

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

VI01 – Ponte su canale km 2+783,900 e km 2+815,900

Relazione di calcolo Pali di fondazione

L'Appaltatore Ing. Gianguido Babini	A.A.D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l. Il Direttore Tecnico	I progettisti (il Direttore della progettazione) Ing. Massimo Facchini
Data	firma Ing. Gianguido Babini	Data firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I 0 B	0 2	E	Z Z	C L	V I 0 1 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.	08/06/2023	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	



MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	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 $R_{ck} > 30$ 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	10
6.1 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi verticali	10
6.2 Metodologia di calcolo per le verifiche nei confronti del collasso per carichi inclinati	11
7.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV VERTICALE	14
7.1 SPALLA 01	14
7.2 SPALLA 02	15
8.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLU/SLV ORIZZONTALE	16
8.1 PALIFICATA SPALLA 01	17
8.2 PALIFICATE SPALLA 02	18
9.. VERIFICHE GEOTECNICHE SLE	21
9.1 PALIFICATE SPALLA 01	21
9.2 PALIFICATE SPALLA 02	26
10. VERIFICHE STRUTTURALI PALI SLU/SLE	32
10.1 SPALLA 01	38
10.2 SPALLA 2	45
10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI	52
11. CURVE DI CAPACITÀ PORTANTE	53
11.1 STRATIGRAFIA 1	53
11.2 STRATIGRAFIA 1A	56

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	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.

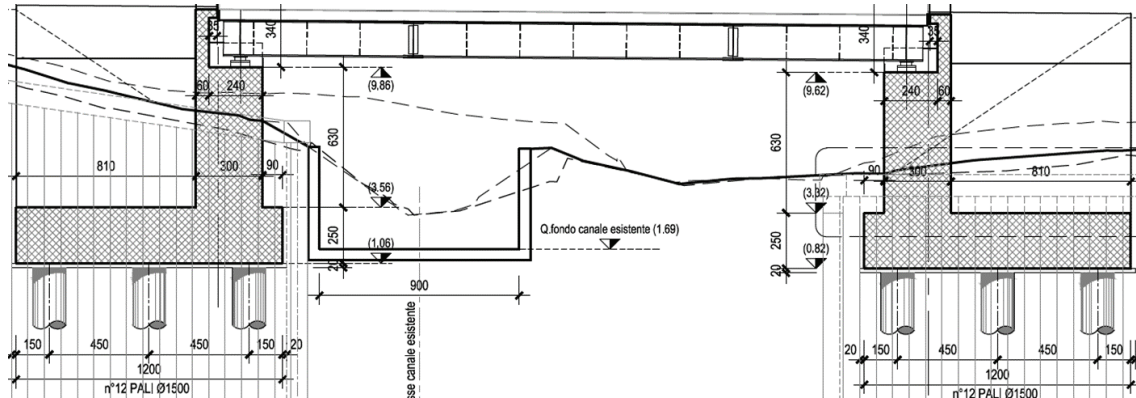


Figura 1. Rappresentazione del viadotto in esame

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

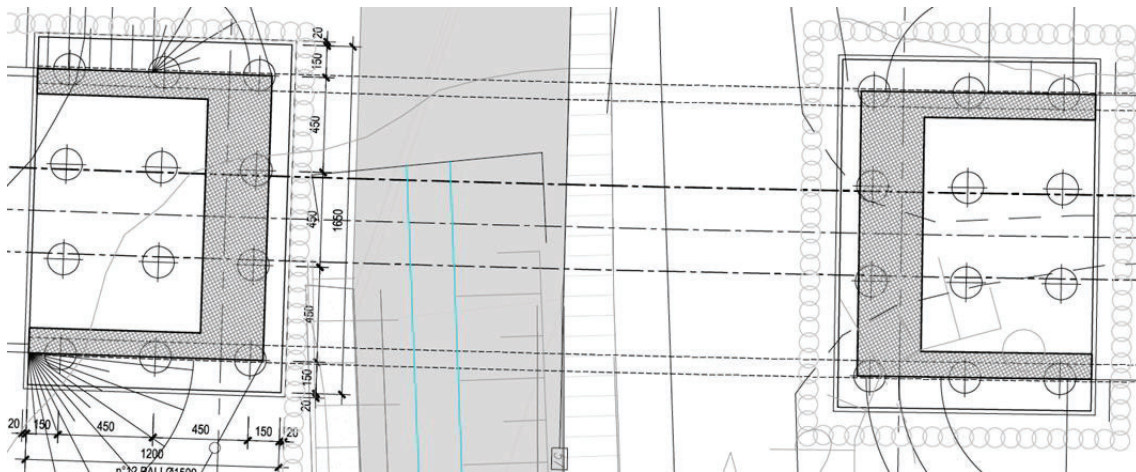


Figura 2. Pianta delle fondazioni delle pile e delle spalle

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]	[-]
VI01	Spalla 01	6	1
	Spalla 02	6	1a

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	01	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, Fagnoli P (2021). Centrifuge modelling of the behaviour of pile groups under vertical eccentric load. Soils & Foundations, 61(2), 465-479;
- Dobry R, Gazetas G (1988). Simple method for dynamic stiffness and damping of floating pile groups. Géotechnique, 38(4), 557-574.
- de Sanctis L, Di Laora R, Maiorano RMS, Aversa S, Favata G (2021). Failure envelopes of pile groups under combined axial-moment loading: theoretical background and experimental evidence. Soils & Foundations, 61(5), 1419-1430;
- Di Laora R, de Sanctis L, Aversa S (2019). Bearing capacity of Pile Groups under vertical eccentric load. Acta Geotechnica, 14(1), 193-205;
- Di Laora R, Iodice C, Mandolini A (2022). A closed-form solution for the failure interaction diagrams of pile groups subjected to inclined eccentric load. Acta Geotechnica, 17(8), 3633-3646;

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	01	03	005	C	4

- 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  	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 01 03			PROGR 005	REV C

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO PALI E PLINTI DI FONDAZIONE $R_{ck} > 30$ MPa (C25/30)

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

Resistenze di progetto allo SLU

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

Resistenze di progetto allo SLE

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

3.2 ACCIAIO D'ARMATURA B450C

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

Resistenza di progetto allo SLU

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

Resistenza di progetto allo SLE

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

copriferro netto 60mm.

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	01	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 1 e parametri di calcolo

Unità geotecnica	Profondità	γ	c_u	E_0	$q_{s,lim}$	$q_{b,lim}$
	[m]	[kNm ³]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
b2	Da 0.0 a 6.0	19	120	90÷300	100	$9c_u + \sigma_v$
ASP	Da 6.0 a 23.0	19.5	150	300	120	$9c_u + \sigma_v$
	Da 23.0 a 50.0	19.5	250	300	120	$9c_u + \sigma_v$

Tabella 3. Stratigrafia 1a 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]	[-]
ba2	Da 0.0 a 4.0	18.5	35	-	200÷300	80	4300	15
bn2	Da 4.0 a 10.0	18.5	-	40	300÷800	100	$9c_u + \sigma_v$	-
bn3	Da 10.0 a 25.0	18.5	-	75	800	100	$9c_u + \sigma_v$	-
ASP	Da 25.0 a 50.0	19.5	-	250	600÷800	120	$9c_u + \sigma_v$	-

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

- N°1 verticali di indagine, da cui $\xi_3=\xi_4=1.70$
- 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 a 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):

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 01 03			PROGR 005

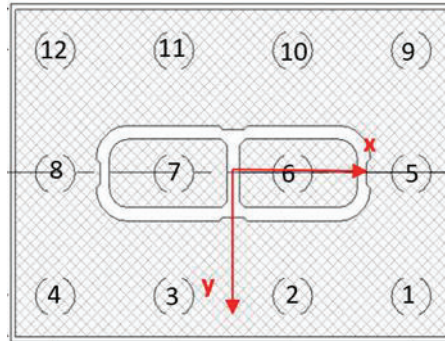


Figura 3. Sistema di riferimento per le fondazioni delle spalle con indicazione della numerazione dei pali

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.

Tabella 4. 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	72258	902	-11540	13826	106355	-3549	106980	13855
Nvert Min	SLU24	46466	-373	4636	8938	51087	1567	51297	8945
Vtrasv Max	SLU3	69213	1064	-12804	13862	93896	-4154	94765	13903
Vtrasv Min	SLU24	46466	-373	4636	8938	51087	1567	51297	8945
Mtrasv Max	SLU6	63231	-373	4636	12986	60803	1567	60979	12991
Mtrasv Min	SLU24	52448	1064	-12804	10264	88284	-4154	89207	10319
Vlong Max	SLU7	66747	353	-10082	14745	91575	1617	92128	14749
Vlong Min	SLU20	46867	0	0	8866	52118	-13	52118	8866
Mlong Max	SLU2	72258	902	-11540	13826	106355	-3549	106980	13855
Mlong Min	SLU15	46466	-373	4636	8938	51087	1567	51297	8945
Mtorc Max	SLU7	66747	353	-10082	14745	91575	1617	92128	14749
Mtorc Min	SLU15	52448	1064	-12804	10264	88284	-4154	89207	10319
Nvert Max	SLV5	54634	4661	-26720	13344	83848	-3858	88003	14134
Nvert Min	SLV6	39099	4661	-26720	13344	70988	-3858	75850	14134
Vtrasv Max	SLV3	49197	15535	-89068	13344	79347	-12860	119286	20479
Vtrasv Min	SLV6	39099	4661	-26720	13344	70988	-3858	75850	14134
Mtrasv Max	SLV1	49197	4661	-26720	27164	153231	-3858	155544	27561
Mtrasv Min	SLV6	44537	15535	-89068	13344	75489	-12860	116755	20479
Vlong Max	SLV1	49197	4661	-26720	27164	153231	-3858	155544	27561
Vlong Min	SLV6	39099	4661	-26720	13344	70988	-3858	75850	14134
Mlong Max	SLV1	49197	4661	-26720	27164	153231	-3858	155544	27561
Mlong Min	SLV4	39099	4661	-26720	13344	70988	-3858	75850	14134
Mtorc Max	SLV5	54634	4661	-26720	13344	83848	-3858	88003	14134
Mtorc Min	SLV4	44537	15535	-89068	13344	75489	-12860	116755	20479
Nvert Max	RA1	50968	617	-7878	9558	77747	-2337	78145	9578
Nvert Min	RA12	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331
Vtrasv Max	RA3	50658	728	-8744	9598	76809	-2724	77305	9626
Vtrasv Min	RA12	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331

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	01	03	005	C	8

Mtrasv Max	RA1	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331
Mtrasv Min	RA12	50658	728	-8744	9598	76809	-2724	77305	9626
Vlong Max	RA7	49010	292	-7531	9887	72516	903	72906	9891
Vlong Min	RA12	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331
Mlong Max	RA12	50968	617	-7878	9558	77747	-2337	78145	9578
Mlong Min	RA3	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331
Mtorc Max	RA12	46600	-249	3090	8327	48197	1045	48296	8331
Mtorc Min	RA3	50658	728	-8744	9598	76809	-2724	77305	9626
Nvert Max	FR1	49943	463	-5908	9024	69748	-1753	69998	9036
Nvert Min	FR12	46667	-187	2318	7988	46560	784	46618	7990
Vtrasv Max	FR3	49710	546	-6558	9054	69045	-2043	69356	9070
Vtrasv Min	FR12	46667	-187	2318	7988	46560	784	46618	7990
Mtrasv Max	FR1	46667	-187	2318	8100	47586	784	47643	8102
Mtrasv Min	FR12	49710	546	-6558	8941	68019	-2043	68335	8958
Vlong Max	FR7	48474	219	-5648	9270	65825	677	66067	9273
Vlong Min	FR12	46667	-187	2318	7988	46560	784	46618	7990
Mlong Max	FR12	49943	463	-5908	9024	69748	-1753	69998	9036
Mlong Min	FR3	46667	-187	2318	7988	46560	784	46618	7990
Mtorc Max	FR12	46667	-187	2318	8100	47586	784	47643	8102
Mtorc Min	FR3	49710	546	-6558	8941	68019	-2043	68335	8958
Nvert Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Nvert Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970
Vtrasv Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Vtrasv Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970
Mtrasv Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Mtrasv Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970
Vlong Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Vlong Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970
Mlong Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Mlong Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970
Mtorc Max	QP1	46867	0	0	7421	45753	0	45753	7421
Mtorc Min	QP12	46867	0	0	6970	41650	0	41650	6970

Tabella 5. Azioni all'intradosso della Spalla 02

		Azioni							
Combinazione		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	72165	563	-7594	13208	99779	-2339	100067	13220
Nvert Min	SLU24	46165	-373	4636	8938	49447	1567	49664	8945
Vtrasv Max	SLU3	69014	1064	-12915	13208	86547	-4441	87505	13251
Vtrasv Min	SLU24	46165	-373	4636	8938	49447	1567	49664	8945
Mtrasv Max	SLU6	62780	-373	4636	12986	58342	1567	58526	12991
Mtrasv Min	SLU24	52399	1064	-12915	9611	81755	-4441	82769	9669
Vlong Max	SLU11	69014	1064	-12915	13208	86547	-4441	87505	13251
Vlong Min	SLU20	46565	0	0	8866	50478	-13	50478	8866
Mlong Max	SLU2	72165	563	-7594	13208	99779	-2339	100067	13220

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	01	03	005	C	9

Mlong Min	SLU15	46165	-373	4636	8938	49447	1567	49664	8945
Mtorc Max	SLU2	62780	-373	4636	12986	58342	1567	58526	12991
Mtorc Min	SLU15	52399	1064	-12915	9611	81755	-4441	82769	9669
Nvert Max	SLV5	54287	4633	-26594	12347	73592	-3708	78250	13187
Nvert Min	SLV6	38844	4633	-26594	12347	61232	-3708	66758	13187
Vtrasv Max	SLV3	48882	15443	-88646	12347	69266	-12360	112499	19772
Vtrasv Min	SLV6	38844	4633	-26594	12347	61232	-3708	66758	13187
Mtrasv Max	SLV1	48882	4633	-26594	23841	123630	-3708	126457	24287
Mtrasv Min	SLV6	44249	15443	-88646	12347	65558	-12360	110254	19772
Vlong Max	SLV1	48882	4633	-26594	23841	123630	-3708	126457	24287
Vlong Min	SLV6	38844	4633	-26594	12347	61232	-3708	66758	13187
Mlong Max	SLV1	48882	4633	-26594	23841	123630	-3708	126457	24287
Mlong Min	SLV4	38844	4633	-26594	12347	61232	-3708	66758	13187
Mtorc Max	SLV5	54287	4633	-26594	12347	73592	-3708	78250	13187
Mtorc Min	SLV4	44249	15443	-88646	12347	65558	-12360	110254	19772
Nvert Max	RA1	50963	524	-6858	8876	71151	-2181	71480	8892
Nvert Min	RA12	46298	-249	3090	8327	46558	1045	46660	8331
Vtrasv Max	RA3	50635	728	-8866	8876	69775	-3041	70336	8906
Vtrasv Min	RA12	46298	-249	3090	8327	46558	1045	46660	8331
Mtrasv Max	RA1	46298	-249	3090	8327	46558	1045	46660	8331
Mtrasv Min	RA12	50635	728	-8866	8876	69775	-3041	70336	8906
Vlong Max	RA11	50635	728	-8866	8876	69775	-3041	70336	8906
Vlong Min	RA8	50963	524	-6858	8228	65251	-2217	65610	8245
Mlong Max	RA12	50963	524	-6858	8876	71151	-2181	71480	8892
Mlong Min	RA3	46298	-249	3090	8327	46558	1045	46660	8331
Mtorc Max	RA12	46298	-249	3090	8327	46558	1045	46660	8331
Mtorc Min	RA3	50635	728	-8866	8876	69775	-3041	70336	8906
Nvert Max	FR1	49864	393	-5143	8512	64391	-1636	64596	8522
Nvert Min	FR12	46365	-187	2318	7988	44921	784	44981	7990
Vtrasv Max	FR3	49618	546	-6649	8512	63359	-2281	63707	8530
Vtrasv Min	FR12	46365	-187	2318	7988	44921	784	44981	7990
Mtrasv Max	FR1	46365	-187	2318	8100	45947	784	46005	8102
Mtrasv Min	FR12	49618	546	-6649	8400	62334	-2281	62687	8418
Vlong Max	FR7	49618	546	-6649	8512	63359	-2281	63707	8530
Vlong Min	FR12	49864	393	-5143	7914	58941	-1663	59165	7923
Mlong Max	FR12	49864	393	-5143	8512	64391	-1636	64596	8522
Mlong Min	FR3	46365	-187	2318	7988	44921	784	44981	7990
Mtorc Max	FR12	46365	-187	2318	8100	45947	784	46005	8102
Mtorc Min	FR3	49618	546	-6649	8400	62334	-2281	62687	8418
Nvert Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421
Nvert Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970
Vtrasv Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421
Vtrasv Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970
Mtrasv Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421
Mtrasv Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970
Vlong Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421
Vlong Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970
Mlong Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421

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	01	03	005	C	10

Mlong Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970
Mtorc Max	QP1	46565	0	0	7421	44114	0	44114	7421
Mtorc Min	QP12	46565	0	0	6970	40011	0	40011	6970

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):

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

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

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

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

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

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	11

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)

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

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

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 $\mu = \tan \varphi$ = 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.

MANDATARIA  	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	12

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

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

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

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

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  	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 01 03			PROGR 005	REV C

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

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

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

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

(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:

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	14

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.

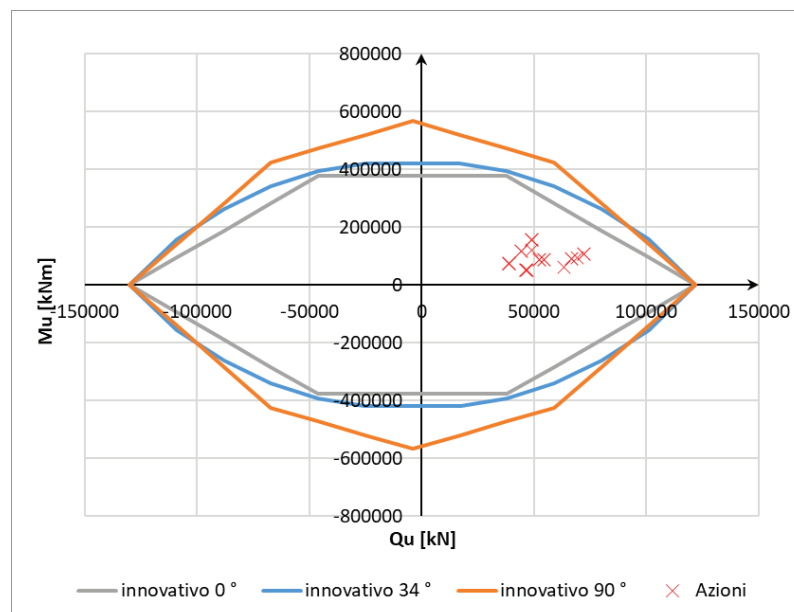
Si fa presente che le azioni utilizzate per il dimensionamento tramite la teoria dei domini di collasso sono l'azione verticale e la composizione vettoriale dei momenti sollecitanti l'intradosso della fondazione. Se queste ultime saranno comprese nei domini di collasso calcolato con $\alpha = 0$, angolo 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 6. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
46.0	10172	10834



Relazione di calcolo Pali di
fondazione

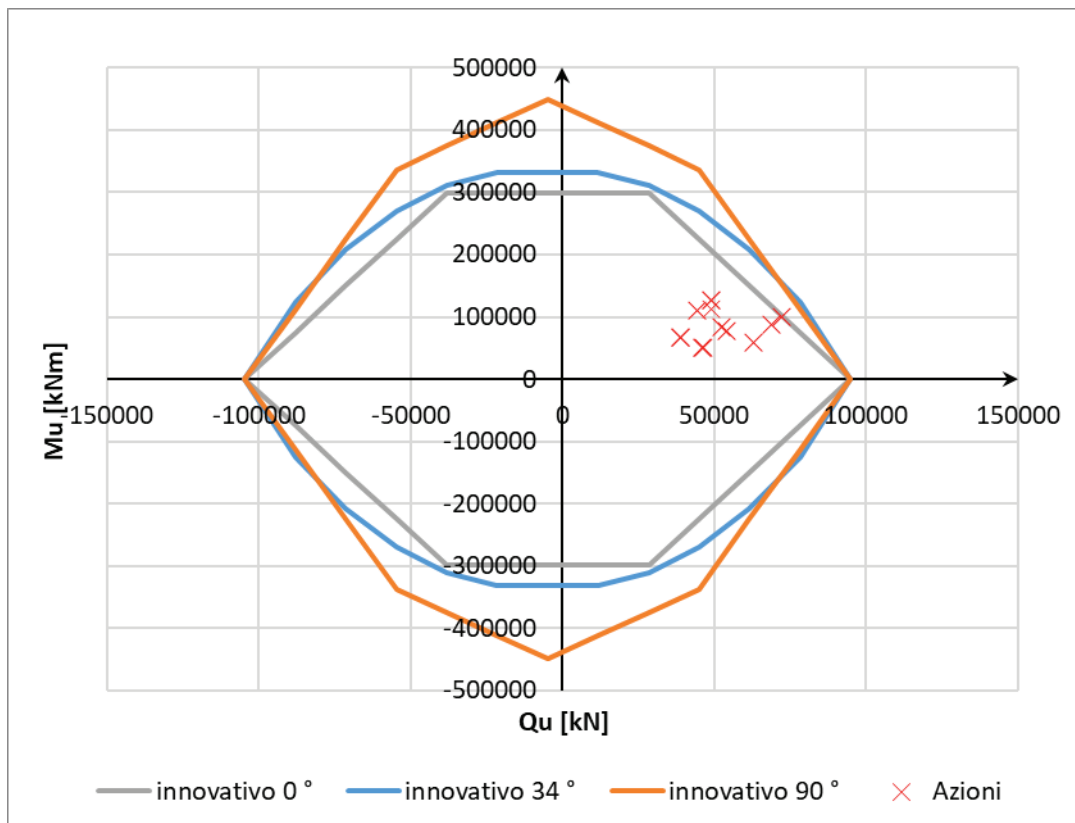
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	15

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 7. Resistenze di progetto.

Resistenze		
L_p	$R_{c,d}$	$R_{tr,d}$
[m]	[kN]	[kN]
47.0	8014	8927



MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	16

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).

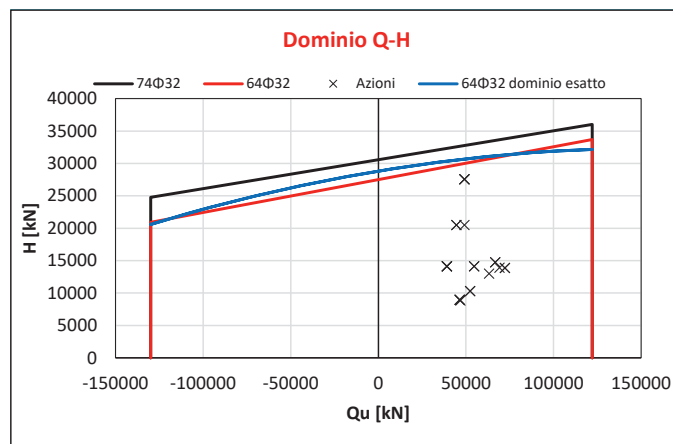
Il calcolo della resistenza orizzontale limite del terreno è stato effettuato considerando le reali successioni di strati di terreno a partire dalla quota testa palo che presenta un affondamento di 2.5m da piano campagna. Utilizzando la teoria di Broms non è possibile tenere conto del sovrappeso dato 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. (2020). 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	14092	7486
Di Laora et al. (2020)	15104	7646



MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 01 03			PROGR 005

8.1 PALIFICATA SPALLA 01

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (64Φ32):

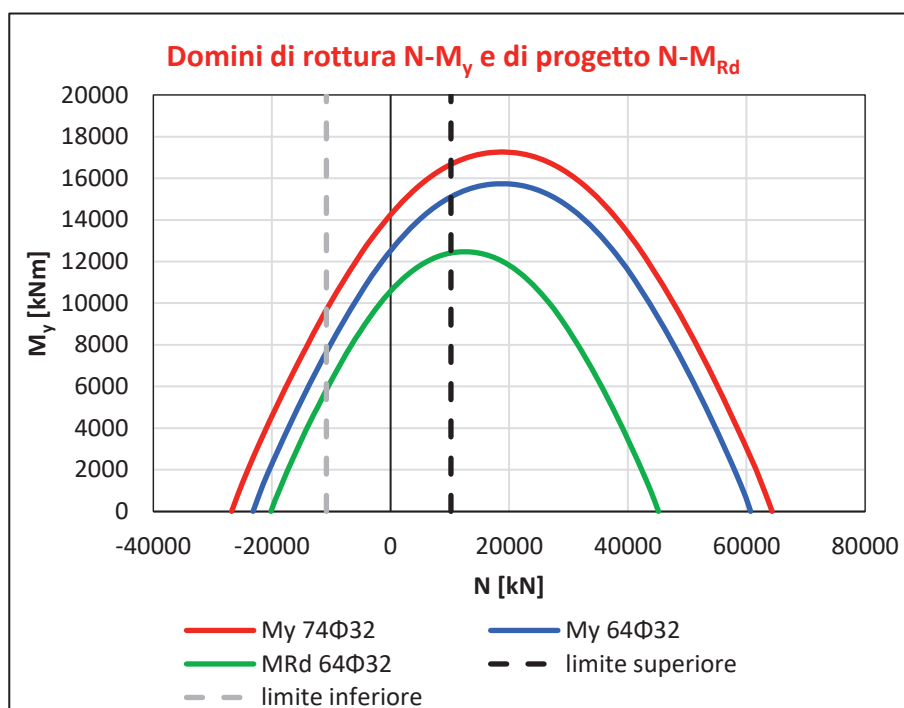


Figura 4. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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 8. 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]
64Φ32	46.0	10172	15104	3121
		-10834	7646	1937

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:

Tabella 9. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
122058	0
122058	33711

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	18

-130007	20925
-130007	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:

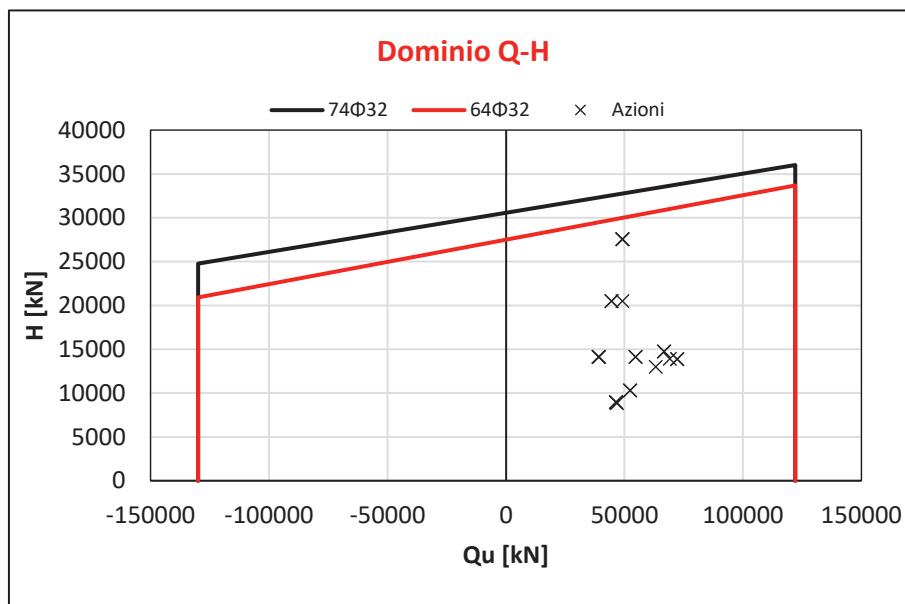


Figura 5. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche sono soddisfatte con le armature predisposte.

8.2 PALIFICATE SPALLA 02

Si riporta di seguito il dominio N-M della sezione dei pali considerati con l'indicazione delle armature utilizzate (72Φ30):

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 01 03			PROGR 005

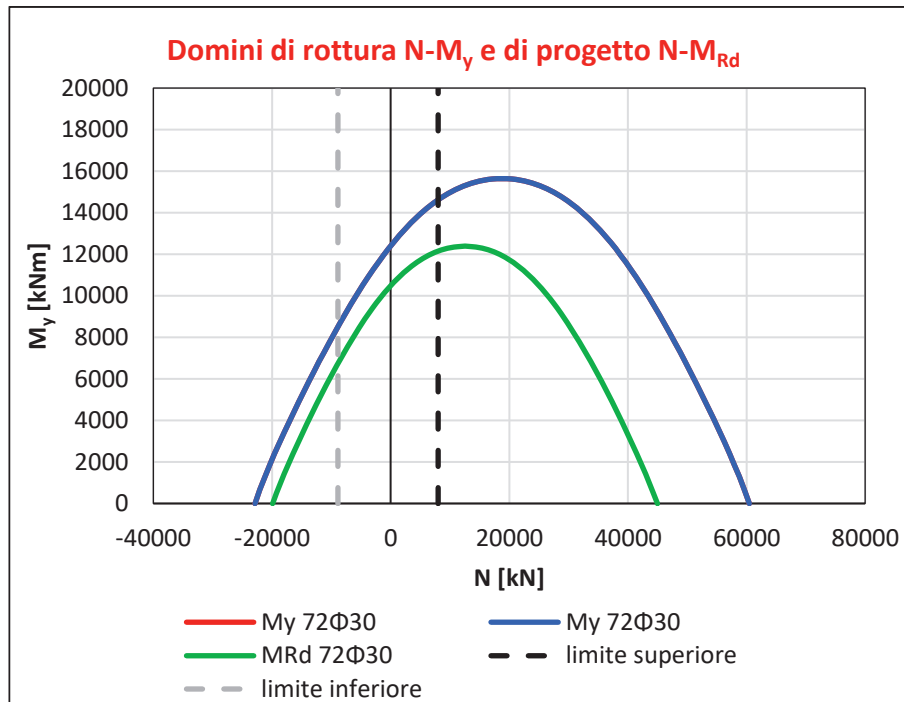


Figura 6. Dominio della sezione del palo con armature utilizzate.

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 10. 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]
72Φ30	47.0	8014	14629	2601
		-8927	8502	1817

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:

Tabella 11. Valori con cui costruire il dominio semplificato Q-H

Q_{tot}	H_{tot}
[kN]	[kN]
96166	0
96166	28095
-107120	19629
-107120	0

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONDIZIONI STABILI SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 01 03			PROGR 005

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:

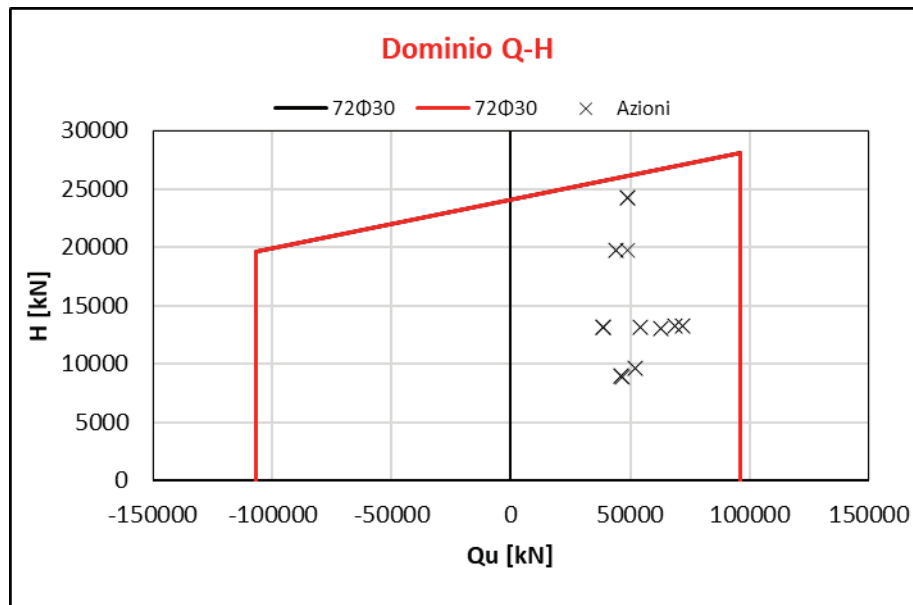


Figura 7. Dominio di collasso nel piano Q-H.

Le verifiche risultano soddisfatte con l'armatura predisposta.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	21

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:

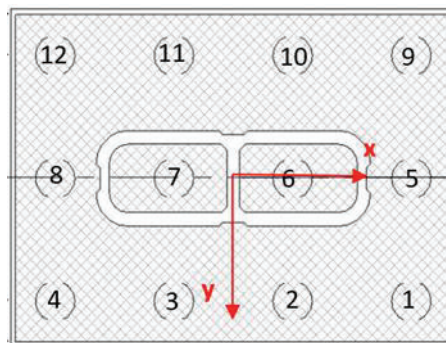
$$N_i = \frac{Q}{p} + \frac{M_y}{\sum x_i^2} x_i + \frac{M_x}{\sum y_i^2} y_i$$

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

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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	6232	6349	6465	6582	4072	4189	4306	4422	1913	2029	2146	2263	798	2299
Nvert Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Vtrasv Max	RA3	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Vtrasv Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtrasv Max	RA1	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999

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	01	03	005	C	22	

Mtrasv Min	RA1 2	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Vlong Max	RA7	5931	6043	6154	6266	3917	4028	4140	4251	1902	2014	2126	2237	824	2374
Vlong Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mlong Max	RA1 2	6232	6349	6465	6582	4072	4189	4306	4422	1913	2029	2146	2263	798	2299
Mlong Min	RA3	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtorc Max	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtorc Min	RA3	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Nvert Max	FR1	5968	6056	6143	6231	4031	4118	4206	4293	2093	2181	2268	2356	753	2169
Nvert Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Vtrasv Max	FR3	5915	6012	6109	6206	3997	4094	4191	4288	2079	2176	2273	2370	756	2177
Vtrasv Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Mtrasv Max	FR1	5262	5228	5194	5159	3940	3906	3872	3837	2619	2584	2550	2516	675	1945
Mtrasv Min	FR1 2	5886	5983	6081	6178	3997	4094	4191	4288	2107	2205	2302	2399	746	2150
Vlong Max	FR7	5742	5826	5910	5993	3914	3998	4081	4165	2085	2169	2253	2337	773	2226
Vlong Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Mlong Max	FR1 2	5968	6056	6143	6231	4031	4118	4206	4293	2093	2181	2268	2356	753	2169
Mlong Min	FR3	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Mtorc Max	FR1 2	5262	5228	5194	5159	3940	3906	3872	3837	2619	2584	2550	2516	675	1945
Mtorc Min	FR3	5886	5983	6081	6178	3997	4094	4191	4288	2107	2205	2302	2399	746	2150
Nvert Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Nvert Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Vtrasv Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Vtrasv Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mtrasv Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mtrasv Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Vlong Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Vlong Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mlong Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mlong Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mtorc Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mtorc Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673

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

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
LI0B		02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	23

Tabella 13. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
46.0	6582.0	19229.4	15383.5	2.34

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 14. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	34615.38	G _{oa}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	2243.59	G _{ma}
Axial: Shear modulus below base, G _b	115384.6	G _b
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	34615.38	G _{oℓ}
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	2243.59	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}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: x-z)	0	E _{pℓxf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	E _{pℓx}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	E _{pℓyf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	E _{pℓy}
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 15. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

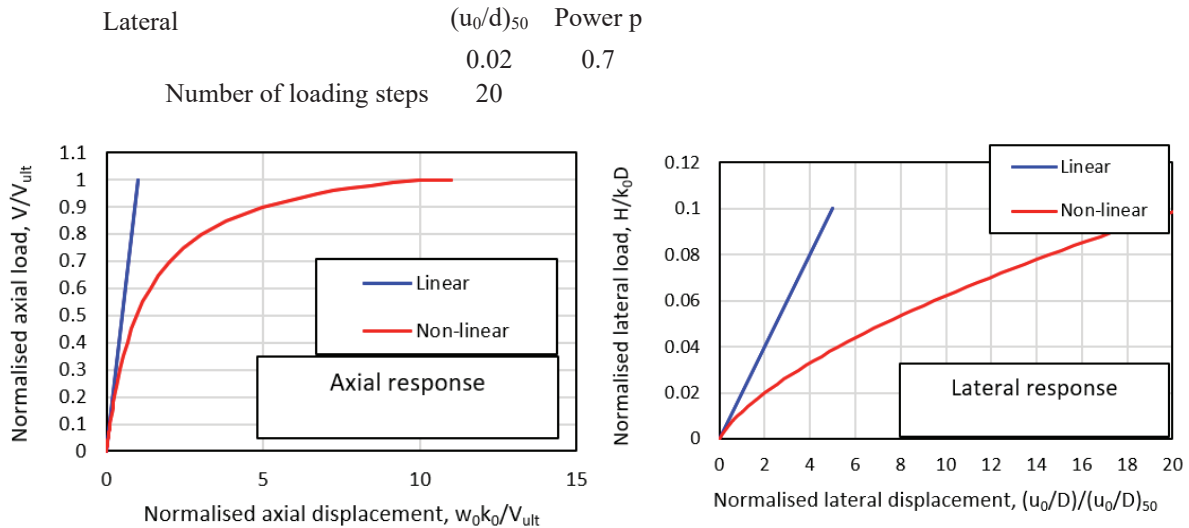
Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

Axial f Power g
0.9 0.9

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	24



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

Tabella 16. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazione	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	0.0089	0.0004	0.0062	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0088	0.0005	0.0062	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA1	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0088	0.0005	0.0062	0.0000	0.0006	0.0000
RA7	0.0084	0.0002	0.0064	0.0000	0.0006	0.0000
RA12	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0089	0.0004	0.0062	0.0000	0.0006	0.0000
RA3	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA12	0.0076	-0.0002	0.0054	0.0000	0.0003	0.0000
RA3	0.0088	0.0005	0.0062	0.0000	0.0006	0.0000
FR1	0.0086	0.0003	0.0058	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0076	-0.0001	0.0051	0.0000	0.0003	0.0000
FR3	0.0085	0.0003	0.0058	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0076	-0.0001	0.0051	0.0000	0.0003	0.0000
FR1	0.0076	-0.0001	0.0052	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0085	0.0003	0.0058	0.0000	0.0005	0.0000
FR7	0.0082	0.0001	0.0060	0.0000	0.0005	0.0000
FR12	0.0076	-0.0001	0.0051	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0086	0.0003	0.0058	0.0000	0.0005	0.0000
FR3	0.0076	-0.0001	0.0051	0.0000	0.0003	0.0000
FR12	0.0076	-0.0001	0.0052	0.0000	0.0003	0.0000

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	25

FR3	0.0085	0.0003	0.0058	0.0000	0.0005	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	0.0000	0.0003	0.0000
QP1	0.0077	0.0000	0.0047	0.0000	0.0003	0.0000
QP12	0.0076	0.0000	0.0044	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.

9.1.3 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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 824 \text{ kN}$$

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.

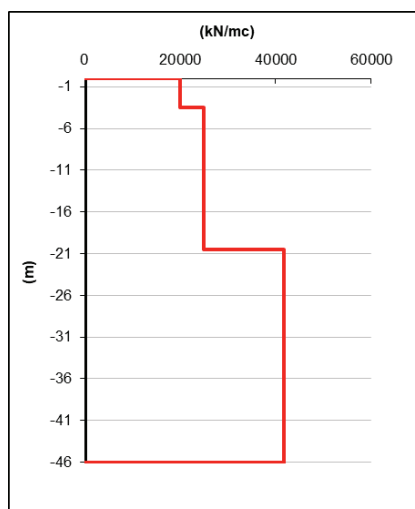


Figura 8. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

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 **2.88**.

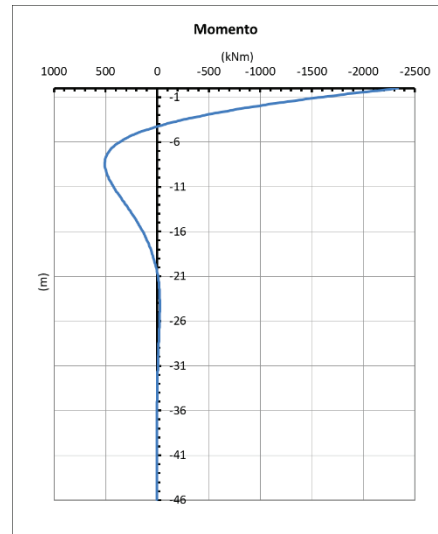
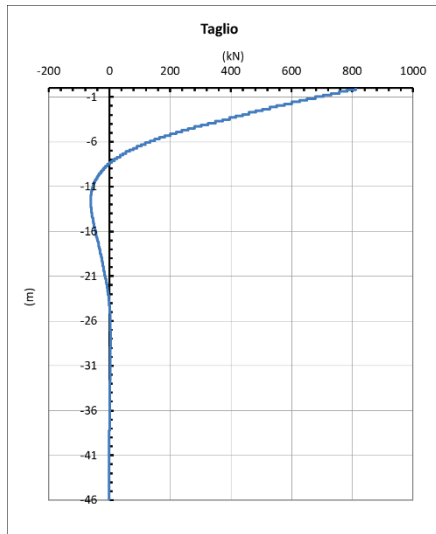
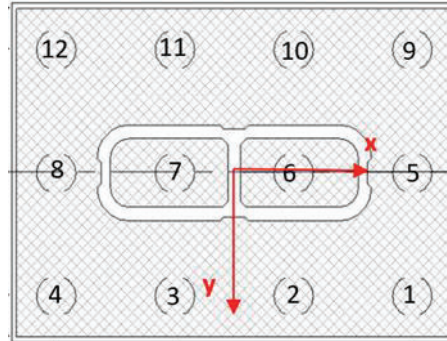


Figura 9. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

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 17. 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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	6071	6173	6274	6376	4095	4196	4298	4399	2118	2220	2321	2423	741	3083
Nvert Min	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Vtrasv Max	RA3	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vtrasv Min	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtrasv Max	RA1	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888

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	01	03	005	C	27	

Mtrasv Min	RA1 2	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vlong Max	RA1 1	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vlong Min	RA8	5907	6009	6110	6212	4095	4196	4298	4399	2282	2384	2485	2587	687	2858
Mlong Max	RA1 2	6071	6173	6274	6376	4095	4196	4298	4399	2118	2220	2321	2423	741	3083
Mlong Min	RA3	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtorc Max	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtorc Min	RA3	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Nvert Max	FR1	5830	5906	5982	6058	4041	4117	4193	4270	2252	2329	2405	2481	710	2954
Nvert Min	FR1 2	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Vtrasv Max	FR3	5747	5846	5944	6043	3987	4086	4184	4283	2227	2326	2424	2523	711	2957
Vtrasv Min	FR1 2	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Mtrasv Max	FR1	5192	5157	5123	5089	3915	3881	3847	3812	2639	2605	2570	2536	675	2809
Mtrasv Min	FR1 2	5719	5817	5916	6014	3987	4086	4184	4283	2256	2354	2453	2551	701	2918
Vlong Max	FR7	5747	5846	5944	6043	3987	4086	4184	4283	2227	2326	2424	2523	711	2957
Vlong Min	FR1 2	5678	5754	5831	5907	4041	4117	4193	4270	2404	2480	2556	2632	660	2747
Mlong Max	FR1 2	5830	5906	5982	6058	4041	4117	4193	4270	2252	2329	2405	2481	710	2954
Mlong Min	FR3	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Mtorc Max	FR1 2	5192	5157	5123	5089	3915	3881	3847	3812	2639	2605	2570	2536	675	2809
Mtorc Min	FR3	5719	5817	5916	6014	3987	4086	4184	4283	2256	2354	2453	2551	701	2918
Nvert Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Nvert Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Vtrasv Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Vtrasv Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mtrasv Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mtrasv Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Vlong Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Vlong Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mlong Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mlong Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mtorc Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mtorc Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA VI 01 03			PROGR 005	REV C

Tabella 18. Verifica secondo MdP Italferr

Verifica SLE da MdP Italferr				
Lp	Ned	QL	QL/1.25	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
47.0	6375.7	12878.4	10302.7	1.62

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 19. Caratteristiche del terreno e dei pali

Axial: Surface shear modulus, G(0)	115384.6	G _{oa}
Axial: Shear modulus gradient, dG/dz	0	G _{ma}
Axial: Shear modulus below base, G _b	115384.6	G _b
Lateral: Surface shear modulus, G(0)	115384.6	G _{oℓ}
Lateral: Shear modulus gradient, dG/dz	0	G _{mℓ}
Poisson's ratio (all loading modes)	0.3	v
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 _{pℓxf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: x-z)	30000000	E _{pℓx}
Young's modulus: Free-standing part (lateral: y-z)	0	E _{pℓyf}
Young's modulus: Embedded part (lateral: y-z)	30000000	E _{pℓy}
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 20. Identificazione del comportamento non lineare del palo.

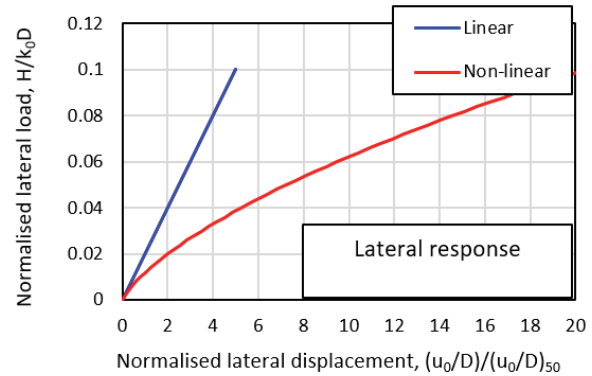
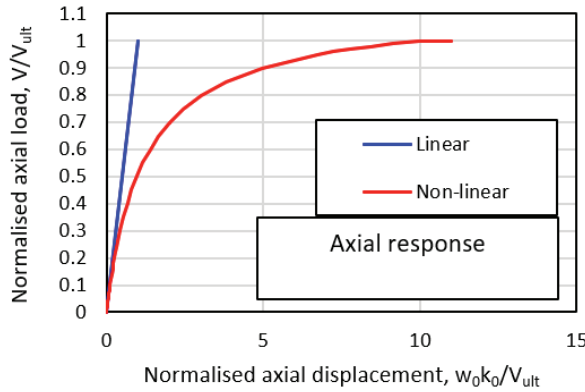
Nonlinear pile response (using hyperbolic curves)

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

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

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>	MANDANTI HYpro S.P.A.	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
		Relazione di calcolo Pali di fondazione	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
		LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	29

Axial f Power g
0.9 0.9
 Lateral (u₀/d)₅₀ Power p
0.02 0.7
 Number of loading steps 20



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

Tabella 21. Valori di cedimenti e rotazioni calcolati per le combinazioni SLE tramite PIGLET.

Cedimenti e rotazioni del plinto						
ID Combinazione	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	0.0093	0.0001	0.0022	0.0000	0.0009	0.0000
RA12	0.0073	-0.0001	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
RA3	0.0091	0.0002	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000
RA12	0.0073	-0.0001	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
RA1	0.0073	-0.0001	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
RA12	0.0091	0.0002	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000
RA11	0.0091	0.0002	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000
RA8	0.0091	0.0001	0.0020	0.0000	0.0008	0.0000
RA12	0.0093	0.0001	0.0022	0.0000	0.0009	0.0000
RA3	0.0073	-0.0001	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
RA12	0.0073	-0.0001	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
RA3	0.0091	0.0002	0.0022	0.0000	0.0008	0.0000
FR1	0.0087	0.0001	0.0021	0.0000	0.0007	0.0000
FR12	0.0073	0.0000	0.0019	0.0000	0.0004	0.0000
FR3	0.0086	0.0001	0.0021	0.0000	0.0007	0.0000
FR12	0.0073	0.0000	0.0019	0.0000	0.0004	0.0000
FR1	0.0073	0.0000	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
FR12	0.0086	0.0001	0.0020	0.0000	0.0007	0.0000
FR7	0.0086	0.0001	0.0021	0.0000	0.0007	0.0000
FR12	0.0085	0.0001	0.0019	0.0000	0.0007	0.0000
FR12	0.0087	0.0001	0.0021	0.0000	0.0007	0.0000

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	30

FR3	0.0073	0.0000	0.0019	0.0000	0.0004	0.0000
FR12	0.0073	0.0000	0.0020	0.0000	0.0004	0.0000
FR3	0.0086	0.0001	0.0020	0.0000	0.0007	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	0.0000
QP1	0.0073	0.0000	0.0018	0.0000	0.0004	0.0000
QP12	0.0073	0.0000	0.0017	0.0000	0.0004	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.

$$H_{\max, \text{singolo palo}} = 742 \text{ kN}$$

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.

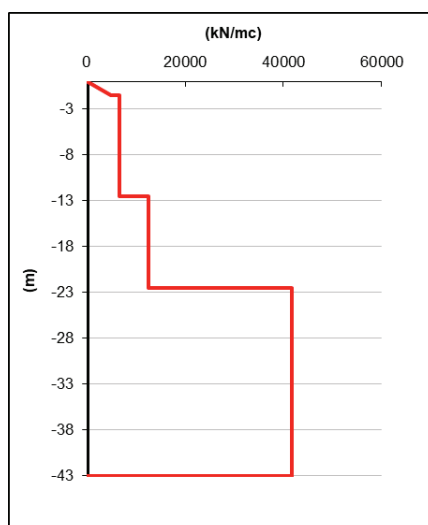


Figura 10. Rigidezze all'interfaccia terreno-palo

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 4.16.

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	31

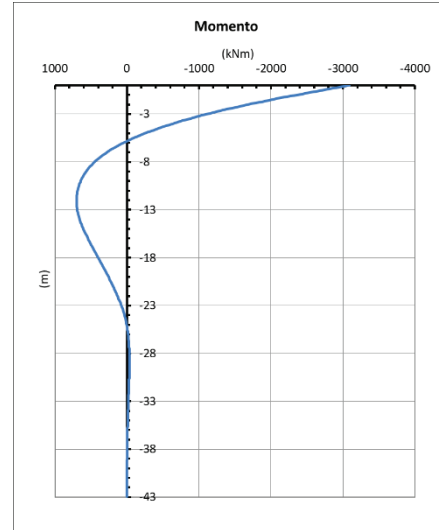
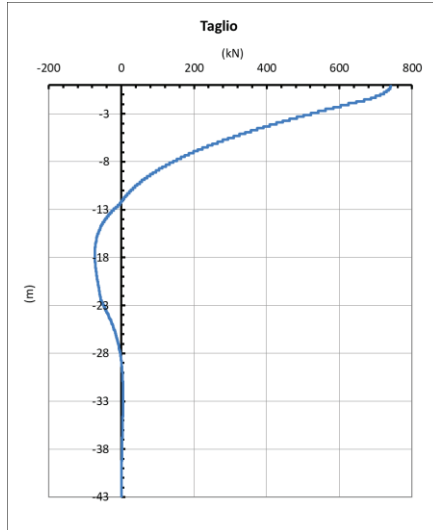


Figura 11. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock e Reese.

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	01	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 22. 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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max} , singolo palo	M _{max} , singolo palo
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	8719	8890	9061	9232	5765	5936	6107	6278	2811	2982	3153	3324	1155	3325
Nvert Min	SLU2 4	5394	5326	5257	5188	3975	3907	3838	3769	2556	2487	2419	2350	745	2147
Vtrasv Max	SLU3	8091	8281	8471	8660	5483	5673	5863	6052	2875	3065	3254	3444	1159	3337
Vtrasv Min	SLU2 4	5394	5326	5257	5188	3975	3907	3838	3769	2556	2487	2419	2350	745	2147
Mtrasv Max	SLU6	7061	6993	6924	6855	5372	5304	5235	5166	3683	3615	3546	3477	1083	3118
Mtrasv Min	SLU2 4	6538	6728	6918	7108	4086	4276	4465	4655	1634	1823	2013	2203	860	2477
Vlong Max	SLU7	7882	8031	8181	8330	5338	5488	5637	5786	2794	2944	3093	3243	1229	3540
Vlong Min	SLU2 0	5353	5353	5353	5353	3906	3906	3906	3906	2458	2458	2458	2458	739	2128
Mlong Max	SLU2	8719	8890	9061	9232	5765	5936	6107	6278	2811	2982	3153	3324	1155	3325
Mlong Min	SLU1 5	5394	5326	5257	5188	3975	3907	3838	3769	2556	2487	2419	2350	745	2147
Mtorc Max	SLU7	7882	8031	8181	8330	5338	5488	5637	5786	2794	2944	3093	3243	1229	3540
Mtorc Min	SLU1 5	6538	6728	6918	7108	4086	4276	4465	4655	1634	1823	2013	2203	860	2477
Nvert Max	SLV5	6288	6684	7080	7476	3959	4355	4751	5147	1630	2026	2422	2818	1178	3392
Nvert Min	SLV6	4636	5032	5428	5824	2664	3060	3456	3852	693	1088	1484	1880	1178	3392
Vtrasv Max	SLV3	4325	5644	6964	8283	2120	3440	4760	6079	-84	1236	2555	3875	1707	4915
Vtrasv Min	SLV6	4636	5032	5428	5824	2664	3060	3456	3852	693	1088	1484	1880	1178	3392
Mtrasv Max	SLV1	7762	8158	8554	8950	3506	3902	4298	4694	-750	-355	41	437	2297	6615
Mtrasv Min	SLV6	3829	5149	6468	7788	1732	3052	4371	5691	-365	955	2274	3594	1707	4915
Vlong Max	SLV1	7762	8158	8554	8950	3506	3902	4298	4694	-750	-355	41	437	2297	6615
Vlong Min	SLV6	4636	5032	5428	5824	2664	3060	3456	3852	693	1088	1484	1880	1178	3392
Mlong Max	SLV1	7762	8158	8554	8950	3506	3902	4298	4694	-750	-355	41	437	2297	6615
Mlong Min	SLV4	4636	5032	5428	5824	2664	3060	3456	3852	693	1088	1484	1880	1178	3392
Mtorc Max	SLV5	6288	6684	7080	7476	3959	4355	4751	5147	1630	2026	2422	2818	1178	3392
Mtorc Min	SLV4	3829	5149	6468	7788	1732	3052	4371	5691	-365	955	2274	3594	1707	4915

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	33

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:

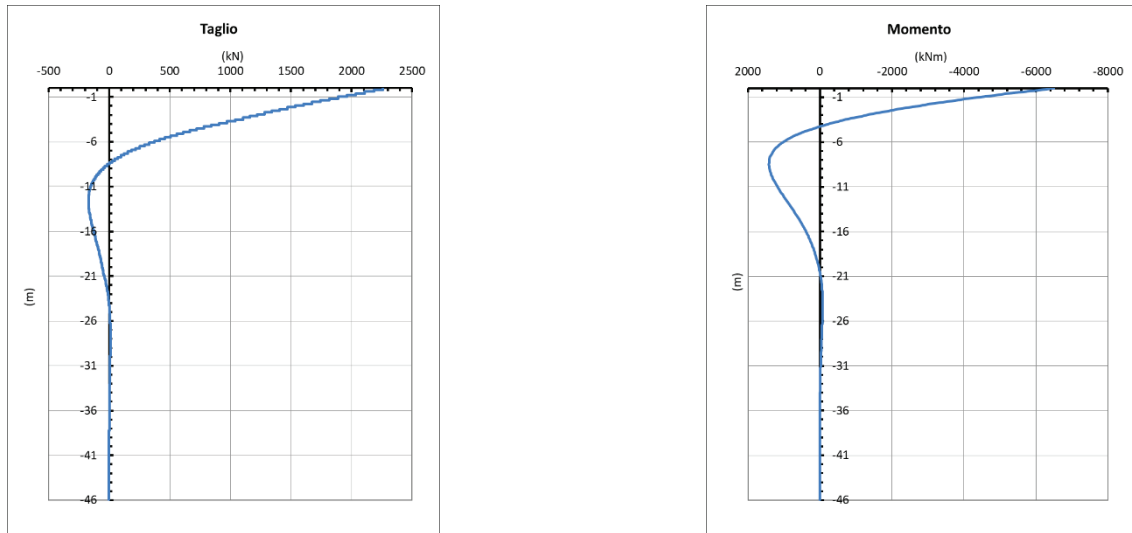


Figura 12. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 23. Distribuzione sui singoli pali delle azioni SLE

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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	RA1	6232	6349	6465	6582	4072	4189	4306	4422	1913	2029	2146	2263	798	2299
Nvert Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Vtrasv Max	RA3	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Vtrasv Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtrasv Max	RA1	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtrasv Min	RA1 2	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Vlong Max	RA7	5931	6043	6154	6266	3917	4028	4140	4251	1902	2014	2126	2237	824	2374
Vlong Min	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mlong Max	RA1 2	6232	6349	6465	6582	4072	4189	4306	4422	1913	2029	2146	2263	798	2299
Mlong Min	RA3	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtorc Max	RA1 2	5291	5245	5199	5153	3952	3906	3860	3815	2613	2567	2522	2476	694	1999
Mtorc Min	RA3	6161	6290	6420	6549	4027	4157	4286	4416	1894	2023	2153	2282	802	2310
Nvert Max	FR1	5968	6056	6143	6231	4031	4118	4206	4293	2093	2181	2268	2356	753	2169
Nvert Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Vtrasv Max	FR3	5915	6012	6109	6206	3997	4094	4191	4288	2079	2176	2273	2370	756	2177
Vtrasv Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	34	

Mtrasv Max	FR1	5262	5228	5194	5159	3940	3906	3872	3837	2619	2584	2550	2516	675	1945
Mtrasv Min	FR1 2	5886	5983	6081	6178	3997	4094	4191	4288	2107	2205	2302	2399	746	2150
Vlong Max	FR7	5742	5826	5910	5993	3914	3998	4081	4165	2085	2169	2253	2337	773	2226
Vlong Min	FR1 2	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Mlong Max	FR1 2	5968	6056	6143	6231	4031	4118	4206	4293	2093	2181	2268	2356	753	2169
Mlong Min	FR3	5234	5199	5165	5131	3940	3906	3872	3837	2647	2613	2578	2544	666	1918
Mtorc Max	FR1 2	5262	5228	5194	5159	3940	3906	3872	3837	2619	2584	2550	2516	675	1945
Mtorc Min	FR3	5886	5983	6081	6178	3997	4094	4191	4288	2107	2205	2302	2399	746	2150
Nvert Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Nvert Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Vtrasv Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Vtrasv Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mtrasv Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mtrasv Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Vlong Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Vlong Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mlong Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mlong Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673
Mtorc Max	QP1	5176	5176	5176	5176	3906	3906	3906	3906	2635	2635	2635	2635	618	1781
Mtorc Min	QP1 2	5063	5063	5063	5063	3906	3906	3906	3906	2749	2749	2749	2749	581	1673

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:

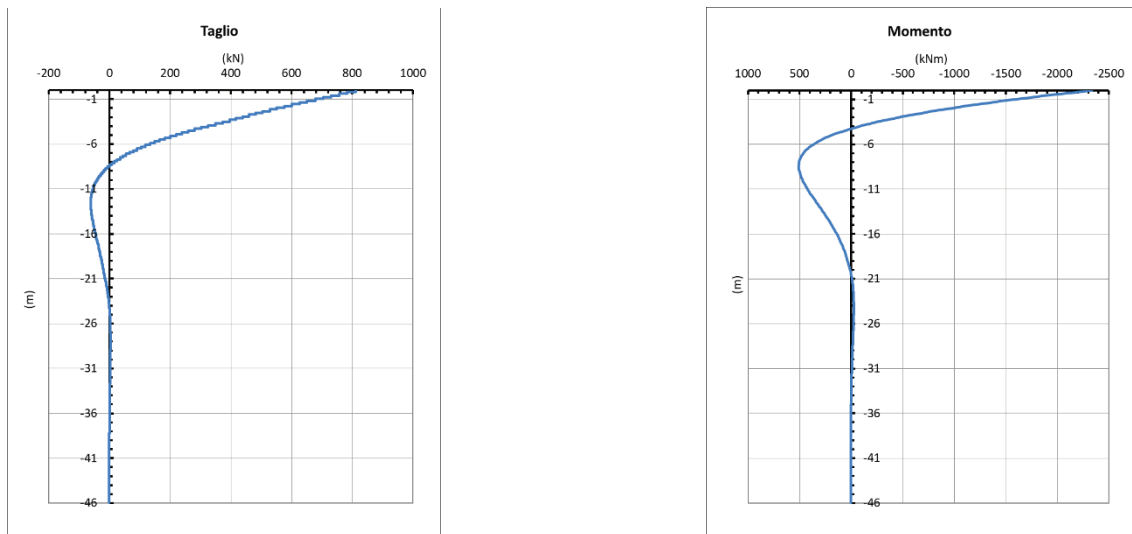


Figura 13. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	35

- Spalla 2

Tabella 24. 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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
Nvert Max	SLU6	8617	8729	8842	8954	5845	5957	6070	6182	3073	3186	3298	3411	1102	4583
Nvert Min	SLU2 4	5324	5255	5186	5118	3950	3881	3813	3744	2577	2508	2439	2371	745	3101
Vtrasv Max	SLU3	7868	8060	8251	8442	5464	5656	5847	6038	3060	3251	3443	3634	1104	4594
Vtrasv Min	SLU2 4	5324	5255	5186	5118	3950	3881	3813	3744	2577	2508	2439	2371	745	3101
Mtrasv Max	SLU6	6955	6887	6818	6749	5335	5266	5197	5129	3714	3645	3577	3508	1083	4504
Mtrasv Min	SLU2 4	6351	6542	6733	6925	4080	4271	4462	4654	1809	2000	2191	2383	806	3352
Vlong Max	SLU1 1	7868	8060	8251	8442	5464	5656	5847	6038	3060	3251	3443	3634	1104	4594
Vlong Min	SLU2 0	5283	5283	5283	5283	3880	3880	3880	3880	2478	2478	2478	2478	739	3074
Mlong Max	SLU2	8617	8729	8842	8954	5845	5957	6070	6182	3073	3186	3298	3411	1102	4583
Mlong Min	SLU1 5	5324	5255	5186	5118	3950	3881	3813	3744	2577	2508	2439	2371	745	3101
Mtorc Max	SLU2	6955	6887	6818	6749	5335	5266	5197	5129	3714	3645	3577	3508	1083	4504
Mtorc Min	SLU1 5	6351	6542	6733	6925	4080	4271	4462	4654	1809	2000	2191	2383	806	3352
Nvert Max	SLV5	5977	6371	6765	7159	3933	4327	4721	5115	1889	2283	2677	3071	1099	4572
Nvert Min	SLV6	4347	4741	5135	5529	2646	3040	3434	3828	945	1339	1733	2127	1099	4572
Vtrasv Max	SLV3	4028	5341	6654	7967	2104	3417	4730	6043	180	1493	2806	4119	1648	6854
Vtrasv Min	SLV6	4347	4741	5135	5529	2646	3040	3434	3828	945	1339	1733	2127	1099	4572
Mtrasv Max	SLV1	6917	7311	7705	8099	3483	3876	4270	4664	48	442	836	1230	2024	8420
Mtrasv Min	SLV6	3539	4852	6165	7478	1717	3031	4344	5657	-104	1210	2523	3836	1648	6854
Vlong Max	SLV1	6917	7311	7705	8099	3483	3876	4270	4664	48	442	836	1230	2024	8420
Vlong Min	SLV6	4347	4741	5135	5529	2646	3040	3434	3828	945	1339	1733	2127	1099	4572
Mlong Max	SLV1	6917	7311	7705	8099	3483	3876	4270	4664	48	442	836	1230	2024	8420
Mlong Min	SLV4	4347	4741	5135	5529	2646	3040	3434	3828	945	1339	1733	2127	1099	4572
Mtorc Max	SLV5	5977	6371	6765	7159	3933	4327	4721	5115	1889	2283	2677	3071	1099	4572
Mtorc Min	SLV4	3539	4852	6165	7478	1717	3031	4344	5657	-104	1210	2523	3836	1648	6854

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	01	03	005	C	36

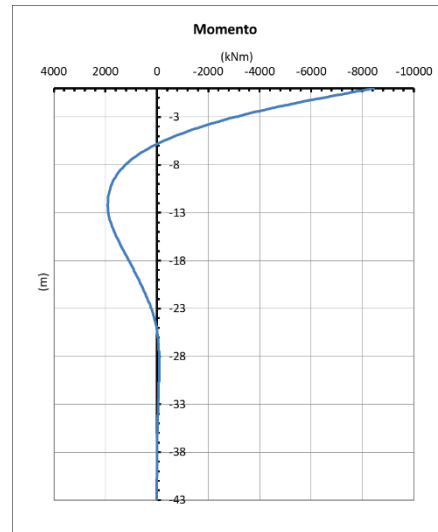
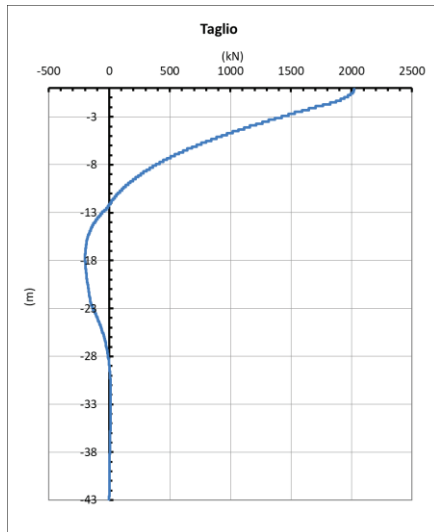


Figura 14. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLU/SLV.

Tabella 25. 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	Palo n.9	Palo n.10	Palo n.11	Palo n.12	H _{max, singolo palo}	M _{max, singolo palo}	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	
Nvert	Max	RA1	6071	6173	6274	6376	4095	4196	4298	4399	2118	2220	2321	2423	741	3083
Nvert	Min	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Vtrasv	Max	RA3	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vtrasv	Min	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtrasv	Max	RA1	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtrasv	Min	RA1 2	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vlong	Max	RA1 1	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Vlong	Min	RA8	5907	6009	6110	6212	4095	4196	4298	4399	2282	2384	2485	2587	687	2858
Mlong	Max	RA1 2	6071	6173	6274	6376	4095	4196	4298	4399	2118	2220	2321	2423	741	3083
Mlong	Min	RA3	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtorc	Max	RA1 2	5220	5174	5129	5083	3927	3881	3835	3790	2634	2588	2542	2496	694	2888
Mtorc	Min	RA3	5961	6092	6223	6355	4023	4154	4285	4417	2084	2216	2347	2478	742	3088
Nvert	Max	FR1	5830	5906	5982	6058	4041	4117	4193	4270	2252	2329	2405	2481	710	2954
Nvert	Min	FR1 2	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Vtrasv	Max	FR3	5747	5846	5944	6043	3987	4086	4184	4283	2227	2326	2424	2523	711	2957
Vtrasv	Min	FR1 2	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Mtrasv	Max	FR1	5192	5157	5123	5089	3915	3881	3847	3812	2639	2605	2570	2536	675	2809
Mtrasv	Min	FR1 2	5719	5817	5916	6014	3987	4086	4184	4283	2256	2354	2453	2551	701	2918
Vlong	Max	FR7	5747	5846	5944	6043	3987	4086	4184	4283	2227	2326	2424	2523	711	2957

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA											
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO	
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	37	

Vlong Min	FR1 2	5678	5754	5831	5907	4041	4117	4193	4270	2404	2480	2556	2632	660	2747
Mlong Max	FR1 2	5830	5906	5982	6058	4041	4117	4193	4270	2252	2329	2405	2481	710	2954
Mlong Min	FR3	5163	5129	5094	5060	3915	3881	3847	3812	2667	2633	2599	2564	666	2770
Mtorc Max	FR1 2	5192	5157	5123	5089	3915	3881	3847	3812	2639	2605	2570	2536	675	2809
Mtorc Min	FR3	5719	5817	5916	6014	3987	4086	4184	4283	2256	2354	2453	2551	701	2918
Nvert Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Nvert Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Vtrasv Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Vtrasv Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mtrasv Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mtrasv Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Vlong Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Vlong Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mlong Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mlong Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416
Mtorc Max	QP1	5106	5106	5106	5106	3880	3880	3880	3880	2655	2655	2655	2655	618	2572
Mtorc Min	QP1 2	4992	4992	4992	4992	3880	3880	3880	3880	2769	2769	2769	2769	581	2416

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:

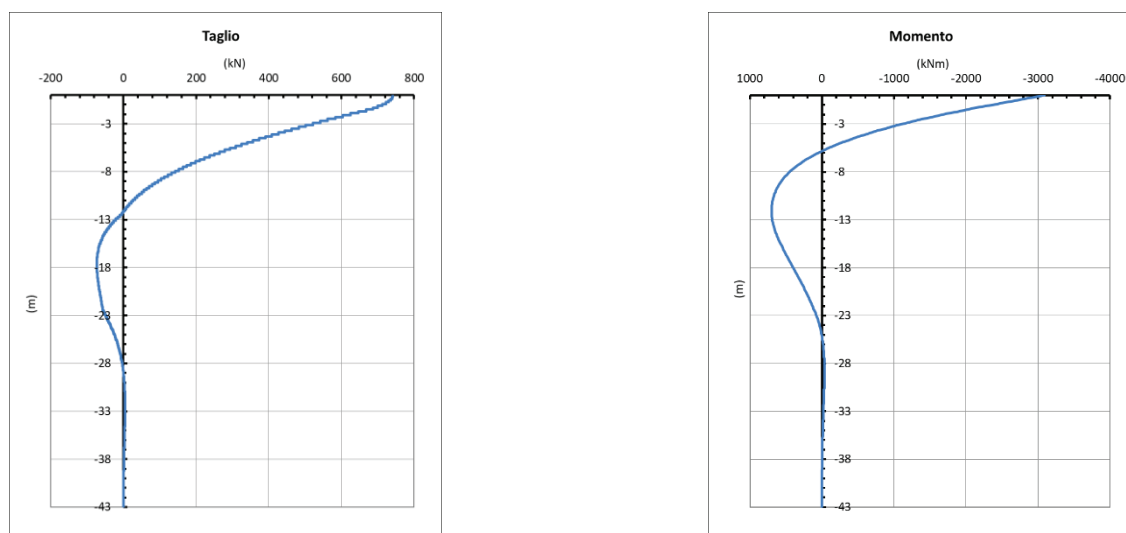


Figura 15. Diagramma del taglio e del momento secondo la teoria di Matlock – SLE.

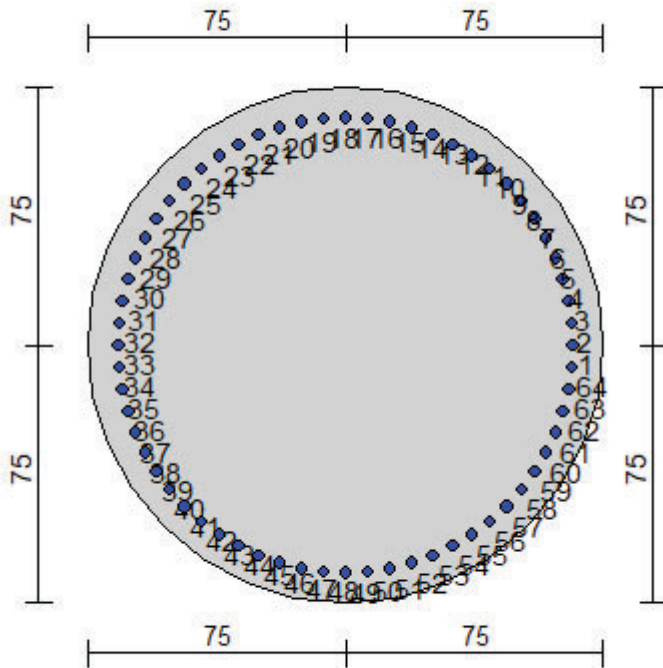
Sulla base di quanto descritto sopra in questo capitolo, sono state eseguite le verifiche strutturali per il Palo n°9 della Spalla 01 e della Spalla 02.

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	01	03	005	C	38

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	39

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	8.04	no
2	141.0	81.5	8.04	no
3	140.0	87.9	8.04	no
4	138.4	94.2	8.04	no
5	136.3	100.4	8.04	no
6	133.5	106.3	8.04	no
7	130.1	111.8	8.04	no
8	126.3	117.1	8.04	no
9	121.9	121.9	8.04	no
10	117.1	126.3	8.04	no
11	111.8	130.1	8.04	no
12	106.3	133.5	8.04	no
13	100.4	136.3	8.04	no
14	94.2	138.4	8.04	no
15	87.9	140.0	8.04	no
16	81.5	141.0	8.04	no
17	75.0	141.3	8.04	no
18	68.5	141.0	8.04	no
19	62.1	140.0	8.04	no
20	55.8	138.4	8.04	no
21	49.6	136.3	8.04	no
22	43.7	133.5	8.04	no
23	38.2	130.1	8.04	no
24	32.9	126.3	8.04	no
25	28.1	121.9	8.04	no
26	23.7	117.1	8.04	no
27	19.9	111.8	8.04	no
28	16.5	106.3	8.04	no
29	13.7	100.4	8.04	no
30	11.6	94.2	8.04	no
31	10.0	87.9	8.04	no
32	9.0	81.5	8.04	no
33	8.7	75.0	8.04	no
34	9.0	68.5	8.04	no
35	10.0	62.1	8.04	no
36	11.6	55.8	8.04	no
37	13.7	49.6	8.04	no
38	16.5	43.7	8.04	no
39	19.9	38.2	8.04	no
40	23.7	32.9	8.04	no
41	28.1	28.1	8.04	no
42	32.9	23.7	8.04	no
43	38.2	19.9	8.04	no
44	43.7	16.5	8.04	no
45	49.6	13.7	8.04	no
46	55.8	11.6	8.04	no
47	62.1	10.0	8.04	no
48	68.5	9.0	8.04	no
49	75.0	8.7	8.04	no
50	81.5	9.0	8.04	no
51	87.9	10.0	8.04	no
52	94.2	11.6	8.04	no
53	100.4	13.7	8.04	no
54	106.3	16.5	8.04	no
55	111.8	19.9	8.04	no
56	117.1	23.7	8.04	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	40

57	121.9	28.1	8.04	no
58	126.3	32.9	8.04	no
59	130.1	38.2	8.04	no
60	133.5	43.7	8.04	no
61	136.3	49.6	8.04	no
62	138.4	55.8	8.04	no
63	140.0	62.1	8.04	no
64	141.0	68.5	8.04	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm²

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

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

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

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

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

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

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

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

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 - (Mx = 0, My = 0)	Nu = -20141.2 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 44915.4 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 10181.9 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -10181.9 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 10181.9 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -10181.9 kN m

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

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	01	03	005	C	41

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	2811.0	3325.0	0.0	P	9735.0	11515.0	0.0	0.350	0.302	0.290	Ok
				M	38170.4	3324.8	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok
				N	2811.0	10836.0	0.0	0.350	0.517	0.310	Ok
2	2556.0	2147.0	0.0	P	13452.3	11299.7	0.0	0.350	0.229	0.190	Ok
				M	40595.1	2145.0	0.0	0.281	0.103	0.060	Ok
				N	2556.0	10788.9	0.0	0.350	0.527	0.200	Ok
3	2875.0	3337.0	0.0	P	9919.0	11513.0	0.0	0.350	0.298	0.290	Ok
				M	38146.8	3336.3	0.0	0.314	0.064	0.080	Ok
				N	2875.0	10847.8	0.0	0.350	0.514	0.310	Ok
4	2556.0	2147.0	0.0	P	13452.3	11299.7	0.0	0.350	0.229	0.190	Ok
				M	40595.1	2145.0	0.0	0.281	0.103	0.060	Ok
				N	2556.0	10788.9	0.0	0.350	0.527	0.200	Ok
5	3683.0	3118.0	0.0	P	13359.0	11309.6	0.0	0.350	0.231	0.280	Ok
				M	38600.0	3116.0	0.0	0.308	0.070	0.100	Ok
				N	3683.0	10993.7	0.0	0.350	0.482	0.280	Ok
6	1634.0	2477.0	0.0	P	7548.9	11443.5	0.0	0.350	0.357	0.220	Ok
				M	39918.0	2474.9	0.0	0.291	0.091	0.040	Ok
				N	1634.0	10589.5	0.0	0.350	0.569	0.230	Ok
7	2794.0	3540.0	0.0	P	9083.9	11509.3	0.0	0.350	0.318	0.310	Ok
				M	37732.0	3537.7	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2794.0	10832.9	0.0	0.350	0.517	0.330	Ok
8	2458.0	2128.0	0.0	P	13095.5	11337.4	0.0	0.350	0.235	0.190	Ok
				M	40634.4	2125.8	0.0	0.281	0.103	0.060	Ok
				N	2458.0	10768.0	0.0	0.350	0.532	0.200	Ok
9	2811.0	3325.0	0.0	P	9735.0	11515.0	0.0	0.350	0.302	0.290	Ok
				M	38170.4	3324.8	0.0	0.314	0.064	0.070	Ok
				N	2811.0	10836.0	0.0	0.350	0.517	0.310	Ok
10	2556.0	2147.0	0.0	P	13452.3	11299.7	0.0	0.350	0.229	0.190	Ok
				M	40595.1	2145.0	0.0	0.281	0.103	0.060	Ok
				N	2556.0	10788.9	0.0	0.350	0.527	0.200	Ok
11	2794.0	3540.0	0.0	P	9083.9	11509.3	0.0	0.350	0.318	0.310	Ok
				M	37732.0	3537.7	0.0	0.319	0.057	0.070	Ok
				N	2794.0	10832.9	0.0	0.350	0.517	0.330	Ok
12	1634.0	2477.0	0.0	P	7548.9	11443.5	0.0	0.350	0.357	0.220	Ok
				M	39918.0	2474.9	0.0	0.291	0.091	0.040	Ok
				N	1634.0	10589.5	0.0	0.350	0.569	0.230	Ok
13	1630.0	3392.0	0.0	P	5406.9	11251.7	0.0	0.350	0.421	0.300	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.040	Ok
				N	1630.0	10588.6	0.0	0.350	0.570	0.320	Ok
14	693.0	3392.0	0.0	P	2188.1	10710.1	0.0	0.350	0.544	0.320	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.020	Ok
				N	693.0	10363.7	0.0	0.350	0.615	0.330	Ok
15	-84.0	4915.0	0.0	P	-173.2	10136.1	0.0	0.350	0.662	0.480	Ok
				M	-12316.8	4912.7	0.0	0.350	2.333	0.010	Ok
				N	-84.0	10159.7	0.0	0.350	0.657	0.480	Ok
16	693.0	3392.0	0.0	P	2188.1	10710.1	0.0	0.350	0.544	0.320	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.020	Ok
				N	693.0	10363.7	0.0	0.350	0.615	0.330	Ok
17	-750.0	6615.0	0.0	P	-1118.4	9864.4	0.0	0.350	0.719	0.670	Ok
				M	-9172.2	6614.6	0.0	0.350	1.610	0.080	Ok
				N	-750.0	9974.1	0.0	0.350	0.696	0.660	Ok
18	-365.0	4915.0	0.0	P	-740.9	9976.8	0.0	0.350	0.695	0.490	Ok
				M	-12316.8	4912.7	0.0	0.350	2.333	0.030	Ok
				N	-365.0	10085.1	0.0	0.350	0.672	0.490	Ok
19	-750.0	6615.0	0.0	P	-1118.4	9864.4	0.0	0.350	0.719	0.670	Ok
				M	-9172.2	6614.6	0.0	0.350	1.610	0.080	Ok
				N	-750.0	9974.1	0.0	0.350	0.696	0.660	Ok
20	693.0	3392.0	0.0	P	2188.1	10710.1	0.0	0.350	0.544	0.320	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.020	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	01	03	005	C	42

				N	693.0	10363.7	0.0	0.350	0.615	0.330	Ok
21	-750.0	6615.0	0.0	P	-1118.4	9864.4	0.0	0.350	0.719	0.670	Ok
				M	-9172.2	6614.6	0.0	0.350	1.610	0.080	Ok
				N	-750.0	9974.1	0.0	0.350	0.696	0.660	Ok
22	693.0	3392.0	0.0	P	2188.1	10710.1	0.0	0.350	0.544	0.320	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.020	Ok
				N	693.0	10363.7	0.0	0.350	0.615	0.330	Ok
23	1630.0	3392.0	0.0	P	5406.9	11251.7	0.0	0.350	0.421	0.300	Ok
				M	38036.2	3390.0	0.0	0.315	0.062	0.040	Ok
				N	1630.0	10588.6	0.0	0.350	0.570	0.320	Ok
24	-365.0	4915.0	0.0	P	-740.9	9976.8	0.0	0.350	0.695	0.490	Ok
				M	-12316.8	4912.7	0.0	0.350	2.333	0.030	Ok
				N	-365.0	10085.1	0.0	0.350	0.672	0.490	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	-750.0	6615.0	0.0	P	-1118.4	9864.4	0.0	0.350	0.719	0.670	Ok
5	3683.0	3118.0	0.0	M	38600.0	3116.0	0.0	0.308	0.070	0.100	Ok
17	-750.0	6615.0	0.0	N	-750.0	9974.1	0.0	0.350	0.696	0.660	Ok

Verifiche taglio-torsione

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

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

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

Risultati delle verifiche:

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

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	1155.00	0.00	0.00	2811.00	1.113	2.50	0.4596	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4596	0.0000	0.0000	0.4596	
	4153.47	4153.47	1793.33	0.2781	0.0000	0.0000	0.2781	
2 SLU	745.00	0.00	0.00	2556.00	1.103	2.50	0.2964	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.2964	0.0000	0.0000	0.2964	
	4115.07	4115.07	1793.33	0.1810	0.0000	0.0000	0.1810	
3 SLU	1159.00	0.00	0.00	2875.00	1.116	2.50	0.4612	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4612	0.0000	0.0000	0.4612	
	4163.11	4163.11	1793.33	0.2784	0.0000	0.0000	0.2784	
4 SLU	745.00	0.00	0.00	2556.00	1.103	2.50	0.2964	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.2964	0.0000	0.0000	0.2964	
	4115.07	4115.07	1793.33	0.1810	0.0000	0.0000	0.1810	
5 SLU	1083.00	0.00	0.00	3683.00	1.149	2.50	0.4309	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4309	0.0000	0.0000	0.4309	
	4284.77	4284.77	1793.33	0.2528	0.0000	0.0000	0.2528	
6 SLU	860.00	0.00	0.00	1634.00	1.066	2.50	0.3422	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.3422	0.0000	0.0000	0.3422	
	3976.25	3976.25	1793.33	0.2163	0.0000	0.0000	0.2163	
7 SLU	1229.00	0.00	0.00	2794.00	1.113	2.50	0.4890	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4890	0.0000	0.0000	0.4890	
	4150.91	4150.91	1793.33	0.2961	0.0000	0.0000	0.2961	
8 SLU	739.00	0.00	0.00	2458.00	1.099	2.50	0.2940	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.2940	0.0000	0.0000	0.2940	
	4100.32	4100.32	1793.33	0.1802	0.0000	0.0000	0.1802	
9 SLU	1155.00	0.00	0.00	2811.00	1.113	2.50	0.4596	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4596	0.0000	0.0000	0.4596	

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	43

	4153.47	4153.47	1793.33	0.2781	0.0000	0.0000	0.2781	
10 SLU	745.00	0.00	0.00	2556.00	1.103	2.50	0.2964	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.2964	0.0000	0.0000	0.2964	
	4115.07	4115.07	1793.33	0.1810	0.0000	0.0000	0.1810	
11 SLU	1229.00	0.00	0.00	2794.00	1.113	2.50	0.4890	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4890	0.0000	0.0000	0.4890	
	4150.91	4150.91	1793.33	0.2961	0.0000	0.0000	0.2961	
12 SLU	860.00	0.00	0.00	1634.00	1.066	2.50	0.3422	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.3422	0.0000	0.0000	0.3422	
	3976.25	3976.25	1793.33	0.2163	0.0000	0.0000	0.2163	
13 SLU	1178.00	0.00	0.00	1630.00	1.066	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3975.65	3975.65	1793.33	0.2963	0.0000	0.0000	0.2963	
14 SLU	1178.00	0.00	0.00	693.00	1.028	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3834.57	3834.57	1793.33	0.3072	0.0000	0.0000	0.3072	
15 SLU	1707.00	0.00	0.00	-84.00	1.000	2.50	0.6792	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.6792	0.0000	0.0000	0.6792	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.4576	0.0000	0.0000	0.4576	
16 SLU	1178.00	0.00	0.00	693.00	1.028	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3834.57	3834.57	1793.33	0.3072	0.0000	0.0000	0.3072	
17 SLU	2297.00	0.00	0.00	-750.00	1.000	2.50	0.9139	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.9139	0.0000	0.0000	0.9139	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.6158	0.0000	0.0000	0.6158	
18 SLU	1707.00	0.00	0.00	-365.00	1.000	2.50	0.6792	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.6792	0.0000	0.0000	0.6792	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.4576	0.0000	0.0000	0.4576	
19 SLU	2297.00	0.00	0.00	-750.00	1.000	2.50	0.9139	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.9139	0.0000	0.0000	0.9139	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.6158	0.0000	0.0000	0.6158	
20 SLU	1178.00	0.00	0.00	693.00	1.028	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3834.57	3834.57	1793.33	0.3072	0.0000	0.0000	0.3072	
21 SLU	2297.00	0.00	0.00	-750.00	1.000	2.50	0.9139	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.9139	0.0000	0.0000	0.9139	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.6158	0.0000	0.0000	0.6158	
22 SLU	1178.00	0.00	0.00	693.00	1.028	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3834.57	3834.57	1793.33	0.3072	0.0000	0.0000	0.3072	
23 SLU	1178.00	0.00	0.00	1630.00	1.066	2.50	0.4687	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.4687	0.0000	0.0000	0.4687	
	3975.65	3975.65	1793.33	0.2963	0.0000	0.0000	0.2963	
24 SLU	1707.00	0.00	0.00	-365.00	1.000	2.50	0.6792	Ok
	2513.27	2513.27	2185.38	0.6792	0.0000	0.0000	0.6792	
	3730.22	3730.22	1793.33	0.4576	0.0000	0.0000	0.4576	

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	2299.0	0.0	1913.0	5839.8	0.39	-83175.0	0.23	Ok
26	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok
27	2310.0	0.0	1894.0	5861.7	0.39	-84084.6	0.23	Ok
28	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	44

29	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok
30	2310.0	0.0	1894.0	5861.7	0.39	-84084.6	0.23	Ok
31	2374.0	0.0	1902.0	6014.6	0.40	-87224.9	0.24	Ok
32	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok
33	2299.0	0.0	1913.0	5839.8	0.39	-83175.0	0.23	Ok
34	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok
35	1999.0	0.0	2613.0	5270.2	0.35	70736.1	0.16	Ok
36	2310.0	0.0	1894.0	5861.7	0.39	-84084.6	0.23	Ok

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

Valori limite:

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

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	mm		
37	2169.0	0.0	2093.0	0.08	0.21	Ok
38	1918.0	0.0	2647.0	0.05	0.12	Ok
39	2177.0	0.0	2079.0	0.08	0.21	Ok
40	1918.0	0.0	2647.0	0.05	0.12	Ok
41	1945.0	0.0	2619.0	0.05	0.13	Ok
42	2150.0	0.0	2107.0	0.08	0.20	Ok
43	2226.0	0.0	2085.0	0.09	0.22	Ok
44	1918.0	0.0	2647.0	0.05	0.12	Ok
45	2169.0	0.0	2093.0	0.08	0.21	Ok
46	1918.0	0.0	2647.0	0.05	0.12	Ok
47	1945.0	0.0	2619.0	0.05	0.13	Ok
48	2150.0	0.0	2107.0	0.08	0.20	Ok

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

Valori limite:

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

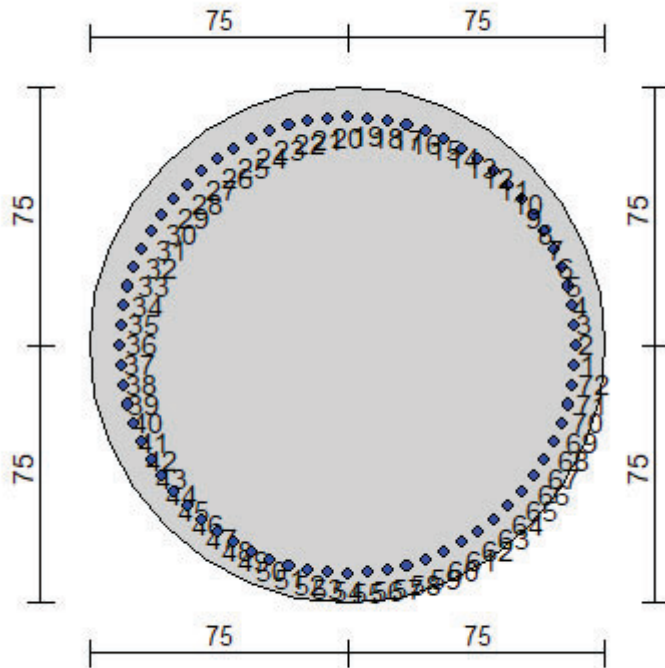
Fessure: $WkL = 0.30$ mm (verifica Ok per $Wk/WkL < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL	Ver
n.	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm		
49	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
50	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	Ok
51	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
52	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	Ok
53	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
54	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	Ok
55	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
56	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	Ok
57	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
58	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	Ok
59	1781.0	0.0	2635.0	4756.0	0.42	0.04	0.14	Ok
60	1673.0	0.0	2749.0	4522.5	0.40	0.04	0.12	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	01	03	005	C	45

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	01	03	005	C	46

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

Armature:

Pos	X	Y	Area	Pretens.
n.	cm	cm	cmq	sì / no
1	141.3	75.0	7.07	no
2	141.0	80.8	7.07	no
3	140.3	86.5	7.07	no
4	139.0	92.2	7.07	no
5	137.3	97.7	7.07	no
6	135.1	103.0	7.07	no
7	132.4	108.2	7.07	no
8	129.3	113.0	7.07	no
9	125.8	117.6	7.07	no
10	121.9	121.9	7.07	no
11	117.6	125.8	7.07	no
12	113.0	129.3	7.07	no
13	108.2	132.4	7.07	no
14	103.0	135.1	7.07	no
15	97.7	137.3	7.07	no
16	92.2	139.0	7.07	no
17	86.5	140.3	7.07	no
18	80.8	141.0	7.07	no
19	75.0	141.3	7.07	no
20	69.2	141.0	7.07	no
21	63.5	140.3	7.07	no
22	57.8	139.0	7.07	no
23	52.3	137.3	7.07	no
24	47.0	135.1	7.07	no
25	41.8	132.4	7.07	no
26	37.0	129.3	7.07	no
27	32.4	125.8	7.07	no
28	28.1	121.9	7.07	no
29	24.2	117.6	7.07	no
30	20.7	113.0	7.07	no
31	17.6	108.2	7.07	no
32	14.9	103.0	7.07	no
33	12.7	97.7	7.07	no
34	11.0	92.2	7.07	no
35	9.7	86.5	7.07	no
36	9.0	80.8	7.07	no
37	8.7	75.0	7.07	no
38	9.0	69.2	7.07	no
39	9.7	63.5	7.07	no
40	11.0	57.8	7.07	no
41	12.7	52.3	7.07	no
42	14.9	47.0	7.07	no
43	17.6	41.8	7.07	no
44	20.7	37.0	7.07	no
45	24.2	32.4	7.07	no
46	28.1	28.1	7.07	no
47	32.4	24.2	7.07	no
48	37.0	20.7	7.07	no
49	41.8	17.6	7.07	no
50	47.0	14.9	7.07	no
51	52.3	12.7	7.07	no
52	57.8	11.0	7.07	no
53	63.5	9.7	7.07	no
54	69.2	9.0	7.07	no
55	75.0	8.7	7.07	no
56	80.8	9.0	7.07	no

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	47

57	86.5	9.7	7.07	no
58	92.2	11.0	7.07	no
59	97.7	12.7	7.07	no
60	103.0	14.9	7.07	no
61	108.2	17.6	7.07	no
62	113.0	20.7	7.07	no
63	117.6	24.2	7.07	no
64	121.9	28.1	7.07	no
65	125.8	32.4	7.07	no
66	129.3	37.0	7.07	no
67	132.4	41.8	7.07	no
68	135.1	47.0	7.07	no
69	137.3	52.3	7.07	no
70	139.0	57.8	7.07	no
71	140.3	63.5	7.07	no
72	141.0	69.2	7.07	no

Normativa di riferimento:

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

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:

Calcestruzzo classe: C25/30

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300.00 daN/cm²

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

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

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

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

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

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.20

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050

Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/m³

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²

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

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

εuk (deformazione di rottura) = 0.075

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

E (modulo elastico) = 200000 daN/cm²

C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30

Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012

Peso specifico = 7850 daN/m³

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

asse N - (Mx = 0, My = 0)	Nu = -19915.0 kN
asse N + (Mx = 0, My = 0)	Nu = 44689.2 kN
asse Mx + (N = 0, My = 0)	Mxu = 10082.4 kN m
asse Mx - (N = 0, My = 0)	Mxu = -10082.4 kN m
asse My + (N = 0, Mx = 0)	Myu = 10082.4 kN m
asse My - (N = 0, Mx = 0)	Myu = -10082.4 kN m

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	01	03	005	C	48

Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

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

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

Verifica con Nu costante (sigla tipo verifica: N)

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

Cmb	N	Mx	My	t.v.	Nu	Mxu	Myu	ε cls	ε acciaio	Sd/Su	Ver
n.	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m	%	%		
1	3073.0	4583.0	0.0	P	7616.8	11359.5	0.0	0.350	0.355	0.400	Ok
				M	35352.8	4581.1	0.0	0.345	0.027	0.090	Ok
				N	3073.0	10789.2	0.0	0.350	0.508	0.420	Ok
2	2577.0	3101.0	0.0	P	9495.4	11426.1	0.0	0.350	0.308	0.270	Ok
				M	38406.6	3099.0	0.0	0.308	0.070	0.070	Ok
				N	2577.0	10694.3	0.0	0.350	0.529	0.290	Ok
3	3060.0	4594.0	0.0	P	7564.4	11356.6	0.0	0.350	0.357	0.400	Ok
				M	35330.2	4592.1	0.0	0.345	0.026	0.090	Ok
				N	3060.0	10786.7	0.0	0.350	0.508	0.430	Ok
4	2577.0	3101.0	0.0	P	9495.4	11426.1	0.0	0.350	0.308	0.270	Ok
				M	38406.6	3099.0	0.0	0.308	0.070	0.070	Ok
				N	2577.0	10694.3	0.0	0.350	0.529	0.290	Ok
5	3714.0	4504.0	0.0	P	9421.1	11425.1	0.0	0.350	0.309	0.390	Ok
				M	35516.0	4502.0	0.0	0.343	0.029	0.100	Ok
				N	3714.0	10906.4	0.0	0.350	0.482	0.410	Ok
6	1809.0	3352.0	0.0	P	6061.8	11232.3	0.0	0.350	0.400	0.300	Ok
				M	37889.9	3350.1	0.0	0.315	0.062	0.050	Ok
				N	1809.0	10530.7	0.0	0.350	0.563	0.320	Ok
7	3060.0	4594.0	0.0	P	7564.4	11356.6	0.0	0.350	0.357	0.400	Ok
				M	35330.2	4592.1	0.0	0.345	0.026	0.090	Ok
				N	3060.0	10786.7	0.0	0.350	0.508	0.430	Ok
8	2478.0	3074.0	0.0	P	9207.2	11421.7	0.0	0.350	0.315	0.270	Ok
				M	38462.3	3071.9	0.0	0.308	0.071	0.060	Ok
				N	2478.0	10675.1	0.0	0.350	0.533	0.290	Ok
9	3073.0	4583.0	0.0	P	7616.8	11359.5	0.0	0.350	0.355	0.400	Ok
				M	35352.8	4581.1	0.0	0.345	0.027	0.090	Ok
				N	3073.0	10789.2	0.0	0.350	0.508	0.420	Ok
10	2577.0	3101.0	0.0	P	9495.4	11426.1	0.0	0.350	0.308	0.270	Ok
				M	38406.6	3099.0	0.0	0.308	0.070	0.070	Ok
				N	2577.0	10694.3	0.0	0.350	0.529	0.290	Ok
11	3714.0	4504.0	0.0	P	9421.1	11425.1	0.0	0.350	0.309	0.390	Ok
				M	35516.0	4502.0	0.0	0.343	0.029	0.100	Ok
				N	3714.0	10906.4	0.0	0.350	0.482	0.410	Ok
12	1809.0	3352.0	0.0	P	6061.8	11232.3	0.0	0.350	0.400	0.300	Ok
				M	37889.9	3350.1	0.0	0.315	0.062	0.050	Ok
				N	1809.0	10530.7	0.0	0.350	0.563	0.320	Ok
13	1889.0	4572.0	0.0	P	4561.6	11040.5	0.0	0.350	0.451	0.410	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.050	Ok
				N	1889.0	10549.1	0.0	0.350	0.560	0.430	Ok
14	945.0	4572.0	0.0	P	2194.6	10617.9	0.0	0.350	0.545	0.430	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	945.0	10330.4	0.0	0.350	0.605	0.440	Ok
15	180.0	6854.0	0.0	P	266.6	10153.0	0.0	0.350	0.641	0.680	Ok
				M	29727.1	6853.7	0.0	0.350	0.032	0.010	Ok
				N	180.0	10130.1	0.0	0.350	0.646	0.680	Ok
16	945.0	4572.0	0.0	P	2194.6	10617.9	0.0	0.350	0.545	0.430	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	945.0	10330.4	0.0	0.350	0.605	0.440	Ok
17	48.0	8420.0	0.0	P	57.6	10097.7	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
				M	24914.7	8419.9	0.0	0.350	0.084	0.000	Ok
				N	48.0	10095.2	0.0	0.350	0.653	0.830	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	01	03	005	C	49

18	-104.0	6854.0	0.0	P	-152.4	10041.9	0.0	0.350	0.664	0.680	Ok
				M	-8451.7	6852.0	0.0	0.350	1.501	0.010	Ok
				N	-104.0	10054.8	0.0	0.350	0.662	0.680	Ok
19	48.0	8420.0	0.0	P	57.6	10097.7	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
				M	24914.7	8419.9	0.0	0.350	0.084	0.000	Ok
				N	48.0	10095.2	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
20	945.0	4572.0	0.0	P	2194.6	10617.9	0.0	0.350	0.545	0.430	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	945.0	10330.4	0.0	0.350	0.605	0.440	Ok
21	48.0	8420.0	0.0	P	57.6	10097.7	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
				M	24914.7	8419.9	0.0	0.350	0.084	0.000	Ok
				N	48.0	10095.2	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
22	945.0	4572.0	0.0	P	2194.6	10617.9	0.0	0.350	0.545	0.430	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.030	Ok
				N	945.0	10330.4	0.0	0.350	0.605	0.440	Ok
23	1889.0	4572.0	0.0	P	4561.6	11040.5	0.0	0.350	0.451	0.410	Ok
				M	35375.4	4570.2	0.0	0.344	0.027	0.050	Ok
				N	1889.0	10549.1	0.0	0.350	0.560	0.430	Ok
24	-104.0	6854.0	0.0	P	-152.4	10041.9	0.0	0.350	0.664	0.680	Ok
				M	-8451.7	6852.0	0.0	0.350	1.501	0.010	Ok
				N	-104.0	10054.8	0.0	0.350	0.662	0.680	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	48.0	8420.0	0.0	P	57.6	10097.7	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok
5	3714.0	4504.0	0.0	M	35516.0	4502.0	0.0	0.343	0.029	0.100	Ok
17	48.0	8420.0	0.0	N	48.0	10095.2	0.0	0.350	0.653	0.830	Ok

Verifiche taglio-torsione

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

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

Staffe = Ø 12 / 10.0, 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	1102.00	0.00	0.00	3073.00	1.124	2.50	0.4381	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4381	0.0000	0.0000	0.4381	
	4196.24	4196.24	1793.33	0.2626	0.0000	0.0000	0.2626	
2 SLU	745.00	0.00	0.00	2577.00	1.104	2.50	0.2962	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2962	0.0000	0.0000	0.2962	
	4121.50	4121.50	1793.33	0.1808	0.0000	0.0000	0.1808	
3 SLU	1104.00	0.00	0.00	3060.00	1.124	2.50	0.4389	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4389	0.0000	0.0000	0.4389	
	4194.28	4194.28	1793.33	0.2632	0.0000	0.0000	0.2632	
4 SLU	745.00	0.00	0.00	2577.00	1.104	2.50	0.2962	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2962	0.0000	0.0000	0.2962	
	4121.50	4121.50	1793.33	0.1808	0.0000	0.0000	0.1808	
5 SLU	1083.00	0.00	0.00	3714.00	1.150	2.50	0.4306	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4306	0.0000	0.0000	0.4306	
	4292.83	4292.83	1793.33	0.2523	0.0000	0.0000	0.2523	
6 SLU	806.00	0.00	0.00	1809.00	1.073	2.50	0.3204	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.3204	0.0000	0.0000	0.3204	
	4005.77	4005.77	1793.33	0.2012	0.0000	0.0000	0.2012	

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	01	03	005	C	50

7 SLU	1104.00	0.00	0.00	3060.00	1.124	2.50	0.4389	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4389	0.0000	0.0000	0.4389	
	4194.28	4194.28	1793.33	0.2632	0.0000	0.0000	0.2632	
8 SLU	739.00	0.00	0.00	2478.00	1.100	2.50	0.2938	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2938	0.0000	0.0000	0.2938	
	4106.58	4106.58	1793.33	0.1800	0.0000	0.0000	0.1800	
9 SLU	1102.00	0.00	0.00	3073.00	1.124	2.50	0.4381	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4381	0.0000	0.0000	0.4381	
	4196.24	4196.24	1793.33	0.2626	0.0000	0.0000	0.2626	
10 SLU	745.00	0.00	0.00	2577.00	1.104	2.50	0.2962	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.2962	0.0000	0.0000	0.2962	
	4121.50	4121.50	1793.33	0.1808	0.0000	0.0000	0.1808	
11 SLU	1083.00	0.00	0.00	3714.00	1.150	2.50	0.4306	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4306	0.0000	0.0000	0.4306	
	4292.83	4292.83	1793.33	0.2523	0.0000	0.0000	0.2523	
12 SLU	806.00	0.00	0.00	1809.00	1.073	2.50	0.3204	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.3204	0.0000	0.0000	0.3204	
	4005.77	4005.77	1793.33	0.2012	0.0000	0.0000	0.2012	
13 SLU	1099.00	0.00	0.00	1889.00	1.076	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	4017.83	4017.83	1793.33	0.2735	0.0000	0.0000	0.2735	
14 SLU	1099.00	0.00	0.00	945.00	1.038	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	3875.58	3875.58	1793.33	0.2836	0.0000	0.0000	0.2836	
15 SLU	1648.00	0.00	0.00	180.00	1.007	2.50	0.6552	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.6552	0.0000	0.0000	0.6552	
	3760.30	3760.30	1793.33	0.4383	0.0000	0.0000	0.4383	
16 SLU	1099.00	0.00	0.00	945.00	1.038	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	3875.58	3875.58	1793.33	0.2836	0.0000	0.0000	0.2836	
17 SLU	2024.00	0.00	0.00	48.00	1.002	2.50	0.8047	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.8047	0.0000	0.0000	0.8047	
	3740.41	3740.41	1793.33	0.5411	0.0000	0.0000	0.5411	
18 SLU	1648.00	0.00	0.00	-104.00	1.000	2.50	0.6552	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.6552	0.0000	0.0000	0.6552	
	3733.18	3733.18	1793.33	0.4414	0.0000	0.0000	0.4414	
19 SLU	2024.00	0.00	0.00	48.00	1.002	2.50	0.8047	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.8047	0.0000	0.0000	0.8047	
	3740.41	3740.41	1793.33	0.5411	0.0000	0.0000	0.5411	
20 SLU	1099.00	0.00	0.00	945.00	1.038	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	3875.58	3875.58	1793.33	0.2836	0.0000	0.0000	0.2836	
21 SLU	2024.00	0.00	0.00	48.00	1.002	2.50	0.8047	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.8047	0.0000	0.0000	0.8047	
	3740.41	3740.41	1793.33	0.5411	0.0000	0.0000	0.5411	
22 SLU	1099.00	0.00	0.00	945.00	1.038	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	3875.58	3875.58	1793.33	0.2836	0.0000	0.0000	0.2836	
23 SLU	1099.00	0.00	0.00	1889.00	1.076	2.50	0.4369	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.4369	0.0000	0.0000	0.4369	
	4017.83	4017.83	1793.33	0.2735	0.0000	0.0000	0.2735	
24 SLU	1648.00	0.00	0.00	-104.00	1.000	2.50	0.6552	Ok
	2515.26	2515.26	2185.38	0.6552	0.0000	0.0000	0.6552	
	3733.18	3733.18	1793.33	0.4414	0.0000	0.0000	0.4414	

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

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

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

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	01	03	005	C	51

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	3083.0	0.0	2118.0	7783.1	0.52	-120983.7	0.34	Ok
26	2888.0	0.0	2634.0	7429.6	0.50	-101320.8	0.28	Ok
27	3088.0	0.0	2084.0	7787.4	0.52	-121888.0	0.34	Ok
28	2888.0	0.0	2634.0	7429.6	0.50	-101320.8	0.28	Ok
29	2888.0	0.0	2634.0	7429.6	0.50	-101320.8	0.28	Ok
30	3088.0	0.0	2084.0	7787.4	0.52	-121888.0	0.34	Ok
31	3088.0	0.0	2084.0	7787.4	0.52	-121888.0	0.34	Ok
32	2858.0	0.0	2282.0	7284.3	0.49	-106199.4	0.29	Ok
33	3083.0	0.0	2118.0	7783.1	0.52	-120983.7	0.34	Ok
34	2888.0	0.0	2634.0	7429.6	0.50	-101320.8	0.28	Ok
35	2888.0	0.0	2634.0	7429.6	0.50	-101320.8	0.28	Ok
36	3088.0	0.0	2084.0	7787.4	0.52	-121888.0	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	2954.0	0.0	2252.0	0.15	0.37	Ok
38	2770.0	0.0	2667.0	0.12	0.29	Ok
39	2957.0	0.0	2227.0	0.15	0.37	Ok
40	2770.0	0.0	2667.0	0.12	0.29	Ok
41	2809.0	0.0	2639.0	0.12	0.30	Ok
42	2918.0	0.0	2256.0	0.14	0.36	Ok
43	2957.0	0.0	2227.0	0.15	0.37	Ok
44	2747.0	0.0	2404.0	0.12	0.31	Ok
45	2954.0	0.0	2252.0	0.15	0.37	Ok
46	2770.0	0.0	2667.0	0.12	0.29	Ok
47	2809.0	0.0	2639.0	0.12	0.30	Ok
48	2918.0	0.0	2256.0	0.14	0.36	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	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
50	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok
51	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
52	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok
53	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
54	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok
55	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
56	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok
57	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
58	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok
59	2572.0	0.0	2655.0	6679.7	0.60	0.10	0.34	Ok
60	2416.0	0.0	2769.0	6329.3	0.56	0.09	0.28	Ok

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & S.R.L.</small>		MANDANTI HYpro S.P.A.		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
Relazione di calcolo Pali di fondazione				COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
				LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	52

10.3 TABELLA RIEPILOGATIVA ARMATURA PALI

Pila	Lunghezza pali	Arm. Long. Verifiche Strutturali	Arm. Taglio Verifiche Strutturali
Spalla 1	46m	64Φ32	Φ12/10cm
Spalla 2	47m	72Φ30	Φ12/10cm

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

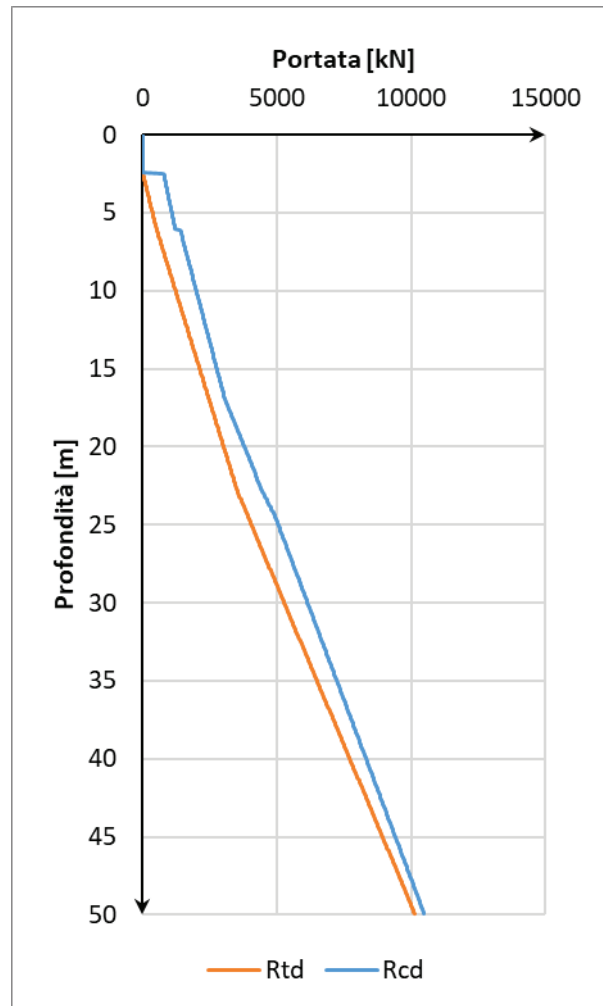
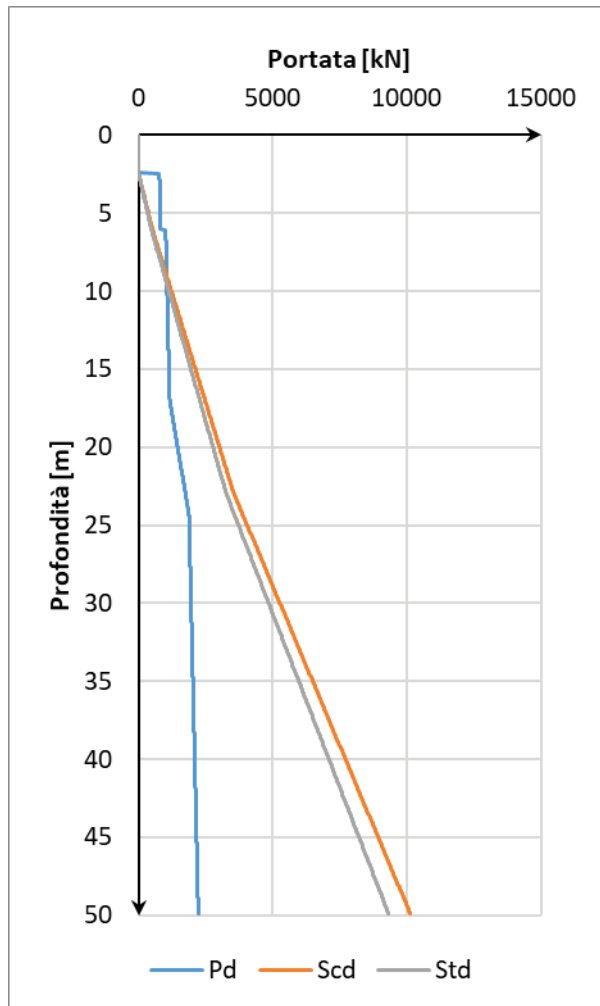
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	53

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	781.4	14.3	13.2	795.7	13.2
3.5	794.5	157.5	144.9	912.3	184.7
4.5	807.7	300.7	276.6	1028.8	356.1
5.5	820.9	443.9	408.3	1145.4	527.6

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	01	03	005	C	54

6.5	1021.3	604.9	556.5	1467.2	715.6
7.5	1034.8	783.9	721.2	1619.9	920.0
8.5	1048.3	962.9	885.9	1772.7	1124.4
9.5	1061.8	1141.9	1050.5	1925.4	1328.8
10.5	1075.4	1320.8	1215.2	2078.1	1533.3
11.5	1088.9	1499.8	1379.8	2230.8	1737.7
12.5	1102.4	1678.8	1544.5	2383.6	1942.1
13.5	1115.9	1857.8	1709.1	2536.3	2146.5
14.5	1129.4	2036.7	1873.8	2689.0	2350.9
15.5	1142.9	2215.7	2038.4	2841.7	2555.3
16.5	1156.4	2394.7	2203.1	2994.5	2759.8
17.5	1219.9	2573.7	2367.8	3197.1	2964.2
18.5	1316.5	2752.6	2532.4	3433.0	3168.6
19.5	1413.2	2931.6	2697.1	3668.9	3373.0
20.5	1509.9	3110.6	2861.7	3904.8	3577.4
21.5	1606.5	3289.5	3026.4	4140.6	3781.8
22.5	1703.2	3468.5	3191.0	4376.5	3986.3
23.5	1799.9	3686.5	3391.6	4651.5	4226.6
24.5	1888.2	3930.6	3616.2	4944.1	4490.9
25.5	1901.8	4174.7	3840.7	5161.9	4755.2
26.5	1915.3	4418.7	4065.2	5379.7	5019.5
27.5	1928.8	4662.8	4289.7	5597.5	5283.8
28.5	1942.3	4906.8	4514.3	5815.3	5548.1
29.5	1955.8	5150.9	4738.8	6033.2	5812.4
30.5	1969.3	5394.9	4963.3	6251.0	6076.6
31.5	1982.8	5639.0	5187.9	6468.8	6340.9
32.5	1996.4	5883.1	5412.4	6686.6	6605.2
33.5	2009.9	6127.1	5636.9	6904.4	6869.5
34.5	2023.4	6371.2	5861.5	7122.2	7133.8
35.5	2036.9	6615.2	6086.0	7340.0	7398.1
36.5	2050.4	6859.3	6310.5	7557.8	7662.4
37.5	2063.9	7103.3	6535.1	7775.6	7926.7
38.5	2077.4	7347.4	6759.6	7993.4	8191.0
39.5	2090.9	7591.4	6984.1	8211.2	8455.3
40.5	2104.5	7835.5	7208.7	8429.1	8719.6
41.5	2118.0	8079.6	7433.2	8646.9	8983.9
42.5	2131.5	8323.6	7657.7	8864.7	9248.2
43.5	2145.0	8567.7	7882.3	9082.5	9512.4
44.5	2158.5	8811.7	8106.8	9300.3	9776.7
45.5	2172.0	9055.8	8331.3	9518.1	10041.0
46.5	2185.5	9299.8	8555.8	9735.9	10305.3

LINEA PESCARA – BARI

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

**Relazione di calcolo Pali di
fondazione**

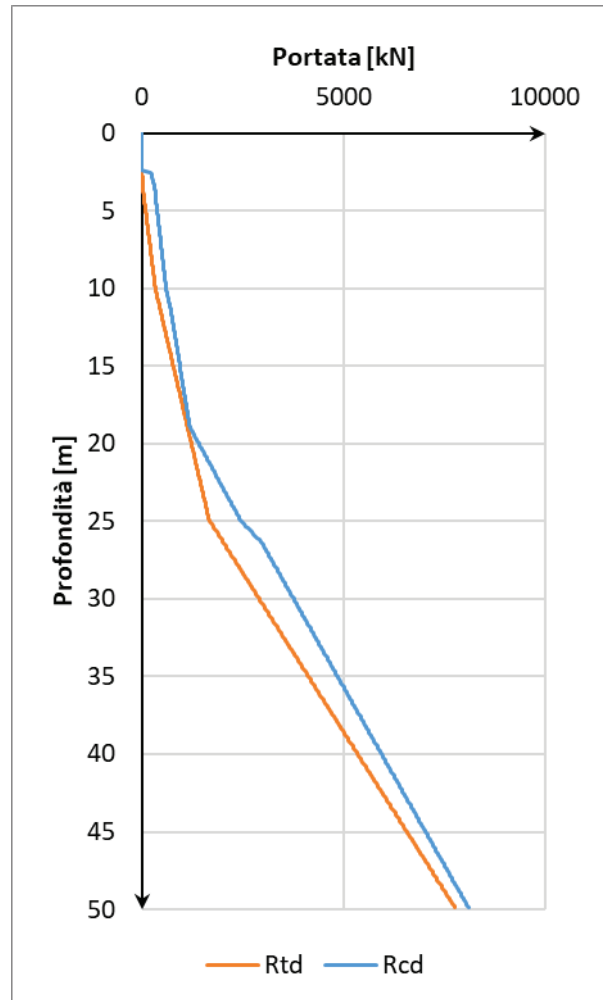
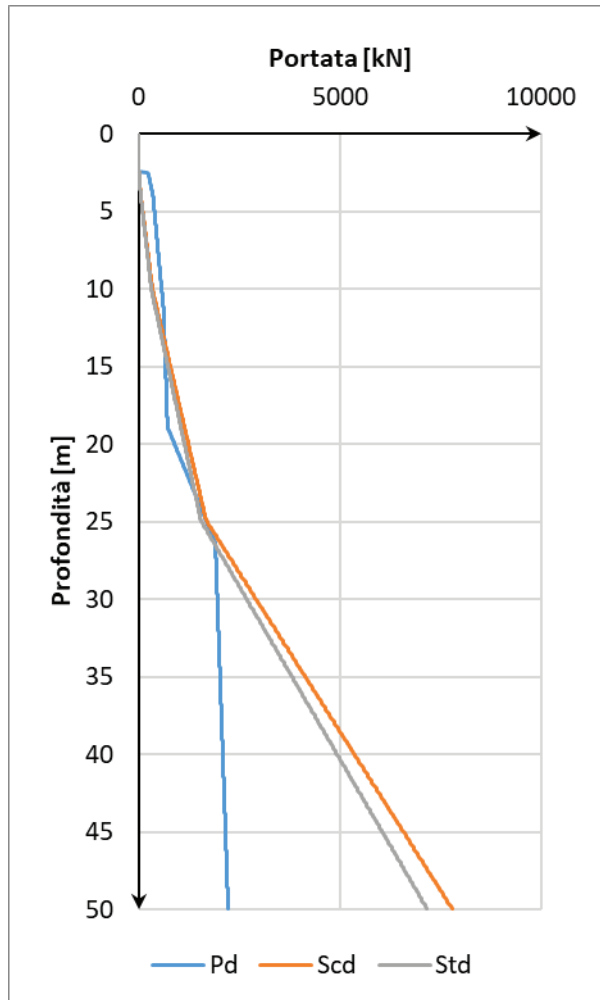
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	55

47.5	2199.1	9543.9	8780.4	9953.7	10569.6
48.5	2212.6	9787.9	9004.9	10171.5	10833.9
49.5	2226.1	10032.0	9229.4	10389.3	11098.2

Relazione di calcolo Pali di
fondazione

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	VI	01	03	005	C	56

11.2 STRATIGRAFIA 1A



Profondità [m]	Pd [kN]	Scd [kN]	Std [kN]	Rcd [kN]	Rtd [kN]
2.5	220.9	2.3	2.1	223.2	2.1
3.5	309.3	29.8	27.4	315.2	51.3
4.5	366.1	72.0	66.3	358.6	145.8
5.5	402.1	119.7	110.2	402.5	229.4
6.5	438.0	167.5	154.1	446.4	313.1
7.5	473.9	215.2	198.0	490.3	396.8
8.5	509.8	262.9	241.9	534.1	480.5
9.5	545.7	310.7	285.8	578.0	564.1
10.5	581.6	379.3	348.9	642.8	667.0
11.5	615.2	468.7	431.2	726.1	789.1
12.5	628.0	558.2	513.6	788.7	911.2
13.5	640.9	647.7	595.9	851.2	1033.3
14.5	653.7	737.2	678.2	913.7	1155.4

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	01	03	005	C	57

15.5	666.5	826.7	760.6	976.3	1277.4
16.5	679.3	916.2	842.9	1038.8	1399.5
17.5	692.1	1005.7	925.2	1101.4	1521.6
18.5	705.0	1095.2	1007.5	1163.9	1643.7
19.5	805.2	1184.6	1089.9	1313.9	1765.8
20.5	963.7	1274.1	1172.2	1522.1	1887.9
21.5	1122.2	1363.6	1254.5	1730.3	2010.0
22.5	1280.6	1453.1	1336.9	1938.5	2132.1
23.5	1439.1	1542.6	1419.2	2146.7	2254.2
24.5	1597.6	1632.1	1501.5	2355.0	2376.2
25.5	1756.1	1814.3	1669.2	2655.9	2583.7
26.5	1900.1	2058.4	1893.7	3004.2	2848.0
27.5	1913.6	2302.4	2118.2	3222.0	3112.2
28.5	1927.1	2546.5	2342.8	3439.8	3376.5
29.5	1940.6	2790.5	2567.3	3657.6	3640.8
30.5	1954.2	3034.6	2791.8	3875.4	3905.1
31.5	1967.7	3278.6	3016.4	4093.2	4169.4
32.5	1981.2	3522.7	3240.9	4311.1	4433.7
33.5	1994.7	3766.8	3465.4	4528.9	4698.0
34.5	2008.2	4010.8	3689.9	4746.7	4962.3
35.5	2021.7	4254.9	3914.5	4964.5	5226.6
36.5	2035.2	4498.9	4139.0	5182.3	5490.9
37.5	2048.7	4743.0	4363.5	5400.1	5755.2
38.5	2062.3	4987.0	4588.1	5617.9	6019.5
39.5	2075.8	5231.1	4812.6	5835.7	6283.8
40.5	2089.3	5475.1	5037.1	6053.5	6548.0
41.5	2102.8	5719.2	5261.7	6271.3	6812.3
42.5	2116.3	5963.3	5486.2	6489.1	7076.6
43.5	2129.8	6207.3	5710.7	6706.9	7340.9
44.5	2143.3	6451.4	5935.3	6924.8	7605.2
45.5	2156.9	6695.4	6159.8	7142.6	7869.5
46.5	2170.4	6939.5	6384.3	7360.4	8133.8
47.5	2183.9	7183.5	6608.9	7578.2	8398.1
48.5	2197.4	7427.6	6833.4	7796.0	8662.4
49.5	2210.9	7671.7	7057.9	8013.8	8926.7