

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

INDICE

1.. PREMESSA	3
2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1 Normativa di riferimento	6
2.2 Documenti di riferimento	6
2.3 Bibliografia di riferimento	6
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione Rck > 30 Mpa (C25/30)	8
3.2 Acciaio d'armatura B450C	8
4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	9
5.. AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE	10
6.. CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE	20
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali	20
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati	22
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE	24
7.1 PALIFICATE SPALLA 01	24
7.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02	25
7.3 PALIFICATE PILA 03	25
7.4 PALIFICATE PILA 03 in presenza di scalzamento	26
7.5 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11	27
7.6 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11 in presenza di scalzamento	27
7.7 PALIFICATE PILA 12 ÷ PILA 13	28
7.8 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16	29
7.9 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16 in presenza di scalzamento	29
7.10 PALIFICATE PILA 17 ÷ PILA 18	30
7.11 PALIFICATE SPALLA 02	31
8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE	32
8.1 PALIFICATE SPALLA 01	32
8.2 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02	33
8.3 PALIFICATE PILE 03	34
8.4 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11	35
8.5 PALIFICATE PILA 12 ÷ PILA 13	36
8.6 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16	37
8.7 PALIFICATE PILA 17 ÷ PILA 18	38
8.8 PALIFICATE SPALLA 02	39
9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	40
9.1 PALIFICATE PILA 01 ÷ PILA 02	41
9.2 PALIFICATE PILA 03	44

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

10.	VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE	47
10.1	PALIFICATE SPALLA 01	57
10.2	PALIFICATE PILE 01÷02	62
10.3	PALIFICATE PILE 03	66
10.4	PALIFICATE PILA 04÷11	70
10.5	PALIFICATE PILA 12÷13	74
10.6	PALIFICATE PILA 14÷16	78
10.7	PALIFICATE PILA 17÷18	82
10.8	PALIFICATE SPALLA 02	86
10.9	TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI	91
11.	CURVE DI CAPACITÀ.....	92
11.1	Stratigrafia 1	92
11.2	Stratigrafia 2	98

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	3

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto le analisi e le verifiche geotecniche delle fondazioni delle pile che sostengono del viadotto ferroviario denominato VI15, previsto tra le progressive chilometriche 22+768.8 e 23+253.8.

Il viadotto ferroviario VI15 ha lunghezza complessiva pari a circa 485m. È a doppio binario ed è composto da 19 campate in semplice appoggio di cui 1 in acciaio-calcestruzzo da 35 m (campata n° 13) e le restanti 18 in c.a.p da 25 m costituite da quattro travi a cassoncino in c.a.p. preteso.

Le strutture di sostegno sono costituite da una spalla mobile (Spalla 1), una spalla fissa (Spalla 2) e 18 pile. Le spalle sono fondate su gruppi di 12 pali di 1.5 m di diametro.

Le pile sono tutte caratterizzate da una sezione pseudorettangolare cava biconnessa con larghezza pari a 3.5 m in direzione longitudinale e 10.4 m in direzione trasversale; i setti esterni e il setto centrale hanno spessore pari a 0.5 m. Le fondazioni sono del tipo indiretto, con plinti su gruppi di 9 pali di $d = 1.5$ m di dimensione 12x12 e spessore pari a 2.5 m. Gli interessi dei pali sono pari a 4.50 m sia in direzione longitudinale che in direzione trasversale.

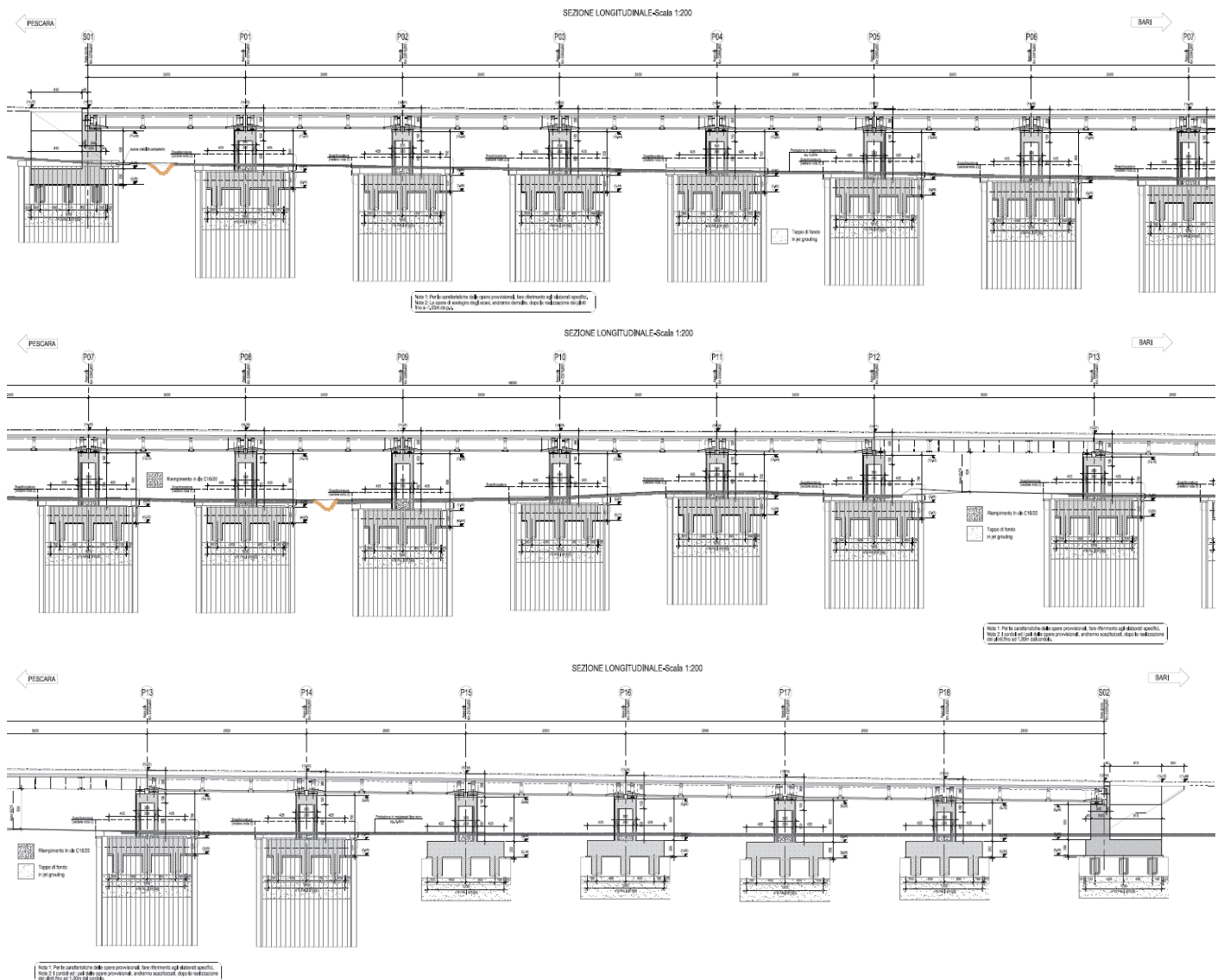


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	4

A scopo illustrativo vengono rappresentate le fondazioni delle pile e quelle delle spalle:

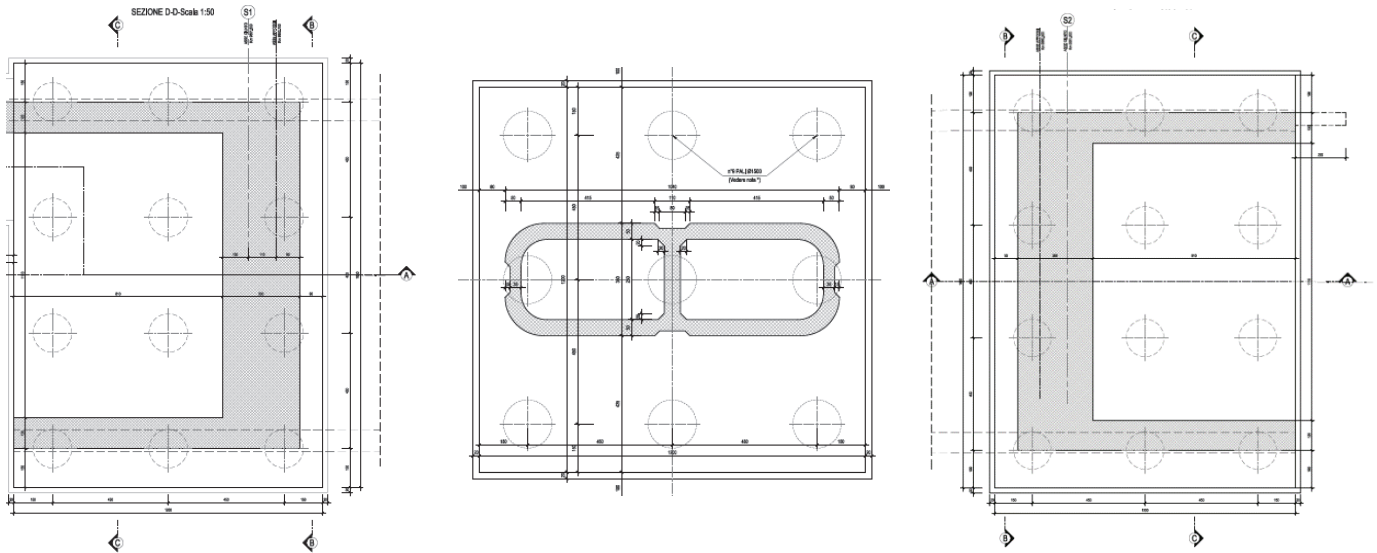


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

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.

Tabella 1. Descrizione delle opere e raggruppamenti effettuati.

WBS	PILE	H	Altezza di calcolo	Stratigrafia	Scalzamento
[-]	[-]	[m]	[m]	[-]	[m]
VI15	P01	6.00	6.00	1	-
	P02	6.00	6.00	1	-
	P03	6.50	7.00	1	4.50
	P04	7.00	7.00	1	2.00
	P05	7.00	7.00	1	2.00
	P06	7.50	7.50	1	2.00
	P07	7.50	7.50	1	2.00
	P08	7.50	7.50	1	2.00
	P09	7.50	7.50	1	2.00
	P10	7.50	7.50	1	2.00
	P11	7.50	7.50	1	2.00
	P12	7.00	7.00	1	-
	P13	6.50	6.50	1	-
	P14	6.50	7.00	1	2.00
	P15	6.50	7.00	1	2.00
	P16	6.00	6.00	1	2.00

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	5

	P17	6.00	6.00	2	-
	P18	5.50	6.00	2	-
	Spalla 1	5.50	5.50	1	-
	Spalla 2	5.00	5.00	2	-

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 impalcati che sostengono:

PILA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
1	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=6.00m
2	
3	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=7.00m
4	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=7.50m
5	
6	
9	
10	
11	
14	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=7.00m
15	
16	
17	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=6.00m
18	

PILA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
12	PILA IMPALCATO L=25+35m - H=7.00m
13	

PILA n°	Tipologia di calcolo fondazioni
Spalla 1	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=5.50m
Spalla 2	PILA IMPALCATO L=25+25m - H=5.00m

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	6

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.

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.

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;

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	7

- 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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	9

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 1 - Spalla 1, Pile P1-P2, P3, P4-P11, P12-P13, P14-P16

Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c_u [kPa]	V_s [m/s]
ga2	Sabbia limosa	10	19.5	33	-	190-510
CGC1g	Ghiaia sabbiosa	17	19	38		190-360
CGC2	Argilla limosa	19	19.5	-	120	190-360
SSR	Sabbie di Serracapriola	30	19	37	-	160-560
SSR3	Sabbie di Serracapriola	40	19	-	150-200	250-420
SSR	Sabbie di Serracapriola	50	19	37	-	160-560

Tabella 3. Stratigrafia e parametri di calcolo - Stratigrafia 2 – Pile P17-P18, Spalla 2

Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c_u [kPa]	V_s [m/s]
ga2	Sabbia limosa	13	19.5	33	-	190-510
CGC1s	Sabbia limosa	19	19	35		190-360
SSR3	Argilla limosa di Serracapriola	40	19	-	150-200	250-420

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grandi diametro D=1500mm 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
		γ_R
Base	γ_b	1.35
Lat. (compr.)	γ_s	1.15
Tot. (compr.)	γ_t	1.30
Lat. (traz)	γ_{st}	1.25

- 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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

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):

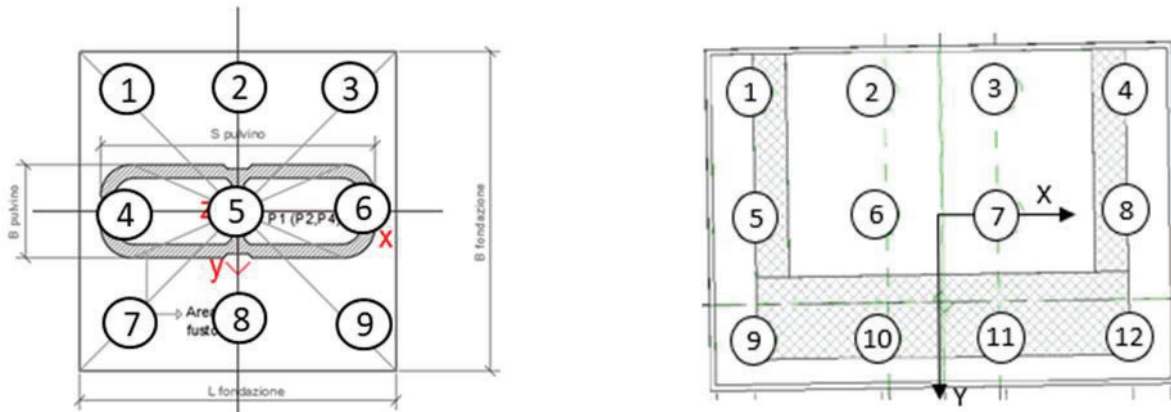


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle pile e delle spalle con indicazione della numerazione dei pali.

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

Tabella 4. Azioni intradosso per pile di altezza $H_{calc} = 6$ 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	42956	654	2838	-19780	25041	31911	2913
Nvert Min	SLU22	25855	-702	175	8337	1590	8487	724
Vtrasv Max	SLU24	32090	1182	1435	-14374	18829	23688	1859
Vtrasv Min	SLU2	31475	-702	175	8337	1590	8487	724
Mtrasv Max	SLU4	36048	-702	236	8337	2147	8609	741
Mtrasv Min	SLU6	42435	1182	1430	-25721	12674	28674	1855
Vlong Max	SLU7	42956	654	2838	-19780	25041	31911	2913
Vlong Min	SLU22	25855	-702	175	8337	1590	8487	724
Mlong Max	SLU9	42407	728	2372	-9001	27493	28929	2481
Mlong Min	SLU22	25855	-702	175	8337	1590	8487	724
Mtorc Max	SLU7	42956	654	2838	-19780	25041	31911	2913
Mtorc Min	SLU24	32090	1182	1435	-14374	18829	23688	1859
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	32196	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Nvert Min	SLV72	20751	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Vtrasv Max	SLV15	28190	8712	3139	-51229	19950	54977	9260
Vtrasv Min	SLV72	20751	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Mtrasv Max	SLV25	28190	2614	10015	-15369	62417	64281	10350

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	11

Mtrasv Min	SLV15	28190	8712	3139	-51229	19950	54977	9260
Vlong Max	SLV25	28190	2614	10015	-15369	62417	64281	10350
Vlong Min	SLV71	24553	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Mlong Max	SLV25	28190	2614	10015	-15369	62417	64281	10350
Mlong Min	SLV71	24553	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Mtorc Max	SLV71	24553	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
Mtorc Min	SLV72	20751	2614	3139	-15369	19950	25183	4085
INVILUPPO:	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	30555	257	1973	-11389	17414	20807	1990
Nvert Min	RA10	26061	-468	175	5558	1590	5781	500
Vtrasv Max	RA3	30275	806	1439	-9767	17005	19610	1649
Vtrasv Min	RA2	26061	-468	175	5558	1590	5781	500
Mtrasv Max	RA2	26061	-468	175	5558	1590	5781	500
Mtrasv Min	RA6	30196	525	1439	-14289	12724	19133	1532
Vlong Max	RA1	30555	257	1973	-11389	17414	20807	1990
Vlong Min	RA2	26061	-468	175	5558	1590	5781	500
Mlong Max	RA9	30177	338	1648	-4334	19071	19557	1682
Mlong Min	RA2	26061	-468	175	5558	1590	5781	500
Mtorc Max	RA1	30555	257	1973	-11389	17414	20807	1990
Mtorc Min	RA12	30216	423	1373	-5400	16612	17468	1437
INVILUPPO:	SLE FR	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	FR1	29535	193	1523	-8542	13458	15940	1536
Nvert Min	FR10	26164	-351	131	4168	1193	4336	375
Vtrasv Max	FR3	29325	604	1123	-7325	13151	15053	1275
Vtrasv Min	FR2	26164	-351	131	4168	1193	4336	375
Mtrasv Max	FR2	26164	-351	175	4168	1590	4461	392
Mtrasv Min	FR6	29266	394	1079	-10717	9543	14350	1149
Vlong Max	FR1	29535	193	1523	-8542	13458	15940	1536
Vlong Min	FR2	26164	-351	131	4168	1193	4336	375
Mlong Max	FR9	29251	254	1280	-3250	14701	15056	1305
Mlong Min	FR2	26164	-351	131	4168	1193	4336	375
Mtorc Max	FR1	29535	193	1523	-8542	13458	15940	1536
Mtorc Min	FR12	29281	317	1030	-4050	12459	13101	1078
INVILUPPO:	SLE QP	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	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175
Nvert Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175

MANDATARIA  	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	12

Vtrasv Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175
Mtrasv Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175
Vlong Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175
Mlong Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	26474	0	175	0	1590	1590	175
Mtorc Min	QP12	26474	0	0	0	0	0	0

Tabella 5. Azioni intradosso per pile di altezza $H_{calc}=7$.

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	45554	654	2838	-20435	27879	34566	2913
Nvert Min	SLU22	27619	-702	175	9039	1765	9210	724
Vtrasv Max	SLU24	33854	1182	1435	-15556	20264	25547	1859
Vtrasv Min	SLU17	27619	-702	175	9039	1765	9210	724
Mtrasv Max	SLU2	34072	-702	175	9039	1765	9210	724
Mtrasv Min	SLU6	45033	1182	1430	-26903	14104	30376	1855
Vlong Max	SLU7	45554	654	2838	-20435	27879	34566	2913
Vlong Min	SLU22	27619	-702	175	9039	1765	9210	724
Mlong Max	SLU9	45005	728	2372	-9729	29866	31410	2481
Mlong Min	SLU22	27619	-702	175	9039	1765	9210	724
Mtorc Max	SLU7	45554	654	2838	-20435	27879	34566	2913
Mtorc Min	SLU24	33854	1182	1435	-15556	20264	25547	1859
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	34233	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Nvert Min	SLV72	22243	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Vtrasv Max	SLV15	30036	9399	3440	-60793	24243	65449	10009
Vtrasv Min	SLV72	22243	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Mtrasv Max	SLV25	30036	2820	11017	-18238	76279	78429	11372
Mtrasv Min	SLV15	30036	9399	3440	-60793	24243	65449	10009
Vlong Max	SLV25	30036	2820	11017	-18238	76279	78429	11372
Vlong Min	SLV71	26505	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Mlong Max	SLV25	30036	2820	11017	-18238	76279	78429	11372
Mlong Min	SLV71	26505	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Mtorc Max	SLV71	26505	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
Mtorc Min	SLV72	22243	2820	3440	-18238	24243	30337	4448
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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	13

Comb.	Comb.	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	RA1	32320	257	1973	-11646	19387	22616	1990
Nvert Min	RA10	27825	-468	175	6026	1765	6279	500
Vtrasv Max	RA3	32039	806	1439	-10572	18444	21259	1649
Vtrasv Min	RA2	27825	-468	175	6026	1765	6279	500
Mtrasv Max	RA2	27825	-468	175	6026	1765	6279	500
Mtrasv Min	RA6	31960	525	1439	-14814	14163	20495	1532
Vlong Max	RA1	32320	257	1973	-11646	19387	22616	1990
Vlong Min	RA2	27825	-468	175	6026	1765	6279	500
Mlong Max	RA9	31941	338	1648	-4672	20719	21239	1682
Mlong Min	RA2	27825	-468	175	6026	1765	6279	500
Mtorc Max	RA1	32320	257	1973	-11646	19387	22616	1990
Mtorc Min	RA12	31981	423	1373	-5823	17985	18904	1437
INVILUPPO:	SLE FR	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	FR1	31299	193	1523	-8734	14981	17342	1536
Nvert Min	FR10	27929	-351	131	4519	1324	4709	375
Vtrasv Max	FR3	31089	604	1123	-7929	14274	16329	1275
Vtrasv Min	FR2	27929	-351	131	4519	1324	4709	375
Mtrasv Max	FR2	27929	-351	175	4519	1765	4852	392
Mtrasv Min	FR6	31030	394	1079	-11110	10623	15371	1149
Vlong Max	FR1	31299	193	1523	-8734	14981	17342	1536
Vlong Min	FR2	27929	-351	131	4519	1324	4709	375
Mlong Max	FR9	31015	254	1280	-3504	15980	16360	1305
Mlong Min	FR2	27929	-351	131	4519	1324	4709	375
Mtorc Max	FR1	31299	193	1523	-8734	14981	17342	1536
Mtorc Min	FR12	31045	317	1030	-4367	13489	14178	1078
INVILUPPO:	SLE QP	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	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Nvert Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Vtrasv Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Mtrasv Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Vlong Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Mlong Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	28238	0	175	0	1765	1765	175
Mtorc Min	QP12	28238	0	0	0	0	0	0

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005	REV C

Tabella 6. Azioni intradosso per pile di transizione di altezza $H_{calc}=7.5\text{ m}$

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	45773	654	2838	-20762	29298	35909	2913
Nvert Min	SLU22	27781	-702	175	9390	1853	9571	724
Vtrasv Max	SLU24	34016	1182	1435	-16147	20982	26476	1859
Vtrasv Min	SLU2	34291	-702	175	9390	1853	9571	724
Mtrasv Max	SLU4	38864	-702	236	9390	2501	9717	741
Mtrasv Min	SLU6	45252	1182	1430	-27494	14819	31234	1855
Vlong Max	SLU7	45773	654	2838	-20762	29298	35909	2913
Vlong Min	SLU22	27781	-702	175	9390	1853	9571	724
Mlong Max	SLU9	45224	728	2372	-10093	31052	32651	2481
Mlong Min	SLU22	27781	-702	175	9390	1853	9571	724
Mtorc Max	SLU7	45773	654	2838	-20762	29298	35909	2913
Mtorc Min	SLU24	34016	1182	1435	-16147	20982	26476	1859
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	34416	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Nvert Min	SLV72	22384	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Vtrasv Max	SLV15	30205	9549	3535	-65115	26359	70248	10182
Vtrasv Min	SLV72	22384	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Mtrasv Max	SLV25	30205	2865	11336	-19535	83107	85372	11693
Mtrasv Min	SLV15	30205	9549	3535	-65115	26359	70248	10182
Vlong Max	SLV25	30205	2865	11336	-19535	83107	85372	11693
Vlong Min	SLV71	26646	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Mlong Max	SLV25	30205	2865	11336	-19535	83107	85372	11693
Mlong Min	SLV71	26646	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Mtorc Max	SLV71	26646	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
Mtorc Min	SLV72	22384	2865	3535	-19535	26359	32808	4550
INVILUPPO:	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	32482	257	1973	-11774	20373	23531	1990
Nvert Min	RA10	27988	-468	175	6260	1853	6528	500
Vtrasv Max	RA3	32201	806	1439	-10975	19163	22084	1649
Vtrasv Min	RA2	27988	-468	175	6260	1853	6528	500
Mtrasv Max	RA2	27988	-468	175	6260	1853	6528	500
Mtrasv Min	RA6	32122	525	1439	-15076	14883	21185	1532
Vlong Max	RA1	32482	257	1973	-11774	20373	23531	1990
Vlong Min	RA2	27988	-468	175	6260	1853	6528	500
Mlong Max	RA9	32103	338	1648	-4841	21543	22080	1682

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	15

Mlong Min	RA2	27988	-468	175	6260	1853	6528	500
Mtorc Max	RA1	32482	257	1973	-11774	20373	23531	1990
Mtorc Min	RA12	32143	423	1373	-6035	18672	19623	1437
INVILUPPO:	SLE FR	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	FR1	31461	193	1523	-8831	15743	18051	1536
Nvert Min	FR10	28091	-351	131	4695	1390	4896	375
Vtrasv Max	FR3	31251	604	1123	-8232	14836	16966	1275
Vtrasv Min	FR2	28091	-351	131	4695	1390	4896	375
Mtrasv Max	FR2	28091	-351	175	4695	1853	5047	392
Mtrasv Min	FR6	31192	394	1079	-11307	11162	15889	1149
Vlong Max	FR1	31461	193	1523	-8831	15743	18051	1536
Vlong Min	FR2	28091	-351	131	4695	1390	4896	375
Mlong Max	FR9	31177	254	1280	-3631	16620	17012	1305
Mlong Min	FR2	28091	-351	131	4695	1390	4896	375
Mtorc Max	FR1	31461	193	1523	-8831	15743	18051	1536
Mtorc Min	FR12	31207	317	1030	-4526	14004	14717	1078
INVILUPPO:	SLE QP	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Nvert Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0
Vtrasv Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Vtrasv Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0
Mtrasv Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Mtrasv Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0
Vlong Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Vlong Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0
Mlong Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Mlong Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0
Mtorc Max	QP1	28400	0	175	0	1853	1853	175
Mtorc Min	QP12	28400	0	0	0	0	0	0

Tabella 7. Azioni all'intradosso della Spalla 1 [Fissa]

INVILUPPO:	SLU	Nvert	Vtrasv	Vlong	Mtrasv	Mlong	Mrisul	Hrisul
Tipologia Comb.	Nome Comb.	Fz	Fx	Fy	My	Mx	M	H
		(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	SLU6	68953	824	13737	-9954	95754	96270	13762
Nvert Min	SLU24	44493	-351	8711	3993	44070	44250	8718
Vtrasv Max	SLU3	66398	972	13797	-11387	85534	86289	13831
Vtrasv Min	SLU24	44493	-351	8711	3993	44070	44250	8718
Mtrasv Max	SLU6	60658	-351	12537	3993	50589	50746	12542

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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	16

Mtrasv Min	SLU24	50233	972	10321	-11387	82021	82808	10366
Vlong Max	SLU7	63756	327	15205	-9010	86549	87017	15209
Vlong Min	SLU20	44802	0	8640	0	44756	44756	8640
Mlong Max	SLU2	68953	824	13737	-9954	95754	96270	13762
Mlong Min	SLU15	44493	-351	8711	3993	44070	44250	8718
Mtorc Max	SLU7	63756	327	15205	-9010	86549	87017	15209
Mtorc Min	SLU15	50233	972	10321	-11387	82021	82808	10366
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	51656	4112	12349	-22734	69510	73133	13016
Nvert Min	SLV6	37949	4112	12349	-22734	59792	63968	13016
Vtrasv Max	SLV3	46858	13708	12349	-75779	66109	100562	18450
Vtrasv Min	SLV6	37949	4112	12349	-22734	59792	63968	13016
Mtrasv Max	SLV1	46858	4112	24534	-22734	129120	131106	24876
Mtrasv Min	SLV6	42746	13708	12349	-75779	63194	98670	18450
Vlong Max	SLV1	46858	4112	24534	-22734	129120	131106	24876
Vlong Min	SLV6	37949	4112	12349	-22734	59792	63968	13016
Mlong Max	SLV1	46858	4112	24534	-22734	129120	131106	24876
Mlong Min	SLV4	37949	4112	12349	-22734	59792	63968	13016
Mtorc Max	SLV5	51656	4112	12349	-22734	69510	73133	13016
Mtorc Min	SLV4	42746	13708	12349	-75779	63194	98670	18450
INVILUPPO:	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	48669	564	9659	-6786	71590	71911	9675
Nvert Min	RA12	44596	-234	8111	2662	41173	41259	8114
Vtrasv Max	RA3	48480	665	9725	-7767	71364	71785	9748
Vtrasv Min	RA12	44596	-234	8111	2662	41173	41259	8114
Mtrasv Max	RA1	44596	-234	8111	2662	41173	41259	8114
Mtrasv Min	RA12	48480	665	9725	-7767	71364	71785	9748
Vlong Max	RA7	46721	269	10210	-6733	68146	68478	10213
Vlong Min	RA12	44596	-234	8111	2662	41173	41259	8114
Mlong Max	RA12	48669	564	9659	-6786	71590	71911	9675
Mlong Min	RA3	44596	-234	8111	2662	41173	41259	8114
Mtorc Max	RA7	46721	269	10210	-6733	68146	68478	10213
Mtorc Min	RA3	48480	665	9725	-7767	71364	71785	9748
INVILUPPO:	SLE FR	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	FR1	47702	423	9026	-5089	63104	63309	9036
Nvert Min	FR12	44648	-176	7778	1996	39540	39590	7780
Vtrasv Max	FR3	47560	499	9075	-5825	62934	63203	9089

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	17

Vtrasv Min	FR12	44648	-176	7778	1996	39540	39590	7780
Mtrasv Max	FR1	44648	-176	7865	1996	40292	40341	7867
Mtrasv Min	FR12	47560	499	8988	-5825	62183	62455	9002
Vlong Max	FR7	46241	202	9439	-5050	60521	60732	9441
Vlong Min	FR12	44648	-176	7778	1996	39540	39590	7780
Mlong Max	FR12	47702	423	9026	-5089	63104	63309	9036
Mlong Min	FR3	44648	-176	7778	1996	39540	39590	7780
Mtorc Max	FR7	46241	202	9439	-5050	60521	60732	9441
Mtorc Min	FR3	47560	499	8988	-5825	62183	62455	9002
INVILUPPO:	SLE QP	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	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Nvert Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778
Vtrasv Max	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Vtrasv Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778
Mtrasv Max	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Mtrasv Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778
Vlong Max	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Vlong Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778
Mlong Max	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Mlong Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778
Mtorc Max	QP1	44802	0	7127	0	37647	37647	7127
Mtorc Min	QP12	44802	0	6778	0	34640	34640	6778

Tabella 8. Azioni all'intradosso della Spalla 2 [Mobile]

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	SLU6	67026	517	11771	-6214	83681	83912	11782
Nvert Min	SLU24	42845	-351	8036	3817	40289	40469	8043
Vtrasv Max	SLU3	64344	972	11771	-11052	72414	73253	11811
Vtrasv Min	SLU24	42845	-351	8036	3817	40289	40469	8043
Mtrasv Max	SLU6	58298	-351	11567	3817	45374	45534	11573
Mtrasv Min	SLU24	48764	444	8589	-11251	69630	70533	8600
Vlong Max	SLU11	64344	972	11771	-11052	72414	73253	11811
Vlong Min	SLU20	43154	0	7964	0	41011	41011	7964
Mlong Max	SLU2	67026	517	11771	-6214	83681	83912	11782
Mlong Min	SLU22	42845	-351	8036	3817	40289	40469	8043
Mtorc Max	SLU2	58298	-351	11567	3817	45374	45534	11573
Mtorc Min	SLU15	48890	972	8589	-11052	70161	71026	8644
INVILUPPO:	SLV GR	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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	18

Comb.	Comb.	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Nvert Max	SLV5	49776	3973	10707	-20899	58030	61679	11420
Nvert Min	SLV6	36532	3973	10707	-20899	48199	52535	11420
Vtrasv Max	SLV3	45141	13244	10707	-69664	54589	88505	17030
Vtrasv Min	SLV6	36532	3973	10707	-20899	48199	52535	11420
Mtrasv Max	SLV1	45141	3973	20431	-20899	97707	99917	20814
Mtrasv Min	SLV6	41167	13244	10707	-69664	51640	86717	17030
Vlong Max	SLV1	45141	3973	20431	-20899	97707	99917	20814
Vlong Min	SLV6	36532	3973	10707	-20899	48199	52535	11420
Mlong Max	SLV1	45141	3973	20431	-20899	97707	99917	20814
Mlong Min	SLV4	36532	3973	10707	-20899	48199	52535	11420
Mtorc Max	SLV5	49776	3973	10707	-20899	58030	61679	11420
Mtorc Min	SLV4	41167	13244	10707	-69664	51640	86717	17030
INVILUPPO:	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	47379	479	7911	-5682	59923	60192	7925
Nvert Min	RA12	42948	-234	7463	2545	37685	37771	7466
Vtrasv Max	RA3	47169	665	7911	-7600	59042	59529	7939
Vtrasv Min	RA12	42948	-234	7463	2545	37685	37771	7466
Mtrasv Max	RA1	42948	-234	7463	2545	37685	37771	7466
Mtrasv Min	RA12	45515	301	7414	-7855	48071	48709	7420
Vlong Max	RA11	47169	665	7911	-7600	59042	59529	7939
Vlong Min	RA8	47379	479	7364	-5682	55499	55789	7380
Mlong Max	RA12	47379	479	7911	-5682	59923	60192	7925
Mlong Min	RA6	42948	-234	7463	2545	37685	37771	7466
Mtorc Max	RA12	42948	-234	7463	2545	37685	37771	7466
Mtorc Min	RA3	47169	665	7911	-7600	59042	59529	7939
INVILUPPO:	SLE FR	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	FR1	46323	359	7568	-4261	53601	53770	7576
Nvert Min	FR12	42999	-176	7144	1909	36215	36265	7147
Vtrasv Max	FR3	46165	499	7568	-5700	52940	53246	7584
Vtrasv Min	FR12	42999	-176	7144	1909	36215	36265	7147
Mtrasv Max	FR1	42999	-176	7232	1909	36923	36972	7234
Mtrasv Min	FR12	44925	226	7108	-5891	44004	44397	7111
Vlong Max	FR11	46165	499	7568	-5700	52940	53246	7584
Vlong Min	FR8	46323	359	7071	-4261	49576	49758	7080
Mlong Max	FR12	46323	359	7568	-4261	53601	53770	7576
Mlong Min	FR6	42999	-176	7144	1909	36215	36265	7147
Mtorc Max	FR12	42999	-176	7232	1909	36923	36972	7234
Mtorc Min	FR3	46165	499	7480	-5700	52232	52542	7497

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	19

INVILUPPO:	SLE QP	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	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Nvert Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190
Vtrasv Max	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Vtrasv Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190
Mtrasv Max	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Mtrasv Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190
Vlong Max	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Vlong Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190
Mlong Max	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Mlong Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190
Mtorc Max	QP1	43154	0	6539	0	34636	34636	6539
Mtorc Min	QP12	43154	0	6190	0	31804	31804	6190

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	20

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 ξ_3 è un coefficiente che tiene conto del numero di verticali indagate e (γ_b, γ_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 ξ_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  	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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	21

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

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

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 σ_{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 η (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 $\mu = \text{tg}\phi$ = 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 σ'_{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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	22

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 η_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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	23

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	24

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 β .

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 9. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
42.0	13719	10224

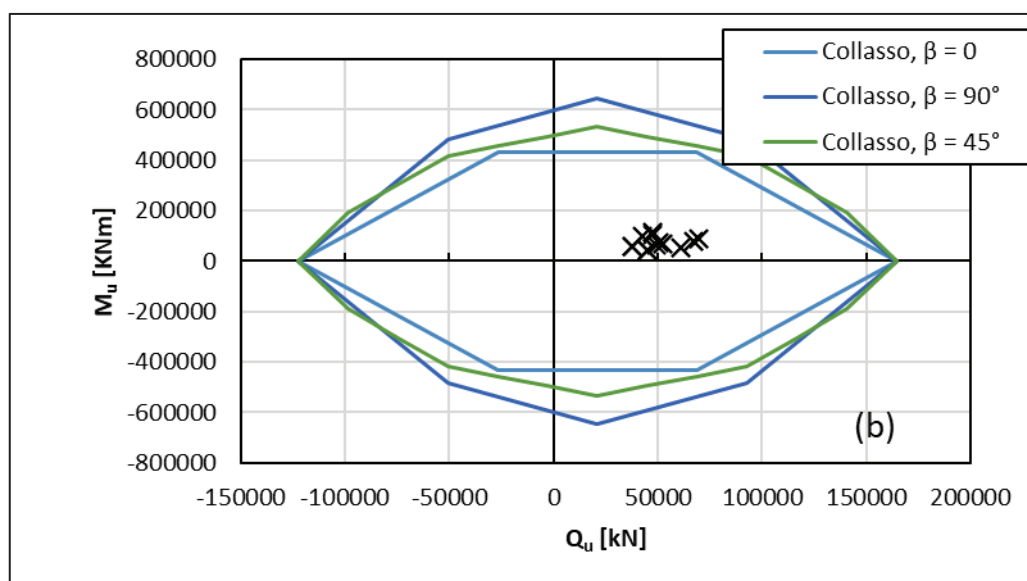


Figura 4. Domini di collasso.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

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 10. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
34.0	6466	7935

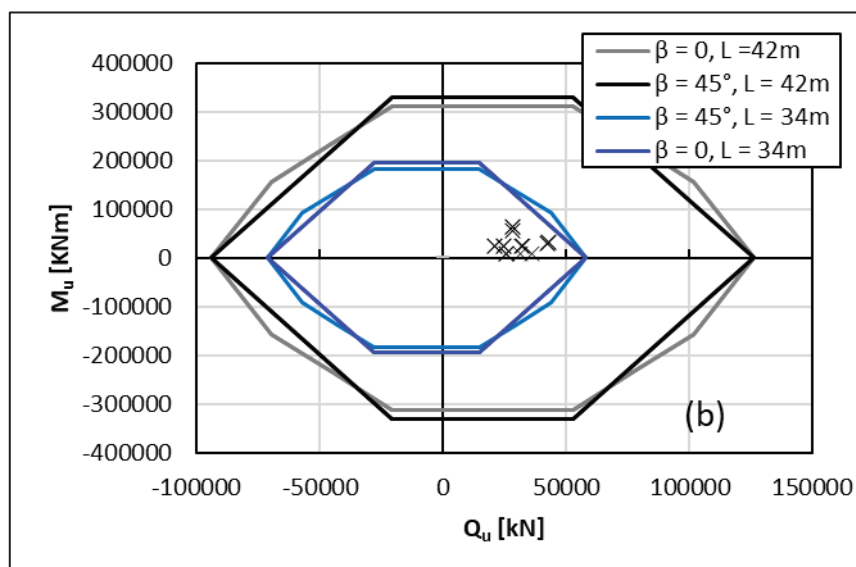


Figura 5. Domini di collasso.

7.3 PALIFICATE PILA 03

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

Tabella 11. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
40.0	12842	9423

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	26

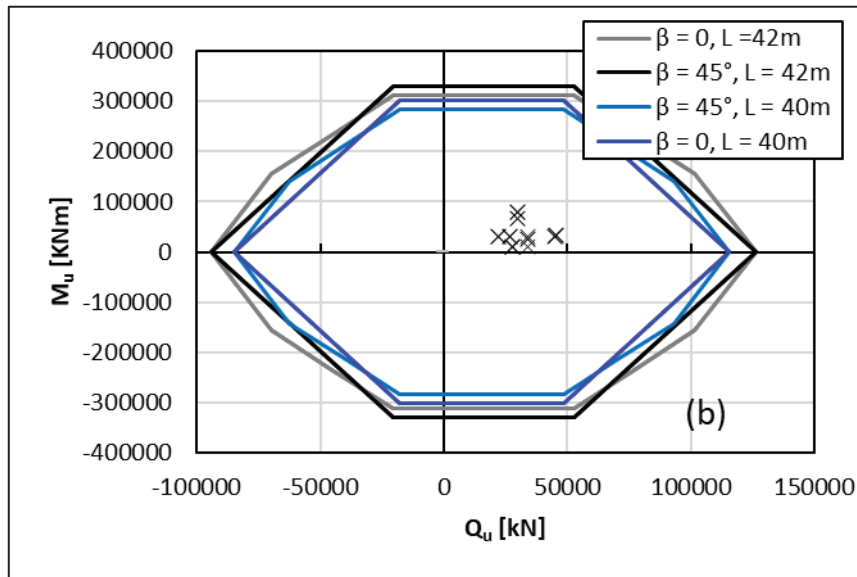


Figura 6. Domini di collasso.

7.4 PALIFICATE PILA 03 IN PRESENZA DI SCALZAMENTO

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

Tabella 12. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
40.0	9762	7276

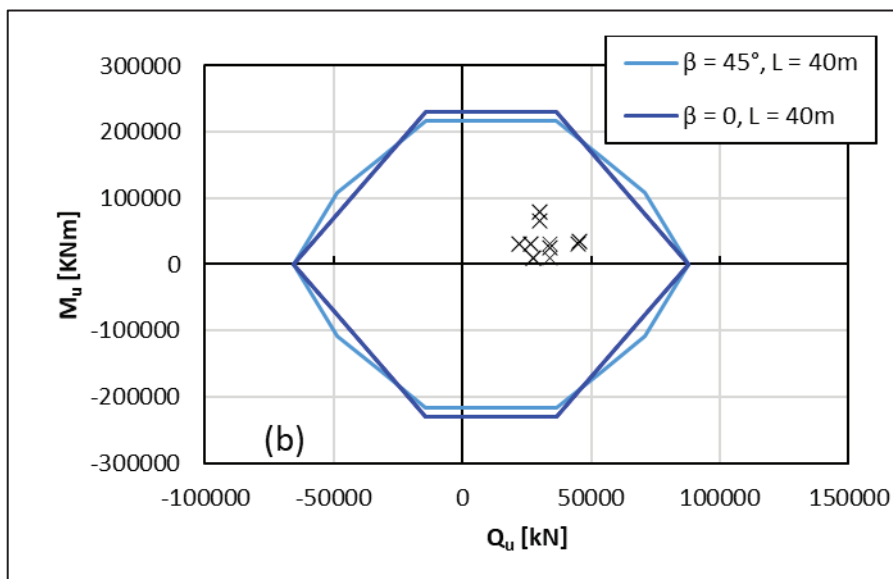


Figura 7. Domini di collasso.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

7.5 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11

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]
39.0	12269	8919

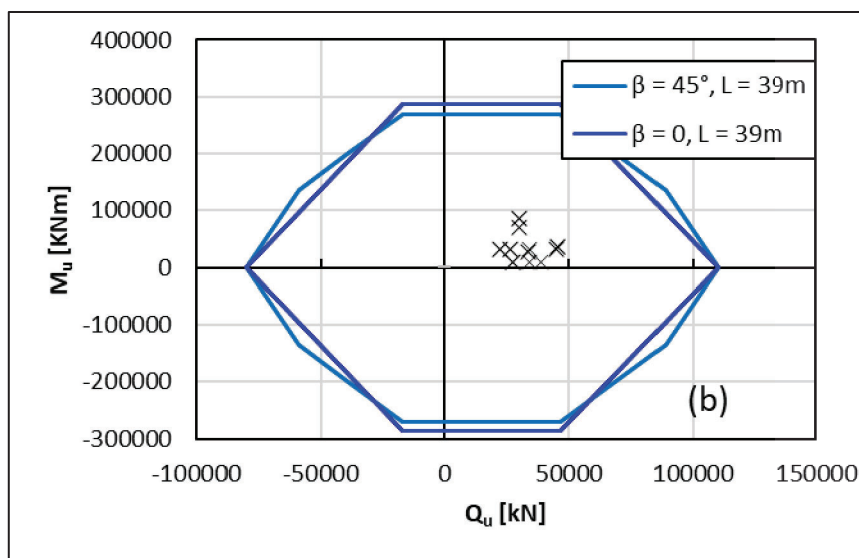


Figura 8. Domini di collasso.

7.6 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11 IN PRESENZA DI SCALZAMENTO

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

Tabella 14. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
39.0	10296	7546

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	28

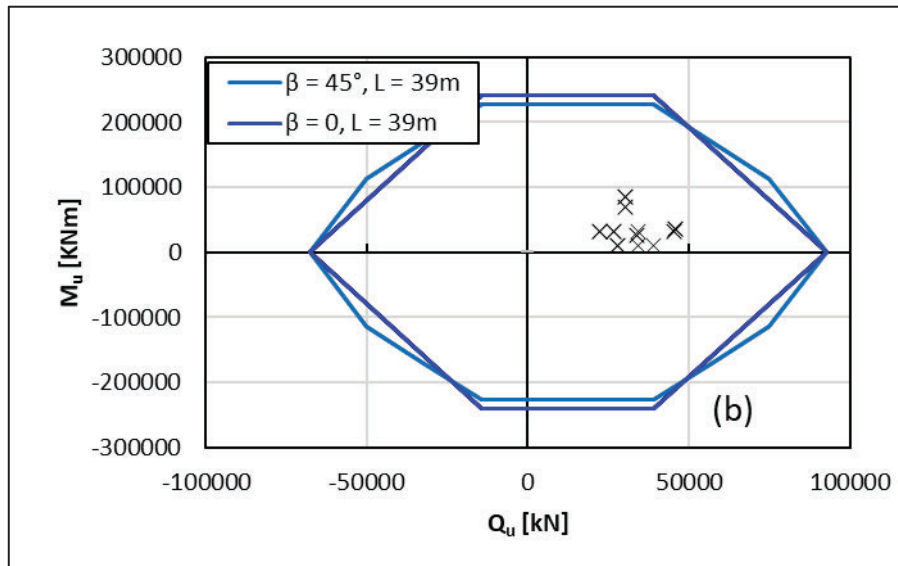


Figura 9. Domini di collasso.

7.7 PALIFICATE PILA 12 ÷ PILA 13

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

Tabella 15. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
37.0	7010	8717

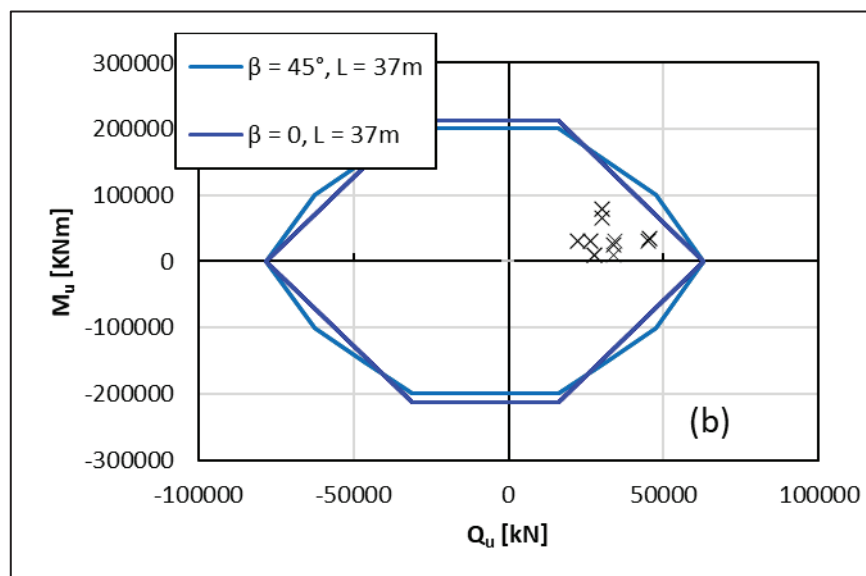


Figura 10. Domini di collasso.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

7.8 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16

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]
37.0	7010	8717

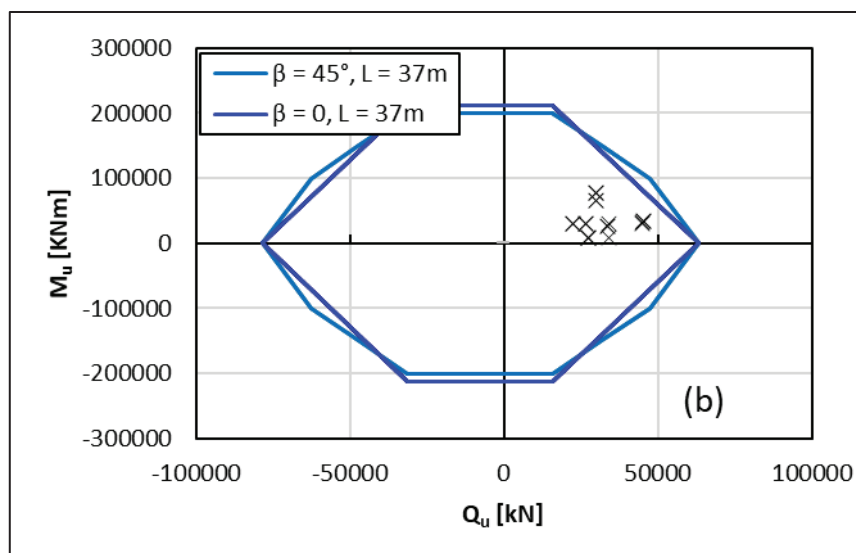


Figura 11. Domini di collasso.

7.9 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16 IN PRESENZA DI SCALZAMENTO

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

Tabella 17. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
37.0	5717	7424

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

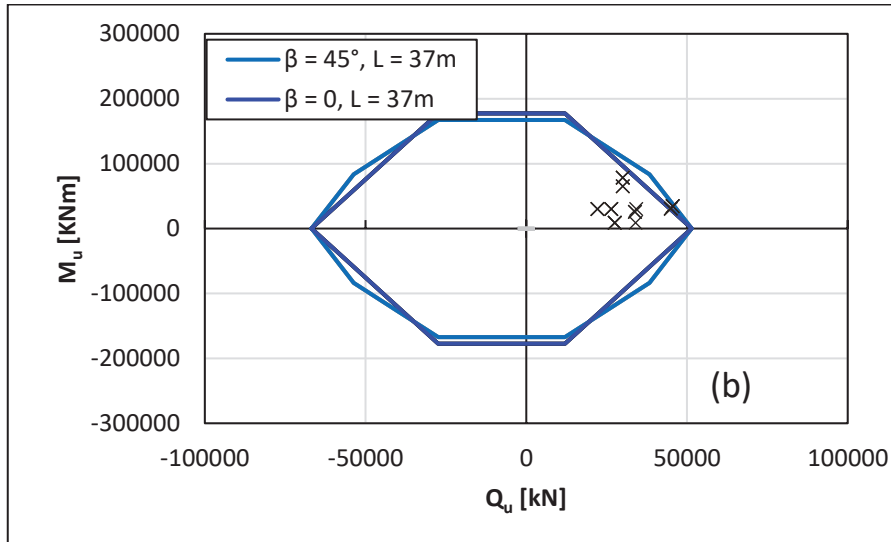


Figura 12. Domini di collasso.

7.10 PALIFICATE PILA 17 ÷ 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 18. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	N_u [kN]	S_u [kN]
40.0	7290	9228

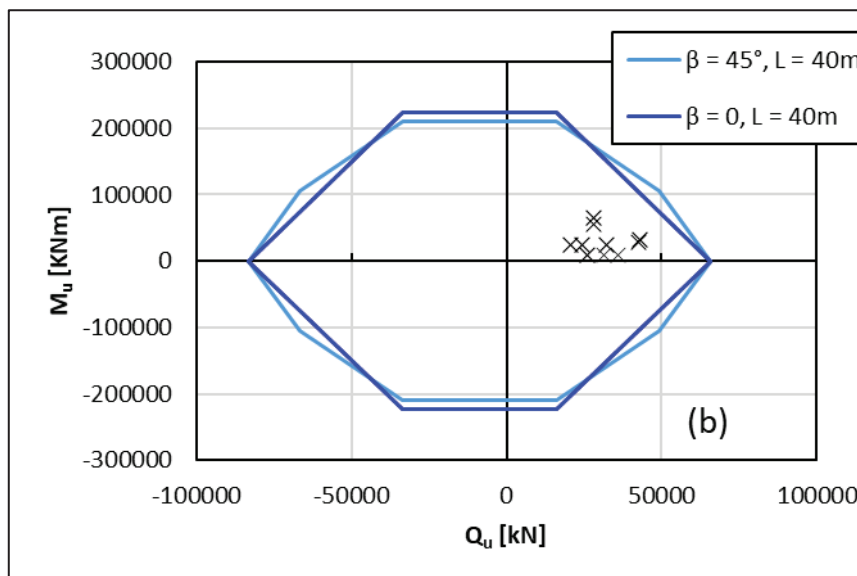


Figura 13. Domini di collasso.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

7.11 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 19. Resistenze utilizzate.

Resistenze		
L_p [m]	$N_u - P$ [kN]	$S_u + P$ [kN]
43.0	7733	9913

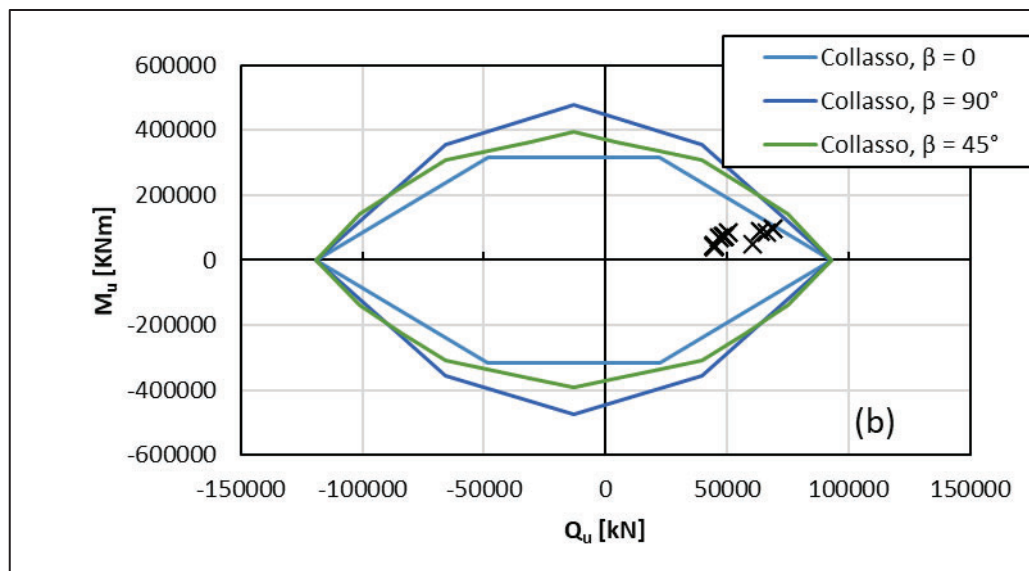


Figura 14. Domini di collasso.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	32

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 (γ_s) ed il cls (γ_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 $72\Phi 32$.

Tabella 20. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 42$ m e $A_f = 72\Phi 32$.

$-(S_u)$ [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]
-10224	13719	9438	16558	3805	5534	19755	28735

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:

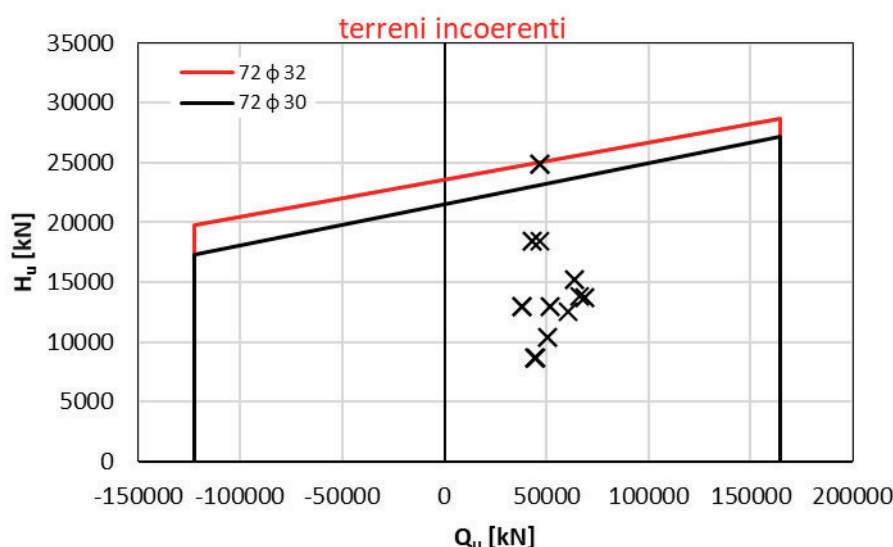


Figura 15. Dominio di collasso nel piano Q-H.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

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 $36\Phi 28$.

Tabella 21. 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]
-7935	6466	1572	8482	1152	3543	4486	13798

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:

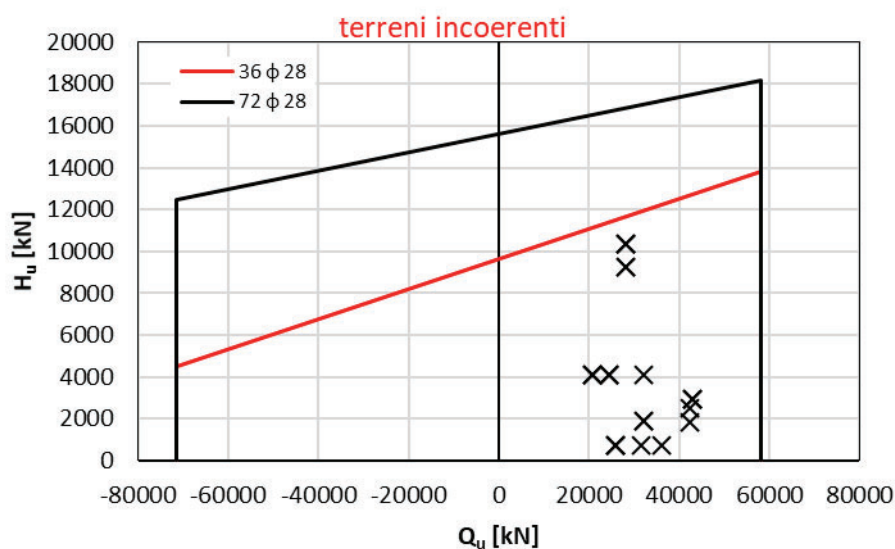


Figura 16. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

8.3 PALIFICATE PILE 03

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

Tabella 22. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 40\text{ m}$ e $A_f = 36\Phi 32$.

$-(S_u+P)$ [kN]	N_u-P [kN]	M_{yt} [kNm]	M_{yc} [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	H_{dt} [kN]	H_{dc} [kN]
-9423	12842	2560	11217	1594	4269	6208	16623

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:

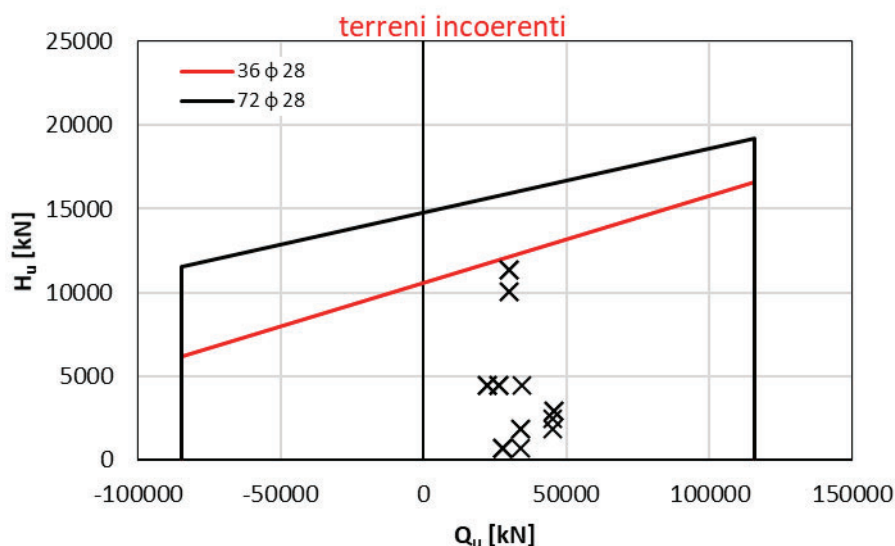


Figura 17. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

8.4 PALIFICATE PILA 04 ÷ PILA 11

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 23. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 39\text{ m}$ 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]
-8919	12269	2859	11141	1716	4250	6683	16549

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:

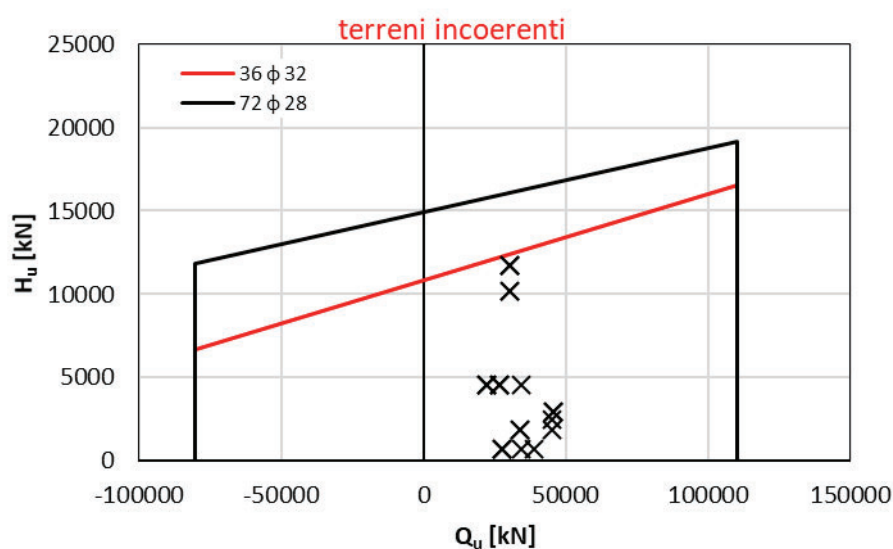


Figura 18. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	36

8.5 PALIFICATE PILA 12 ÷ PILA 13

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 24. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 37\text{ m}$ 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]
-8717	7010	1073	8645	893	3588	3476	13974

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:

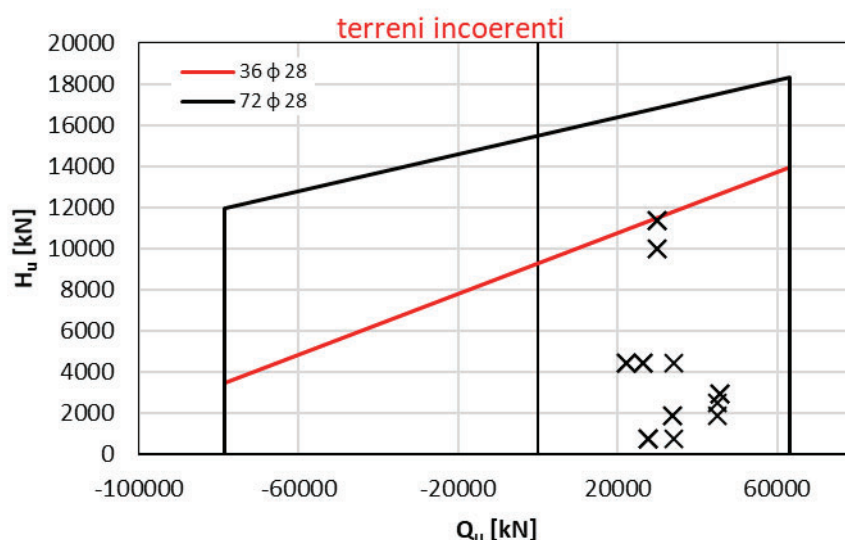


Figura 19. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	37

8.6 PALIFICATE PILA 14 ÷ PILA 16

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 25. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 37\text{ m}$ 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]
-8717	7010	1073	8645	893	3588	3476	13974

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:

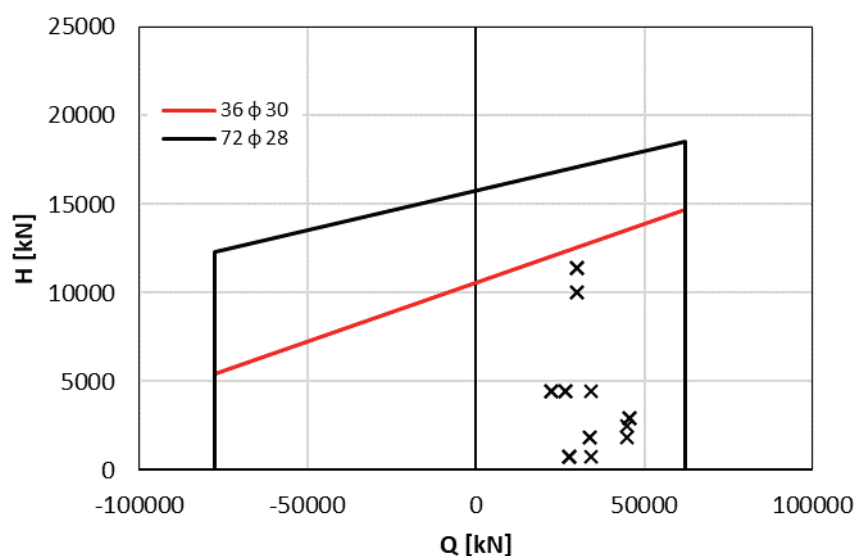


Figura 20. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

8.7 PALIFICATE PILA 17 ÷ 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 26. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 40\text{ m}$ e $A_f = 36\Phi 28$.

$-(S_u+P)$ [kN]	N_u-P [kN]	M_{yt} [kNm]	M_{yc} [kNm]	$H_{lim}(M_{yt})$ [kNm]	$H_{lim}(M_{yc})$ [kNm]	H_{dt} [kN]	H_{dc} [kN]
-9228	7290	713	8732	680	3612	2647	14067

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:

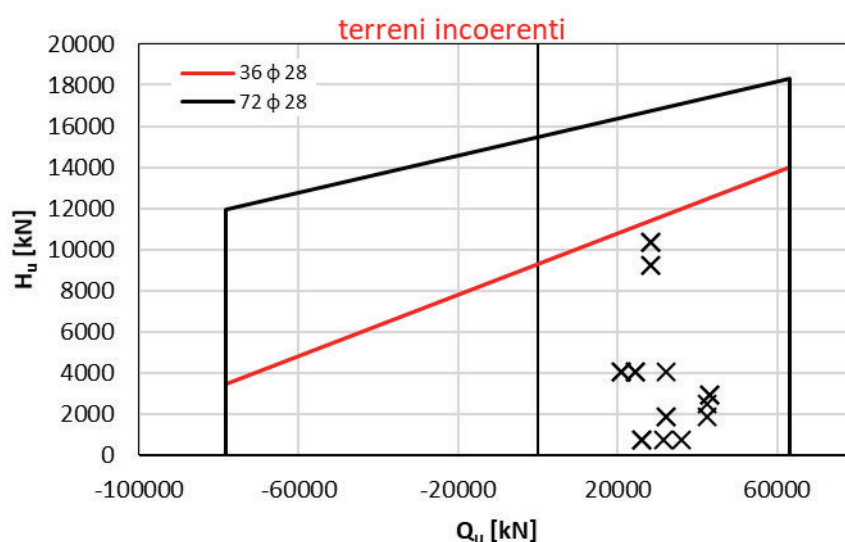


Figura 21. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

8.8 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 $72\Phi 26$.

Tabella 27. Capacità laterali del palo isolato e del gruppo per $L = 43\text{ m}$ e $A_f = 72\Phi 26$.

$-(S_u)$ [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]
-9913	7733	5169	12843	2547	4672	13223	24258

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:

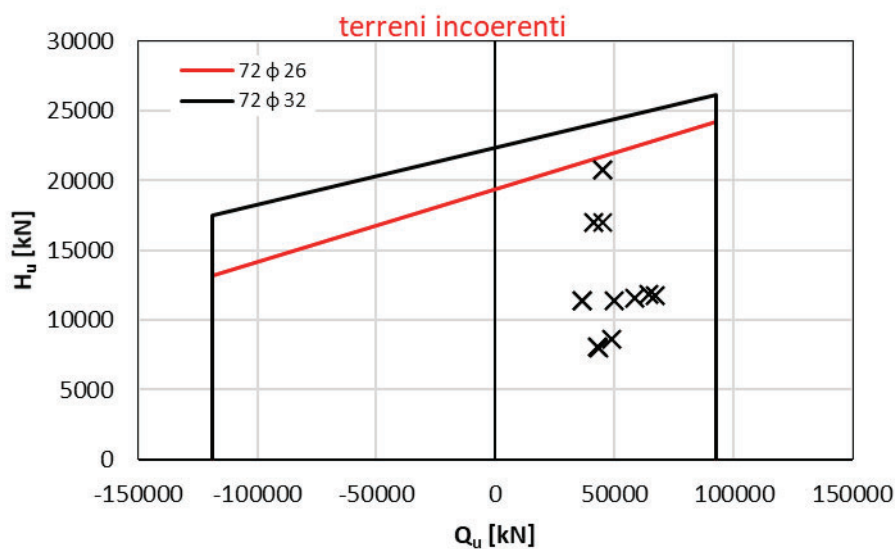


Figura 22. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	40

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 monotono: (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, θ).

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

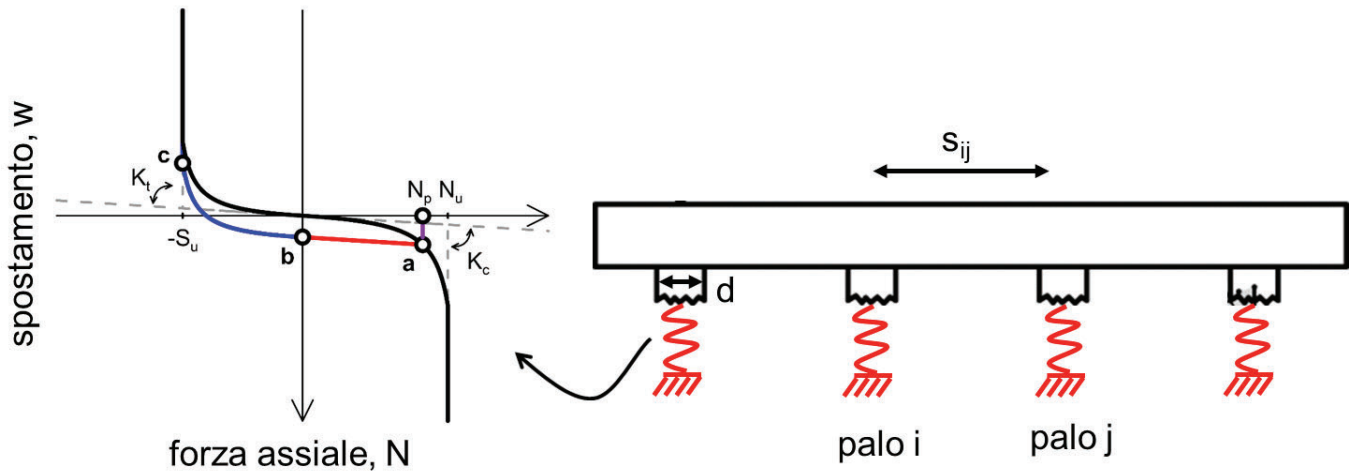


Figura 23. Legame costitutivo del palo singolo

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 28. Distribuzione sui singoli pali delle azioni.

Comb.	Descrizione	N ₁ [kN]	N ₂ [kN]	N ₃ [kN]	N ₄ [kN]	N ₅ [kN]	N ₆ [kN]	N ₇ [kN]	N ₈ [kN]	N ₉ [kN]
(a)	[Q _{max} , M] – SLU	4578	5505	6433	3845	4773	5700	3113	4040	4968
(b)	[Q, M _{max}] – SLU	1390	3701	6013	821	3132	5444	251	2563	4875
(c)	[Q _{max} , M] – SLE-R	3172	3817	4462	2750	3395	4040	2328	2328	3618
(d)	[Q, M _{max}] – SLE-R	2789	3513	4238	2629	3353	4077	2468	3192	3917

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 $N = 3395$ kN, dunque.

Tabella 29. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
L _p	N+P	S _{cal}	1,25 N+P	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
34.00	4508	12865	5635	2.28

9.1.2 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 rigidezze assiali sono state valutate con un metodo a molle con il profilo di G_0 della

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

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

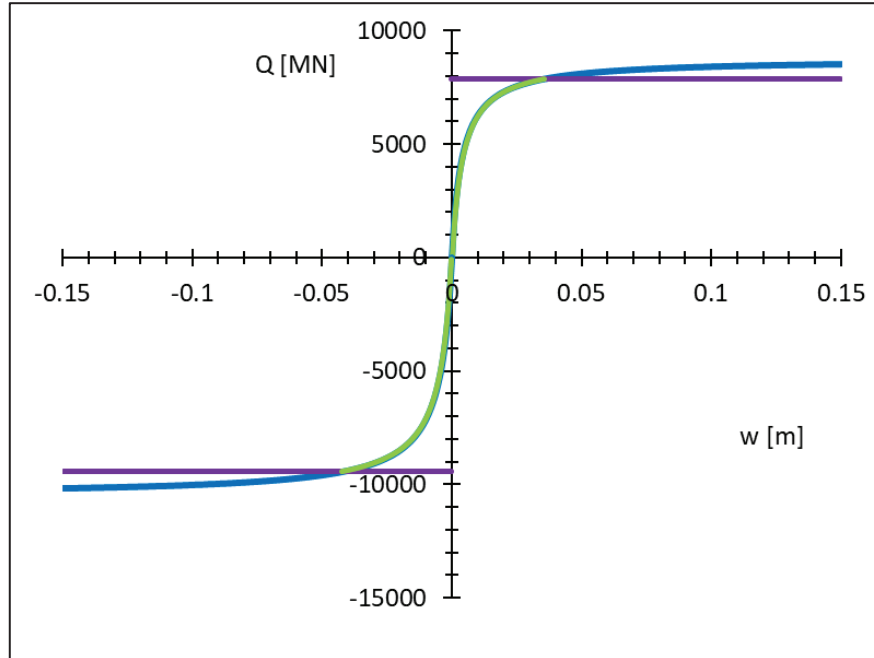


Figura 24. Curva di backbone per il palo di lunghezza $L = 34$ m.

Tabella 30. 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	7996	9543	2223060	2223060

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 [29535 kN; 15940 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).

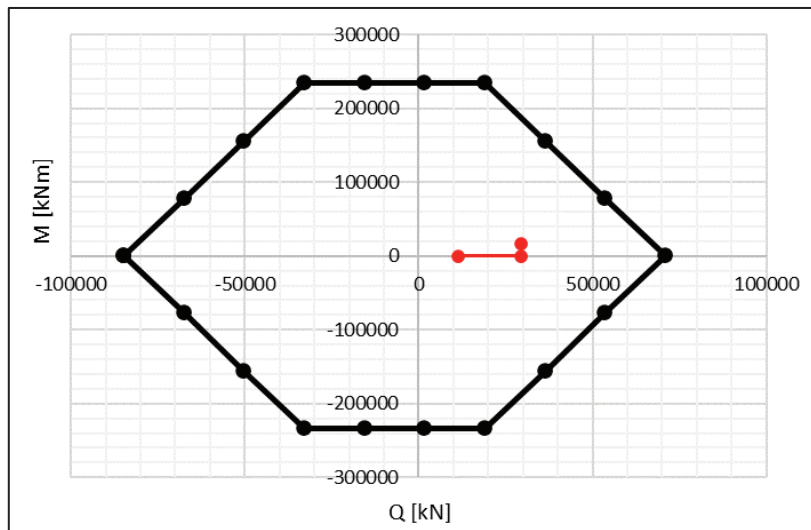


Figura 25. Domini di collasso caratteristici e percorsi di carico per le analisi SLE.

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

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

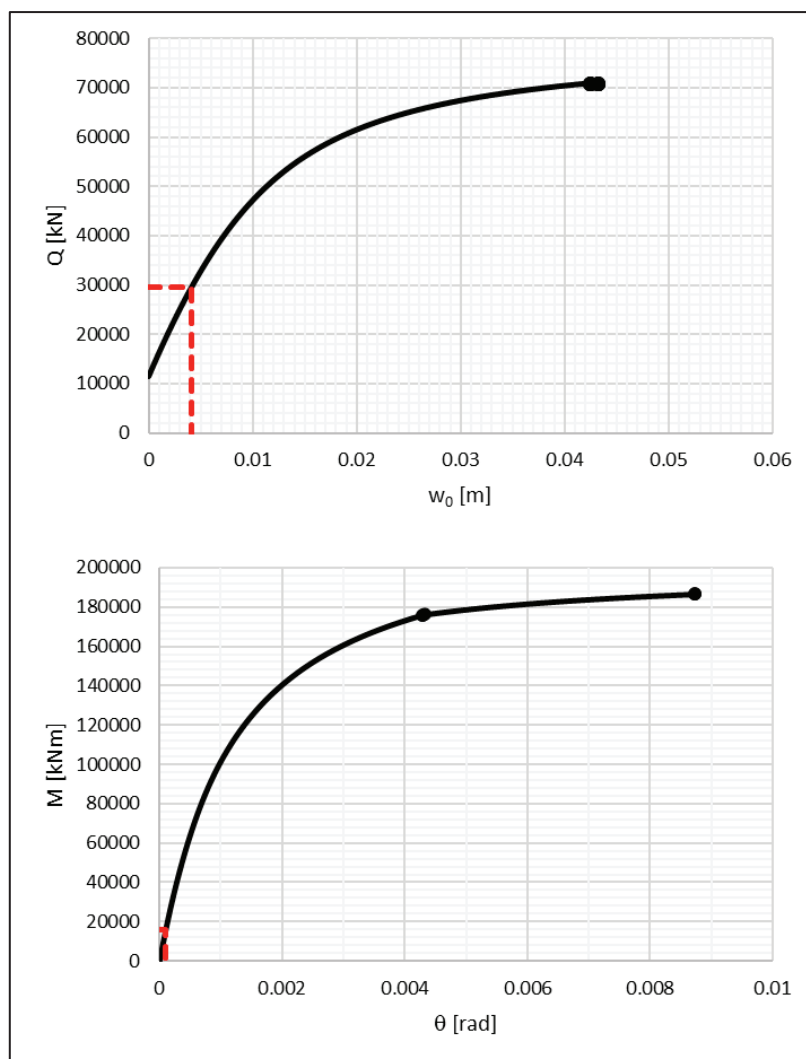


Figura 26. Curva carico cedimento e curva momento rotazione del percorso (a).

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 θ la rotazione al termine del ramo verticale. L'incremento di spostamento verticale Δw nella fase di applicazione del momento è trascurabile.

Tabella 31. Risultati delle analisi SLE.

Load Path	w_1 [mm]	θ [rad]
(a)	4.13	$9.98 \cdot 10^{-5}$

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	44

9.2 PALIFICATE PILA 03

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 32. Distribuzione sui singoli pali delle azioni.

Comb.	Descrizione	N ₁ [kN]	N ₂ [kN]	N ₃ [kN]	N ₄ [kN]	N ₅ [kN]	N ₆ [kN]	N ₇ [kN]	N ₈ [kN]	N ₉ [kN]
(a)	[Q _{max} , M] – SLU	4786	5818	6851	4029	5062	6094	3272	4305	5337
(b)	[Q, M _{max}] - SLU	1188	4013	6838	512	3337	6163	-163	2662	5487
(c)	[Q _{max} , M] – SLE-R	3304	4022	4740	2873	3591	4309	2442	2442	3878
(d)	[Q, M _{max}] – SLE-R	2935	3722	4509	2762	3549	4336	2589	3376	4163

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 $N = 3591$ kN, dunque.

Tabella 33. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
L _p	N+P	S _{cal}	1,25 N+P	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
40.00	4651	16725	5814	2.88

9.2.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Nella figura seguente è illustrata la curva di backbone del palo di lunghezza $L = 40$ 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.

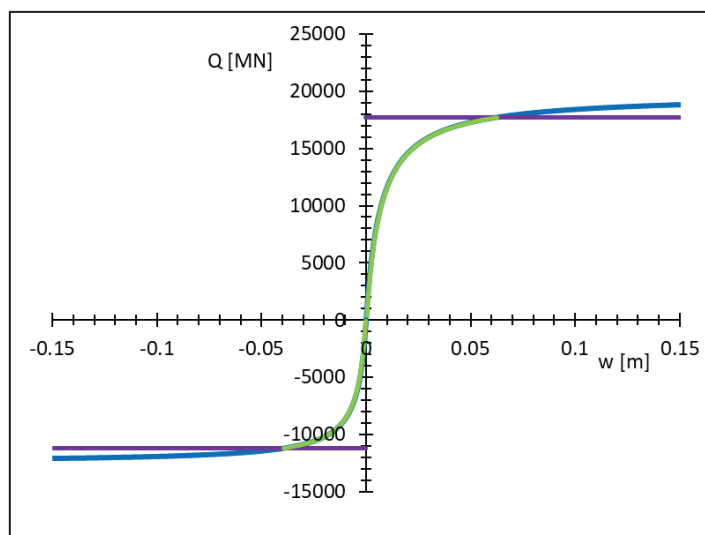


Figura 27. Curva di backbone per il palo di lunghezza $L = 40$ m.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

Tabella 34. Parametri alla scala del palo singolo nel caso $L = 40$ m

L [m]	N_{uk} [kN]	S_{uk} [kN]	K_c [kN/m]	K_t [kN/m]
40	16071	11514	2827658	2827658

Di seguito è illustrato il dominio di collasso caratteristico del gruppo di pali di lunghezza $L = 40$ 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).

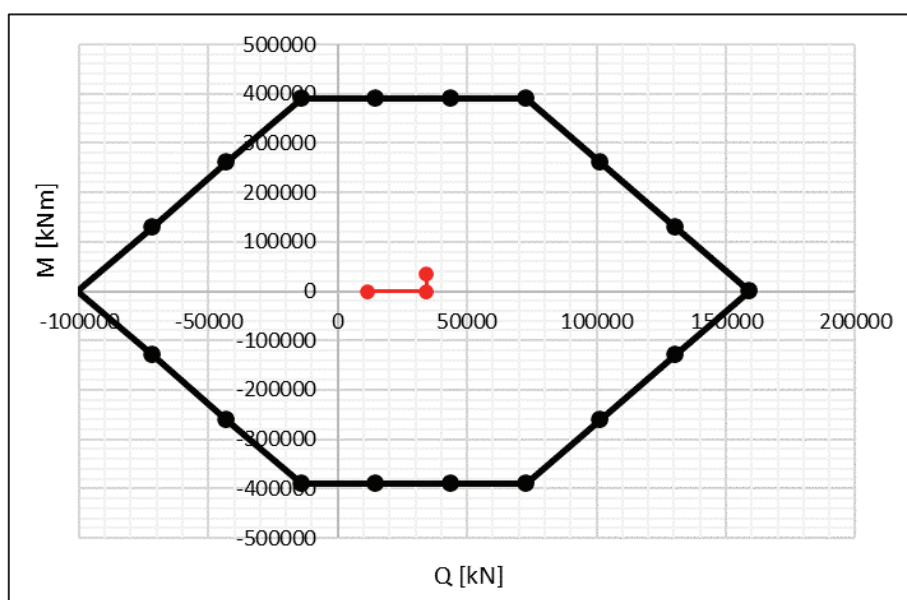


Figura 28. Domini di collasso caratteristici e percorsi di carico per le analisi SLE.

La curva carico cedimento parte dal livello di pre-carico dovuto al peso del plinto ed è spinta fino a rottura. La curva (M, θ) dipende in generale dal livello di carico assiale. Nella figura successiva sono rappresentate le curve carico-cedimento (Q, w) e momento-rotazione (M, θ) 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	15	03	005	C	46

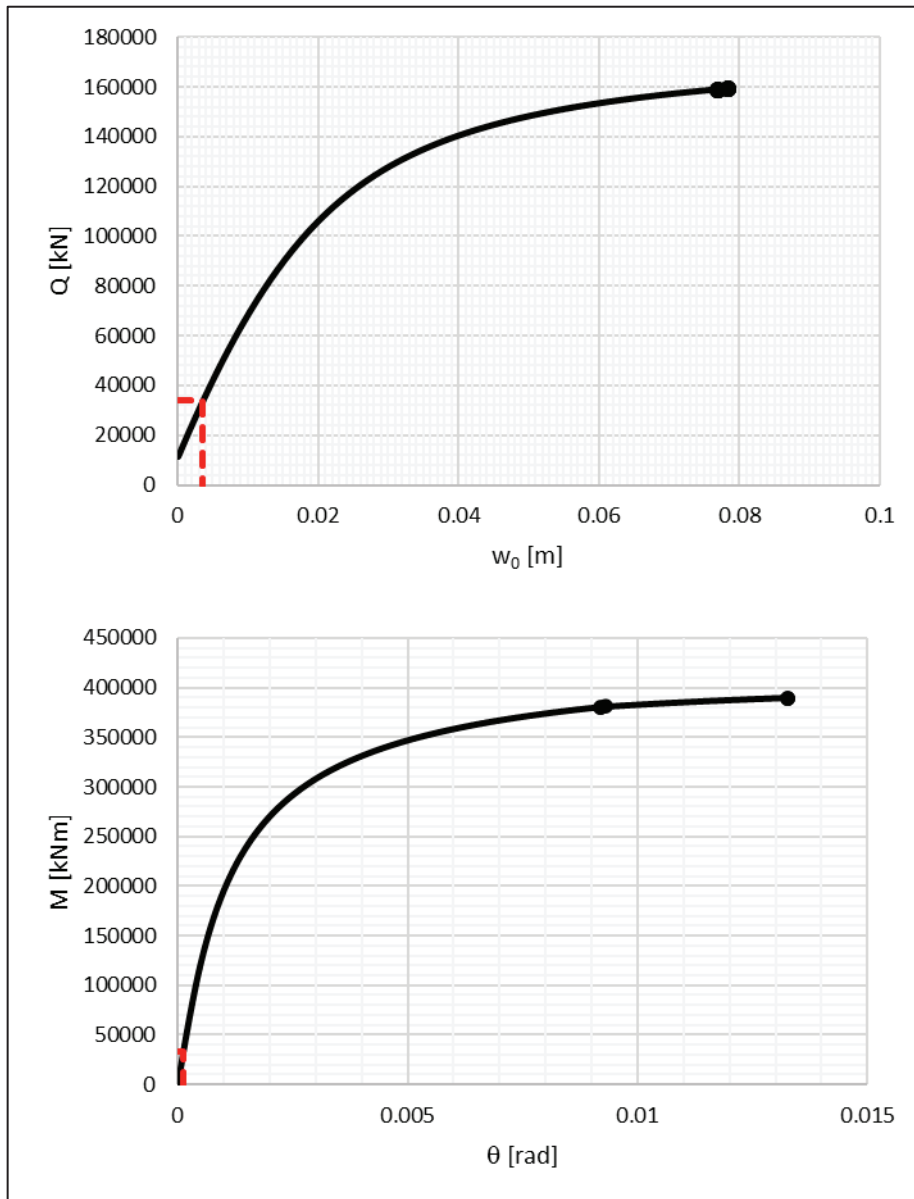


Figura 29. Curva carico cedimento e curva momento rotazione del percorso (a).

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 θ la rotazione al termine del ramo verticale. L'incremento di spostamento verticale Δw nella fase di applicazione del momento è trascurabile.

Tabella 35. Risultati delle analisi SLE.

Load Path	w_1 [mm]	θ [rad]
(a)	3.598	$1.192 \cdot 10^{-4}$

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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	47

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	48

della profondità relativa (z/λ).

Tabella 36. Coefficienti corrispondenti a z/λ ed L/λ .

z/λ	z [m]	A_u	B_u	A_θ	B_θ	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:

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

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

$$P = 2H$$

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 HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Spalla 01

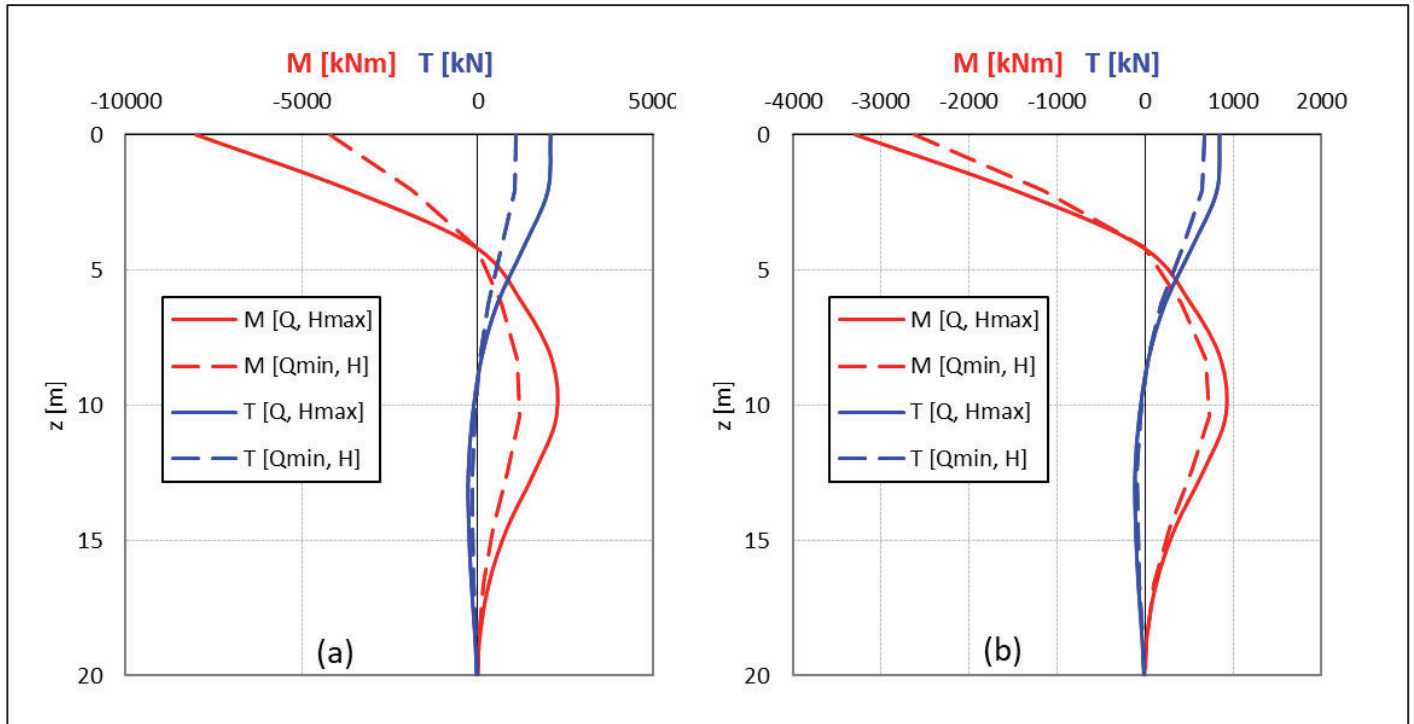


Figura 30. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 37. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3905	2073	8016
SLU	[Q _{min} , H]	3162	1085	4194
SLE	[Q, H _{max}]	4040	851	3291
SLE	[Q _{min} , H]	3716	676	2615

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	50

- Pila 01+02

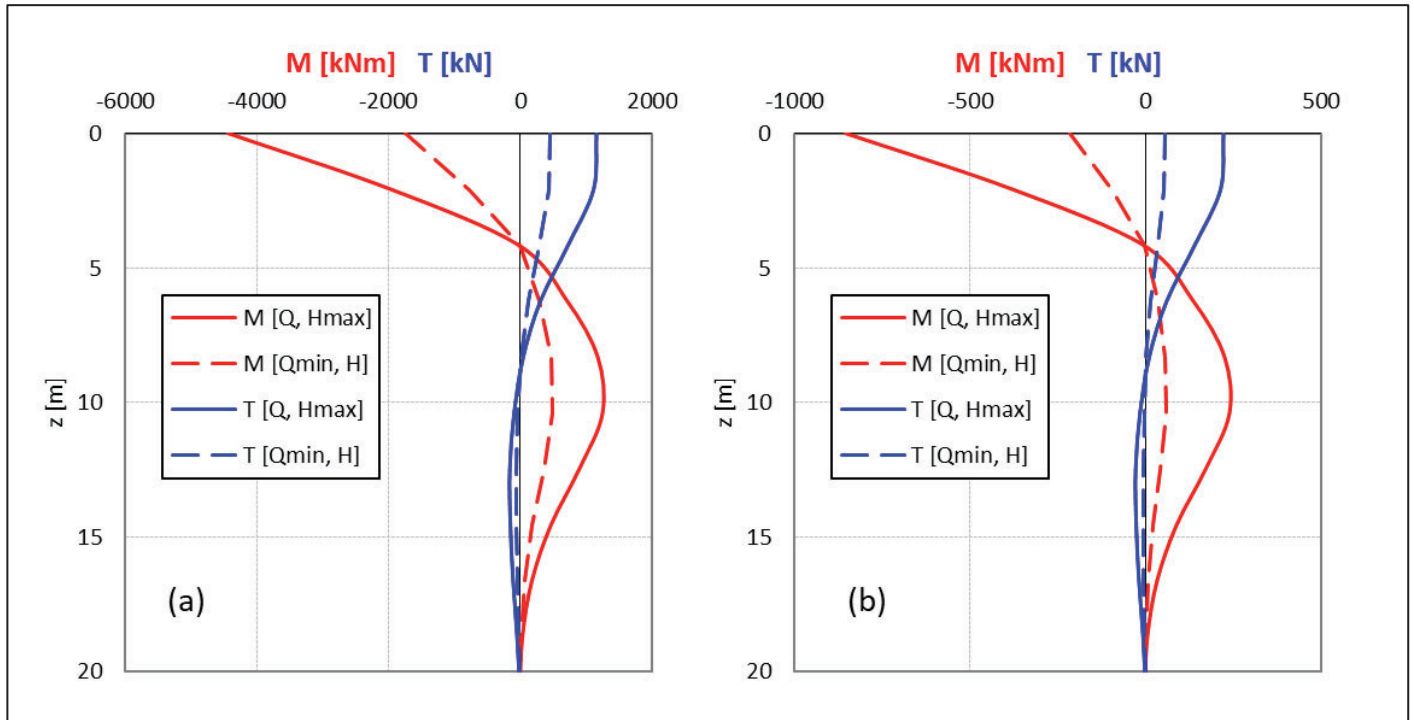


Figura 31. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 38. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3132	1150	4447
SLU	[Q _{min} , H]	2306	454	1755
SLE	[Q, H _{max}]	3395	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	2896	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Pila 03

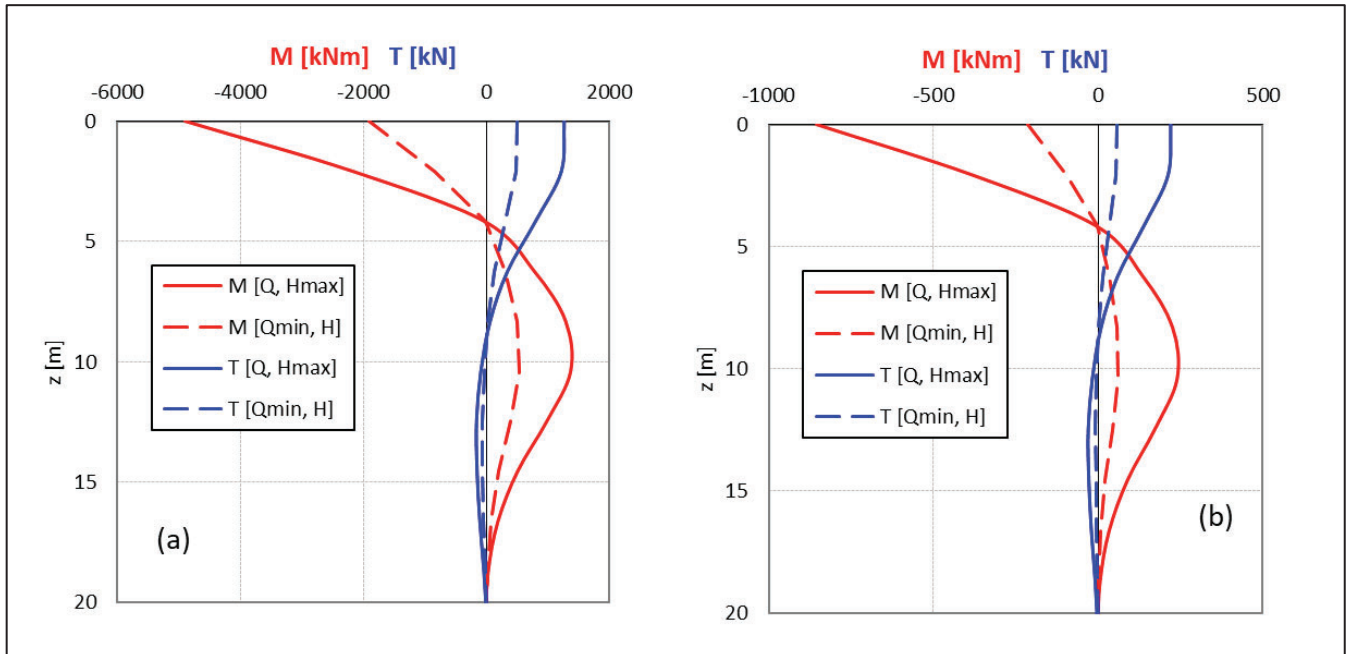


Figura 32. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 39. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3337	1264	4886
SLU	[Q _{min} , H]	2471	494	1911
SLE	[Q, H _{max}]	3591	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	3092	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Pila 04÷11

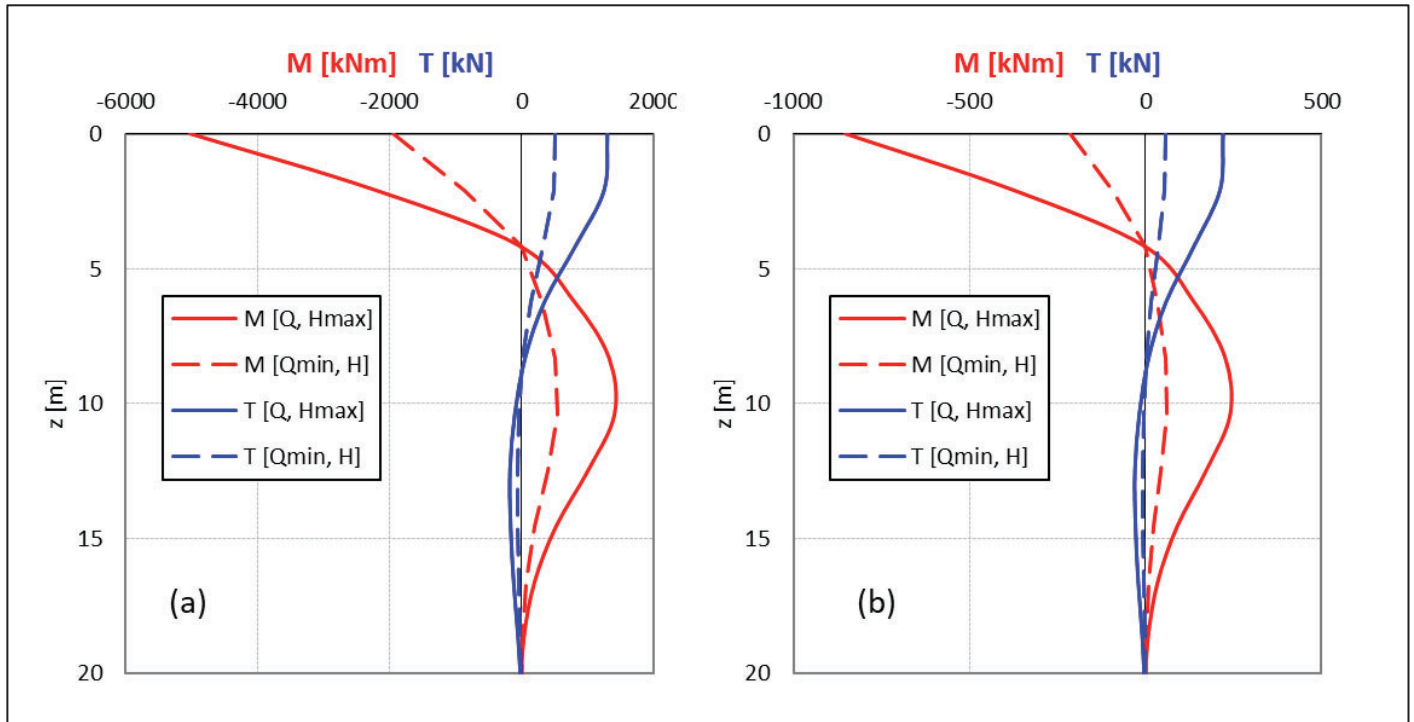


Figura 33. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 40. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3356	1299	5024
SLU	[Q _{min} , H]	2487	506	1955
SLE	[Q, H _{max}]	3609	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	3110	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Pila 12÷13

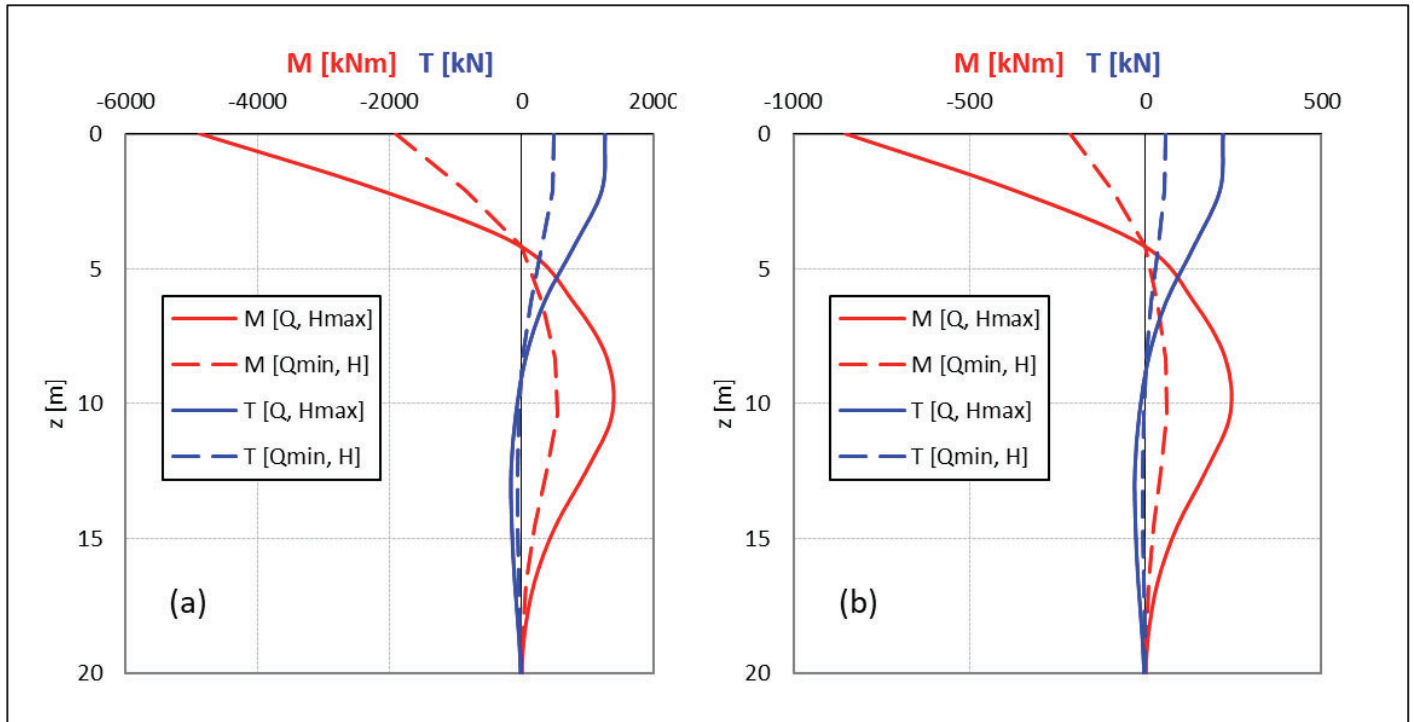


Figura 34. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 41. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3337	1264	4886
SLU	[Q _{min} , H]	2471	494	1911
SLE	[Q, H _{max}]	3591	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	3092	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Pila 14÷16

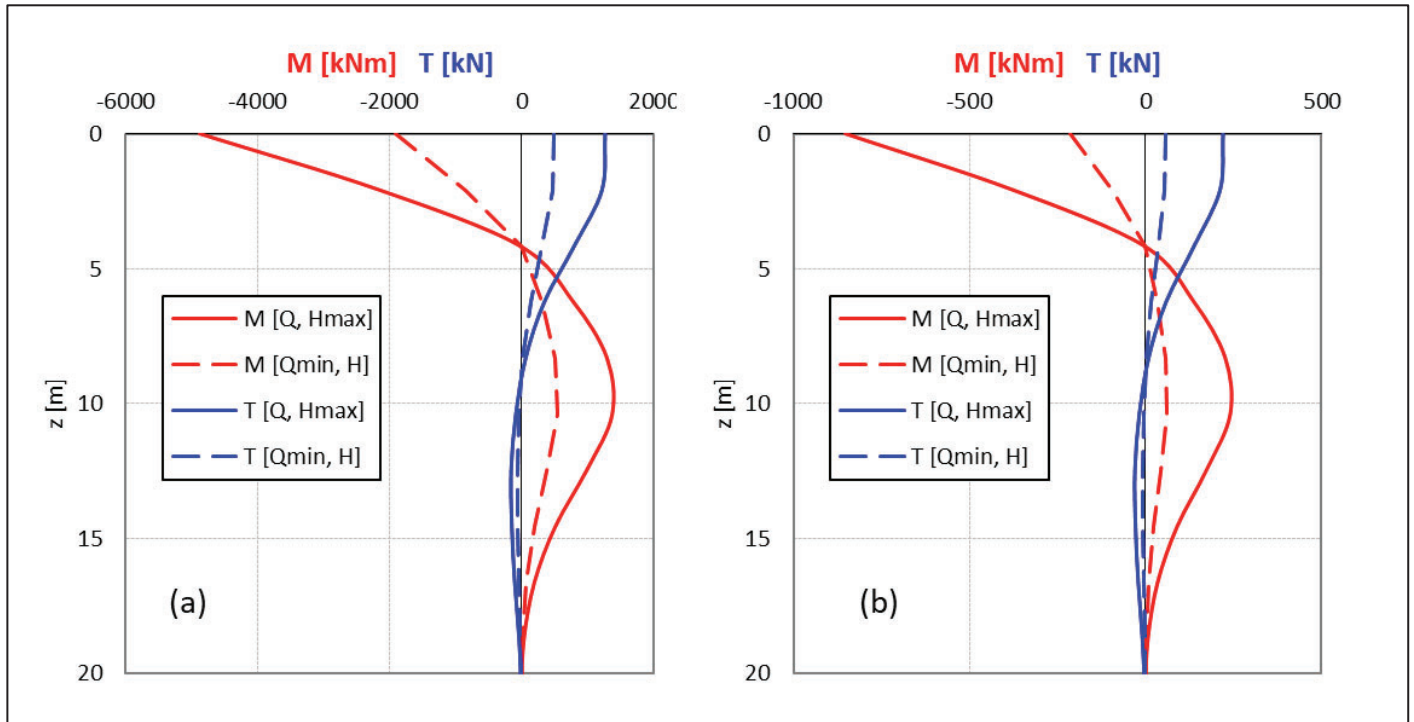


Figura 35. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 42. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3337	1264	4886
SLU	[Q _{min} , H]	2471	494	1911
SLE	[Q, H _{max}]	3591	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	3092	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Pila 17÷18

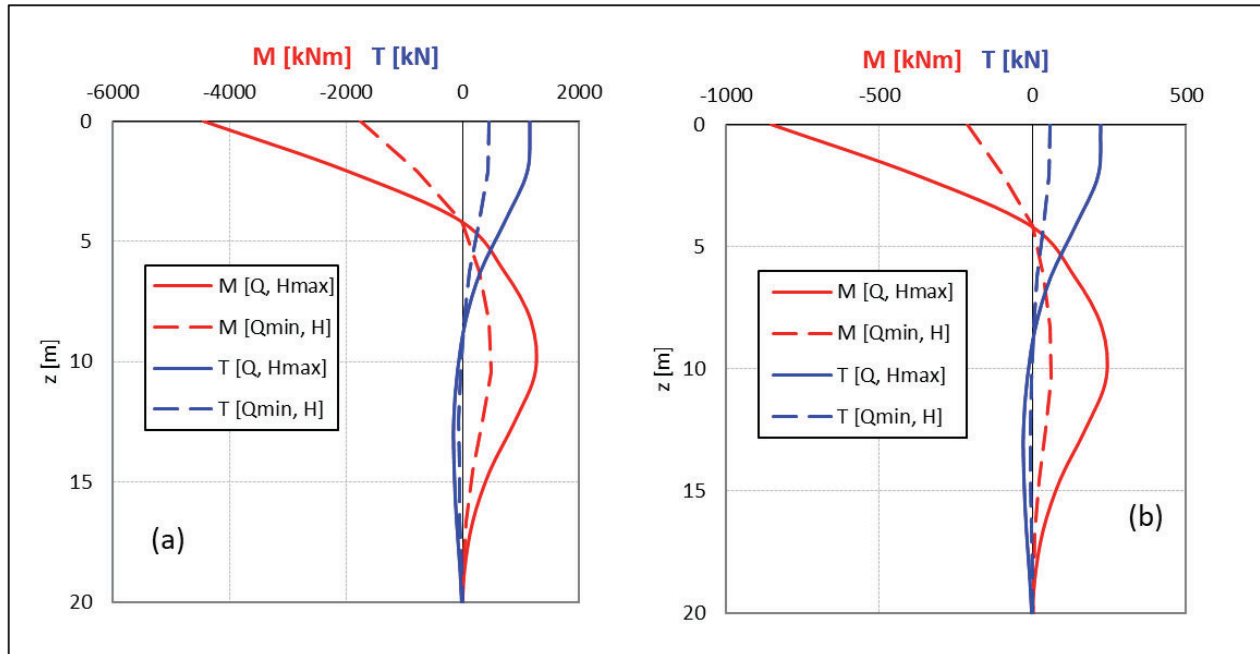


Figura 36. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 43. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3132	1150	4447
SLU	[Q _{min} , H]	2306	454	1755
SLE	[Q, H _{max}]	3395	221	855
SLE	[Q _{min} , H]	2896	56	215

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

- Spalla 02

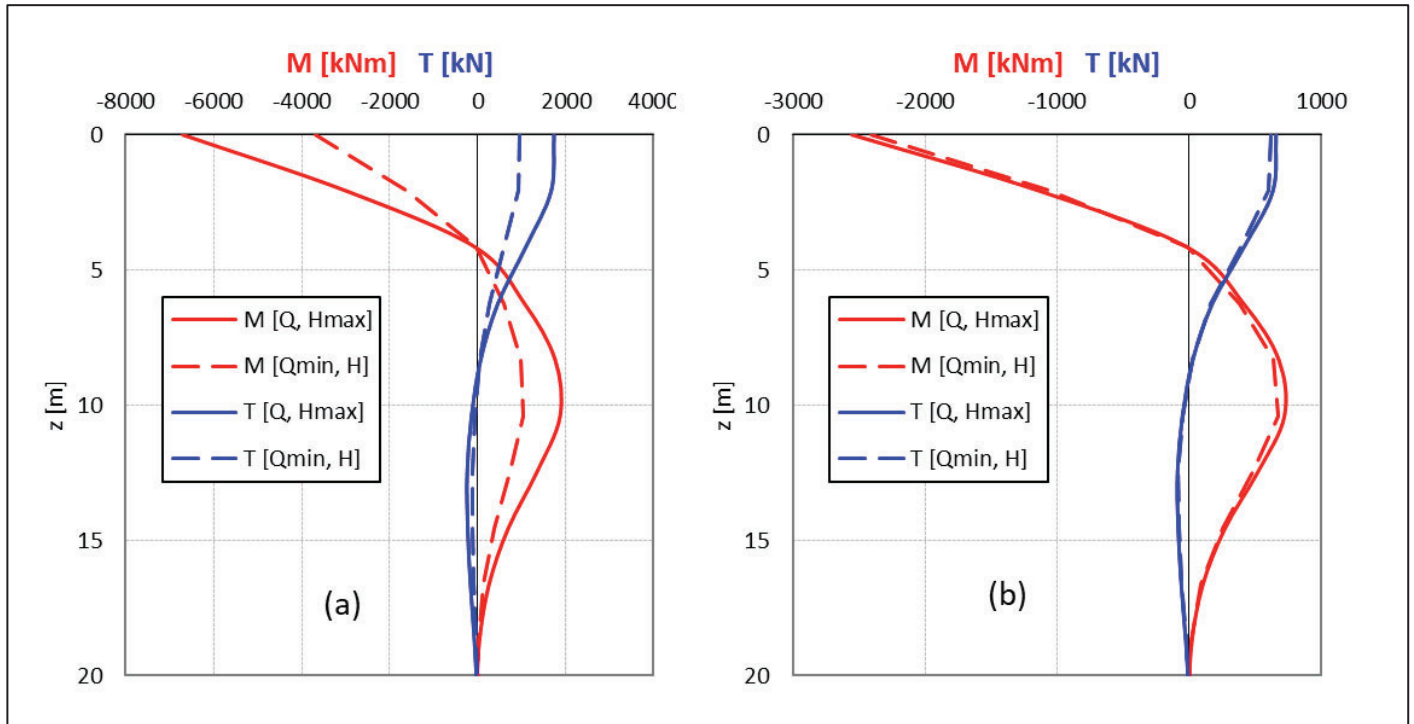


Figura 37. Diagramma del taglio e del momento.

Tabella 44. Stati di sforzo alla sommità dei pali e valori del momento resistente.

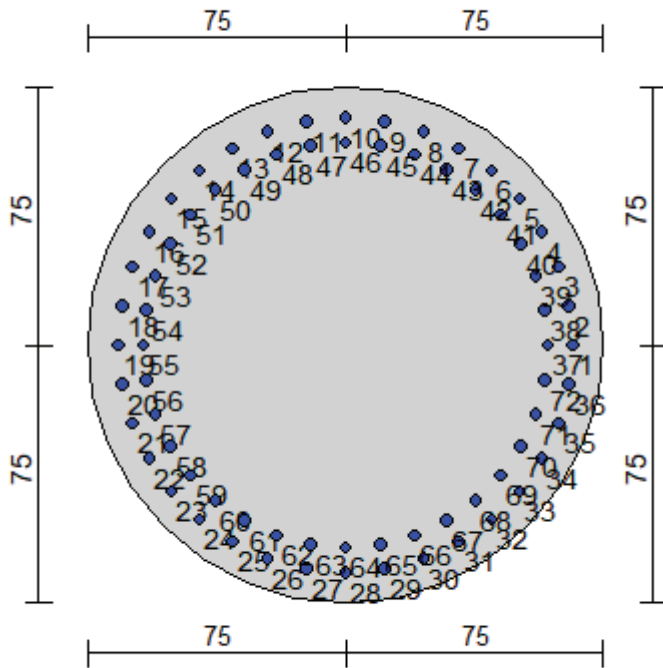
Stato limite	Combinazione	N (kN)	T (kN)	M (kNm)
SLU	[Q, H _{max}]	3009	1388	5365
SLU	[Q _{min} , H]	2435	761	2944
SLE	[Q, H _{max}]	3145	529	2046
SLE	[Q _{min} , H]	2863	498	1925

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	57

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
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	58

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	140.2	86.5	8.04	no
3	137.2	97.6	8.04	no
4	132.3	108.1	8.04	no
5	125.7	117.6	8.04	no
6	117.6	125.7	8.04	no
7	108.1	132.3	8.04	no
8	97.6	137.2	8.04	no
9	86.5	140.2	8.04	no
10	75.0	141.2	8.04	no
11	63.5	140.2	8.04	no
12	52.4	137.2	8.04	no
13	41.9	132.3	8.04	no
14	32.4	125.7	8.04	no
15	24.3	117.6	8.04	no
16	17.7	108.1	8.04	no
17	12.8	97.6	8.04	no
18	9.8	86.5	8.04	no
19	8.8	75.0	8.04	no
20	9.8	63.5	8.04	no
21	12.8	52.4	8.04	no
22	17.7	41.9	8.04	no
23	24.3	32.4	8.04	no
24	32.4	24.3	8.04	no
25	41.9	17.7	8.04	no
26	52.4	12.8	8.04	no
27	63.5	9.8	8.04	no
28	75.0	8.8	8.04	no
29	86.5	9.8	8.04	no
30	97.6	12.8	8.04	no
31	108.1	17.7	8.04	no
32	117.6	24.3	8.04	no
33	125.7	32.4	8.04	no
34	132.3	41.9	8.04	no
35	137.2	52.4	8.04	no
36	140.2	63.5	8.04	no
37	134.0	75.0	8.04	no
38	133.1	85.2	8.04	no
39	130.4	95.2	8.04	no
40	126.1	104.5	8.04	no
41	120.2	112.9	8.04	no
42	112.9	120.2	8.04	no
43	104.5	126.1	8.04	no
44	95.2	130.4	8.04	no
45	85.2	133.1	8.04	no
46	75.0	134.0	8.04	no
47	64.8	133.1	8.04	no
48	54.8	130.4	8.04	no
49	45.5	126.1	8.04	no
50	37.1	120.2	8.04	no
51	29.8	112.9	8.04	no
52	23.9	104.5	8.04	no
53	19.6	95.2	8.04	no
54	16.9	85.2	8.04	no
55	16.0	75.0	8.04	no
56	16.9	64.8	8.04	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	59

57	19.6	54.8	8.04	no
58	23.9	45.5	8.04	no
59	29.8	37.1	8.04	no
60	37.1	29.8	8.04	no
61	45.5	23.9	8.04	no
62	54.8	19.6	8.04	no
63	64.8	16.9	8.04	no
64	75.0	16.0	8.04	no
65	85.2	16.9	8.04	no
66	95.2	19.6	8.04	no
67	104.5	23.9	8.04	no
68	112.9	29.8	8.04	no
69	120.2	37.1	8.04	no
70	126.1	45.5	8.04	no
71	130.4	54.8	8.04	no
72	133.1	64.8	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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

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/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

εuk (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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 = -22658.8 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 47433.0 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 10766.6 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -10766.6 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 10766.6 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -10766.6 kN m

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	60

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con N_u costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε_{cls}	$\varepsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3799.0	6249.0	0.0	P	7207.1	11855.0	0.0	0.350	0.359	0.530	Ok
				M	33686.5	6246.8	0.0	0.350	0.012	0.110	Ok
				N	3799.0	11506.6	0.0	0.350	0.455	0.540	Ok
2	3094.0	3444.0	0.0	P	10678.6	11886.6	0.0	0.350	0.284	0.290	Ok
				M	40169.2	3441.9	0.0	0.316	0.062	0.080	Ok
				N	3094.0	11391.5	0.0	0.350	0.479	0.300	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε_{cls}	$\varepsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3799.0	6249.0	0.0	P	7207.1	11855.0	0.0	0.350	0.359	0.530	Ok
1	3799.0	6249.0	0.0	M	33686.5	6246.8	0.0	0.350	0.012	0.110	Ok
1	3799.0	6249.0	0.0	N	3799.0	11506.6	0.0	0.350	0.455	0.540	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.2$ (per verific. V_x)

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.2$ (per verific. 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	α_c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VR_{sdx}	VR_{sdy}	TR_{sd}	V_x/VR_{sdx}	V_y/VR_{sdy}	T/TR_{sd}	Verif acc	
	VR_{cdx}	VR_{cdy}	TR_{cd}	V_x/VR_{cdx}	V_y/VR_{cdy}	T/TR_{cd}	Verif cls	
1 SLU	1712.00	0.00	0.00	3799.00	1.153	2.50	0.6812	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.6812	0.0000	0.0000	0.6812	
	4302.23	4302.23	1793.33	0.3979	0.0000	0.0000	0.3979	
2 SLU	944.00	0.00	0.00	3094.00	1.125	2.50	0.3756	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.3756	0.0000	0.0000	0.3756	
	4196.08	4196.08	1793.33	0.2250	0.0000	0.0000	0.2250	

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	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	2411.0	0.0	3971.0	6480.6	0.43	87658.6	0.16	Ok
4	2271.0	0.0	3619.0	6081.1	0.41	82137.0	0.15	Ok

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	61

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	2411.0	0.0	3971.0	0.06	0.14	Ok
6	2271.0	0.0	3619.0	0.05	0.13	Ok

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

Valori limite:

CLS: $\sigma cL = 11205.0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma c/\sigma cL < 1$)

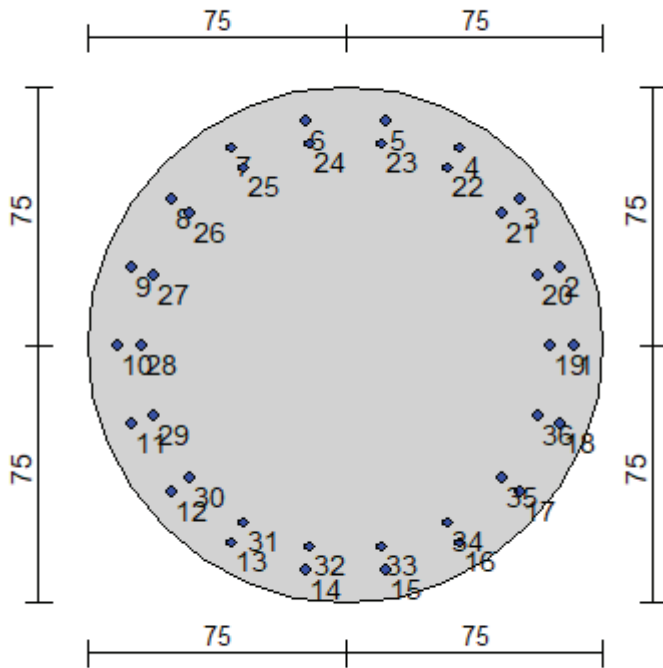
Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σc	$\sigma c/\sigma cL$	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	2411.0	0.0	3971.0	6480.6	0.58	0.06	0.19	Ok
8	2271.0	0.0	3619.0	6081.1	0.54	0.05	0.18	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	15	03	005	C	62

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	63

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	64

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3132.0	4447.0	0.0	P	4267.5	6059.3	0.0	0.350	0.546	0.730	Ok
				M	23315.9	4447.8	0.0	0.350	0.031	0.130	Ok
				N	3132.0	5772.4	0.0	0.350	0.624	0.770	Ok
2	2306.0	1755.0	0.0	P	8937.3	6801.8	0.0	0.350	0.322	0.260	Ok
				M	29756.1	1753.7	0.0	0.307	0.073	0.080	Ok
				N	2306.0	5539.5	0.0	0.350	0.689	0.320	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3132.0	4447.0	0.0	P	4267.5	6059.3	0.0	0.350	0.546	0.730	Ok
1	3132.0	4447.0	0.0	M	23315.9	4447.8	0.0	0.350	0.031	0.130	Ok
1	3132.0	4447.0	0.0	N	3132.0	5772.4	0.0	0.350	0.624	0.770	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)

VRsd_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	65

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsd _x	VRsd _y	TRsd	Vx/VRsd _x	Vy/VRsd _y	T/TRsd	Verif acc	
	VRcd _x	VRcd _y	TRcd	Vx/VRcd _x	Vy/VRcd _y	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	1150.00	0.00	0.00	3132.00	1.126	2.50	0.6853	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.6853	0.0000	0.0000	0.6853	
	4208.46	4208.46	1793.33	0.2733	0.0000	0.0000	0.2733	
2 SLU	454.00	0.00	0.00	2306.00	1.093	2.50	0.2705	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2705	0.0000	0.0000	0.2705	
	4083.89	4083.89	1793.33	0.1112	0.0000	0.0000	0.1112	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3395.0	3708.0	0.25	51599.5	0.01	Ok
4	215.0	0.0	2896.0	1904.4	0.13	27571.6	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/W _{kL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
5	855.0	0.0	3395.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	2896.0	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 $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

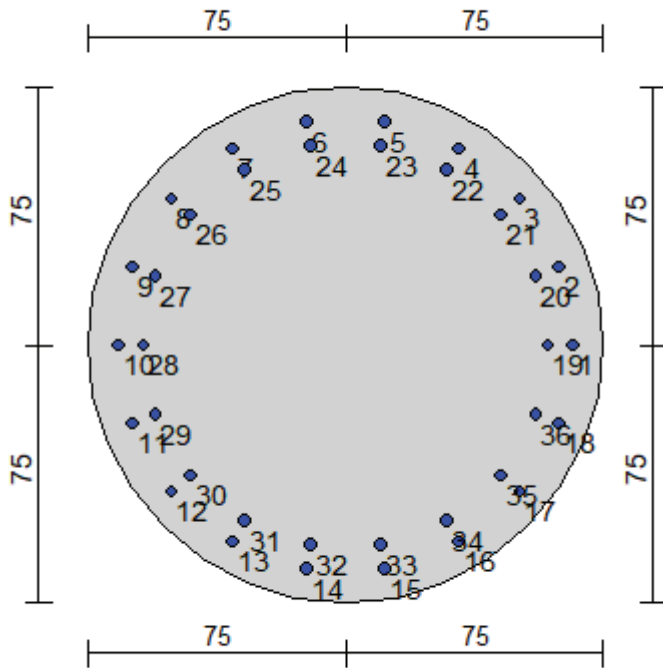
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/W _{kL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3395.0	3708.0	0.33	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	2896.0	1904.4	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	15	03	005	C	66

10.3 PALIFICATE PILE 03



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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	67

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	68

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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 - ($M_x = 0, M_y = 0$)	$N_u = -11329.4$ kN
asse N + ($M_x = 0, M_y = 0$)	$N_u = 36103.6$ kN
asse Mx + ($N = 0, M_y = 0$)	$M_{xu} = 5904.4$ kN m
asse Mx - ($N = 0, M_y = 0$)	$M_{xu} = -5904.4$ kN m
asse My + ($N = 0, M_x = 0$)	$M_{yu} = 5922.7$ kN m
asse My - ($N = 0, M_x = 0$)	$M_{yu} = -5922.7$ kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con N_u costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4964.6	7269.1	0.0	0.350	0.474	0.670	Ok
				M	24998.0	4887.2	0.0	0.350	0.029	0.130	Ok
				N	3337.0	6901.6	0.0	0.350	0.565	0.710	Ok
2	2471.0	1911.0	0.0	P	10064.3	7783.5	0.0	0.350	0.286	0.250	Ok
				M	32069.8	1909.6	0.0	0.304	0.077	0.080	Ok
				N	2471.0	6686.8	0.0	0.350	0.617	0.290	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4964.6	7269.1	0.0	0.350	0.474	0.670	Ok
1	3337.0	4886.0	0.0	M	24998.0	4887.2	0.0	0.350	0.029	0.130	Ok
1	3337.0	4886.0	0.0	N	3337.0	6901.6	0.0	0.350	0.565	0.710	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.2$ (per verific. V_x)

Base $B_w = 135.0$, altezza $H = 135.0$, altezza $d = 126.2$ (per verific. V_y)

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

Risultati delle verifiche:

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

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	69

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	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	1264.00	0.00	0.00	3337.00	1.135	2.50	0.7544	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.7544	0.0000	0.0000	0.7544	
	4232.67	4232.67	1793.33	0.2986	0.0000	0.0000	0.2986	
2 SLU	494.00	0.00	0.00	2471.00	1.100	2.50	0.2948	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.2948	0.0000	0.0000	0.2948	
	4102.28	4102.28	1793.33	0.1204	0.0000	0.0000	0.1204	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3591.0	3587.9	0.24	49990.3	0.00	Ok
4	215.0	0.0	3092.0	1899.4	0.13	27535.0	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		
5	855.0	0.0	3591.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	3092.0	0.00	0.00	Ok

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

Valori limite:

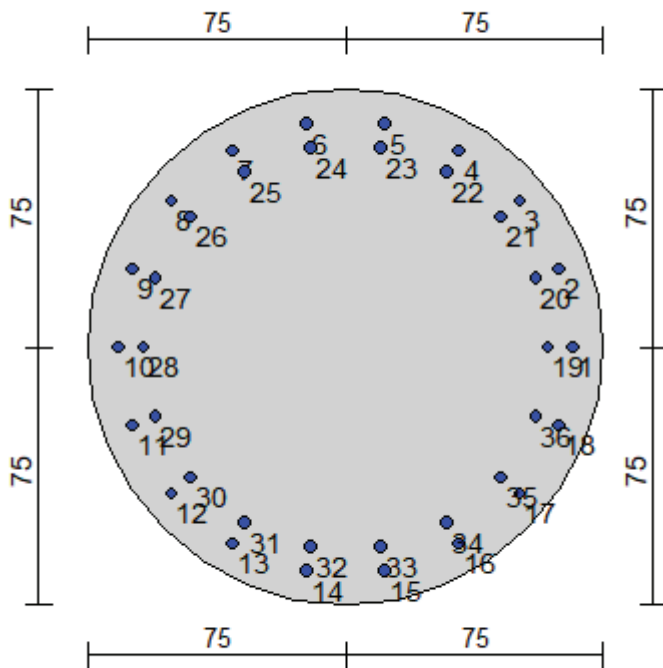
CLS: $\sigma_{cL} = 11205.0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

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

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3591.0	3587.9	0.32	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	3092.0	1899.4	0.17	0.00	0.00	Ok

MANDATARIA 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo Pali di fondazione		COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

10.4 PALIFICATE PILA 04÷11



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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	71

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	72

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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 - ($M_x = 0, M_y = 0$)	$N_u = -11329.4$ kN
asse N + ($M_x = 0, M_y = 0$)	$N_u = 36103.6$ kN
asse Mx + ($N = 0, M_y = 0$)	$M_{xu} = 5904.4$ kN m
asse Mx - ($N = 0, M_y = 0$)	$M_{xu} = -5904.4$ kN m
asse My + ($N = 0, M_x = 0$)	$M_{yu} = 5922.7$ kN m
asse My - ($N = 0, M_x = 0$)	$M_{yu} = -5922.7$ 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	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3356.0	5024.0	0.0	P	4837.5	7241.9	0.0	0.350	0.480	0.690	Ok
				M	24587.3	5025.1	0.0	0.350	0.035	0.140	Ok
				N	3356.0	6906.2	0.0	0.350	0.564	0.730	Ok
2	2487.0	1955.0	0.0	P	9901.8	7783.7	0.0	0.350	0.291	0.250	Ok
				M	31976.5	1953.5	0.0	0.305	0.076	0.080	Ok
				N	2487.0	6690.8	0.0	0.350	0.616	0.290	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3356.0	5024.0	0.0	P	4837.5	7241.9	0.0	0.350	0.480	0.690	Ok
1	3356.0	5024.0	0.0	M	24587.3	5025.1	0.0	0.350	0.035	0.140	Ok
1	3356.0	5024.0	0.0	N	3356.0	6906.2	0.0	0.350	0.564	0.730	Ok

Verifiche taglio-torsione

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

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.2 (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_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	73

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	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	1299.00	0.00	0.00	3356.00	1.135	2.50	0.7753	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.7753	0.0000	0.0000	0.7753	
	4235.53	4235.53	1793.33	0.3067	0.0000	0.0000	0.3067	
2 SLU	506.00	0.00	0.00	2487.00	1.100	2.50	0.3020	Ok
	1675.51	1675.51	1456.92	0.3020	0.0000	0.0000	0.3020	
	4104.69	4104.69	1793.33	0.1233	0.0000	0.0000	0.1233	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3609.0	3595.5	0.24	50105.7	0.00	Ok
4	215.0	0.0	3110.0	1907.6	0.13	27658.3	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		
5	855.0	0.0	3609.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	3110.0	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 $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

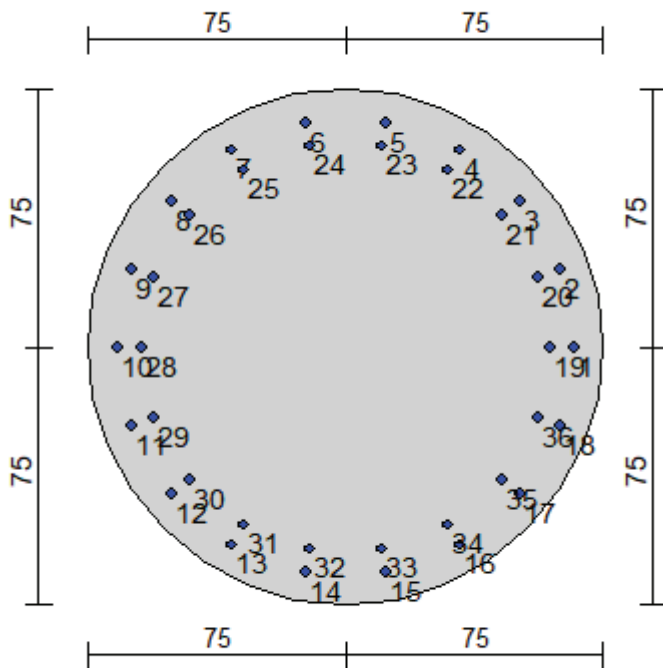
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3609.0	3595.5	0.32	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	3110.0	1907.6	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	15	03	005	C	74

10.5 PALIFICATE PILA 12÷13



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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	75

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	76

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4112.8	6021.9	0.0	0.350	0.557	0.810	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3337.0	5826.0	0.0	0.350	0.609	0.840	Ok
2	2471.0	1911.0	0.0	P	8780.0	6790.2	0.0	0.350	0.327	0.280	Ok
				M	29426.6	1909.5	0.0	0.313	0.066	0.080	Ok
				N	2470.9	5595.3	0.0	0.350	0.673	0.340	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4112.8	6021.9	0.0	0.350	0.557	0.810	Ok
2	2471.0	1911.0	0.0	M	29426.6	1909.5	0.0	0.313	0.066	0.080	Ok
1	3337.0	4886.0	0.0	N	3337.0	5826.0	0.0	0.350	0.609	0.840	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_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	77

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	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	1264.00	0.00	0.00	3337.00	1.135	2.50	0.7532	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.7532	0.0000	0.0000	0.7532	
	4239.38	4239.38	1793.33	0.2982	0.0000	0.0000	0.2982	
2 SLU	494.00	0.00	0.00	2471.00	1.100	2.50	0.2944	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2944	0.0000	0.0000	0.2944	
	4108.78	4108.78	1793.33	0.1202	0.0000	0.0000	0.1202	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3591.0	3790.5	0.25	52868.7	0.00	Ok
4	215.0	0.0	3092.0	1998.3	0.13	28979.5	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		
5	855.0	0.0	3591.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	3092.0	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 $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

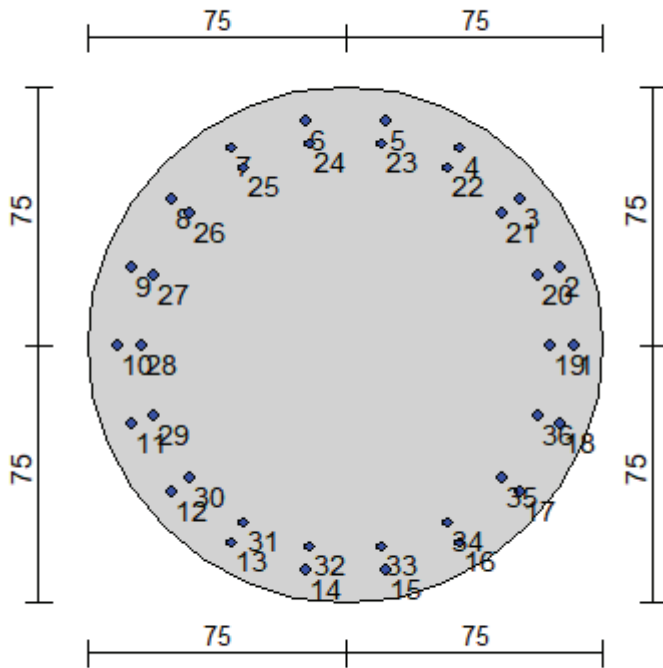
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3591.0	3790.5	0.34	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	3092.0	1998.3	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	15	03	005	C	78

10.6 PALIFICATE PILA 14÷16



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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	79

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	80

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4112.8	6021.9	0.0	0.350	0.557	0.810	Ok
				M	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.c.	--
				N	3337.0	5826.0	0.0	0.350	0.609	0.840	Ok
2	2471.0	1911.0	0.0	P	8780.0	6790.2	0.0	0.350	0.327	0.280	Ok
				M	29426.6	1909.5	0.0	0.313	0.066	0.080	Ok
				N	2470.9	5595.3	0.0	0.350	0.673	0.340	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ϵ_{cls}	$\epsilon_{acciaio}$	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3337.0	4886.0	0.0	P	4112.8	6021.9	0.0	0.350	0.557	0.810	Ok
2	2471.0	1911.0	0.0	M	29426.6	1909.5	0.0	0.313	0.066	0.080	Ok
1	3337.0	4886.0	0.0	N	3337.0	5826.0	0.0	0.350	0.609	0.840	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)

VRsd_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	81

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	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	1264.00	0.00	0.00	3337.00	1.135	2.50	0.7532	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.7532	0.0000	0.0000	0.7532	
	4239.38	4239.38	1793.33	0.2982	0.0000	0.0000	0.2982	
2 SLU	494.00	0.00	0.00	2471.00	1.100	2.50	0.2944	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2944	0.0000	0.0000	0.2944	
	4108.78	4108.78	1793.33	0.1202	0.0000	0.0000	0.1202	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3591.0	3790.5	0.25	52868.7	0.00	Ok
4	215.0	0.0	3092.0	1998.3	0.13	28979.5	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		
5	855.0	0.0	3591.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	3092.0	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 $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

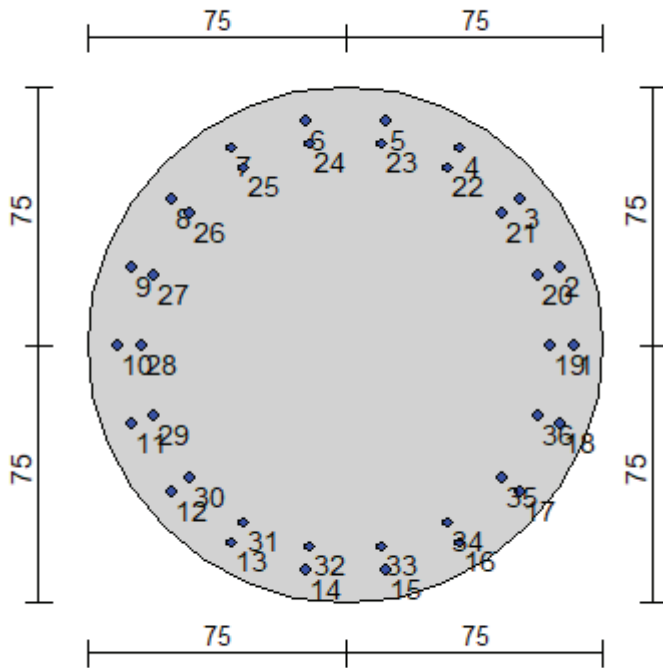
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3591.0	3790.5	0.34	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	3092.0	1998.3	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	15	03	005	C	82

10.7 PALIFICATE PILA 17÷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 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	83

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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	84

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/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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_x e M_y:

asse N - (M _x = 0, M _y = 0)	Nu = -8674.1 kN
asse N + (M _x = 0, M _y = 0)	Nu = 33448.3 kN
asse M _x + (N = 0, M _y = 0)	M _{xu} = 4701.2 kN m
asse M _x - (N = 0, M _y = 0)	M _{xu} = -4701.2 kN m
asse M _y + (N = 0, M _x = 0)	M _{yu} = 4704.2 kN m
asse M _y - (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 M_{xu}, M_{yu} e Nu proporzionali (sigla tipo verifica: P)

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

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	M _x	M _y	t.v.	Nu	M _{xu}	M _{yu}	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3132.0	4447.0	0.0	P	4267.5	6059.3	0.0	0.350	0.546	0.730	Ok
				M	23315.9	4447.8	0.0	0.350	0.031	0.130	Ok
				N	3132.0	5772.4	0.0	0.350	0.624	0.770	Ok
2	2306.0	1755.0	0.0	P	8937.3	6801.8	0.0	0.350	0.322	0.260	Ok
				M	29756.1	1753.7	0.0	0.307	0.073	0.080	Ok
				N	2306.0	5539.5	0.0	0.350	0.689	0.320	Ok

Risultati combinazioni maggiormente gravose:

Cmb	N	M _x	M _y	t.v.	Nu	M _{xu}	M _{yu}	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3132.0	4447.0	0.0	P	4267.5	6059.3	0.0	0.350	0.546	0.730	Ok
1	3132.0	4447.0	0.0	M	23315.9	4447.8	0.0	0.350	0.031	0.130	Ok
1	3132.0	4447.0	0.0	N	3132.0	5772.4	0.0	0.350	0.624	0.770	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base B_w = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V_x)

Base B_w = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.4 (per verific. V_y)

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

Risultati delle verifiche:

V_x, V_y, T, N sollecitazioni (F = kN e M = kN m)

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

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	85

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	αc	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	1150.00	0.00	0.00	3132.00	1.126	2.50	0.6853	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.6853	0.0000	0.0000	0.6853	
	4208.46	4208.46	1793.33	0.2733	0.0000	0.0000	0.2733	
2 SLU	454.00	0.00	0.00	2306.00	1.093	2.50	0.2705	Ok
	1678.17	1678.17	1456.92	0.2705	0.0000	0.0000	0.2705	
	4083.89	4083.89	1793.33	0.1112	0.0000	0.0000	0.1112	

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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq		
3	855.0	0.0	3395.0	3708.0	0.25	51599.5	0.01	Ok
4	215.0	0.0	2896.0	1904.4	0.13	27571.6	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		
5	855.0	0.0	3395.0	0.00	0.00	Ok
6	215.0	0.0	2896.0	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 $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

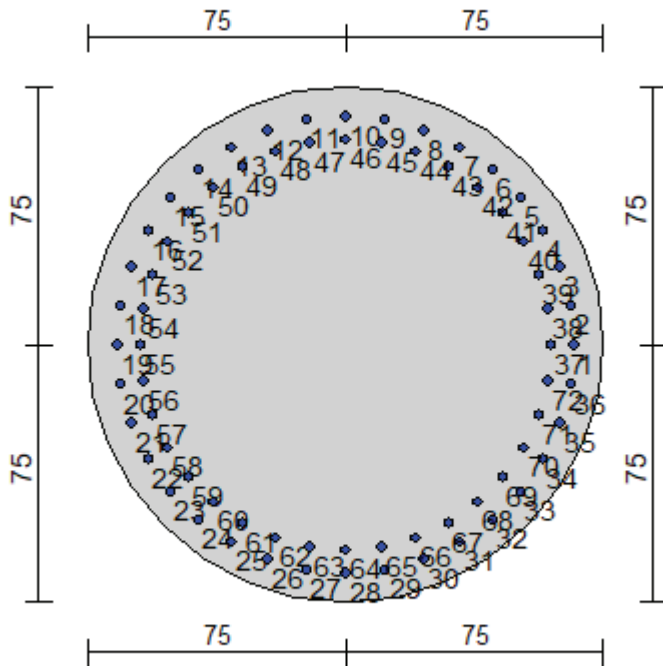
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	855.0	0.0	3395.0	3708.0	0.33	0.00	0.00	Ok
8	215.0	0.0	2896.0	1904.4	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	15	03	005	C	86

10.8 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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	87

27	5.7	103.7
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	141.5	75.0	5.31	no
2	140.5	86.5	5.31	no
3	137.5	97.7	5.31	no
4	132.6	108.3	5.31	no
5	125.9	117.7	5.31	no
6	117.7	125.9	5.31	no
7	108.3	132.6	5.31	no
8	97.7	137.5	5.31	no
9	86.5	140.5	5.31	no
10	75.0	141.5	5.31	no
11	63.5	140.5	5.31	no
12	52.3	137.5	5.31	no
13	41.8	132.6	5.31	no
14	32.3	125.9	5.31	no
15	24.1	117.7	5.31	no
16	17.4	108.3	5.31	no
17	12.5	97.7	5.31	no
18	9.5	86.5	5.31	no
19	8.5	75.0	5.31	no
20	9.5	63.5	5.31	no
21	12.5	52.3	5.31	no
22	17.4	41.8	5.31	no
23	24.1	32.3	5.31	no
24	32.3	24.1	5.31	no
25	41.8	17.4	5.31	no
26	52.3	12.5	5.31	no
27	63.5	9.5	5.31	no
28	75.0	8.5	5.31	no
29	86.5	9.5	5.31	no
30	97.7	12.5	5.31	no
31	108.3	17.4	5.31	no
32	117.7	24.1	5.31	no
33	125.9	32.3	5.31	no
34	132.6	41.8	5.31	no
35	137.5	52.3	5.31	no
36	140.5	63.5	5.31	no
37	134.9	75.0	5.31	no
38	134.0	85.4	5.31	no
39	131.3	95.5	5.31	no
40	126.9	105.0	5.31	no
41	120.9	113.5	5.31	no
42	113.5	120.9	5.31	no
43	105.0	126.9	5.31	no
44	95.5	131.3	5.31	no
45	85.4	134.0	5.31	no
46	75.0	134.9	5.31	no
47	64.6	134.0	5.31	no
48	54.5	131.3	5.31	no
49	45.0	126.9	5.31	no
50	36.5	120.9	5.31	no
51	29.1	113.5	5.31	no
52	23.1	105.0	5.31	no
53	18.7	95.5	5.31	no
54	16.0	85.4	5.31	no
55	15.1	75.0	5.31	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	88

56	16.0	64.6	5.31	no
57	18.7	54.5	5.31	no
58	23.1	45.0	5.31	no
59	29.1	36.5	5.31	no
60	36.5	29.1	5.31	no
61	45.0	23.1	5.31	no
62	54.5	18.7	5.31	no
63	64.6	16.0	5.31	no
64	75.0	15.1	5.31	no
65	85.4	16.0	5.31	no
66	95.5	18.7	5.31	no
67	105.0	23.1	5.31	no
68	113.5	29.1	5.31	no
69	120.9	36.5	5.31	no
70	126.9	45.0	5.31	no
71	131.3	54.5	5.31	no
72	134.0	64.6	5.31	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/cm²

fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

fcd = 141.10 daN/cm² ($\alpha_{cc} = 0.85$; $\gamma_c = 1.50$)

fctm (resistenza a trazione media) = 25.58 daN/cm²

G (modulo di elasticità tangenziale) = 140389 daN/cm²

E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314472 daN/cm²

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/cm²

fyd = 3913 daN/cm² ($\gamma_a = 1.15$)

fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²

εuk (deformazione di rottura) = 0.075

G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²

E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²

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 = -14958.4 kN

asse N + (Mx = 0, My = 0)

Nu = 39732.6 kN

asse Mx + (N = 0, My = 0)

Mxu = 7570.5 kN m

asse Mx - (N = 0, My = 0)

Mxu = -7570.5 kN m

asse My + (N = 0, Mx = 0)

Myu = 7570.5 kN m

asse My - (N = 0, Mx = 0)

Myu = -7570.5 kN m

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	89

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	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3009.0	5365.0	0.0	P	4902.9	8741.8	0.0	0.350	0.459	0.610	Ok
				M	27764.1	5365.1	0.0	0.350	0.025	0.110	Ok
				N	3009.0	8383.1	0.0	0.350	0.546	0.640	Ok
2	2435.0	2944.0	0.0	P	7494.3	9060.9	0.0	0.350	0.366	0.320	Ok
				M	33557.3	2942.4	0.0	0.324	0.051	0.070	Ok
				N	2435.0	8245.8	0.0	0.350	0.577	0.360	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	%	%		
1	3009.0	5365.0	0.0	P	4902.9	8741.8	0.0	0.350	0.459	0.610	Ok
1	3009.0	5365.0	0.0	M	27764.1	5365.1	0.0	0.350	0.025	0.110	Ok
1	3009.0	5365.0	0.0	N	3009.0	8383.1	0.0	0.350	0.546	0.640	Ok

Verifiche taglio-torsione

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (per verific. Vx)

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (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

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	1388.00	0.00	0.00	3009.00	1.121	2.50	0.8264	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.8264	0.0000	0.0000	0.8264	
	4193.23	4193.23	1793.33	0.3310	0.0000	0.0000	0.3310	
2 SLU	761.00	0.00	0.00	2435.00	1.098	2.50	0.4531	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4531	0.0000	0.0000	0.4531	
	4106.60	4106.60	1793.33	0.1853	0.0000	0.0000	0.1853	

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	2046.0	0.0	3145.0	6540.1	0.44	88051.6	0.19	Ok
4	1925.0	0.0	2863.0	6143.0	0.41	82575.7	0.19	Ok

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

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	90

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	2046.0	0.0	3145.0	0.07	0.19	Ok
6	1925.0	0.0	2863.0	0.07	0.18	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	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
7	2046.0	0.0	3145.0	6540.1	0.58	0.07	0.25	Ok
8	1925.0	0.0	2863.0	6143.0	0.55	0.07	0.24	Ok

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	91

10.9 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali proposta	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
01÷02	34m	36Φ28	Φ12/15cm
03	40m	36Φ32	Φ12/15cm
04÷11	39m	36Φ32	Φ12/15cm
12÷13	37m	36Φ28	Φ12/15cm
14÷16	37m	36Φ28	Φ12/15cm
17÷18	40m	36Φ28	Φ12/15cm
Spalla 1	42m	36Φ32	Φ12/10cm
Spalla 2	43m	36Φ26	Φ12/15cm

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

11. CURVE DI CAPACITÀ

11.1 STRATIGRAFIA 1

11.1.1 Stratigrafia 1, b = 2.5 m, Scalzamento = 0

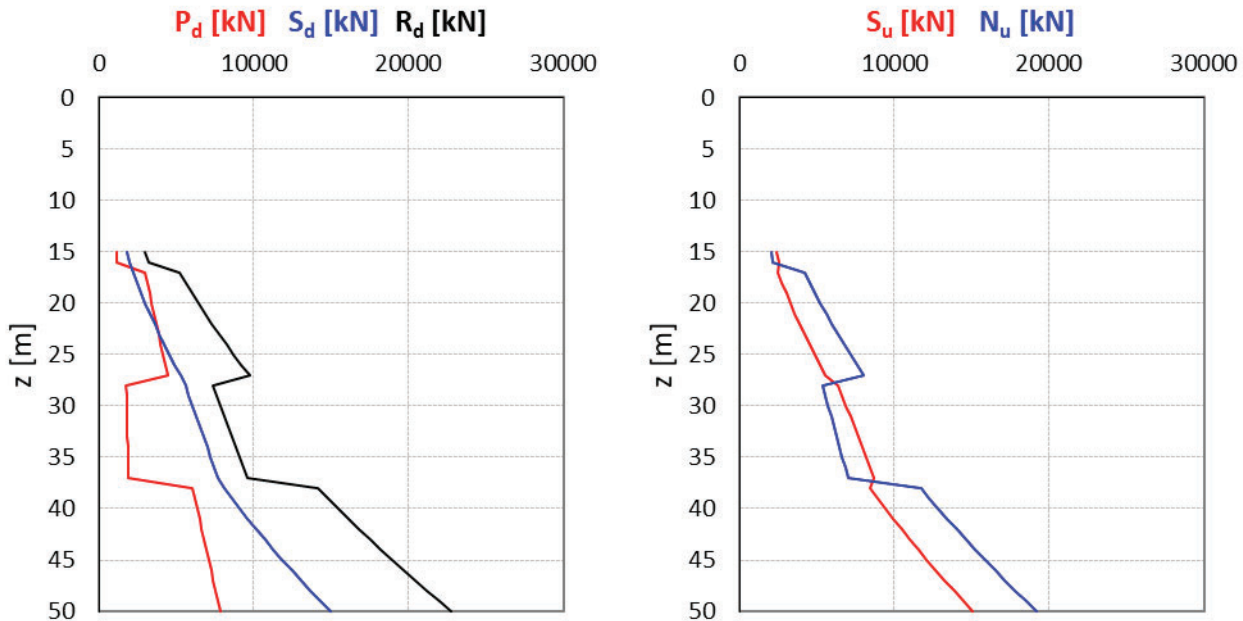


Tabella 1. Stratigrafia 1, b = 2,5 m, scalzamento = 0;

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	3392	2505	663	1843	3003	1160	2358	2040
16	3703	2540	707	2012	3188	1176	2558	2162
17	4081	6415	451	2218	5188	2970	2491	4218
18	4543	6733	477	2469	5586	3117	2749	4550
19	5028	7051	504	2733	5997	3264	3018	4894
20	5535	7369	530	3008	6420	3412	3298	5248
21	6064	7687	557	3296	6855	3559	3589	5613
22	6616	8005	583	3596	7302	3706	3891	5989
23	7191	8323	610	3908	7761	3853	4205	6375
24	7787	8641	636	4232	8233	4001	4530	6773
25	8406	8959	663	4569	8716	4148	4866	7182
26	9047	9278	689	4917	9212	4295	5213	7602
27	9711	9596	716	5278	9720	4442	5571	8032
28	10268	3818	1237	5580	7348	1768	6371	5376
29	10701	3851	1281	5816	7599	1783	6632	5558
30	11134	3885	1325	6051	7850	1799	6892	5739
31	11567	3919	1370	6286	8100	1814	7153	5921
32	12000	3952	1414	6522	8351	1830	7413	6102
33	12433	3986	1458	6757	8602	1845	7674	6284
34	12865	4019	1502	6992	8853	1861	7935	6466
35	13298	4053	1546	7227	9104	1876	8195	6647
36	13731	4087	1590	7463	9355	1892	8456	6829

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	93

37	14164	4120	1635	7698	9605	1907	8717	7010
38	14838	13095	1007	8064	14127	6062	8427	11707
39	15771	13413	1034	8571	14781	6210	8919	12269
40	16725	13731	1060	9090	15447	6357	9423	12842
41	17702	14049	1087	9621	16125	6504	9938	13425
42	18701	14367	1113	10164	16815	6651	10464	14020
43	19723	14685	1140	10719	17518	6799	11001	14626
44	20767	15003	1166	11286	18232	6946	11550	15243
45	21833	15321	1193	11866	18959	7093	12109	15870
46	22922	15639	1219	12458	19698	7240	12680	16509
47	24033	15957	1246	13062	20449	7388	13262	17158
48	25167	16275	1272	13678	21212	7535	13856	17819
49	26323	16593	1299	14306	21988	7682	14460	18490
50	27501	16912	1325	14946	22776	7829	15076	19173

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 SSR [$\varphi = 37^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 20$ [Raccomandazioni AGI 1984].

11.1.2 Stratigrafia 1, $b = 2.5$ m, Scalzamento = 2.0 m

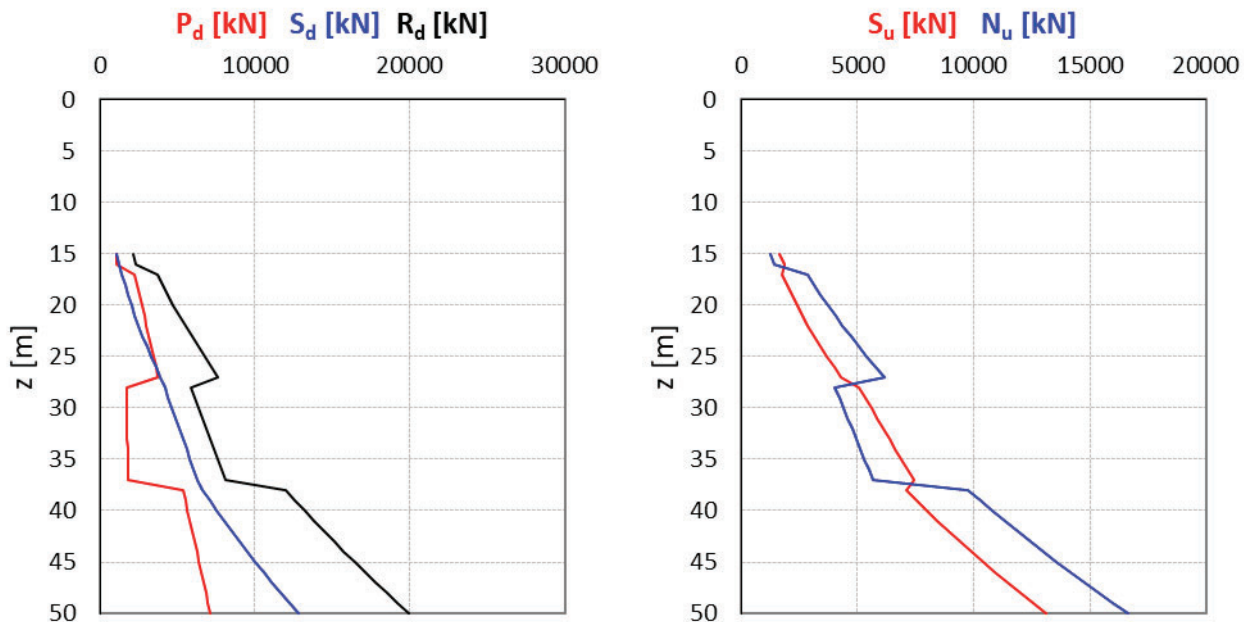


Tabella 2. Stratigrafia 1, $b = 2,5$ m, scalzamento = 2,0 m

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	1974	2350	663	1073	2161	1088	1650	1282
16	2285	2385	707	1242	2346	1104	1849	1405
17	2610	4904	451	1419	3689	2270	1756	2869
18	2966	5222	477	1612	4030	2418	1960	3150
19	3345	5540	504	1818	4383	2565	2176	3441

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	94

20	3746	5858	530	2036	4748	2712	2403	3743
21	4169	6176	557	2266	5125	2859	2641	4056
22	4614	6494	583	2508	5514	3007	2890	4380
23	5082	6812	610	2762	5916	3154	3151	4715
24	5573	7130	636	3029	6330	3301	3423	5061
25	6085	7449	663	3307	6756	3448	3705	5417
26	6620	7767	689	3598	7194	3596	3999	5785
27	7178	8085	716	3901	7644	3743	4305	6164
28	7681	3663	1237	4175	5870	1696	5078	4046
29	8114	3696	1281	4410	6121	1711	5338	4228
30	8547	3730	1325	4645	6372	1727	5599	4410
31	8980	3764	1370	4881	6623	1742	5860	4591
32	9413	3797	1414	5116	6874	1758	6120	4773
33	9846	3831	1458	5351	7125	1773	6381	4954
34	10279	3864	1502	5587	7376	1789	6642	5136
35	10712	3898	1546	5822	7626	1805	6902	5317
36	11145	3931	1590	6057	7877	1820	7163	5499
37	11578	3965	1635	6292	8128	1836	7424	5681
38	12199	11584	1007	6630	11993	5363	7107	9786
39	13025	11902	1034	7079	12589	5510	7546	10296
40	13873	12220	1060	7540	13197	5657	7997	10817
41	14744	12538	1087	8013	13818	5805	8459	11349
42	15637	12856	1113	8498	14450	5952	8932	11892
43	16552	13174	1140	8996	15095	6099	9416	12446
44	17490	13492	1166	9505	15752	6246	9911	13010
45	18450	13810	1193	10027	16421	6394	10418	13586
46	19433	14128	1219	10561	17102	6541	10936	14173
47	20437	14446	1246	11107	17795	6688	11465	14770
48	21465	14765	1272	11666	18501	6835	12005	15379
49	22514	15083	1299	12236	19219	6983	12556	15998
50	23586	15401	1325	12819	19949	7130	13118	16628

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 SSR [$\varphi = 37^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 20$ [Raccomandazioni AGI 1984].

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

11.1.3 Stratigrafia 1, b = 2.5 m, Scalzamento = 4.5 m

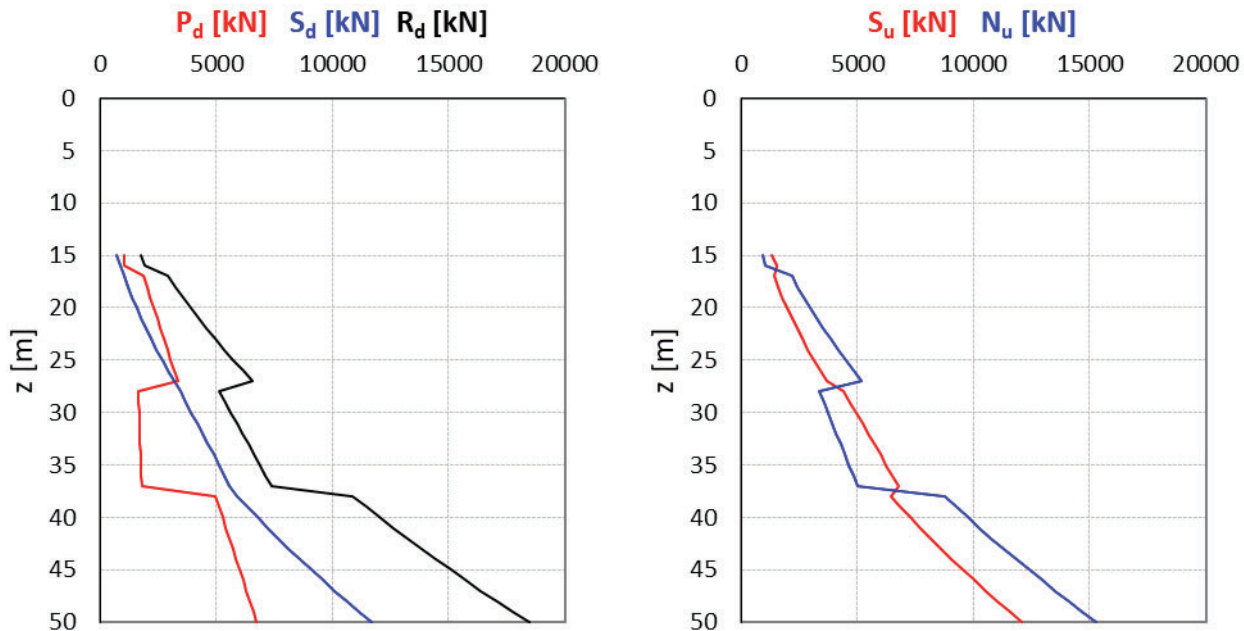


Tabella 3. Stratigrafia 1, b = 2,5 m, scalzamento = 4,5 m

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	1330	2264	663	723	1771	1048	1327	931
16	1641	2299	707	892	1956	1064	1527	1053
17	1936	4064	451	1052	2934	1882	1419	2190
18	2233	4383	477	1214	3243	2029	1594	2441
19	2553	4701	504	1387	3564	2176	1780	2704
20	2894	5019	530	1573	3897	2323	1977	2977
21	3259	5337	557	1771	4242	2471	2186	3261
22	3645	5655	583	1981	4599	2618	2406	3556
23	4054	5973	610	2203	4969	2765	2637	3862
24	4485	6291	636	2438	5350	2913	2879	4179
25	4939	6609	663	2684	5744	3060	3132	4507
26	5415	6927	689	2943	6150	3207	3397	4846
27	5913	7245	716	3214	6568	3354	3672	5196
28	6387	3577	1237	3471	5127	1656	4431	3378
29	6820	3610	1281	3707	5378	1671	4691	3559
30	7253	3644	1325	3942	5629	1687	4952	3741
31	7686	3677	1370	4177	5880	1703	5213	3922
32	8119	3711	1414	4413	6131	1718	5473	4104
33	8552	3745	1458	4648	6382	1734	5734	4285
34	8985	3778	1502	4883	6632	1749	5995	4467
35	9418	3812	1546	5119	6883	1765	6255	4649
36	9851	3845	1590	5354	7134	1780	6516	4830
37	10284	3879	1635	5589	7385	1796	6777	5012
38	10875	10744	1007	5911	10885	4974	6445	8789
39	11642	11062	1034	6327	11449	5121	6855	9270
40	12432	11380	1060	6756	12025	5269	7276	9762

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

41	13243	11699	1087	7197	12613	5416	7708	10265
42	14077	12017	1113	7651	13214	5563	8152	10779
43	14933	12335	1140	8116	13826	5710	8607	11304
44	15812	12653	1166	8594	14451	5858	9072	11840
45	16713	12971	1193	9083	15088	6005	9549	12387
46	17637	13289	1219	9585	15737	6152	10038	12944
47	18582	13607	1246	10099	16399	6300	10537	13513
48	19551	13925	1272	10625	17072	6447	11048	14093
49	20541	14243	1299	11164	17758	6594	11569	14683
50	21554	14561	1325	11714	18456	6741	12102	15285

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 SSR [$\varphi = 37^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 20$ [Raccomandazioni AGI 1984].

11.1.4 Stratigrafia 1, $b = 2.0$ m, Scalzamento = 0 m

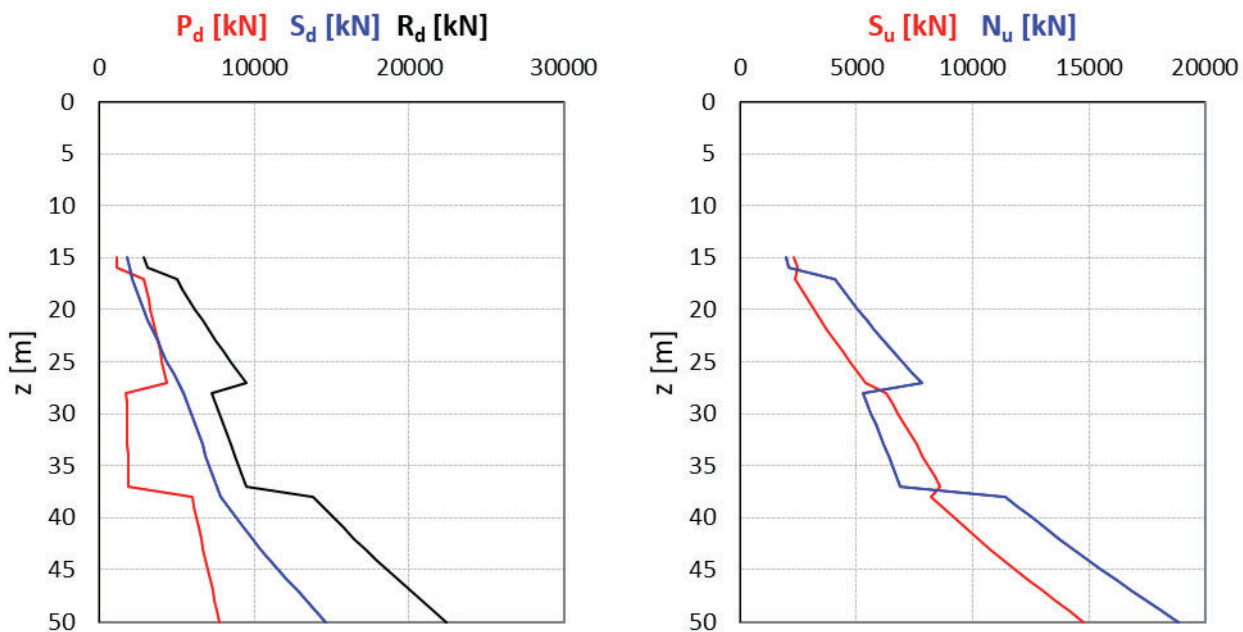


Tabella 4. Stratigrafia 1, $b = 2$ m, scalzamento = 0

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	3259	2488	663	1771	2923	1152	2292	1968
16	3570	2523	707	1940	3108	1168	2492	2090
17	3881	6256	451	2109	5005	2896	2391	4054
18	4332	6574	477	2354	5398	3043	2643	4381
19	4806	6892	504	2612	5802	3191	2906	4719
20	5302	7210	530	2881	6219	3338	3181	5067
21	5820	7528	557	3163	6648	3485	3467	5427
22	6360	7846	583	3457	7089	3632	3763	5797
23	6924	8164	610	3763	7543	3780	4071	6179

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	97

24	7509	8482	636	4081	8008	3927	4391	6571
25	8117	8800	663	4411	8485	4074	4721	6974
26	8747	9118	689	4754	8975	4222	5063	7389
27	9399	9437	716	5108	9477	4369	5415	7814
28	10074	3801	1237	5475	7235	1760	6274	5274
29	10507	3835	1281	5710	7486	1775	6535	5456
30	10940	3868	1325	5946	7737	1791	6795	5638
31	11373	3902	1370	6181	7987	1806	7056	5819
32	11806	3935	1414	6416	8238	1822	7317	6001
33	12239	3969	1458	6652	8489	1838	7577	6182
34	12672	4003	1502	6887	8740	1853	7838	6364
35	13105	4036	1546	7122	8991	1869	8099	6545
36	13538	4070	1590	7357	9242	1884	8359	6727
37	13971	4103	1635	7593	9492	1900	8620	6909
38	14404	12936	1007	7828	13817	5989	8209	11428
39	15325	13254	1034	8329	14465	6136	8696	11984
40	16268	13572	1060	8841	15124	6283	9194	12552
41	17234	13890	1087	9366	15797	6430	9704	13130
42	18222	14208	1113	9903	16481	6578	10224	13719
43	19232	14526	1140	10452	17177	6725	10756	14320
44	20265	14844	1166	11014	17886	6872	11299	14931
45	21320	15162	1193	11587	18607	7019	11853	15553
46	22398	15480	1219	12173	19339	7167	12418	16186
47	23498	15798	1246	12770	20085	7314	12995	16830
48	24620	16116	1272	13380	20842	7461	13582	17485
49	25765	16434	1299	14003	21611	7609	14181	18151
50	26932	16753	1325	14637	22393	7756	14791	18828

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 SSR [$\varphi = 37^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 20$ [Raccomandazioni AGI 1984].

MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

11.2 STRATIGRAFIA 2

11.2.1 Stratigrafia 2, b = 2.5 m, Scalzamento = 0

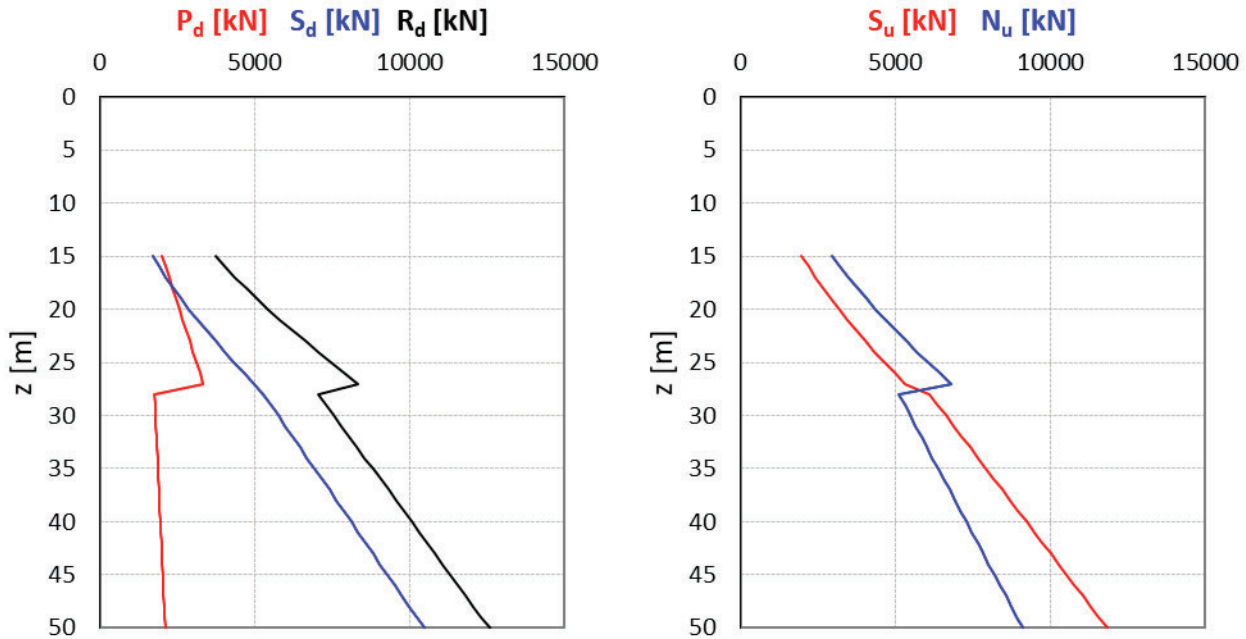


Tabella 5. Stratigrafia 2, b = 2,5 m, scalzamento = 0

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	3150	4347	398	1712	3725	2013	1973	2955
16	3539	4586	424	1924	4047	2123	2194	3218
17	3949	4824	451	2146	4380	2233	2425	3491
18	4380	5063	477	2380	4724	2344	2667	3775
19	4832	5301	504	2626	5080	2454	2919	4069
20	5304	5540	530	2883	5447	2565	3182	4373
21	5797	5779	557	3151	5826	2675	3455	4687
22	6311	6017	583	3430	6216	2786	3739	5011
23	6846	6256	610	3721	6617	2896	4033	5345
24	7401	6494	636	4022	7029	3007	4337	5690
25	7978	6733	663	4336	7453	3117	4651	6045
26	8575	6971	689	4660	7888	3227	4976	6410
27	9192	7210	716	4996	8334	3338	5312	6785
28	9726	3819	1237	5286	7054	1768	6100	5111
29	10159	3852	1281	5521	7305	1784	6360	5293
30	10592	3886	1325	5756	7555	1799	6621	5474
31	11025	3920	1370	5992	7806	1815	6882	5656
32	11457	3953	1414	6227	8057	1830	7142	5838
33	11890	3987	1458	6462	8308	1846	7403	6019
34	12323	4020	1502	6697	8559	1861	7664	6201
35	12756	4054	1546	6933	8810	1877	7924	6382
36	13189	4087	1590	7168	9060	1892	8185	6564
37	13622	4121	1635	7403	9311	1908	8446	6746
38	14055	4155	1679	7639	9562	1923	8706	6927

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 15 03			PROGR 005

39	14488	4188	1723	7874	9813	1939	8967	7109
40	14921	4222	1767	8109	10064	1954	9228	7290
41	15354	4255	1811	8345	10315	1970	9488	7472
42	15787	4289	1856	8580	10565	1986	9749	7653
43	16220	4322	1900	8815	10816	2001	10010	7835
44	16653	4356	1944	9050	11067	2017	10270	8017
45	17086	4390	1988	9286	11318	2032	10531	8198
46	17519	4423	2032	9521	11569	2048	10792	8380
47	17952	4457	2076	9756	11820	2063	11052	8561
48	18385	4490	2121	9992	12071	2079	11313	8743
49	18818	4524	2165	10227	12321	2094	11574	8924
50	19251	4557	2209	10462	12572	2110	11834	9106

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 CGC1s [$\varphi = 35^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 15$ [Raccomandazioni AGI 1984].

11.2.2 Stratigrafia 2, $b = 2.0$ m, Scalzamento = 0

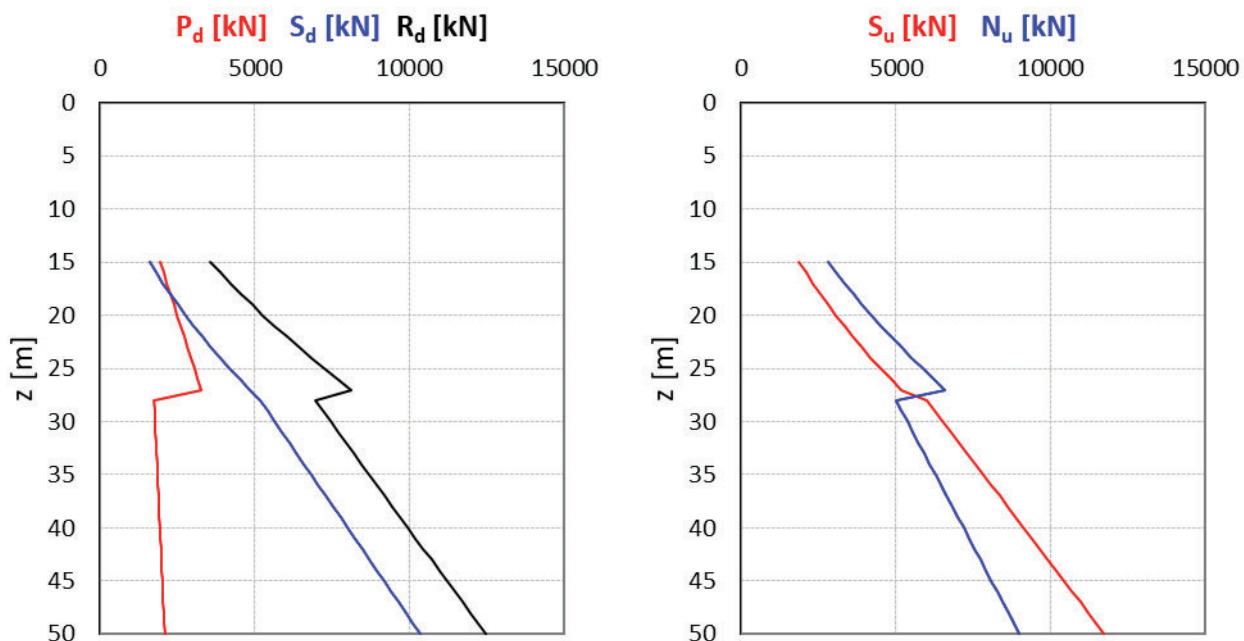


Tabella 6. Stratigrafia 2, $b = 2$ m, scalzamento = 0

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	2986	4228	398	1623	3580	1957	1891	2825
16	3365	4466	424	1829	3897	2068	2107	3083
17	3765	4705	451	2046	4224	2178	2333	3351
18	4185	4944	477	2274	4563	2289	2570	3630
19	4626	5182	504	2514	4913	2399	2817	3918
20	5088	5421	530	2765	5275	2510	3074	4217

MANDATARIA 		MANDANTI 		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
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	15	03	005	C	100

21	5571	5659	557	3028	5648	2620	3342	4526
22	6074	5898	583	3301	6032	2730	3620	4845
23	6599	6136	610	3586	6427	2841	3909	5175
24	7144	6375	636	3883	6834	2951	4208	5514
25	7710	6614	663	4190	7252	3062	4518	5864
26	8296	6852	689	4509	7681	3172	4837	6224
27	8904	7091	716	4839	8122	3283	5168	6594
28	9532	3802	1237	5180	6941	1760	6003	5010
29	9965	3836	1281	5416	7192	1776	6264	5191
30	10398	3869	1325	5651	7442	1791	6524	5373
31	10831	3903	1370	5886	7693	1807	6785	5554
32	11264	3936	1414	6122	7944	1822	7046	5736
33	11697	3970	1458	6357	8195	1838	7306	5918
34	12130	4003	1502	6592	8446	1853	7567	6099
35	12563	4037	1546	6828	8697	1869	7828	6281
36	12996	4071	1590	7063	8947	1885	8088	6462
37	13429	4104	1635	7298	9198	1900	8349	6644
38	13862	4138	1679	7533	9449	1916	8610	6825
39	14295	4171	1723	7769	9700	1931	8870	7007
40	14728	4205	1767	8004	9951	1947	9131	7189
41	15160	4238	1811	8239	10202	1962	9392	7370
42	15593	4272	1856	8475	10452	1978	9652	7552
43	16026	4306	1900	8710	10703	1993	9913	7733
44	16459	4339	1944	8945	10954	2009	10174	7915
45	16892	4373	1988	9181	11205	2024	10434	8096
46	17325	4406	2032	9416	11456	2040	10695	8278
47	17758	4440	2076	9651	11707	2056	10955	8460
48	18191	4474	2121	9886	11958	2071	11216	8641
49	18624	4507	2165	10122	12208	2087	11477	8823
50	19057	4541	2209	10357	12459	2102	11737	9004

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 CGC1s [$\varphi = 35^\circ$] è stato assunto $N^*_q = 15$ [Raccomandazioni AGI 1984].