

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

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

VI08 – Ponte su canale km 18+066,600 e km 18+081,500

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore

Ing. Gianguido Babini

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

Il Direttore Tecnico

Ing. Gianguido Babini

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data

firma

Data

firma

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 8 0 3	0 0 5	C	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Prima emissione	L. de Sanctis	14/12/2022	S.Carozza	16/12/2022	T. Pelella	18/12/2022	
B	Revisione	P.Carandente T.	07/06/2023	S.Carozza	09/06/2023	T. Pelella	09/06/2023	
C	Revisione	P.Carandente T.	20/10/2023	S.Carozza	25/10/2023	T. Pelella	25/10/2023	

File: LI0B02EZZCLVI0803005C.DOCX

n. Elab.

 	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	08	03	005	C	1

INDICE

1.. PREMESSA	2
2.. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
2.1 Normativa di riferimento	3
2.2 Documenti di riferimento	3
2.3 Bibliografia di riferimento	3
3.. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
3.1 Calcestruzzo pali e plinti di fondazione Rck > 30 Mpa (C25/30)	5
3.2 Acciaio d'armatura B450C	5
4.. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	6
5.. AZIONI INTRADOSSO DELLA FONDAZIONE	6
6.. CRITERI PER ANALISI E VERIFICHE GEOTECNICHE	11
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali	11
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati	12
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE	15
7.1 SPALLA 01	15
7.2 SPALLA 02	16
8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE	17
8.1 PALIFICATA SPALLA 01	18
8.2 PALIFICATE SPALLA 02	20
9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	22
9.1 PALIFICATE SPALLA 01	22
9.2 PALIFICATE SPALLA 02	26
10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE	32
10.1 SPALLA 01	37
10.2 SPALLA 2	44
10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI	50

Relazione di calcolo Pali di fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	2

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi e la verifica delle fondazioni delle spalle che sostengono la campata a travi incorporate da 14.9 m del viadotto ferroviario denominato VI08, previsto tra le progressive chilometriche 18+066.60 e 18+081.50.

La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita due binari posti ad interasse di 4.0 m.

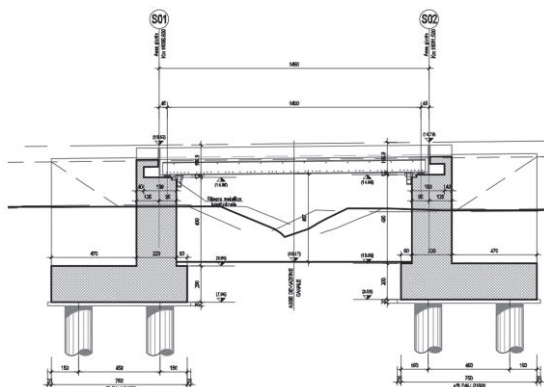


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

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

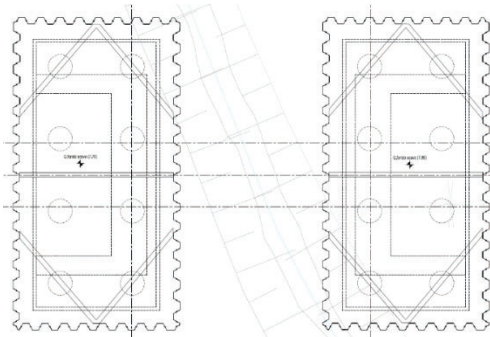


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

Nel presente documento si analizzano alcune fondazioni del viadotto in esame. 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.

WBS	PILE	Altezza di calcolo	Stratigrafia
[-]	[-]	[m]	[-]
VI08	Spalla 01	3.5	1
	Spalla 02	3.5	1

 		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	08	03	005	C	3

2 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018”;
- RFI DTC SI MA IFS 001 E “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”;
- RFI DTC SI SP IFS 001 E “Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili”;

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;
- 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;

 		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	08	03	005	C	4

- Di Laora R, Iodice C, Mandolini A (2022). A closed-form solution for the failure interaction diagrams of pile groups subjected to inclined eccentric load. *Acta Geotechnica*, 17(8), 3633-3646;
- Iovino M, Maiorano RMS, de Sanctis L, Aversa S (2021a). Failure envelopes of pile groups under inclined and eccentric loads. *Géotechnique Letters*, 11(4), 247-253;
- Iovino M, Di Laora R, de Sanctis L (2021b). Serviceability limit state analysis of piled foundations under combined axial-moment loading. *Acta Geotechnica*, 16(12), 3963-3973, doi: 10.1007/s11440-021-01340-4;
- Randolph MF, Wroth CP (1979). An analysis of vertical deformation of pile groups. *Géotechnique*, 29(4): 423-439
- Skempton AW (1951) The bearing capacity of clays. *Proceedings of building research congress*. ICE, London, pp 180–189
- Viggiani C, Mandolini A, Russo G (2011). *Piles and piles foundations*. Spon Press, London
- Associazione geotecnica italiana (1984) *Raccomandazioni sui pali di fondazione*.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	6

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

Unità geotecnica	Profondità	γ	φ	c_u	E_0	$q_{s,lim}$	$q_{b,lim}$	Nq^*
	[m]	[kNm ³]	[°]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]	[-]
bn2	Da 0.0 a 11.0	19.5	35	-	400	80	4300	15
bn3	Da 11.0 a 15.0	19.5	-	150	450	100	9c _u + σ_v	-
bn2	Da 15.0 a 25.0	19.5	35	-	700	80	4300	15
bn3	Da 25.0 a 40.0	19.5	-	150	700	100	9c _u + σ_v	-

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

- N°1 verticali di indagine, da cui $\xi_3=1.65$ e $\xi_4=1.55$
- Coefficienti di sicurezza sulle portate laterali e alla base:

Resistenza	Simbolo	Trivellato
	γ_R	R3
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 5.0 metri di profondità da piano campagna.
- L'affondamento della fondazione (quota testa palo) è sempre posto a 2.5m dal piano campagna.

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 spalle):

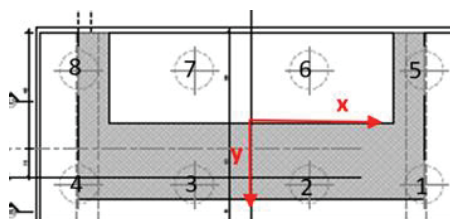


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle spalle con indicazione della numerazione dei pali

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	7

Tabella 3. Azioni all'intradosso della Spalla 01.

Combinazione		Azioni							
		F _z	F _x	M _y	F _y	M _x	M _z	M	H
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]
Nvert Max	SLU6	30519	216	-132	5814	35349	-1309	35350	5818
Nvert Min	SLU23	19444	-6	-255	3581	16345	283	16347	3581
Vtrasv Max	SLU3	27696	377	1892	5951	28635	-5137	28697	5963
Vtrasv Min	SLU16	23512	-417	2170	5185	36139	1241	36205	5202
Mtrasv Max	SLU4	29917	-417	2170	6463	37400	1241	37463	6477
Mtrasv Min	SLU14	19444	-6	-255	3581	16345	283	16347	3581
Vlong Max	SLU7	29021	335	2063	6667	36169	-4967	36227	6675
Vlong Min	SLU14	19444	0	1	3530	16060	12	16060	3530
Mlong Max	SLU4	29917	-417	2170	6463	37400	1241	37463	6477
Mlong Min	SLU22	19444	0	1	3530	16060	12	16060	3530
Mtorc Max	SLU4	29917	-417	2170	6463	37400	1241	37463	6477
Mtorc Min	SLU15	21291	377	1892	4673	27374	-5137	27439	4688
Nvert Max	SLV5	22310	1719	-6286	4772	23246	-1294	24081	5072
Nvert Min	SLV6	16578	1719	-6286	4772	18934	-1294	19950	5072
Vtrasv Max	SLV3	20304	5732	-20956	4772	21737	-4313	30193	7458
Vtrasv Min	SLV6	16578	1719	-6286	4772	18934	-1294	19950	5072
Mtrasv Max	SLV1	20304	1719	-6286	9666	38457	-1294	38967	9818
Mtrasv Min	SLV6	18584	5732	-20956	4772	20443	-4313	29276	7458
Vlong Max	SLV1	20304	1719	-6286	9666	38457	-1294	38967	9818
Vlong Min	SLV6	16578	1719	-6286	4772	18934	-1294	19950	5072
Mlong Max	SLV1	20304	1719	-6286	9666	38457	-1294	38967	9818
Mlong Min	SLV4	16578	1719	-6286	4772	18934	-1294	19950	5072
Mtorc Max	SLV5	22310	1719	-6286	4772	23246	-1294	24081	5072
Mtorc Min	SLV4	18584	5732	-20956	4772	20443	-4313	29276	7458
Nvert Max	RA1	21667	149	-87	4169	26371	-907	26372	4172
Nvert Min	RA11	19444	-4	-170	3227	15185	189	15186	3227
Vtrasv Max	RA12	20684	260	1308	4285	24418	-3538	24453	4293
Vtrasv Min	RA4	21279	-250	1289	4004	24412	786	24446	4011
Mtrasv Max	RA1	20661	249	1355	4483	25468	-3491	25504	4489
Mtrasv Min	RA6	19444	-4	-170	3227	15185	189	15186	3227
Vlong Max	RA7	20661	249	1355	4483	25468	-3491	25504	4489
Vlong Min	RA6	19444	-4	-170	3227	15185	189	15186	3227
Mlong Max	RA7	21667	149	-87	4169	26371	-907	26372	4172
Mlong Min	RA6	19444	-4	-170	3227	15185	189	15186	3227
Mtorc Max	RA4	21279	-250	1289	4004	24412	786	24446	4011
Mtorc Min	RA12	20684	260	1308	4285	24418	-3538	24453	4293

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	08	03	005	C	8

Nvert Max	FR1	21111	112	-65	3795	23260	-680	23260	3797
Nvert Min	FR11	19444	-3	-127	3030	14541	142	14542	3030
Vtrasv Max	FR12	20374	195	981	3882	21795	-2654	21817	3887
Vtrasv Min	FR4	20820	-187	967	3613	21461	589	21483	3618
Mtrasv Max	FR1	20357	186	1017	4030	22582	-2618	22605	4035
Mtrasv Min	FR6	19444	-3	-127	3030	14541	142	14542	3030
Vlong Max	FR7	20357	186	1017	4030	22582	-2618	22605	4035
Vlong Min	FR6	19444	-3	-127	3030	14541	142	14542	3030
Mlong Max	FR7	21111	112	-65	3795	23260	-680	23260	3797
Mlong Min	FR6	19444	-3	-127	3030	14541	142	14542	3030
Mtorc Max	FR4	20820	-187	967	3613	21461	589	21483	3618
Mtorc Min	FR12	20374	195	981	3882	21795	-2654	21817	3887
Nvert Max	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674
Nvert Min	QP11	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Vtrasv Max	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674
Vtrasv Min	QP2	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Mtrasv Max	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674
Mtrasv Min	QP2	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Vlong Max	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674
Vlong Min	QP2	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Mlong Max	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674
Mlong Min	QP2	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Mtorc Max	QP2	19444	0	1	2440	12609	0	12609	2440
Mtorc Min	QP12	19444	0	1	2674	13924	0	13924	2674

Tabella 4. Azioni all'intradosso della Spalla 02

Combinazione		Azioni							
		F _z	F _x	M _y	F _y	M _x	M _z	M	H
		[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]
Nvert Max	SLU6	30518	216	-133	5230	32059	-596	32059	5234
Nvert Min	SLU22	19443	-5	-256	3584	16357	14	16359	3584
Vtrasv Max	SLU9	29102	377	1891	5230	28306	-1023	28369	5243
Vtrasv Min	SLU24	22104	-417	2169	3951	25475	1080	25567	3973
Mtrasv Max	SLU6	28509	-417	2169	5230	26735	1080	26823	5246
Mtrasv Min	SLU14	19443	-5	-256	3584	16357	14	16359	3584
Vlong Max	SLU12	28509	-417	2169	5230	26735	1080	26823	5246
Vlong Min	SLU14	19443	0	0	3533	16072	12	16072	3533
Mlong Max	SLU4	30518	216	-133	5230	32059	-596	32059	5234
Mlong Min	SLU22	19443	0	0	3533	16072	12	16072	3533
Mtorc Max	SLU4	28509	-417	2169	5230	26735	1080	26823	5246

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	08	03	005	C	9

Mtorc Min	SLU15	21290	377	1891	3951	23319	-1023	23395	3969
Nvert Max	SLV5	22309	1719	-6287	4300	20647	-1294	21583	4631
Nvert Min	SLV6	16577	1719	-6287	4300	16335	-1294	17503	4631
Vtrasv Max	SLV3	20303	5732	-20955	4300	19138	-4312	28379	7165
Vtrasv Min	SLV6	16577	1719	-6287	4300	16335	-1294	17503	4631
Mtrasv Max	SLV1	20303	1719	-6287	8104	29860	-1294	30515	8284
Mtrasv Min	SLV6	18583	5732	-20955	4300	17844	-4312	27523	7165
Vlong Max	SLV1	20303	1719	-6287	8104	29860	-1294	30515	8284
Vlong Min	SLV6	16577	1719	-6287	4300	16335	-1294	17503	4631
Mlong Max	SLV1	20303	1719	-6287	8104	29860	-1294	30515	8284
Mlong Min	SLV4	16577	1719	-6287	4300	16335	-1294	17503	4631
Mtorc Max	SLV5	22309	1719	-6287	4300	20647	-1294	21583	4631
Mtorc Min	SLV4	18583	5732	-20955	4300	17844	-4312	27523	7165
Nvert Max	RA1	21666	149	-88	3526	22756	-411	22756	3529
Nvert Min	RA9	19443	0	0	3526	16865	-17	16865	3526
Vtrasv Max	RA3	20683	260	1308	3491	19954	-698	19997	3501
Vtrasv Min	RA4	21278	-250	1288	3160	19667	678	19709	3170
Mtrasv Max	RA1	20683	260	1308	3491	19954	-698	19997	3501
Mtrasv Min	RA6	19443	-4	-171	3230	15197	10	15198	3230
Vlong Max	RA12	21278	-250	1288	3526	21727	645	21766	3535
Vlong Min	RA10	21666	149	-88	3160	20696	-378	20696	3163
Mlong Max	RA3	21666	149	-88	3526	22756	-411	22756	3529
Mlong Min	RA6	19443	-4	-171	3230	15197	10	15198	3230
Mtorc Max	RA4	21278	-250	1288	3160	19667	678	19709	3170
Mtorc Min	RA3	20683	260	1308	3491	19954	-698	19997	3501
Nvert Max	FR1	21110	112	-66	3312	20541	-309	20541	3314
Nvert Min	FR9	19443	0	0	3255	15804	-12	15804	3255
Vtrasv Max	FR3	20373	195	981	3286	18440	-523	18466	3292
Vtrasv Min	FR4	20819	-187	966	2981	17905	509	17932	2986
Mtrasv Max	FR1	20373	195	981	3286	18440	-523	18466	3292
Mtrasv Min	FR6	19443	-3	-128	3033	14553	7	14554	3033
Vlong Max	FR12	20819	-187	966	3312	19769	484	19793	3317
Vlong Min	FR10	21110	112	-66	2981	18677	-284	18677	2983
Mlong Max	FR3	21110	112	-66	3312	20541	-309	20541	3314
Mlong Min	FR6	19443	-3	-128	3033	14553	7	14554	3033
Mtorc Max	FR4	20819	-187	966	2981	17905	509	17932	2986
Mtorc Min	FR3	20373	195	981	3286	18440	-523	18466	3292
Nvert Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670
Nvert Min	QP11	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Vtrasv Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670

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	08	03	005	C	10

Vtrasv Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Mtrasv Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670
Mtrasv Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Vlong Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670
Vlong Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Mlong Max	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670
Mlong Min	QP2	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Mtorc Max	QP2	19443	0	0	2443	12621	0	12621	2443
Mtorc Min	QP12	19443	0	0	2670	13896	0	13896	2670

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	08	03	005	C	11

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)

 	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	08	03	005	C	12

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

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

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).

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

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

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

in cui 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).

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,

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	08	03	005	C	13

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:

$$H_{dc} = \eta_h n \frac{H_k(M_{yc})}{\gamma_{tr}} = \eta_h n \frac{H_{lim}(M_{yc})}{\xi_3 \gamma_{tr}} \quad (11)$$

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

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

$$H_{lim}(M_y) = -13.5 c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}} \quad (12)$$

mentre per terreni incoerenti, si ha:

$$H_{lim}(M_y) = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4}\right)^2} \quad (13)$$

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

$$R_{ck} = 30 MPa$$

$$f_{yk} = 450 MPa$$

$$\gamma_s = 1$$

$$\gamma_c = 1$$
(14)

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:

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	08	03	005	C	14

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

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

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

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

(15)

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

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

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

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

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:

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

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

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	15

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 con la soluzione del progetto esecutivo. Il progetto esecutivo del viadotto oggetto della presente è eseguito utilizzando i domini di collasso di Di Laora et al. (2019), di seguito definiti Innovativi. Nello specifico, si procederà alla rappresentazione dei domini di collasso innovativi in cui il vettore momento risultante è lungo all'asse X ($\alpha = 0^\circ$), all'asse Y ($\alpha = 90^\circ$) o inclinato di un angolo α rispetto all'asse X corrispondente alla diagonale del rettangolo che inscrive il sistema di pali.

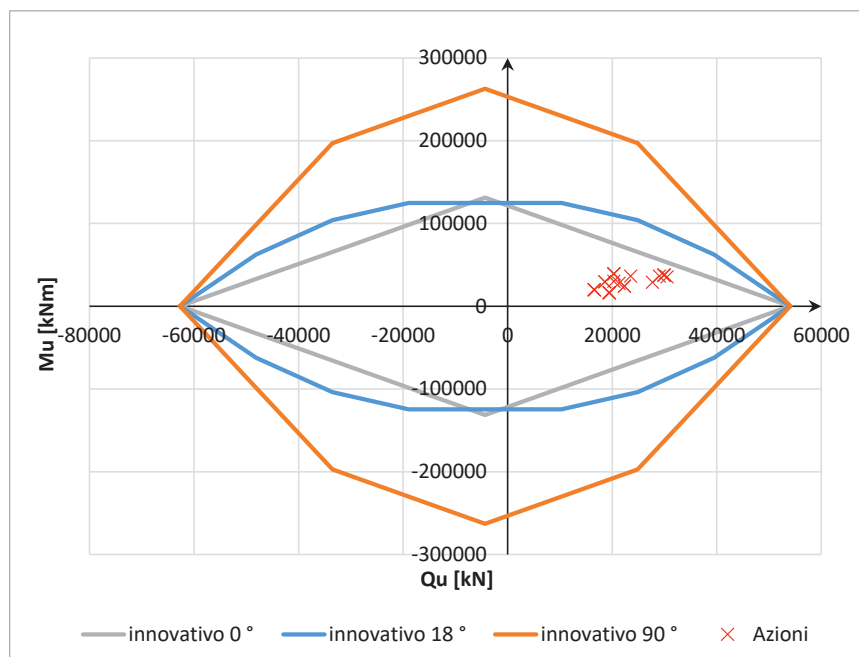
Si fa presente che le azioni utilizzate per il dimensionamento tramite la teoria dei domini di collasso sono l'azione verticale e la composizione vettoriale dei momenti sollecitanti l'intradosso della fondazione. Se queste ultime saranno comprese nei domini di collasso calcolato con $\alpha = 0$, angolo α corrispondente alla diagonale del rettangolo che inscrive il sistema di pali e $\alpha = 90^\circ$, risulta ovvio che saranno verificate con tutti i possibili α .

7.1 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 5. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
40.0	6758	7840



Relazione di calcolo Pali di
fondazione

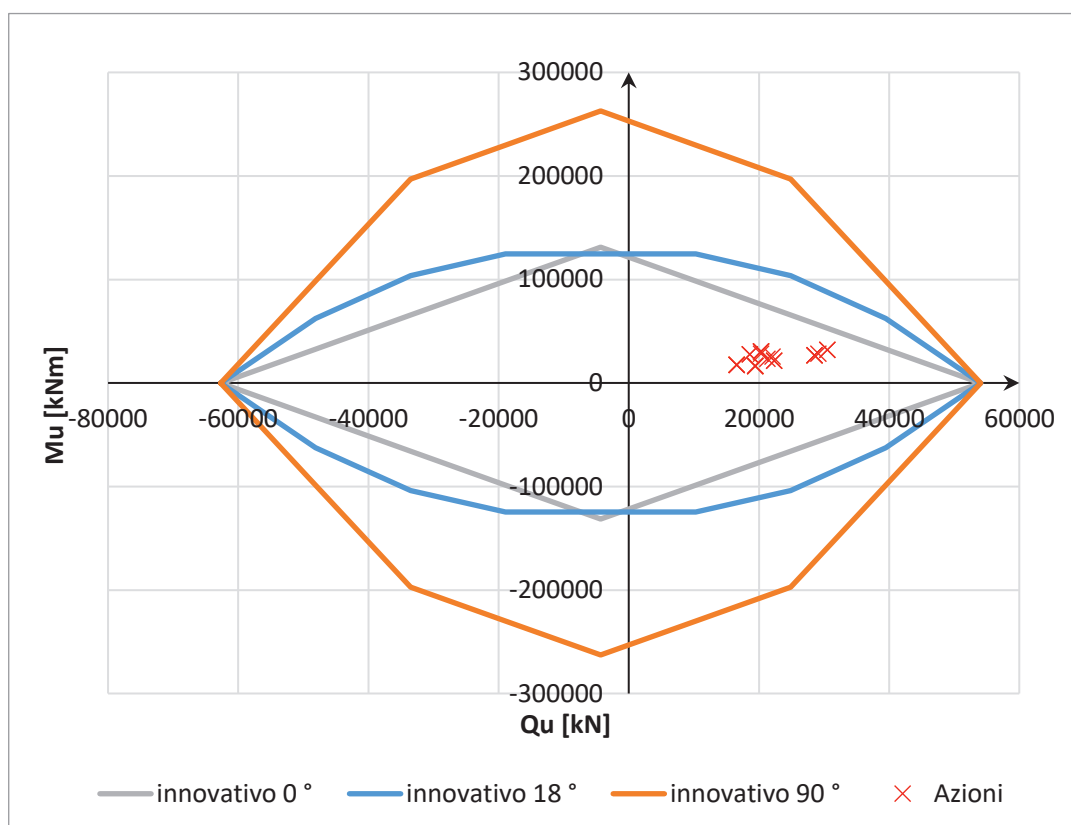
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	16

7.2 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 6. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
40.0	6758	7840



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	17

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).

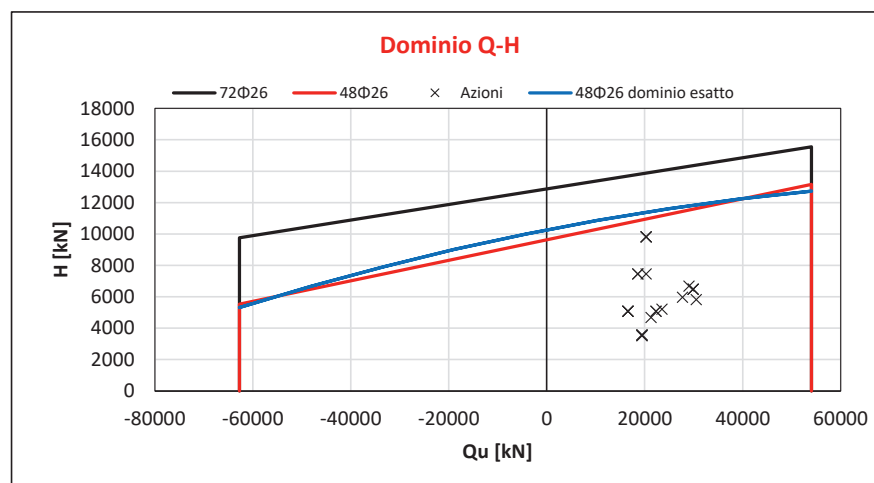
Il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stato effettuato considerando le reali successioni di strati di terreno a partire dalla quota testa palo che presenta un affondamento di 2.5m da piano campagna. Utilizzando la teoria di Broms non è possibile tenere conto del sovrappeso dato dal terreno eventualmente disposto al di sopra della quota testa palo. L'eventuale presenza di terreno al di sopra della quota testa palo, in grado di incrementare la resistenza orizzontale del terreno, è stata quindi cautelativamente trascurata.

L'adozione della relazione di Di Laora et al. (2020) conduce ad una lieve sovrastima del momento di plasticizzazione della sezione del palo. Questo comporterebbe un leggero incremento dei valori di H nel dominio Q-H rispetto al calcolo dello stesso effettuato con i momenti di plasticizzazione della sezione del palo attraverso il metodo rigoroso.

Tuttavia, la frontiera del dominio di collasso è stata idealizzata in via cautelativa con una retta che passa per i punti di coordinate A (Q_t , H_{dt}) e B (Q_c , H_{dc}). Questa retta identifica un minorante della capacità laterale per ogni valore del carico assiale, posto che la frontiera è una funzione di forma parabolica con la concavità verso il basso che passa per A e per B (Iovino et al. 2021).

Nella figura di seguito è rappresentato, per il caso più gravoso e relativo alla Spalla 01, in linea blu il dominio valutato combinando i valori esatti di M_y con la funzione parabolica e per confronto il dominio trapezio ottenuto applicando la soluzione approssimata di Di Laora et al. (2021). Lo scostamento fra i due domini è irrilevante e sul punto non vale la pena soffermarsi oltre.

MOMENTI RESISTENTI DELLA SEZIONE DEL PALO	$M_y (R_{c,d})$	$M_y (R_{tr,d})$
	[kNm]	[kNm]
Soluzione esatta	8770	2371
Di Laora et al. (2020)	9206	2516



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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	18

8.1 PALIFICATA SPALLA 01

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (48Φ26):

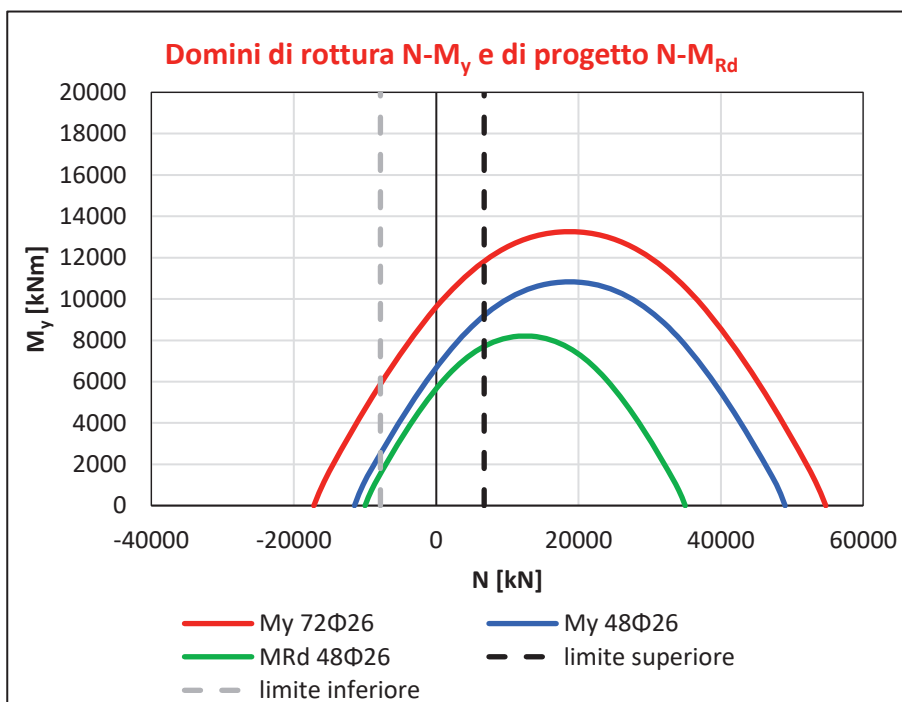


Figura 4. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

Dalla seguente tabella è possibile conoscere il valore del momento resistente utilizzato per la determinazione del carico limite orizzontale del terreno ($H_{\text{singolo palo}}$).

Tabella 7. Valori del momento resistente con cui è calcolato il carico limite orizzontale.

Casi di calcolo				
Armatura	L_p	R_d	M_{Rd}	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
48Φ26	40.0	6758	9206	1827
		-7840	2516	769

A partire dai valori del carico limite orizzontale del palo singolo è possibile calcolare il carico limite orizzontale del gruppo di pali utilizzando un'efficienza pari a 0.9. Vengono quindi di seguito riportati i punti caratteristici del dominio Q-H:

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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 08 03			PROGR 005

Tabella 8. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
54064	0
54064	13153
-62719	5540
-62719	0

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:

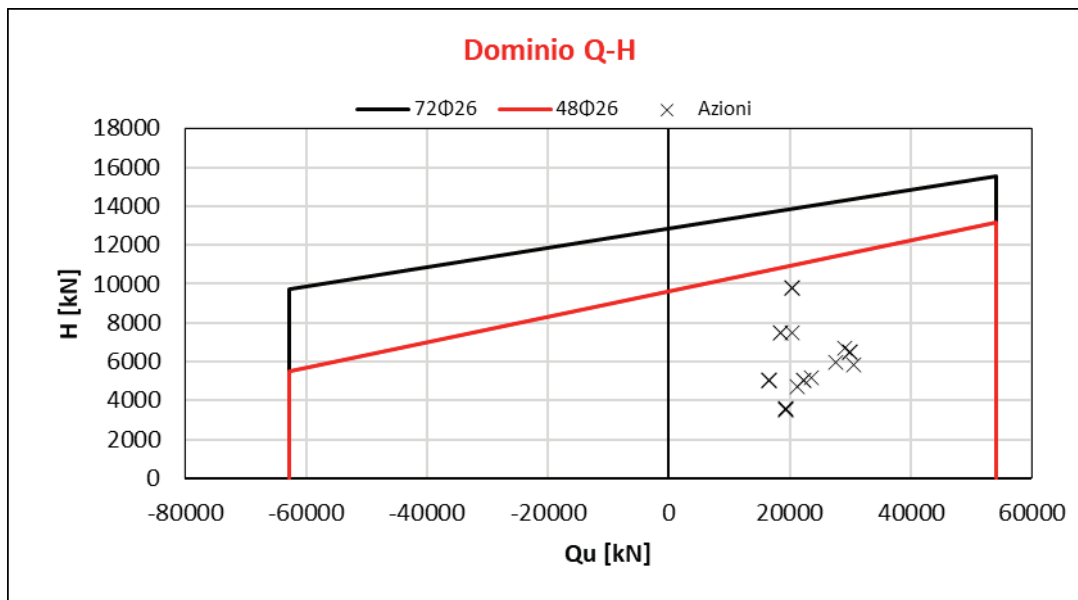


Figura 5. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	20

8.2 PALIFICATE SPALLA 02

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (44 Φ 26):

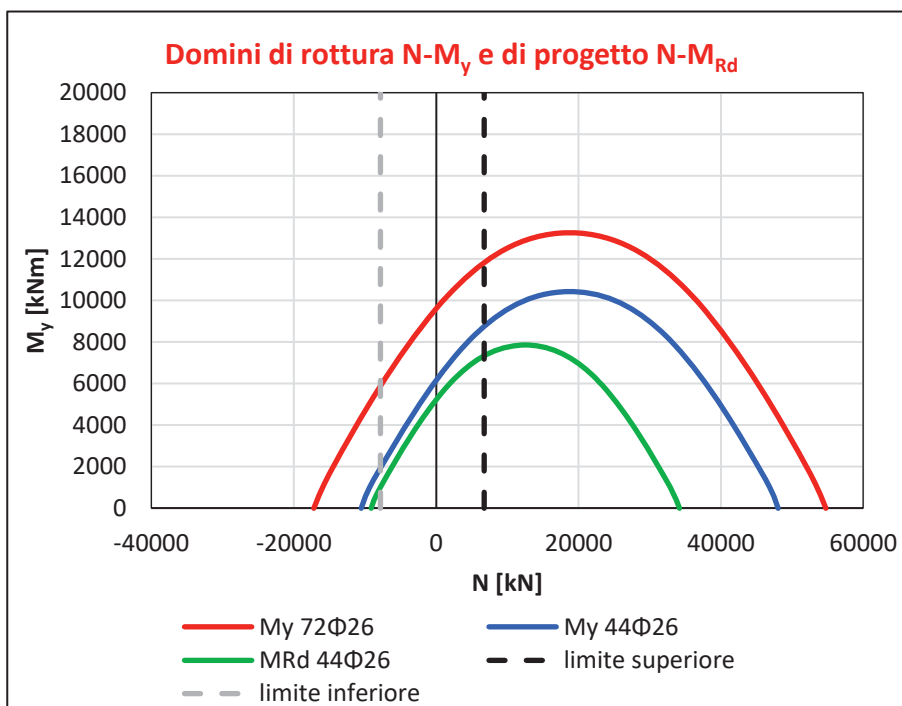


Figura 6. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

Dalla seguente tabella è possibile conoscere il valore del momento resistente utilizzato per la determinazione del carico limite orizzontale del terreno ($H_{\text{singolo palo}}$).

Tabella 9. Valori del momento resistente con cui è calcolato il carico limite orizzontale.

Casi di calcolo				
Armatura	L_p	R_d	M_{Rd}	$H_{\text{singolo palo}}$
	[m]	[kN]	[kNm]	[kN]
44 Φ 26	40.0	6758	8763	1768
		-7840	1939	647

A partire dai valori del carico limite orizzontale del palo singolo è possibile calcolare il carico limite orizzontale del gruppo di pali utilizzando un'efficienza pari a 0.9. Vengono quindi di seguito riportati i punti caratteristici del dominio Q-H:

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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 08 03			PROGR 005

Tabella 10. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
54064	0
54064	12727
-62719	4656
-62719	0

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:

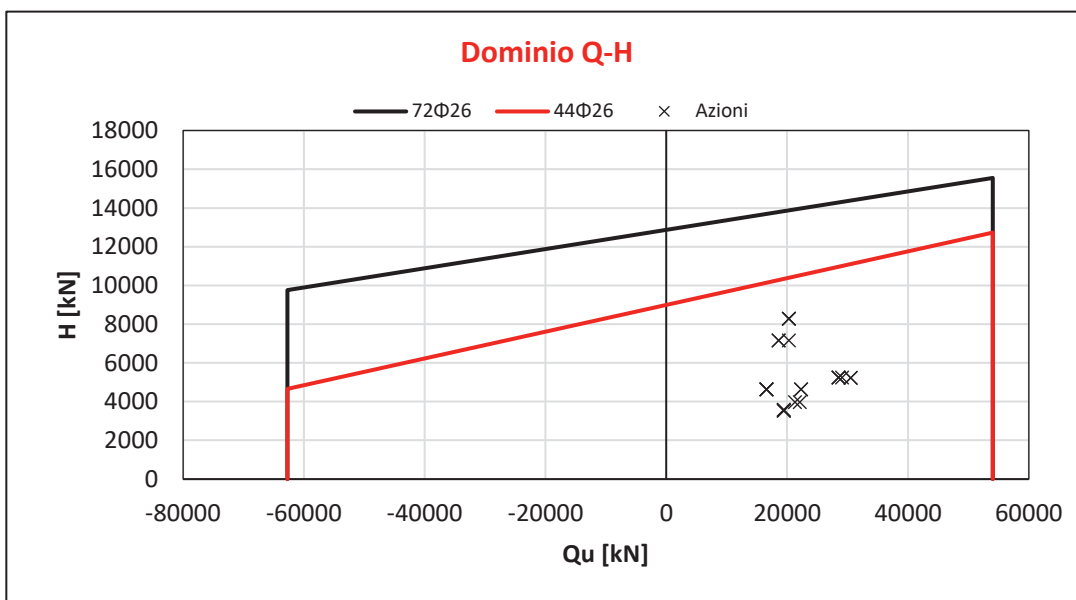


Figura 7. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	22

9. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE

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

- Con riferimento alle indicazioni del MdP di RFI ($N_{ed,max} < Q_{II}/1.25$);
- Calcolando i massimi cedimenti e rotazioni della palificata;
- È stato inoltre calcolato l'andamento del momento e del taglio lungo lo sviluppo del palo per poter condurre le verifiche a fessurazione del palo (non oggetto della presente relazione);

Ai fini dell'individuazione del palo più caricato a sforzo assiale nelle combinazioni SLE è stata usata la ben nota distribuzione a piastra rigida (Viggiani et al. 2011) delle azioni all'intradosso fondazione:

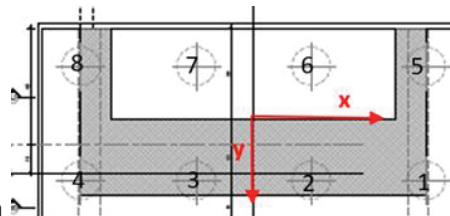
$$N_i = \frac{Q}{p} + \frac{M_y}{\sum x_i^2} x_i + \frac{M_x}{\sum y_i^2} y_i$$

Per quanto riguarda l'individuazione dei massimi cedimenti e rotazioni della palificata si è fatto uso del software PIGLET. Per i dettagli riguardanti le ipotesi di calcolo alla base del software PIGLET si faccia riferimento alla relazione geotecnica.

I diagrammi del momento e del taglio lungo il palo sono stati ottenuti con la teoria di Matlock e Reese (1960).

9.1 PALIFICATE SPALLA 01

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 assiale su ogni palo per ogni combinazione.

È inoltre presentato il valore del taglio sollecitante sul palo singolo ottenuto banalmente dividendo la somma vettoriale dei tagli sollecitanti l'intradosso della fondazione rispetto al numero di pali.

Tabella 11. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE secondo la teoria della piastra rigida.

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata											
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	4171	4173	4174	4176	1240	1242	1244	1246	521	2075
Nvert Min	RA11	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Vtrasv Max	RA12	3986	3957	3928	3898	1273	1243	1214	1185	537	2136
Vtrasv Min	RA4	4059	4030	4002	3973	1347	1318	1289	1261	501	1996
Mtrasv Max	RA1	4043	4013	3982	3952	1213	1183	1153	1123	561	2233
Mtrasv Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Vlong Max	RA7	4043	4013	3982	3952	1213	1183	1153	1123	561	2233
Vlong Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Mlong Max	RA7	4171	4173	4174	4176	1240	1242	1244	1246	521	2075
Mlong Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Mtorc Max	RA4	4059	4030	4002	3973	1347	1318	1289	1261	501	1996
Mtorc Min	RA12	3986	3957	3928	3898	1273	1243	1214	1185	537	2136

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	08	03	005	C	23

Nvert Max	FR1	3929	3930	3932	3933	1345	1346	1347	1349	475	1889
Nvert Min	FR11	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Vtrasv Max	FR12	3790	3768	3747	3725	1369	1347	1325	1303	486	1934
Vtrasv Min	FR4	3827	3806	3784	3763	1442	1421	1399	1378	452	1800
Mtrasv Max	FR1	3833	3810	3788	3765	1324	1301	1279	1256	504	2007
Mtrasv Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Vlong Max	FR7	3833	3810	3788	3765	1324	1301	1279	1256	504	2007
Vlong Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Mlong Max	FR7	3929	3930	3932	3933	1345	1346	1347	1349	475	1889
Mlong Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Mtorc Max	FR4	3827	3806	3784	3763	1442	1421	1399	1378	452	1800
Mtorc Min	FR12	3790	3768	3747	3725	1369	1347	1325	1303	486	1934
Nvert Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Nvert Min	QP11	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Vtrasv Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Vtrasv Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtrasv Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Mtrasv Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Vlong Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Vlong Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mlong Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Mlong Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtorc Max	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtorc Min	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330

Risulta essere facilmente individuabile il valore massimo dello sforzo normale sul singolo palo e da questo verificare lo SLE secondo MdP di Italferr:

Tabella 12. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
40.0	4176.4	11122.3	8897.8	2.13

9.1.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Per quanto riguarda l'identificazione dei valori massimi di cedimenti e rotazioni, sono stati utilizzati i seguenti parametri di input in PIGLET per il terreno e per i pali:

Tabella 13. Caratteristiche del terreno e dei pali

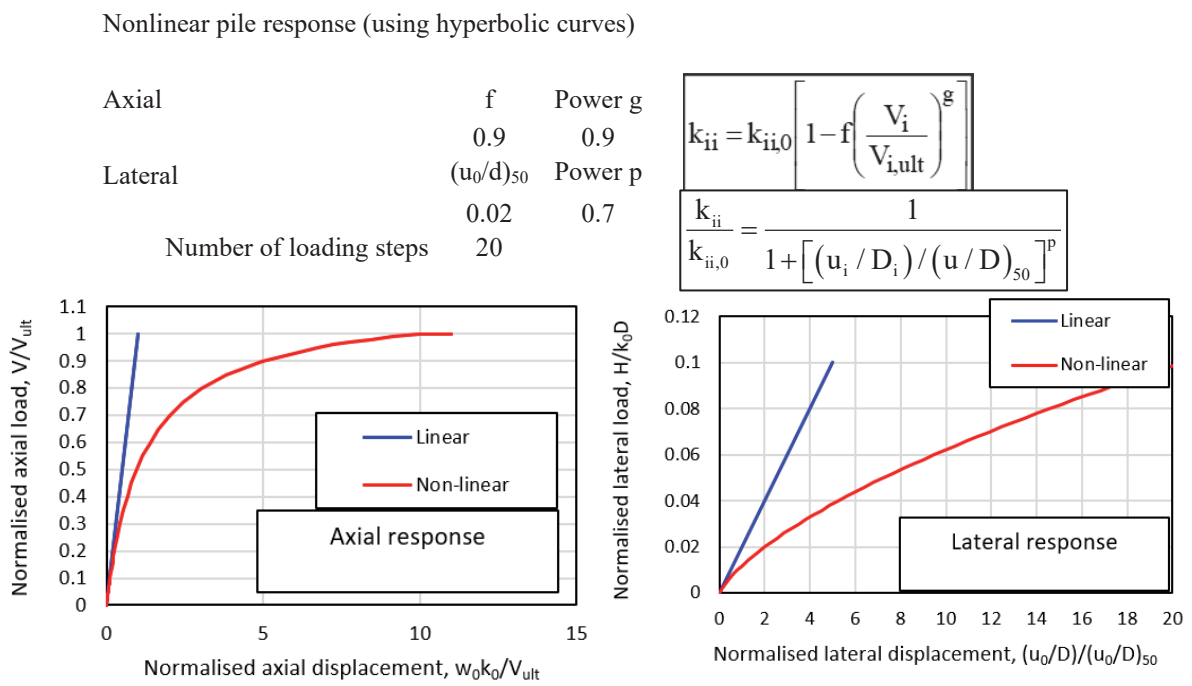
Axial: Surface shear modulus, G(0)	153846	G _{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	2884	G _{ma}
Axial: Shear modulus below base, G _b	269231	G _b
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	153846	G _{0ℓ}
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	2884	G _{mℓ}
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν
Free-standing length	0	L _f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E _{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E _{pa}

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	24

Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)		0	$E_{p/xf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000		$E_{p/x}$
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)		0	$E_{p/yf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000		$E_{p/y}$
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap		0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidezza del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidezza con la profondità). È inoltre possibile fornire in input il comportamento non lineare del palo attraverso l'indicazione della massima resistenza verticale a compressione ed a trazione (valori riportati al Cap.6). A partire da questi ultimi valori è possibile modellare il comportamento non lineare della curva carico verticale – cedimento verticale e carico orizzontale – spostamento orizzontale del palo attraverso l'indicazione dei parametri di fitting $f, g, (u_0/d)_{50}, p$. Non essendo state realizzate prove di carico su pali si preferisce utilizzare i valori di default suggeriti dall'Autore (Randolph, 2021).

Tabella 14. Identificazione del comportamento non lineare del palo.



Vengono di seguito riportati i massimi valori di cedimento e di rotazione del plinto (nel baricentro del plinto) per tutte le combinazioni SLE.

Tabella 15. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Combinazione	Cedimenti e rotazioni del plinto					
	Cedimento verticale	Cedimento orizzontale (x)	Cedimento orizzontale (y)	Rotazione (x su z)	Rotazione (y su z)	Torsione (x su y)
	[m]	[m]	[m]	[rad]	[rad]	[rad]
RA1	0.0028	0.0000	0.0009	0.0000	0.0005	0.0000
RA11	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	25

RA12	0.0026	0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
RA4	0.0027	-0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
RA1	0.0026	0.0001	0.0010	0.0000	0.0004	0.0000
RA6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA7	0.0026	0.0001	0.0010	0.0000	0.0004	0.0000
RA6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA7	0.0028	0.0000	0.0009	0.0000	0.0005	0.0000
RA6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
RA4	0.0027	-0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
RA12	0.0026	0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR1	0.0026	0.0000	0.0008	0.0000	0.0004	0.0000
FR11	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
FR12	0.0025	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
FR4	0.0025	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
FR1	0.0025	0.0000	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
FR7	0.0025	0.0000	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
FR7	0.0026	0.0000	0.0008	0.0000	0.0004	0.0000
FR6	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
FR4	0.0025	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0025	0.0000	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
QP11	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0005	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0022	0.0000	0.0006	0.0000	0.0002	0.0000

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

9.1.3 Diagrammi del momento e taglio per verifiche a fessurazione del palo.

Al fine delle verifiche a fessurazione del palo, non oggetto della presente relazione, è infine riportato il diagramma del momento e del taglio lungo il palo più caricato a taglio.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 561 \text{ kN}$$

La distribuzione dei momenti e dei tagli lungo il palo è avvenuta tramite la teoria di Matlock e Reese (1960) facendo l'ipotesi cautelativa di palo impedito di ruotare in testa. Viene di seguito riportato l'andamento delle rigidezze all'interfaccia terreno-palo di fondazione necessarie per il calcolo dei momenti e tagli. Ulteriori dettagli circa il calcolo di k_h ed n_h sono forniti in relazione geotecnica.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	26

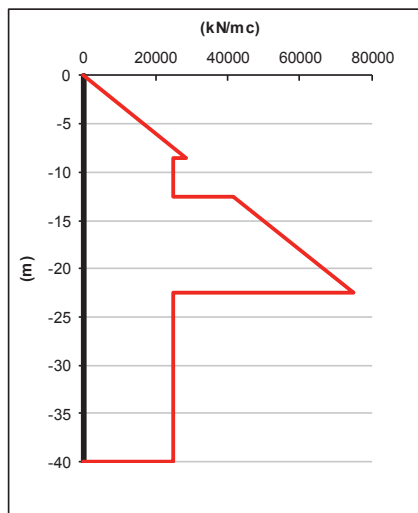


Figura 8. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di α (Med/Ved a quota testa palo) è pari a **3.98**.

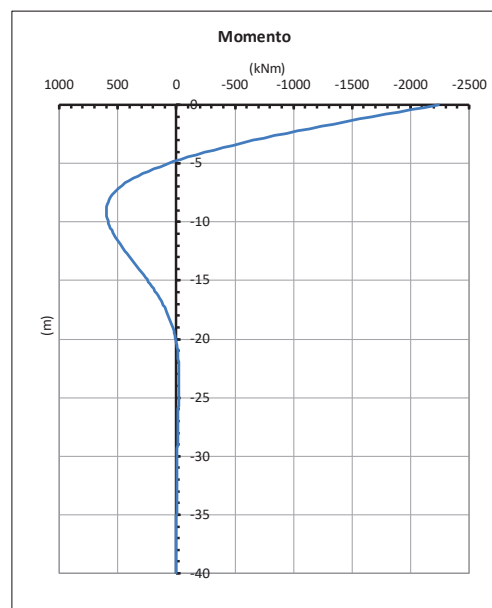
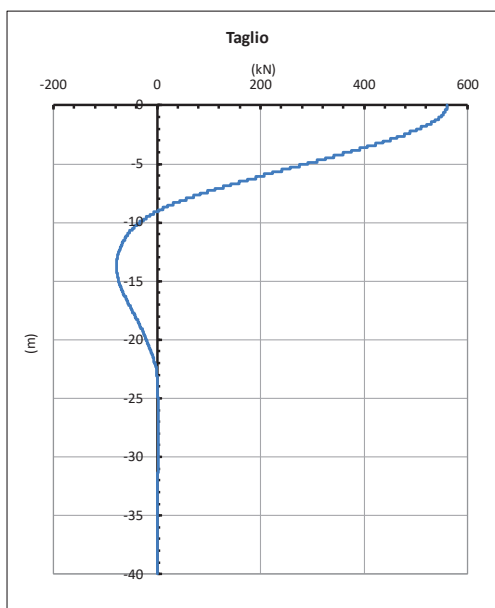


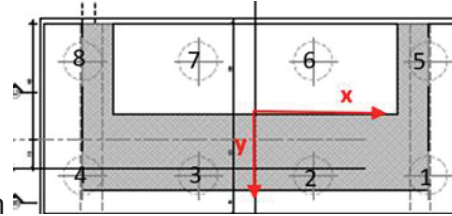
Figura 9. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	27

9.2 PALIFICATE SPALLA 02

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 per ogni combinazione.

È inoltre presentato il valore del taglio sollecitante sul palo singolo ottenuto banalmente dividendo la somma vettoriale dei tagli sollecitanti l'intradosso della fondazione rispetto al numero di pali.

Tabella 16. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE secondo la teoria della piastra rigida.

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata											
Combinazione	Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert Max	RA1	3970	3972	3973	3975	1441	1443	1445	1447	441	1756
Nvert Min	RA9	3367	3367	3367	3367	1493	1493	1493	1493	441	1754
Vtrasv Max	RA3	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Vtrasv Min	RA4	3795	3767	3738	3709	1610	1581	1553	1524	396	1577
Mtrasv Max	RA1	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Mtrasv Min	RA6	3269	3273	3277	3280	1580	1584	1588	1592	404	1607
Vlong Max	RA12	3910	3881	3853	3824	1496	1467	1438	1410	442	1759
Vlong Min	RA10	3855	3857	3859	3861	1556	1558	1559	1561	395	1574
Mlong Max	RA3	3970	3972	3973	3975	1441	1443	1445	1447	441	1756
Mlong Min	RA6	3269	3273	3277	3280	1580	1584	1588	1592	404	1607
Mtorc Max	RA4	3795	3767	3738	3709	1610	1581	1553	1524	396	1577
Mtorc Min	RA3	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Nvert Max	FR1	3778	3779	3781	3782	1495	1497	1498	1500	414	1649
Nvert Min	FR9	3308	3308	3308	3308	1552	1552	1552	1552	407	1620
Vtrasv Max	FR3	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Vtrasv Min	FR4	3629	3608	3586	3565	1640	1618	1597	1575	373	1486
Mtrasv Max	FR1	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Mtrasv Min	FR6	3235	3237	3240	3243	1618	1620	1623	1626	379	1509
Vlong Max	FR12	3733	3711	3690	3669	1536	1515	1493	1472	415	1650
Vlong Min	FR10	3674	3676	3677	3679	1599	1600	1602	1603	373	1484
Mlong Max	FR3	3778	3779	3781	3782	1495	1497	1498	1500	414	1649
Mlong Min	FR6	3235	3237	3240	3243	1618	1620	1623	1626	379	1509
Mtorc Max	FR4	3629	3608	3586	3565	1640	1618	1597	1575	373	1486
Mtorc Min	FR3	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Nvert Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Nvert Min	QP11	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Vtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Vtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Mtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Vlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Vlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Mlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtorc Max	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtorc Min	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328

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	08	03	005	C	28

Risulta essere facilmente individuabile il valore massimo dello sforzo normale sul singolo palo e da questo verificare lo SLE secondo MdP di Italferr:

Tabella 17. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
40.0	3975.4	11122.3	8897.8	2.24

9.2.2 Determinazione cedimenti e rotazioni palificata

Per quanto riguarda l'identificazione dei valori massimi di cedimenti e rotazioni, sono stati utilizzati i seguenti parametri di input in PIGLET per il terreno e per i pali:

Tabella 18. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, $G(0)$	153846	G_{0a}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	2884	G_{ma}
Axial: Shear modulus below base, G_b	269231	G_b
Lateral: Surface shear modulus, $G(0)$	153846	$G_{0\ell}$
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	2884	$G_{m\ell}$
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	ν
Free-standing length	0	L_f
Young's modulus: Free-standing part (axial)	0	E_{paf}
Young's modulus: Embedded part (axial)	30000000	E_{pa}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	$E_{p\ell xf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	$E_{p\ell x}$
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	$E_{p\ell yf}$
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	$E_{p\ell y}$
Piles pinned (0) to fixed (1) to pile cap	0	Fixity

Tali parametri riflettono l'andamento della rigidità del terreno considerato attraverso una schematizzazione di terreno alla Gibson (incremento lineare della rigidità con la profondità). È inoltre possibile fornire in input il comportamento non lineare del palo attraverso l'indicazione della massima resistenza verticale a compressione ed a trazione (valori riportati al Cap.6). A partire da questi ultimi valori è possibile modellare il comportamento non lineare della curva carico verticale – cedimento verticale e carico orizzontale – spostamento orizzontale del palo attraverso l'indicazione dei parametri di fitting $f, g, (u_0/d)_{50}, p$. Non essendo state realizzate prove di carico su pali si preferisce utilizzare i valori di default suggeriti dall'Autore (Randolph, 2021).

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	29

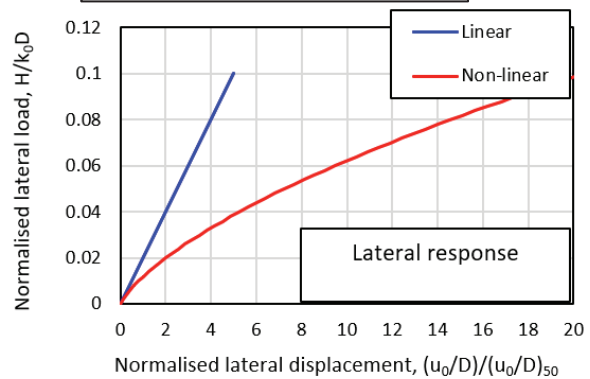
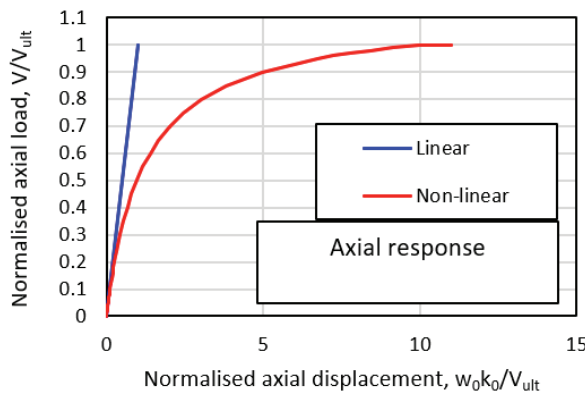
Tabella 19. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial	f	Power g
	0.9	0.9
Lateral	$(u_0/d)_{50}$	Power p
	0.02	0.7
Number of loading steps	20	

$$k_{ii} = k_{ii,0} \left[1 - f \left(\frac{V_i}{V_{i,ult}} \right)^g \right]$$

$$\frac{k_{ii}}{k_{ii,0}} = \frac{1}{1 + \left[(u_i / D_i) / (u / D)_{50} \right]^p}$$



Vengono di seguito riportati i massimi valori di cedimento e di rotazione del plinto (nel baricentro del plinto) per tutte le combinazioni SLE.

Tabella 20. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

ID Combinazione	Cedimenti e rotazioni del plinto					
	Cedimento verticale	Cedimento orizzontale (x)	Cedimento orizzontale (y)	Rotazione (x su z)	Rotazione (y su z)	Torsione (x su y)
	[m]	[m]	[m]	[rad]	[rad]	[rad]
RA1	0.0052	0.0001	0.0011	0.0000	0.0011	0.0000
RA9	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002	0.0000
RA3	0.0045	0.0001	0.0011	0.0000	0.0008	0.0000
RA4	0.0028	-0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
RA1	0.0042	-0.0001	0.0011	0.0000	0.0007	0.0000
RA6	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002	0.0000
RA12	0.0042	-0.0001	0.0011	0.0000	0.0007	0.0000
RA10	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002	0.0000
RA3	0.0052	0.0001	0.0011	0.0000	0.0011	0.0000
RA6	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002	0.0000
RA4	0.0042	-0.0001	0.0011	0.0000	0.0007	0.0000
RA3	0.0027	0.0001	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR1	0.0028	0.0004	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR9	0.0019	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000
FR3	0.0024	0.0014	0.0009	0.0001	0.0003	0.0000
FR4	0.0019	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000
FR1	0.0027	0.0004	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR6	0.0022	0.0014	0.0009	0.0001	0.0002	0.0000
FR12	0.0027	0.0004	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR10	0.0019	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	30

FR3	0.0027	0.0004	0.0018	0.0000	0.0005	0.0000
FR6	0.0019	0.0004	0.0009	0.0000	0.0002	0.0000
FR4	0.0028	0.0004	0.0009	0.0000	0.0004	0.0000
FR3	0.0022	0.0014	0.0009	0.0001	0.0002	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0008	0.0000	0.0004	0.0000
QP11	0.0023	0.0000	0.0008	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0025	0.0001	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
QP2	0.0026	-0.0001	0.0007	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0025	0.0001	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
QP12	0.0026	-0.0001	0.0008	0.0000	0.0004	0.0000
QP2	0.0027	0.0000	0.0007	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0027	0.0000	0.0008	0.0000	0.0004	0.0000
QP2	0.0022	0.0000	0.0007	0.0000	0.0002	0.0000
QP2	0.0026	-0.0001	0.0007	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0025	0.0001	0.0008	0.0000	0.0003	0.0000

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

9.2.3 Diagrammi del momento e taglio per verifiche a fessurazione del palo.

Al fine delle verifiche a fessurazione del palo, non oggetto della presente relazione, è infine riportato il diagramma del momento e del taglio lungo il palo più caricato a taglio.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 442 \text{ kN}$$

La distribuzione dei momenti e dei tagli lungo il palo è avvenuta tramite la teoria di Matlock e Reese (1960) facendo l'ipotesi cautelativa di palo impedito di ruotare in testa. Viene di seguito riportato l'andamento delle rigidezze all'interfaccia terreno-palo di fondazione necessarie per il calcolo dei momenti e tagli. Ulteriori dettagli circa il calcolo di k_h ed n_h sono forniti in relazione geotecnica.

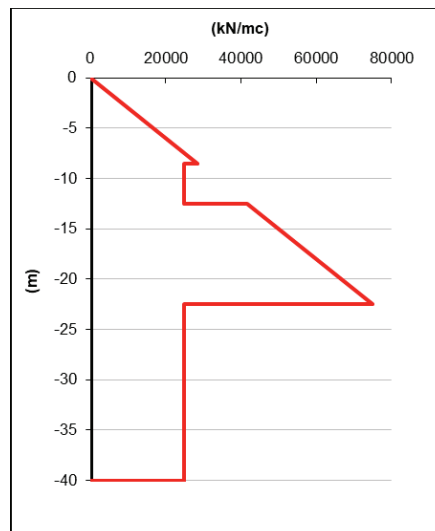


Figura 10. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

Vengono infine mostrati i diagrammi del taglio e del momento lungo lo sviluppo del palo dal quale è possibile dedurre che il valore di α (Med/Ved a quota testa palo) è pari a 3.98.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	31

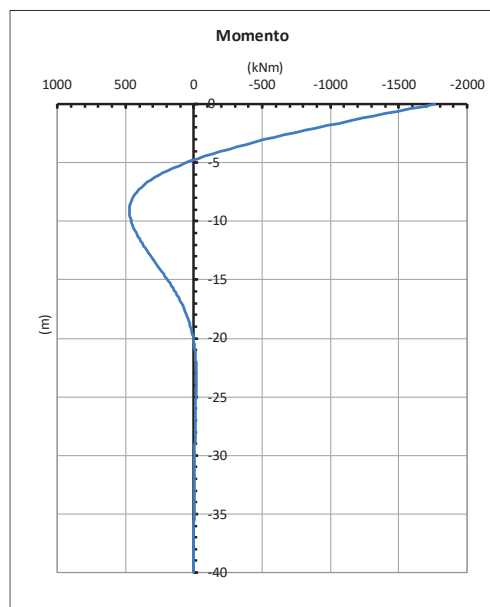
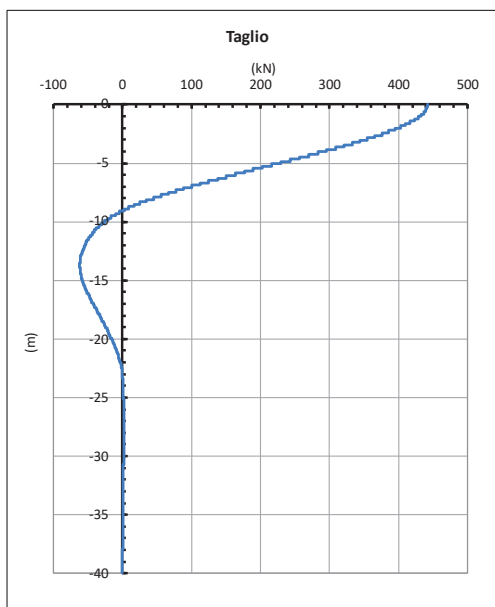


Figura 11. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE A.S.</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	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	32

10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE

Le verifiche strutturali dei pali sono state eseguite in corrispondenza di quello più svantaggiato, per ogni tipologia di pila, ovvero quello sul quale si ha il valore minimo di sforzo normale.

Di seguito vengono riportati, per le diverse tipologie di pile individuate, i valori degli sforzi assiali sollecitanti i vari pali costituenti la palificata con l'indicazione del taglio sollecitante i pali stessi (banalmente ottenuto dividendo il taglio totale sul numero di pali) e del momento sollecitante la quota testa palo ottenuto dalla teoria di Matlock e Reese:

- Spalla 1

Tabella 21. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLU/SLV

Ripartizione delle azioni SLU sui pali della palificata											
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	5774	5777	5780	5783	1847	1850	1853	1855	727	2895
Nvert Min	SLU23	3330	3336	3341	3347	1514	1520	1525	1531	448	1782
Vtrasv Max	SLU3	5116	5074	5032	4990	1934	1892	1850	1808	745	2966
Vtrasv Min	SLU16	5019	4971	4923	4874	1004	955	907	859	650	2588
Mtrasv Max	SLU4	5890	5841	5793	5745	1734	1686	1638	1589	810	3222
Mtrasv Min	SLU14	3330	3336	3341	3347	1514	1520	1525	1531	448	1782
Vlong Max	SLU7	5706	5660	5614	5568	1687	1641	1595	1550	834	3321
Vlong Min	SLU14	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	441	1756
Mlong Max	SLU4	5890	5841	5793	5745	1734	1686	1638	1589	810	3222
Mlong Min	SLU22	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	441	1756
Mtorc Max	SLU4	5890	5841	5793	5745	1734	1686	1638	1589	810	3222
Mtorc Min	SLU15	4245	4203	4161	4119	1204	1162	1120	1078	586	2332
Nvert Max	SLV5	3871	4010	4150	4290	1288	1427	1567	1707	634	2523
Nvert Min	SLV6	2915	3054	3194	3334	811	951	1090	1230	634	2523
Vtrasv Max	SLV3	3047	3513	3978	4444	632	1098	1563	2029	932	3710
Vtrasv Min	SLV6	2915	3054	3194	3334	811	951	1090	1230	634	2523
Mtrasv Max	SLV1	4465	4605	4744	4884	192	332	471	611	1227	4884
Mtrasv Min	SLV6	2760	3226	3692	4157	489	954	1420	1886	932	3710
Vlong Max	SLV1	4465	4605	4744	4884	192	332	471	611	1227	4884
Vlong Min	SLV6	2915	3054	3194	3334	811	951	1090	1230	634	2523
Mlong Max	SLV1	4465	4605	4744	4884	192	332	471	611	1227	4884
Mlong Min	SLV4	2915	3054	3194	3334	811	951	1090	1230	634	2523
Mtorc Max	SLV5	3871	4010	4150	4290	1288	1427	1567	1707	634	2523
Mtorc Min	SLV4	2760	3226	3692	4157	489	954	1420	1886	932	3710

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLU/SLV che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	33

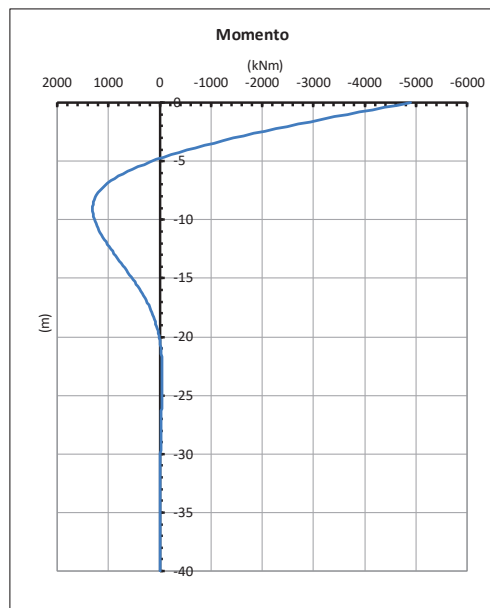
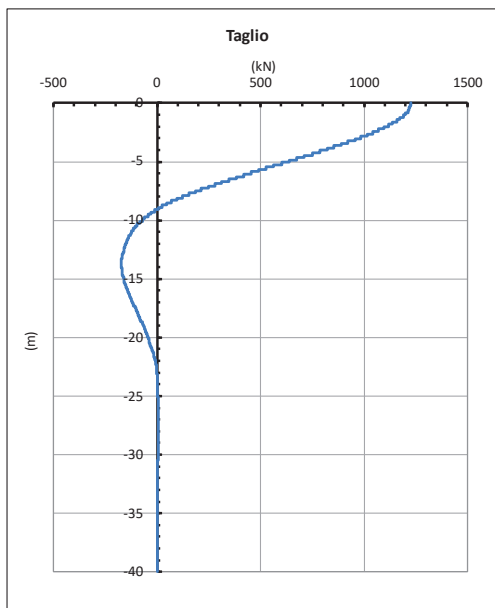


Figura 12. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 22. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata											
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	4171	4173	4174	4176	1240	1242	1244	1246	521	2075
Nvert Min	RA11	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Vtrasv Max	RA12	3986	3957	3928	3898	1273	1243	1214	1185	537	2136
Vtrasv Min	RA4	4059	4030	4002	3973	1347	1318	1289	1261	501	1996
Mtrasv Max	RA1	4043	4013	3982	3952	1213	1183	1153	1123	561	2233
Mtrasv Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Vlong Max	RA7	4043	4013	3982	3952	1213	1183	1153	1123	561	2233
Vlong Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Mlong Max	RA7	4171	4173	4174	4176	1240	1242	1244	1246	521	2075
Mlong Min	RA6	3268	3272	3276	3280	1581	1585	1589	1593	403	1605
Mtorc Max	RA4	4059	4030	4002	3973	1347	1318	1289	1261	501	1996
Mtorc Min	RA12	3986	3957	3928	3898	1273	1243	1214	1185	537	2136
Nvert Max	FR1	3929	3930	3932	3933	1345	1346	1347	1349	475	1889
Nvert Min	FR11	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Vtrasv Max	FR12	3790	3768	3747	3725	1369	1347	1325	1303	486	1934
Vtrasv Min	FR4	3827	3806	3784	3763	1442	1421	1399	1378	452	1800
Mtrasv Max	FR1	3833	3810	3788	3765	1324	1301	1279	1256	504	2007
Mtrasv Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Vlong Max	FR7	3833	3810	3788	3765	1324	1301	1279	1256	504	2007
Vlong Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Mlong Max	FR7	3929	3930	3932	3933	1345	1346	1347	1349	475	1889
Mlong Min	FR6	3234	3237	3240	3243	1618	1621	1624	1627	379	1508
Mtorc Max	FR4	3827	3806	3784	3763	1442	1421	1399	1378	452	1800
Mtorc Min	FR12	3790	3768	3747	3725	1369	1347	1325	1303	486	1934
Nvert Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Nvert Min	QP11	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Vtrasv Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Vtrasv Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtrasv Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Mtrasv Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Vlong Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	34

Vlong Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mlong Max	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330
Mlong Min	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtorc Max	QP2	3131	3131	3131	3131	1730	1730	1730	1730	305	1214
Mtorc Min	QP12	3204	3204	3204	3204	1657	1657	1657	1657	334	1330

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLE che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

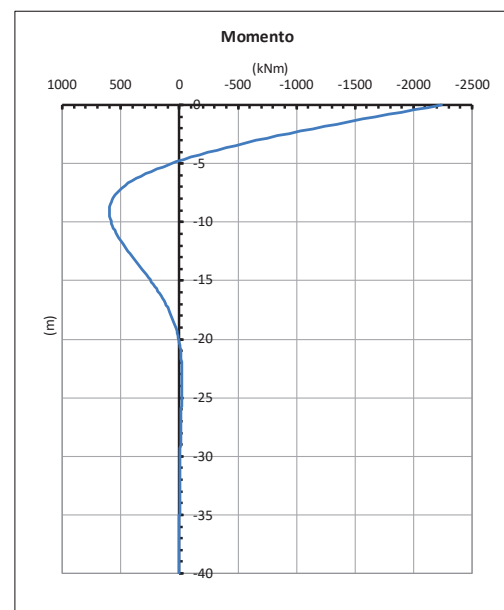
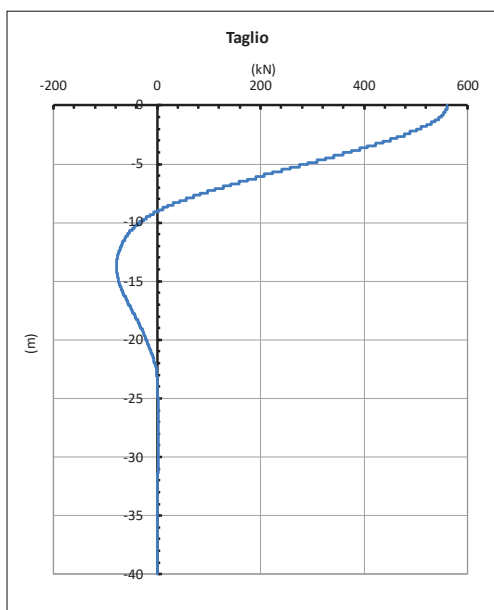


Figura 13. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

- Spalla 2

Tabella 23. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLU/SLV

Ripartizione delle azioni SLU sui pali della palificata											
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	5591	5594	5597	5600	2029	2032	2035	2038	654	2604
Nvert Min	SLU22	3331	3336	3342	3348	1513	1519	1525	1530	448	1783
Vtrasv Max	SLU9	5273	5231	5189	5147	2128	2086	2044	2002	655	2608
Vtrasv Min	SLU24	4251	4202	4154	4106	1420	1372	1324	1275	497	1977
Mtrasv Max	SLU6	5121	5073	5025	4977	2151	2102	2054	2006	656	2610
Mtrasv Min	SLU14	3331	3336	3342	3348	1513	1519	1525	1530	448	1783
Vlong Max	SLU12	5121	5073	5025	4977	2151	2102	2054	2006	656	2610
Vlong Min	SLU14	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	442	1758
Mlong Max	SLU4	5591	5594	5597	5600	2029	2032	2035	2038	654	2604
Mlong Min	SLU22	3323	3323	3323	3323	1538	1538	1538	1538	442	1758
Mtorc Max	SLU4	5121	5073	5025	4977	2151	2102	2054	2006	656	2610
Mtorc Min	SLU15	4020	3978	3936	3894	1429	1387	1345	1303	496	1975
Nvert Max	SLV5	3726	3866	4006	4145	1432	1572	1711	1851	579	2304
Nvert Min	SLV6	2770	2910	3050	3189	955	1095	1235	1374	579	2304

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	35

Vtrasv Max	SLV3	2903	3368	3834	4300	776	1242	1707	2173	896	3565
Vtrasv Min	SLV6	2770	2910	3050	3189	955	1095	1235	1374	579	2304
Mtrasv Max	SLV1	3987	4127	4267	4406	669	809	949	1089	1036	4121
Mtrasv Min	SLV6	2616	3081	3547	4013	633	1099	1564	2030	896	3565
Vlong Max	SLV1	3987	4127	4267	4406	669	809	949	1089	1036	4121
Vlong Min	SLV6	2770	2910	3050	3189	955	1095	1235	1374	579	2304
Mlong Max	SLV1	3987	4127	4267	4406	669	809	949	1089	1036	4121
Mlong Min	SLV4	2770	2910	3050	3189	955	1095	1235	1374	579	2304
Mtorc Max	SLV5	3726	3866	4006	4145	1432	1572	1711	1851	579	2304
Mtorc Min	SLV4	2616	3081	3547	4013	633	1099	1564	2030	896	3565

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLU/SLV che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

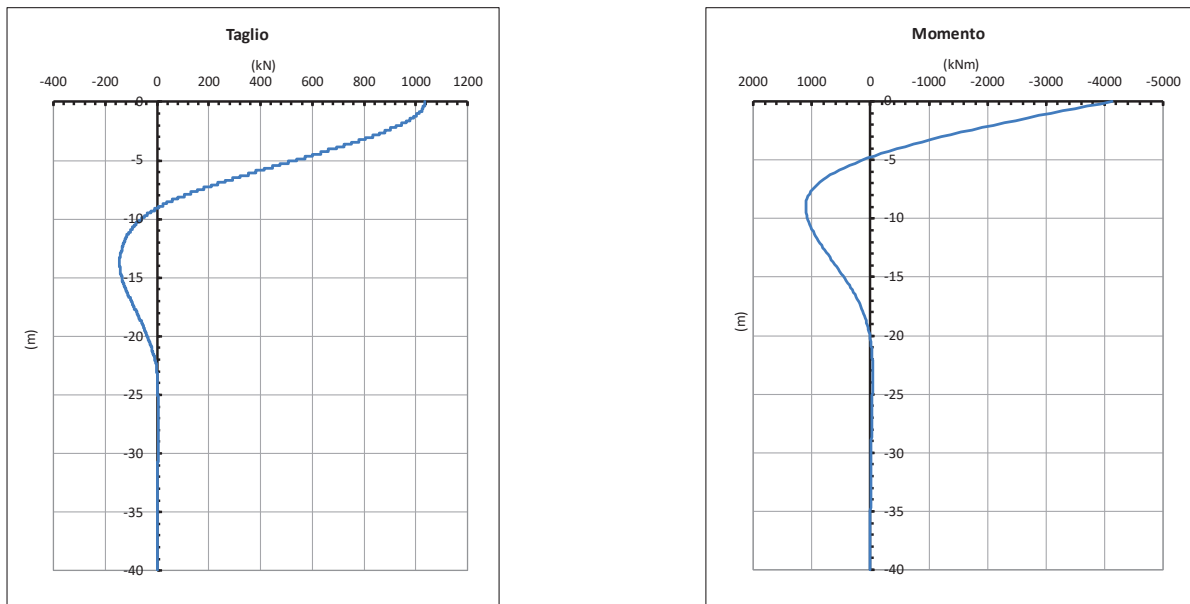


Figura 14. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 24. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

Ripartizione delle azioni SLE sui pali della palificata											
Combinazione		Palo n.1	Palo n.2	Palo n.3	Palo n.4	Palo n.5	Palo n.6	Palo n.7	Palo n.8	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	3970	3972	3973	3975	1441	1443	1445	1447	441	1756
Nvert Min	RA9	3367	3367	3367	3367	1493	1493	1493	1493	441	1754
Vtrasv Max	RA3	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Vtrasv Min	RA4	3795	3767	3738	3709	1610	1581	1553	1524	396	1577
Mtrasv Max	RA1	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Mtrasv Min	RA6	3269	3273	3277	3280	1580	1584	1588	1592	404	1607
Vlong Max	RA12	3910	3881	3853	3824	1496	1467	1438	1410	442	1759
Vlong Min	RA10	3855	3857	3859	3861	1556	1558	1559	1561	395	1574
Mlong Max	RA3	3970	3972	3973	3975	1441	1443	1445	1447	441	1756
Mlong Min	RA6	3269	3273	3277	3280	1580	1584	1588	1592	404	1607
Mtorc Max	RA4	3795	3767	3738	3709	1610	1581	1553	1524	396	1577
Mtorc Min	RA3	3738	3708	3679	3650	1520	1491	1462	1433	438	1742
Nvert Max	FR1	3778	3779	3781	3782	1495	1497	1498	1500	414	1649
Nvert Min	FR9	3308	3308	3308	3308	1552	1552	1552	1552	407	1620
Vtrasv Max	FR3	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Vtrasv Min	FR4	3629	3608	3586	3565	1640	1618	1597	1575	373	1486

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	36

Mtrasv Max	FR1	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Mtrasv Min	FR6	3235	3237	3240	3243	1618	1620	1623	1626	379	1509
Vlong Max	FR12	3733	3711	3690	3669	1536	1515	1493	1472	415	1650
Vlong Min	FR10	3674	3676	3677	3679	1599	1600	1602	1603	373	1484
Mlong Max	FR3	3778	3779	3781	3782	1495	1497	1498	1500	414	1649
Mlong Min	FR6	3235	3237	3240	3243	1618	1620	1623	1626	379	1509
Mtorc Max	FR4	3629	3608	3586	3565	1640	1618	1597	1575	373	1486
Mtorc Min	FR3	3604	3582	3560	3538	1555	1533	1511	1490	411	1638
Nvert Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Nvert Min	QP11	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Vtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Vtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtrasv Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Mtrasv Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Vlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Vlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mlong Max	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328
Mlong Min	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtorc Max	QP2	3132	3132	3132	3132	1729	1729	1729	1729	305	1215
Mtorc Min	QP12	3202	3202	3202	3202	1658	1658	1658	1658	334	1328

Si riportano, per dovere di sintesi, il diagramma del taglio e del momento sollecitante, calcolati secondo la teoria di Matlock e Reese, per la combinazione SLE che genera il massimo taglio sollecitante sul palo singolo:

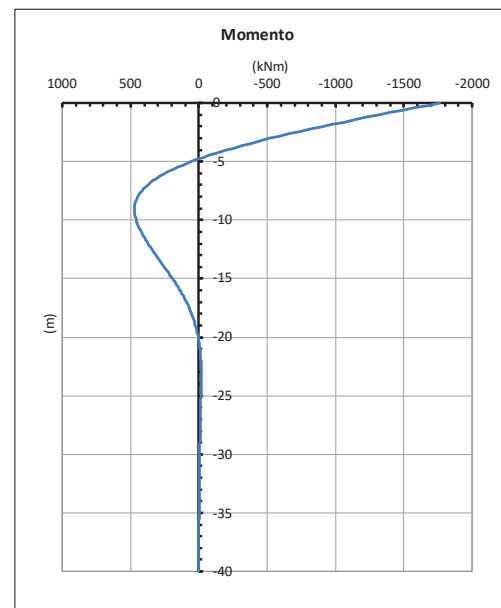
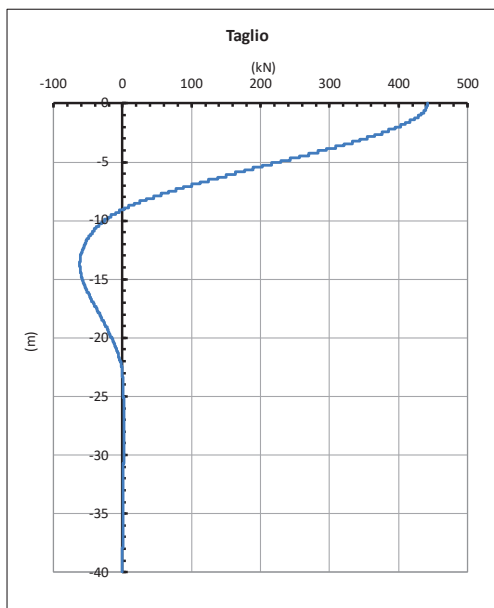


Figura 15. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

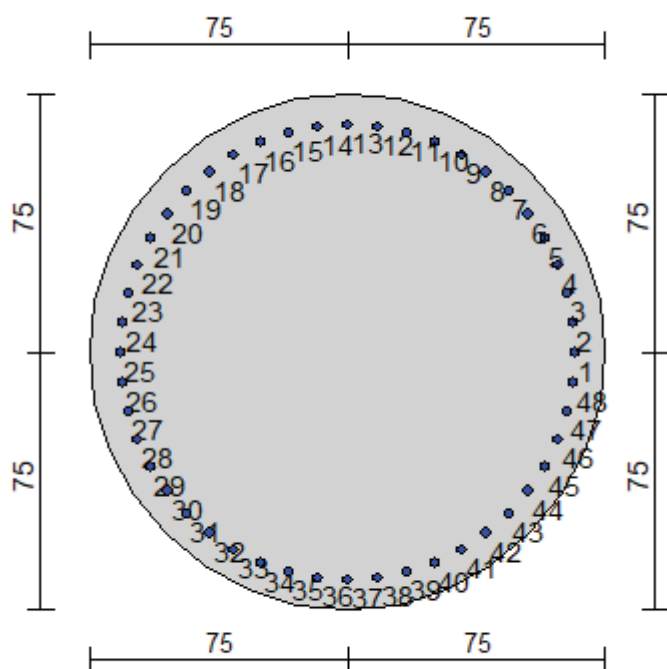
Sulla base di quanto descritto sopra in questo capitolo, sono state eseguite le verifiche strutturali per il Palo n°5 della Spalla 01 della Spalla 02.

Nei paragrafi successivi si riportano i risultati delle verifiche strutturali per i pali appena citati.

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	37

10.1 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

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	08	03	005	C	38

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

Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.3	75.0	5.31	no
2	140.7	83.7	5.31	no
3	139.0	92.2	5.31	no
4	136.3	100.4	5.31	no
5	132.4	108.2	5.31	no
6	127.6	115.4	5.31	no
7	121.9	121.9	5.31	no
8	115.4	127.6	5.31	no
9	108.2	132.4	5.31	no
10	100.4	136.3	5.31	no
11	92.2	139.0	5.31	no
12	83.7	140.7	5.31	no
13	75.0	141.3	5.31	no
14	66.3	140.7	5.31	no
15	57.8	139.0	5.31	no
16	49.6	136.3	5.31	no
17	41.8	132.4	5.31	no
18	34.6	127.6	5.31	no
19	28.1	121.9	5.31	no
20	22.4	115.4	5.31	no
21	17.6	108.2	5.31	no
22	13.7	100.4	5.31	no
23	11.0	92.2	5.31	no
24	9.3	83.7	5.31	no
25	8.7	75.0	5.31	no
26	9.3	66.3	5.31	no
27	11.0	57.8	5.31	no
28	13.7	49.6	5.31	no
29	17.6	41.8	5.31	no
30	22.4	34.6	5.31	no
31	28.1	28.1	5.31	no
32	34.6	22.4	5.31	no
33	41.8	17.6	5.31	no
34	49.6	13.7	5.31	no
35	57.8	11.0	5.31	no
36	66.3	9.3	5.31	no
37	75.0	8.7	5.31	no
38	83.7	9.3	5.31	no
39	92.2	11.0	5.31	no
40	100.4	13.7	5.31	no
41	108.2	17.6	5.31	no
42	115.4	22.4	5.31	no
43	121.9	28.1	5.31	no
44	127.6	34.6	5.31	no
45	132.4	41.8	5.31	no
46	136.3	49.6	5.31	no
47	139.0	57.8	5.31	no
48	140.7	66.3	5.31	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	39

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

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 = -9972.2 kN
asse N + (M _x = 0, M _y = 0)	Nu = 34746.5 kN
asse M _x + (N = 0, M _y = 0)	M _{xu} = 5490.1 kN m
asse M _x - (N = 0, M _y = 0)	M _{xu} = -5490.1 kN m
asse M _y + (N = 0, M _x = 0)	M _{yu} = 5490.1 kN m
asse M _y - (N = 0, M _x = 0)	M _{yu} = -5490.1 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	1847.0	2895.0	0.0	P	4356.4	6828.2	0.0	0.350	0.536	0.420	Ok
				M	28808.4	2893.5	0.0	0.338	0.035	0.060	Ok
				N	1847.0	6140.1	0.0	0.350	0.723	0.470	Ok
2	1514.0	1782.0	0.0	P	6095.6	7174.6	0.0	0.350	0.442	0.250	Ok
				M	31113.7	1780.4	0.0	0.300	0.080	0.050	Ok
				N	1514.0	6031.3	0.0	0.350	0.754	0.300	Ok
3	1934.0	2966.0	0.0	P	4468.9	6853.6	0.0	0.350	0.529	0.430	Ok
				M	28661.1	2964.4	0.0	0.340	0.032	0.070	Ok
				N	1934.0	6168.3	0.0	0.350	0.715	0.480	Ok
4	1004.0	2588.0	0.0	P	2456.5	6332.0	0.0	0.350	0.670	0.410	Ok
				M	29444.8	2586.6	0.0	0.328	0.046	0.030	Ok
				N	1004.0	5861.9	0.0	0.350	0.804	0.440	Ok

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	08	03	005	C	40

5	1734.0	3222.0	0.0	P	3574.2	6641.4	0.0	0.350	0.586	0.490	Ok
				M	28129.5	3220.3	0.0	0.348	0.023	0.060	Ok
				N	1734.0	6103.4	0.0	0.350	0.734	0.530	Ok
6	1514.0	1782.0	0.0	P	6095.6	7174.6	0.0	0.350	0.442	0.250	Ok
				M	31113.7	1780.4	0.0	0.300	0.080	0.050	Ok
				N	1514.0	6031.3	0.0	0.350	0.754	0.300	Ok
7	1687.0	3321.0	0.0	P	3342.2	6579.4	0.0	0.350	0.603	0.500	Ok
				M	27920.2	3317.7	0.0	0.350	0.019	0.060	Ok
				N	1687.0	6088.1	0.0	0.350	0.738	0.550	Ok
8	1538.0	1756.0	0.0	P	6317.2	7212.6	0.0	0.350	0.431	0.240	Ok
				M	31167.6	1754.4	0.0	0.299	0.082	0.050	Ok
				N	1538.0	6039.2	0.0	0.350	0.752	0.290	Ok
9	1734.0	3222.0	0.0	P	3574.2	6641.4	0.0	0.350	0.586	0.490	Ok
				M	28129.5	3220.3	0.0	0.348	0.023	0.060	Ok
				N	1734.0	6103.4	0.0	0.350	0.734	0.530	Ok
10	1538.0	1756.0	0.0	P	6317.2	7212.6	0.0	0.350	0.431	0.240	Ok
				M	31167.6	1754.4	0.0	0.299	0.082	0.050	Ok
				N	1538.0	6039.2	0.0	0.350	0.752	0.290	Ok
11	1734.0	3222.0	0.0	P	3574.2	6641.4	0.0	0.350	0.586	0.490	Ok
				M	28129.5	3220.3	0.0	0.348	0.023	0.060	Ok
				N	1734.0	6103.4	0.0	0.350	0.734	0.530	Ok
12	1204.0	2332.0	0.0	P	3405.7	6596.5	0.0	0.350	0.598	0.350	Ok
				M	29975.3	2330.6	0.0	0.320	0.057	0.040	Ok
				N	1204.0	5928.7	0.0	0.350	0.784	0.390	Ok
13	1288.0	2523.0	0.0	P	3361.5	6584.6	0.0	0.350	0.602	0.380	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.040	Ok
				N	1288.0	5956.7	0.0	0.350	0.776	0.420	Ok
14	811.0	2523.0	0.0	P	1988.4	6185.9	0.0	0.350	0.710	0.410	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.030	Ok
				N	811.0	5793.7	0.0	0.350	0.826	0.440	Ok
15	632.0	3710.0	0.0	P	998.3	5860.0	0.0	0.350	0.805	0.630	Ok
				M	26997.1	3707.0	0.0	0.350	0.007	0.020	Ok
				N	632.0	5727.9	0.0	0.350	0.847	0.650	Ok
16	811.0	2523.0	0.0	P	1988.4	6185.9	0.0	0.350	0.710	0.410	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.030	Ok
				N	811.0	5793.7	0.0	0.350	0.826	0.440	Ok
17	192.0	4884.0	0.0	P	219.1	5574.0	0.0	0.350	0.897	0.880	Ok
				M	23858.3	4885.4	0.0	0.350	0.035	0.010	Ok
				N	192.0	5563.6	0.0	0.350	0.900	0.880	Ok
18	489.0	3710.0	0.0	P	761.2	5775.4	0.0	0.350	0.831	0.640	Ok
				M	26997.1	3707.0	0.0	0.350	0.007	0.020	Ok
				N	489.0	5675.0	0.0	0.350	0.864	0.650	Ok
19	192.0	4884.0	0.0	P	219.1	5574.0	0.0	0.350	0.897	0.880	Ok
				M	23858.3	4885.4	0.0	0.350	0.035	0.010	Ok
				N	192.0	5563.6	0.0	0.350	0.900	0.880	Ok
20	811.0	2523.0	0.0	P	1988.4	6185.9	0.0	0.350	0.710	0.410	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.030	Ok
				N	811.0	5793.7	0.0	0.350	0.826	0.440	Ok
21	192.0	4884.0	0.0	P	219.1	5574.0	0.0	0.350	0.897	0.880	Ok
				M	23858.3	4885.4	0.0	0.350	0.035	0.010	Ok
				N	192.0	5563.6	0.0	0.350	0.900	0.880	Ok
22	811.0	2523.0	0.0	P	1988.4	6185.9	0.0	0.350	0.710	0.410	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.030	Ok
				N	811.0	5793.7	0.0	0.350	0.826	0.440	Ok
23	1288.0	2523.0	0.0	P	3361.5	6584.6	0.0	0.350	0.602	0.380	Ok
				M	29579.4	2521.7	0.0	0.326	0.049	0.040	Ok
				N	1288.0	5956.7	0.0	0.350	0.776	0.420	Ok
24	489.0	3710.0	0.0	P	761.2	5775.4	0.0	0.350	0.831	0.640	Ok
				M	26997.1	3707.0	0.0	0.350	0.007	0.020	Ok
				N	489.0	5675.0	0.0	0.350	0.864	0.650	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	08	03	005	C	41

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	%	%		
17	192.0	4884.0	0.0	P	219.1	5574.0	0.0	0.350	0.897	0.880	Ok
3	1934.0	2966.0	0.0	M	28661.1	2964.4	0.0	0.340	0.032	0.070	Ok
17	192.0	4884.0	0.0	N	192.0	5563.6	0.0	0.350	0.900	0.880	Ok

Verifiche taglio-torsione

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

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (per verif. Vy)

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

Risultati delle verifiche:

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

VRsdx, VRsdy, TRsd, resistenze acciaio

VRcdx, VRcdy, TRcd, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	Ctg θ	Verif Tot	Ver
	VRsdx	VRsdy	TRsd	Vx/VRsdx	Vy/VRsdy	T/TRsd	Verif acc	
	VRcdx	VRcdy	TRcd	Vx/VRcdx	Vy/VRcdy	T/TRcd	Verif cls	
1 SLU	727.25	0.00	0.00	1847.00	1.075	2.50	0.4330	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4330	0.0000	0.0000	0.4330	
	4017.85	4017.85	1793.33	0.1810	0.0000	0.0000	0.1810	
2 SLU	447.63	0.00	0.00	1514.00	1.061	2.50	0.2665	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2665	0.0000	0.0000	0.2665	
	3967.59	3967.59	1793.33	0.1128	0.0000	0.0000	0.1128	
3 SLU	745.37	0.00	0.00	1934.00	1.078	2.50	0.4438	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4438	0.0000	0.0000	0.4438	
	4030.98	4030.98	1793.33	0.1849	0.0000	0.0000	0.1849	
4 SLU	650.22	0.00	0.00	1004.00	1.041	2.50	0.3872	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3872	0.0000	0.0000	0.3872	
	3890.62	3890.62	1793.33	0.1671	0.0000	0.0000	0.1671	
5 SLU	809.55	0.00	0.00	1734.00	1.070	2.50	0.4820	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4820	0.0000	0.0000	0.4820	
	4000.80	4000.80	1793.33	0.2023	0.0000	0.0000	0.2023	
6 SLU	447.63	0.00	0.00	1514.00	1.061	2.50	0.2665	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2665	0.0000	0.0000	0.2665	
	3967.59	3967.59	1793.33	0.1128	0.0000	0.0000	0.1128	
7 SLU	834.43	0.00	0.00	1687.00	1.068	2.50	0.4968	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4968	0.0000	0.0000	0.4968	
	3993.70	3993.70	1793.33	0.2089	0.0000	0.0000	0.2089	
8 SLU	441.25	0.00	0.00	1538.00	1.062	2.50	0.2627	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2627	0.0000	0.0000	0.2627	
	3971.21	3971.21	1793.33	0.1111	0.0000	0.0000	0.1111	
9 SLU	809.55	0.00	0.00	1734.00	1.070	2.50	0.4820	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4820	0.0000	0.0000	0.4820	
	4000.80	4000.80	1793.33	0.2023	0.0000	0.0000	0.2023	
10 SLU	441.25	0.00	0.00	1538.00	1.062	2.50	0.2627	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2627	0.0000	0.0000	0.2627	
	3971.21	3971.21	1793.33	0.1111	0.0000	0.0000	0.1111	
11 SLU	809.55	0.00	0.00	1734.00	1.070	2.50	0.4820	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.4820	0.0000	0.0000	0.4820	
	4000.80	4000.80	1793.33	0.2023	0.0000	0.0000	0.2023	
12 SLU	586.02	0.00	0.00	1204.00	1.049	2.50	0.3489	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3489	0.0000	0.0000	0.3489	
	3920.80	3920.80	1793.33	0.1495	0.0000	0.0000	0.1495	
13 SLU	634.02	0.00	0.00	1288.00	1.052	2.50	0.3775	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3933.48	3933.48	1793.33	0.1612	0.0000	0.0000	0.1612	
14 SLU	634.02	0.00	0.00	811.00	1.033	2.50	0.3775	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	08	03	005	C	42

	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3861.49	3861.49	1793.33	0.1642	0.0000	0.0000	0.1642	
15 SLU	932.30	0.00	0.00	632.00	1.026	2.50	0.5551	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5551	0.0000	0.0000	0.5551	
	3834.47	3834.47	1793.33	0.2431	0.0000	0.0000	0.2431	
16 SLU	634.02	0.00	0.00	811.00	1.033	2.50	0.3775	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3861.49	3861.49	1793.33	0.1642	0.0000	0.0000	0.1642	
17 SLU	1227.21	0.00	0.00	192.00	1.008	2.50	0.7307	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7307	0.0000	0.0000	0.7307	
	3768.07	3768.07	1793.33	0.3257	0.0000	0.0000	0.3257	
18 SLU	932.30	0.00	0.00	489.00	1.020	2.50	0.5551	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5551	0.0000	0.0000	0.5551	
	3812.89	3812.89	1793.33	0.2445	0.0000	0.0000	0.2445	
19 SLU	1227.21	0.00	0.00	192.00	1.008	2.50	0.7307	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7307	0.0000	0.0000	0.7307	
	3768.07	3768.07	1793.33	0.3257	0.0000	0.0000	0.3257	
20 SLU	634.02	0.00	0.00	811.00	1.033	2.50	0.3775	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3861.49	3861.49	1793.33	0.1642	0.0000	0.0000	0.1642	
21 SLU	1227.21	0.00	0.00	192.00	1.008	2.50	0.7307	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.7307	0.0000	0.0000	0.7307	
	3768.07	3768.07	1793.33	0.3257	0.0000	0.0000	0.3257	
22 SLU	634.02	0.00	0.00	811.00	1.033	2.50	0.3775	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3861.49	3861.49	1793.33	0.1642	0.0000	0.0000	0.1642	
23 SLU	634.02	0.00	0.00	1288.00	1.052	2.50	0.3775	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3775	0.0000	0.0000	0.3775	
	3933.48	3933.48	1793.33	0.1612	0.0000	0.0000	0.1612	
24 SLU	932.30	0.00	0.00	489.00	1.020	2.50	0.5551	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5551	0.0000	0.0000	0.5551	
	3812.89	3812.89	1793.33	0.2445	0.0000	0.0000	0.2445	

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		
25	2075.0	0.0	1240.0	7506.3	0.50	-156272.4	0.43	Ok
26	1605.0	0.0	1581.0	5827.7	0.39	-97176.7	0.27	Ok
27	2136.0	0.0	1273.0	7726.7	0.52	-161003.7	0.45	Ok
28	1996.0	0.0	1347.0	7229.9	0.48	-144238.4	0.40	Ok
29	2233.0	0.0	1213.0	8068.9	0.54	-173023.6	0.48	Ok
30	1605.0	0.0	1581.0	5827.7	0.39	-97176.7	0.27	Ok
31	2233.0	0.0	1213.0	8068.9	0.54	-173023.6	0.48	Ok
32	1605.0	0.0	1581.0	5827.7	0.39	-97176.7	0.27	Ok
33	2075.0	0.0	1240.0	7506.3	0.50	-156272.4	0.43	Ok
34	1605.0	0.0	1581.0	5827.7	0.39	-97176.7	0.27	Ok
35	1996.0	0.0	1347.0	7229.9	0.48	-144238.4	0.40	Ok
36	2136.0	0.0	1273.0	7726.7	0.52	-161003.7	0.45	Ok

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

Valori limite:

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

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	43

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	1889.0	0.0	1345.0	0.19	0.47	Ok
38	1508.0	0.0	1618.0	0.11	0.27	Ok
39	1934.0	0.0	1369.0	0.19	0.48	Ok
40	1800.0	0.0	1442.0	0.16	0.40	Ok
41	2007.0	0.0	1324.0	0.21	0.53	Ok
42	1508.0	0.0	1618.0	0.11	0.27	Ok
43	2007.0	0.0	1324.0	0.21	0.53	Ok
44	1508.0	0.0	1618.0	0.11	0.27	Ok
45	1889.0	0.0	1345.0	0.19	0.47	Ok
46	1508.0	0.0	1618.0	0.11	0.27	Ok
47	1800.0	0.0	1442.0	0.16	0.40	Ok
48	1934.0	0.0	1369.0	0.19	0.48	Ok

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

Valori limite:

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

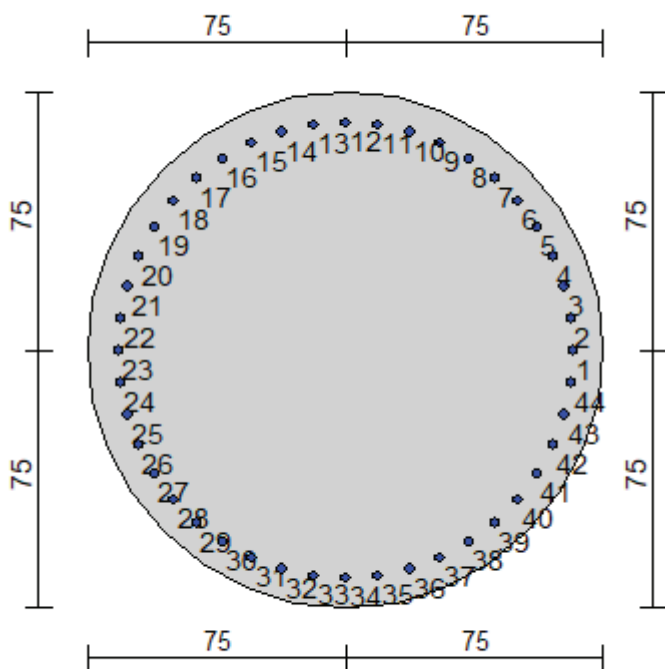
Fessure: $W_{kL} = 0.30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	Ok
50	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
51	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	Ok
52	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
53	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	Ok
54	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
55	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	Ok
56	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
57	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	Ok
58	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
59	1214.0	0.0	1730.0	4404.3	0.39	0.07	0.22	Ok
60	1330.0	0.0	1657.0	4827.9	0.43	0.08	0.28	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	08	03	005	C	44

10.2 SPALLA 2



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	08	03	005	C	45

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

Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.3	75.0	5.31	no
2	140.6	84.4	5.31	no
3	138.6	93.7	5.31	no
4	135.3	102.5	5.31	no
5	130.8	110.8	5.31	no
6	125.1	118.4	5.31	no
7	118.4	125.1	5.31	no
8	110.8	130.8	5.31	no
9	102.5	135.3	5.31	no
10	93.7	138.6	5.31	no
11	84.4	140.6	5.31	no
12	75.0	141.3	5.31	no
13	65.6	140.6	5.31	no
14	56.3	138.6	5.31	no
15	47.5	135.3	5.31	no
16	39.2	130.8	5.31	no
17	31.6	125.1	5.31	no
18	24.9	118.4	5.31	no
19	19.2	110.8	5.31	no
20	14.7	102.5	5.31	no
21	11.4	93.7	5.31	no
22	9.4	84.4	5.31	no
23	8.7	75.0	5.31	no
24	9.4	65.6	5.31	no
25	11.4	56.3	5.31	no
26	14.7	47.5	5.31	no
27	19.2	39.2	5.31	no
28	24.9	31.6	5.31	no
29	31.6	24.9	5.31	no
30	39.2	19.2	5.31	no
31	47.5	14.7	5.31	no
32	56.3	11.4	5.31	no
33	65.6	9.4	5.31	no
34	75.0	8.7	5.31	no
35	84.4	9.4	5.31	no
36	93.7	11.4	5.31	no
37	102.5	14.7	5.31	no
38	110.8	19.2	5.31	no
39	118.4	24.9	5.31	no
40	125.1	31.6	5.31	no
41	130.8	39.2	5.31	no
42	135.3	47.5	5.31	no
43	138.6	56.3	5.31	no
44	140.6	65.6	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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	46

f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249.00 daN/cm²

f_{cd} = 141.10 daN/cm² (α_{cc} = 0.85; γ_c = 1.50)

f_{ctm} (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

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

f_{yd} = 3913 daN/cm² (γ_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 - ($M_x = 0$, $M_y = 0$)	$N_u = -9141.2$ kN
asse N + ($M_x = 0$, $M_y = 0$)	$N_u = 33915.5$ kN
asse Mx + ($N = 0$, $M_y = 0$)	$M_{xu} = 5083.0$ kN m
asse Mx - ($N = 0$, $M_y = 0$)	$M_{xu} = -5083.0$ kN m
asse My + ($N = 0$, $M_x = 0$)	$M_{yu} = 5083.0$ kN m
asse My - ($N = 0$, $M_x = 0$)	$M_{yu} = -5083.0$ 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	2029.0	2604.0	0.0	P	5187.2	6657.3	0.0	0.350	0.496	0.390	Ok
				M	28571.1	2602.5	0.0	0.332	0.041	0.070	Ok
				N	2029.0	5816.9	0.0	0.350	0.730	0.450	Ok
2	1513.0	1783.0	0.0	P	5742.9	6767.7	0.0	0.350	0.465	0.260	Ok
				M	30273.1	1781.5	0.0	0.303	0.077	0.050	Ok
				N	1513.0	5646.5	0.0	0.350	0.782	0.320	Ok
3	2128.0	2608.0	0.0	P	5482.5	6719.1	0.0	0.350	0.479	0.390	Ok
				M	28562.9	2606.5	0.0	0.332	0.041	0.070	Ok
				N	2128.0	5849.1	0.0	0.350	0.720	0.450	Ok
4	1420.0	1977.0	0.0	P	4707.2	6553.6	0.0	0.350	0.525	0.300	Ok
				M	29871.4	1975.5	0.0	0.310	0.068	0.050	Ok
				N	1420.0	5615.0	0.0	0.350	0.791	0.350	Ok
5	2151.0	2610.0	0.0	P	5548.7	6732.8	0.0	0.350	0.475	0.390	Ok
				M	28558.7	2608.5	0.0	0.333	0.041	0.080	Ok
				N	2151.0	5856.6	0.0	0.350	0.718	0.450	Ok
6	1513.0	1783.0	0.0	P	5742.9	6767.7	0.0	0.350	0.465	0.260	Ok

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	08	03	005	C	47

				M	30273.1	1781.5	0.0	0.303	0.077	0.050	Ok
				N	1513.0	5646.5	0.0	0.350	0.782	0.320	Ok
7	2151.0	2610.0	0.0	P	5548.7	6732.8	0.0	0.350	0.475	0.390	Ok
				M	28558.7	2608.5	0.0	0.333	0.041	0.080	Ok
				N	2151.0	5856.6	0.0	0.350	0.718	0.450	Ok
8	1538.0	1758.0	0.0	P	5952.4	6803.8	0.0	0.350	0.454	0.260	Ok
				M	30324.6	1756.6	0.0	0.302	0.078	0.050	Ok
				N	1538.0	5654.9	0.0	0.350	0.779	0.310	Ok
9	2029.0	2604.0	0.0	P	5187.2	6657.3	0.0	0.350	0.496	0.390	Ok
				M	28571.1	2602.5	0.0	0.332	0.041	0.070	Ok
				N	2029.0	5816.9	0.0	0.350	0.730	0.450	Ok
10	1538.0	1758.0	0.0	P	5952.4	6803.8	0.0	0.350	0.454	0.260	Ok
				M	30324.6	1756.6	0.0	0.302	0.078	0.050	Ok
				N	1538.0	5654.9	0.0	0.350	0.779	0.310	Ok
11	2151.0	2610.0	0.0	P	5548.7	6732.8	0.0	0.350	0.475	0.390	Ok
				M	28558.7	2608.5	0.0	0.333	0.041	0.080	Ok
				N	2151.0	5856.6	0.0	0.350	0.718	0.450	Ok
12	1429.0	1975.0	0.0	P	4748.3	6562.6	0.0	0.350	0.522	0.300	Ok
				M	29875.6	1973.5	0.0	0.310	0.068	0.050	Ok
				N	1429.0	5618.1	0.0	0.350	0.790	0.350	Ok
13	1432.0	2304.0	0.0	P	3964.1	6378.0	0.0	0.350	0.572	0.360	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.050	Ok
				N	1432.0	5619.1	0.0	0.350	0.790	0.410	Ok
14	955.0	2304.0	0.0	P	2470.1	5959.2	0.0	0.350	0.688	0.390	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.030	Ok
				N	955.0	5450.8	0.0	0.350	0.842	0.420	Ok
15	776.0	3565.0	0.0	P	1206.3	5541.7	0.0	0.350	0.813	0.640	Ok
				M	26464.7	3561.8	0.0	0.350	0.007	0.030	Ok
				N	776.0	5383.0	0.0	0.350	0.864	0.660	Ok
16	955.0	2304.0	0.0	P	2470.1	5959.2	0.0	0.350	0.688	0.390	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.030	Ok
				N	955.0	5450.8	0.0	0.350	0.842	0.420	Ok
17	669.0	4121.0	0.0	P	880.3	5422.6	0.0	0.350	0.851	0.760	Ok
				M	25047.1	4121.8	0.0	0.350	0.012	0.030	Ok
				N	669.0	5342.1	0.0	0.350	0.877	0.770	Ok
18	633.0	3565.0	0.0	P	968.8	5456.0	0.0	0.350	0.840	0.650	Ok
				M	26464.7	3561.8	0.0	0.350	0.007	0.020	Ok
				N	633.0	5328.4	0.0	0.350	0.882	0.670	Ok
19	669.0	4121.0	0.0	P	880.3	5422.6	0.0	0.350	0.851	0.760	Ok
				M	25047.1	4121.8	0.0	0.350	0.012	0.030	Ok
				N	669.0	5342.1	0.0	0.350	0.877	0.770	Ok
20	955.0	2304.0	0.0	P	2470.1	5959.2	0.0	0.350	0.688	0.390	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.030	Ok
				N	955.0	5450.8	0.0	0.350	0.842	0.420	Ok
21	669.0	4121.0	0.0	P	880.3	5422.6	0.0	0.350	0.851	0.760	Ok
				M	25047.1	4121.8	0.0	0.350	0.012	0.030	Ok
				N	669.0	5342.1	0.0	0.350	0.877	0.770	Ok
22	955.0	2304.0	0.0	P	2470.1	5959.2	0.0	0.350	0.688	0.390	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.030	Ok
				N	955.0	5450.8	0.0	0.350	0.842	0.420	Ok
23	1432.0	2304.0	0.0	P	3964.1	6378.0	0.0	0.350	0.572	0.360	Ok
				M	29193.9	2302.3	0.0	0.322	0.054	0.050	Ok
				N	1432.0	5619.1	0.0	0.350	0.790	0.410	Ok
24	633.0	3565.0	0.0	P	968.8	5456.0	0.0	0.350	0.840	0.650	Ok
				M	26464.7	3561.8	0.0	0.350	0.007	0.020	Ok
				N	633.0	5328.4	0.0	0.350	0.882	0.670	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	%	%		
17	669.0	4121.0	0.0	P	880.3	5422.6	0.0	0.350	0.851	0.760	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	08	03	005	C	48

5	2151.0	2610.0	0.0	M	28558.7	2608.5	0.0	0.333	0.041	0.080	Ok
17	669.0	4121.0	0.0	N	669.0	5342.1	0.0	0.350	0.877	0.770	Ok

Verifiche taglio-torsione

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

Base Bw = 135.0, altezza H = 135.0, altezza d = 126.5 (per verif. Vy)

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

Risultati delle verifiche:

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

VRsd_x, VRsd_y, TRsd, resistenze acciaio

VRcd_x, VRcd_y, TRcd, resistenze cls

Verifiche cmb. SLU

Cmb	Vx	Vy	T	N	α c	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	654.31	0.00	0.00	2029.00	1.082	2.50	0.3896	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3896	0.0000	0.0000	0.3896	
	4045.32	4045.32	1793.33	0.1617	0.0000	0.0000	0.1617	
2 SLU	448.00	0.00	0.00	1513.00	1.061	2.50	0.2667	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2667	0.0000	0.0000	0.2667	
	3967.44	3967.44	1793.33	0.1129	0.0000	0.0000	0.1129	
3 SLU	655.45	0.00	0.00	2128.00	1.086	2.50	0.3903	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3903	0.0000	0.0000	0.3903	
	4060.26	4060.26	1793.33	0.1614	0.0000	0.0000	0.1614	
4 SLU	496.62	0.00	0.00	1420.00	1.057	2.50	0.2957	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2957	0.0000	0.0000	0.2957	
	3953.40	3953.40	1793.33	0.1256	0.0000	0.0000	0.1256	
5 SLU	655.82	0.00	0.00	2151.00	1.087	2.50	0.3905	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3905	0.0000	0.0000	0.3905	
	4063.73	4063.73	1793.33	0.1614	0.0000	0.0000	0.1614	
6 SLU	448.00	0.00	0.00	1513.00	1.061	2.50	0.2667	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2667	0.0000	0.0000	0.2667	
	3967.44	3967.44	1793.33	0.1129	0.0000	0.0000	0.1129	
7 SLU	655.82	0.00	0.00	2151.00	1.087	2.50	0.3905	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3905	0.0000	0.0000	0.3905	
	4063.73	4063.73	1793.33	0.1614	0.0000	0.0000	0.1614	
8 SLU	441.63	0.00	0.00	1538.00	1.062	2.50	0.2630	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2630	0.0000	0.0000	0.2630	
	3971.21	3971.21	1793.33	0.1112	0.0000	0.0000	0.1112	
9 SLU	654.31	0.00	0.00	2029.00	1.082	2.50	0.3896	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3896	0.0000	0.0000	0.3896	
	4045.32	4045.32	1793.33	0.1617	0.0000	0.0000	0.1617	
10 SLU	441.63	0.00	0.00	1538.00	1.062	2.50	0.2630	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2630	0.0000	0.0000	0.2630	
	3971.21	3971.21	1793.33	0.1112	0.0000	0.0000	0.1112	
11 SLU	655.82	0.00	0.00	2151.00	1.087	2.50	0.3905	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3905	0.0000	0.0000	0.3905	
	4063.73	4063.73	1793.33	0.1614	0.0000	0.0000	0.1614	
12 SLU	496.12	0.00	0.00	1429.00	1.058	2.50	0.2954	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.2954	0.0000	0.0000	0.2954	
	3954.76	3954.76	1793.33	0.1254	0.0000	0.0000	0.1254	
13 SLU	578.86	0.00	0.00	1432.00	1.058	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3955.22	3955.22	1793.33	0.1464	0.0000	0.0000	0.1464	
14 SLU	578.86	0.00	0.00	955.00	1.039	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3883.22	3883.22	1793.33	0.1491	0.0000	0.0000	0.1491	
15 SLU	895.70	0.00	0.00	776.00	1.031	2.50	0.5333	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5333	0.0000	0.0000	0.5333	

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	49

	3856.21	3856.21	1793.33	0.2323	0.0000	0.0000	0.2323	
16 SLU	578.86	0.00	0.00	955.00	1.039	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3883.22	3883.22	1793.33	0.1491	0.0000	0.0000	0.1491	
17 SLU	1035.54	0.00	0.00	669.00	1.027	2.50	0.6166	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.6166	0.0000	0.0000	0.6166	
	3840.06	3840.06	1793.33	0.2697	0.0000	0.0000	0.2697	
18 SLU	895.70	0.00	0.00	633.00	1.026	2.50	0.5333	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5333	0.0000	0.0000	0.5333	
	3834.63	3834.63	1793.33	0.2336	0.0000	0.0000	0.2336	
19 SLU	1035.54	0.00	0.00	669.00	1.027	2.50	0.6166	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.6166	0.0000	0.0000	0.6166	
	3840.06	3840.06	1793.33	0.2697	0.0000	0.0000	0.2697	
20 SLU	578.86	0.00	0.00	955.00	1.039	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3883.22	3883.22	1793.33	0.1491	0.0000	0.0000	0.1491	
21 SLU	1035.54	0.00	0.00	669.00	1.027	2.50	0.6166	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.6166	0.0000	0.0000	0.6166	
	3840.06	3840.06	1793.33	0.2697	0.0000	0.0000	0.2697	
22 SLU	578.86	0.00	0.00	955.00	1.039	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3883.22	3883.22	1793.33	0.1491	0.0000	0.0000	0.1491	
23 SLU	578.86	0.00	0.00	1432.00	1.058	2.50	0.3447	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.3447	0.0000	0.0000	0.3447	
	3955.22	3955.22	1793.33	0.1464	0.0000	0.0000	0.1464	
24 SLU	895.70	0.00	0.00	633.00	1.026	2.50	0.5333	Ok
	1679.50	1679.50	1456.92	0.5333	0.0000	0.0000	0.5333	
	3834.63	3834.63	1793.33	0.2336	0.0000	0.0000	0.2336	

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		
25	1756.0	0.0	1441.0	6637.8	0.44	-125961.5	0.35	Ok
26	1754.0	0.0	1493.0	6629.6	0.44	-123598.2	0.34	Ok
27	1742.0	0.0	1520.0	6583.6	0.44	-121222.6	0.34	Ok
28	1577.0	0.0	1610.0	5953.2	0.40	-100338.2	0.28	Ok
29	1742.0	0.0	1520.0	6583.6	0.44	-121222.6	0.34	Ok
30	1607.0	0.0	1580.0	6068.7	0.41	-104645.6	0.29	Ok
31	1759.0	0.0	1496.0	6648.5	0.45	-124002.3	0.34	Ok
32	1574.0	0.0	1556.0	5943.8	0.40	-102160.9	0.28	Ok
33	1756.0	0.0	1441.0	6637.8	0.44	-125961.5	0.35	Ok
34	1607.0	0.0	1580.0	6068.7	0.41	-104645.6	0.29	Ok
35	1577.0	0.0	1610.0	5953.2	0.40	-100338.2	0.28	Ok
36	1742.0	0.0	1520.0	6583.6	0.44	-121222.6	0.34	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		
37	1649.0	0.0	1495.0	0.14	0.36	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	08	03	005	C	50

38	1620.0	0.0	1552.0	0.14	0.34	Ok
39	1638.0	0.0	1555.0	0.14	0.35	Ok
40	1486.0	0.0	1640.0	0.11	0.28	Ok
41	1638.0	0.0	1555.0	0.14	0.35	Ok
42	1509.0	0.0	1618.0	0.12	0.29	Ok
43	1650.0	0.0	1536.0	0.14	0.35	Ok
44	1484.0	0.0	1599.0	0.11	0.28	Ok
45	1649.0	0.0	1495.0	0.14	0.36	Ok
46	1509.0	0.0	1618.0	0.12	0.29	Ok
47	1486.0	0.0	1640.0	0.11	0.28	Ok
48	1638.0	0.0	1555.0	0.14	0.35	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		
49	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok
50	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
51	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok
52	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
53	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok
54	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
55	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok
56	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
57	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok
58	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
59	1215.0	0.0	1729.0	4561.7	0.41	0.08	0.25	Ok
60	1328.0	0.0	1658.0	4998.8	0.45	0.09	0.30	Ok

10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
Spalla 1	40m	48 Φ 26	Φ 12/15cm
Spalla 2	40m	44 Φ 26	Φ 12/15cm

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

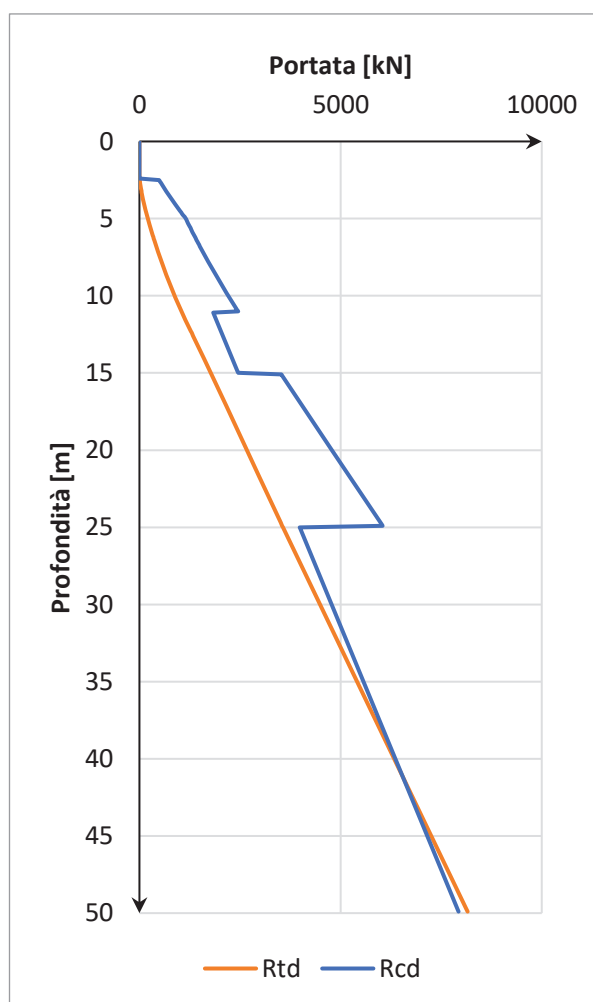
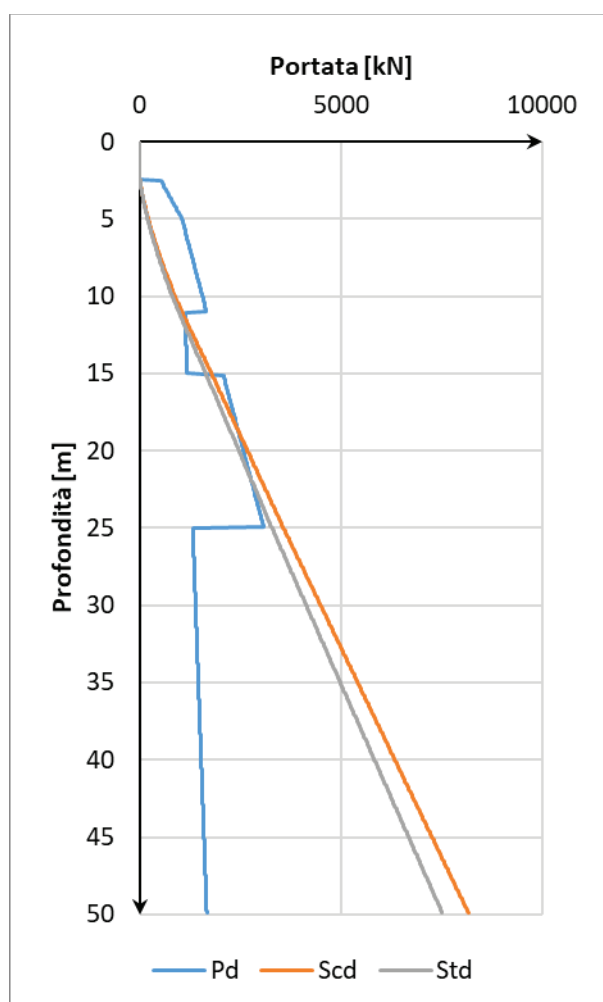
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	08	03	005	C	51

11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE

Di seguito sono riportate le curve di capacità portante dei pali per le diverse stratigrafie di interesse. Le curve sono riportate per le capacità di design e in particolare:

- Pd: capacità portante punta palo;
- Scd: capacità portante laterale a compressione;
- Std: capacità portante laterale a trazione;
- Rcd: capacità portante totale a compressione;
- Rtd: capacità portante totale a trazione.

11.1 STRATIGRAFIA 1



Profondità [m]	Pd [kN]	Scd [kN]	Std [kN]	Rcd [kN]	Rtd [kN]
2.5	522.1	5.3	4.9	487.7	44.7
3.5	731.0	70.5	64.9	737.8	128.5
4.5	939.8	157.0	144.5	1009.3	231.9
5.5	1095.1	263.3	242.2	1247.0	353.5

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	08	03	005	C	52

6.5	1196.8	381.0	350.5	1442.7	485.7
7.5	1298.6	509.2	468.4	1648.7	627.5
8.5	1400.3	647.7	595.9	1865.1	778.8
9.5	1502.1	796.7	732.9	2092.0	939.7
10.5	1603.8	956.0	879.6	2329.3	1110.2
11.5	1124.0	1131.8	1041.3	1898.0	1399.1
12.5	1137.9	1316.2	1210.9	2056.6	1608.5
13.5	1151.9	1500.6	1380.6	2215.1	1817.9
14.5	1165.8	1685.0	1550.2	2373.7	2027.4
15.5	2112.5	1866.6	1717.3	3629.3	2067.2
16.5	2214.3	2045.4	1881.8	3886.0	2255.6
17.5	2316.0	2224.3	2046.3	4142.7	2443.9
18.5	2417.8	2403.1	2210.8	4399.4	2632.3
19.5	2519.5	2581.9	2375.3	4656.1	2820.6
20.5	2621.3	2760.7	2539.8	4912.8	3009.0
21.5	2723.0	2939.5	2704.3	5169.5	3197.4
22.5	2824.8	3118.3	2868.8	5426.2	3385.7
23.5	2926.5	3297.1	3033.3	5682.9	3574.1
24.5	3028.2	3475.9	3197.8	5939.6	3762.5
25.5	1318.9	3658.1	3365.4	4062.5	4279.9
26.5	1332.9	3842.5	3535.1	4221.1	4489.3
27.5	1346.8	4026.9	3704.7	4379.6	4698.8
28.5	1360.7	4211.3	3874.4	4538.2	4908.2
29.5	1374.6	4395.7	4044.0	4696.8	5117.6
30.5	1388.5	4580.1	4213.7	4855.3	5327.0
31.5	1402.5	4764.5	4383.3	5013.9	5536.4
32.5	1416.4	4948.9	4553.0	5172.4	5745.8
33.5	1430.3	5133.3	4722.6	5331.0	5955.2
34.5	1444.2	5317.7	4892.3	5489.6	6164.6
35.5	1458.2	5502.1	5061.9	5648.1	6374.0
36.5	1472.1	5686.5	5231.5	5806.7	6583.4
37.5	1486.0	5870.9	5401.2	5965.2	6792.8
38.5	1499.9	6055.3	5570.8	6123.8	7002.2
39.5	1513.9	6239.7	5740.5	6282.4	7211.6
40.5	1527.8	6424.1	5910.1	6440.9	7421.0
41.5	1541.7	6608.5	6079.8	6599.5	7630.4
42.5	1555.6	6792.8	6249.4	6758.0	7839.9
43.5	1569.5	6977.2	6419.1	6916.6	8049.3
44.5	1583.5	7161.6	6588.7	7075.2	8258.7
45.5	1597.4	7346.0	6758.4	7233.7	8468.1
46.5	1611.3	7530.4	6928.0	7392.3	8677.5

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	08	03	005	C	53

47.5	1625.2	7714.8	7097.7	7550.8	8886.9
48.5	1639.2	7899.2	7267.3	7709.4	9096.3
49.5	1653.1	8083.6	7436.9	7868.0	9305.7