38187	0	7392	0	46700	46700	7392

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	27

## 6 CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE

### 6.1 METODOLOGIA DI CALCOLO PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEL COLLASSO PER CARICHI VERTICALI

La resistenza di progetto dipende dal numero di verticali indagate e dalla tecnologia di esecuzione. In linea generale si può scrivere

$$R_d = S_d + P_d = \frac{S_k}{\gamma_s} + \frac{P_k}{\gamma_b} = \frac{S_{lim}}{\xi_3 \gamma_s} + \frac{P_{lim}}{\xi_3 \gamma_b} \quad (1)$$

in cui  $\xi_3$  è un coefficiente che tiene conto del numero di verticali indagate e  $(\gamma_b, \gamma_s)$  sono i coefficienti parziali della resistenza alla punta e sulla laterale. Nel caso dei pali trivellati, si ha  $\gamma_b = 1,35$  e  $\gamma_s = 1,15$ . Per il coefficiente  $\xi_3$  si applica lo stesso valore del progetto definitivo.

Le capacità assiali di progetto a compressione,  $N_u$ , e a sfilamento,  $S_u$ , utili ai fini della costruzione dei domini di collasso si valutano con le equazioni:

$$N_u = R_d - P$$

$$S_u = S_d \frac{\gamma_s}{\gamma_{st}} + P \quad (2)$$

in cui  $\gamma_{st} = 1,25$  è il coefficiente parziale della resistenza allo sfilamento e  $P$  il peso del palo. Nel caso dei terreni stratificati si pone:

$$S_{lim} = \pi d \sum_i s_{limi}(z)$$

in cui  $s_{limi}$  è la resistenza unitaria alla profondità  $z$  sul fusto di palo nel tratto  $i$ -esimo.

#### Terreni coesivi a grana fine

Nei terreni coesivi a grana fine, la resistenza unitaria lungo il fusto del palo può essere valutata con l'equazione di O'Neill & Reese (1999):

$$s_{lim} = \alpha c_u$$

$$\frac{c_u}{p_a} \leq 1.5 \quad \alpha = 0.55$$

$$1.5 \leq \frac{c_u}{p_a} \leq 2.5 \quad \alpha = 0.55 - 0.1 \cdot \left( \frac{c_u}{p_a} - 1.5 \right) \quad (3)$$

$$\frac{c_u}{p_a} \geq 2.5 \quad \alpha = 0.45$$

$$p_a = 100 \text{ kPa}$$

Fleming et al. (2009) suggeriscono invece di adottare un valore del coefficiente di adesione nell'intervallo [0.5; 0.6], in sostanziale accordo con O'Neill & Reese. In alternativa si può utilizzare l'espressione di Salgado (2006)

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	28

$$s_{lim} = \alpha c_u$$

$$\alpha = 0.4 \left[ 1 - 0.12 \ln \frac{c_u}{p_a} \right] \quad (4)$$

Si deve tenere conto tuttavia che la (3) conduce a previsioni molto cautelative nei casi in cui OCR è inferiore a 3. Essa è invece particolarmente affidabile nel caso in cui OCR si trovi nell'intervallo [3; 5]. In assenza di indicazioni specifiche sul profilo del grado preconsolidazione, si farà pertanto riferimento alle formule di O'Neill & Reese (1999). Si noti che l'equazione (3) prevede una restrizione sull'intervallo di valori del coefficiente di adesione, che deve essere compreso in ogni caso fra 0.45 e 0.55, ma non sul valore della resistenza unitaria del fusto.

Per la resistenza di calcolo alla punta si pone invece:

$$P_{lim} = \frac{\pi d^2}{4} (\sigma_{VL} + N_c c_{up}) \quad (5)$$

in cui  $c_{up}$  è il valore medio della coesione non drenata nell'intervallo  $[L-4d, L+d]$  e  $\sigma_{VL}$  la tensione verticale totale alla profondità della punta del palo. Ai fini applicativi si assume  $N_c = 9$  (Skempton 1951).

Nel caso dei pali nei terreni coesivi, oppure in alternanze che siano prevalentemente costituite da terreni coesivi a grana fine, si applica un coefficiente riduttivo  $\eta$  (efficienza) alla capacità assiale a compressione  $N_u$  pari a 0,9 per tenere conto dell'effetto di gruppo (Fleming et al. 2009, de Sanctis et al. 2021b).

### Terreni incoerenti a grana grossa

Nei terreni di permeabilità medio-elevata, la resistenza unitaria sul fusto si può esprimere con l'equazione:

$$s_{lim}(z) = \mu k \cdot \sigma'_v(z) \quad (6)$$

in cui  $\mu = \tan \phi$  = coefficiente di attrito;  $k$  = coefficiente che tiene conto della tecnologia di esecuzione dei pali (= 0,7 per i pali trivellati di grande diametro),  $\sigma'_v(z)$  = tensione verticale efficace alla profondità generica  $z$ .

La resistenza unitaria alla punta può essere invece valutata con l'equazione:

$$p_{lim} = N_q^* \sigma'_{VL} \quad (7)$$

in cui  $\sigma'_{VL}$  è la tensione verticale efficace alla profondità della punta del palo ed  $N_q$  il coefficiente di carico limite ridotto per i pali di grande diametro (Berezantsev 1965). A tal riguardo si precisa che si è fatto riferimento all'abaco pubblicato nelle Raccomandazioni AGI (1984).

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
<b>LI0B</b>		<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	29

## 6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO PER LE VERIFICHE NEI CONFRONTI DEL COLLASSO PER CARICHI INCLINATI

Nella valutazione della capacità laterale dei gruppi si può tenere conto in modo conveniente dell'interazione fra le componenti dell'azione risultante, e cioè il carico assiale, il carico laterale e il momento. Iovino et al. (2021b) hanno elaborato un algoritmo incrementale per la costruzione del dominio di collasso nello spazio delle azioni che si può considerare una soluzione del teorema statico. L'interazione fra le componenti del carico applicato è sempre favorevole, infatti al crescere del carico assiale aumenta la capacità laterale del gruppo, mentre la componente momento ha soltanto un'influenza molto modesta sulla capacità laterale, tant'è che è sufficiente fare riferimento alla sezione della superficie di collasso nello spazio delle azioni per  $M = 0$ .

Il dominio di collasso della palificata nel piano (Q, H) può essere costruito in modo agevole partendo dai valori estremi delle capacità laterali del gruppo:

$$H_{dc} = \eta_h n \frac{H_k(M_{yc})}{\gamma_{tr}} = \eta_h n \frac{H_{lim}(M_{yc})}{\xi_3 \gamma_{tr}} \quad (7)$$

$$H_{dt} = \eta_h n \frac{H_k(M_{yt})}{\gamma_{tr}} = \eta_h n \frac{H_{lim}(M_{yt})}{\xi_3 \gamma_{tr}}$$

in cui  $\eta_h$  è l'efficienza sotto azioni orizzontali,  $H_{lim}$  la capacità laterale del palo isolato, che è funzione del momento di plasticizzazione della sezione del palo,  $M_{yc}$  il momento di plasticizzazione della sezione del palo in corrispondenza di  $(N_u - P)$  ed  $M_{yt}$  il momento di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u + P)]$ .

Il carico limite orizzontale si valuta con la teoria di Broms (1964a,b) per pali impediti di ruotare in testa. Il meccanismo di collasso, se non diversamente specificato, è quello di palo lungo. In questa circostanza, nel caso di terreni coesivi si ha

$$H_{lim}(M_y) = -13.5 c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}} \quad (8)$$

mentre per terreni incoerenti, si ha:

$$H_{lim}(M_y) = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2} \quad (9)$$

in cui  $c_u$  è la coesione non drenata nello strato di terreno compreso fra le due cerniere plastiche e  $k_p$  il coefficiente di spinta passiva nell'ipotesi di contatto palo-terreno liscio. Ai fini della costruzione del dominio di plasticizzazione  $(N, M_y)$  della sezione strutturale del palo, si utilizza la soluzione in forma chiusa di Di Laora et al. (2020), in cui l'armatura è assimilata a un tubo sottile di acciaio di spessore equivalente. Per le resistenze caratteristiche dei materiali e i coefficienti parziali si assume infine

$$\begin{aligned}
 R_{ck} &= 30 \text{MPa} \\
 f_{yk} &= 450 \text{MPa} \\
 \gamma_s &= 1 \\
 \gamma_c &= 1
 \end{aligned} \quad (10)$$

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C

La frontiera del dominio di collasso di Iovino et al. (2021a) nei piani paralleli al piano (Q, H) può essere convenientemente idealizzata con un trapezio passante per i punti di coordinate:

$$A \equiv (Q_1, H_1)$$

$$B \equiv (Q_2, H_2)$$

$$Q_1 = \frac{Q_c + Q_t}{2} - \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}}$$

$$Q_2 = \frac{Q_c + Q_t}{2} + \frac{Q_c - Q_t}{2} \sqrt{1 - \frac{M}{M_{\max}}}$$

(11)

$$H = H_t + i(Q - Q_t)$$

$$i = \frac{H_{dc} - H_{dt}}{Q_c - Q_t}$$

$$Q_t = -n \cdot (S_u + P)$$

$$Q_c = n \cdot (N_u - P)$$

in cui  $M_{\max}$  è il valore massimo del momento ultimo del gruppo di pali. Si tenga conto che, per un dato valore del momento  $M$ , la frontiera ha la concavità verso il basso, e dunque la linea passante per i punti A e B identifica un minorante della capacità laterale del gruppo di pali per qualunque valore di  $Q$  (Iodice et al. 2022). Come si è già detto, è sufficiente considerare la sezione della frontiera che passa per  $M = 0$ . In tal caso i punti A e B hanno coordinate:

$$A \equiv (Q_t, H_{dt})$$

$$B \equiv (Q_c, H_{dc})$$

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

## 7. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE

Vengono di seguito rappresentati i domini di resistenza con il quale sono state dimensionate le lunghezze dei pali. Per le ipotesi riguardanti il calcolo delle curve di capacità portante verticale a compressione ed a trazione si faccia riferimento alla relazione geotecnica generale.

Verranno mostrati i domini di resistenza sia con la soluzione del progetto definitivo che con la soluzione del progetto esecutivo. Nello specifico, essendo la disposizione dei pali simmetrica (3X3 pali 1500 con  $l/D=3$ ), si procederà alla rappresentazione dei domini di collasso (definitivi innovativi) in cui il vettore momento risultante nel piano XY è verticale ( $\beta = 0$ ) o inclinato di un angolo  $\beta = 45^\circ$ . Per confronto, sono riportati anche i domini di snervamento che corrispondono appunto alla plasticizzazione del palo più caricato (definiti convenzionali). Anche questi ultimi sono valutati nelle due ipotesi in cui  $\beta = 0$  ed  $\beta = 45^\circ$ .

Si fa presente che le azioni utilizzate per il dimensionamento tramite la teoria dei domini di collasso sono l'azione verticale e la composizione vettoriale dei momenti sollecitanti l'intradosso della fondazione. Se queste ultime saranno comprese nei domini di collasso calcolato con  $\beta = 0$  ed  $\beta = 45^\circ$ , risulta ovvio che saranno verificate con tutti i possibili  $\beta$ .

### 7.1 PALIFICATE SPALLA 01

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 13. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
46.0	7515	9294

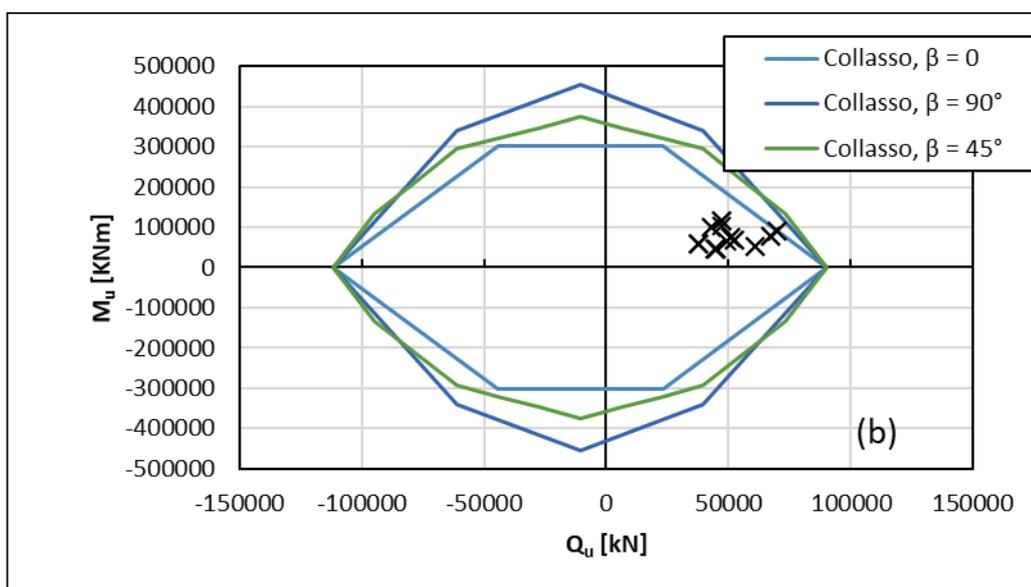


Figura 4. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### Scalzamento

Tabella 14. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
49.0	7066	8930

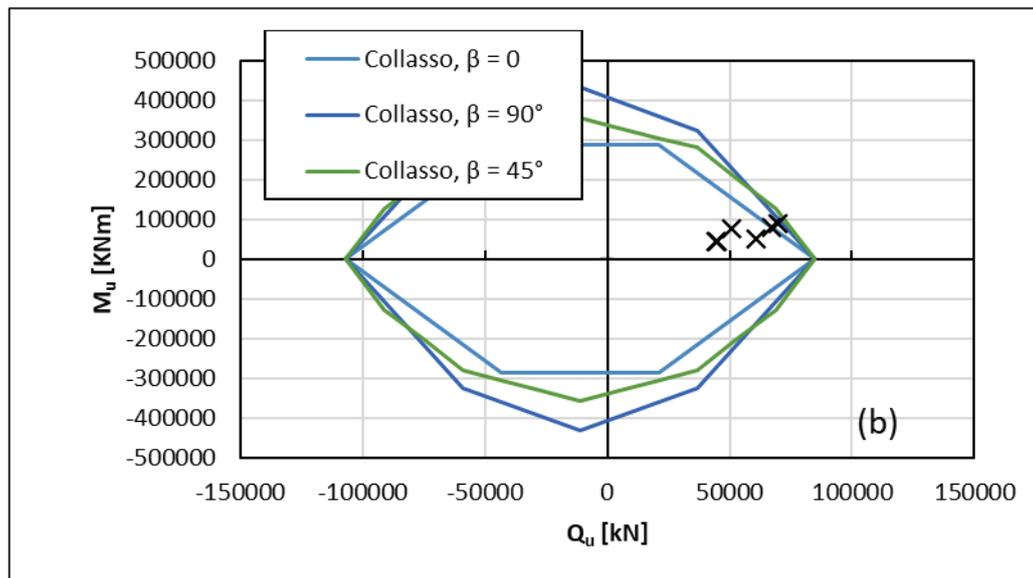


Figura 5. Domini di collasso.

In questo caso gli stati di sforzo sono contenuti nell'involuppo interno o compresi nel fuso dei domini ottenuto al variare dell'angolo di inclinazione del momento risultante. Si deve tenere conto tuttavia che nei calcoli non è stato considerato il contributo dovuto al momento di plasticizzazione dei pali, per effetto del quale il dominio di collasso è molto più ampio di quello rappresentato nella figura immediatamente sopra. Tenuto conto del carattere eccezionale dell'evento idraulico che comporta lo scalzamento dei primi 3.5 m di palo, si può ritenere che la verifica allo SLU sia soddisfatta con margine sovrabbondante.

### Liquefazione

Tabella 15. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
49.0	7303	9077

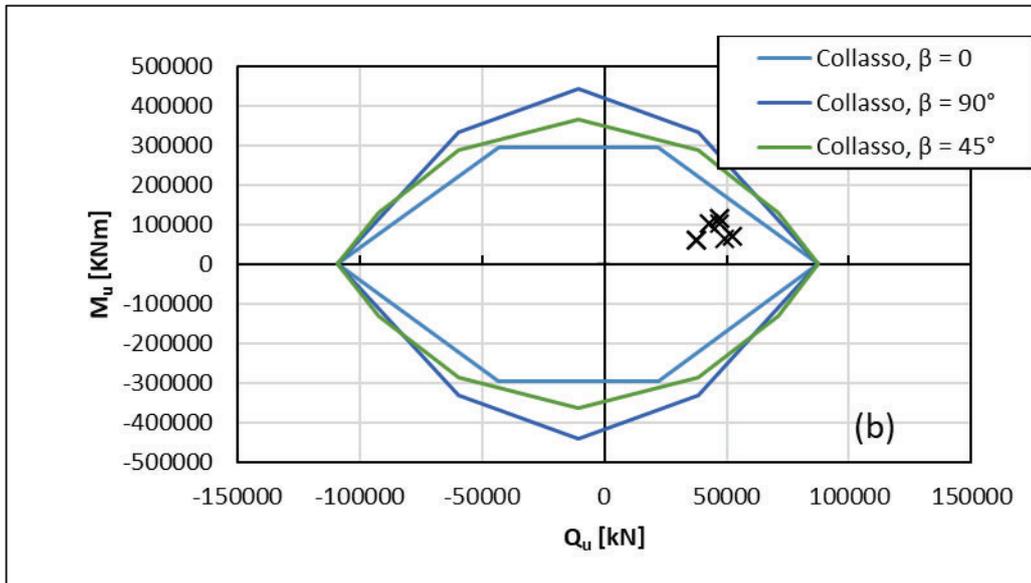


Figura 6. Domini di collasso.

## 7.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 16. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	6172	7558

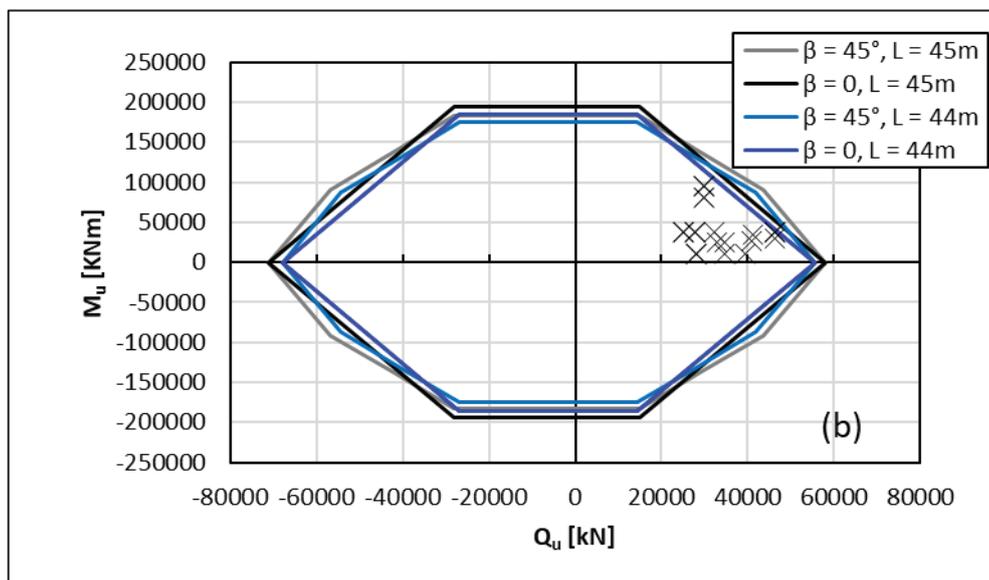


Figura 7. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### Scalzamento

Tabella 17. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	6040	7467

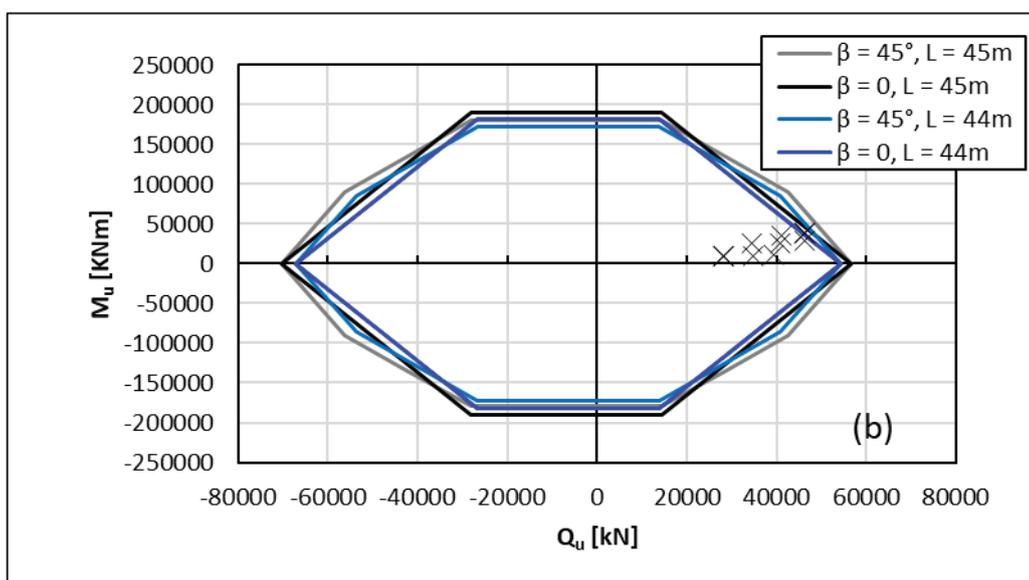


Figura 8. Domini di collasso.

In questo caso gli stati di sforzo sono contenuti nell'involuppo interno o compresi nel fuso dei domini ottenuto al variare dell'angolo di inclinazione del momento risultante. Si deve tenere conto tuttavia che nei calcoli non è stato considerato il contributo dovuto al momento di plasticizzazione dei pali, per effetto del quale il dominio di collasso è molto più ampio di quello rappresentato nella figura immediatamente sopra. Tenuto conto del carattere eccezionale dell'evento idraulico che comporta lo scalzamento dei primi 0.30 m di palo, si può ritenere che la verifica allo SLU sia soddisfatta con margine sovrabbondante.

### Liquefazione

Tabella 18. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	5960	7342

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

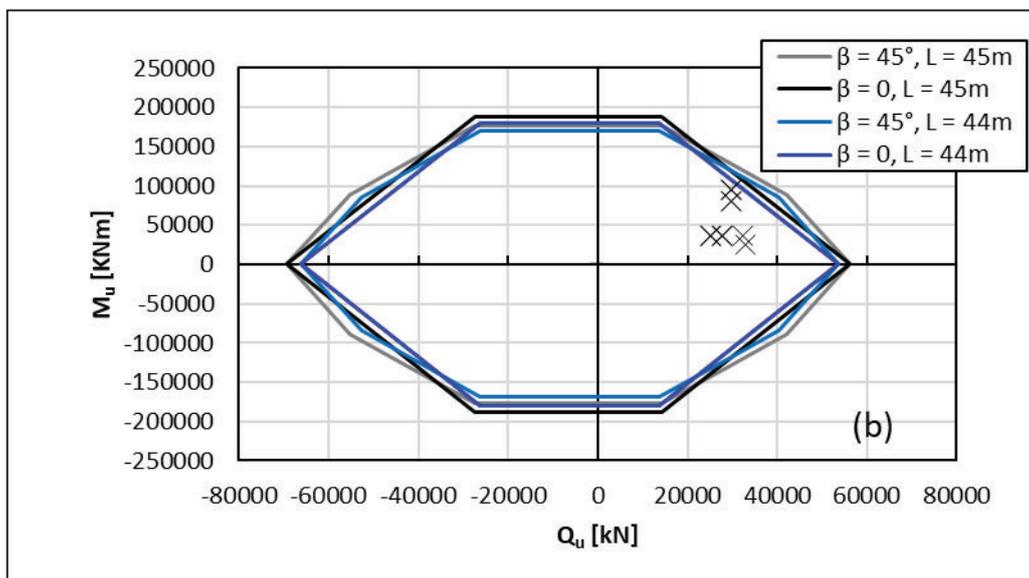


Figura 9. Domini di collasso.

In questo caso gli stati di sforzo sono contenuti nell'involuppo interno o compresi nel fuso dei domini ottenuto al variare dell'angolo di inclinazione del momento risultante. Si deve tenere conto tuttavia che nei calcoli non è stato considerato il contributo dovuto al momento di plasticizzazione dei pali, per effetto del quale il dominio di collasso è molto più ampio di quello rappresentato nella figura immediatamente sopra.

### 7.3 PALIFICATE PILA 03 ÷ PILA 18

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 19. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	6172	7558

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	36

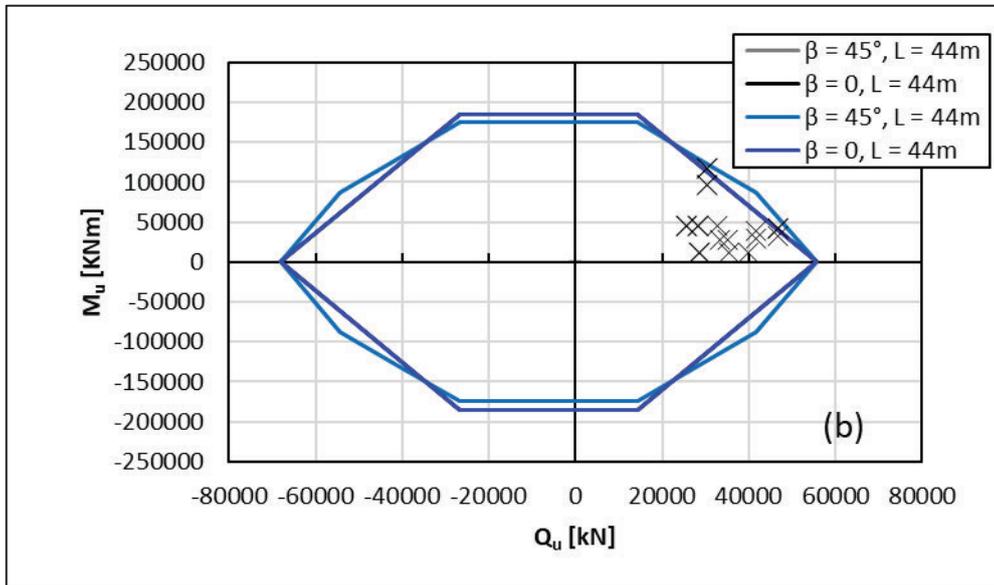


Figura 10. Domini di collasso.

Scalzamento

Tabella 20. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	5852	7305

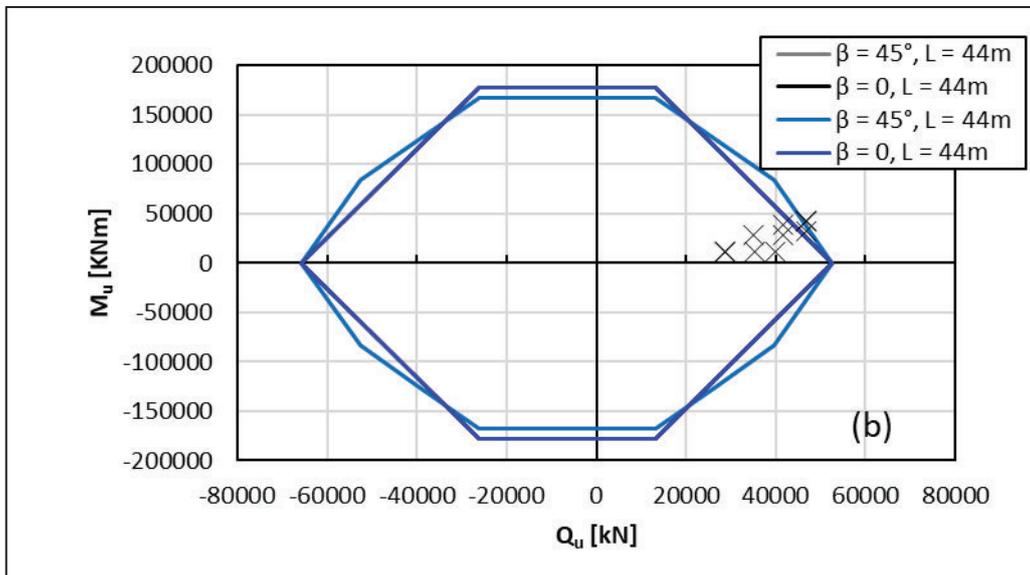


Figura 11. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

In questo caso gli stati di sforzo sono contenuti nell'involuppo interno o compresi nel fuso dei domini ottenuto al variare dell'angolo di inclinazione del momento risultante. Si deve tenere conto tuttavia che nei calcoli non è stato considerato il contributo dovuto al momento di plasticizzazione dei pali, per effetto del quale il dominio di collasso è molto più ampio di quello rappresentato nella figura immediatamente sopra. Tenuto conto del carattere eccezionale dell'evento idraulico che comporta lo scalzamento dei primi 2.20 m di palo, si può ritenere che la verifica allo SLU sia soddisfatta con margine sovrabbondante.

#### 7.4 PALIFICATE PILA 19 ÷ PILA 21 E PILA 24 ÷ PILA 35

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 21. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	7264	8667

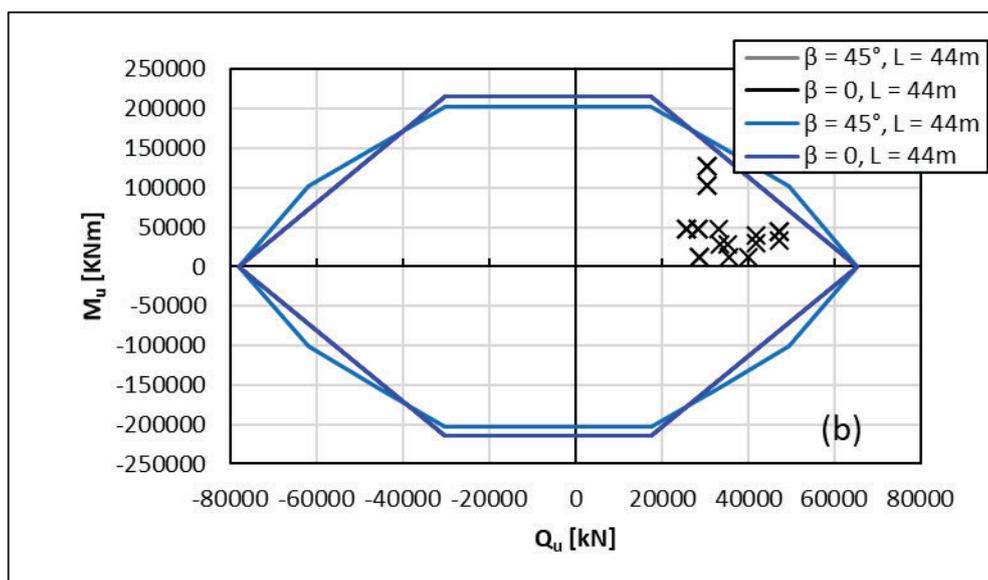


Figura 12. Domini di collasso.

#### Scalzamento

Tabella 22. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	6623	8086

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	38

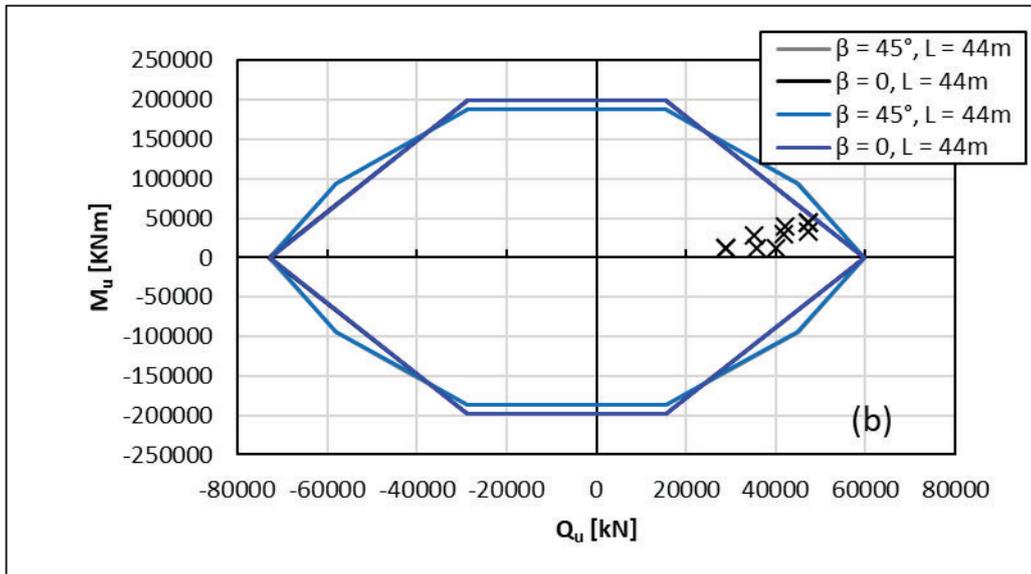


Figura 13. Domini di collasso.

### 7.5 PALIFICATE PILA 36 ÷ PILA 40

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 23. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	7264	8667

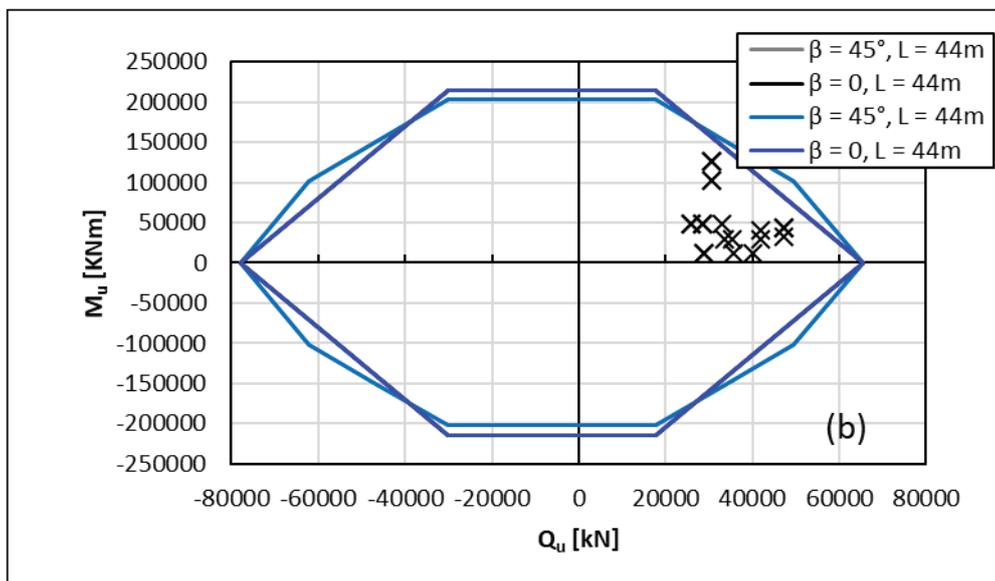


Figura 14. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### Scalzamento

Tabella 24. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	6397	7890

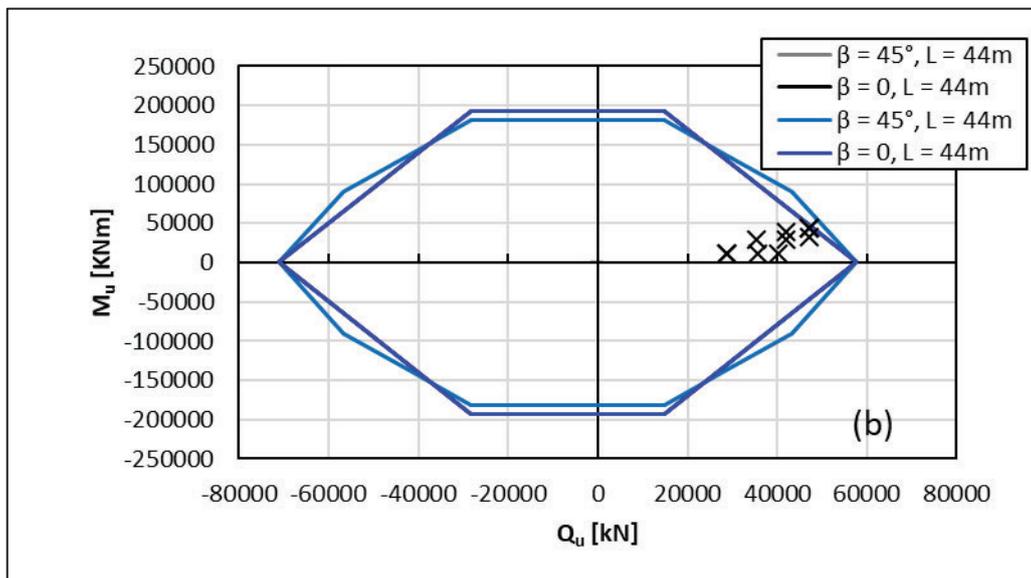


Figura 15. Domini di collasso.

### 7.6 PALIFICATE PILA 41 ÷ PILA 47

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 25. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
44.0	7264	8667

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	40

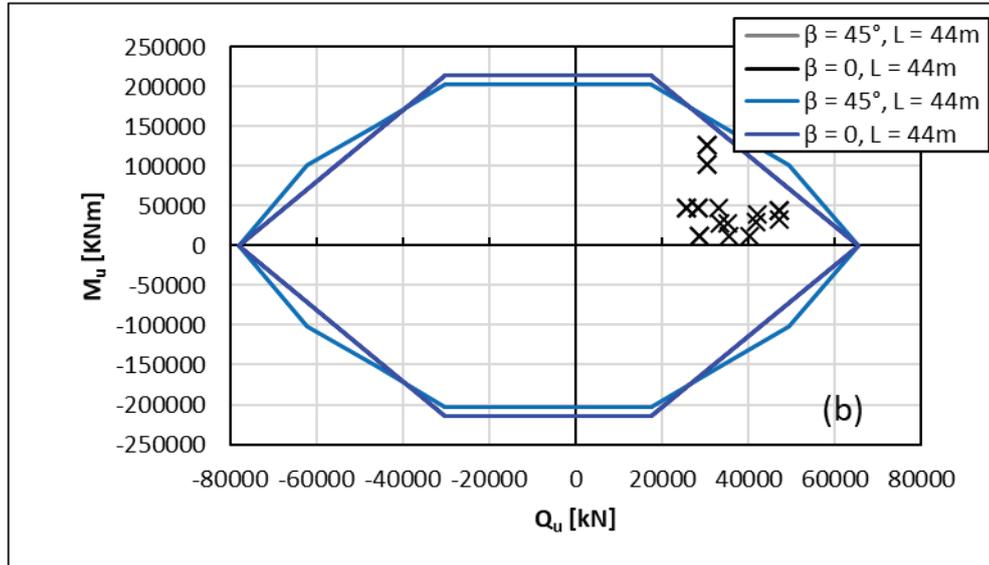


Figura 16. Domini di collasso.

## 7.7 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 26. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
30.0	7105	7471

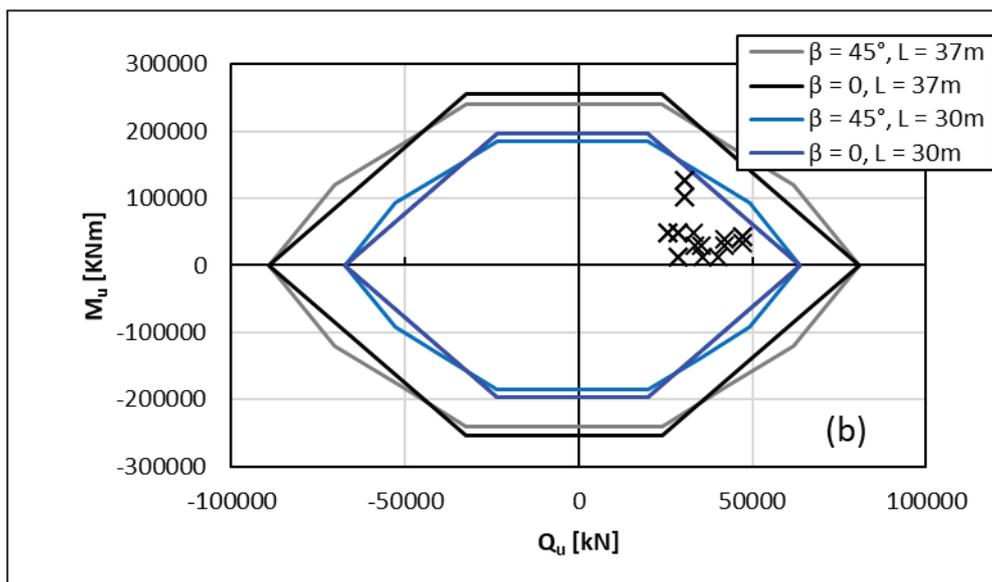


Figura 17. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

## 7.8 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 27. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
34.0	8777	9426

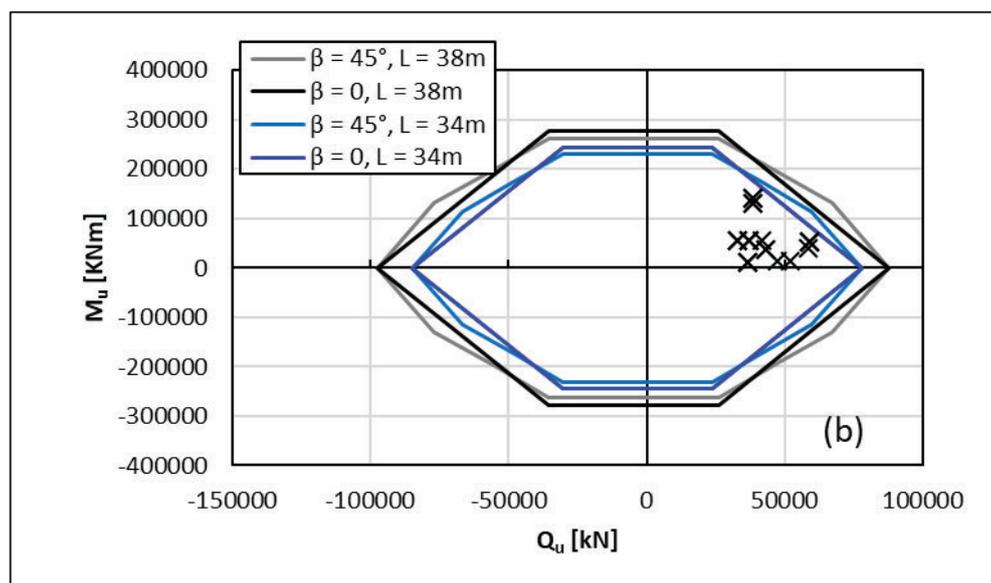


Figura 18. Domini di collasso.

## Scalzamento

Tabella 28. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
34.0	7873	8680

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

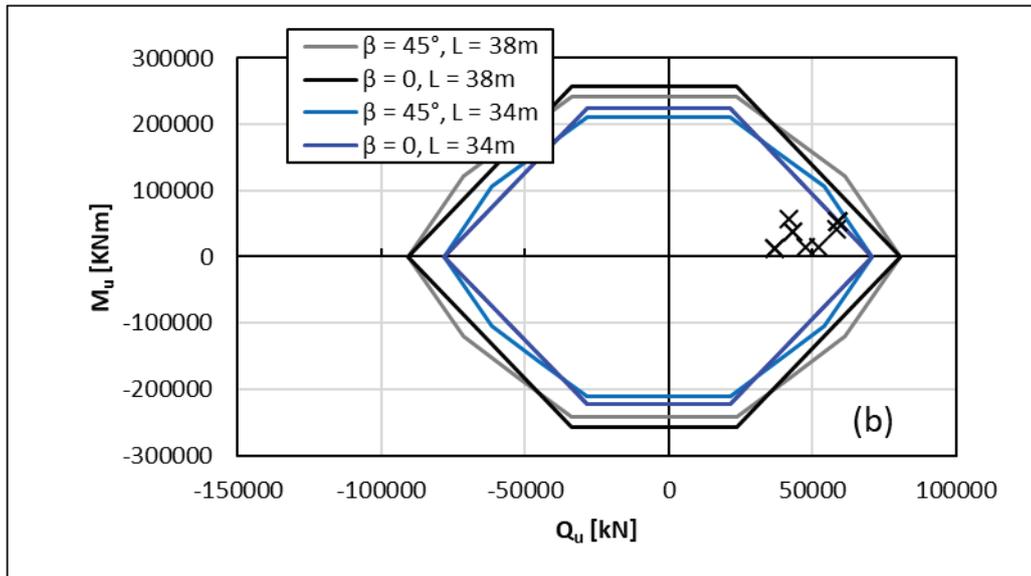


Figura 19. Domini di collasso.

In questo caso gli stati di sforzo sono contenuti nell'involuppo interno o compresi nel fuso dei domini ottenuto al variare dell'angolo di inclinazione del momento risultante. Si deve tenere conto tuttavia che nei calcoli non è stato considerato il contributo dovuto al momento di plasticizzazione dei pali, per effetto del quale il dominio di collasso è molto più ampio di quello rappresentato nella figura immediatamente sopra. Tenuto conto del carattere eccezionale dell'evento idraulico che comporta lo scalzamento dei primi 3.7 m di palo, si può ritenere che la verifica allo SLU sia soddisfatta con margine sovrabbondante.

## 7.9 PALIFICATE SPALLA 02

Vengono riportati i valori della resistenza a compressione ed a trazione con il quale è stato possibile calcolare i domini di resistenza.

Tabella 29. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
$L_p$ [m]	$N_u$ [kN]	$S_u$ [kN]
40.0	7832	9407

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	43

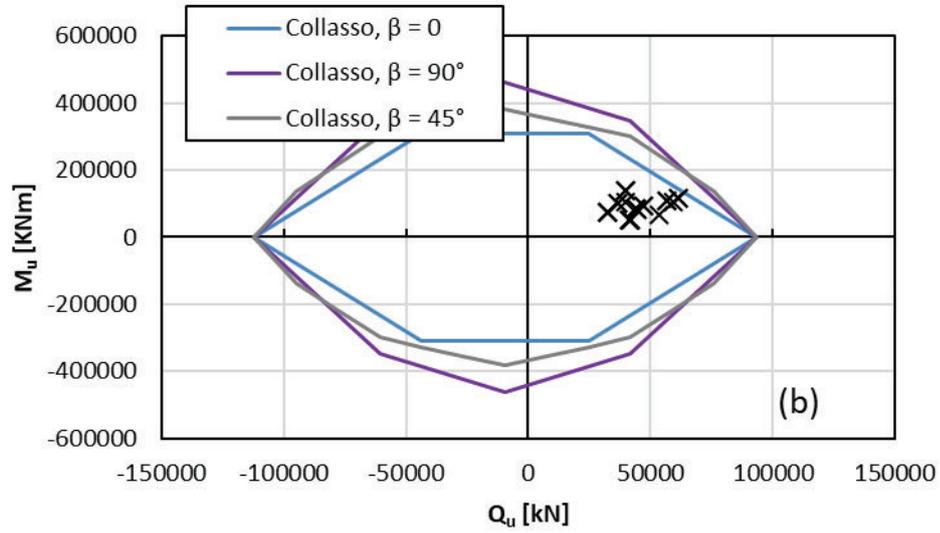


Figura 20. Domini di collasso.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	44

## 8. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE

Analogamente ai domini di collasso nel piano Q-M (verticale – momento) è possibile rappresentare i domini di collasso della palificata nel piano Q-H (verticale – orizzontale).

La rappresentazione dei domini di collasso delle palificate nel piano Q-H (verticale – orizzontale) richiede, in primis, la determinazione dei momenti resistenti  $M_y$  dei pali, dai quali è possibile conoscere la resistenza orizzontale palo-terreno secondo la teoria di Broms. Si fa notare che l'indicazione  $M_y$  rappresenta il valore del momento resistente utilizzando valori unitari dei coefficienti di sicurezza sull'acciaio ( $\gamma_s$ ) ed il cls ( $\gamma_c$ ).

Tali momenti resistenti  $M_y$ , essendo dipendenti dallo sforzo normale agente sul palo stesso, sono stati determinati in corrispondenza dei valori limite (Nu-P)  $\rightarrow$  resistenza verticale a compressione ed Su +P  $\rightarrow$  resistenza verticale a trazione. Il calcolo del momento resistente  $M_y$  e del momento resistente  $M_{rd}$  (con  $\gamma_s = 1.15$  e  $\gamma_c = 1.5$ ) è stato condotto utilizzando la formula proposta da Di Laora et al. (2019).

Essendo la teoria di Broms legata all'ipotesi di terreno omogeneo, il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stata effettuata sia per il terreno immediatamente adiacente la quota testa palo (coesivo o incoerente) che per il terreno sottostante (coesivo o incoerente). Così facendo è possibile valutare un minorante della resistenza orizzontale del terreno.

### 8.1 PALIFICATE SPALLA 01

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $54\Phi 32$ .

Tabella 30. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 49$  m e  $A_f = 54\Phi 32$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-9294	7515	7007	13950	2861	4407	17778	28470

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

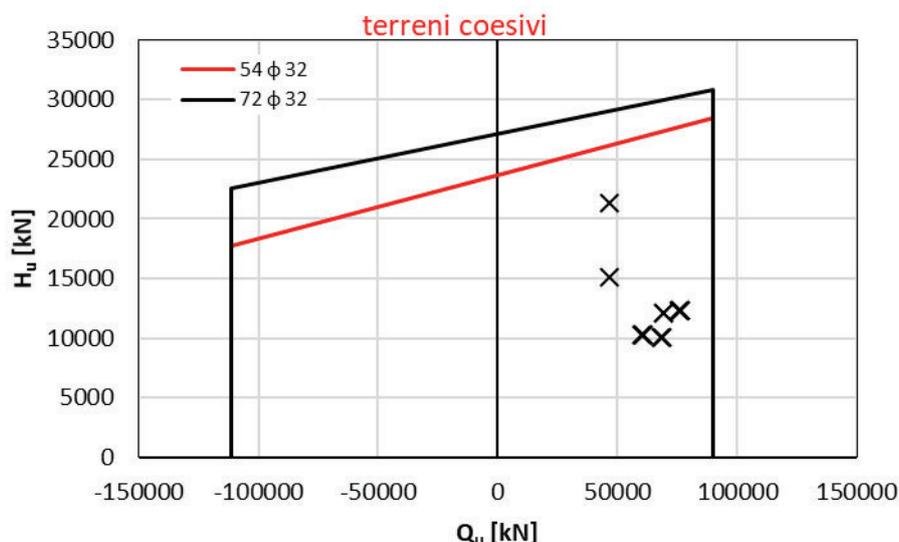


Figura 21. Dominio di collasso nel piano Q-H.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	45

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

### Liquefazione

Tabella 31. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 49 \text{ m}$  e  $A_f = 54\phi 32$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-9077	7303	7131	13901	2893	4398	18058	28403

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

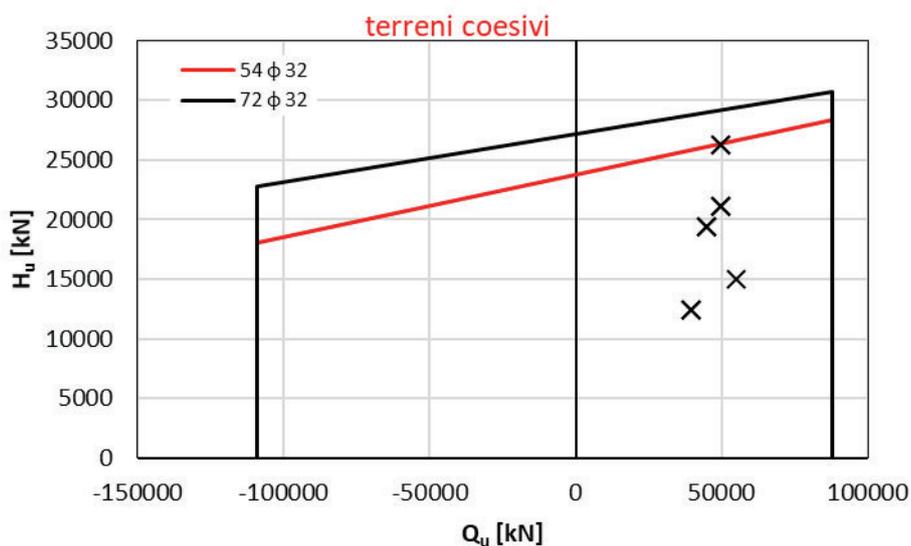


Figura 22. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	46

## 8.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 32$ .

Tabella 32. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 32$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-7558	6172	3651	9836	1840	3552	8281	16870

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

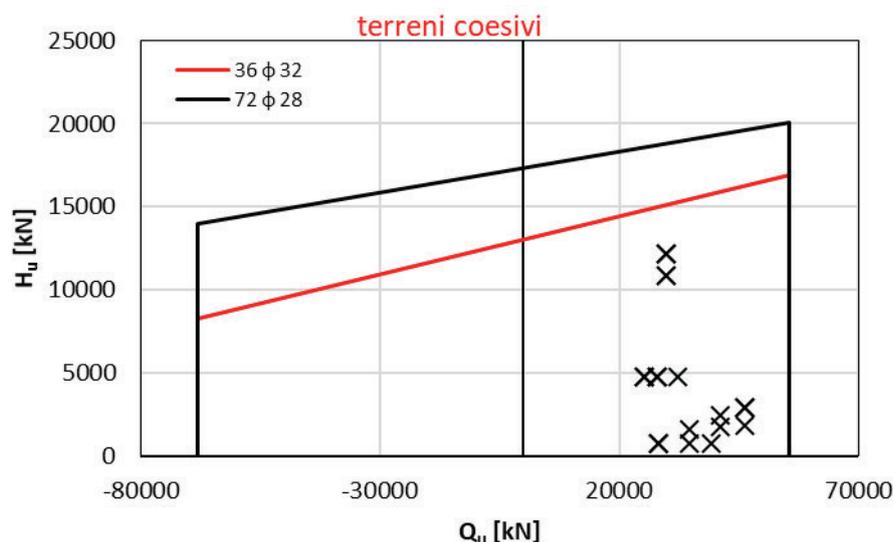


Figura 23. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

### Liquefazione

Tabella 33. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 32$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-7342	5960	3775	9774	1888	3538	7524	13980

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

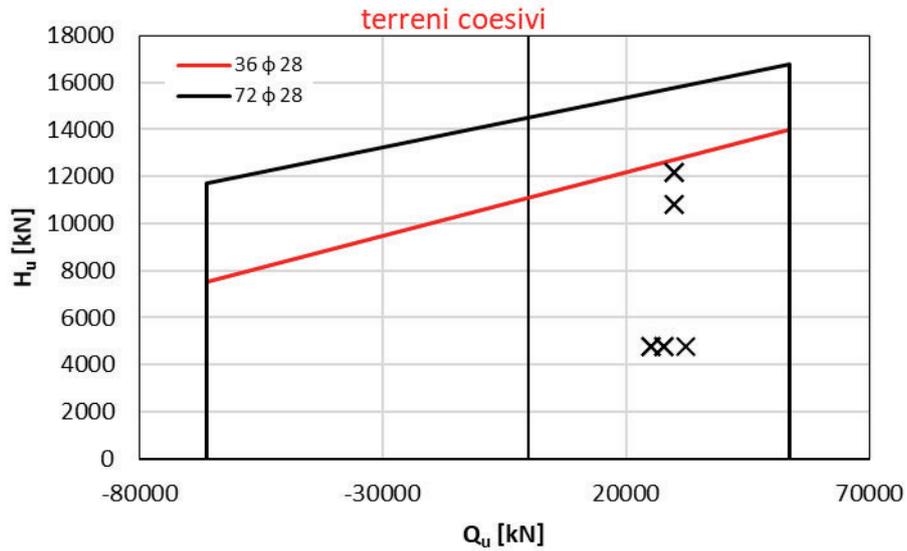


Figura 24. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	48

### 8.3 PALIFICATE PILE 03 ÷ PILA 18

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-S_u, N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 28$ .

Tabella 34. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-7558	6172	1802	8391	1102	3401	5615	15655

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

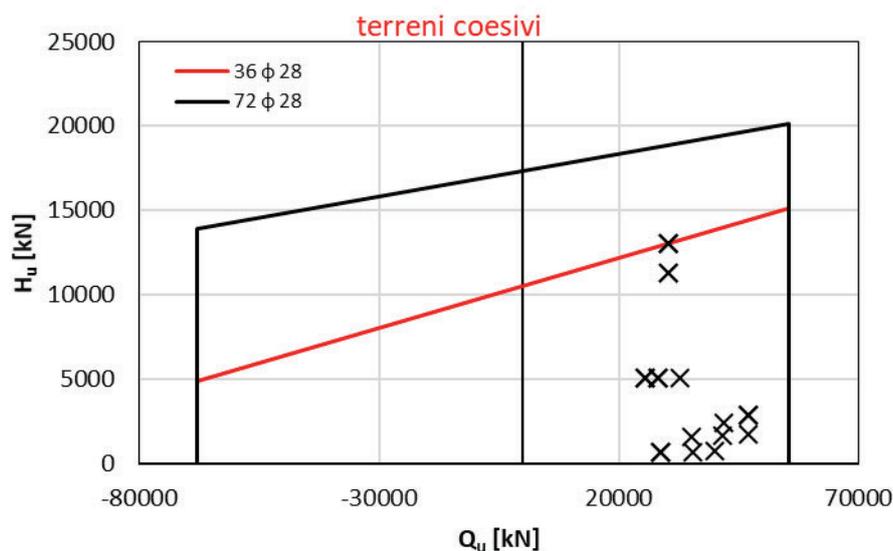


Figura 25. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

#### 8.4 PALIFICATE PILA 19 ÷ PILA 21 E PILA 24 ÷ PILA 35

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\phi 28$ .

Tabella 35. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-8667	7264	1106	8719	737	3803	3282	16925

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

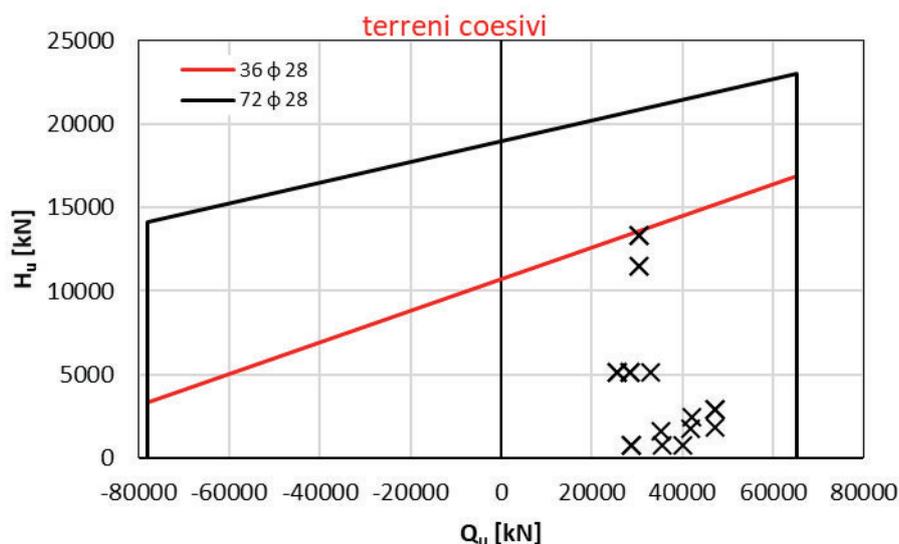


Figura 26. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

## 8.5 PALIFICATE PILA 36 ÷ PILA 40

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 28$ .

Tabella 36. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-8667	7264	1106	8719	737	3803	3282	16925

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

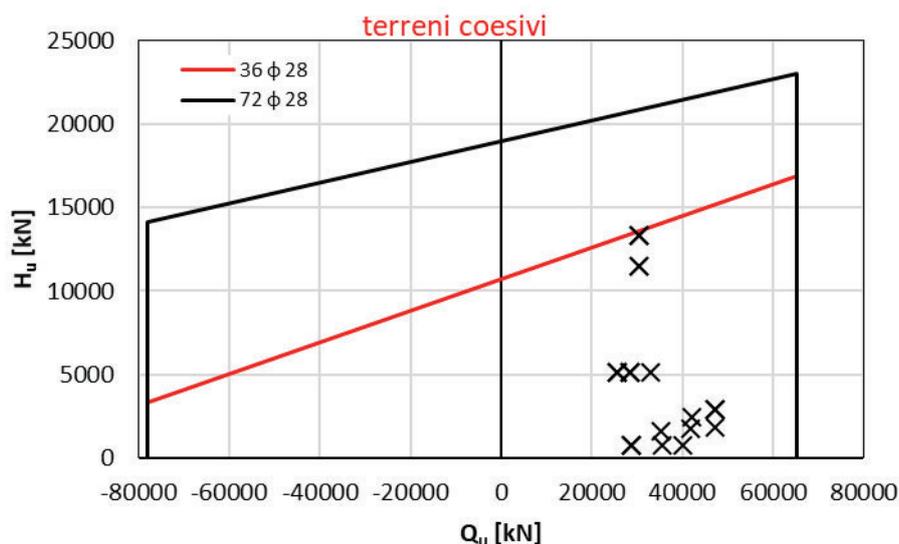


Figura 27. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

## 8.6 PALIFICATE PILA 41 ÷ PILA 47

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 28$ .

Tabella 37. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 44\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-8667	7264	1106	8719	737	3803	3282	16925

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

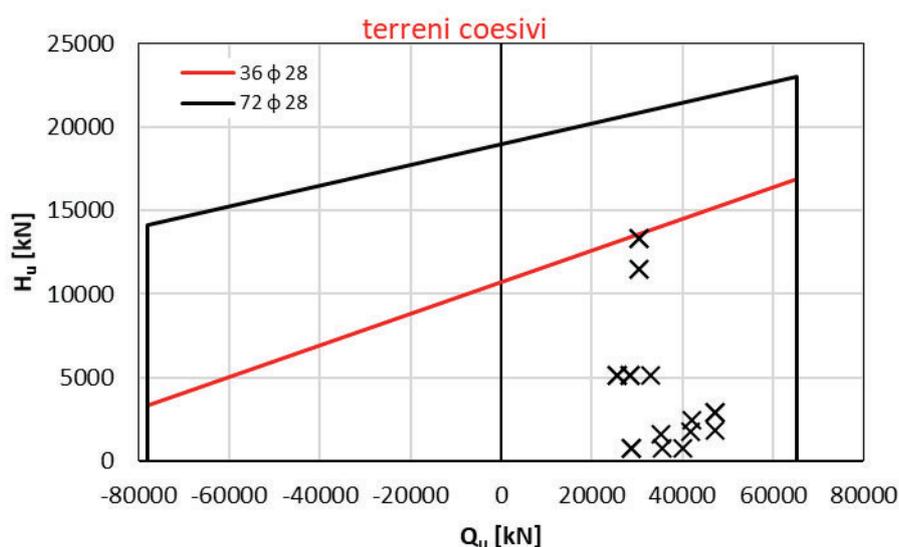


Figura 28. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	52

## 8.7 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-S_u, N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 28$ .

Tabella 38. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 30\text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-7471	7105	1855	8673	1128	3619	5019	16107

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

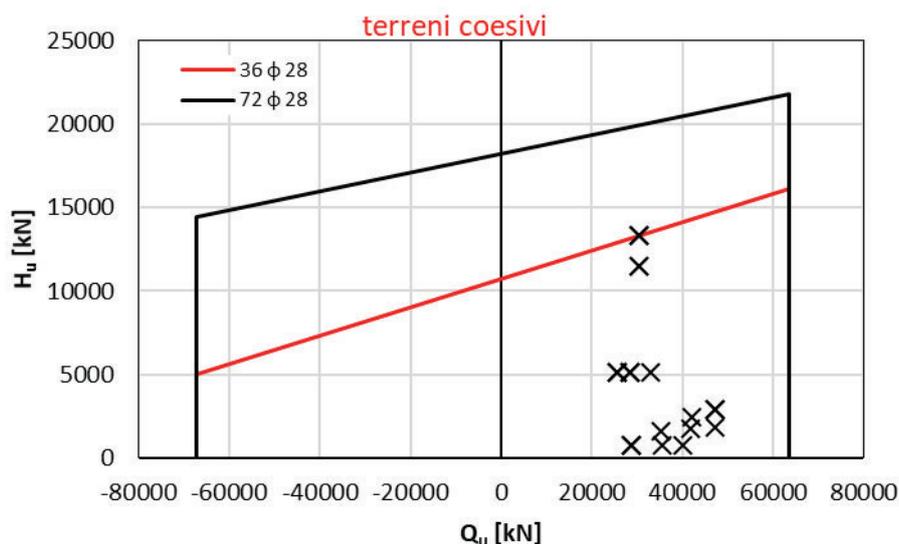


Figura 29. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	53

## 8.8 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $36\Phi 28$ .

Tabella 39. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 34 \text{ m}$  e  $A_f = 36\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-9426	8777	556	9118	576	3824	2564	17018

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

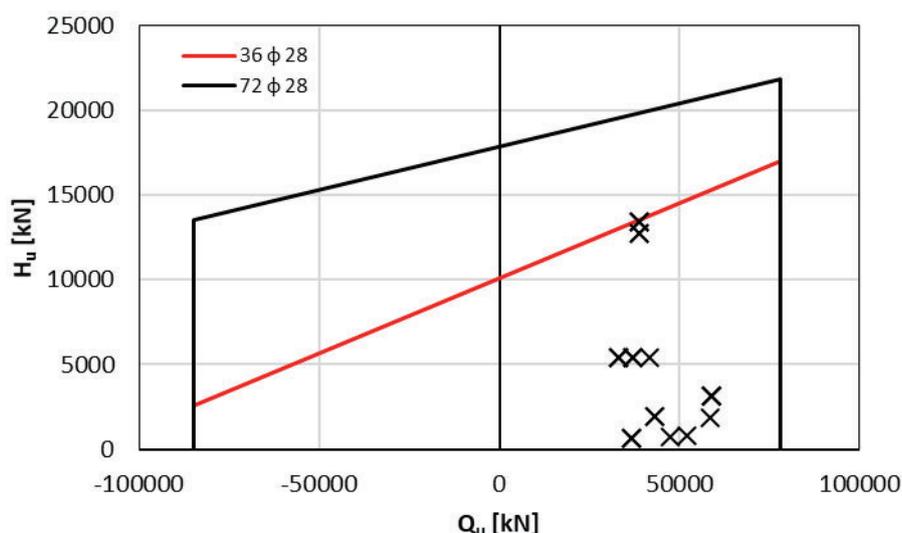


Figura 30. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

## 8.9 PALIFICATE SPALLA 02

Nella seguente tabella seguente sono riassunti i valori dei momenti di plasticizzazione in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$ , delle capacità laterali dei pali isolati in corrispondenza di  $[-(S_u), N_u]$  e delle capacità laterali del gruppo in corrispondenza di  $(Q_c, Q_t)$ , assumendo un armatura pari a  $72\Phi 28$ .

Tabella 40. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per  $L = 40 \text{ m}$  e  $A_f = 72\Phi 28$ .

$-(S_u)$ [kN]	$N_u$ [kN]	$M_{yt}$ [kNm]	$M_{yc}$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	$H_{dt}$ [kN]	$H_{dc}$ [kN]
-9407	7832	6490	13129	3146	5445	15374	26610

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

Di seguito sono rappresentati i domini di collasso nel piano Q-H con l'indicazione delle azioni taglianti. Anche in questo caso, come fatto per i domini Q-M, è stato utilizzato il valore del taglio totale agente all'intradosso fondazione calcolato come somma vettoriale:

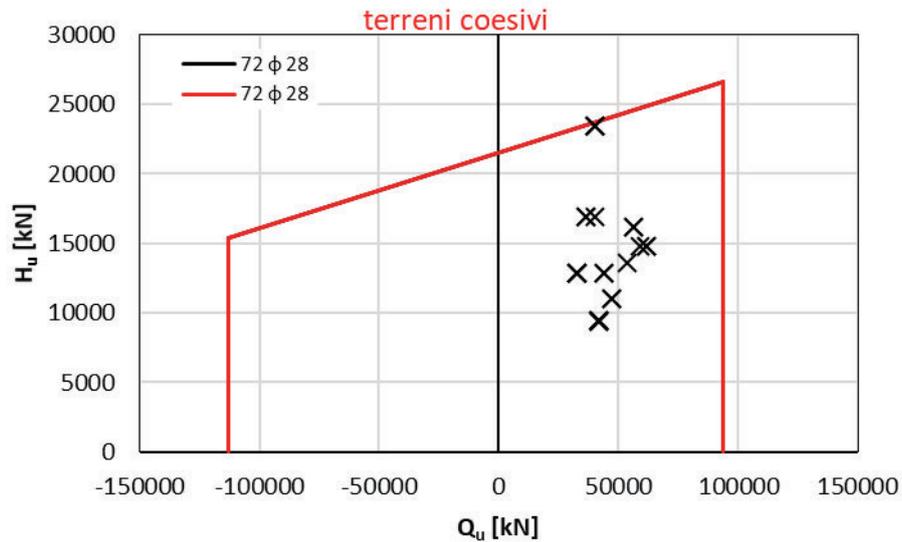


Figura 31. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>55</b>

## 9. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE

Le verifiche geotecniche SLE sono state condotte con i seguenti approcci:

- Con riferimento alle indicazioni del MdP di RFI ( $S_{cal} \geq 1,25 N+P$ );
- Calcolando i massimi cedimenti e rotazioni della palificata;

La verifica secondo MdP di RFI richiede il controllo che per la combinazione SLE Rara non sia stata mobilitata la capacità sul fusto; per farlo si individuano le distribuzioni dei carichi sui pali attraverso la formula semplificata (Viggiani et al. 2011) seguente:

$$N_i = \frac{Q}{p} + \frac{M_y}{\sum x_i^2} x_i + \frac{M_x}{\sum y_i^2} y_i \quad (12)$$

in cui ( $M_x, M_y$ ) sono le componenti del momento risultante ed ( $x_i, y_i$ ) le coordinate del palo  $i$ -esimo nel sistema di riferimento con origine nel baricentro della palificata. In esse, si è tenuto conto del peso del plinto che grava dunque integralmente sui pali

Per l'identificazione dei valori massimi di cedimenti e rotazioni, invece, si utilizza il codice PILE-CAM, 'Analysis of Pile groups under Combined Axial-Moment loads', sviluppato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Napoli Parthenope (Iovino et al. 2021a). Si tratta di un modello di analisi basato sul metodo dei coefficienti di interazione, in cui la non linearità di comportamento è concentrata all'interfaccia palo terreno. Nel dettaglio, le ipotesi del modello di analisi sono: (1) i pali sono idealizzati come elementi non-lineari interagenti, caratterizzati da una soglia di plasticizzazione a compressione ( $N_{uk}$ ) diversa da quella a sfilamento ( $-S_{uk}$ ); (2) la rigidezza a compressione ( $K_c$ ) è diversa da quella a trazione ( $K_t$ ); (3) la platea è idealizzata come elemento di collegamento rigido, separato dal terreno; (4) gli effetti di interazione sono modellati con il metodo dei coefficienti di influenza, mediante la soluzione approssimata di Dobry & Gazetas (1988); (5) si tiene conto del pre-carico sui pali ( $Q_p$ ) dovuto al peso del plinto di collegamento dei pali. Il codice di calcolo consente di prevedere le curve momento rotazione e carico cedimento per percorsi di carico ad eccentricità costante, eventualmente nulla, o carico assiale costante, a partire da un livello di carico assiale sulla fondazione qualsivoglia.

Oltre alla geometria della palificata, è necessario definire per ciascun palo i parametri quali le due capacità assiali ( $N_{uk}, -S_{uk}$ ) e le due rigidezze ( $K_c, K_t$ ). Se i pali sono tutti uguali, è sufficiente la determinazione soltanto di quattro parametri. Il codice è dunque molto adatto allo svolgimento delle analisi di Stato Limite di Servizio delle fondazioni dei viadotti a campate multiple. Malgrado le ipotesi semplificative assunte, il metodo di analisi è in grado di tenere conto delle principali peculiarità di comportamento dei gruppi di pali sotto carico eccentrico e monotónico: (a) non linearità di comportamento; (b) dipendenza della curva momento-rotazione dalla storia pregressa di carico e dal percorso di carico; nel caso delle pile dei viadotti, come per molte altre situazioni, la fondazione è prima sottoposta al carico verticale gravitazionale e poi, sotto carico assiale costante, al momento esterno dovuto all'azione del vento o della frenatura. Per alcuni pali si verifica pertanto un'inversione del carico: in questo caso la rigidezza del ramo di scarico si assume coincidente con quella iniziale fino a quando il carico sul palo non è nullo; nel tratto successivo, si assume invece mediante una traslazione di assi lo stesso comportamento della curva backbone in trazione; (c) 'accoppiamento' fra le componenti ( $Q, M$ ) del carico applicato e spostamenti coniugati ( $w, \theta$ ).

Il legame costitutivo del palo singolo può essere elastico-perfettamente plastico, iperbolico o iperbolico con troncamento. Nel seguito si farà l'ipotesi di comportamento iperbolico con troncamento al 90% dell'asintoto.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

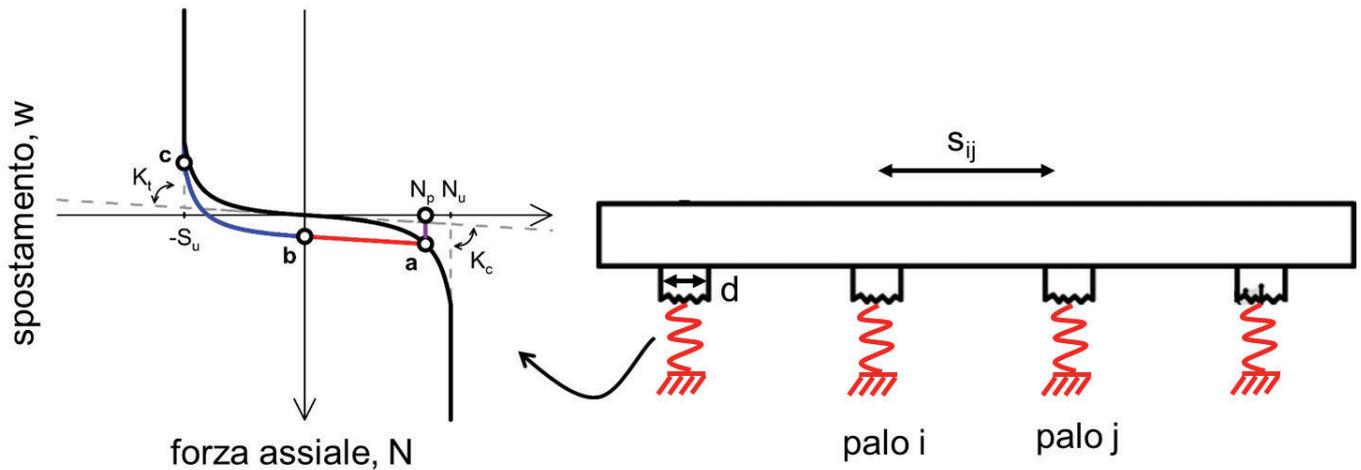


Figura 32. Legame costitutivo del palo singolo

## 9.1 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02

### 9.1.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo.

Tabella 41. Distribuzione sui singoli pali delle azioni.

Comb.	Descrizione	N <sub>1</sub> [kN]	N <sub>2</sub> [kN]	N <sub>3</sub> [kN]	N <sub>4</sub> [kN]	N <sub>5</sub> [kN]	N <sub>6</sub> [kN]	N <sub>7</sub> [kN]	N <sub>8</sub> [kN]	N <sub>9</sub> [kN]
(a)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLU	4710	5900	7091	3944	5134	6325	3178	4369	5559
(b)	[Q, M <sub>max</sub> ] – SLU	706	4145	7585	-128	3312	6751	-961	2478	5918
(c)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLE-R	3233	4061	4888	2817	3645	4473	2402	3230	4057
(d)	[Q, M <sub>max</sub> ] – SLE-R	2914	3784	4654	2775	3645	4515	2636	3506	4376

In linea con le prescrizioni del manuale di progettazione di RFI si controlla che per la combinazione SLE Rara non sia stata mobilitata la capacità sul fusto. Per la combinazione SLE RARA con il valore massimo del carico assiale, il carico medio sui pali è  $N = 3645$  kN, dunque.

Tabella 42. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
L <sub>p</sub>	N+P	S <sub>cal</sub>	1,25 N+P	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
<b>44.00</b>	5589	9825	6986.25	<b>1.40</b>

### 9.1.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Nella figura seguente è illustrata la curva di backbone del palo di lunghezza  $L = 44$  m. Il troncamento al 90% dell'asintoto della curva di backbone corrisponde ad  $(N_{uk}-P)$  per i carichi di compressione ed  $(S_{uk}+P)$  per i carichi di trazione, dove  $(-S_{uk}, N_{uk})$  sono le capacità assiali caratteristiche a sfilamento e a compressione e  $P$  il peso del palo. Le rigidezze assiali sono state valutate con un metodo a molle con il profilo di  $G_0$  della

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

caratterizzazione geotecnica del progetto esecutivo. Per semplicità è stato assunto  $K_t = K_c$ . Si veda la tabella seguente.

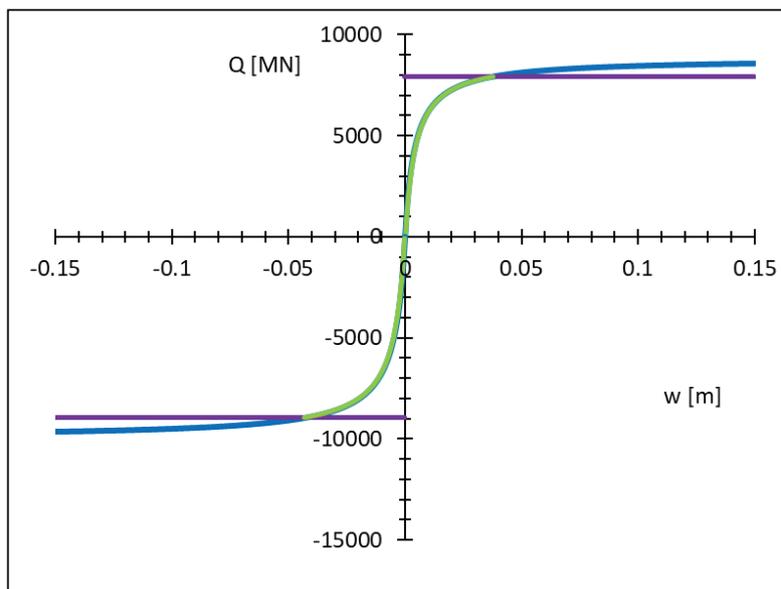


Figura 33. Curva di backbone per il palo di lunghezza  $L = 44$  m.

Tabella 43. Parametri alla scala del palo singolo nel caso  $L = 44$  m

L [m]	$N_{uk}$ [kN]	$S_{uk}$ [kN]	$K_c$ [kN/m]	$K_t$ [kN/m]
44	7914	8962	2085407	2085407

Di seguito è illustrato il dominio di collasso caratteristico del gruppo di pali di lunghezza  $L = 44$  m. Per confronto, è rappresentato il percorso di carico della combinazione SLE FREQ con carico assiale massimo e momento relativo [32237 kN; 22118 kNm], che viene qui definito percorso (a). Si noti che nella fattispecie questo coincide con il percorso con momento massimo e carico assiale relativo, che possiamo chiamare (b).

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	58

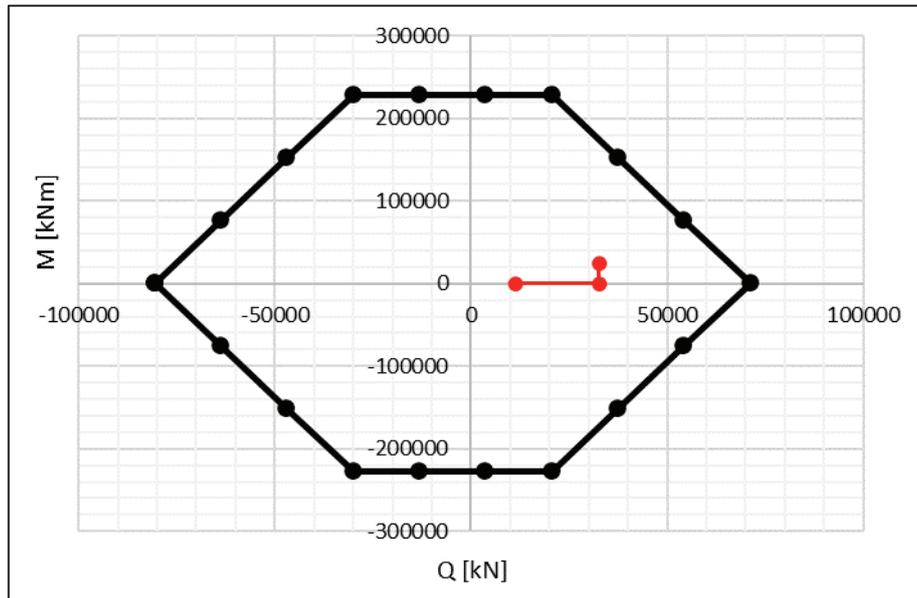


Figura 34. Domini di collasso caratteristici e percorsi di carico per le analisi SLE.

La curva carico cedimento parte dal livello di pre-carico dovuto al peso del plinto ed è spinta fino a rottura. La curva  $(M, \theta)$  dipende in generale dal livello di carico assiale. Nella figura successiva sono rappresentate le curve carico-cedimento  $(Q, w)$  e momento-rotazione  $(M, \theta)$  del percorso (a).

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	59

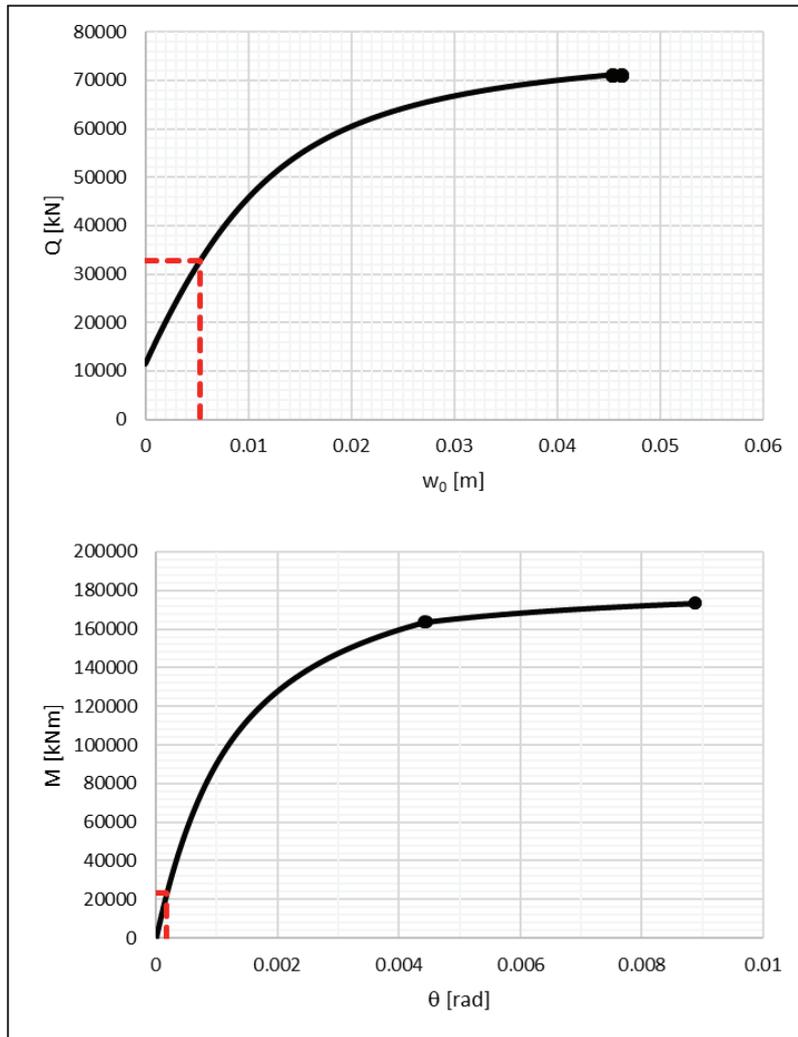


Figura 35. Curva carico cedimento e curva momento rotazione del percorso (a).

In tabella, infine, sono rappresentati i valori di cedimento e rotazione ottenuti dall'analisi. In essa,  $w_1$  è il cedimento al termine del ramo orizzontale e  $\theta$  la rotazione al termine del ramo verticale. L'incremento di spostamento verticale  $\Delta w$  nella fase di applicazione del momento è trascurabile.

Tabella 44. Risultati delle analisi SLE.

Load Path	$w_1$ [mm]	$\theta$ [rad]
(a)	5.319	$1.781 \cdot 10^{-4}$

Come è possibile notare i valori di cedimento e rotazione sono notevolmente bassi e non in grado di pregiudicare difetti di livello trasversale e longitudinale per l'opera.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	60

## 9.2 PALIFICATE PILA 48 ÷ PILA 54

### 9.2.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo.

Tabella 45. Distribuzione sui singoli pali delle azioni.

Comb.	Descrizione	N <sub>1</sub> [kN]	N <sub>2</sub> [kN]	N <sub>3</sub> [kN]	N <sub>4</sub> [kN]	N <sub>5</sub> [kN]	N <sub>6</sub> [kN]	N <sub>7</sub> [kN]	N <sub>8</sub> [kN]	N <sub>9</sub> [kN]
(a)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLU	4642	6043	7443	3831	5232	6632	3021	4421	5821
(b)	[Q, M <sub>max</sub> ] - SLU	-130	4434	8998	-1179	3385	7950	-2227	2337	6901
(c)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLE-R	3174	4148	5122	2743	3717	4691	2313	3287	4260
(d)	[Q, M <sub>max</sub> ] – SLE-R	3250	4179	5109	2787	3717	4647	2325	3255	4184

In linea con le prescrizioni del manuale di progettazione di RFI si controlla che per la combinazione SLE Rara non sia stata mobilitata la capacità sul fusto. Per la combinazione SLE RARA con il valore massimo del carico assiale, il carico medio sui pali è  $N = 3717$  kN, dunque.

Tabella 46. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
L <sub>p</sub>	N+P	S <sub>cal</sub>	1,25 N+P	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
30.00	5043	10755	6304	1.71

### 9.2.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Nella figura seguente è illustrata la curva di backbone del palo di lunghezza  $L = 30$  m. Il troncamento al 90% dell'asintoto della curva di backbone corrisponde ad  $(N_{uk}-P)$  per i carichi di compressione ed  $(S_{uk}+P)$  per i carichi di trazione, dove  $(-S_{uk}, N_{uk})$  sono le capacità assiali caratteristiche a sfilamento e a compressione e  $P$  il peso del palo. Le rigidzze assiali sono state valutate con un metodo a molle con il profilo di  $G_0$  della caratterizzazione geotecnica del progetto esecutivo. Per semplicità è stato assunto  $K_t = K_c$ . Si veda la tabella seguente.

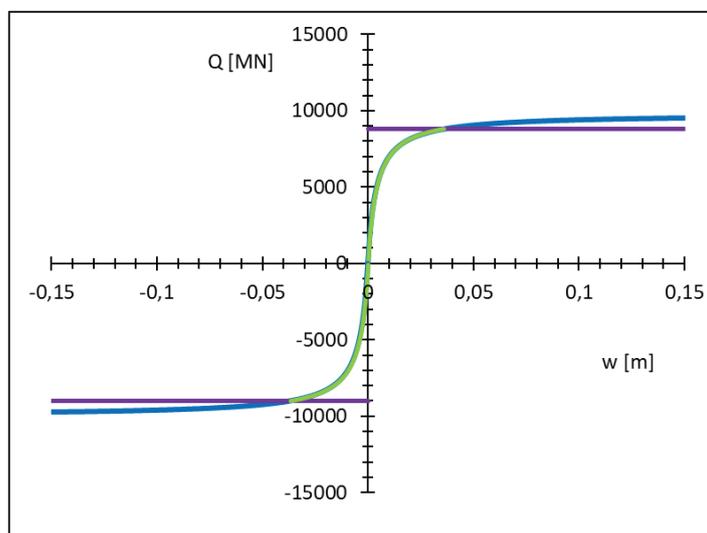


Figura 36. Curva di backbone per il palo di lunghezza  $L = 30$  m.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONDIZIONI STABILI SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

Tabella 47. Parametri alla scala del palo singolo nel caso  $L = 30\text{ m}$

L [m]	$N_{uk}$ [kN]	$S_{uk}$ [kN]	$K_c$ [kN/m]	$K_t$ [kN/m]
30	8813	9008	2450755	2450755

Di seguito è illustrato il dominio di collasso caratteristico del gruppo di pali di lunghezza  $L = 30\text{ m}$ . Per confronto, è rappresentato il percorso di carico della combinazione SLE FREQ con carico assiale massimo e momento relativo, che viene qui definito percorso (a). Si noti che nella fattispecie questo coincide con il percorso con momento massimo e carico assiale relativo, che possiamo chiamare (b).

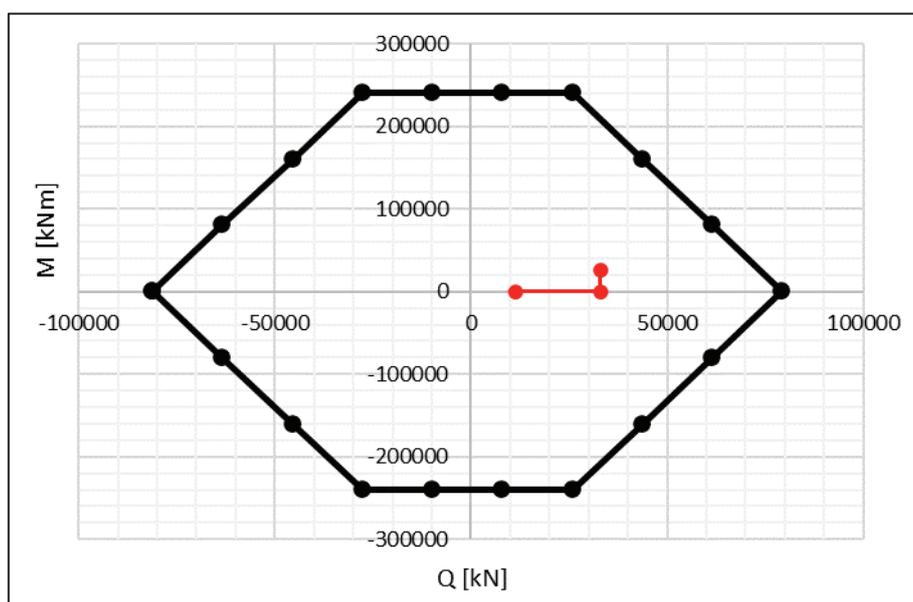


Figura 37. Domini di collasso caratteristici e percorsi di carico per le analisi SLE.

La curva carico cedimento parte dal livello di pre-carico dovuto al peso del plinto ed è spinta fino a rottura. La curva  $(M, \theta)$  dipende in generale dal livello di carico assiale. Nella figura successiva sono rappresentate le curve carico-cedimento  $(Q, w)$  e momento-rotazione  $(M, \theta)$  del percorso (a).

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	62

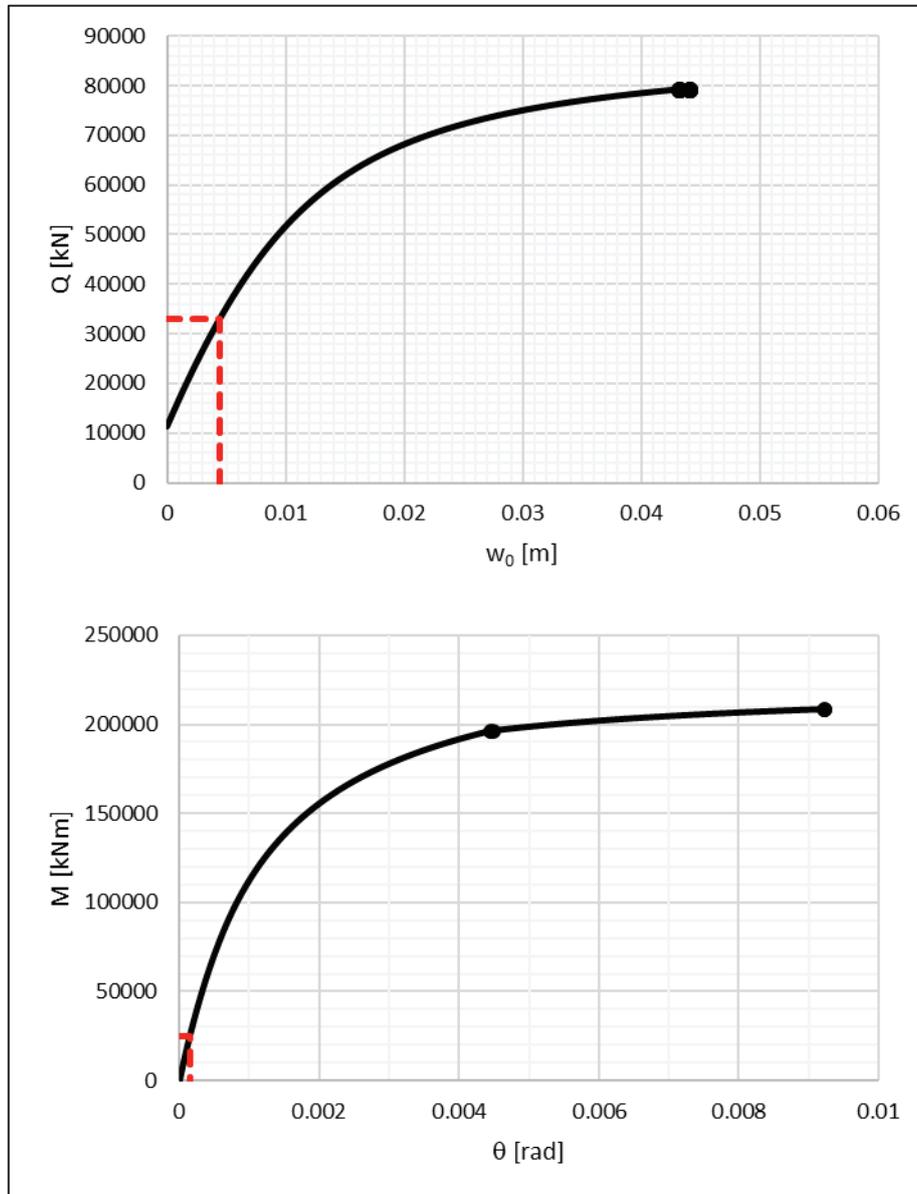


Figura 38. Curva carico cedimento e curva momento rotazione del percorso (a).

In tabella, infine, sono rappresentati i valori di cedimento e rotazione ottenuti dall'analisi. In essa,  $w_1$  è il cedimento al termine del ramo orizzontale e  $\theta$  la rotazione al termine del ramo verticale. L'incremento di spostamento verticale  $\Delta w$  nella fase di applicazione del momento è trascurabile.

Tabella 48. Risultati delle analisi SLE.

Load Path	$w_1$ [mm]	$\theta$ [rad]
(a)	4.442	$1.470 \cdot 10^{-4}$

Come è possibile notare i valori di cedimento e rotazione sono notevolmente bassi e non in grado di pregiudicare difetti di livello trasversale e longitudinale per l'opera.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>63</b>

### 9.3 PALIFICATE PILA 58 ÷ PILA 64

#### 9.3.1 Verifica secondo MdP di RFI

Basandosi sulla numerazione dei pali già presentata in Figura 3 e sulle azioni SLE presentate al capitolo 5 è possibile valutare lo sforzo assiali su ogni palo.

Tabella 49. Distribuzione sui singoli pali delle azioni.

Comb.	Descrizione	N <sub>1</sub> [kN]	N <sub>2</sub> [kN]	N <sub>3</sub> [kN]	N <sub>4</sub> [kN]	N <sub>5</sub> [kN]	N <sub>6</sub> [kN]	N <sub>7</sub> [kN]	N <sub>8</sub> [kN]	N <sub>9</sub> [kN]
(a)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLU	5736	7476	9217	4813	6553	8294	3890	5630	7371
(b)	[Q, M <sub>max</sub> ] - SLU	641	5667	10693	-724	4302	9328	-2089	2937	7963
(c)	[Q <sub>max</sub> , M] – SLE-R	3899	5107	6315	3399	4607	5815	2899	4107	5315
(d)	[Q, M <sub>max</sub> ] – SLE-R	3899	5107	6315	3399	4607	5815	2899	4107	5315

In linea con le prescrizioni del manuale di progettazione di RFI si controlla che per la combinazione SLE Rara non sia stata mobilitata la capacità sul fusto. Per la combinazione SLE RARA con il valore massimo del carico assiale, il carico medio sui pali è  $N = 4607$  kN, dunque.

Tabella 50. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
L <sub>p</sub>	N+P	S <sub>cal</sub>	1,25 N+P	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
<b>34.00</b>	6109	13867	7636.25	<b>1.82</b>

#### 9.3.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Nella figura seguente è illustrata la curva di backbone del palo di lunghezza  $L = 34$  m. Il troncamento al 90% dell'asintoto della curva di backbone corrisponde ad  $(N_{uk}-P)$  per i carichi di compressione ed  $(S_{uk}+P)$  per i carichi di trazione, dove  $(-S_{uk}, N_{uk})$  sono le capacità assiali caratteristiche a sfilamento e a compressione e  $P$  il peso del palo. Le rigidità assiali sono state valutate con un metodo a molle con il profilo di  $G_0$  della caratterizzazione geotecnica del progetto esecutivo. Per semplicità è stato assunto  $K_t = K_c$ . Si veda la tabella seguente.

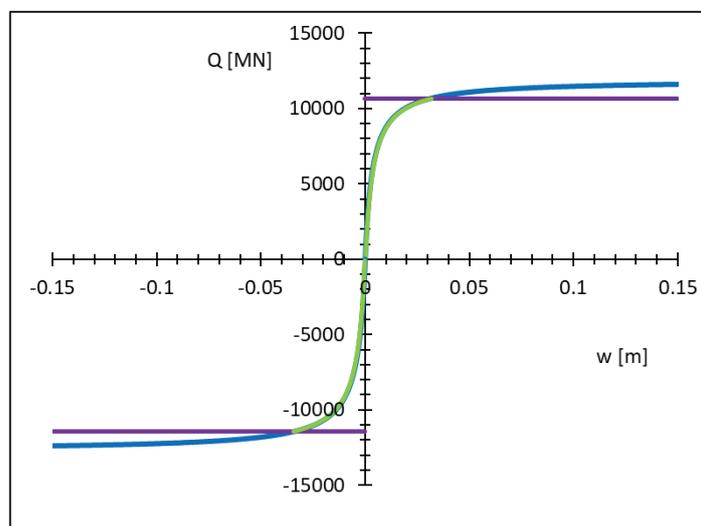


Figura 39. Curva di backbone per il palo di lunghezza  $L = 34$  m.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONDIZIONI STABILI SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	64

Tabella 51. Parametri alla scala del palo singolo nel caso  $L = 34$  m

L [m]	$N_{uk}$ [kN]	$S_{uk}$ [kN]	$K_c$ [kN/m]	$K_t$ [kN/m]
34	14677	11407	3338822	3338822

Di seguito è illustrato il dominio di collasso caratteristico del gruppo di pali di lunghezza  $L = 34$  m. Per confronto, è rappresentato il percorso di carico della combinazione SLE FREQ con carico assiale massimo e momento relativo, che viene qui definito percorso (a). Si noti che nella fattispecie questo coincide con il percorso con momento massimo e carico assiale relativo, che possiamo chiamare (b).

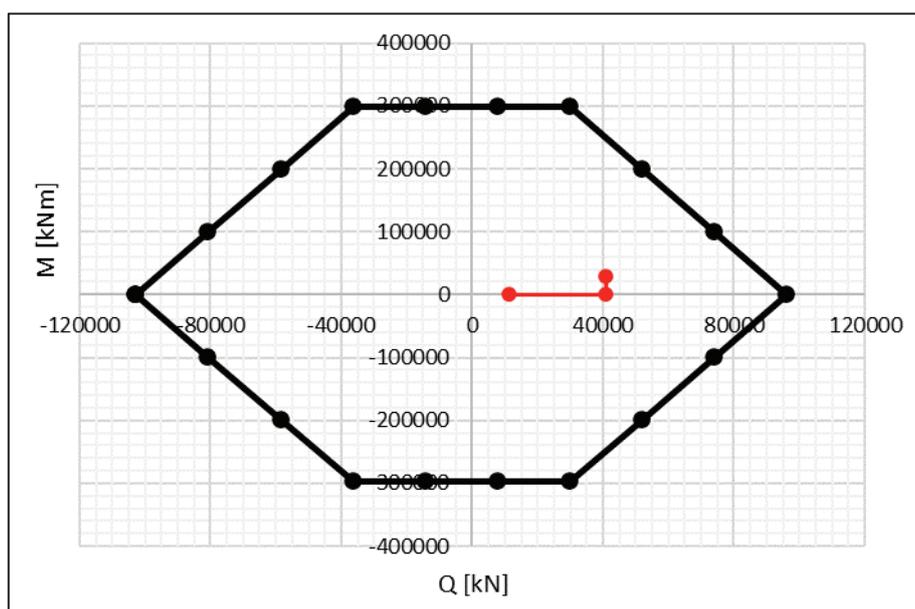


Figura 40. Domini di collasso caratteristici e percorsi di carico per le analisi SLE.

La curva carico cedimento parte dal livello di pre-carico dovuto al peso del plinto ed è spinta fino a rottura. La curva  $(M, \theta)$  dipende in generale dal livello di carico assiale. Nella figura successiva sono rappresentate le curve carico-cedimento  $(Q, w)$  e momento-rotazione  $(M, \theta)$  del percorso (a).

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	65

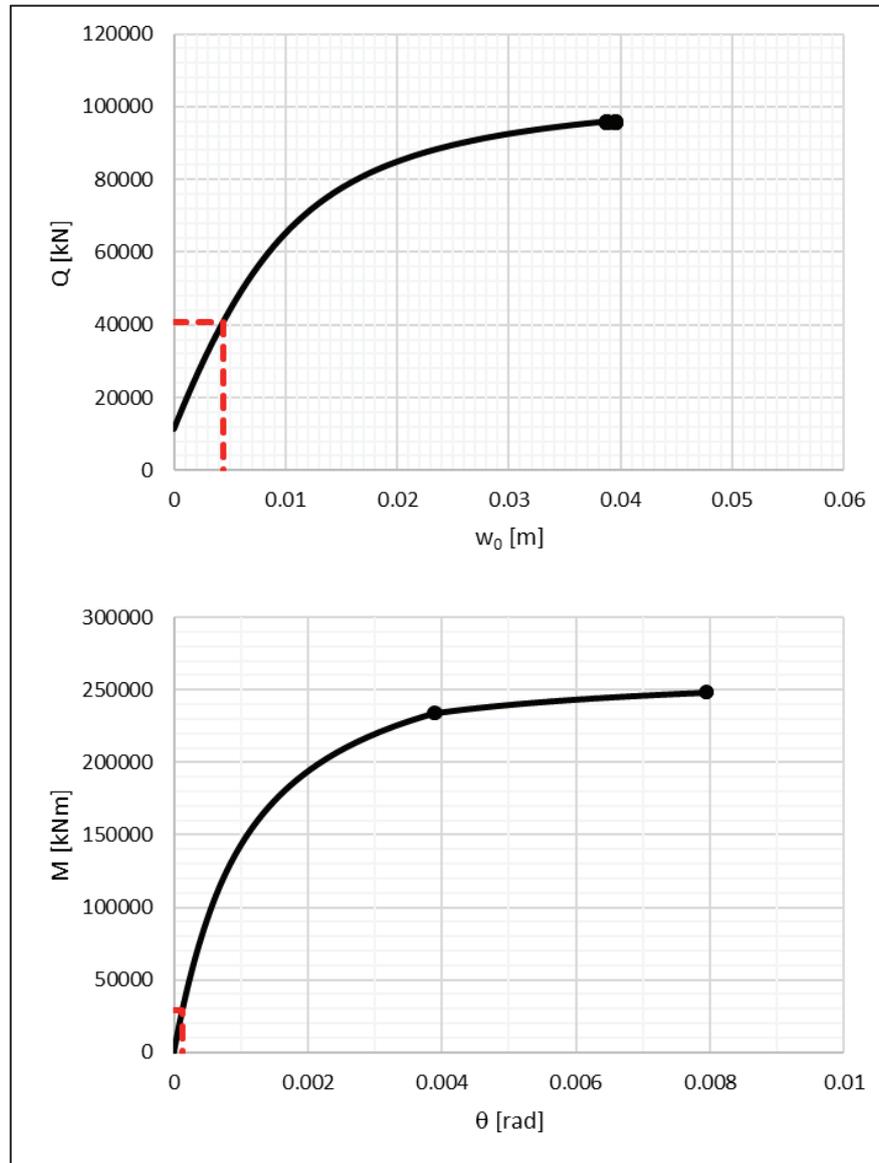


Figura 41. Curva carico cedimento e curva momento rotazione del percorso (a).

In tabella, infine, sono rappresentati i valori di cedimento e rotazione ottenuti dall'analisi. In essa,  $w_1$  è il cedimento al termine del ramo orizzontale e  $\theta$  la rotazione al termine del ramo verticale. L'incremento di spostamento verticale  $\Delta w$  nella fase di applicazione del momento è trascurabile.

Tabella 52. Risultati delle analisi SLE.

Load Path	$w_1$ [mm]	$\theta$ [rad]
(a)	4.422	$1.244 \cdot 10^{-4}$

Come è possibile notare i valori di cedimento e rotazione sono notevolmente bassi e non in grado di pregiudicare difetti di livello trasversale e longitudinale per l'opera.

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C

## 10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE

Per poter calcolare l'andamento delle sollecitazioni lungo lo sviluppo del palo, lo studio dell'interazione palo terreno in presenza di carichi orizzontali viene condotto simulando il terreno con un mezzo alla Winkler. I pali di fondazione della pila sono caratterizzati da snellezze relativamente elevate. Inoltre i carichi applicati possono ritenersi azioni concentrate. In tali ipotesi il modello di Winkler fornisce soluzioni sufficientemente approssimate.

Fra spostamento orizzontale del palo alla profondità  $z$  e reazione unitaria del terreno alla medesima profondità esiste la relazione:

$$p = k_h \cdot y \quad (13)$$

dove  $k_h$  = coefficiente di reazione orizzontale del terreno. A tale coefficiente corrisponde il modulo di reazione orizzontale del terreno:

$$E_h = k_h \cdot d \quad (14)$$

Nel caso di terreni incoerenti si assume  $k_h$  linearmente variabile con la profondità (Matlock & Reese, 1958):

$$k_h = n_h \cdot \frac{z}{d} \quad (15)$$

L'equazione differenziale della linea elastica del palo si può scrivere nella forma:

$$E_p J \frac{d^4 u}{dz^4} + n_h z \cdot u = 0 \quad (16)$$

dove  $n_h$  che dipende dallo stato di addensamento e dalla presenza o meno della falda. Alcuni suggerimenti si possono trovare nel libro di Viggiani et al. (2011). Nella fattispecie la lunghezza caratteristica viene definita come segue:

$$\lambda = \sqrt[5]{\frac{E_p J}{n_h}} \quad (17)$$

Il palo può essere considerato infinitamente lungo per  $L/\lambda > 4$ . Nel seguito verranno allora utilizzate le soluzioni valide per palo lungo. Per un palo di lunghezza qualsiasi lo spostamento, la rotazione, il momento e il taglio si possono esprimere come segue:

$$\begin{aligned}
 u &= A_u \frac{H\lambda^3}{E_p J} + B_u \frac{M\lambda^2}{E_p J} \\
 \theta &= A_\theta \frac{H\lambda^2}{E_p J} + B_\theta \frac{M\lambda}{E_p J} \\
 M &= A_M \cdot H\lambda + B_M \cdot M \\
 T &= A_T \cdot H + B_T \cdot \frac{M}{\lambda}
 \end{aligned} \quad (18)$$

Nella tabella che segue si riassumono i valori dei coefficienti  $A_u$ ,  $B_u$ ,  $A_\theta$ ,  $B_\theta$ ,  $A_M$ ,  $B_M$ ,  $A_T$ ,  $B_T$  per diversi valori della profondità relativa ( $z/\lambda$ ).

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

Tabella 53. Coefficienti corrispondenti a  $z/\lambda$  ed  $L/\lambda$ .

$z/\lambda$	$z$ [m]	$A_u$	$B_u$	$A_\theta$	$B_\theta$	$A_M$	$B_M$	$A_T$	$B_T$
0	0,00	2,3	1,6	-1.55	-1.7	0	1	1	0
0,5	1,74	1,5	0,75	-1.45	-1.25	0.48	0.96	0.8	-0.175
1	3,47	0,825	0,325	-1.15	-0.825	0.775	0.84	0.28	-0.375
1,5	5,21	0,4	0,1	-0.8	-0.4	0.725	0.62	-0.175	-0.475
2	6,95	0,1	-0,05	-0.45	-0.075	0.58	0.36	-0.4	-0.475
2,5	8,68	-0,1	-0,1	-0.225	0.01	0.4	0.15	-0.44	-0.39
3	10,42	-0,2	-0,1	-0.05	0.02	0.21	0.025	-0.32	-0.2
3,5	12,16	-0,15	-0,05	0.05	0.02	0.05	-0.05	-0.2	-0.08
4	13,89	-0,1	-0,01	0.1	0.01	-0.02	-0.06	-0.1	-0.01
4,5	15,63	-0,05	-0,01	0.075	0.005	-0.05	-0.06	-0.02	0.02
5	17,37	-0,01	-0,01	0.05	0.0025	-0.05	-0.05	-0.01	-0.01

Nel caso di terreni sovraconsolidati si assume  $k_h$  costante (Viggiani et al. 2011):

$$k_h = 170 \div 800 \frac{c_u}{d} \quad (19)$$

L'equazione differenziale della linea elastica del palo si può scrivere nella forma:

$$E_p J \frac{d^4 u}{dz^4} + k_h d \cdot u = 0 \quad (20)$$

in cui  $d$  è il diametro del palo.

Nella fattispecie il palo può essere assimilato ad una trave di lunghezza infinita. Il momento e il taglio si possono valutare con la soluzione per carico in una posizione intermedia di intensità pari al doppio del carico orizzontale alla sommità del palo:

$$M = \frac{P\lambda}{4} e^{-\frac{z}{\lambda}} \left( \cos \frac{z}{\lambda} - \operatorname{sen} \frac{z}{\lambda} \right)$$

$$T = -\frac{P}{2} e^{-\frac{z}{\lambda}} \cos \frac{z}{\lambda} \quad (21)$$

$$P = 2H$$

Ai fini delle verifiche SLU e SLE si considerano due combinazioni di carico, quella con il massimo valore del carico laterale e il corrispondente carico assiale  $[Q, H_{\max}]$  e quella con il minimo valore del carico assiale e il corrispondente valore del carico laterale  $[Q_{\min}, H]$ .

Nelle figure seguenti sono illustrati i profili delle caratteristiche della sollecitazione nel palo per le combinazioni SLU e SLE valutati mediante la (20) nell'ipotesi  $k_h = 250 \cdot (c_u/d)$ .

Inoltre, nelle tabelle immediatamente sotto i profili di ogni pila/spalla, sono riassunti i valori degli stati di sforzo alla sommità dei pali per le combinazioni considerate. In essa,  $N$  è il valore medio del carico assiale sui pali.

Si noti che la verifica per la combinazione con  $[Q_{\min}, H]$  è inutile, come ci si poteva attendere.

I profili di  $M$  e  $T$ , e gli stati di sforzo alla sommità dei pali, vengono utilizzati per eseguire le verifiche strutturali SLU/SLE nei paragrafi successivi.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Spalla 01

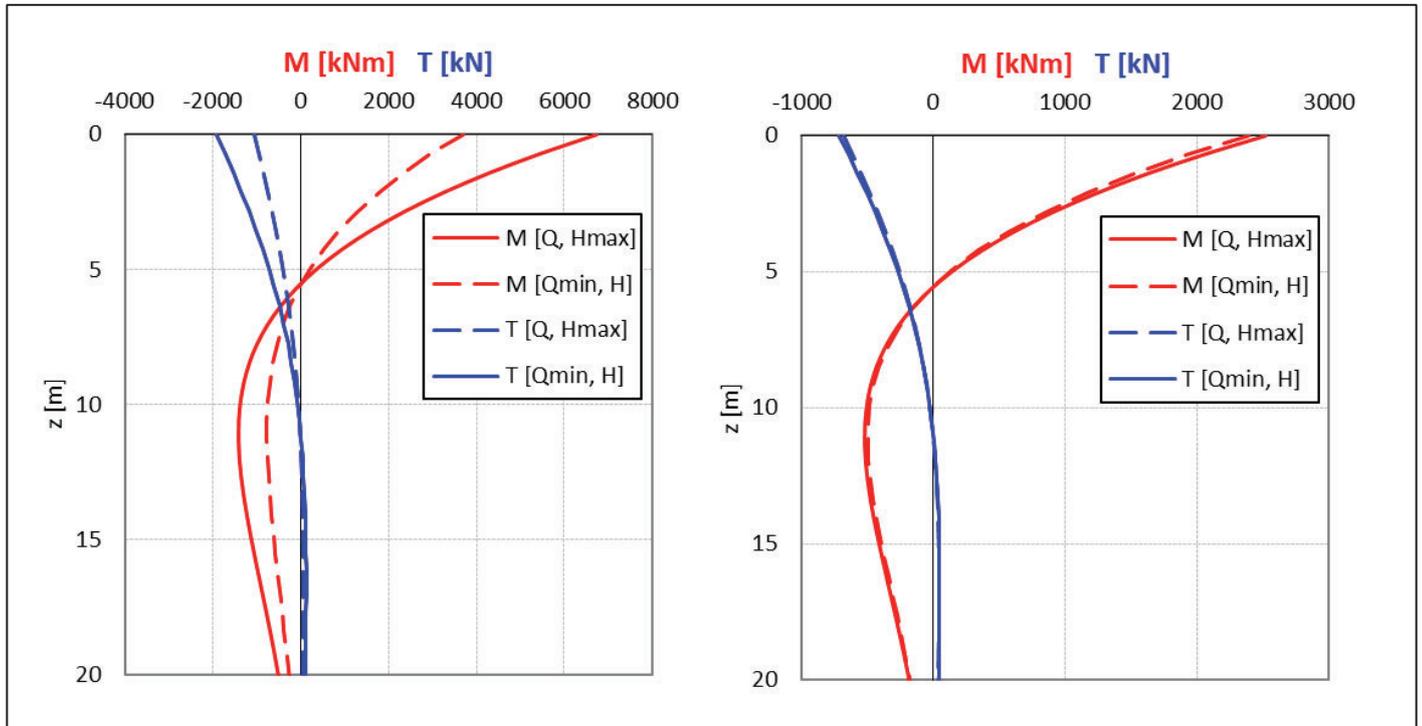


Figura 42. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 54. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3938	1912	6748
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	3129	1047	3696
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	4085	714	2522
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3734	676	2387

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

Liquefazione

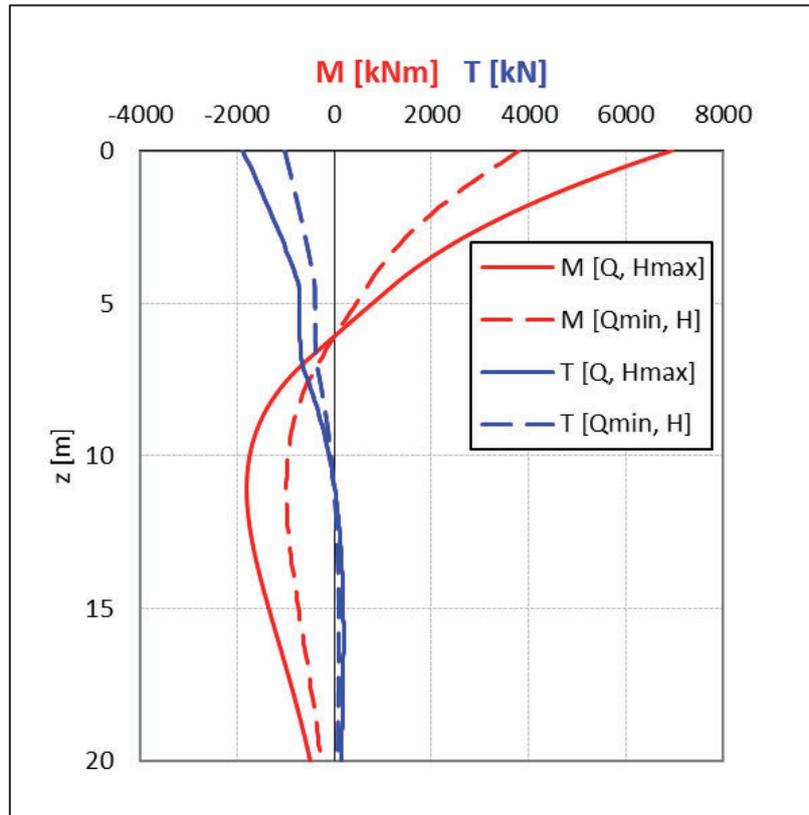


Figura 43. Diagramma del taglio e del momento in presenza di liquefazione.

Tabella 55. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3938	1912	6963
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	3129	1047	3813

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.64**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 01+02

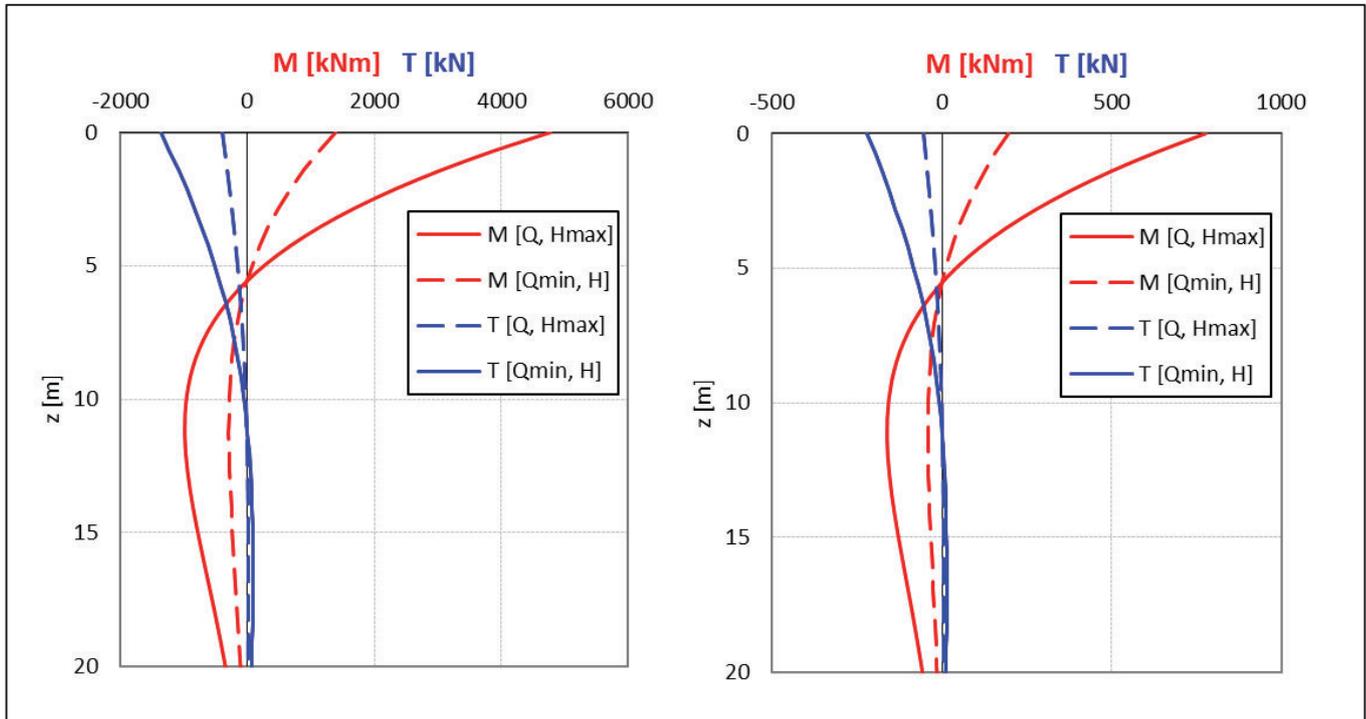


Figura 44. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 56. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3318	1354	4780
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2989	395	1395
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3696	220	778
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3197	56	196

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	71

Liquefazione

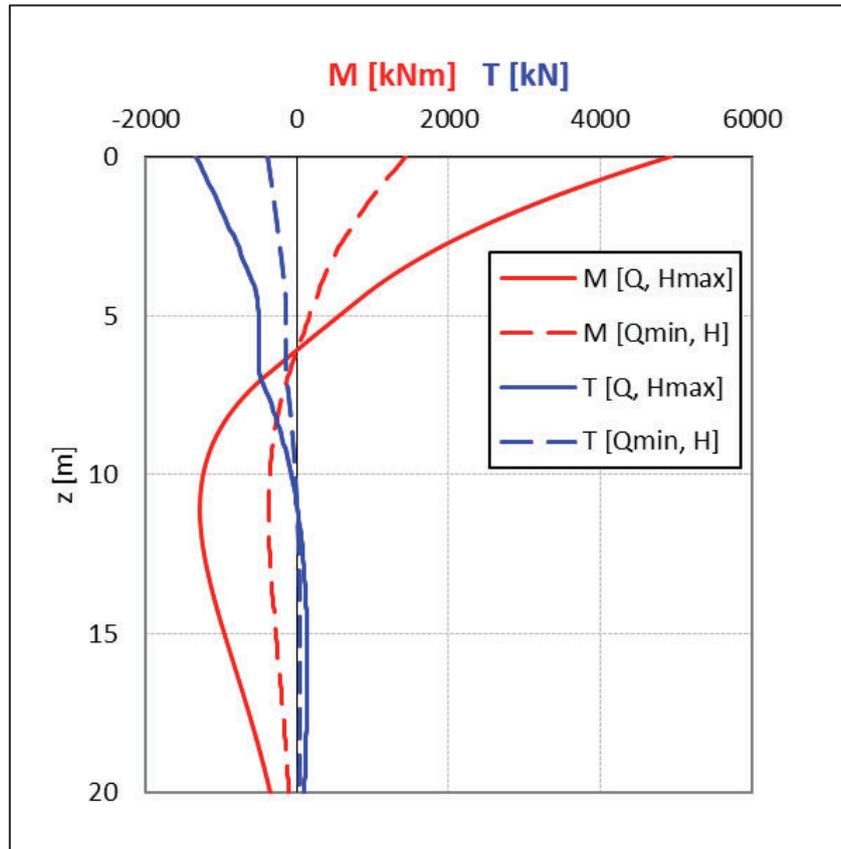


Figura 45. Diagramma del taglio e del momento in presenza di liquefazione.

Tabella 57. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3318	1354	4780
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2989	395	1395

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 03+18

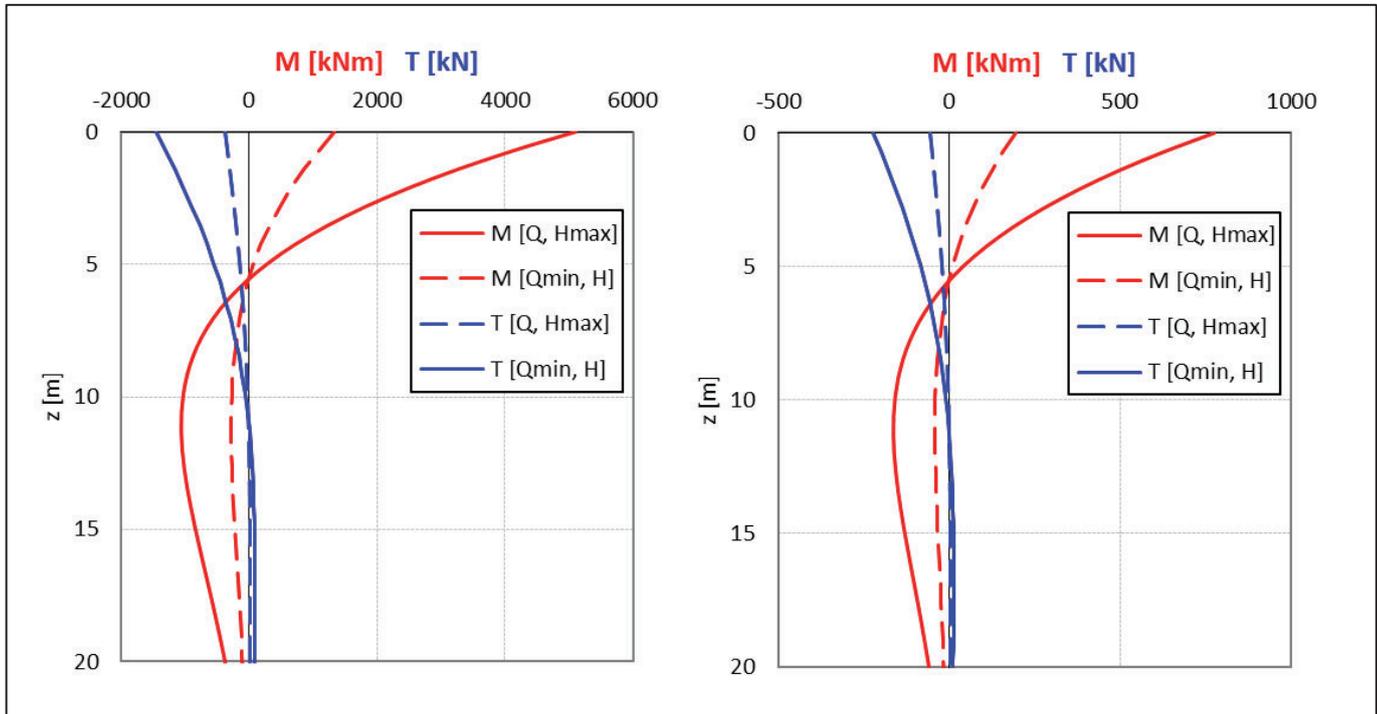


Figura 46. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 58. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3300	1448	5113
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2973	381	1344
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3678	220	778
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3179	56	196

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 19÷21 e 24÷35

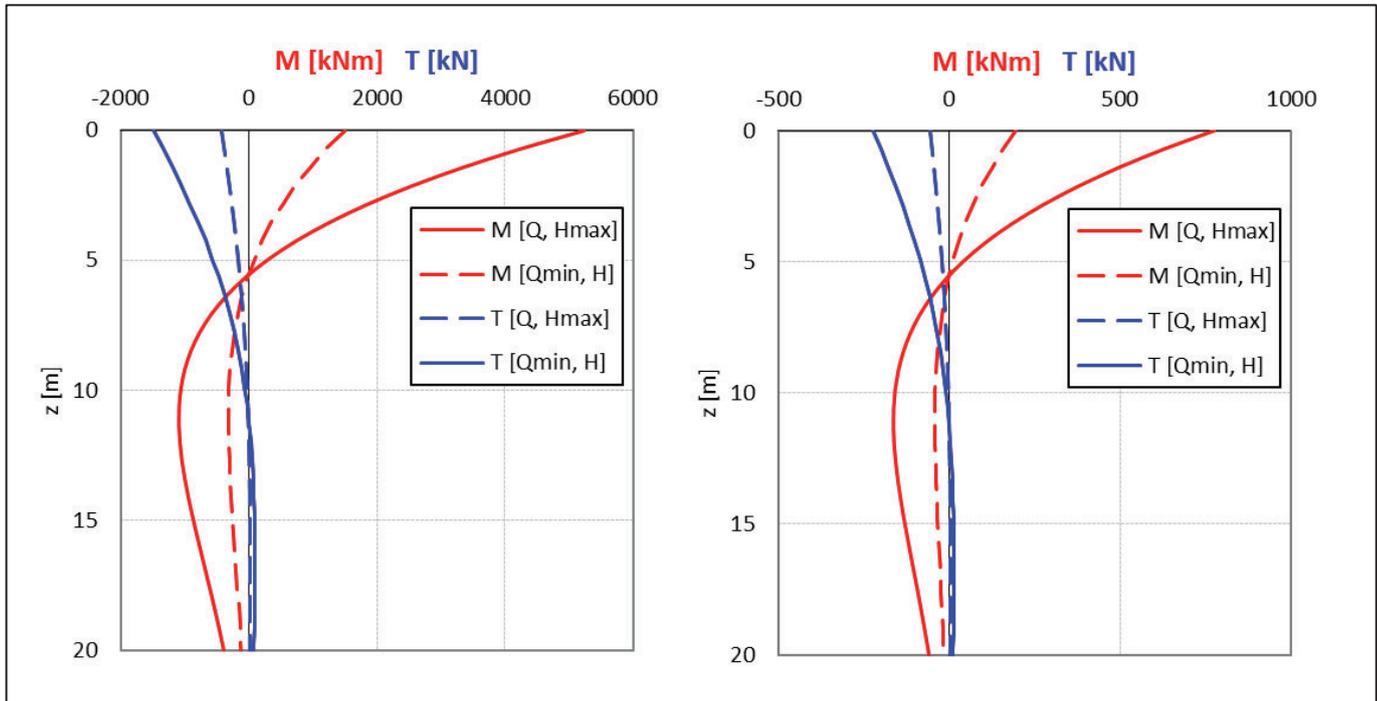


Figura 47. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 59. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3355	1482	5231
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2858	426	1502
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3717	220	778
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3218	56	196

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 36÷40

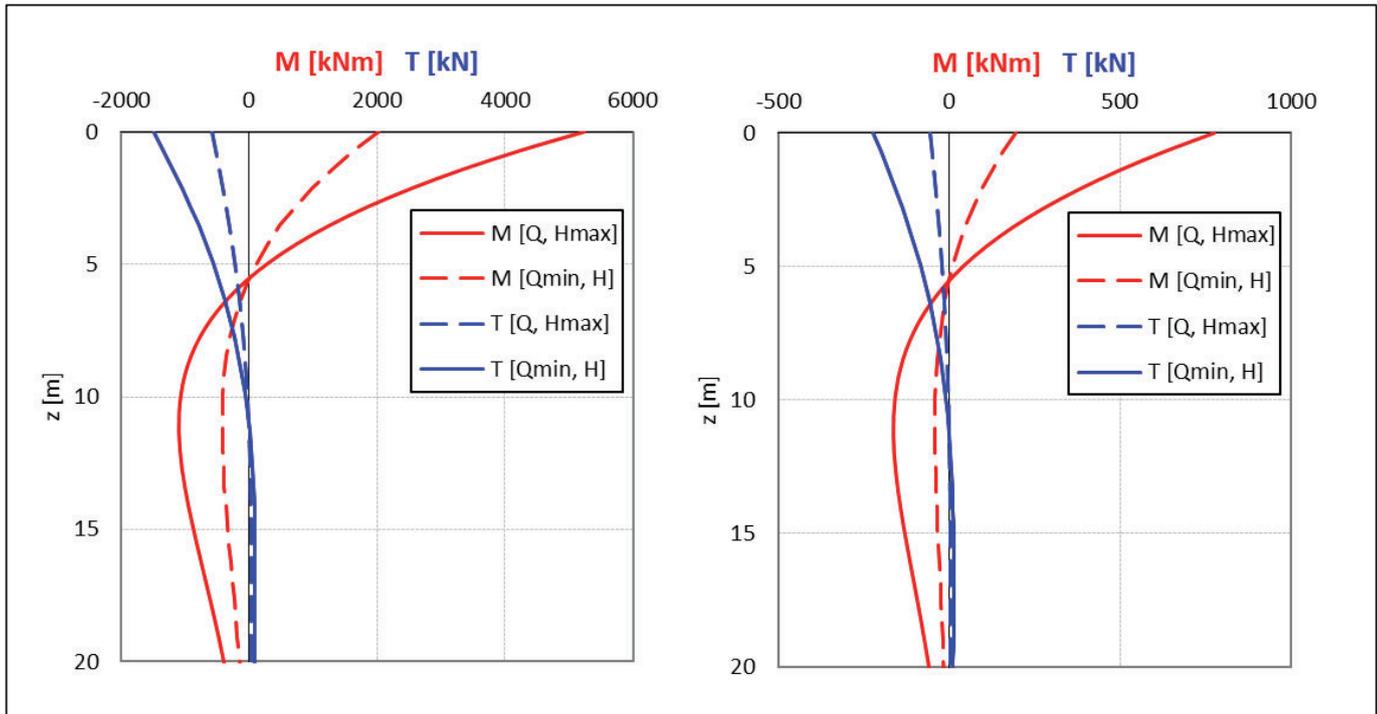


Figura 48. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 60. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3385	1482	8231
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	3029	572	2019
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3717	220	778
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3218	56	196

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **5.55**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 41÷47

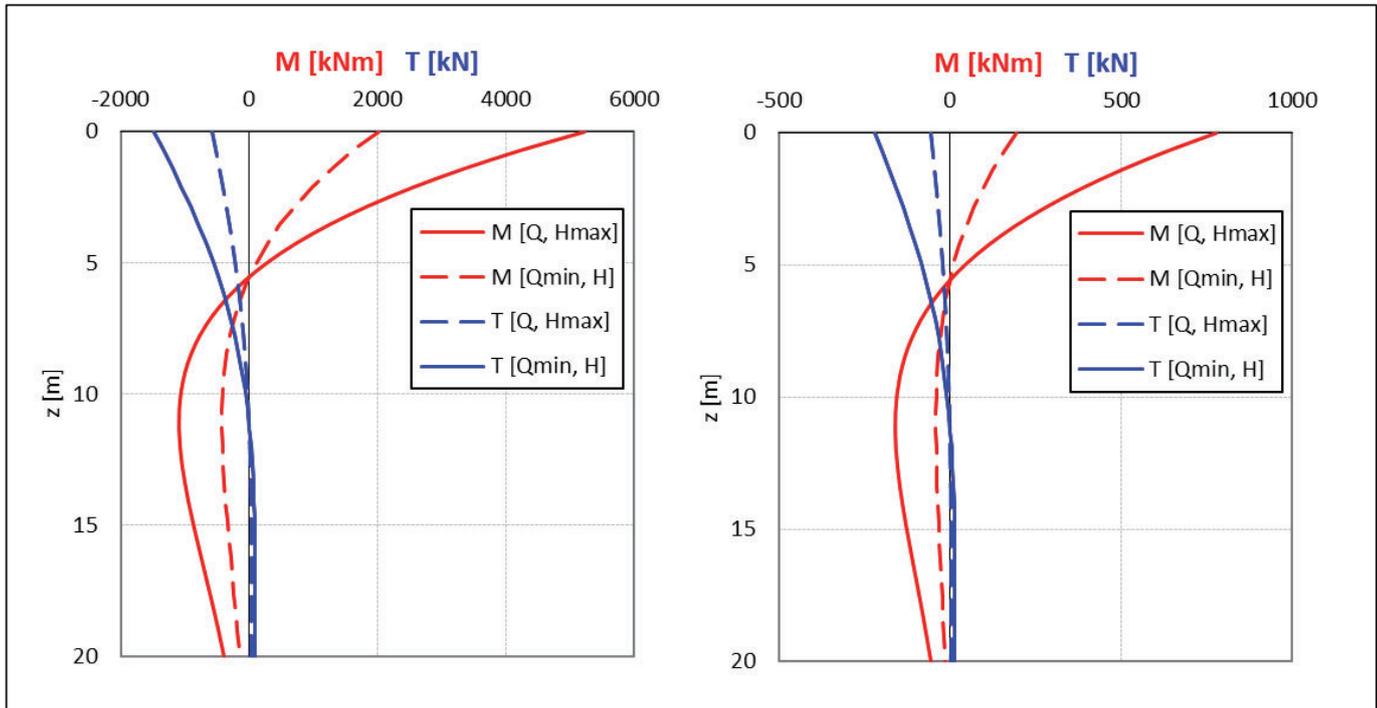


Figura 49. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 61. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3385	1482	5231
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2858	572	2019
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3717	220	778
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3218	56	196

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.53** .

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	76

- Pila 48÷54

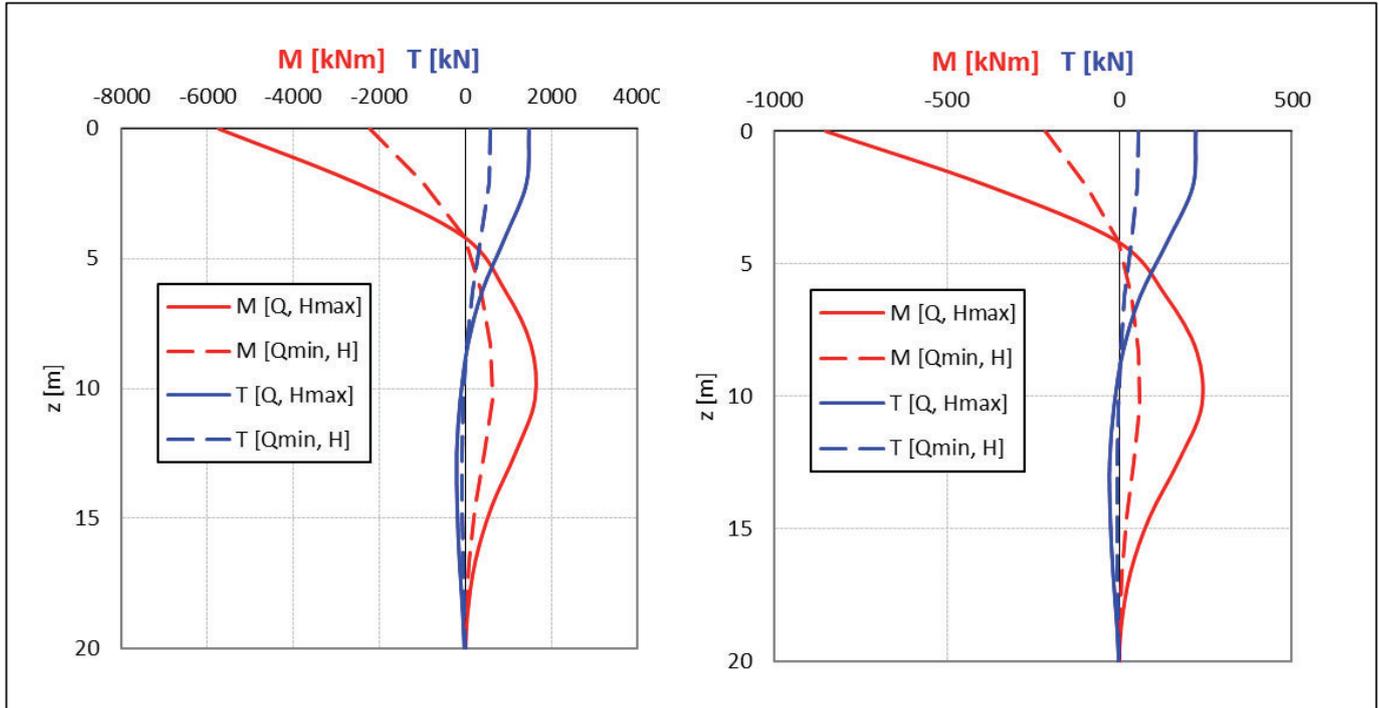


Figura 50. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 62. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3385	1482	5730
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2858	572	2212
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3717	220	852
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3218	56	215

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.87**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Pila 58÷64

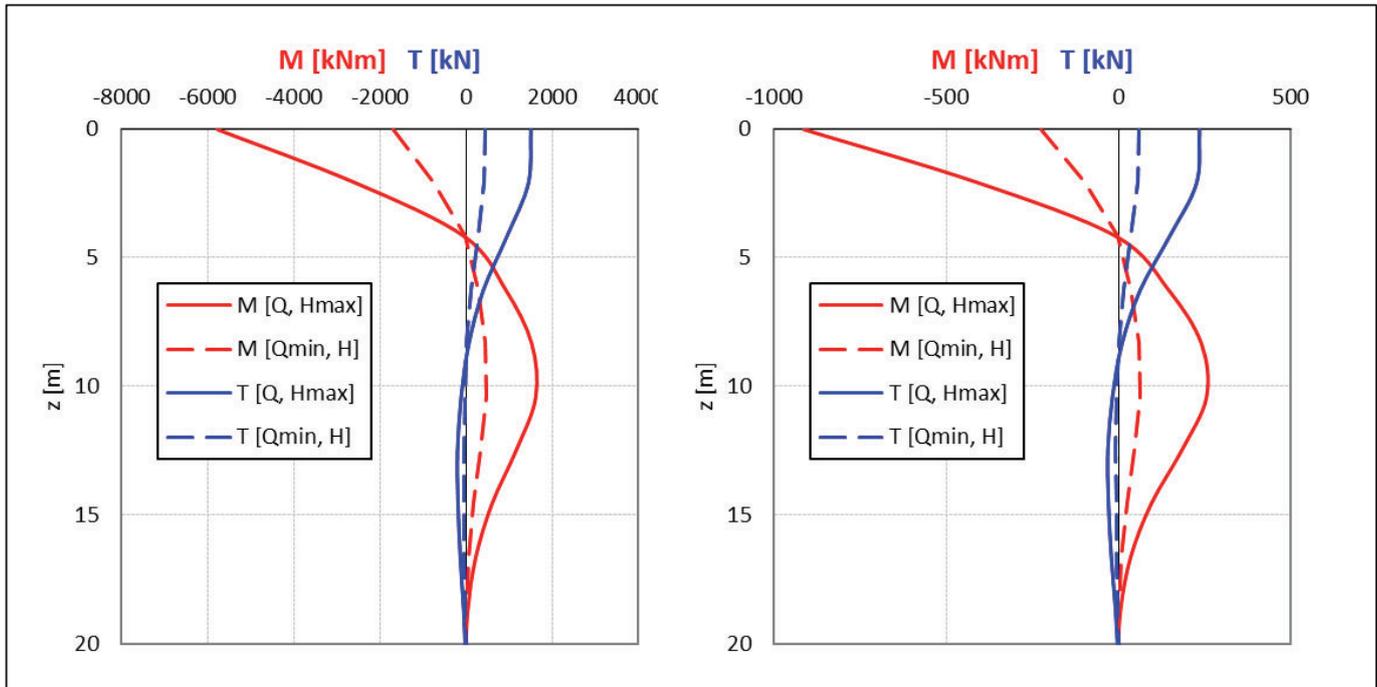


Figura 51. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 63. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	4302	1491	5767
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	3659	439	1698
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	4607	236	913
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	4108	523	225

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.87**.

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

- Spalla 02

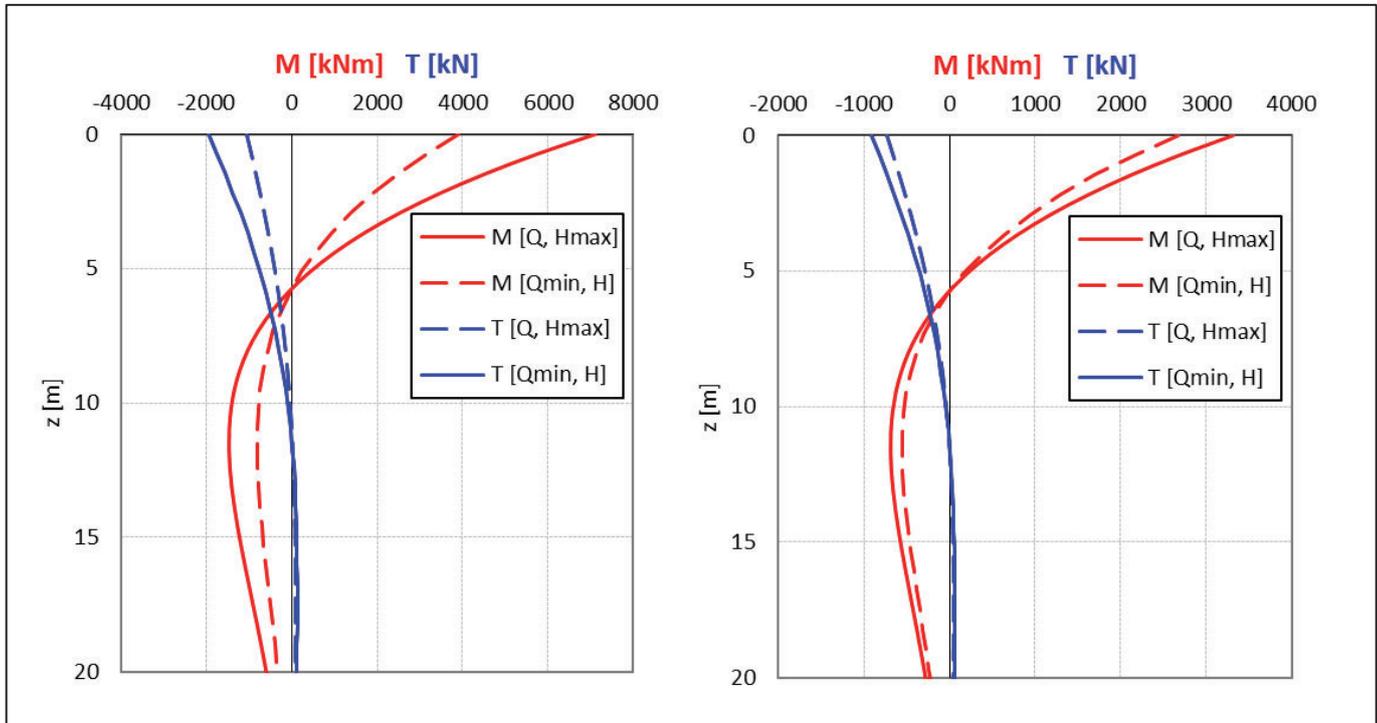


Figura 52. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 64. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

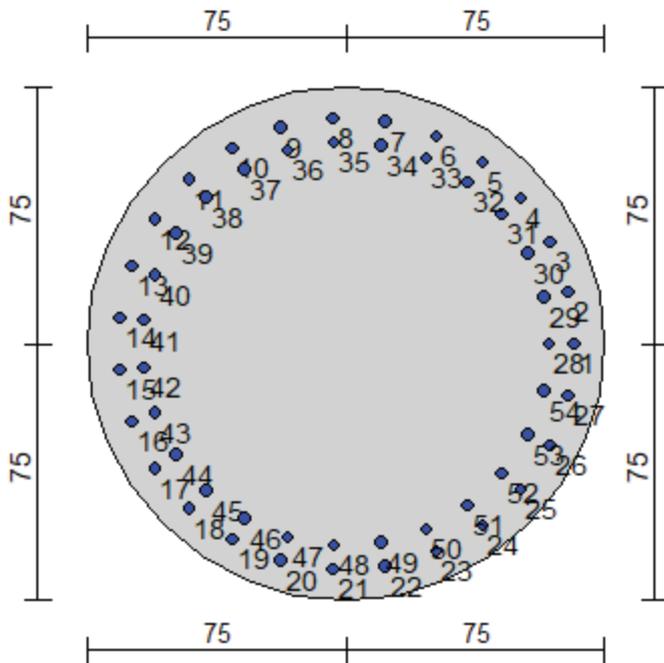
Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H <sub>max</sub> ]	3326	1952	7123
SLU	[Q <sub>min</sub> , H]	2702	1070	3906
SLE	[Q, H <sub>max</sub> ]	3553	907	3312
SLE	[Q <sub>min</sub> , H]	3376	732	2673

Noti i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo è possibile dedurre che il valore di  $\alpha$  (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.65**.

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	79

**10.1 PALIFICATE SPALLA 01**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>80</b>

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.2	75.0	8.04	no
2	139.4	90.3	8.04	no
3	134.2	104.7	8.04	no
4	125.7	117.6	8.04	no
5	114.5	128.1	8.04	no
6	101.2	135.8	8.04	no
7	86.5	140.2	8.04	no
8	71.2	141.1	8.04	no
9	56.0	138.4	8.04	no
10	41.9	132.3	8.04	no
11	29.6	123.2	8.04	no
12	19.7	111.4	8.04	no
13	12.8	97.6	8.04	no
14	9.2	82.7	8.04	no
15	9.2	67.3	8.04	no
16	12.8	52.4	8.04	no
17	19.7	38.6	8.04	no
18	29.6	26.8	8.04	no
19	41.9	17.7	8.04	no
20	56.0	11.6	8.04	no
21	71.2	8.9	8.04	no
22	86.5	9.8	8.04	no
23	101.2	14.2	8.04	no
24	114.5	21.9	8.04	no
25	125.7	32.4	8.04	no
26	134.2	45.3	8.04	no
27	139.4	59.7	8.04	no
28	134.0	75.0	8.04	no
29	132.4	88.6	8.04	no
30	127.7	101.5	8.04	no
31	120.2	112.9	8.04	no
32	110.2	122.3	8.04	no
33	98.4	129.2	8.04	no
34	85.2	133.1	8.04	no
35	71.6	133.9	8.04	no
36	58.1	131.5	8.04	no
37	45.5	126.1	8.04	no
38	34.5	117.9	8.04	no
39	25.7	107.4	8.04	no
40	19.6	95.2	8.04	no
41	16.4	81.8	8.04	no
42	16.4	68.2	8.04	no
43	19.6	54.8	8.04	no
44	25.7	42.6	8.04	no
45	34.5	32.1	8.04	no
46	45.5	23.9	8.04	no
47	58.1	18.5	8.04	no
48	71.6	16.1	8.04	no
49	85.2	16.9	8.04	no
50	98.4	20.8	8.04	no
51	110.2	27.7	8.04	no
52	120.2	37.1	8.04	no
53	127.7	48.5	8.04	no
54	132.4	61.4	8.04	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	81

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

fyd = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:**

asse N - (Mx = 0, My = 0)	Nu = -16994.1 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 41768.3 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 8403.0 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -8403.0 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 8395.7 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -8396.0 kN m

**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 (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3938.0	6748.0	0.0	P	5582.4	9565.7	0.0	0.350	0.421	0.710	Ok
				M	25778.4	6749.1	0.0	0.350	0.061	0.150	Ok
				N	3938.0	9313.7	0.0	0.350	0.483	0.720	Ok
2	3129.0	3696.0	0.0	P	8304.1	9808.9	0.0	0.350	0.337	0.380	Ok
				M	33966.2	3694.2	0.0	0.339	0.034	0.090	Ok
				N	3129.0	9163.9	0.0	0.350	0.516	0.400	Ok

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	82

3	3938.0	6963.0	0.0	P	5396.5	9541.8	0.0	0.350	0.427	0.730	Ok
				M	25053.7	6963.3	0.0	0.350	0.069	0.160	Ok
				N	3938.0	9313.7	0.0	0.350	0.483	0.750	Ok
4	3129.0	3813.0	0.0	P	8037.0	9793.8	0.0	0.350	0.345	0.390	Ok
				M	33718.2	3811.2	0.0	0.342	0.030	0.090	Ok
				N	3129.0	9163.9	0.0	0.350	0.516	0.420	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
3	3938.0	6963.0	0.0	P	5396.5	9541.8	0.0	0.350	0.427	0.730	Ok
3	3938.0	6963.0	0.0	M	25053.7	6963.3	0.0	0.350	0.069	0.160	Ok
3	3938.0	6963.0	0.0	N	3938.0	9313.7	0.0	0.350	0.483	0.750	Ok

### Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.2 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.2 (per verif. Vy)

Staffe = Ø 12 / 10.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsd<sub>x</sub>, VRsd<sub>y</sub>, TRsd, resistenze acciaio

VRcd<sub>x</sub>, VRcd<sub>y</sub>, TRcd, resistenze cls

### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsd <sub>x</sub>	VRsd <sub>y</sub>	TRsd	Vx/VRsd <sub>x</sub>	Vy/VRsd <sub>y</sub>	T/TRsd	Verif acc	
	VRcd <sub>x</sub>	VRcd <sub>y</sub>	TRcd	Vx/VRcd <sub>x</sub>	Vy/VRcd <sub>y</sub>	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1912.00	0.00	0.00	3938.00	1.159	2.50	0.7608	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.7608	0.0000	0.0000	0.7608	
	4323.16	4323.16	1793.33	0.4423	0.0000	0.0000	0.4423	
2 SLU	1047.00	0.00	0.00	3129.00	1.126	2.50	0.4166	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4166	0.0000	0.0000	0.4166	
	4201.35	4201.35	1793.33	0.2492	0.0000	0.0000	0.2492	
3 SLU	1912.00	0.00	0.00	3938.00	1.159	2.50	0.7608	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.7608	0.0000	0.0000	0.7608	
	4323.16	4323.16	1793.33	0.4423	0.0000	0.0000	0.4423	
4 SLU	1047.00	0.00	0.00	3129.00	1.126	2.50	0.4166	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4166	0.0000	0.0000	0.4166	
	4201.35	4201.35	1793.33	0.2492	0.0000	0.0000	0.2492	

### 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	My	N	σc	σc/σcL	σa	σa/σaL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
5	2522.0	0.0	4085.0	7716.9	0.52	103751.0	0.21	Ok
6	2387.0	0.0	3734.0	7285.5	0.49	97786.2	0.20	Ok

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

Valori limite:

Fessure: WkL = 0.40 mm (verifica Ok per Wk/WkL < 1)

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>83</b>

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
7	2522.0	0.0	4085.0	0.08	0.21	Ok
8	2387.0	0.0	3734.0	0.08	0.20	Ok

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

Valori limite:

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

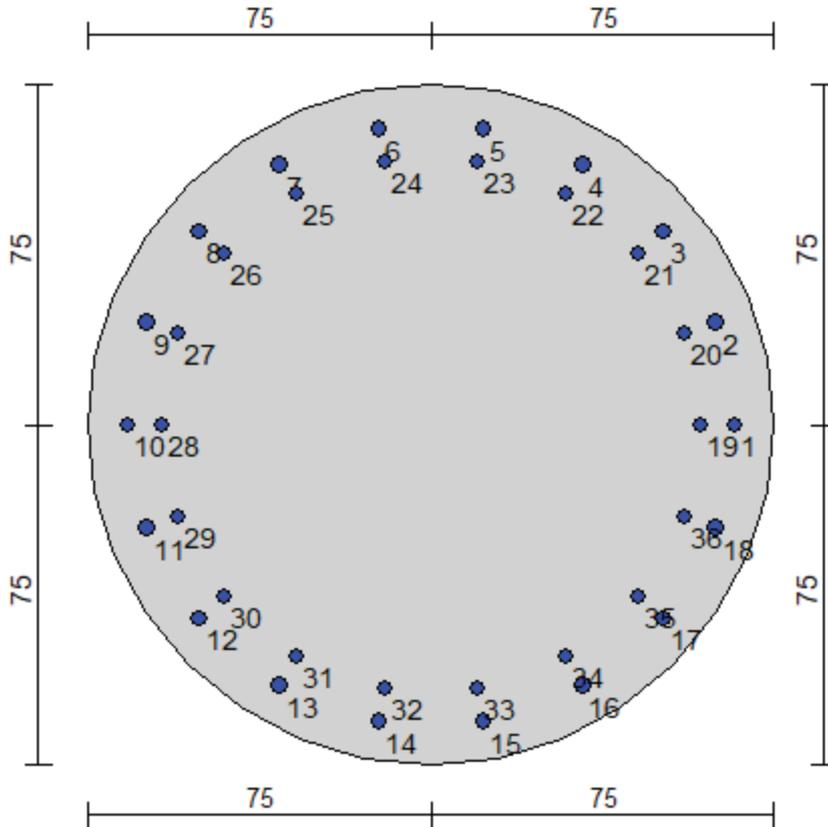
Fessure:  $WkL = 0.30$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
9	2522.0	0.0	4085.0	7716.9	0.69	0.08	0.28	Ok
10	2387.0	0.0	3734.0	7285.5	0.65	0.08	0.27	Ok

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	84

10.2 PALIFICATE PILE 01÷02



Geometria della sezione:

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b></p> <p><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b></p>																						
<p><b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE</td> <td>ENTE</td> <td>TIPO DOC</td> <td colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</td> <td>PROGR</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>LI0B</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>E</b></td> <td style="text-align: center;"><b>ZZ</b></td> <td style="text-align: center;"><b>CL</b></td> <td style="text-align: center;"><b>VI</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>03</b></td> <td style="text-align: center;"><b>005</b></td> <td style="text-align: center;"><b>C</b></td> <td style="text-align: center;"><b>85</b></td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>85</b>
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>85</b>													

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.2	75.0	8.04	no
2	137.2	97.6	8.04	no
3	125.7	117.6	8.04	no
4	108.1	132.3	8.04	no
5	86.5	140.2	8.04	no
6	63.5	140.2	8.04	no
7	41.9	132.3	8.04	no
8	24.3	117.6	8.04	no
9	12.8	97.6	8.04	no
10	8.8	75.0	8.04	no
11	12.8	52.4	8.04	no
12	24.3	32.4	8.04	no
13	41.9	17.7	8.04	no
14	63.5	9.8	8.04	no
15	86.5	9.8	8.04	no
16	108.1	17.7	8.04	no
17	125.7	32.4	8.04	no
18	137.2	52.4	8.04	no
19	134.0	75.0	8.04	no
20	130.4	95.2	8.04	no
21	120.2	112.9	8.04	no
22	104.5	126.1	8.04	no
23	85.2	133.1	8.04	no
24	64.8	133.1	8.04	no
25	45.5	126.1	8.04	no
26	29.8	112.9	8.04	no
27	19.6	95.2	8.04	no
28	16.0	75.0	8.04	no
29	19.6	54.8	8.04	no
30	29.8	37.1	8.04	no
31	45.5	23.9	8.04	no
32	64.8	16.9	8.04	no
33	85.2	16.9	8.04	no
34	104.5	23.9	8.04	no
35	120.2	37.1	8.04	no
36	130.4	54.8	8.04	no

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	86

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/cm<sup>3</sup>

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/cm<sup>3</sup>

**Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:**

asse N - (M <sub>x</sub> = 0, M <sub>y</sub> = 0)	Nu = -11329.4 kN
asse N + (M <sub>x</sub> = 0, M <sub>y</sub> = 0)	Nu = 36103.6 kN
asse M <sub>x</sub> + (N = 0, M <sub>y</sub> = 0)	M <sub>xu</sub> = 5904.4 kN m
asse M <sub>x</sub> - (N = 0, M <sub>y</sub> = 0)	M <sub>xu</sub> = -5904.4 kN m
asse M <sub>y</sub> + (N = 0, M <sub>x</sub> = 0)	M <sub>yu</sub> = 5922.7 kN m
asse M <sub>y</sub> - (N = 0, M <sub>x</sub> = 0)	M <sub>yu</sub> = -5922.7 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3318.0	4780.0	0.0	P	5059.8	7289.3	0.0	0.350	0.469	0.660	Ok
				M	25310.0	4780.1	0.0	0.350	0.025	0.130	Ok
				N	3318.0	6897.0	0.0	0.350	0.566	0.690	Ok
2	2989.0	1395.0	0.0	P	15488.4	7228.6	0.0	0.350	0.170	0.190	Ok
				M	33165.6	1393.6	0.0	0.283	0.101	0.090	Ok
				N	2989.0	6816.1	0.0	0.350	0.586	0.200	Ok
3	3318.0	4780.0	0.0	P	5059.8	7289.3	0.0	0.350	0.469	0.660	Ok
				M	25310.0	4780.1	0.0	0.350	0.025	0.130	Ok
				N	3318.0	6897.0	0.0	0.350	0.566	0.690	Ok
4	2989.0	1395.0	0.0	P	15488.4	7228.6	0.0	0.350	0.170	0.190	Ok
				M	33165.6	1393.6	0.0	0.283	0.101	0.090	Ok
				N	2989.0	6816.1	0.0	0.350	0.586	0.200	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3318.0	4780.0	0.0	P	5059.8	7289.3	0.0	0.350	0.469	0.660	Ok
1	3318.0	4780.0	0.0	M	25310.0	4780.1	0.0	0.350	0.025	0.130	Ok
1	3318.0	4780.0	0.0	N	3318.0	6897.0	0.0	0.350	0.566	0.690	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.2 (per verif. V<sub>x</sub>)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.2 (per verif. V<sub>y</sub>)

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>87</b>

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

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

#### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1354.00	0.00	0.00	3318.00	1.134	2.50	<b>0.8081</b>	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.8081	0.0000	0.0000	0.8081	
	4229.81	4229.81	1793.33	0.3201	0.0000	0.0000	0.3201	
2 SLU	395.00	0.00	0.00	2989.00	1.121	2.50	<b>0.2357</b>	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.2357	0.0000	0.0000	0.2357	
	4180.27	4180.27	1793.33	0.0945	0.0000	0.0000	0.0945	
3 SLU	1354.00	0.00	0.00	3318.00	1.134	2.50	<b>0.8081</b>	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.8081	0.0000	0.0000	0.8081	
	4229.81	4229.81	1793.33	0.3201	0.0000	0.0000	0.3201	
4 SLU	395.00	0.00	0.00	2989.00	1.121	2.50	<b>0.2357</b>	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.2357	0.0000	0.0000	0.2357	
	4180.27	4180.27	1793.33	0.0945	0.0000	0.0000	0.0945	

#### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
5	778.0	0.0	3696.0	3452.3	0.23	48324.0	0.01	Ok
6	196.0	0.0	3197.0	1904.3	0.13	27692.3	0.04	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
7	778.0	0.0	3696.0	0.00	0.00	Ok
8	196.0	0.0	3197.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

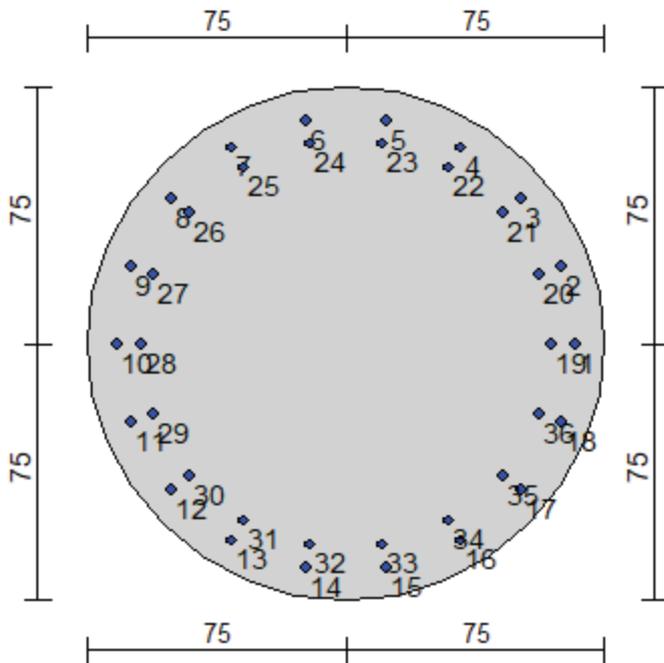
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
9	778.0	0.0	3696.0	3452.3	0.31	0.00	0.00	Ok
10	196.0	0.0	3197.0	1904.3	0.17	0.00	0.00	Ok

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	88

10.3 PALIFICATE PILE 03÷18



Geometria della sezione:

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	89

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

#### Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	137.4	97.7	6.16	no
3	125.9	117.7	6.16	no
4	108.2	132.5	6.16	no
5	86.5	140.4	6.16	no
6	63.5	140.4	6.16	no
7	41.8	132.5	6.16	no
8	24.1	117.7	6.16	no
9	12.6	97.7	6.16	no
10	8.6	75.0	6.16	no
11	12.6	52.3	6.16	no
12	24.1	32.3	6.16	no
13	41.8	17.5	6.16	no
14	63.5	9.6	6.16	no
15	86.5	9.6	6.16	no
16	108.2	17.5	6.16	no
17	125.9	32.3	6.16	no
18	137.4	52.3	6.16	no
19	134.6	75.0	6.16	no
20	131.0	95.4	6.16	no
21	120.7	113.3	6.16	no
22	104.8	126.6	6.16	no
23	85.3	133.7	6.16	no
24	64.7	133.7	6.16	no
25	45.2	126.6	6.16	no
26	29.3	113.3	6.16	no
27	19.0	95.4	6.16	no
28	15.4	75.0	6.16	no
29	19.0	54.6	6.16	no
30	29.3	36.7	6.16	no
31	45.2	23.4	6.16	no
32	64.7	16.3	6.16	no
33	85.3	16.3	6.16	no
34	104.8	23.4	6.16	no
35	120.7	36.7	6.16	no
36	131.0	54.6	6.16	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	90

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:**

asse N - (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = -8674.1 kN  
 asse N + (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = 33448.3 kN  
 asse M<sub>x</sub> + (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = 4701.2 kN m  
 asse M<sub>x</sub> - (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = -4701.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> + (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = 4704.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> - (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = -4704.2 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3300.0	5113.0	0.0	P	3844.3	5956.3	0.0	0.350	0.575	0.860	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3300.0	5816.4	0.0	0.350	0.612	0.880	Ok
2	2973.0	1344.0	0.0	P	14399.7	6509.6	0.0	0.350	0.179	0.210	Ok
				M	30625.6	1342.7	0.0	0.290	0.094	0.100	Ok
				N	2973.0	5730.5	0.0	0.350	0.635	0.230	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3300.0	5113.0	0.0	P	3844.3	5956.3	0.0	0.350	0.575	0.860	Ok
2	2973.0	1344.0	0.0	M	30625.6	1342.7	0.0	0.290	0.094	0.100	Ok
1	3300.0	5113.0	0.0	N	3300.0	5816.4	0.0	0.350	0.612	0.880	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>x</sub>)

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>y</sub>)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VR<sub>sdx</sub>, VR<sub>sdy</sub>, TR<sub>sd</sub>, resistenze acciaio

VR<sub>cdx</sub>, VR<sub>cdy</sub>, TR<sub>cd</sub>, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>91</b>

#### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1448.00	0.00	0.00	3300.00	1.133	2.50	<b>0.8628</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.8628	0.0000	0.0000	0.8628	
	4233.80	4233.80	1793.33	0.3420	0.0000	0.0000	0.3420	
2 SLU	381.00	0.00	0.00	2973.00	1.120	2.50	<b>0.2270</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2270	0.0000	0.0000	0.2270	
	4184.48	4184.48	1793.33	0.0911	0.0000	0.0000	0.0911	

#### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	778.0	0.0	3678.0	3635.2	0.24	50926.3	0.01	Ok
4	196.0	0.0	3179.0	1994.2	0.13	29006.1	0.05	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	778.0	0.0	3678.0	0.00	0.00	Ok
6	196.0	0.0	3179.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

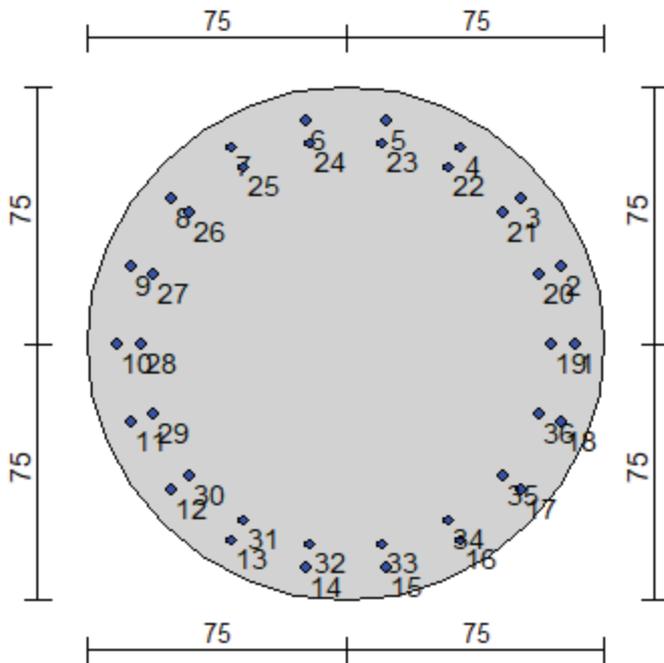
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	778.0	0.0	3678.0	3635.2	0.32	0.00	0.00	Ok
8	196.0	0.0	3179.0	1994.2	0.18	0.00	0.00	Ok

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	92

10.4 PALIFICATE PILE 19÷21 E PILE 24÷35



Geometria della sezione:

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	93

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

#### Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	137.4	97.7	6.16	no
3	125.9	117.7	6.16	no
4	108.2	132.5	6.16	no
5	86.5	140.4	6.16	no
6	63.5	140.4	6.16	no
7	41.8	132.5	6.16	no
8	24.1	117.7	6.16	no
9	12.6	97.7	6.16	no
10	8.6	75.0	6.16	no
11	12.6	52.3	6.16	no
12	24.1	32.3	6.16	no
13	41.8	17.5	6.16	no
14	63.5	9.6	6.16	no
15	86.5	9.6	6.16	no
16	108.2	17.5	6.16	no
17	125.9	32.3	6.16	no
18	137.4	52.3	6.16	no
19	134.6	75.0	6.16	no
20	131.0	95.4	6.16	no
21	120.7	113.3	6.16	no
22	104.8	126.6	6.16	no
23	85.3	133.7	6.16	no
24	64.7	133.7	6.16	no
25	45.2	126.6	6.16	no
26	29.3	113.3	6.16	no
27	19.0	95.4	6.16	no
28	15.4	75.0	6.16	no
29	19.0	54.6	6.16	no
30	29.3	36.7	6.16	no
31	45.2	23.4	6.16	no
32	64.7	16.3	6.16	no
33	85.3	16.3	6.16	no
34	104.8	23.4	6.16	no
35	120.7	36.7	6.16	no
36	131.0	54.6	6.16	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	94

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:**

asse N - ( $M_x = 0, M_y = 0$ )       $N_u = -8674.1$  kN  
 asse N + ( $M_x = 0, M_y = 0$ )       $N_u = 33448.3$  kN  
 asse Mx + ( $N = 0, M_y = 0$ )       $M_{xu} = 4701.2$  kN m  
 asse Mx - ( $N = 0, M_y = 0$ )       $M_{xu} = -4701.2$  kN m  
 asse My + ( $N = 0, M_x = 0$ )       $M_{yu} = 4704.2$  kN m  
 asse My - ( $N = 0, M_x = 0$ )       $M_{yu} = -4704.2$  kN m

**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 (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3355.0	5231.0	0.0	P	3815.6	5949.2	0.0	0.350	0.577	0.880	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3355.0	5830.7	0.0	0.350	0.608	0.900	Ok
2	2858.0	1502.0	0.0	P	12807.4	6730.8	0.0	0.350	0.212	0.220	Ok
				M	30291.8	1500.4	0.0	0.297	0.085	0.090	Ok
				N	2858.0	5700.0	0.0	0.350	0.644	0.260	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3355.0	5231.0	0.0	P	3815.6	5949.2	0.0	0.350	0.577	0.880	Ok
2	2858.0	1502.0	0.0	M	30291.8	1500.4	0.0	0.297	0.085	0.090	Ok
1	3355.0	5231.0	0.0	N	3355.0	5830.7	0.0	0.350	0.608	0.900	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. Vy)

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

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsd<sub>x</sub>, VRsd<sub>y</sub>, TRsd, resistenze acciaio

VRcd<sub>x</sub>, VRcd<sub>y</sub>, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>95</b>

#### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1482.00	0.00	0.00	3355.00	1.135	2.50	<b>0.8831</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.8831	0.0000	0.0000	0.8831	
	4242.09	4242.09	1793.33	0.3494	0.0000	0.0000	0.3494	
2 SLU	426.00	0.00	0.00	2858.00	1.115	2.50	<b>0.2538</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2538	0.0000	0.0000	0.2538	
	4167.14	4167.14	1793.33	0.1022	0.0000	0.0000	0.1022	

#### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	778.0	0.0	3717.0	3653.6	0.24	51202.7	0.01	Ok
4	196.0	0.0	3218.0	2012.9	0.13	29286.2	0.05	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	778.0	0.0	3717.0	0.00	0.00	Ok
6	196.0	0.0	3218.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

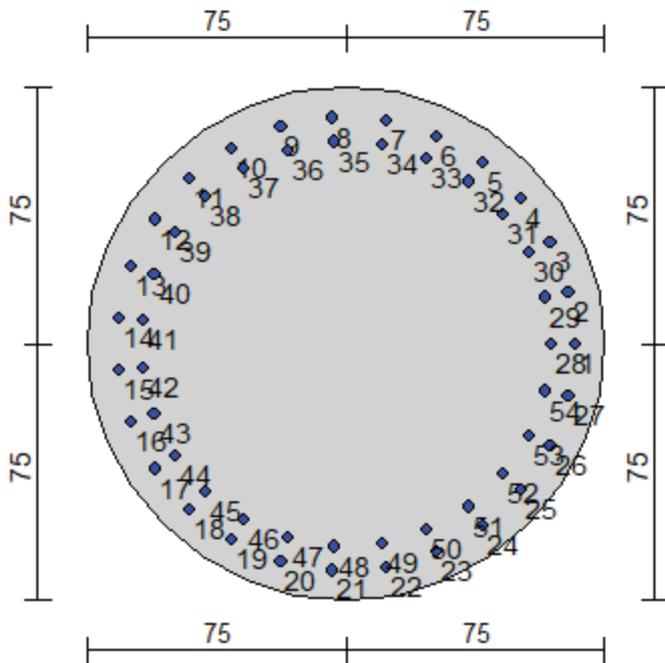
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	778.0	0.0	3717.0	3653.6	0.33	0.00	0.00	Ok
8	196.0	0.0	3218.0	2012.9	0.18	0.00	0.00	Ok

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	96

**10.5 PALIFICATE PILA 36÷40**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>97</b>

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.3	75.0	7.07	no
2	139.5	90.3	7.07	no
3	134.2	104.8	7.07	no
4	125.8	117.6	7.07	no
5	114.6	128.2	7.07	no
6	101.3	135.9	7.07	no
7	86.5	140.3	7.07	no
8	71.1	141.2	7.07	no
9	56.0	138.5	7.07	no
10	41.8	132.4	7.07	no
11	29.5	123.2	7.07	no
12	19.6	111.4	7.07	no
13	12.7	97.7	7.07	no
14	9.1	82.7	7.07	no
15	9.1	67.3	7.07	no
16	12.7	52.3	7.07	no
17	19.6	38.6	7.07	no
18	29.5	26.8	7.07	no
19	41.8	17.6	7.07	no
20	56.0	11.5	7.07	no
21	71.1	8.8	7.07	no
22	86.5	9.7	7.07	no
23	101.3	14.1	7.07	no
24	114.6	21.8	7.07	no
25	125.8	32.4	7.07	no
26	134.2	45.2	7.07	no
27	139.5	59.7	7.07	no
28	134.3	75.0	7.07	no
29	132.7	88.7	7.07	no
30	128.0	101.6	7.07	no
31	120.4	113.1	7.07	no
32	110.4	122.6	7.07	no
33	98.5	129.5	7.07	no
34	85.3	133.4	7.07	no
35	71.6	134.2	7.07	no
36	58.0	131.8	7.07	no
37	45.4	126.4	7.07	no
38	34.3	118.1	7.07	no
39	25.5	107.6	7.07	no
40	19.3	95.3	7.07	no
41	16.1	81.9	7.07	no
42	16.1	68.1	7.07	no
43	19.3	54.7	7.07	no
44	25.5	42.4	7.07	no
45	34.3	31.9	7.07	no
46	45.4	23.6	7.07	no
47	58.0	18.2	7.07	no
48	71.6	15.8	7.07	no
49	85.3	16.6	7.07	no
50	98.5	20.5	7.07	no
51	110.4	27.4	7.07	no
52	120.4	36.9	7.07	no
53	128.0	48.4	7.07	no
54	132.7	61.3	7.07	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	98

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )  
 fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>  
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>  
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>  
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20  
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>  
 fyd = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )  
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075  
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>  
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30  
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012  
 Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:**

asse N - (Mx = 0, My = 0)      Nu = -14936.2 kN  
 asse N + (Mx = 0, My = 0)      Nu = 39710.5 kN  
 asse Mx + (N = 0, My = 0)      Mxu = 7527.4 kN m  
 asse Mx - (N = 0, My = 0)      Mxu = -7527.4 kN m  
 asse My + (N = 0, Mx = 0)      Myu = 7519.7 kN m  
 asse My - (N = 0, Mx = 0)      Myu = -7542.6 kN m

**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 (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	8231.0	0.0	P	3465.7	8427.1	0.0	0.350	0.521	0.980	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3385.0	8409.5	0.0	0.350	0.525	0.980	Ok
2	3029.0	2019.0	0.0	P	13359.4	8904.8	0.0	0.350	0.222	0.230	Ok
				M	35471.4	2017.4	0.0	0.296	0.086	0.090	Ok
				N	3029.0	8331.2	0.0	0.350	0.543	0.240	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	99

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	8231.0	0.0	P	3465.7	8427.1	0.0	0.350	0.521	0.980	Ok
2	3029.0	2019.0	0.0	M	35471.4	2017.4	0.0	0.296	0.086	0.090	Ok
1	3385.0	8231.0	0.0	N	3385.0	8409.5	0.0	0.350	0.525	0.980	Ok

### Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.3 (per verif. Vy)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1482.00	0.00	0.00	3385.00	1.137	2.50	<b>0.8838</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.8838	0.0000	0.0000	0.8838	
	4243.26	4243.26	1793.33	0.3493	0.0000	0.0000	0.3493	
2 SLU	572.00	0.00	0.00	3029.00	1.122	2.50	<b>0.3411</b>	Ok
	1676.84	1676.84	1456.92	0.3411	0.0000	0.0000	0.3411	
	4189.61	4189.61	1793.33	0.1365	0.0000	0.0000	0.1365	

### 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	My	N	σc	σc/σcL	σa	σa/σaL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	778.0	0.0	3717.0	3223.7	0.22	45487.4	0.01	Ok
4	196.0	0.0	3218.0	1792.0	0.12	26158.2	0.04	Ok

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

Valori limite:

Fessure: WkL = 0.40 mm (verifica Ok per Wk/WkL < 1)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	778.0	0.0	3717.0	0.00	0.00	Ok
6	196.0	0.0	3218.0	0.00	0.00	Ok

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

Valori limite:

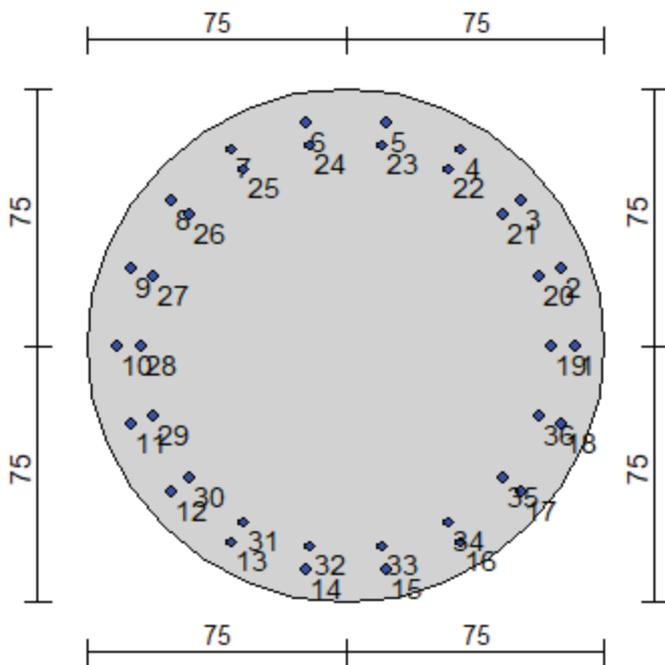
CLS:  $\sigma_{cL} = 11205.0$  kN/mq (verifica Ok per  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

Fessure: WkL = 0.30 mm (verifica Ok per Wk/WkL < 1)

Cmb	Mx	My	N	σc	σc/σcL	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	778.0	0.0	3717.0	3223.7	0.29	0.00	0.00	Ok
8	196.0	0.0	3218.0	1792.0	0.16	0.00	0.00	Ok

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>	REV <b>C</b>

## 10.6 PALIFICATE PILA 41÷47



### Geometria della sezione:

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	101

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

#### Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	137.4	97.7	6.16	no
3	125.9	117.7	6.16	no
4	108.2	132.5	6.16	no
5	86.5	140.4	6.16	no
6	63.5	140.4	6.16	no
7	41.8	132.5	6.16	no
8	24.1	117.7	6.16	no
9	12.6	97.7	6.16	no
10	8.6	75.0	6.16	no
11	12.6	52.3	6.16	no
12	24.1	32.3	6.16	no
13	41.8	17.5	6.16	no
14	63.5	9.6	6.16	no
15	86.5	9.6	6.16	no
16	108.2	17.5	6.16	no
17	125.9	32.3	6.16	no
18	137.4	52.3	6.16	no
19	134.6	75.0	6.16	no
20	131.0	95.4	6.16	no
21	120.7	113.3	6.16	no
22	104.8	126.6	6.16	no
23	85.3	133.7	6.16	no
24	64.7	133.7	6.16	no
25	45.2	126.6	6.16	no
26	29.3	113.3	6.16	no
27	19.0	95.4	6.16	no
28	15.4	75.0	6.16	no
29	19.0	54.6	6.16	no
30	29.3	36.7	6.16	no
31	45.2	23.4	6.16	no
32	64.7	16.3	6.16	no
33	85.3	16.3	6.16	no
34	104.8	23.4	6.16	no
35	120.7	36.7	6.16	no
36	131.0	54.6	6.16	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	102

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:**

asse N - (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = -8674.1 kN  
 asse N + (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = 33448.3 kN  
 asse M<sub>x</sub> + (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = 4701.2 kN m  
 asse M<sub>x</sub> - (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = -4701.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> + (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = 4704.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> - (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = -4704.2 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	5231.0	0.0	P	3856.2	5959.2	0.0	0.350	0.574	0.880	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3385.0	5838.5	0.0	0.350	0.606	0.900	Ok
2	2858.0	2019.0	0.0	P	9678.5	6837.3	0.0	0.350	0.297	0.300	Ok
				M	29198.3	2017.5	0.0	0.317	0.061	0.100	Ok
				N	2858.0	5700.0	0.0	0.350	0.644	0.350	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	5231.0	0.0	P	3856.2	5959.2	0.0	0.350	0.574	0.880	Ok
2	2858.0	2019.0	0.0	M	29198.3	2017.5	0.0	0.317	0.061	0.100	Ok
1	3385.0	5231.0	0.0	N	3385.0	5838.5	0.0	0.350	0.606	0.900	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>x</sub>)

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>y</sub>)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VR<sub>sdx</sub>, VR<sub>sdy</sub>, TR<sub>sd</sub>, resistenze acciaio

VR<sub>cdx</sub>, VR<sub>cdy</sub>, TR<sub>cd</sub>, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	103

### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1482.00	0.00	0.00	3385.00	1.137	2.50	<b>0.8831</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.8831	0.0000	0.0000	0.8831	
	4246.62	4246.62	1793.33	0.3490	0.0000	0.0000	0.3490	
2 SLU	572.00	0.00	0.00	2858.00	1.115	2.50	<b>0.3408</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.3408	0.0000	0.0000	0.3408	
	4167.14	4167.14	1793.33	0.1373	0.0000	0.0000	0.1373	

### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	778.0	0.0	3717.0	3653.6	0.24	51202.7	0.01	Ok
4	196.0	0.0	3218.0	2012.9	0.13	29286.2	0.05	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	778.0	0.0	3717.0	0.00	0.00	Ok
6	196.0	0.0	3218.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

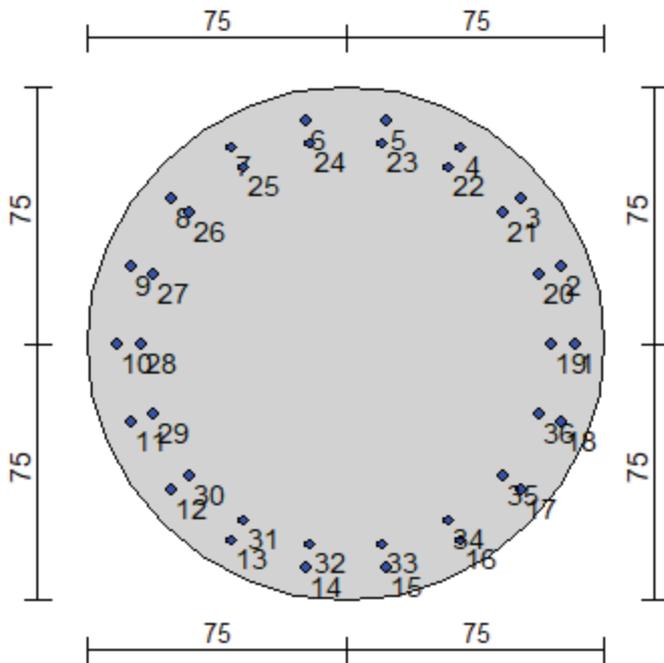
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	778.0	0.0	3717.0	3653.6	0.33	0.00	0.00	Ok
8	196.0	0.0	3218.0	2012.9	0.18	0.00	0.00	Ok

Relazione di calcolo Pali di  
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	104

10.7 PALIFICATE PILA 48÷54



Geometria della sezione:

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTI</p> 	<p><b>LINEA PESCARA – BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b></p> <p><b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b></p>																						
<p><b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC</th> <th colspan="3">OPERA 7 DISCIPLINA</th> <th>PROGR</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>LI0B</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>E</b></td> <td style="text-align: center;"><b>ZZ</b></td> <td style="text-align: center;"><b>CL</b></td> <td style="text-align: center;"><b>VI</b></td> <td style="text-align: center;"><b>02</b></td> <td style="text-align: center;"><b>03</b></td> <td style="text-align: center;"><b>005</b></td> <td style="text-align: center;"><b>C</b></td> <td style="text-align: center;"><b>105</b></td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>105</b>
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO													
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>105</b>													

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	137.4	97.7	6.16	no
3	125.9	117.7	6.16	no
4	108.2	132.5	6.16	no
5	86.5	140.4	6.16	no
6	63.5	140.4	6.16	no
7	41.8	132.5	6.16	no
8	24.1	117.7	6.16	no
9	12.6	97.7	6.16	no
10	8.6	75.0	6.16	no
11	12.6	52.3	6.16	no
12	24.1	32.3	6.16	no
13	41.8	17.5	6.16	no
14	63.5	9.6	6.16	no
15	86.5	9.6	6.16	no
16	108.2	17.5	6.16	no
17	125.9	32.3	6.16	no
18	137.4	52.3	6.16	no
19	134.6	75.0	6.16	no
20	131.0	95.4	6.16	no
21	120.7	113.3	6.16	no
22	104.8	126.6	6.16	no
23	85.3	133.7	6.16	no
24	64.7	133.7	6.16	no
25	45.2	126.6	6.16	no
26	29.3	113.3	6.16	no
27	19.0	95.4	6.16	no
28	15.4	75.0	6.16	no
29	19.0	54.6	6.16	no
30	29.3	36.7	6.16	no
31	45.2	23.4	6.16	no
32	64.7	16.3	6.16	no
33	85.3	16.3	6.16	no
34	104.8	23.4	6.16	no
35	120.7	36.7	6.16	no
36	131.0	54.6	6.16	no

**Normativa di riferimento:**

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

**Note:**

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Materiali:**

**Calcestruzzo classe: C25/30**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	106

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:**

asse N - (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = -8674.1 kN  
 asse N + (M<sub>x</sub> = 0, M<sub>y</sub> = 0)      Nu = 33448.3 kN  
 asse M<sub>x</sub> + (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = 4701.2 kN m  
 asse M<sub>x</sub> - (N = 0, M<sub>y</sub> = 0)      M<sub>xu</sub> = -4701.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> + (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = 4704.2 kN m  
 asse M<sub>y</sub> - (N = 0, M<sub>x</sub> = 0)      M<sub>yu</sub> = -4704.2 kN m

**Verifiche stato limite ultimo:**

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

Verifica per M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

Verifica con rapporto M<sub>xu</sub>, M<sub>yu</sub> assegnato (sigla tipo verifica: M)

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	5730.0	0.0	P	3460.7	5858.1	0.0	0.350	0.601	0.980	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3385.0	5838.5	0.0	0.350	0.606	0.980	Ok
2	2858.0	2212.0	0.0	P	8772.2	6789.4	0.0	0.350	0.328	0.330	Ok
				M	28789.8	2210.7	0.0	0.324	0.053	0.100	Ok
				N	2858.0	5700.0	0.0	0.350	0.644	0.390	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	t.v.	Nu	M <sub>xu</sub>	M <sub>yu</sub>	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3385.0	5730.0	0.0	P	3460.7	5858.1	0.0	0.350	0.601	0.980	Ok
2	2858.0	2212.0	0.0	M	28789.8	2210.7	0.0	0.324	0.053	0.100	Ok
1	3385.0	5730.0	0.0	N	3385.0	5838.5	0.0	0.350	0.606	0.980	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>x</sub>)

Base B<sub>w</sub> = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V<sub>y</sub>)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

V<sub>x</sub>, V<sub>y</sub>, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VR<sub>sdx</sub>, VR<sub>sdy</sub>, TR<sub>sd</sub>, resistenze acciaio

VR<sub>cdx</sub>, VR<sub>cdy</sub>, TR<sub>cd</sub>, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	107

#### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1482.00	0.00	0.00	3385.00	1.137	2.50	<b>0.8831</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.8831	0.0000	0.0000	0.8831	
	4246.62	4246.62	1793.33	0.3490	0.0000	0.0000	0.3490	
2 SLU	572.00	0.00	0.00	2858.00	1.115	2.50	<b>0.3408</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.3408	0.0000	0.0000	0.3408	
	4167.14	4167.14	1793.33	0.1373	0.0000	0.0000	0.1373	

#### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	852.0	0.0	3717.0	3838.2	0.26	53612.5	0.00	Ok
4	215.0	0.0	3218.0	2058.6	0.14	29884.5	0.05	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	852.0	0.0	3717.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	3218.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

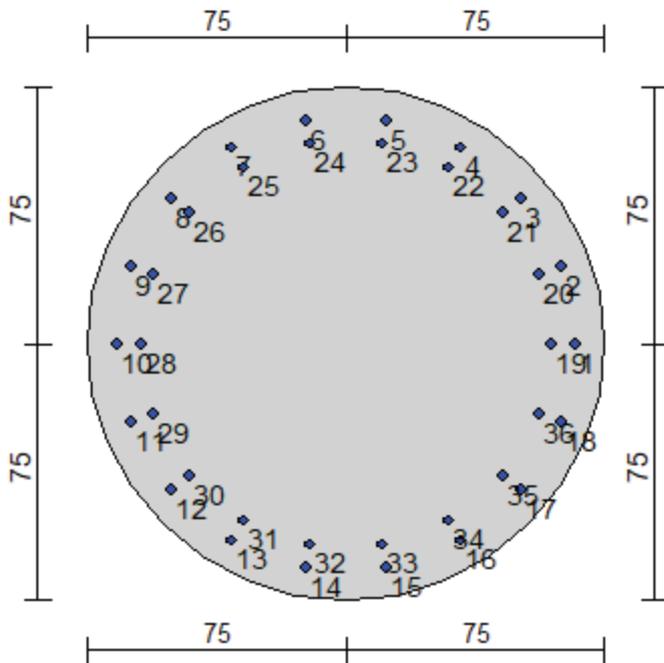
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	852.0	0.0	3717.0	3838.2	0.34	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	3218.0	2058.6	0.18	0.00	0.00	Ok

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	108

**10.8 PALIFICATE PILA 58÷64**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	109

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

#### Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	137.4	97.7	6.16	no
3	125.9	117.7	6.16	no
4	108.2	132.5	6.16	no
5	86.5	140.4	6.16	no
6	63.5	140.4	6.16	no
7	41.8	132.5	6.16	no
8	24.1	117.7	6.16	no
9	12.6	97.7	6.16	no
10	8.6	75.0	6.16	no
11	12.6	52.3	6.16	no
12	24.1	32.3	6.16	no
13	41.8	17.5	6.16	no
14	63.5	9.6	6.16	no
15	86.5	9.6	6.16	no
16	108.2	17.5	6.16	no
17	125.9	32.3	6.16	no
18	137.4	52.3	6.16	no
19	134.6	75.0	6.16	no
20	131.0	95.4	6.16	no
21	120.7	113.3	6.16	no
22	104.8	126.6	6.16	no
23	85.3	133.7	6.16	no
24	64.7	133.7	6.16	no
25	45.2	126.6	6.16	no
26	29.3	113.3	6.16	no
27	19.0	95.4	6.16	no
28	15.4	75.0	6.16	no
29	19.0	54.6	6.16	no
30	29.3	36.7	6.16	no
31	45.2	23.4	6.16	no
32	64.7	16.3	6.16	no
33	85.3	16.3	6.16	no
34	104.8	23.4	6.16	no
35	120.7	36.7	6.16	no
36	131.0	54.6	6.16	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

fcd = 141.10 daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	02	03	005	C	110

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050  
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

**Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C**

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$  = 3913 daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/mc

**Intersezioni del dominio con gli assi N, Mx e My:**

asse N - ( $M_x = 0, M_y = 0$ )       $N_u = -8674.1$  kN  
 asse N + ( $M_x = 0, M_y = 0$ )       $N_u = 33448.3$  kN  
 asse Mx + ( $N = 0, M_y = 0$ )       $M_{xu} = 4701.2$  kN m  
 asse Mx - ( $N = 0, M_y = 0$ )       $M_{xu} = -4701.2$  kN m  
 asse My + ( $N = 0, M_x = 0$ )       $M_{yu} = 4704.2$  kN m  
 asse My - ( $N = 0, M_x = 0$ )       $M_{yu} = -4704.2$  kN m

**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 (verifica Ok per Sd/Su < 1)**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	4302.0	5767.0	0.0	P	4574.5	6132.3	0.0	0.350	0.527	0.940	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	4302.0	6067.5	0.0	0.350	0.544	0.950	Ok
2	3659.0	1698.0	0.0	P	14122.2	6553.5	0.0	0.350	0.185	0.260	Ok
				M	29876.9	1696.6	0.0	0.305	0.076	0.120	Ok
				N	3659.0	5909.2	0.0	0.350	0.587	0.290	Ok

**Risultati combinazioni maggiormente gravose:**

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	$\epsilon_{cls}$	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	4302.0	5767.0	0.0	P	4574.5	6132.3	0.0	0.350	0.527	0.940	Ok
2	3659.0	1698.0	0.0	M	29876.9	1696.6	0.0	0.305	0.076	0.120	Ok
1	4302.0	5767.0	0.0	N	4302.0	6067.5	0.0	0.350	0.544	0.950	Ok

**Verifiche taglio-torsione**

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. Vy)

Staffe = Ø 12 / 15.0, bracci: 2 dir. X, 2 dir. Y

Risultati delle verifiche:

Vx, Vy, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	111

### Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	$\alpha c$	Ctg $\theta$	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1491.00	0.00	0.00	4302.00	1.174	2.50	<b>0.8885</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.8885	0.0000	0.0000	0.8885	
	4384.91	4384.91	1793.33	0.3400	0.0000	0.0000	0.3400	
2 SLU	439.00	0.00	0.00	3659.00	1.148	2.50	<b>0.2616</b>	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2616	0.0000	0.0000	0.2616	
	4287.94	4287.94	1793.33	0.1024	0.0000	0.0000	0.1024	

### 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	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	913.0	0.0	4607.0	4404.3	0.29	61840.4	0.01	Ok
4	225.0	0.0	4108.0	2508.9	0.17	36592.1	0.06	Ok

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

Valori limite:

Fessure:  $W_{kL} = 0.40$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	913.0	0.0	4607.0	0.00	0.00	Ok
6	225.0	0.0	4108.0	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  $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$ )

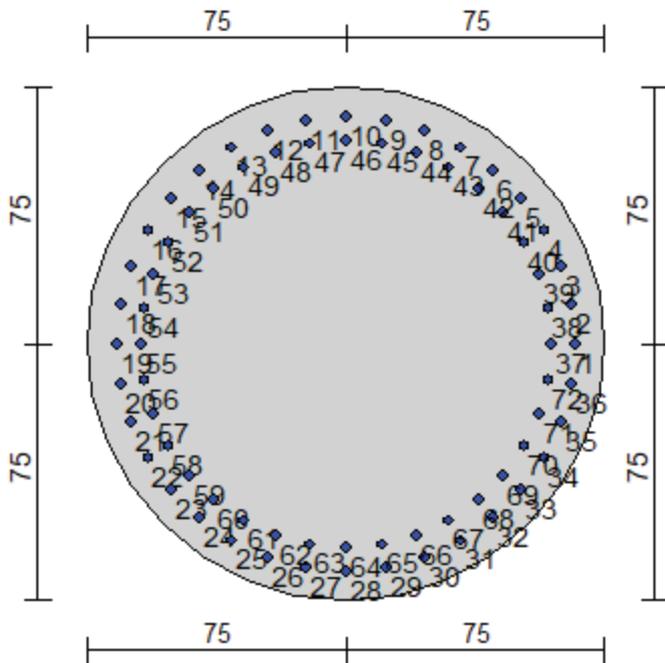
Fessure:  $W_{kL} = 0.30$  mm (verifica Ok per  $W_k/W_{kL} < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	913.0	0.0	4607.0	4404.3	0.39	0.00	0.00	Ok
8	225.0	0.0	4108.0	2508.9	0.22	0.00	0.00	Ok

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	112

**10.9 PALIFICATE SPALLA 02**



**Geometria della sezione:**

Vertice	X	Y
n.	cm	cm
1	75.0	150.0
2	89.6	148.6
3	103.7	144.3
4	116.7	137.4
5	128.0	128.0
6	137.4	116.7
7	144.3	103.7
8	148.6	89.6
9	150.0	75.0
10	148.6	60.4
11	144.3	46.3
12	137.4	33.3
13	128.0	22.0
14	116.7	12.6
15	103.7	5.7
16	89.6	1.4
17	75.0	0.0
18	60.4	1.4
19	46.3	5.7
20	33.3	12.6
21	22.0	22.0
22	12.6	33.3
23	5.7	46.3
24	1.4	60.4
25	0.0	75.0
26	1.4	89.6
27	5.7	103.7

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	<b>113</b>

28	12.6	116.7
29	22.0	128.0
30	33.3	137.4
31	46.3	144.3
32	60.4	148.6

**Armature:**

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.4	75.0	6.16	no
2	140.4	86.5	6.16	no
3	137.4	97.7	6.16	no
4	132.5	108.2	6.16	no
5	125.9	117.7	6.16	no
6	117.7	125.9	6.16	no
7	108.2	132.5	6.16	no
8	97.7	137.4	6.16	no
9	86.5	140.4	6.16	no
10	75.0	141.4	6.16	no
11	63.5	140.4	6.16	no
12	52.3	137.4	6.16	no
13	41.8	132.5	6.16	no
14	32.3	125.9	6.16	no
15	24.1	117.7	6.16	no
16	17.5	108.2	6.16	no
17	12.6	97.7	6.16	no
18	9.6	86.5	6.16	no
19	8.6	75.0	6.16	no
20	9.6	63.5	6.16	no
21	12.6	52.3	6.16	no
22	17.5	41.8	6.16	no
23	24.1	32.3	6.16	no
24	32.3	24.1	6.16	no
25	41.8	17.5	6.16	no
26	52.3	12.6	6.16	no
27	63.5	9.6	6.16	no
28	75.0	8.6	6.16	no
29	86.5	9.6	6.16	no
30	97.7	12.6	6.16	no
31	108.2	17.5	6.16	no
32	117.7	24.1	6.16	no
33	125.9	32.3	6.16	no
34	132.5	41.8	6.16	no
35	137.4	52.3	6.16	no
36	140.4	63.5	6.16	no
37	134.6	75.0	6.16	no
38	133.7	85.3	6.16	no
39	131.0	95.4	6.16	no
40	126.6	104.8	6.16	no
41	120.7	113.3	6.16	no
42	113.3	120.7	6.16	no
43	104.8	126.6	6.16	no
44	95.4	131.0	6.16	no
45	85.3	133.7	6.16	no
46	75.0	134.6	6.16	no
47	64.7	133.7	6.16	no
48	54.6	131.0	6.16	no
49	45.2	126.6	6.16	no
50	36.7	120.7	6.16	no
51	29.3	113.3	6.16	no
52	23.4	104.8	6.16	no
53	19.0	95.4	6.16	no
54	16.3	85.3	6.16	no
55	15.4	75.0	6.16	no
56	16.3	64.7	6.16	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	114

57	19.0	54.6	6.16	no
58	23.4	45.2	6.16	no
59	29.3	36.7	6.16	no
60	36.7	29.3	6.16	no
61	45.2	23.4	6.16	no
62	54.6	19.0	6.16	no
63	64.7	16.3	6.16	no
64	75.0	15.4	6.16	no
65	85.3	16.3	6.16	no
66	95.4	19.0	6.16	no
67	104.8	23.4	6.16	no
68	113.3	29.3	6.16	no
69	120.7	36.7	6.16	no
70	126.6	45.2	6.16	no
71	131.0	54.6	6.16	no
72	133.7	64.7	6.16	no

#### Normativa di riferimento:

D.M. 14/01/2008 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

#### Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

#### Materiali:

##### Calcestruzzo classe: C25/30

$R_{ck}$  (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{cd} = 141.10$  daN/cm<sup>2</sup> ( $\alpha_{cc} = 0.85$ ;  $\gamma_c = 1.50$ )

$f_{ctm}$  (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm<sup>2</sup>

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm<sup>2</sup>

$E$  (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm<sup>2</sup>

$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m<sup>3</sup>

##### Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

$f_{yk}$  (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm<sup>2</sup>

$f_{yd} = 3913$  daN/cm<sup>2</sup> ( $\gamma_a = 1.15$ )

$f_{kt}$  (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm<sup>2</sup>

$\epsilon_{uk}$  (deformazione di rottura) = 0.075

$G$  (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm<sup>2</sup>

$E$  (modulo elastico) = 2000000 daN/cm<sup>2</sup>

$\nu$  (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/m<sup>3</sup>

#### Intersezioni del dominio con gli assi N, M<sub>x</sub> e M<sub>y</sub>:

asse N - ( $M_x = 0$ , $M_y = 0$ )	$N_u = -17348.1$ kN
asse N + ( $M_x = 0$ , $M_y = 0$ )	$N_u = 42122.4$ kN
asse M <sub>x</sub> + ( $N = 0$ , $M_y = 0$ )	$M_{xu} = 8597.8$ kN m
asse M <sub>x</sub> - ( $N = 0$ , $M_y = 0$ )	$M_{xu} = -8597.8$ kN m
asse M <sub>y</sub> + ( $N = 0$ , $M_x = 0$ )	$M_{yu} = 8597.8$ kN m
asse M <sub>y</sub> - ( $N = 0$ , $M_x = 0$ )	$M_{yu} = -8597.8$ kN m

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	115

### Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:  
 Verifica per  $M_x$ ,  $M_y$  e  $N_u$  proporzionali (sigla tipo verifica: P)  
 Verifica con rapporto  $M_x$ ,  $M_y$  assegnato (sigla tipo verifica: M)  
 Verifica con  $N_u$  costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	$M_x$	$M_y$	t.v.	$N_u$	$M_{xu}$	$M_{yu}$	$\varepsilon_{cls}$	$\varepsilon_{acciaio}$	$S_d/S_u$	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3326.0	7123.0	0.0	P	4478.8	9591.8	0.0	0.350	0.461	0.740	Ok
				M	25057.9	7123.3	0.0	0.350	0.072	0.130	Ok
				N	3326.0	9383.8	0.0	0.350	0.509	0.760	Ok
2	2702.0	3906.0	0.0	P	6840.0	9887.8	0.0	0.350	0.381	0.400	Ok
				M	33907.6	3904.1	0.0	0.343	0.029	0.080	Ok
				N	2702.0	9267.4	0.0	0.350	0.535	0.420	Ok

### Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	$M_x$	$M_y$	t.v.	$N_u$	$M_{xu}$	$M_{yu}$	$\varepsilon_{cls}$	$\varepsilon_{acciaio}$	$S_d/S_u$	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3326.0	7123.0	0.0	P	4478.8	9591.8	0.0	0.350	0.461	0.740	Ok
1	3326.0	7123.0	0.0	M	25057.9	7123.3	0.0	0.350	0.072	0.130	Ok
1	3326.0	7123.0	0.0	N	3326.0	9383.8	0.0	0.350	0.509	0.760	Ok

### Verifiche taglio-torsione

Base  $B_w = 135.0$ , altezza  $H = 135.0$ , altezza  $d = 126.4$  (per verif.  $V_x$ )  
 Base  $B_w = 135.0$ , altezza  $H = 135.0$ , altezza  $d = 126.4$  (per verif.  $V_y$ )  
 Staffe =  $\varnothing 12 / 10.0$ , 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

Cmb	$V_x$	$V_y$	T	N	$\alpha_c$	Ctg $\theta$	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	1952.00	0.00	0.00	3326.00	1.134	2.50	<b>0.7754</b>	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.7754	0.0000	0.0000	0.7754	
	4237.72	4237.72	1793.33	0.4606	0.0000	0.0000	0.4606	
2 SLU	1070.00	0.00	0.00	2702.00	1.109	2.50	<b>0.4251</b>	Ok
	2517.25	2517.25	2185.38	0.4251	0.0000	0.0000	0.4251	
	4143.61	4143.61	1793.33	0.2582	0.0000	0.0000	0.2582	

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

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

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

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

Cmb	$M_x$	$M_y$	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	$\sigma_a$	$\sigma_a/\sigma_{aL}$	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	3312.0	0.0	3553.0	9731.0	0.65	-130704.8	0.36	Ok
4	2673.0	0.0	3376.0	7926.7	0.53	105887.4	0.26	Ok

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	116

Valori limite:

Fessure:  $WkL = 0.40$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	3312.0	0.0	3553.0	0.18	0.44	Ok
6	2673.0	0.0	3376.0	0.12	0.29	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:  $WkL = 0.30$  mm (verifica Ok per  $Wk/WkL < 1$ )

Cmb	Mx	My	N	$\sigma_c$	$\sigma_c/\sigma_{cL}$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	3312.0	0.0	3553.0	9731.0	0.87	0.18	0.59	Ok
8	2673.0	0.0	3376.0	7926.7	0.71	0.12	0.39	Ok

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>		MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	117

## 10.10 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali proposta	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
01÷02	44m	36Φ32	Φ12/15cm
03÷18	44m	36Φ28	Φ12/15cm
19÷21 e 24÷35	44m	36Φ28	Φ12/15cm
36÷40	44m	54Φ30	Φ12/15cm
41÷47	44m	36Φ28	Φ12/15cm
48÷54	30m	36Φ28	Φ12/15cm
58÷64	34m	36Φ28	Φ12/15cm
Spalla 1	42m	54Φ32	Φ12/10cm
Spalla 2	43m	72Φ28	Φ12/10cm

**Relazione di calcolo Pali di  
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	118

## 11. CURVE DI CAPACITÀ

### 11.1 STRATIGRAFIA 2

#### 11.1.1 Stratigrafia 2, b = 2.5 m, Scalzamento = 0 m

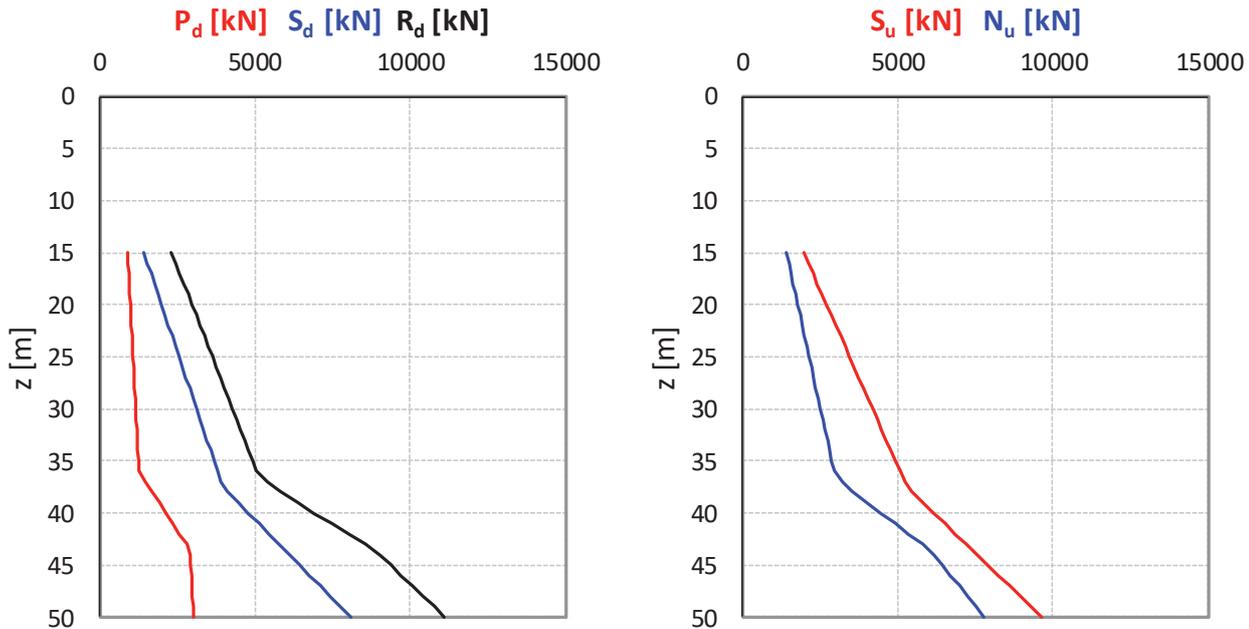


Tabella 1, Stratigrafia 2, scalzamento = 0;

L [m]	QL [kN]	Qb [kN]	P [kN]	Sd [kN]	Rd [kN]	Pd [kN]	Su [kN]	Nu [kN]
15	2297	1688	663	1427	2320	893	1975	1425
16	2478	1720	707	1539	2450	910	2123	1498
17	2660	1753	751	1652	2580	928	2271	1571
18	2841	1786	795	1765	2709	945	2419	1643
19	3023	1818	839	1877	2839	962	2567	1716
20	3204	1851	884	1990	2969	979	2714	1789
21	3385	1884	928	2103	3099	997	2862	1862
22	3567	1916	972	2215	3229	1014	3010	1935
23	3748	1949	1016	2328	3359	1031	3158	2007
24	3930	1982	1060	2441	3489	1049	3306	2080
25	4111	2015	1104	2553	3619	1066	3454	2153
26	4293	2047	1149	2666	3749	1083	3602	2226
27	4474	2080	1193	2779	3879	1100	3749	2299
28	4655	2113	1237	2892	4009	1118	3897	2371
29	4837	2145	1281	3004	4139	1135	4045	2444
30	5018	2178	1325	3117	4269	1152	4193	2517
31	5200	2211	1370	3230	4399	1170	4341	2590
32	5381	2243	1414	3342	4529	1187	4489	2663
33	5563	2276	1458	3455	4659	1204	4636	2735
34	5744	2309	1502	3568	4789	1222	4784	2808
35	5925	2341	1546	3680	4919	1239	4932	2881
36	6107	2374	1590	3793	5049	1256	5080	2954
37	6288	2789	1635	3906	5381	1475	5228	3208

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b>	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	119

38	6644	3204	1679	4127	5822	1695	5475	3561
39	7174	3620	1723	4456	6371	1915	5822	4011
40	7704	4036	1767	4785	6921	2136	6170	4462
41	8234	4452	1811	5115	7470	2356	6517	4912
42	8765	4868	1856	5444	8020	2576	6864	5362
43	9295	5285	1900	5773	8569	2796	7211	5813
44	9825	5510	1944	6102	9018	2915	7558	6172
45	10355	5544	1988	6432	9365	2934	7905	6441
46	10885	5579	2032	6761	9713	2952	8252	6709
47	11415	5613	2076	7090	10060	2970	8599	6978
48	11945	5648	2121	7420	10408	2988	8947	7246
49	12476	5682	2165	7749	10755	3006	9294	7515
50	13006	5717	2209	8078	11103	3025	9641	7784

Note:

b = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da L/d = 10, la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di N<sup>\*q</sup>.

### 11.1.2 Stratigrafia 2, b = 2.5 m, Scalzamento = 0.3 m

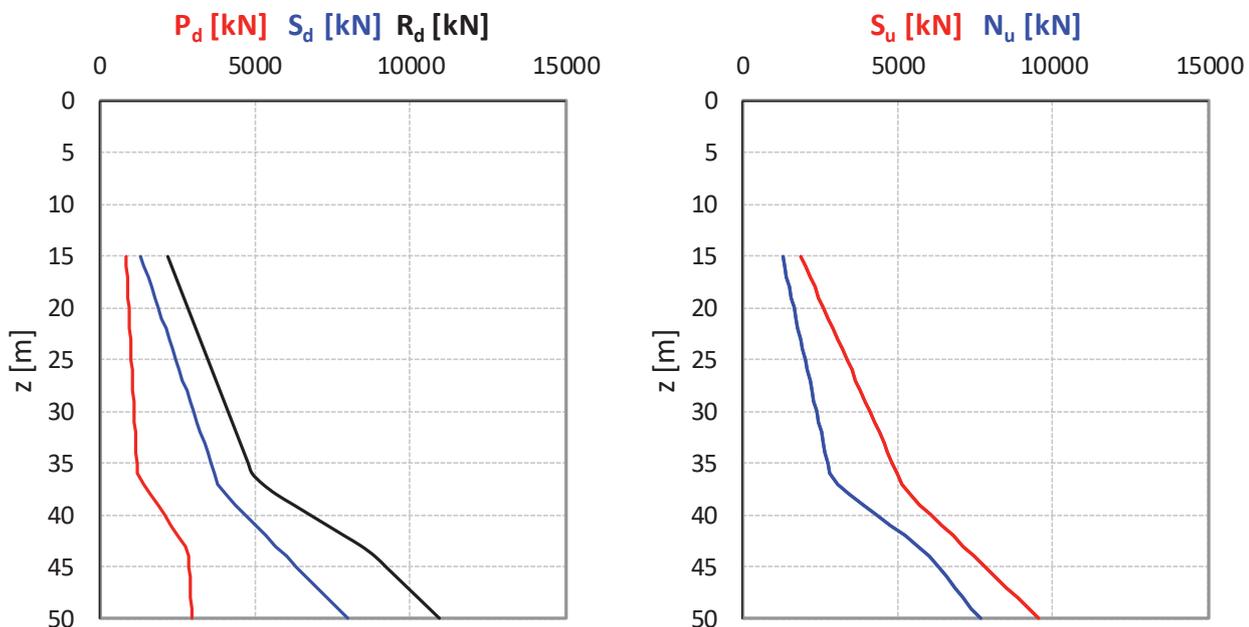


Tabella 2. Stratigrafia 2, b = 2,5 m, scalzamento = 0,3 m

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	2138	1596	663	1328	2173	844	1885	1293
16	2320	1629	707	1441	2303	862	2032	1365
17	2501	1661	751	1553	2433	879	2180	1438
18	2683	1694	795	1666	2563	896	2328	1511
19	2864	1727	839	1779	2693	914	2476	1584
20	3045	1760	884	1892	2823	931	2624	1657

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	120

21	3227	1792	928	2004	2953	948	2772	1730
22	3408	1825	972	2117	3083	966	2920	1802
23	3590	1858	1016	2230	3212	983	3067	1875
24	3771	1890	1060	2342	3342	1000	3215	1948
25	3953	1923	1104	2455	3472	1017	3363	2021
26	4134	1956	1149	2568	3602	1035	3511	2094
27	4315	1988	1193	2680	3732	1052	3659	2166
28	4497	2021	1237	2793	3862	1069	3807	2239
29	4678	2054	1281	2906	3992	1087	3954	2312
30	4860	2086	1325	3018	4122	1104	4102	2385
31	5041	2119	1370	3131	4252	1121	4250	2458
32	5223	2152	1414	3244	4382	1139	4398	2530
33	5404	2185	1458	3356	4512	1156	4546	2603
34	5585	2217	1502	3469	4642	1173	4694	2676
35	5767	2250	1546	3582	4772	1190	4842	2749
36	5948	2283	1590	3695	4902	1208	4989	2822
37	6130	2697	1635	3807	5234	1427	5137	3076
38	6485	3112	1679	4028	5675	1647	5385	3429
39	7016	3528	1723	4358	6224	1867	5732	3879
40	7546	3945	1767	4687	6774	2087	6079	4329
41	8076	4361	1811	5016	7323	2307	6426	4780
42	8606	4777	1856	5345	7873	2527	6773	5230
43	9136	5193	1900	5675	8422	2748	7120	5680
44	9666	5418	1944	6004	8871	2867	7467	6040
45	10196	5453	1988	6333	9218	2885	7815	6308
46	10727	5487	2032	6662	9566	2903	8162	6577
47	11257	5522	2076	6992	9913	2922	8509	6846
48	11787	5556	2121	7321	10261	2940	8856	7114
49	12317	5591	2165	7650	10608	2958	9203	7383
50	12847	5625	2209	7980	10956	2976	9550	7651

Note:

b = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 10$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### 11.1.3 Stratigrafia 2, b = 2.5 m, Scalzamento = 2.2 m

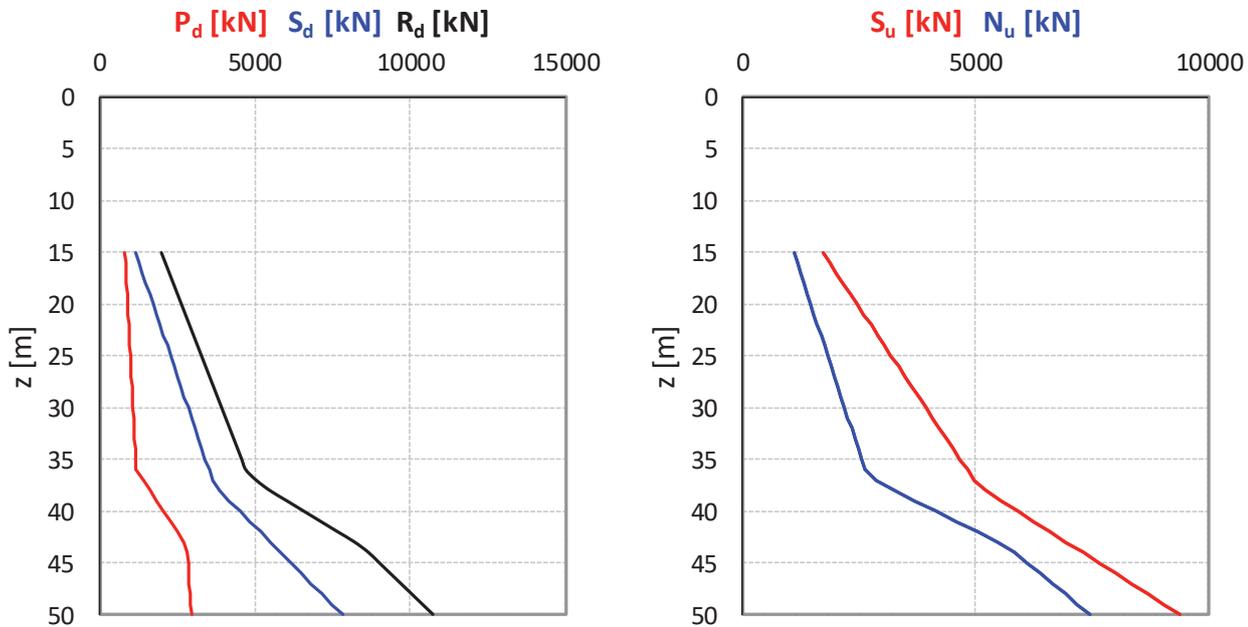


Tabella 3. Stratigrafia 2, b = 2,5 m, scalzamento = 2,2 m

L [m]	$Q_L$ [kN]	$Q_b$ [kN]	P [kN]	$S_d$ [kN]	$R_d$ [kN]	$P_d$ [kN]	$S_u$ [kN]	$N_u$ [kN]
15	1855	1534	663	1152	1964	812	1723	1105
16	2036	1567	707	1265	2094	829	1870	1177
17	2218	1599	751	1377	2224	846	2018	1250
18	2399	1632	795	1490	2354	864	2166	1323
19	2581	1665	839	1603	2484	881	2314	1396
20	2762	1697	884	1715	2614	898	2462	1469
21	2943	1730	928	1828	2744	915	2610	1541
22	3125	1763	972	1941	2874	933	2758	1614
23	3306	1796	1016	2054	3004	950	2905	1687
24	3488	1828	1060	2166	3134	967	3053	1760
25	3669	1861	1104	2279	3264	985	3201	1833
26	3851	1894	1149	2392	3394	1002	3349	1906
27	4032	1926	1193	2504	3524	1019	3497	1978
28	4213	1959	1237	2617	3653	1036	3645	2051
29	4395	1992	1281	2730	3783	1054	3792	2124
30	4576	2024	1325	2842	3913	1071	3940	2197
31	4758	2057	1370	2955	4043	1088	4088	2270
32	4939	2090	1414	3068	4173	1106	4236	2342
33	5120	2122	1458	3180	4303	1123	4384	2415
34	5302	2155	1502	3293	4433	1140	4532	2488
35	5483	2188	1546	3406	4563	1158	4680	2561
36	5665	2221	1590	3518	4693	1175	4827	2634
37	5846	2635	1635	3631	5025	1394	4975	2888
38	6202	3050	1679	3852	5466	1614	5223	3241
39	6732	3466	1723	4181	6015	1834	5570	3691
40	7262	3883	1767	4511	6565	2054	5917	4141

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

41	7792	4299	1811	4840	7114	2274	6264	4592
42	8323	4715	1856	5169	7664	2495	6611	5042
43	8853	5131	1900	5499	8213	2715	6958	5492
44	9383	5356	1944	5828	8662	2834	7305	5852
45	9913	5391	1988	6157	9009	2852	7653	6120
46	10443	5425	2032	6486	9357	2870	8000	6389
47	10973	5460	2076	6816	9704	2889	8347	6658
48	11503	5494	2121	7145	10052	2907	8694	6926
49	12034	5529	2165	7474	10399	2925	9041	7195
50	12564	5563	2209	7804	10747	2943	9388	7463

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 10$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

#### 11.1.4 Stratigrafia 2, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 3.5 m

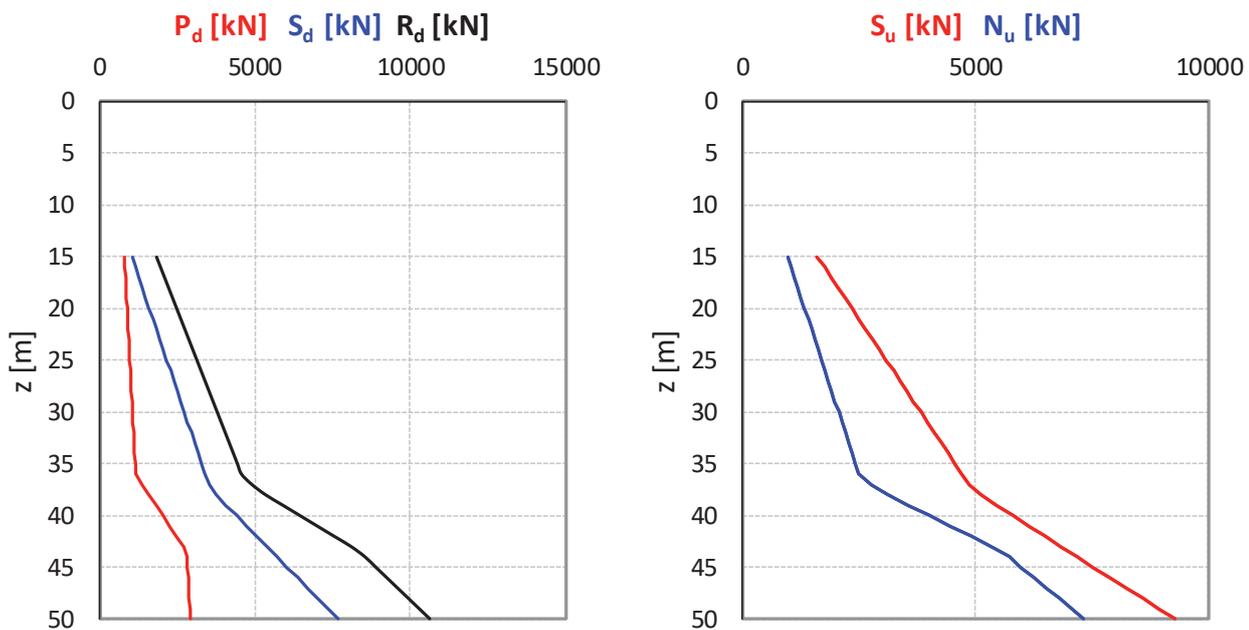


Tabella 4. Stratigrafia 2,  $b = 2,5$  m, scalzamento = 3,5 m

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	1661	1491	663	1032	1821	789	1612	976
16	1842	1524	707	1144	1951	806	1760	1049
17	2024	1557	751	1257	2081	824	1907	1122
18	2205	1590	795	1370	2211	841	2055	1194
19	2387	1622	839	1482	2341	858	2203	1267
20	2568	1655	884	1595	2471	876	2351	1340
21	2749	1688	928	1708	2601	893	2499	1413
22	2931	1720	972	1820	2731	910	2647	1486
23	3112	1753	1016	1933	2861	928	2795	1558

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	123

24	3294	1786	1060	2046	2991	945	2942	1631
25	3475	1818	1104	2158	3121	962	3090	1704
26	3657	1851	1149	2271	3251	979	3238	1777
27	3838	1884	1193	2384	3381	997	3386	1850
28	4019	1916	1237	2497	3511	1014	3534	1922
29	4201	1949	1281	2609	3641	1031	3682	1995
30	4382	1982	1325	2722	3771	1049	3830	2068
31	4564	2015	1370	2835	3900	1066	3977	2141
32	4745	2047	1414	2947	4030	1083	4125	2214
33	4927	2080	1458	3060	4160	1100	4273	2287
34	5108	2113	1502	3173	4290	1118	4421	2359
35	5289	2145	1546	3285	4420	1135	4569	2432
36	5471	2178	1590	3398	4550	1152	4717	2505
37	5652	2592	1635	3511	4882	1372	4864	2760
38	6008	3008	1679	3732	5323	1591	5112	3112
39	6538	3424	1723	4061	5873	1812	5459	3562
40	7068	3840	1767	4390	6422	2032	5806	4013
41	7598	4256	1811	4720	6971	2252	6153	4463
42	8129	4672	1856	5049	7521	2472	6500	4913
43	8659	5088	1900	5378	8070	2692	6848	5364
44	9189	5314	1944	5707	8519	2812	7195	5723
45	9719	5348	1988	6037	8866	2830	7542	5992
46	10249	5383	2032	6366	9214	2848	7889	6260
47	10779	5417	2076	6695	9561	2866	8236	6529
48	11309	5452	2121	7025	9909	2884	8583	6798
49	11840	5486	2165	7354	10257	2903	8930	7066
50	12370	5521	2209	7683	10604	2921	9277	7335

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### 11.1.5 Stratigrafia 2, b = 2.5 m, Liquefazione

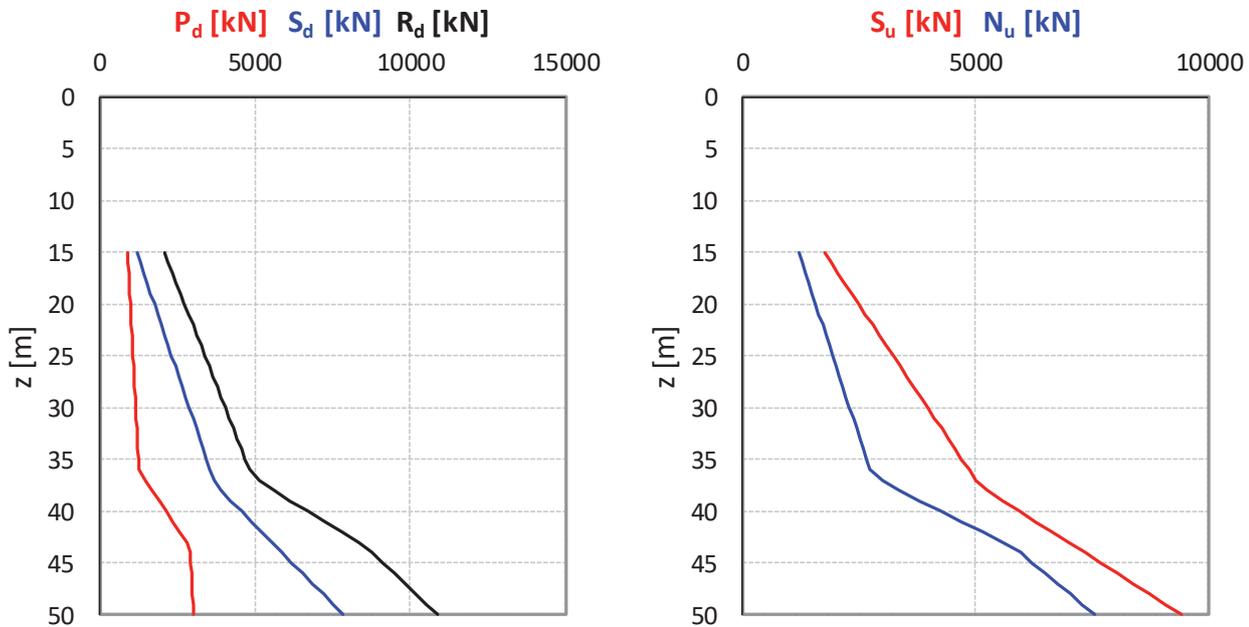


Tabella 5. Stratigrafia 2, b = 2,5 m, liquefazione

L [m]	QL [kN]	Qb [kN]	P [kN]	Sd [kN]	Rd [kN]	Pd [kN]	Su [kN]	Nu [kN]
15	1918	1688	663	1191	2084	893	1759	1213
16	2099	1720	707	1304	2214	910	1906	1286
17	2281	1753	751	1417	2344	928	2054	1359
18	2462	1786	795	1529	2474	945	2202	1432
19	2644	1818	839	1642	2604	962	2350	1504
20	2825	1851	884	1755	2734	979	2498	1577
21	3007	1884	928	1867	2864	997	2646	1650
22	3188	1916	972	1980	2994	1014	2794	1723
23	3369	1949	1016	2093	3124	1031	2941	1796
24	3551	1982	1060	2205	3254	1049	3089	1868
25	3732	2015	1104	2318	3384	1066	3237	1941
26	3914	2047	1149	2431	3514	1083	3385	2014
27	4095	2080	1193	2544	3644	1100	3533	2087
28	4276	2113	1237	2656	3774	1118	3681	2160
29	4458	2145	1281	2769	3904	1135	3829	2232
30	4639	2178	1325	2882	4034	1152	3976	2305
31	4821	2211	1370	2994	4164	1170	4124	2378
32	5002	2243	1414	3107	4294	1187	4272	2451
33	5184	2276	1458	3220	4424	1204	4420	2524
34	5365	2309	1502	3332	4554	1222	4568	2596
35	5546	2341	1546	3445	4684	1239	4716	2669
36	5728	2374	1590	3558	4814	1256	4864	2742
37	5909	2789	1635	3670	5146	1475	5011	2997
38	6265	3204	1679	3891	5587	1695	5259	3349
39	6795	3620	1723	4221	6136	1915	5606	3799
40	7325	4036	1767	4550	6685	2136	5953	4250

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

41	7856	4452	1811	4879	7235	2356	6300	4700
42	8386	4868	1856	5209	7784	2576	6647	5150
43	8916	5285	1900	5538	8334	2796	6994	5601
44	9446	5510	1944	5867	8782	2915	7342	5960
45	9976	5544	1988	6196	9130	2934	7689	6229
46	10506	5579	2032	6526	9477	2952	8036	6497
47	11036	5613	2076	6855	9825	2970	8383	6766
48	11567	5648	2121	7184	10172	2988	8730	7035
49	12097	5682	2165	7513	10520	3006	9077	7303
50	12627	5717	2209	7843	10867	3025	9424	7572

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

## 11.2 STRATIGRAFIA 3

### 11.2.1 Stratigrafia 3, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 0 m

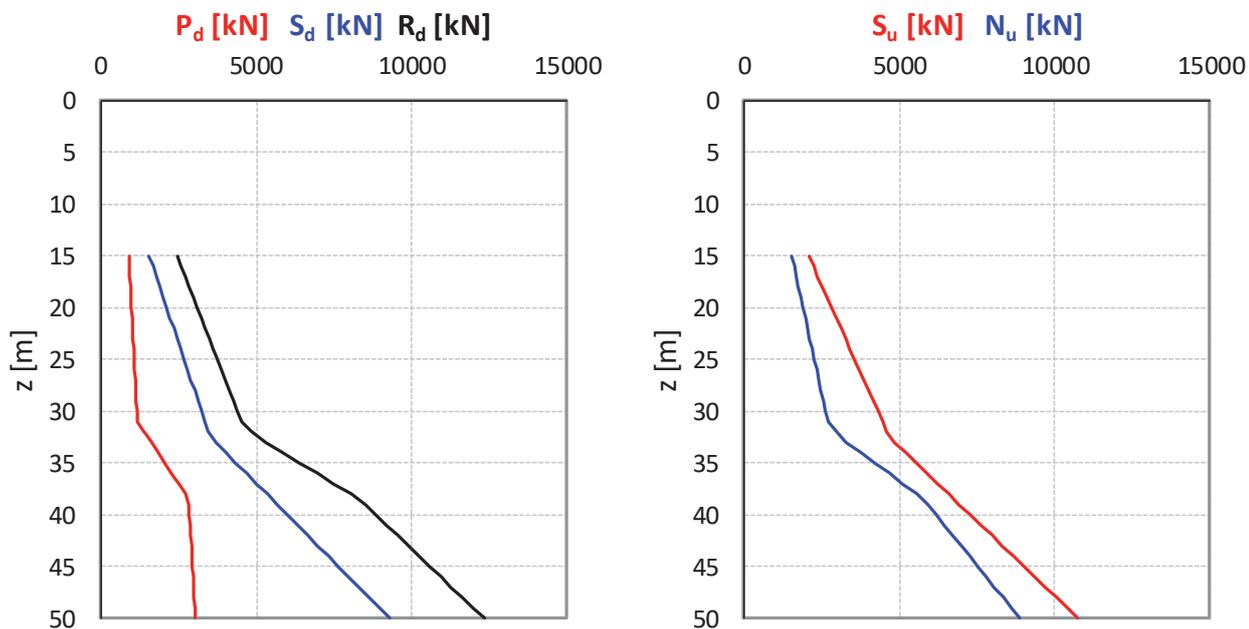


Tabella 6. Stratigrafia 3,  $b = 2,5$  m, scalzamento = 0

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	2494	1693	663	1549	2445	896	2088	1538
16	2676	1726	707	1662	2575	913	2236	1611
17	2857	1759	751	1775	2705	931	2384	1684
18	3039	1791	795	1887	2835	948	2532	1756
19	3220	1824	839	2000	2965	965	2679	1829
20	3402	1857	884	2113	3095	982	2827	1902
21	3583	1890	928	2225	3225	1000	2975	1975
22	3764	1922	972	2338	3355	1017	3123	2048

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	126

23	3946	1955	1016	2451	3485	1034	3271	2121
24	4127	1988	1060	2563	3615	1052	3419	2193
25	4309	2020	1104	2676	3745	1069	3567	2266
26	4490	2053	1149	2789	3875	1086	3714	2339
27	4672	2086	1193	2902	4005	1104	3862	2412
28	4853	2118	1237	3014	4135	1121	4010	2485
29	5034	2151	1281	3127	4265	1138	4158	2557
30	5216	2184	1325	3240	4395	1155	4306	2630
31	5397	2216	1370	3352	4525	1173	4454	2703
32	5579	2631	1414	3465	4857	1392	4602	2958
33	5934	3046	1458	3686	5298	1612	4849	3310
34	6465	3462	1502	4015	5847	1832	5196	3760
35	6995	3878	1546	4345	6397	2052	5543	4211
36	7525	4295	1590	4674	6946	2272	5890	4661
37	8055	4711	1635	5003	7496	2492	6237	5111
38	8585	5127	1679	5332	8045	2713	6585	5562
39	9115	5352	1723	5662	8494	2832	6932	5921
40	9645	5387	1767	5991	8841	2850	7279	6190
41	10176	5421	1811	6320	9189	2868	7626	6458
42	10706	5456	1856	6650	9536	2887	7973	6727
43	11236	5490	1900	6979	9884	2905	8320	6996
44	11766	5525	1944	7308	10231	2923	8667	7264
45	12296	5559	1988	7637	10579	2941	9014	7533
46	12826	5593	2032	7967	10926	2960	9362	7801
47	13356	5628	2076	8296	11274	2978	9709	8070
48	13887	5662	2121	8625	11621	2996	10056	8338
49	14417	5697	2165	8954	11969	3014	10403	8607
50	14947	5731	2209	9284	12316	3032	10750	8876

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### 11.2.2 Stratigrafia 3, b = 2.5 m, Scalzamento = 2.2 m

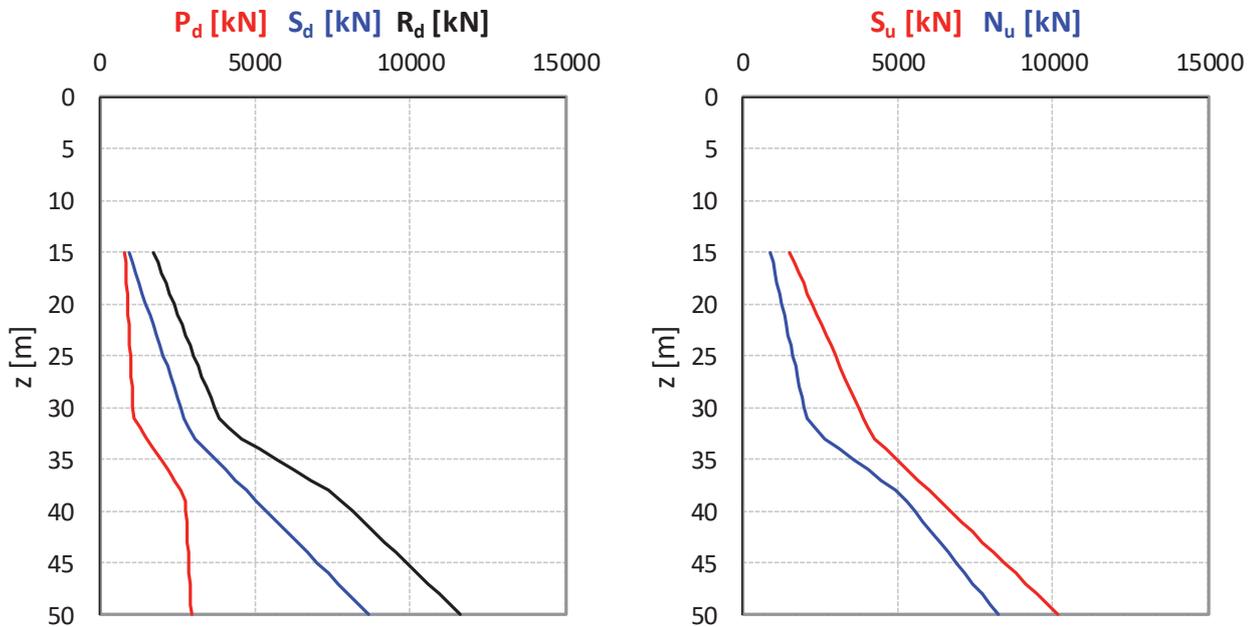


Tabella 7. Stratigrafia 3, b= 2,5 m, scalzamento = 2,2 m

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	1496	1540	663	929	1744	815	1518	907
16	1678	1572	707	1042	1874	832	1665	980
17	1859	1605	751	1155	2004	849	1813	1052
18	2040	1638	795	1267	2134	867	1961	1125
19	2222	1670	839	1380	2264	884	2109	1198
20	2403	1703	884	1493	2394	901	2257	1271
21	2585	1736	928	1605	2524	918	2405	1344
22	2766	1769	972	1718	2654	936	2553	1416
23	2948	1801	1016	1831	2784	953	2700	1489
24	3129	1834	1060	1943	2914	970	2848	1562
25	3310	1867	1104	2056	3044	988	2996	1635
26	3492	1899	1149	2169	3174	1005	3144	1708
27	3673	1932	1193	2281	3304	1022	3292	1781
28	3855	1965	1237	2394	3434	1040	3440	1853
29	4036	1997	1281	2507	3564	1057	3588	1926
30	4217	2030	1325	2620	3694	1074	3735	1999
31	4399	2063	1370	2732	3824	1091	3883	2072
32	4580	2477	1414	2845	4156	1311	4031	2326
33	4936	2892	1458	3066	4596	1530	4279	2679
34	5466	3309	1502	3395	5146	1751	4626	3129
35	5996	3725	1546	3724	5695	1971	4973	3579
36	6527	4141	1590	4054	6245	2191	5320	4030
37	7057	4557	1635	4383	6794	2411	5667	4480
38	7587	4973	1679	4712	7344	2631	6014	4931
39	8117	5199	1723	5042	7792	2751	6361	5290
40	8647	5233	1767	5371	8140	2769	6708	5559

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

41	9177	5268	1811	5700	8487	2787	7055	5827
42	9707	5302	1856	6029	8835	2805	7403	6096
43	10238	5336	1900	6359	9182	2824	7750	6364
44	10768	5371	1944	6688	9530	2842	8097	6633
45	11298	5405	1988	7017	9877	2860	8444	6902
46	11828	5440	2032	7347	10225	2878	8791	7170
47	12358	5474	2076	7676	10572	2896	9138	7439
48	12888	5509	2121	8005	10920	2915	9485	7707
49	13418	5543	2165	8334	11267	2933	9832	7976
50	13949	5578	2209	8664	11615	2951	10180	8244

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

### 11.2.3 Stratigrafia 3, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 4.3 m

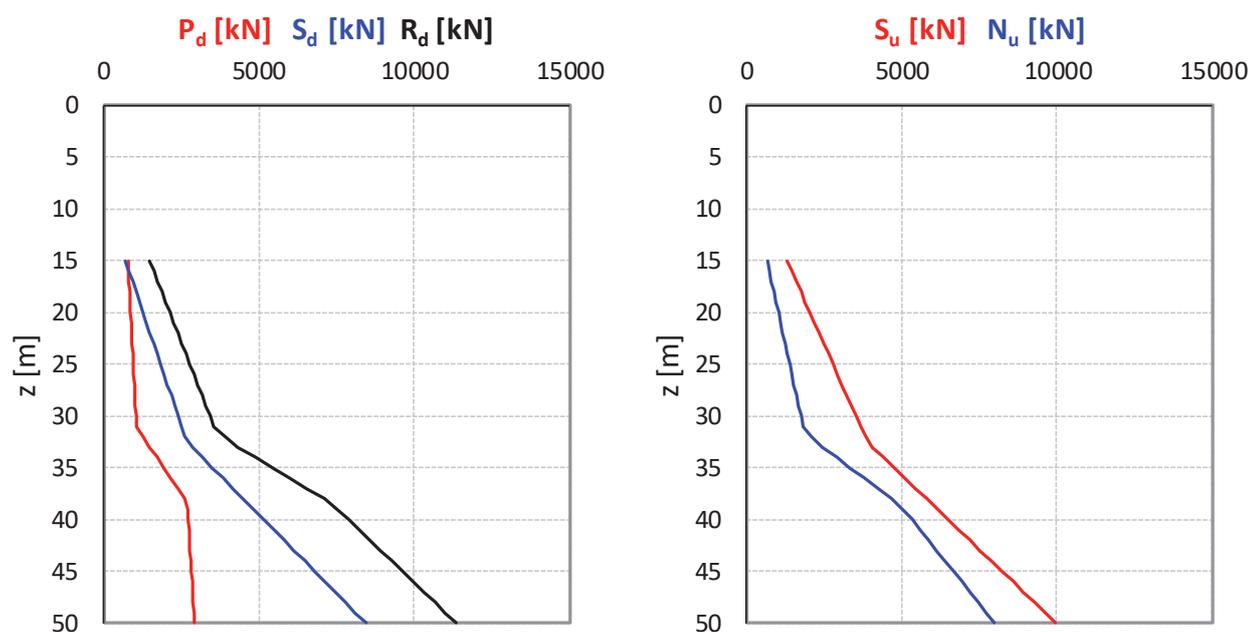


Tabella 8. Stratigrafia 3,  $b = 2,5$  m, scalzamento = 4,3 m

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	1135	1469	663	705	1482	777	1311	671
16	1316	1502	707	817	1612	795	1459	744
17	1498	1535	751	930	1742	812	1607	817
18	1679	1568	795	1043	1872	829	1755	890
19	1860	1600	839	1156	2002	847	1902	963
20	2042	1633	884	1268	2132	864	2050	1035
21	2223	1666	928	1381	2262	881	2198	1108
22	2405	1698	972	1494	2392	899	2346	1181
23	2586	1731	1016	1606	2522	916	2494	1254

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	129

24	2768	1764	1060	1719	2652	933	2642	1327
25	2949	1796	1104	1832	2782	950	2790	1399
26	3130	1829	1149	1944	2912	968	2937	1472
27	3312	1862	1193	2057	3042	985	3085	1545
28	3493	1894	1237	2170	3172	1002	3233	1618
29	3675	1927	1281	2282	3302	1020	3381	1691
30	3856	1960	1325	2395	3432	1037	3529	1764
31	4038	1993	1370	2508	3562	1054	3677	1836
32	4219	2407	1414	2620	3894	1274	3825	2091
33	4575	2822	1458	2841	4335	1493	4072	2443
34	5105	3238	1502	3171	4884	1713	4419	2894
35	5635	3655	1546	3500	5434	1934	4766	3344
36	6165	4071	1590	3829	5983	2154	5113	3794
37	6695	4487	1635	4159	6533	2374	5461	4245
38	7225	4903	1679	4488	7082	2594	5808	4695
39	7756	5128	1723	4817	7531	2713	6155	5055
40	8286	5163	1767	5146	7878	2732	6502	5323
41	8816	5197	1811	5476	8226	2750	6849	5592
42	9346	5232	1856	5805	8573	2768	7196	5860
43	9876	5266	1900	6134	8921	2786	7543	6129
44	10406	5301	1944	6464	9268	2805	7890	6397
45	10936	5335	1988	6793	9616	2823	8237	6666
46	11467	5370	2032	7122	9963	2841	8585	6935
47	11997	5404	2076	7451	10311	2859	8932	7203
48	12527	5438	2121	7781	10658	2878	9279	7472
49	13057	5473	2165	8110	11006	2896	9626	7740
50	13587	5507	2209	8439	11353	2914	9973	8009

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

### 11.3 STRATIGRAFIA 4

#### 11.3.1 Stratigrafia 4, b = 2.5 m, Scalzamento = 0 m

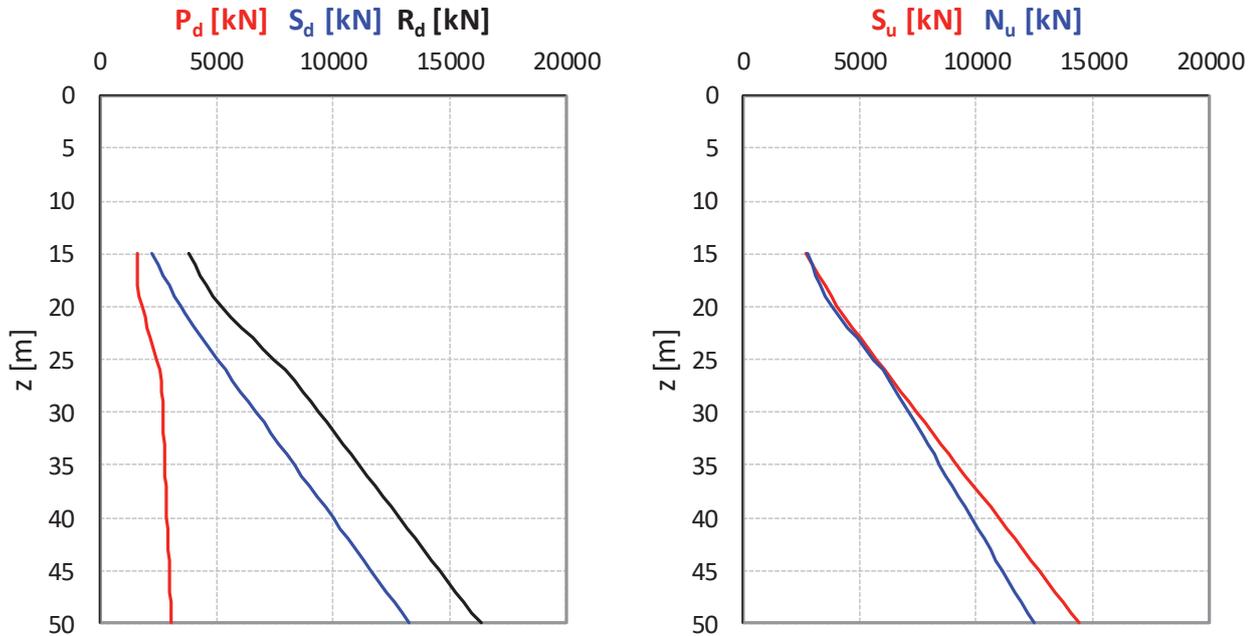


Tabella 9. Stratigrafia 4, b = 2,5 m, scalzamento = 0 m

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	3581	2970	663	2224	3796	1571	2709	2753
16	3970	3005	707	2466	4055	1590	2975	2943
17	4358	3039	751	2707	4315	1608	3242	3133
18	4747	3074	795	2949	4575	1626	3508	3322
19	5136	3108	839	3190	4834	1644	3774	3512
20	5525	3354	884	3432	5206	1775	4041	3802
21	5984	3601	928	3717	5622	1905	4347	4132
22	6514	3848	972	4046	6082	2036	4694	4502
23	7044	4094	1016	4375	6542	2166	5042	4871
24	7575	4341	1060	4705	7001	2297	5389	5241
25	8105	4587	1104	5034	7461	2427	5736	5610
26	8635	4834	1149	5363	7921	2557	6083	5980
27	9165	4974	1193	5693	8324	2632	6430	6299
28	9695	5009	1237	6022	8672	2650	6777	6568
29	10225	5043	1281	6351	9019	2668	7124	6836
30	10755	5077	1325	6680	9367	2686	7471	7105
31	11286	5112	1370	7010	9714	2705	7818	7373
32	11816	5146	1414	7339	10062	2723	8166	7642
33	12346	5181	1458	7668	10409	2741	8513	7911
34	12876	5215	1502	7998	10757	2759	8860	8179
35	13406	5250	1546	8327	11104	2778	9207	8448
36	13936	5284	1590	8656	11452	2796	9554	8716
37	14466	5319	1635	8985	11800	2814	9901	8985
38	14997	5353	1679	9315	12147	2832	10248	9254

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

39	15527	5388	1723	9644	12495	2851	10595	9522
40	16057	5422	1767	9973	12842	2869	10943	9791
41	16587	5457	1811	10303	13190	2887	11290	10059
42	17117	5491	1856	10632	13537	2905	11637	10328
43	17647	5525	1900	10961	13885	2924	11984	10596
44	18177	5560	1944	11290	14232	2942	12331	10865
45	18708	5594	1988	11620	14580	2960	12678	11134
46	19238	5629	2032	11949	14927	2978	13025	11402
47	19768	5663	2076	12278	15275	2996	13372	11671
48	20298	5698	2121	12607	15622	3015	13719	11939
49	20828	5732	2165	12937	15970	3033	14067	12208
50	21358	5767	2209	13266	16317	3051	14414	12477

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

## 11.4 STRATIGRAFIA 5

### 11.4.1 Stratigrafia 5, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 0 m

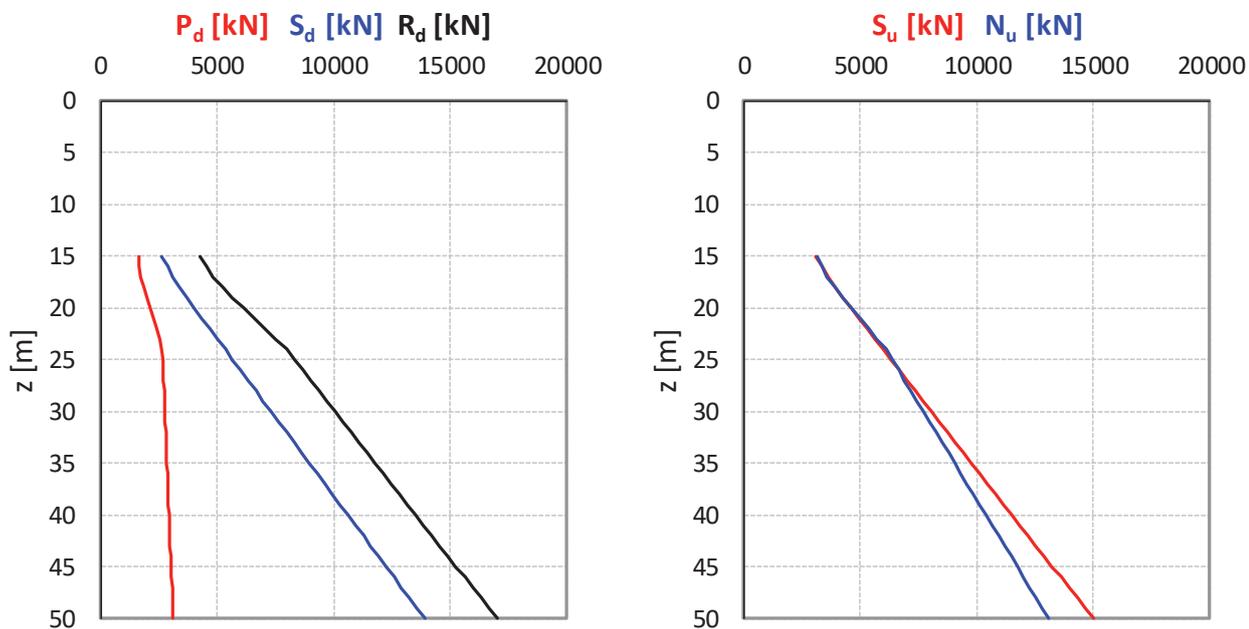


Tabella 10. Stratigrafia 5,  $b = 2,5$  m, scalzamento = 0 m

L [m]	$Q_L$ [kN]	$Q_b$ [kN]	P [kN]	$S_d$ [kN]	$R_d$ [kN]	$P_d$ [kN]	$S_u$ [kN]	$N_u$ [kN]
15	4218	3063	663	2620	4241	1621	3073	3154
16	4607	3098	707	2861	4500	1639	3339	3344
17	4996	3238	751	3103	4816	1713	3606	3584
18	5384	3485	795	3344	5188	1844	3872	3874
19	5915	3731	839	3674	5648	1974	4219	4244
20	6445	3978	884	4003	6108	2105	4566	4613

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	132

21	6975	4224	928	4332	6567	2235	4913	4983
22	7505	4471	972	4662	7027	2366	5261	5352
23	8035	4717	1016	4991	7487	2496	5608	5722
24	8565	4964	1060	5320	7946	2626	5955	6092
25	9095	4998	1104	5649	8294	2645	6302	6360
26	9626	5033	1149	5979	8642	2663	6649	6629
27	10156	5067	1193	6308	8989	2681	6996	6897
28	10686	5102	1237	6637	9337	2699	7343	7166
29	11216	5136	1281	6966	9684	2718	7690	7434
30	11746	5171	1325	7296	10032	2736	8037	7703
31	12276	5205	1370	7625	10379	2754	8385	7972
32	12806	5240	1414	7954	10727	2772	8732	8240
33	13337	5274	1458	8284	11074	2791	9079	8509
34	13867	5309	1502	8613	11422	2809	9426	8777
35	14397	5343	1546	8942	11769	2827	9773	9046
36	14927	5377	1590	9271	12117	2845	10120	9315
37	15457	5412	1635	9601	12464	2863	10467	9583
38	15987	5446	1679	9930	12812	2882	10814	9852
39	16517	5481	1723	10259	13159	2900	11162	10120
40	17048	5515	1767	10589	13507	2918	11509	10389
41	17578	5550	1811	10918	13854	2936	11856	10657
42	18108	5584	1856	11247	14202	2955	12203	10926
43	18638	5619	1900	11576	14549	2973	12550	11195
44	19168	5653	1944	11906	14897	2991	12897	11463
45	19698	5688	1988	12235	15244	3009	13244	11732
46	20228	5722	2032	12564	15592	3028	13591	12000
47	20759	5756	2076	12894	15939	3046	13938	12269
48	21289	5791	2121	13223	16287	3064	14286	12538
49	21819	5825	2165	13552	16634	3082	14633	12806
50	22349	5860	2209	13881	16982	3100	14980	13075

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

MANDATARIA  MANDANTI 	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
	<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>	REV <b>C</b>

### 11.4.2 Stratigrafia 5, b = 2.5 m, Scalzamento = 3.7 m

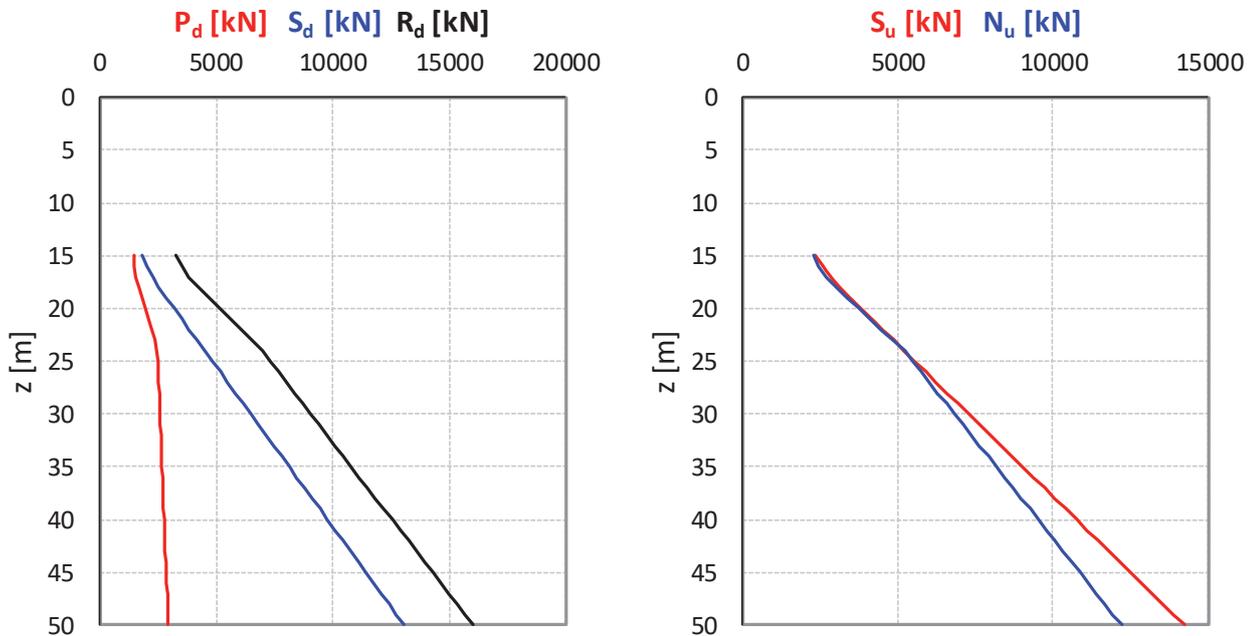


Tabella 11. Stratigrafia 5, b = 2,5 m, scalzamento = 3,7 m

L [m]	QL [kN]	Qb [kN]	P [kN]	Sd [kN]	Rd [kN]	Pd [kN]	Su [kN]	Nu [kN]
15	2914	2771	663	1810	3276	1466	2328	2286
16	3302	2806	707	2051	3536	1484	2594	2475
17	3691	2946	751	2293	3851	1559	2860	2715
18	4080	3193	795	2534	4223	1689	3127	3006
19	4610	3439	839	2863	4683	1820	3474	3375
20	5140	3686	884	3193	5143	1950	3821	3745
21	5670	3932	928	3522	5603	2081	4168	4115
22	6200	4179	972	3851	6062	2211	4515	4484
23	6731	4425	1016	4181	6522	2341	4862	4854
24	7261	4672	1060	4510	6982	2472	5209	5223
25	7791	4706	1104	4839	7329	2490	5556	5492
26	8321	4741	1149	5168	7677	2508	5904	5760
27	8851	4775	1193	5498	8024	2527	6251	6029
28	9381	4810	1237	5827	8372	2545	6598	6298
29	9911	4844	1281	6156	8719	2563	6945	6566
30	10442	4879	1325	6485	9067	2581	7292	6835
31	10972	4913	1370	6815	9414	2599	7639	7103
32	11502	4947	1414	7144	9762	2618	7986	7372
33	12032	4982	1458	7473	10109	2636	8333	7640
<b>34</b>	<b>12562</b>	<b>5016</b>	<b>1502</b>	<b>7803</b>	<b>10457</b>	<b>2654</b>	<b>8680</b>	<b>7909</b>
35	13092	5051	1546	8132	10804	2672	9028	8178
36	13622	5085	1590	8461	11152	2691	9375	8446
37	14153	5120	1635	8790	11499	2709	9722	8715
38	14683	5154	1679	9120	11847	2727	10069	8983
39	15213	5189	1723	9449	12194	2745	10416	9252

MANDATARIA <b>HUB</b> ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE &amp; S.R.L.</small>	MANDANTI <b>HYpro</b> S.P.A.	<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>									
		<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>	COMMESSA <b>LI0B</b>	LOTTO <b>02</b>	FASE <b>E</b>	ENTE <b>ZZ</b>	TIPO DOC <b>CL</b>	OPERA 7 DISCIPLINA <b>VI 02 03</b>			PROGR <b>005</b>

40	15743	5223	1767	9778	12542	2764	10763	9521
41	16273	5258	1811	10108	12889	2782	11110	9789
42	16803	5292	1856	10437	13237	2800	11457	10058
43	17333	5327	1900	10766	13584	2818	11805	10326
44	17864	5361	1944	11095	13932	2837	12152	10595
45	18394	5395	1988	11425	14279	2855	12499	10863
46	18924	5430	2032	11754	14627	2873	12846	11132
47	19454	5464	2076	12083	14974	2891	13193	11401
48	19984	5499	2121	12413	15322	2909	13540	11669
49	20514	5533	2165	12742	15670	2928	13887	11938
50	21045	5568	2209	13071	16017	2946	14234	12206

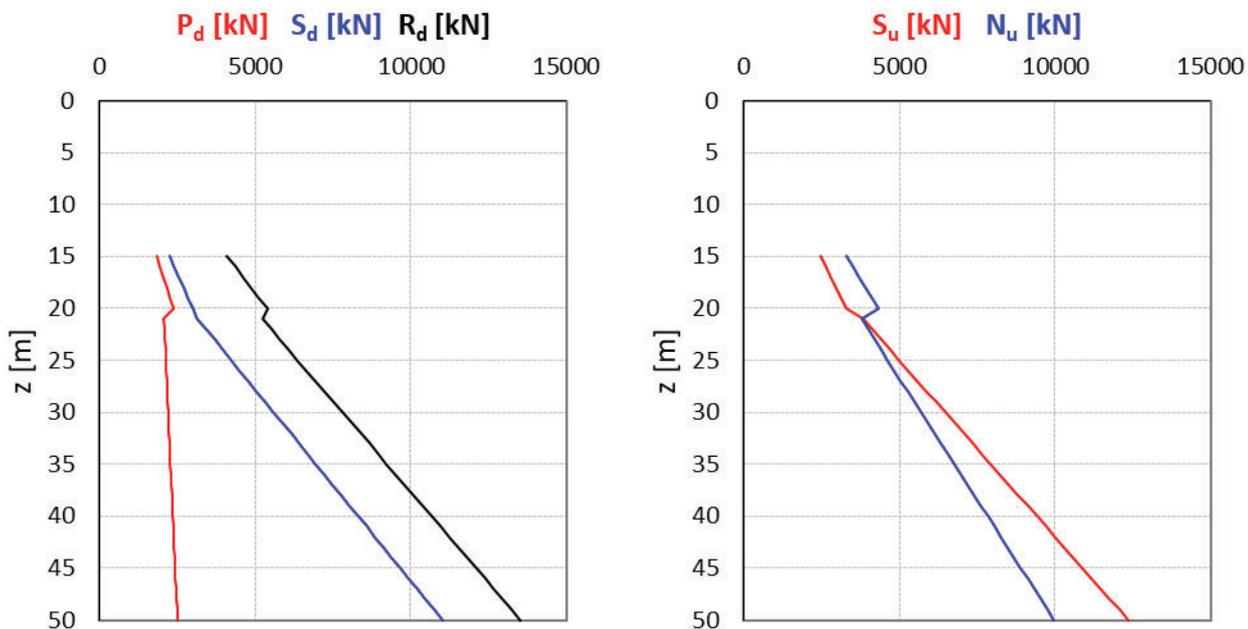
Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Siccome le curve partono da  $L/d = 15$ , la punta non attraversa in nessun caso terreni incoerenti, e non è pertanto necessario specificare alcun valore di  $N^*_q$ .

## 11.5 STRATIGRAFIA 6

### 11.5.1 Stratigrafia 6, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 0 m



Tabella

### 12. Stratigrafia 6, $b = 2$ m, scalzamento = 0

L [m]	Q <sub>L</sub> [kN]	Q <sub>b</sub> [kN]	P [kN]	S <sub>d</sub> [kN]	R <sub>d</sub> [kN]	P <sub>d</sub> [kN]	S <sub>u</sub> [kN]	N <sub>u</sub> [kN]
15	4413	4228	398	2257	4099	1842	2474	3292
16	4705	4480	424	2406	4358	1952	2638	3498
17	4996	4732	451	2556	4617	2062	2802	3705
18	5288	4983	477	2705	4876	2171	2965	3911
19	5579	5235	504	2854	5135	2281	3129	4118
20	5871	5487	530	3003	5394	2391	3293	4324

MANDATARIA 		MANDANTI 		<b>LINEA PESCARA – BARI</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA</b> <b>LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA</b>										
<b>Relazione di calcolo Pali di fondazione</b>				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				<b>LI0B</b>	<b>02</b>	<b>E</b>	<b>ZZ</b>	<b>CL</b>	<b>VI</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>005</b>	<b>C</b>	135

21	6163	4765	928	3152	5229	2076	3828	3778
22	6693	4800	972	3423	5515	2091	4121	3991
23	7223	4834	1016	3695	5801	2106	4415	4205
24	7753	4868	1060	3966	6087	2121	4709	4418
25	8283	4903	1104	4237	6373	2136	5002	4631
26	8813	4937	1149	4508	6659	2151	5296	4845
27	9343	4972	1193	4779	6946	2166	5590	5058
28	9874	5006	1237	5050	7232	2181	5883	5272
29	10404	5041	1281	5322	7518	2196	6177	5485
30	10934	5075	1325	5593	7804	2211	6471	5698
31	11464	5110	1370	5864	8090	2226	6764	5912
32	11994	5144	1414	6135	8377	2241	7058	6125
33	12524	5179	1458	6406	8663	2256	7352	6339
34	13054	5213	1502	6677	8949	2271	7645	6552
35	13585	5248	1546	6949	9235	2287	7939	6765
36	14115	5282	1590	7220	9521	2302	8233	6979
37	14645	5316	1635	7491	9808	2317	8526	7192
38	15175	5351	1679	7762	10094	2332	8820	7406
39	15705	5385	1723	8033	10380	2347	9114	7619
40	16235	5420	1767	8304	10666	2362	9407	7832
41	16765	5454	1811	8576	10952	2377	9701	8046
42	17296	5489	1856	8847	11238	2392	9995	8259
43	17826	5523	1900	9118	11525	2407	10288	8472
44	18356	5558	1944	9389	11811	2422	10582	8686
45	18886	5592	1988	9660	12097	2437	10876	8899
46	19416	5627	2032	9932	12383	2452	11169	9113
47	19946	5661	2076	10203	12669	2467	11463	9326
48	20476	5696	2121	10474	12956	2482	11757	9539
49	21007	5730	2165	10745	13242	2497	12050	9753
50	21537	5764	2209	11016	13528	2512	12344	9966

Note:

$b$  = profondità del piano di posa del plinto di collegamento dei pali

Per il carico limite alla punta nel tratto in cui il palo attraversa la formazione ba1 ( $\varphi = 35^\circ$ ) è stato assunto  $N^*_q = 15$  [Raccomandazioni AGI 1984].