

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE



U.O. PRODUZIONE SUD E ISOLE

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA PESCARA- BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA

(infrastrutture strategiche legge n.443/2001)

Lotto 1: Riapita - Lesina

GEOTECNICA

Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L I 0 0 0 1 D 7 8 R H G E 0 0 0 5 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autografo	Data
A	Emissione esecutiva	L. Infante	07/2016	D.Caputo	07/2016	F. Gemone <i>F. Gemone</i>	07/2016		

File LI0001D78RHGE0005002A n. Elab.: X

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
3.1	PREMESSA	7
3.2	RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE.....	7
3.3	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO	8
3.4	FALDA	11
3.5	VIADOTTO	13
4	RISCHIO DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	20
5	CAPACITA' PORTANTE PALI	22
5.1	VIADOTTO RIPALTA – PORTANZA PALI	22
5.2	VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	40
5.3	NOTE ESECUTIVE SUI PALI	40
6	PALIFICATE DI FONDAZIONE	41
6.1	PARAMETRI PER IL CALCOLO DELLE PALIFICATE DI FONDAZIONE.....	41
6.1.1	<i>Valutazione della rigidezza assiale del palo isolato.....</i>	<i>41</i>
6.1.2	<i>Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali - Modulo di reazione orizzontale del terreno.....</i>	<i>41</i>
6.1.3	<i>Momento adimensionale lungo il palo – in ipotesi di assenza scalzamento.....</i>	<i>44</i>
6.1.4	<i>Momento adimensionale lungo il palo – in ipotesi di scalzamento.....</i>	<i>50</i>
7	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE	53
7.1	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI	53
7.1.1	<i>Palo D=1500 mm – L=42 m</i>	<i>53</i>
7.2	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI NON LIQUEFACIBILI.....	59
8	VERIFICA CEDIMENTI SINGOLO PALO IN PRESENZA DI TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI	64
9	APPENDICE A: CAPACITA' PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL.....	66
9.1	SPALLA A (LATO TERMOLI) – A1+M1+R3 - COMPRESSIONE	66

9.2	SPALLA A LATO TERMOLI – A1+M1+R3 - TRAZIONE	78
9.3	PILE GRUPPO 3 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE	90
9.4	PILE GRUPPO 3 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE + SCALZAMENTO 5.5 M	100
9.5	PILE GRUPPO 3 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE +LIQUEFAZIONE.....	109
9.6	PILE GRUPPO 7 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE	118
9.7	PILE GRUPPO 7 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE + SCALZAMENTO 6.5 M	127
9.8	SPALLA B LATO LESINA– A1+M1+R3 - COMPRESSIONE	137

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento si riportano analisi geotecniche di approfondimento relativamente al dimensionamento ed alle verifiche geotecniche delle palificate di fondazione del viadotto Ripalta del raddoppio ferroviario della tratta Termoli-Lesina, lotto 1 - Progetto Definitivo.

In particolare nel presente elaborato verranno affrontati i seguenti aspetti:

- Breve richiamo delle condizioni geotecniche: stratigrafia, parametri geotecnici, livello di falda;
- Descrizione del rischio di potenziale liquefazione;
- Valutazione della capacità portante dei pali ai carichi verticali e verifiche di portanza;
- Verifica a carico limite orizzontale per pali, anche per quelli che ricadono in terreni con strati potenzialmente liquefacibili;
- Verifica dei cedimenti del singolo palo in presenza di attrito negativo dovuto ai cedimenti di liquefazione.

La caratterizzazione geotecnica generale è riportata nella relazione geotecnica generale, a cui si rimanda per dettagli [D1].

Le analisi di valutazione del potenziale rischio di liquefazione sono riportate nel dettaglio nella apposita relazione.

Il dimensionamento delle palificate dei viadotti (definizione del numero di pali, verifiche strutturali) è riportato nelle relazioni di calcolo delle pile e delle spalle dell'opera [D9], [D10].

2 **NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

2.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);
- [N.2]. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- [N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- [N.5]. RFI DTC SICS MA IFS 001 A del 29-12-15 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.6]. RFI DTC SICS SP IFS 001 B del 24-12-15 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

2.2 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

- [D1]. LI00 00 1 69 RG GE0001 001 A – Linea Pescara – Bari. Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina. Lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica.
- [D2]. LI00 01 D78 F6 GE0005 001 A÷ LI00 01 D78 F6 GE0005 004 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale. (4 tavole formato A0).
- [D3]. LI00 01 D78 CL GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati ferroviari. Relazione di stabilità e calcolo cedimenti.
- [D4]. LI00 01 D78 CL GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Trincee ferroviarie. Relazione di stabilità.
- [D5]. LI00 01 D78 CL GE0005 003 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Interventi di mitigazione alla liquefazione.

- [D6]. LI00 01 D78 WZ GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati. Interventi di mitigazione alla liquefazione.
- [D7]. LI00 01 D78 RH GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica.
- [D8]. LI0002D11BZID0002004A - Progetto Definitivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. Tipologico opere di presidio idraulico – fondazioni in alveo e protezioni.
- [D9]. LI00 01 D09 CL VI0100 002 A - Progetto Definitivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. Viadotto Ripalta – Relazione di calcolo spalle.
- [D10]. LI00 01 D09 CL VI0100 003 A - Progetto Definitivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. Viadotto Ripalta – Relazione di calcolo pile.

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

3.1 PREMESSA

Dopo aver individuato le principali unità geotecniche intercettate lungo il tracciato, nella relazione geotecnica generale sono interpretati i risultati delle indagini geotecniche in sito ed in laboratorio e quindi definiti i parametri geotecnici di progetto e la stratigrafia di riferimento sia lungo il tracciato, sia per le principali opere d'arte.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda massimo rilevato da letture piezometriche.

Il profilo stratigrafico verrà preso a riferimento per definire la stratigrafia di dettaglio lungo il tracciato ed in corrispondenza delle opere d'arte in progetto.

Nel presente capitolo si riporta la descrizione delle unità geotecniche intercettate, i valori dei parametri geotecnici di progetto e per ogni viadotto la stratigrafia ed il livello di falda desunti sulla base delle indagini in sito ed in laboratorio eseguito per le singole opere.

3.2 RICONOSCIMENTO DELLE UNITÀ GEOTECNICHE

Lungo il tracciato le unità geotecniche intercettate sono le seguenti:

Terreno di riporto – Unità R: si tratta dello spessore di terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti e da terreno di riporto antropico (Ra) costituente il rilevato ferroviario esistente;

Depositi alluvionali recenti (unità geologica 5): si tratta di terreni alluvionali che si possono distinguere in base alla composizione granulometrica in:

- **Unità 5AL:** argille limose e limi argillosi con locali intercalazioni centimetriche di limi sabbiosi e/o di sabbie fini limose;
- **Unità 5GS:** ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante;
- **Unità 5S:** sabbie e sabbie limose.

Depositi alluvionali terrazzati (unità geologica 6) – Unità 6AL: si tratta di argille limose e limi argillosi;

Conglomerati di Campomarino (unità geologica 7): Si tratta di ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso-limosa, a luoghi debolmente argillosa di colore marrone chiaro, da poco a moderatamente cementata,

a luoghi intercalata a sabbie debolmente addensate ed argille limose giallo-verdastre. Quindi si distinguono tre diverse unità geotecniche:

- **Unità 7GS:** conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante.
- **Unità 7S:** sabbie e sabbie limose avana scuro, avana-beige e avana giallastro.
- **Unità 7AL:** argille limose e limi argillosi, di colore avana scuro e avana-beige, con intercalazioni di sabbie limose avana giallastre e grigie.

Sabbie di Serracapriola (unità geologica 8): sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**): Talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (**Unità 8GS**).

Argille subappenniniche (unità geologica 9) – Unità 9AL: si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, generalmente bioturbati e talora a laminazione pianoparallela, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini di colore grigio e giallastro.

3.3 SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si sintetizzano i valori dei parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate.

Depositi alluvionali recenti - Unità 5AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 0 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 23 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 40 \div 150 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 150 \div 250 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 45 \div 125 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 90 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Depositi alluvionali recenti - Unità 5GS (Ghiaia sabbiosa)

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
--------------------------------------	-------------------------

$c' = 0$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 33\div 35^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $V_s = 330$ m/s velocità delle onde di taglio
 $G_o = 200$ MPa modulo di deformazione a taglio iniziale
 $E_o = 550$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Depositi alluvionali recenti - Unità 5S (Sabbia, sabbia limosa)

$\gamma = 19\div 20$ kN/m³ peso di volume naturale
 $c' = 0$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 28\div 33^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $V_s = 150\div 300$ m/s velocità delle onde di taglio
 $G_o = 50\div 170$ MPa modulo di deformazione a taglio iniziale
 $E_o = 110\div 450$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma = 20$ kN/m³ peso di volume naturale
 $c' = 5\div 20$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 23\div 26^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c_u = 100\div 350$ kPa resistenza al taglio in condizioni non drenate
 $E_o = 200\div 350$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)

$\gamma = 19.5$ kN/m³ peso di volume naturale
 $c' = 5\div 15$ kPa coesione drenata
 $\varphi' = 24\div 26^\circ$ angolo di resistenza al taglio
 $c_u = 75\div 350$ kPa resistenza al taglio in condizioni non drenate
 $V_s = 300\div 400$ m/s velocità delle onde di taglio
 $G_o = 100\div 320$ MPa modulo di deformazione a taglio iniziale
 $E_o = 200\div 800$ MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia con limo)

$\gamma = 20.5$ kN/m³ peso di volume naturale
 $c' = 0$ kPa coesione drenata

$G_0 = 280 \text{ MPa}$ modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 300\div 730 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico iniziale

I moduli di deformabilità “operativi” (E') da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale (E_0).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici “operativi” saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale.

I valori delle proprietà geotecniche indicate sono da intendersi come range di valori guida per la progettazione; resta inteso che nelle analisi geotecniche di dettaglio delle varie opere andranno calibrati sulla base delle condizioni geotecniche locali, delle specifiche situazioni locali, oltre che rapportati alla tipologia di opere (fondazioni pali o opere di sostegno), alle ipotesi di calcolo assunte.

3.4 FALDA

Nel tracciato in progetto sono stati installati piezometri nelle diverse campagne d’indagine. Per la campagna del 2016, al momento della stesura del presente elaborato, si ha a disposizione una sola lettura piezometrica.

Nella tabella e figure seguenti si riportano le letture piezometriche espresse in metri di profondità dal p.c. ed in quota assoluta.

Nel profilo stratigrafico longitudinale è stato rappresentato il livello di falda massimo lungo il tracciato, desunto dalle letture piezometriche a disposizione. Per definire il livello piezometrico di progetto per le varie opere si dovrà tenere conto anche del fatto che la zona è soggetta ad allagamento; quindi per il tratto da inizio tracciato fino alla fine circa del viadotto Ripalta, il livello di falda di progetto per le opere definitive andrà assunto coincidente con il p.c. locale. Per il dimensionamento delle opere ed in particolare le verifiche di stabilità dei rilevati si farà riferimento anche all’elaborato [D8]. Dopo il viadotto Ripalta il livello della falda si approfondisce rispetto al p.c.; dal km 4+200 circa fino a fine tracciato il livello della falda si approfondisce a 10-15 m dal p.c..

Tabella 1 – Tabelle Letture piezometriche in quota assoluta

SONDAGGIO	Quota boccaforo m s.l.m.	22-01-2000	11-02-2000	03-02-2010	11-03-2016	MAX (m s.l.m.)	MIN (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)
PNIA33V05	5.51			1.41		1.41	1.41	1.41
PNIA33V06	5.54			1.44		1.44	1.44	1.44
PNIA33V08	6.05			1.15		1.15	1.15	1.15
PCIA33V09	6.68			1.78		1.78	1.78	1.78
PCIA33V10	6.36			1.16		1.16	1.16	1.16
PCIA33V11	6.59			1.09		1.09	1.09	1.09
PCIA33V12	6.75			2.15		2.15	2.15	2.15
PCIA33V13	6.86			3.86		3.86	3.86	3.86
PCIA33V16	6.80			3.80		3.80	3.80	3.80
PNIA33V17	10.00			3.00		3.00	3.00	3.00
PNLIA3V06	19.20			5.64		5.64	5.64	5.64
PNLIA3V07	11.60			4.48		4.48	4.48	4.48
PNLIA3V09	4.20			2.85		2.85	2.85	2.85
PCLIA3V02	3.00			1.83		1.83	1.83	1.83
PCLIA3V03	3.50			3.20		3.20	3.20	3.20
S2-2016	2.45				2.25	2.25	2.25	2.25
S4-2016	15.776				1.25	1.25	1.25	1.25
S6-2016	22.128				2.73	2.73	2.73	2.73
S8-2016	25.351				13.95	13.95	13.95	13.95
SC14	3.2	2.33	2.33			2.33	2.33	2.33

Tabella 2 – Tabelle Letture piezometriche in m da p.c.

SONDAGGIO	Quota boccaforo m s.l.m.	22-01-2000	11-02-2000	03-02-2010	11-03-2016	MAX soggiacenza (m da pc)	MIN soggiacenza (m da pc)	MEDIA (m da pc)
PNIA33V05	5.511			4.10		4.10	4.10	4.10
PNIA33V06	5.536			4.10		4.10	4.10	4.10
PNIA33V08	6.045			4.90		4.90	4.90	4.90
PCIA33V09	6.680			4.90		4.90	4.90	4.90
PCIA33V10	6.355			5.20		5.20	5.20	5.20
PCIA33V11	6.588			5.50		5.50	5.50	5.50
PCIA33V12	6.750			4.60		4.60	4.60	4.60
PCIA33V13	6.857			3.00		3.00	3.00	3.00
PCIA33V16	6.800			3.00		3.00	3.00	3.00
PNIA33V17	10.000			7.00		7.00	7.00	7.00
PNLIA3V06	19.2			13.56		13.56	13.56	13.56
PNLIA3V07	11.6			7.12		7.12	7.12	7.12
PNLIA3V09	4.2			1.35		1.35	1.35	1.35
PCLIA3V02	3			1.17		1.17	1.17	1.17
PCLIA3V03	3.5			0.3		0.30	0.30	0.30
S2-2016	2.45				0.2			
S4-2016	15.776				14.53			
S6-2016	22.128				19.4			
S8-2016	25.351				11.4			
SC14	3.2	0.87	0.87					

3.5 VIADOTTO

L'opera è prevista tra le progressive chilometriche 2+565 a 3+740.

In corrispondenza dell'opera sono state eseguite le indagini elencate nella seguente tabella.

INDAGINI IN SITO						
Sigla indagine	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	N. prove SPT	n. prove Lefranc	Piezometro TA; CC / Prova DH; CH
CHIA33V14	60.0	6.80	-	-	-	CH [50]
CHIA33V15	60.0	6.60	8	1	-	CH [50]
PEIA33V08	30.0	6.15	-	-	-	-
PCIA33V11	40.0	6.59	8	1	1	CC [18]
PCIA33V12	40.0	6.75	8	-	-	CC [9]
PCIA33V13	40.0	6.86	5	-	1	CC [19.5]
PEIA33V07	30.0	6.66	-	-	-	-
PUIA33V012	30.0	6.76	-	-	-	-
PUIA33V02	18.0	6.68	-	-	-	-
PEIA33V04	18.6	6.58	-	-	-	-
PEIA33V06	28.1	6.69	-	-	-	-
PEIA33V07	30.0	6.66	-	-	-	-
PCIA33V10	40.0	6.36	9	1	1	CC [34]
PCIA33V11	40.0	6.59	8	1	1	CC [18]
PEIA33V01	18.3	6.90	-	-	-	-
PUIA33V012	30.0	6.76	-	-	-	-
PCIA33V10	40.0	6.36	9	1	1	CC [34]
PEIA33V06	28.1	6.69	-	-	-	-
PCIA33V09	40.0	6.68	5	-	1	CC [18.5]
PEIA33V04	18.6	6.58	-	-	-	-
PEIA33V01	18.3	6.90	-	-	-	-
PUIA33V02	18.0	6.68	-	-	-	-
PNIA33V08	40.0	6.05	4	3	1	TA [24÷40]
PEIA33V01	18.3	6.90	-	-	-	-
PNIA33V06	40.0	5.54	5	7	1	TA [18÷40]
PUIA33V03	21.0	5.96	-	-	-	-
PEIA33V05	20.9	5.71	-	-	-	-
PNIA33V05	40.0	5.51	1	11	-	TA [3÷40]
CHIA33V01	60.0	5.78	5	11	1	CH [50]
PEIA33V09	9.60	5.69	-	-	-	-
PEIA33V11	2.40	5.39	-	-	-	-
PEIA33V10	13.80	5.73	-	-	-	-

TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]
 CH [m]: prova sismica Cross-Hole [profondità di prova]

Nel seguito si definiscono le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto per le unità geotecniche intercettate lungo lo sviluppo del viadotto, in accordo alla caratterizzazione geotecnica di dettaglio riportata nella relazione geotecnica generale del tracciato del lotto 1.

- **Tratto da inizio viadotto km 2+565 a km 2+600 (spalla lato Termoli)**

Unità 5-AL: per $z < 48.0$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 75 \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 22.0 \text{ m}$$

$$c_u = 55 \text{ kPa} \quad \text{per } 22.0 < z < 25.0 \text{ m}$$

$$c_u = -20 + 2.85 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 25.0 < z < 48.0 \text{ m}$$

Unità 8-GS: per $48.0 < z < 53.0$ m

$$\gamma_{\text{nat}} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

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

$$N_{\text{spt}} = R$$

Unità 9-AL: per $53.0 < z < 60.0$ m

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$c_u = 160 \text{ kPa}$$

- **Tratto da km 2+600 a km 2+730 (gruppo 1 di pile)**

Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 48 + 1.5 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 48.0 \text{ m}$$

- **Tratto da km 2+730 a km 2+830 (gruppo 2 di pile)**

Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 48 + 1.5 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 48.0 \text{ m}$$

Unità 5-S per $8.0 < z < 9.0 \text{ m}$ (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

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

Unità 5-S per $16.0 < z < 19.5 \text{ m}$ (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

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

$$N_{spt} = 20 \text{ colpi/30 cm}$$

- **Tratto da km 2+830 a km 2+930 (gruppo 3 di pile)**

Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 50 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 25.0 \text{ m}$$

$$c_u = -20 + 2.85 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 25.0 < z < 50.0 \text{ m}$$

Unità 5-S per $8.5 < z < 9.5 \text{ m}$ (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

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

Unità 5-S per $16.0 < z < 19.5$ m (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

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

$$N_{spt} = 20 \text{ colpi/30 cm}$$

- **Tratto da km 2+930 a km 3+050 (gruppo 4 di pile)**

Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 20 + 2 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 40.0 \text{ m}$$

Unità 5-S per $16.0 < z < 19.5$ m (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

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

$$N_{spt} = 20 \text{ colpi/30 cm}$$

- **Tratto da km 3+050 a km 3+125 (gruppo 5 di pile)**

Unità 5-AL: per $z < 27.0$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 90 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 50 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 15.0 \text{ m}$$

$c_u = 70 \text{ kPa}$ per $15.0 < z < 27.0 \text{ m}$

Unità 7-GS per $27 < z < 39 \text{ m}$

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 38^\circ$

$c' = 0 \text{ kPa}$

$N_{spt} = 50 \div R \text{ colpi/30 cm}$

Unità 9-AL per $39 < z < 40 \text{ m}$

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 26^\circ$

$c' = 10 \text{ kPa}$

$c_u = 100 \text{ kPa}$

- **Tratto da km 3+125 a km 3+375 (gruppo 6 di pile)**

Unità 5-AL: per $z < 19.5 \text{ m}$

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 25^\circ$

$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$

$c_u = 100 \text{ kPa}$ per $0.0 < z < 7.0 \text{ m}$

$c_u = 45 + 3.85 \cdot z \text{ kPa}$ per $7.0 < z < 19.5 \text{ m}$

Unità 5-S per $19.5 < z < 21 \text{ m}$

$\gamma_{nat} = 19 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 30^\circ$

$c' = 0 \text{ kPa}$

$N_{spt} = 27 \text{ colpi/30 cm}$

Unità 7-GS per $21 < z < 40 \text{ m}$

$\gamma_{nat} = 19 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 38^\circ$

$c' = 0 \text{ kPa}$

$N_{spt} = 80 \div R$ colpi/30 cm

- **Tratto da km 3+375 a km 3+730 (gruppo 7 di pile)**

Unità 5-AL: per $z < 4$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \div 150 \text{ kPa}$$

Unità 7-GS per $4 < z < 38$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

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

$$N_{spt} = 40 \div R$$
 colpi/30 cm

Unità 9-AL per $38 < z < 60$ m

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$c_u = 160 \div 250 \text{ kPa (valore medio 190 kPa)}$$

- **Tratto da km 3+730 a fine viadotto km 3+740 (spalla lato Lesina)**

Unità 5-AL: per $z < 12$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \div 150 \text{ kPa}$$

Unità 7-GS per $12 < z < 38$ m

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

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



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	19 DI 148

$N_{spt} = 40 \div R \text{ colpi}/30 \text{ cm}$

Unità 9-AL per $38 < z < 60 \text{ m}$

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 26^\circ$

$c' = 10 \text{ kPa}$

$c_u = 160 \div 250 \text{ kPa}$ (valore medio 190 kPa)

4 RISCHIO DI POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

I risultati delle analisi di liquefazione sono illustrati nel documento [D5] e sono sintetizzati sul profilo stratigrafico longitudinale (vedasi [D2]), dove si ipotizza il presunto andamento degli strati suscettibili di liquefazione (evidenziati in puntinato fucsia).

Gli strati in cui è evidenziato possibile rischio di liquefazione sono quelli caratterizzati da valori del fattore di sicurezza a liquefazione FLS inferiore all'unità e per cui è stato necessario valutare la possibile interferenza con le opere in progetto.

Nel caso dei livelli potenzialmente liquefacibili intercettati in corrispondenza dei viadotti, il problema potrebbe eventualmente interessare il dimensionamento dei pali.

Nel caso si verificasse, le conseguenze principali della liquefazione potrebbero essere:

- rischio di perdita di resistenza di fondazioni profonde (pali). Tali perdite possono essere sia temporanee (riduzione della portata laterale durante la fase in cui avviene la liquefazione), sia permanenti in caso i pali siano soggetti ad attrito negativo dovuti ai cedimenti post-liquefazione.
- rischio di eccessivi carichi orizzontali durante il sisma su fondazioni profonde.

Lungo lo sviluppo del viadotto Ripalta, dalle indagini eseguite sono stati individuati due livelli di terreno potenzialmente liquefacibile: il primo di ridotto spessore, 1 m al massimo è collato intorno ai 9 m di profondità dal p.c. locale; il secondo strato ha uno spessore più rilevante ed è abbastanza profondo, tra i 16 ed i 20 m circa. Questi strati di terreno potenzialmente liquefacibile sono stati confermati sia dalle due prove SPT eseguite nei sondaggi PCIA33V11, PCIA33V10, sia dalle prove penetrometriche statiche eseguite nella zona PEIA33V07, PEIA33V06, PEIA33V04, PEIA33V02, PEIA33V01CPT. I pali in questo tratto hanno lunghezza di 42 m, in relazione alla predominanza di terreni alluvionali coesivi, si estendono ben oltre lo spessore liquefacibile e quindi sicuramente si possono escludere problemi di perdita di resistenza alla base per problemi di liquefazione. Pertanto, le valutazioni sui pali, che seguiranno, saranno finalizzate:

- alla eventuale perdita di resistenza laterale nello strato potenzialmente liquefacibile;
- all'eventuale sviluppo di attrito negativo lungo il fusto del palo; quindi a verifiche dei cedimenti del palo in presenza di attrito negativo;
- valutazione delle sollecitazioni di taglio e momento sui pali considerando tenendo conto della perdita di resistenza del terreno nello strato liquefacibile.

Quindi per il dimensionamento delle palificate ubicate in corrispondenza di strati potenzialmente liquefacibili, si procede nel seguente modo; tale zona è compresa indicativamente tra le progressive chilometriche 2+730 e 3+077 (pile da P8 a P19 comprese).

- Valutazione della capacità portante dei pali, trascurando il contributo di portata laterale nello strato liquefacibile;
- Valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa (per rapporto momento / taglio), considerando un modulo di reazione nullo nello strato potenzialmente liquefacibile.
- Valutazione dell'interazione palo-terreno in presenza di attrito negativo (dato dal terreno nello strato potenzialmente liquefacibile e del terreno sovrastante fino a testa palo) e quindi valutazione della curva carico - cedimento in presenza di attrito negativo, al fine di verificare che i cedimenti ai carichi di esercizio siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture anche in presenza di attrito negativo.

5 CAPACITA' PORTANTE PALI

Le metodologie di calcolo generali per la determinazione delle capacità portanti dei pali, sono descritte nella relazione geotecnica generale [D1], a cui si rimanda per i dettagli

Nel presente capitolo si riportano i valori della capacità portante per i pali trivellati di grande diametro (D=1500mm), previsti per il viadotto.

5.1 VIADOTTO RIPALTA – PORTANZA PALI

La capacità portante dei pali è stata svolta con Approccio 2 (A1+M1+R3) per le due spalle ed i seguenti gruppi di pile:

- spalla lato Termoli km 2+565;
- gruppo 1: pile da km 2+600 a km 2+730 (da P1 a P19, di cui per le pile da P8 a pila P19 comprese vanno verificate anche a liquefazione per carichi SLV);
- gruppo 2: pile dal km 2+730 al km 2+830 (da P20 a P22);
- gruppo 3: dal km 2+830 al km 2+930;
- gruppo 4: pile dal km 2+930 al km 3+050;
- gruppo 5: pile dal km 3+050 al km 3+125
- gruppo 6: pile dal km 3+125 al km 3+375 (da P23 a P32)
- gruppo 7: pile dal km 3+375 al km 3+730 (da P32 a P46)
- spalla lato Lesina km 3+740.

Dalle valutazioni di capacità portante svolte per tutti i gruppi di pile menzionati, si è visto che per i gruppi 1, 2, 3, 4, le curve di portanza sono simili e quindi cautelativamente si assume quella che fornisce minore portanza: gruppo 3. Per tale gruppo viene valutata anche la curva di portanza in presenza di liquefazione (e quindi da considerare per analisi SLV) per le palificate delle pile: da pila P8 a pila P19 comprese.

Nella seguente figura sono mostrate a confronto le curve di capacità portante per i gruppi di pile ed a seguire per le spalle. Cautelativamente, per il Progetto Definitivo delle palificate del viadotto si è deciso di considerare due sole curve di portanza, in quanto comunque a livello strutturale è stata calcolata una sola pila rappresentativa per tutta l'opera. Quindi le lunghezze palo andranno definite considerando le curve di portanza per:

- spalla lato Termoli km 2+565: valida per spalla A;
- gruppo 3: valida per le pile da P1 a P32, di cui per le pile da P8 a pila P19 comprese vanno verificate anche a liquefazione.
- gruppo 7: valida per pile da P33 a P46;
- spalla lato Lesina km 3+740: valida per la spalla B.

La capacità portante dei pali è stata svolta con Approccio 2 (A1+M1+R3) con:

- un coefficiente ξ_3 in funzione delle verticali di indagine eseguite pari a 1.40 (numero di verticali maggiori di 10);
- falda a p.c. locale;
- testa palo a 4.5 m di profondità dal p.c. per le pile e 2.5 m da p.c. per le spalle.
- Pile (*): scalzamento pari a 5.5 m da p.c. locale per il gruppo 3 di pile (da P1 a P32) e scalzamento di 6.5 m da p.c. per le pile del gruppo 7 (da P33 a P46).

(*) Poiché le pile sono ubicate in zona esondabile, vanno verificate anche nell'ipotesi di scalzamento secondo gli spessori massimi indicati negli elaborati idraulici, circa 2 m da testa palo e quindi una profondità da p.c. locale di 5.5 m per le pile P1-P32 e 6.5 m per le pile da P33 a fine viadotto. In questo spessore di possibile scalzamento è stata annullata la tensione verticale ed è stata trascurata la portanza palo.

Le stratigrafie ed i parametri sono riportati nel paragrafo 3.3.

Inoltre per le pile da P8 a P19 sono state svolte valutazioni sul potenziale rischio di liquefazione, in relazione alla presenza di valori di N_{SPT} molto bassi (< 10 colpi/30 cm) in corrispondenza di livelli sabbiosi fini (vedasi retini magenta nel profilo stratigrafico). A tal proposito si rimanda alla apposita relazione sulla liquefazione e nel seguito si riassumono le conclusioni per la valutazione della potenziale interferenza con i pali.

Per queste palificate la verifica di portanza dei pali va eseguita con le curve di portanza con ipotesi di liquefazione. In particolare la capacità portante dei pali in presenza di liquefazione è stata valutata trascurando la portata laterale nello strato potenzialmente liquefacibile. Inoltre per le palificate che ricadono in terreni liquefacibili è stata svolta una verifica dei cedimenti del singolo palo (vedasi capitolo 8). La verifica dei cedimenti del singolo palo in presenza di attrito negativo consiste nel verificare che per il palo di progetto, i cedimenti ai carichi di esercizio siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture anche in presenza di attrito negativo (per cedimenti post-liquefazione).

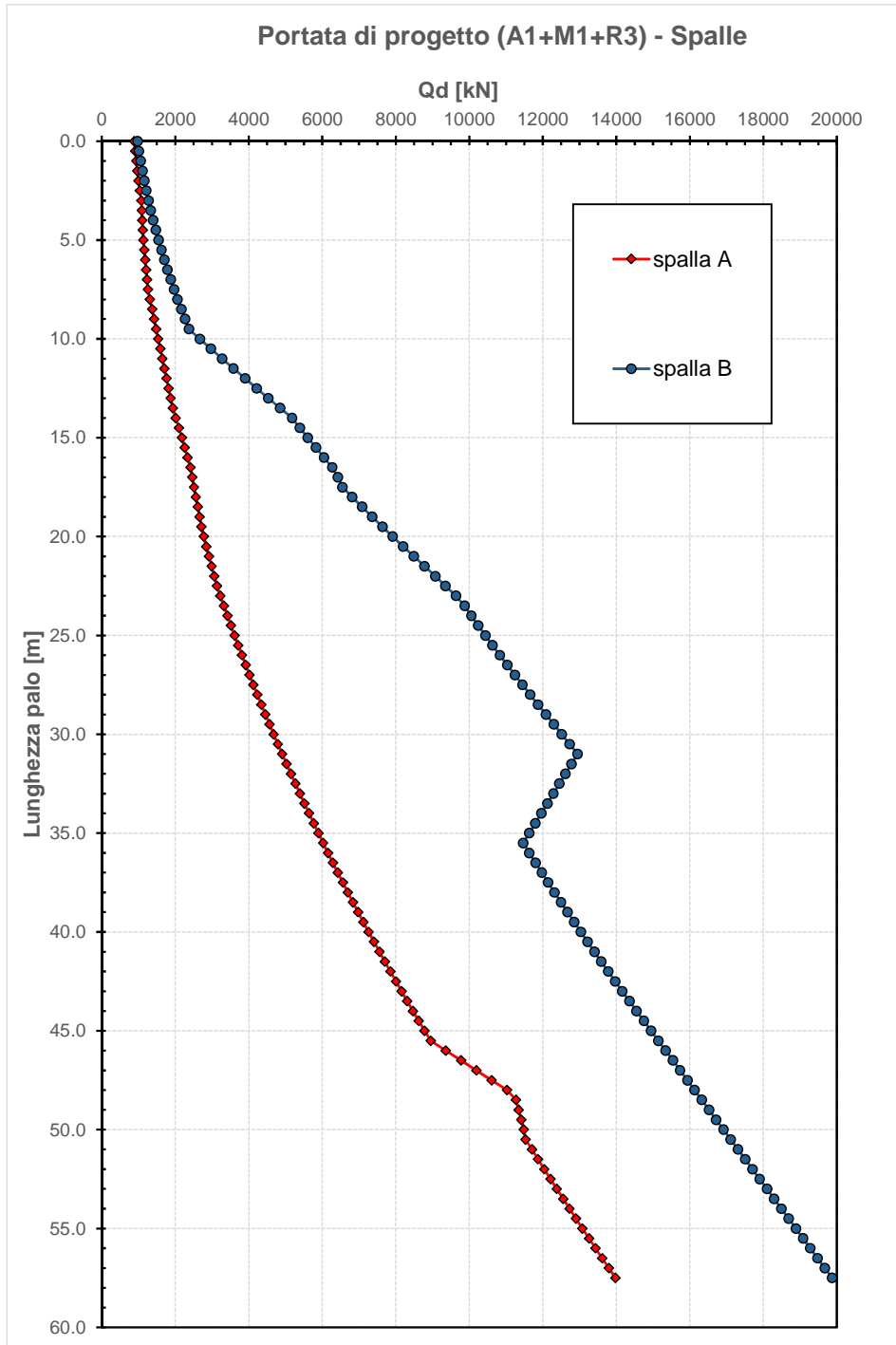


Figura 1 – Curve capacità portante pali - spalle

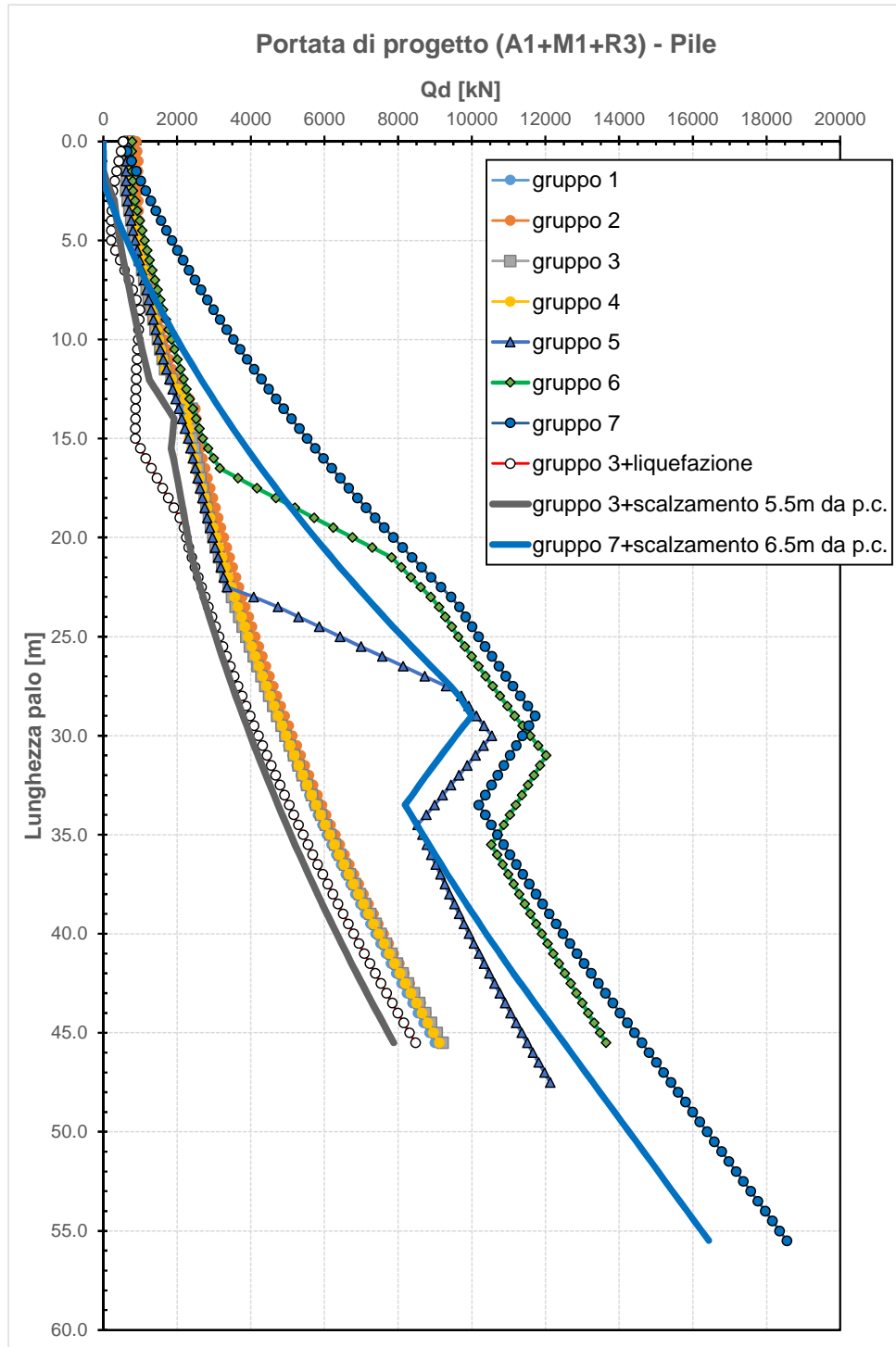


Figura 2 – Curve capacità portante pali - pile

Tabella 3. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – spalla lato Termoli

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1674.	0.	1674.	886.
.50	32.	1691.	5.	1718.	909.
1.00	70.	1708.	11.	1767.	937.
1.50	114.	1725.	16.	1823.	967.
2.00	163.	1742.	21.	1884.	1002.
2.50	219.	1758.	27.	1950.	1040.
3.00	280.	1775.	32.	2023.	1081.
3.50	347.	1721.	37.	2031.	1089.
4.00	420.	1667.	42.	2045.	1101.
4.50	499.	1613.	48.	2064.	1116.
5.00	583.	1560.	53.	2090.	1134.
5.50	674.	1506.	58.	2121.	1157.
6.00	768.	1452.	64.	2156.	1181.
6.50	862.	1398.	69.	2191.	1206.
7.00	956.	1344.	74.	2226.	1231.
7.50	1049.	1290.	80.	2260.	1255.
8.00	1135.	1307.	85.	2357.	1312.
8.50	1220.	1324.	90.	2453.	1368.
9.00	1305.	1340.	95.	2550.	1424.
9.50	1390.	1357.	101.	2646.	1480.
10.00	1474.	1374.	106.	2742.	1537.
10.50	1559.	1391.	111.	2839.	1593.
11.00	1644.	1408.	117.	2935.	1649.
11.50	1729.	1424.	122.	3031.	1706.
12.00	1814.	1441.	127.	3128.	1762.
12.50	1899.	1458.	133.	3224.	1818.
13.00	1983.	1475.	138.	3320.	1874.
13.50	2071.	1491.	143.	3419.	1932.
14.00	2174.	1535.	148.	3561.	2014.
14.50	2280.	1578.	154.	3705.	2098.
15.00	2386.	1621.	159.	3849.	2181.
15.50	2492.	1653.	164.	3981.	2259.
16.00	2598.	1686.	170.	4114.	2336.
16.50	2704.	1718.	175.	4247.	2414.
17.00	2810.	1697.	180.	4327.	2463.
17.50	2916.	1676.	186.	4407.	2513.
18.00	3022.	1655.	191.	4487.	2562.
18.50	3128.	1634.	196.	4566.	2612.
19.00	3234.	1613.	201.	4646.	2661.
19.50	3341.	1592.	207.	4726.	2711.
20.00	3449.	1602.	212.	4839.	2778.
20.50	3560.	1612.	217.	4955.	2847.
21.00	3674.	1621.	223.	5072.	2917.
21.50	3790.	1631.	228.	5193.	2989.
22.00	3908.	1641.	233.	5315.	3062.
22.50	4029.	1651.	239.	5441.	3137.
23.00	4152.	1690.	244.	5598.	3229.
23.50	4277.	1730.	249.	5758.	3323.
24.00	4405.	1769.	254.	5920.	3418.
24.50	4536.	1809.	260.	6085.	3515.
25.00	4669.	1849.	265.	6252.	3613.
25.50	4804.	1888.	270.	6422.	3713.
26.00	4942.	1928.	276.	6594.	3814.
26.50	5082.	1967.	281.	6768.	3917.
27.00	5225.	2007.	286.	6945.	4021.
27.50	5370.	2047.	292.	7125.	4127.
28.00	5517.	2086.	297.	7307.	4234.
28.50	5667.	2126.	302.	7491.	4343.
29.00	5820.	2165.	307.	7678.	4453.
29.50	5975.	2205.	313.	7867.	4565.
30.00	6132.	2245.	318.	8058.	4678.
30.50	6292.	2284.	323.	8252.	4793.
31.00	6454.	2324.	329.	8449.	4909.
31.50	6618.	2363.	334.	8648.	5027.
32.00	6785.	2403.	339.	8849.	5147.

32.50	6955.	2443.	345.	9053.	5268.
33.00	7127.	2482.	350.	9259.	5390.
33.50	7301.	2522.	355.	9468.	5514.
34.00	7478.	2561.	360.	9679.	5640.
34.50	7657.	2601.	366.	9893.	5767.
35.00	7839.	2641.	371.	10109.	5895.
35.50	8023.	2680.	376.	10327.	6025.
36.00	8210.	2720.	382.	10548.	6157.
36.50	8399.	2760.	387.	10771.	6290.
37.00	8590.	2799.	392.	10997.	6424.
37.50	8784.	2839.	398.	11225.	6560.
38.00	8980.	2878.	403.	11456.	6698.
38.50	9179.	2918.	408.	11689.	6837.
39.00	9380.	2958.	414.	11924.	6978.
39.50	9584.	2997.	419.	12162.	7120.
40.00	9790.	3037.	424.	12403.	7263.
40.50	9998.	3076.	429.	12645.	7408.
41.00	10209.	3116.	435.	12891.	7555.
41.50	10423.	3156.	440.	13138.	7703.
42.00	10639.	3195.	445.	13388.	7853.
42.50	10857.	3235.	451.	13641.	8004.
43.00	11078.	3274.	456.	13896.	8157.
43.50	11301.	3314.	461.	14153.	8311.
44.00	11526.	3354.	467.	14413.	8467.
44.50	11754.	3393.	472.	14676.	8624.
45.00	11985.	3433.	477.	14940.	8783.
45.50	12233.	3472.	482.	15223.	8953.
46.00	12571.	3855.	488.	15939.	9360.
46.50	12924.	4238.	493.	16669.	9777.
47.00	13278.	4621.	498.	17400.	10194.
47.50	13631.	5004.	504.	18131.	10610.
48.00	13985.	5386.	509.	18862.	11027.
48.50	14338.	5442.	514.	19266.	11271.
49.00	14692.	5171.	520.	19343.	11342.
49.50	15045.	4900.	525.	19420.	11413.
50.00	15398.	4629.	530.	19497.	11483.
50.50	15741.	4324.	535.	19529.	11529.
51.00	16016.	4341.	541.	19816.	11704.
51.50	16280.	4358.	546.	20092.	11872.
52.00	16546.	4375.	551.	20369.	12040.
52.50	16813.	4391.	557.	20648.	12210.
53.00	17083.	4408.	562.	20929.	12381.
53.50	17355.	4425.	567.	21212.	12553.
54.00	17629.	4442.	573.	21498.	12727.
54.50	17906.	4459.	578.	21787.	12903.
55.00	18185.	4475.	583.	22077.	13080.
55.50	18467.	4492.	588.	22370.	13258.
56.00	18750.	4509.	594.	22665.	13438.
56.50	19032.	4526.	599.	22959.	13617.
57.00	19315.	4542.	604.	23253.	13796.
57.50	19598.	4559.	610.	23547.	13975.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 4. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – spalla lato Termoli - trazione

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	32.	0.	-13.	45.	32.

1.00	70.	0.	-27.	96.	66.
1.50	114.	0.	-40.	153.	105.
2.00	163.	0.	-53.	216.	146.
2.50	219.	0.	-66.	285.	191.
3.00	280.	0.	-80.	359.	239.
3.50	347.	0.	-93.	440.	291.
4.00	420.	0.	-106.	526.	346.
4.50	499.	0.	-119.	618.	404.
5.00	583.	0.	-133.	716.	466.
5.50	674.	0.	-146.	819.	531.
6.00	768.	0.	-159.	927.	598.
6.50	862.	0.	-172.	1034.	665.
7.00	956.	0.	-186.	1142.	732.
7.50	1049.	0.	-199.	1248.	798.
8.00	1135.	0.	-212.	1347.	861.
8.50	1220.	0.	-225.	1445.	922.
9.00	1305.	0.	-239.	1543.	984.
9.50	1390.	0.	-252.	1641.	1046.
10.00	1474.	0.	-265.	1739.	1108.
10.50	1559.	0.	-278.	1838.	1169.
11.00	1644.	0.	-292.	1936.	1231.
11.50	1729.	0.	-305.	2034.	1293.
12.00	1814.	0.	-318.	2132.	1354.
12.50	1899.	0.	-331.	2230.	1416.
13.00	1983.	0.	-345.	2328.	1478.
13.50	2071.	0.	-358.	2429.	1541.
14.00	2174.	0.	-371.	2545.	1614.
14.50	2280.	0.	-384.	2665.	1687.
15.00	2386.	0.	-398.	2784.	1761.
15.50	2492.	0.	-411.	2903.	1835.
16.00	2598.	0.	-424.	3022.	1909.
16.50	2704.	0.	-437.	3142.	1983.
17.00	2810.	0.	-451.	3261.	2057.
17.50	2916.	0.	-464.	3380.	2130.
18.00	3022.	0.	-477.	3500.	2204.
18.50	3128.	0.	-490.	3619.	2278.
19.00	3234.	0.	-504.	3738.	2352.
19.50	3341.	0.	-517.	3858.	2426.
20.00	3449.	0.	-530.	3980.	2501.
20.50	3560.	0.	-543.	4104.	2578.
21.00	3674.	0.	-557.	4230.	2656.
21.50	3790.	0.	-570.	4359.	2735.
22.00	3908.	0.	-583.	4491.	2816.
22.50	4029.	0.	-596.	4625.	2898.
23.00	4152.	0.	-610.	4761.	2982.
23.50	4277.	0.	-623.	4900.	3067.
24.00	4405.	0.	-636.	5042.	3154.
24.50	4536.	0.	-649.	5185.	3241.
25.00	4669.	0.	-663.	5331.	3331.
25.50	4804.	0.	-676.	5480.	3421.
26.00	4942.	0.	-689.	5631.	3513.
26.50	5082.	0.	-702.	5785.	3606.
27.00	5225.	0.	-716.	5940.	3701.
27.50	5370.	0.	-729.	6099.	3797.
28.00	5517.	0.	-742.	6260.	3895.
28.50	5667.	0.	-755.	6423.	3994.
29.00	5820.	0.	-769.	6588.	4094.
29.50	5975.	0.	-782.	6757.	4196.
30.00	6132.	0.	-795.	6927.	4299.
30.50	6292.	0.	-808.	7100.	4404.
31.00	6454.	0.	-822.	7276.	4510.
31.50	6618.	0.	-835.	7453.	4617.
32.00	6785.	0.	-848.	7634.	4726.
32.50	6955.	0.	-861.	7816.	4836.
33.00	7127.	0.	-875.	8002.	4947.
33.50	7301.	0.	-888.	8189.	5060.
34.00	7478.	0.	-901.	8379.	5174.
34.50	7657.	0.	-914.	8572.	5290.
35.00	7839.	0.	-928.	8767.	5407.
35.50	8023.	0.	-941.	8964.	5526.
36.00	8210.	0.	-954.	9164.	5645.
36.50	8399.	0.	-968.	9366.	5767.
37.00	8590.	0.	-981.	9571.	5889.
37.50	8784.	0.	-994.	9778.	6013.
38.00	8980.	0.	-1007.	9988.	6139.
38.50	9179.	0.	-1021.	10200.	6266.
39.00	9380.	0.	-1034.	10414.	6394.

39.50	9584.	0.	-1047.	10631.	6524.
40.00	9790.	0.	-1060.	10850.	6655.
40.50	9998.	0.	-1074.	11072.	6787.
41.00	10209.	0.	-1087.	11296.	6921.
41.50	10423.	0.	-1100.	11523.	7056.
42.00	10639.	0.	-1113.	11752.	7192.
42.50	10857.	0.	-1127.	11983.	7330.
43.00	11078.	0.	-1140.	12217.	7470.
43.50	11301.	0.	-1153.	12454.	7611.
44.00	11526.	0.	-1166.	12693.	7753.
44.50	11754.	0.	-1180.	12934.	7896.
45.00	11985.	0.	-1193.	13178.	8041.
45.50	12233.	0.	-1206.	13439.	8196.
46.00	12571.	0.	-1219.	13790.	8403.
46.50	12924.	0.	-1233.	14157.	8618.
47.00	13278.	0.	-1246.	14524.	8833.
47.50	13631.	0.	-1259.	14890.	9048.
48.00	13985.	0.	-1272.	15257.	9264.
48.50	14338.	0.	-1286.	15624.	9479.
49.00	14692.	0.	-1299.	15990.	9694.
49.50	15045.	0.	-1312.	16357.	9909.
50.00	15398.	0.	-1325.	16724.	10124.
50.50	15741.	0.	-1339.	17079.	10333.
51.00	16016.	0.	-1352.	17367.	10504.
51.50	16280.	0.	-1365.	17646.	10668.
52.00	16546.	0.	-1378.	17925.	10833.
52.50	16813.	0.	-1392.	18205.	10999.
53.00	17083.	0.	-1405.	18488.	11167.
53.50	17355.	0.	-1418.	18773.	11335.
54.00	17629.	0.	-1431.	19061.	11505.
54.50	17906.	0.	-1445.	19351.	11677.
55.00	18185.	0.	-1458.	19643.	11849.
55.50	18467.	0.	-1471.	19938.	12024.
56.00	18750.	0.	-1484.	20234.	12198.
56.50	19032.	0.	-1498.	20530.	12373.
57.00	19315.	0.	-1511.	20826.	12548.
57.50	19598.	0.	-1524.	21122.	12723.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 5. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – Pile - Gruppo 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacita... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1321.	0.	1321.	699.
.50	32.	1249.	5.	1276.	676.
1.00	70.	1178.	11.	1237.	656.
1.50	114.	1106.	16.	1204.	640.
2.00	163.	1035.	21.	1177.	628.
2.50	219.	963.	27.	1155.	619.
3.00	280.	980.	32.	1228.	661.
3.50	347.	997.	37.	1307.	706.
4.00	420.	1013.	42.	1391.	755.
4.50	499.	1030.	48.	1481.	807.
5.00	583.	1047.	53.	1577.	863.
5.50	674.	1064.	58.	1679.	923.
6.00	768.	1081.	64.	1785.	985.

**RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	30 DI 148

6.50	862.	1097.	69.	1890.	1047.
7.00	956.	1114.	74.	1996.	1109.
7.50	1050.	1131.	80.	2102.	1171.
8.00	1145.	1148.	85.	2207.	1233.
8.50	1239.	1165.	90.	2313.	1295.
9.00	1333.	1181.	95.	2419.	1358.
9.50	1427.	1198.	101.	2525.	1420.
10.00	1522.	1215.	106.	2630.	1482.
10.50	1616.	1232.	111.	2736.	1544.
11.00	1710.	1248.	117.	2842.	1606.
11.50	1809.	1265.	122.	2952.	1671.
12.00	1936.	1458.	127.	3268.	1847.
12.50	2073.	1652.	133.	3592.	2029.
13.00	2215.	1845.	138.	3922.	2214.
13.50	2361.	2038.	143.	4256.	2402.
14.00	2512.	1873.	148.	4236.	2402.
14.50	2667.	1707.	154.	4220.	2406.
15.00	2817.	1542.	159.	4200.	2407.
15.50	2913.	1559.	164.	4308.	2470.
16.00	3003.	1575.	170.	4408.	2529.
16.50	3094.	1576.	175.	4495.	2581.
17.00	3188.	1577.	180.	4585.	2634.
17.50	3284.	1578.	186.	4677.	2689.
18.00	3383.	1579.	191.	4771.	2746.
18.50	3484.	1580.	196.	4868.	2804.
19.00	3588.	1581.	201.	4967.	2863.
19.50	3694.	1582.	207.	5069.	2924.
20.00	3802.	1582.	212.	5173.	2987.
20.50	3913.	1583.	217.	5279.	3051.
21.00	4027.	1623.	223.	5427.	3137.
21.50	4143.	1662.	228.	5577.	3225.
22.00	4261.	1702.	233.	5730.	3314.
22.50	4382.	1741.	239.	5884.	3404.
23.00	4505.	1781.	244.	6042.	3496.
23.50	4630.	1821.	249.	6202.	3590.
24.00	4758.	1860.	254.	6364.	3685.
24.50	4889.	1900.	260.	6529.	3782.
25.00	5022.	1939.	265.	6696.	3880.
25.50	5157.	1979.	270.	6865.	3980.
26.00	5295.	2018.	276.	7037.	4081.
26.50	5435.	2058.	281.	7212.	4184.
27.00	5578.	2097.	286.	7389.	4288.
27.50	5723.	2137.	292.	7568.	4394.
28.00	5870.	2176.	297.	7750.	4501.
28.50	6020.	2216.	302.	7934.	4610.
29.00	6173.	2255.	307.	8121.	4720.
29.50	6328.	2295.	313.	8310.	4832.
30.00	6485.	2334.	318.	8501.	4945.
30.50	6645.	2374.	323.	8695.	5060.
31.00	6807.	2414.	329.	8892.	5176.
31.50	6971.	2453.	334.	9090.	5294.
32.00	7138.	2493.	339.	9292.	5413.
32.50	7308.	2532.	345.	9495.	5534.
33.00	7480.	2572.	350.	9702.	5657.
33.50	7654.	2611.	355.	9910.	5781.
34.00	7831.	2651.	360.	10121.	5906.
34.50	8010.	2690.	366.	10335.	6033.
35.00	8192.	2730.	371.	10551.	6161.
35.50	8376.	2769.	376.	10769.	6291.
36.00	8563.	2809.	382.	10990.	6423.
36.50	8752.	2848.	387.	11213.	6556.
37.00	8943.	2888.	392.	11439.	6690.
37.50	9137.	2927.	398.	11667.	6826.
38.00	9333.	2967.	403.	11897.	6964.
38.50	9532.	3006.	408.	12130.	7103.
39.00	9733.	3046.	414.	12366.	7244.
39.50	9937.	3086.	419.	12604.	7386.
40.00	10143.	3125.	424.	12844.	7529.
40.50	10351.	3165.	429.	13087.	7674.
41.00	10562.	3204.	435.	13332.	7821.
41.50	10776.	3244.	440.	13579.	7969.
42.00	10992.	3283.	445.	13829.	8119.
42.50	11210.	3323.	451.	14082.	8270.
43.00	11431.	3362.	456.	14337.	8423.
43.50	11654.	3402.	461.	14594.	8577.
44.00	11879.	3441.	467.	14854.	8733.
44.50	12107.	3481.	472.	15116.	8890.

45.00	12338.	3520.	477.	15381.	9049.
45.50	12571.	3560.	482.	15648.	9209.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 6. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – Pile - Gruppo 3 +scalzamento 5.5 m

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	5.	-5.	-5.
1.00	0.	0.	11.	-11.	-11.
1.50	3.	194.	16.	181.	88.
2.00	12.	387.	21.	377.	191.
2.50	26.	581.	27.	580.	297.
3.00	47.	627.	32.	642.	329.
3.50	73.	673.	37.	709.	364.
4.00	105.	719.	42.	782.	403.
4.50	143.	765.	48.	861.	446.
5.00	187.	812.	53.	945.	492.
5.50	236.	858.	58.	1036.	542.
6.00	292.	904.	64.	1132.	596.
6.50	353.	950.	69.	1234.	653.
7.00	420.	997.	74.	1342.	714.
7.50	493.	1013.	80.	1427.	763.
8.00	571.	1030.	85.	1517.	815.
8.50	656.	1047.	90.	1613.	871.
9.00	746.	1064.	95.	1715.	931.
9.50	840.	1081.	101.	1820.	993.
10.00	935.	1097.	106.	1926.	1055.
10.50	1029.	1114.	111.	2032.	1117.
11.00	1123.	1131.	117.	2138.	1179.
11.50	1218.	1148.	122.	2244.	1242.
12.00	1317.	1354.	127.	2544.	1407.
12.50	1422.	1560.	133.	2849.	1576.
13.00	1530.	1767.	138.	3159.	1747.
13.50	1644.	1973.	143.	3474.	1922.
14.00	1762.	1790.	148.	3404.	1893.
14.50	1885.	1607.	154.	3339.	1868.
15.00	2007.	1424.	159.	3272.	1841.
15.50	2098.	1441.	164.	3374.	1901.
16.00	2182.	1458.	170.	3471.	1957.
16.50	2267.	1459.	175.	3551.	2005.
17.00	2352.	1460.	180.	3632.	2053.
17.50	2437.	1461.	186.	3712.	2101.
18.00	2522.	1461.	191.	3792.	2149.
18.50	2607.	1462.	196.	3873.	2197.
19.00	2693.	1463.	201.	3955.	2246.
19.50	2782.	1464.	207.	4040.	2296.
20.00	2874.	1465.	212.	4127.	2348.
20.50	2968.	1466.	217.	4216.	2401.
21.00	3064.	1505.	223.	4347.	2477.
21.50	3163.	1545.	228.	4480.	2554.
22.00	3264.	1584.	233.	4615.	2632.
22.50	3368.	1624.	239.	4753.	2712.
23.00	3474.	1664.	244.	4893.	2794.
23.50	3582.	1703.	249.	5036.	2877.
24.00	3693.	1743.	254.	5181.	2961.
24.50	3807.	1782.	260.	5329.	3047.
25.00	3922.	1822.	265.	5479.	3135.
25.50	4041.	1861.	270.	5631.	3224.

26.00	4161.	1901.	276.	5786.	3315.
26.50	4285.	1940.	281.	5944.	3407.
27.00	4410.	1980.	286.	6104.	3500.
27.50	4538.	2019.	292.	6266.	3596.
28.00	4669.	2059.	297.	6431.	3692.
28.50	4802.	2098.	302.	6598.	3790.
29.00	4937.	2138.	307.	6767.	3890.
29.50	5075.	2177.	313.	6939.	3991.
30.00	5215.	2217.	318.	7114.	4094.
30.50	5358.	2256.	323.	7291.	4198.
31.00	5503.	2296.	329.	7470.	4304.
31.50	5650.	2336.	334.	7652.	4411.
32.00	5800.	2375.	339.	7836.	4520.
32.50	5953.	2415.	345.	8023.	4630.
33.00	6107.	2454.	350.	8212.	4742.
33.50	6265.	2494.	355.	8403.	4855.
34.00	6424.	2533.	360.	8597.	4970.
34.50	6587.	2573.	366.	8794.	5086.
35.00	6751.	2612.	371.	8992.	5204.
35.50	6918.	2652.	376.	9194.	5324.
36.00	7088.	2691.	382.	9397.	5445.
36.50	7260.	2731.	387.	9604.	5567.
37.00	7434.	2770.	392.	9812.	5691.
37.50	7611.	2810.	398.	10023.	5816.
38.00	7790.	2849.	403.	10237.	5943.
38.50	7972.	2889.	408.	10453.	6072.
39.00	8156.	2928.	414.	10671.	6202.
39.50	8342.	2968.	419.	10892.	6333.
40.00	8531.	3008.	424.	11115.	6466.
40.50	8723.	3047.	429.	11341.	6601.
41.00	8917.	3087.	435.	11569.	6737.
41.50	9113.	3126.	440.	11799.	6874.
42.00	9312.	3166.	445.	12032.	7013.
42.50	9513.	3205.	451.	12268.	7154.
43.00	9717.	3245.	456.	12505.	7296.
43.50	9923.	3284.	461.	12746.	7440.
44.00	10131.	3324.	467.	12988.	7585.
44.50	10342.	3363.	472.	13234.	7731.
45.00	10556.	3403.	477.	13481.	7880.
45.50	10771.	3442.	482.	13731.	8029.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 7. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – Pile - Gruppo 3 +liquefazione

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1021.	0.	1021.	540.
.50	32.	874.	5.	901.	477.
1.00	70.	727.	11.	787.	418.
1.50	114.	581.	16.	679.	362.
2.00	163.	434.	21.	576.	310.
2.50	219.	287.	27.	480.	261.
3.00	280.	192.	32.	440.	243.
3.50	347.	96.	37.	406.	229.
4.00	410.	0.	42.	368.	212.
4.50	420.	0.	48.	372.	213.
5.00	431.	0.	53.	378.	215.
5.50	510.	133.	58.	585.	329.

6.00	604.	266.	64.	807.	453.
6.50	699.	399.	69.	1029.	576.
7.00	793.	532.	74.	1251.	700.
7.50	887.	614.	80.	1421.	796.
8.00	981.	695.	85.	1592.	893.
8.50	1076.	777.	90.	1762.	989.
9.00	1170.	647.	95.	1722.	974.
9.50	1264.	518.	101.	1681.	958.
10.00	1358.	388.	106.	1641.	943.
10.50	1453.	259.	111.	1600.	928.
11.00	1547.	129.	117.	1560.	913.
11.50	1629.	0.	122.	1507.	890.
12.00	1641.	0.	127.	1514.	892.
12.50	1641.	0.	133.	1508.	887.
13.00	1641.	0.	138.	1503.	881.
13.50	1641.	0.	143.	1498.	876.
14.00	1641.	0.	148.	1493.	871.
14.50	1641.	0.	154.	1487.	866.
15.00	1652.	0.	159.	1493.	867.
15.50	1728.	186.	164.	1749.	1007.
16.00	1817.	372.	170.	2019.	1155.
16.50	1908.	557.	175.	2291.	1305.
17.00	2002.	743.	180.	2565.	1456.
17.50	2098.	929.	186.	2842.	1609.
18.00	2197.	1115.	191.	3121.	1764.
18.50	2298.	1301.	196.	3403.	1919.
19.00	2402.	1486.	201.	3687.	2077.
19.50	2508.	1582.	207.	3883.	2188.
20.00	2616.	1582.	212.	3987.	2250.
20.50	2727.	1583.	217.	4093.	2314.
21.00	2841.	1623.	223.	4241.	2400.
21.50	2957.	1662.	228.	4391.	2488.
22.00	3075.	1702.	233.	4544.	2577.
22.50	3196.	1741.	239.	4699.	2668.
23.00	3319.	1781.	244.	4856.	2760.
23.50	3444.	1821.	249.	5016.	2853.
24.00	3572.	1860.	254.	5178.	2949.
24.50	3703.	1900.	260.	5343.	3045.
25.00	3836.	1939.	265.	5510.	3143.
25.50	3971.	1979.	270.	5679.	3243.
26.00	4109.	2018.	276.	5851.	3344.
26.50	4249.	2058.	281.	6026.	3447.
27.00	4392.	2097.	286.	6203.	3551.
27.50	4537.	2137.	292.	6382.	3657.
28.00	4684.	2176.	297.	6564.	3764.
28.50	4834.	2216.	302.	6748.	3873.
29.00	4987.	2255.	307.	6935.	3983.
29.50	5142.	2295.	313.	7124.	4095.
30.00	5299.	2334.	318.	7315.	4208.
30.50	5459.	2374.	323.	7509.	4323.
31.00	5621.	2414.	329.	7706.	4440.
31.50	5786.	2453.	334.	7905.	4557.
32.00	5953.	2493.	339.	8106.	4677.
32.50	6122.	2532.	345.	8310.	4798.
33.00	6294.	2572.	350.	8516.	4920.
33.50	6468.	2611.	355.	8724.	5044.
34.00	6645.	2651.	360.	8935.	5169.
34.50	6824.	2690.	366.	9149.	5296.
35.00	7006.	2730.	371.	9365.	5425.
35.50	7190.	2769.	376.	9583.	5555.
36.00	7377.	2809.	382.	9804.	5686.
36.50	7566.	2848.	387.	10027.	5819.
37.00	7757.	2888.	392.	10253.	5954.
37.50	7951.	2927.	398.	10481.	6090.
38.00	8147.	2967.	403.	10711.	6227.
38.50	8346.	3006.	408.	10944.	6366.
39.00	8547.	3046.	414.	11180.	6507.
39.50	8751.	3086.	419.	11418.	6649.
40.00	8957.	3125.	424.	11658.	6793.
40.50	9165.	3165.	429.	11901.	6938.
41.00	9376.	3204.	435.	12146.	7084.
41.50	9590.	3244.	440.	12393.	7233.
42.00	9806.	3283.	445.	12644.	7382.
42.50	10024.	3323.	451.	12896.	7533.
43.00	10245.	3362.	456.	13151.	7686.
43.50	10468.	3402.	461.	13408.	7840.
44.00	10693.	3441.	467.	13668.	7996.

44.50	10921.	3481.	472.	13930.	8153.
45.00	11152.	3520.	477.	14195.	8312.
45.50	11385.	3560.	482.	14462.	8472.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 8. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – Pile - Gruppo 7

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	994.	0.	994.	526.
.50	30.	1193.	5.	1217.	644.
1.00	65.	1392.	11.	1446.	766.
1.50	105.	1590.	16.	1680.	891.
2.00	151.	1789.	21.	1919.	1019.
2.50	202.	1988.	27.	2164.	1151.
3.00	259.	2187.	32.	2414.	1286.
3.50	321.	2386.	37.	2669.	1424.
4.00	388.	2584.	42.	2930.	1566.
4.50	461.	2783.	48.	3197.	1711.
5.00	539.	2982.	53.	3468.	1860.
5.50	623.	3181.	58.	3745.	2012.
6.00	712.	3380.	64.	4028.	2167.
6.50	806.	3578.	69.	4316.	2325.
7.00	906.	3777.	74.	4609.	2487.
7.50	1011.	3976.	80.	4908.	2652.
8.00	1122.	4175.	85.	5212.	2821.
8.50	1238.	4374.	90.	5521.	2993.
9.00	1359.	4572.	95.	5836.	3168.
9.50	1486.	4771.	101.	6156.	3347.
10.00	1618.	4970.	106.	6482.	3528.
10.50	1755.	5169.	111.	6813.	3714.
11.00	1898.	5368.	117.	7149.	3902.
11.50	2046.	5567.	122.	7491.	4094.
12.00	2200.	5765.	127.	7838.	4290.
12.50	2359.	5964.	133.	8191.	4488.
13.00	2524.	6163.	138.	8549.	4690.
13.50	2694.	6362.	143.	8912.	4896.
14.00	2869.	6561.	148.	9281.	5105.
14.50	3049.	6759.	154.	9655.	5317.
15.00	3235.	6958.	159.	10035.	5532.
15.50	3427.	7157.	164.	10419.	5751.
16.00	3624.	7356.	170.	10810.	5973.
16.50	3826.	7555.	175.	11206.	6199.
17.00	4034.	7753.	180.	11607.	6427.
17.50	4247.	7952.	186.	12013.	6660.
18.00	4465.	8151.	191.	12425.	6895.
18.50	4689.	8350.	196.	12842.	7134.
19.00	4918.	8549.	201.	13265.	7376.
19.50	5152.	8747.	207.	13693.	7622.
20.00	5392.	8946.	212.	14127.	7871.
20.50	5638.	9145.	217.	14565.	8123.
21.00	5889.	9344.	223.	15010.	8379.
21.50	6145.	9543.	228.	15459.	8638.
22.00	6406.	9741.	233.	15914.	8900.
22.50	6673.	9940.	239.	16375.	9166.
23.00	6945.	10139.	244.	16841.	9435.
23.50	7223.	10249.	249.	17223.	9660.
24.00	7506.	10249.	254.	17501.	9831.
24.50	7795.	10249.	260.	17784.	10005.

25.00	8089.	10249.	265.	18073.	10182.
25.50	8388.	10249.	270.	18367.	10362.
26.00	8693.	10249.	276.	18666.	10546.
26.50	9003.	10249.	281.	18971.	10734.
27.00	9318.	10249.	286.	19281.	10924.
27.50	9639.	10249.	292.	19597.	11118.
28.00	9965.	10249.	297.	19918.	11316.
28.50	10297.	10249.	302.	20244.	11516.
29.00	10634.	10249.	307.	20576.	11720.
29.50	10976.	9528.	313.	20191.	11546.
30.00	11324.	8806.	318.	19812.	11375.
30.50	11677.	8084.	323.	19437.	11206.
31.00	12030.	7362.	329.	19064.	11039.
31.50	12384.	6641.	334.	18690.	10871.
32.00	12737.	5919.	339.	18316.	10703.
32.50	13090.	5197.	345.	17943.	10536.
33.00	13444.	4475.	350.	17569.	10368.
33.50	13781.	3753.	355.	17180.	10191.
34.00	14026.	3804.	360.	17469.	10364.
34.50	14258.	3854.	366.	17746.	10529.
35.00	14493.	3904.	371.	18026.	10696.
35.50	14731.	3954.	376.	18308.	10865.
36.00	14972.	4004.	382.	18594.	11036.
36.50	15216.	4055.	387.	18884.	11209.
37.00	15463.	4105.	392.	19176.	11384.
37.50	15714.	4155.	398.	19471.	11561.
38.00	15967.	4205.	403.	19770.	11740.
38.50	16224.	4255.	408.	20071.	11920.
39.00	16484.	4306.	414.	20376.	12103.
39.50	16746.	4356.	419.	20684.	12287.
40.00	17012.	4406.	424.	20994.	12474.
40.50	17282.	4456.	429.	21308.	12662.
41.00	17554.	4506.	435.	21625.	12853.
41.50	17829.	4557.	440.	21946.	13045.
42.00	18107.	4607.	445.	22269.	13239.
42.50	18389.	4657.	451.	22595.	13435.
43.00	18672.	4707.	456.	22923.	13632.
43.50	18954.	4757.	461.	23251.	13829.
44.00	19237.	4808.	467.	23578.	14026.
44.50	19520.	4858.	472.	23906.	14223.
45.00	19802.	4908.	477.	24233.	14419.
45.50	20085.	4958.	482.	24561.	14616.
46.00	20368.	5008.	488.	24889.	14813.
46.50	20651.	5059.	493.	25216.	15010.
47.00	20933.	5109.	498.	25544.	15207.
47.50	21216.	5159.	504.	25872.	15404.
48.00	21499.	5209.	509.	26199.	15601.
48.50	21782.	5260.	514.	26527.	15798.
49.00	22064.	5310.	520.	26855.	15994.
49.50	22347.	5360.	525.	27182.	16191.
50.00	22630.	5410.	530.	27510.	16388.
50.50	22913.	5460.	535.	27838.	16585.
51.00	23195.	5511.	541.	28165.	16782.
51.50	23478.	5561.	546.	28493.	16979.
52.00	23761.	5611.	551.	28820.	17176.
52.50	24044.	5661.	557.	29148.	17373.
53.00	24326.	5711.	562.	29476.	17569.
53.50	24609.	5762.	567.	29803.	17766.
54.00	24892.	5812.	573.	30131.	17963.
54.50	25175.	5862.	578.	30459.	18160.
55.00	25457.	5912.	583.	30786.	18357.
55.50	25740.	5962.	588.	31114.	18554.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q1l = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q1l/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

Tabella 9. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – Pile - Gruppo 7 +scalzamento 6.5 m

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	5.	-5.	-5.
1.00	0.	0.	11.	-11.	-11.
1.50	0.	0.	16.	-16.	-16.
2.00	0.	0.	21.	-21.	-21.
2.50	3.	199.	27.	175.	80.
3.00	11.	398.	32.	377.	185.
3.50	24.	596.	37.	584.	294.
4.00	43.	795.	42.	796.	405.
4.50	67.	994.	48.	1014.	520.
5.00	97.	1193.	53.	1237.	638.
5.50	132.	1392.	58.	1465.	760.
6.00	173.	1590.	64.	1699.	885.
6.50	218.	1789.	69.	1939.	1013.
7.00	270.	1988.	74.	2183.	1145.
7.50	326.	2187.	80.	2434.	1280.
8.00	388.	2386.	85.	2689.	1419.
8.50	456.	2584.	90.	2950.	1560.
9.00	528.	2783.	95.	3216.	1705.
9.50	607.	2982.	101.	3488.	1854.
10.00	690.	3181.	106.	3765.	2006.
10.50	779.	3380.	111.	4048.	2161.
11.00	874.	3578.	117.	4335.	2319.
11.50	973.	3777.	122.	4629.	2481.
12.00	1078.	3976.	127.	4927.	2646.
12.50	1189.	4175.	133.	5231.	2815.
13.00	1305.	4374.	138.	5541.	2987.
13.50	1426.	4572.	143.	5856.	3162.
14.00	1553.	4771.	148.	6176.	3341.
14.50	1685.	4970.	154.	6501.	3523.
15.00	1823.	5169.	159.	6832.	3708.
15.50	1966.	5368.	164.	7169.	3897.
16.00	2114.	5567.	170.	7511.	4089.
16.50	2268.	5765.	175.	7858.	4284.
17.00	2427.	5964.	180.	8210.	4483.
17.50	2591.	6163.	186.	8568.	4685.
18.00	2761.	6362.	191.	8932.	4890.
18.50	2936.	6561.	196.	9301.	5099.
19.00	3117.	6759.	201.	9675.	5311.
19.50	3303.	6958.	207.	10054.	5526.
20.00	3494.	7157.	212.	10439.	5745.
20.50	3691.	7356.	217.	10829.	5967.
21.00	3893.	7555.	223.	11225.	6193.
21.50	4101.	7753.	228.	11626.	6421.
22.00	4314.	7952.	233.	12033.	6654.
22.50	4532.	8151.	239.	12445.	6889.
23.00	4756.	8350.	244.	12862.	7128.
23.50	4985.	8549.	249.	13285.	7370.
24.00	5220.	8747.	254.	13713.	7616.
24.50	5460.	8946.	260.	14146.	7865.
25.00	5705.	9145.	265.	14585.	8117.
25.50	5956.	9344.	270.	15029.	8373.
26.00	6212.	9543.	276.	15479.	8632.
26.50	6474.	9741.	281.	15934.	8894.
27.00	6741.	9940.	286.	16394.	9160.
27.50	7013.	10139.	292.	16860.	9429.
28.00	7291.	10249.	297.	17243.	9654.
28.50	7574.	10249.	302.	17521.	9825.
29.00	7862.	10249.	307.	17804.	9999.
29.50	8156.	9511.	313.	17354.	9785.
30.00	8455.	8772.	318.	16910.	9575.
30.50	8760.	8034.	323.	16470.	9368.
31.00	9070.	7295.	329.	16037.	9165.
31.50	9385.	6557.	334.	15608.	8965.
32.00	9706.	5818.	339.	15185.	8768.
32.50	10033.	5079.	345.	14767.	8574.
33.00	10364.	4341.	350.	14355.	8384.
33.50	10686.	3602.	355.	13933.	8188.
34.00	10920.	3653.	360.	14212.	8355.

34.50	11143.	3703.	366.	14480.	8514.
35.00	11368.	3753.	371.	14750.	8675.
35.50	11596.	3803.	376.	15023.	8839.
36.00	11828.	3853.	382.	15300.	9004.
36.50	12063.	3904.	387.	15579.	9171.
37.00	12300.	3954.	392.	15862.	9340.
37.50	12541.	4004.	398.	16148.	9511.
38.00	12785.	4054.	403.	16437.	9683.
38.50	13032.	4104.	408.	16729.	9858.
39.00	13283.	4155.	414.	17024.	10035.
39.50	13536.	4205.	419.	17322.	10213.
40.00	13792.	4255.	424.	17623.	10394.
40.50	14052.	4305.	429.	17928.	10576.
41.00	14315.	4355.	435.	18235.	10761.
41.50	14580.	4406.	440.	18546.	10947.
42.00	14849.	4456.	445.	18860.	11135.
42.50	15121.	4506.	451.	19176.	11325.
43.00	15396.	4556.	456.	19496.	11518.
43.50	15674.	4606.	461.	19819.	11712.
44.00	15956.	4657.	467.	20146.	11908.
44.50	16238.	4707.	472.	20473.	12104.
45.00	16521.	4757.	477.	20801.	12301.
45.50	16804.	4807.	482.	21129.	12498.
46.00	17087.	4857.	488.	21456.	12695.
46.50	17369.	4908.	493.	21784.	12892.
47.00	17652.	4958.	498.	22111.	13089.
47.50	17935.	5008.	504.	22439.	13286.
48.00	18217.	5058.	509.	22767.	13483.
48.50	18500.	5108.	514.	23094.	13679.
49.00	18783.	5159.	520.	23422.	13876.
49.50	19066.	5209.	525.	23750.	14073.
50.00	19348.	5259.	530.	24077.	14270.
50.50	19631.	5309.	535.	24405.	14467.
51.00	19914.	5359.	541.	24733.	14664.
51.50	20197.	5410.	546.	25060.	14861.
52.00	20479.	5460.	551.	25388.	15058.
52.50	20762.	5510.	557.	25716.	15254.
53.00	21045.	5560.	562.	26043.	15451.
53.50	21328.	5610.	567.	26371.	15648.
54.00	21610.	5661.	573.	26698.	15845.
54.50	21893.	5711.	578.	27026.	16042.
55.00	22176.	5761.	583.	27354.	16239.
55.50	22459.	5811.	588.	27681.	16436.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite

Tabella 10. Portanza palo D=1500 mm (A1+M1+R3) – spalla lato Lesina

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1840.	0.	1840.	974.
.50	32.	1890.	5.	1917.	1015.
1.00	70.	1940.	11.	1999.	1059.
1.50	114.	1990.	16.	2088.	1108.
2.00	163.	2040.	21.	2182.	1159.
2.50	219.	2090.	27.	2282.	1215.
3.00	280.	2140.	32.	2388.	1274.
3.50	347.	2189.	37.	2499.	1337.
4.00	420.	2239.	42.	2617.	1403.
4.50	499.	2289.	48.	2740.	1473.
5.00	583.	2339.	53.	2869.	1547.
5.50	674.	2389.	58.	3004.	1624.
6.00	770.	2439.	64.	3145.	1705.

6.50	872.	2489.	69.	3292.	1790.
7.00	980.	2539.	74.	3444.	1878.
7.50	1093.	2589.	80.	3603.	1969.
8.00	1213.	2639.	85.	3767.	2065.
8.50	1338.	2689.	90.	3937.	2164.
9.00	1470.	2739.	95.	4113.	2266.
9.50	1605.	2789.	101.	4293.	2372.
10.00	1739.	3208.	106.	4840.	2671.
10.50	1876.	3627.	111.	5392.	2973.
11.00	2019.	4046.	117.	5948.	3278.
11.50	2167.	4465.	122.	6510.	3587.
12.00	2321.	4884.	127.	7078.	3899.
12.50	2480.	5303.	133.	7651.	4214.
13.00	2645.	5722.	138.	8229.	4532.
13.50	2815.	6141.	143.	8813.	4854.
14.00	2990.	6561.	148.	9402.	5180.
14.50	3170.	6759.	154.	9776.	5392.
15.00	3356.	6958.	159.	10156.	5607.
15.50	3548.	7157.	164.	10540.	5826.
16.00	3745.	7356.	170.	10931.	6048.
16.50	3947.	7555.	175.	11327.	6274.
17.00	4155.	7599.	180.	11573.	6421.
17.50	4370.	7599.	186.	11783.	6549.
18.00	4602.	7837.	191.	12248.	6814.
18.50	4843.	8075.	196.	12722.	7084.
19.00	5089.	8313.	201.	13201.	7358.
19.50	5342.	8551.	207.	13686.	7635.
20.00	5600.	8789.	212.	14177.	7916.
20.50	5864.	9027.	217.	14673.	8201.
21.00	6133.	9265.	223.	15176.	8489.
21.50	6409.	9503.	228.	15684.	8781.
22.00	6690.	9741.	233.	16198.	9076.
22.50	6977.	9940.	239.	16679.	9354.
23.00	7270.	10139.	244.	17165.	9636.
23.50	7568.	10249.	249.	17569.	9875.
24.00	7873.	10249.	254.	17868.	10058.
24.50	8183.	10249.	260.	18173.	10246.
25.00	8499.	10249.	265.	18483.	10437.
25.50	8821.	10249.	270.	18800.	10631.
26.00	9149.	10249.	276.	19122.	10830.
26.50	9482.	10249.	281.	19450.	11031.
27.00	9821.	10249.	286.	19784.	11237.
27.50	10166.	10249.	292.	20124.	11446.
28.00	10517.	10249.	297.	20470.	11658.
28.50	10870.	10249.	302.	20818.	11873.
29.00	11224.	10249.	307.	21166.	12087.
29.50	11577.	10249.	313.	21514.	12301.
30.00	11931.	10249.	318.	21862.	12515.
30.50	12284.	10249.	323.	22210.	12729.
31.00	12638.	10249.	329.	22558.	12944.
31.50	12991.	9535.	334.	22192.	12780.
32.00	13344.	8821.	339.	21826.	12616.
32.50	13698.	8106.	345.	21460.	12453.
33.00	14051.	7392.	350.	21094.	12289.
33.50	14405.	6678.	355.	20727.	12125.
34.00	14758.	5964.	360.	20361.	11961.
34.50	15112.	5249.	366.	19995.	11798.
35.00	15465.	4535.	371.	19629.	11634.
35.50	15803.	3821.	376.	19247.	11461.
36.00	16051.	3871.	382.	19540.	11636.
36.50	16287.	3921.	387.	19821.	11804.
37.00	16527.	3971.	392.	20105.	11974.
37.50	16769.	4021.	398.	20393.	12145.
38.00	17014.	4072.	403.	20683.	12319.
38.50	17263.	4122.	408.	20976.	12495.
39.00	17514.	4172.	414.	21273.	12672.
39.50	17769.	4222.	419.	21572.	12852.
40.00	18027.	4272.	424.	21875.	13033.
40.50	18287.	4323.	429.	22181.	13216.
41.00	18551.	4373.	435.	22490.	13402.
41.50	18819.	4423.	440.	22802.	13589.
42.00	19089.	4473.	445.	23117.	13778.
42.50	19362.	4523.	451.	23435.	13969.
43.00	19639.	4574.	456.	23756.	14162.
43.50	19918.	4624.	461.	24081.	14357.
44.00	20200.	4674.	467.	24408.	14553.
44.50	20483.	4724.	472.	24735.	14750.

45.00	20766.	4774.	477.	25063.	14947.
45.50	21049.	4825.	482.	25391.	15144.
46.00	21331.	4875.	488.	25718.	15341.
46.50	21614.	4925.	493.	26046.	15538.
47.00	21897.	4975.	498.	26374.	15735.
47.50	22179.	5025.	504.	26701.	15931.
48.00	22462.	5076.	509.	27029.	16128.
48.50	22745.	5126.	514.	27357.	16325.
49.00	23028.	5176.	520.	27684.	16522.
49.50	23310.	5226.	525.	28012.	16719.
50.00	23593.	5276.	530.	28340.	16916.
50.50	23876.	5327.	535.	28667.	17113.
51.00	24159.	5377.	541.	28995.	17310.
51.50	24441.	5427.	546.	29322.	17506.
52.00	24724.	5477.	551.	29650.	17703.
52.50	25007.	5527.	557.	29978.	17900.
53.00	25290.	5578.	562.	30305.	18097.
53.50	25572.	5628.	567.	30633.	18294.
54.00	25855.	5678.	573.	30961.	18491.
54.50	26138.	5728.	578.	31288.	18688.
55.00	26421.	5778.	583.	31616.	18885.
55.50	26703.	5829.	588.	31944.	19081.
56.00	26986.	5879.	594.	32271.	19278.
56.50	27269.	5929.	599.	32599.	19475.
57.00	27552.	5979.	604.	32927.	19672.
57.50	27834.	6030.	610.	33254.	19869.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

5.2 VERIFICHE DI CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI

La verifica di capacità portante dei pali è svolta con Approccio 2 (A1+M1+R3); le curve di capacità portante sono riportate nel precedente paragrafo. Di seguito si riportano le verifiche da cui si osserva che essendo la sollecitazione massima sul palo [Nd] (vedasi elaborati [D9], [D10]) sempre inferiore alla portata di progetto del palo [Qd], le verifiche sono soddisfatte. Per le pile viene riportata la verifica a capacità portante anche in presenza di scalzamento; la verifica di portanza palo è sempre soddisfatta.

Inoltre per le pile da P8 a P19, ubicate in zona con terreni potenzialmente liquefacibili, si ha un carico massimo di 6149 kN < 7382 kN, carico massimo di progetto per pali di lunghezza 42.0 m in presenza di liquefazione (vedasi Tabella 7). La verifica a liquefazione si completa poi con le considerazioni sui cedimenti al capitolo 8.

Tabella 11. Verifica capacità portante pali (A1+M1+R3)

	Nd [kN]	Qd [kN]	Nd [kN] - scalzamento	Qd [kN] - scalzamento	Lpalo [m]
Spalla A (lato Termoli)	5932	6157	-	-	36.0
Pile P1-P32	7487	8119	6149	7013	42.0
Pile P33-P46	7487	10182	6149	8117	25.0
Spalla B (lato Lesina)	5932	8489	-	-	21.0

5.3 NOTE ESECUTIVE SUI PALI

I pali del viadotto saranno di tipo trivellato di grande diametro (D=1500mm) con uso di fanghi bentonitici; dalla pila P33 alla pila P46 si prevede utilizzo di tubo forma.

6 PALIFICATE DI FONDAZIONE

6.1 PARAMETRI PER IL CALCOLO DELLE PALIFICATE DI FONDAZIONE

6.1.1 Valutazione della rigidezza assiale del palo isolato

La curva carico-cedimento del palo isolato viene caratterizzata attraverso la seguente relazione lineare:

$$dz = [Fz / AK]$$

dove:

dz = spostamento verticale a testa palo;

Fz = carico assiale a testa palo.

Nel caso in esame, si assume la seguente rigidezza assiale per i pali di fondazione, valutata sulla base della esperienza maturata su prove di carico in condizioni stratigrafiche simili:

$$Ak = 1500000 \text{ kN/m} \quad \text{per palo diametro } D=1500 \text{ mm.}$$

6.1.2 Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali - Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lienare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno (E_{MR}) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo (p) ed il corrispondente spostamento orizzontale (y):

$$E_{MR} = p / y \quad [FL^{-2}]$$

Si osservi che, definito K_w [FL^{-3}] il coefficiente di sottofondo di Winkler, per un palo di diametro D si ha:

$$E_{MR} = K_w \cdot D$$

L'andamento del modulo di reazione orizzontale con la profondità è funzione principalmente del tipo di terreno.

Per i terreni incoerenti si assume in genere una legge di variazione lineare caratterizzata dai seguenti parametri:

$$E_{MR} = E_{MR,0} + k_h \cdot z \quad [FL^{-2}]$$

dove:

$E_{MR,0}$ = valore del modulo di reazione a testa palo;

k_h = gradiente del modulo di reazione del terreno funzione principalmente della D_r ;

z = profondità a partire dalla sommità del palo.

Nella seguente figura si riportano i valori di riferimento del gradiente k_h corrispondente a valori secanti del modulo E_{MR} per pali isolati con basse deformazioni ($y \leq 0.005 \cdot D$).

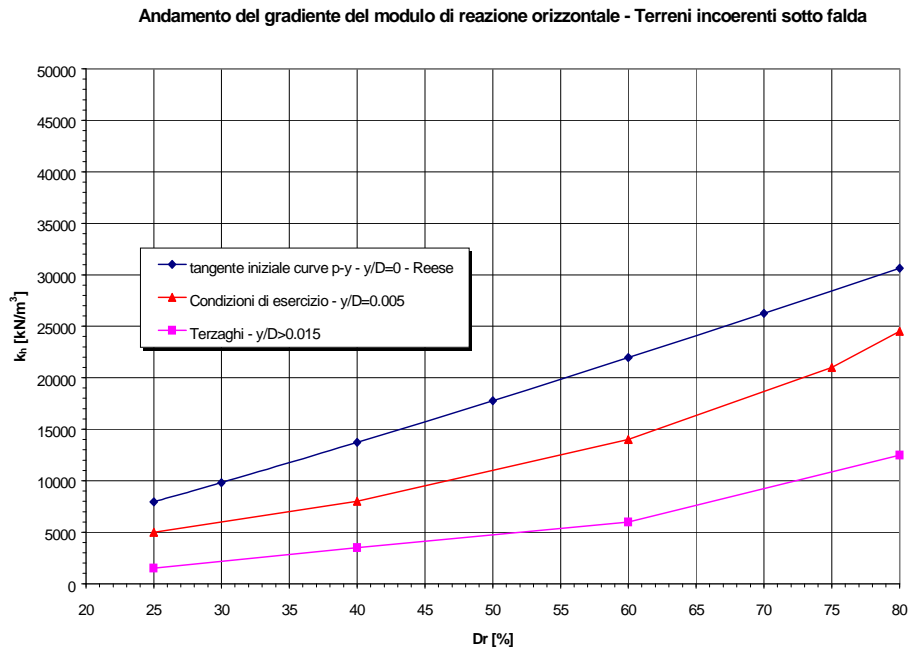


Figura 3

Per i terreni coesivi si assume in genere una legge del tipo:

$$E_{MR} = \xi \cdot c_u, \text{ con } \xi = 300 \div 450,$$

corrispondenti a valori secanti del modulo E_{MR} per pali isolati con basse deformazioni ($y \leq 0.005 \cdot D$).

Per le fondazioni dei viadotti in esame si considera:

- $\xi = 350$ in terreni coesivi;
- $k_h = 8000 \text{ kN/m}^3$ in terreni incoerenti.

Per le palificate in esame si distinguono i seguenti profili del modulo di reazione orizzontale distinti per gruppi (denominati in accordo alle curve di portanza):

- spalla A
- pile gruppo 3 da pila P1 a P32
- pile gruppo 7 da pila P33 a P46

- spalla B

di seguito riportati e definiti a partire da testa palo.

Modulo di reazione orizzontale palo terreno – Spalla A (definito a partire da testa palo)

Prof. m	E kN/m ²
.000	35000.00
7.500	35000.00
7.510	22050.00
22.500	22050.00
22.510	17850.00
45.500	40950.00
45.600	120000.00
50.500	120000.00
50.600	56000.00
57.500	56000.00

Modulo di reazione orizzontale palo terreno – Pile gruppo 3 (definito a partire da testa palo)

Prof. m	E kN/m ²
.000	35000.00
5.500	35000.00
5.510	22050.00
20.500	22050.00
20.510	17850.00
43.500	40950.00
43.600	120000.00
48.500	120000.00
48.600	56000.00
55.500	56000.00

Modulo di reazione orizzontale palo terreno – Pile gruppo 7 (definito a partire da testa palo)

Prof. m	E kN/m ²
.000	36000.00
10.500	120000.00
33.500	120000.00
33.510	56000.00
55.500	87500.00

Modulo di reazione orizzontale palo terreno – Spalla B (definito a partire da testa palo)

Prof. m	E kN/m ²
.000	35000.00
9.500	52500.00
9.510	96000.00
12.500	120000.00
35.500	120000.00
35.600	56000.00
57.500	87500.00

Negli strati di terreno potenzialmente liquefacibili, identificabili nel profilo stratigrafico longitudinale con retino puntinato magenta, si assume modulo di reazione orizzontale del terreno pari a zero. Le pile interessate da potenziale liquefazione sono le pile da P8 a P19 comprese del gruppo 3.

6.1.3 Momento adimensionale lungo il palo – in ipotesi di assenza scalzamento

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno (E_{MR} , che verrà definito nel paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), si ricorre al metodo degli elementi finiti (Matlock e Reese, 1956), adimensionalizzando la soluzione come segue:

$$M_0 = \alpha_m \cdot H_0$$

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z)$$

essendo:

H_0 = azione tagliante in testa palo [F];

M_0 = azione flettente, conseguente ad H_0 , in testa al palo;

α_m = rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

M_{ad} = momento flettente adimensionale lungo il fusto del palo.

Parametro α_m	D=1500 mm – L=30m	D=1500 mm – L=40m	+liquefazione
Spalla A	2.7	2.7	-
Pile gruppo 3 (da P1 a P32)	2.6	2.6	2.6 (*)
Pile gruppo 7 (da P33 a P46)	2.6	2.6	-
Spalla B	2.7	2.7	-

(*) Gli spessori di terreno liquefacibile, oltre ad essere modesti, sono a profondità maggiore di 4 m dalla testa del palo e quindi non influenzano significativamente il comportamento del palo ai carichi orizzontali.

Tabella 12. Momento adimensionale lungo il palo – spalla lato Termoli

Coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo:

$$\begin{aligned} A_y &= 1.4201 \\ A_s = B_y &= 1.0085 \\ B_s &= 1.4370 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spostamento: } d &= A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ \\ \text{Rotazione: } r &= A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T /EJ \end{aligned}$$

Per sommità palo impedita di ruotare:

$$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \alpha * F_o \quad \alpha = 2.6809 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_o + B_v M_o/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_o T + B_m M_o \end{aligned}$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo D=1500

Momento adimensionale lungo il fusto del palo con sommità impedita di ruotare

z m	Mad
.000	1.0000
.938	.6808
1.875	.4207
2.813	.2160
3.750	.0609
4.688	-.0509
5.625	-.1260
6.563	-.1710
7.500	-.1920
9.000	-.1920
10.500	-.1736
12.000	-.1458
13.500	-.1150
15.000	-.0853
17.500	-.0445
20.000	-.0176
22.500	-.0035
26.250	.0016
30.000	.0000

$$\text{Momento: } M(z) = M_o * Mad(z)$$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.245	.6823	.2045	-.2064	.9722
.491	.4232	.3384	-.3413	.9030
.736	.2188	.4156	-.4181	.8082
.982	.0639	.4489	-.4494	.7005
1.227	-.0484	.4496	-.4463	.5898
1.472	-.1241	.4274	-.4183	.4830
1.718	-.1698	.3905	-.3735	.3855

1.963	-.1925	.3455	-.3139	.3004
2.356	-.1927	.2686	-.2478	.1907
2.748	-.1738	.1960	-.1864	.1057
3.141	-.1455	.1330	-.1311	.0437
3.534	-.1142	.0820	-.0847	.0019
3.926	-.0815	.0433	-.0455	-.0237
4.581	-.0418	.0032	-.0076	-.0400
5.235	-.0129	-.0136	.0124	-.0370
5.890	.0042	-.0158	.0188	-.0259
6.871	.0100	-.0069	.0144	-.0082
7.853	.0000	.0000	.0000	.0000

Tabella 13. Momento adimensionale lungo il palo – pile del gruppo 3 (da P1 a P32)

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

$$\begin{aligned} A_y &= 1.4261 \\ A_s = B_y &= 1.0017 \\ B_s &= 1.4483 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Spostamento: } d &= A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ \\ \text{Rotazione: } r &= A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T / EJ \end{aligned}$$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \alpha * F_o \quad \alpha = 2.6423 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\begin{aligned} \text{Taglio: } F &= A_v F_o + B_v M_o/T \\ \text{Momento: } M &= A_m F_o T + B_m M_o \end{aligned}$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo D=1500

Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad
.000	1.0000
.938	.6770
1.875	.4159
2.813	.2128
3.750	.0622
4.688	-.0424
5.625	-.1074
6.563	-.1483
7.500	-.1722
9.000	-.1836
10.500	-.1730
12.000	-.1500
13.500	-.1217
15.000	-.0930
17.500	-.0516
20.000	-.0231
22.500	-.0071
26.250	.0010
30.000	.0000

$$\text{Momento: } M(z) = M_o * Mad(z)$$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.245	.6799	.2044	-.2050	.9724
.491	.4198	.3376	-.3367	.9040
.736	.2125	.4136	-.4101	.8107
.982	.0547	.4450	-.4374	.7055
1.227	-.0603	.4431	-.4298	.5982
1.472	-.1339	.4175	-.4007	.4962
1.718	-.1651	.3803	-.3688	.4015
1.963	-.1820	.3374	-.3274	.3155
2.356	-.1839	.2645	-.2633	.1988
2.748	-.1679	.1948	-.1972	.1086
3.141	-.1419	.1336	-.1380	.0432
3.534	-.1123	.0837	-.0885	-.0007
3.926	-.0808	.0454	-.0469	-.0273
4.581	-.0420	.0054	-.0069	-.0438
5.235	-.0132	-.0117	.0141	-.0400
5.890	.0027	-.0144	.0203	-.0278
6.871	.0094	-.0067	.0155	-.0087
7.853	.0000	.0000	.0000	.0000

Tabella 14. Momento adimensionale lungo il palo – pile del gruppo 3 + liquefazione

Coeff. di Matlock e Reese-palo D=1500+liq

Lunghezza palo	Lp	=	30.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	35000.00
4.000	35000.00
4.100	.00
5.000	.00
5.100	21000.00
11.500	21000.00
11.510	.00
15.000	.00
15.100	12250.00
45.500	42875.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	35000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	3.820 m
Zmax	$= Lp/T$	=	7.853

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.5006
As = By =	1.0149
Bs =	1.4939

$$\text{Spostamento: } d = Ay Fo T^3/EJ + By Mo T^2/EJ$$

$$\text{Rotazione: } r = As Fo T^2/EJ + Bs Mo T /EJ$$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \text{alfa} * Fo \quad \text{alfa} = 2.5953 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\text{Taglio: } F = A_v F_o + B_v M_o/T$$

$$\text{Momento: } M = A_m F_o T + B_m M_o$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo $D=1500+liq$

Momento adimensionale lungo il fusto del palo
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad
.000	1.0000
.938	.6746
1.875	.4192
2.813	.2298
3.750	.1009
4.688	.0134
5.625	-.0674
6.563	-.1240
7.500	-.1603
9.000	-.1853
10.500	-.1816
12.000	-.1598
13.500	-.1348
15.000	-.1098
17.500	-.0693
20.000	-.0365
22.500	-.0145
26.250	-.0007
30.000	.0000

$$\text{Momento: } M(z) = M_o * Mad(z)$$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A_v	A_m	B_v	B_m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.245	.6629	.2021	-.2063	.9721
.491	.3846	.3288	-.3376	.9033
.736	.1611	.3943	-.4075	.8101
.982	-.0112	.4112	-.4283	.7063
1.227	-.0488	.3993	-.4284	.6012
1.472	-.0872	.3839	-.4062	.4977
1.718	-.1222	.3577	-.3672	.4025
1.963	-.1418	.3250	-.3165	.3180
2.356	-.1449	.2675	-.2365	.2084
2.748	-.1259	.2134	-.1498	.1326
3.141	-.1022	.1700	-.0866	.0903
3.534	-.1022	.1298	-.0867	.0563
3.926	-.1022	.0897	-.0867	.0223
4.581	-.0712	.0296	-.0479	-.0256
5.235	-.0340	-.0042	-.0080	-.0427
5.890	-.0050	-.0165	.0169	-.0388
6.871	.0122	-.0100	.0236	-.0154
7.853	.0000	.0000	.0000	.0000

Tabella 15. Momento adimensionale lungo il palo – pile del gruppo 7 (da P33 a P46)

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

$$A_y = 1.0200$$

$$A_s = B_y = .8331$$

$$B_s = 1.2569$$

$$\text{Spostamento: } d = A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ$$

$$\text{Rotazione: } r = A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T / EJ$$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \alpha * F_o \quad \alpha = 2.6017 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

$$\text{Taglio: } F = A_v F_o + B_v M_o/T$$

$$\text{Momento: } M = A_m F_o T + B_m M_o$$

Coeff. di Matlock e Reese-palo D=1500

Momento adimensionale lungo il fusto del palo
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad
.000	1.0000
.938	.6641
1.875	.3817
2.813	.1564
3.750	-.0127
4.688	-.1297
5.625	-.2010
6.563	-.2348
7.500	-.2398
9.000	-.2079
10.500	-.1536
12.000	-.0980
13.500	-.0527
15.000	-.0210
17.500	.0050
20.000	.0102
22.500	.0074
26.250	.0018
30.000	.0000

$$\text{Momento: } M(z) = M_o * Mad(z)$$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.239	.7206	.2051	-.2093	.9736
.478	.4600	.3455	-.3693	.9029
.717	.2309	.4269	-.4762	.8004
.955	.0430	.4583	-.5306	.6787
1.194	-.0985	.4503	-.5391	.5497
1.433	-.1954	.4138	-.5106	.4234
1.672	-.2512	.3593	-.4555	.3074
1.911	-.2725	.2959	-.3788	.2067
2.293	-.2527	.1931	-.2600	.0835
2.675	-.1953	.1064	-.1455	.0069
3.057	-.1290	.0446	-.0603	-.0307
3.439	-.0727	.0068	-.0086	-.0424
3.821	-.0295	-.0124	.0186	-.0397
4.458	.0031	-.0189	.0262	-.0235
5.095	.0117	-.0127	.0176	-.0090
5.732	.0088	-.0057	.0069	-.0012
6.687	.0024	-.0005	-.0004	.0011
7.643	.0000	.0000	.0000	.0000

Tabella 16. Momento adimensionale lungo il palo – spalla lato Lesina

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

$$A_y = .5024$$

$$A_s = B_y = .5033$$

$$B_s = .9832$$

$$\text{Spostamento: } d = A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ$$

$$\text{Rotazione: } r = A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T / EJ$$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$$M_o = - (T A_s/B_s) * F_o = - \alpha * F_o \quad \alpha = 2.6954 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = A_v F_o + B_v M_o/T$
 Momento: $M = A_m F_o T + B_m M_o$

Coeff. di Matlock e Reese-palo D=1500

Momento adimensionale lungo il fusto del palo
 con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.6798
1.875	.4150
2.813	.2040
3.750	.0428
4.688	-.0742
5.625	-.1532
6.563	-.2010
7.500	-.2241
9.000	-.2242
10.500	-.1941
12.000	-.1435
13.500	-.0917
15.000	-.0493
17.500	-.0067
20.000	.0082
22.500	.0088
26.250	.0029
30.000	.0000

Momento: $M(z) = M_o * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	A _v	A _m	B _v	B _m
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.178	.6989	.1502	-.2772	.9733
.356	.4428	.2509	-.4683	.9052
.534	.2334	.3101	-.5862	.8098
.712	.0687	.3360	-.6438	.6991
.890	-.0555	.3362	-.6544	.5827
1.068	-.1429	.3178	-.6306	.4676
1.246	-.1992	.2867	-.5840	.3591
1.424	-.2321	.2480	-.5193	.2603
1.709	-.2433	.1791	-.4209	.1257
1.994	-.2152	.1124	-.2685	.0254
2.279	-.1607	.0583	-.1276	-.0296
2.564	-.1019	.0211	-.0310	-.0504
2.849	-.0509	-.0006	.0234	-.0505
3.324	-.0069	-.0129	.0436	-.0318
3.798	.0094	-.0109	.0315	-.0131
4.273	.0097	-.0058	.0134	-.0024
4.985	.0036	-.0009	-.0001	.0012
5.698	.0000	.0000	.0000	.0000

6.1.4 Momento adimensionale lungo il palo – in ipotesi di scalzamento

In presenza di scalzamento è stato valutato il parametro α considerando le metodologie per strutture off-shore (Viggiani, 1993) per i 2 m da testa palo (spessore massimo scalzato).

Il momento massimo agente sul palo è:

$$M = T \frac{\frac{l^2}{2} - A_0 \lambda^2}{B_0 \lambda + l}$$

in cui:

T = taglio a testa palo,

A e B = coefficienti diagrammati (Viggiani, 1993)

l = spessore scalzato

λ = lunghezza caratteristica

Nelle tabelle seguenti si sintetizzano i valori ottenuti.

Tabella 17. Determinazione parametro α_m in presenza di scalzamento

Caratteristiche palo			Caratteristiche terreno		
tipologia (p=palo; m=micropalo)		p	modulo reazione orizz. (kN/m ²)	E_s	30.000
diametro (m)		1.50	fattore di rigidezza (m)	λ	4.01
lunghezza (m)	L	40.0	L/λ		9.975
modulo elastico cls (kPa)	E_c	3.122E+07	coeff. di profondità max	Z_{max}	10.0
modulo elastico acciaio (kPa)					
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	3.122E+07			
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0.249			
resist. caratt. cls (MPa)	Rck	30			
tratto scalzato (m)	l	2			

Carichi agenti	
carico orizzontale (kN)	Vt 100.0
momento di incastro (kNm)	Mt -492.8

Coefficients per palo caricato orizzontalmente su terreno con modulo costante con la profondità								
z/l	Ay	A θ	Am	Av	By	B θ	Bm	Bv
0.0	1.412	-0.998	0	1	0.998	-1.412	1	0

Caratteristiche palo			Caratteristiche terreno		
tipologia (p=palo; m=micropalo)		p	coeff. modulo orizzontale (kN/m ²)	n_h	80000
diametro (m)		1.50	fattore di rigidezza (m)	λ	2.50
lunghezza (m)	L	25.0	L/λ		10.01
modulo elastico cls (kPa)	E_c	31220186	coeff. di profondità max	Z_{max}	10.0
modulo elastico acciaio (kPa)		21000000			
modulo elastico di calcolo (kPa)	E	31220186			
momento d'inerzia (m ⁴)	I	0.249			
resist. caratt. cls (MPa)	Rck	30			
tratto scalzato (m)	l	2			

Carichi agenti	
carico orizzontale (kN)	Vt 100.0
momento di incastro (kNm)	Mt -519.6

Coefficients per palo caricato orizzontalmente su terreno con modulo variabile linearmente										
Ay	A θ	Am	Av	Ap	By	B θ	Bm	Bv	Bp	
2.435	-1.62	0	1	0	1.623	-1.75	1	0	0	

PILE+SCALZAMENTO	Parametro α_m
Pile gruppo 3 (da P1 a P32)	$\alpha_m = 4.93$ m – D=1500mm L=40m
Pile gruppo 7 (da P33 a P46)	$\alpha_m = 5.11$ m – D=1500mm L=25 m

7 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE

7.1 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI

Per la verifica del carico limite orizzontale per i pali di fondazione situati nelle zone dove è stata riscontrata la presenza di lenti sabbiose potenzialmente liquefacibili, la teoria di Broms resta applicabile, ma non sono più utilizzabili le soluzioni semplificate, disponibili in forma chiusa e/o con abachi adimensionali. Quindi per questi casi, è stata eseguita una apposita verifica con programma FEM non lineare, considerando nello spessore di terreno liquefacibile una pressione orizzontale limite nulla e negli altri strati di terreno curve P-Y non lineari, definibili lungo il fusto del palo e resistenze variabili. Nel caso in esame, trattandosi di terreni incoerenti, la pressione orizzontale limite viene valutata: $P = 3 \cdot k_p \cdot \sigma'v$; la legge P-Y di mobilitazione non lineare, di tipo iperbolico, meglio descrive il comportamento dei terreni in esame. Il palo, in testa è stato vincolato alla rotazione ($\varphi = 0$ rotazione impedita) ed è stato applicato un carico orizzontale (H) via via incrementato, mobilitando man mano la resistenza laterale disponibile fino a raggiungere il momento di prima plasticizzazione della sezione lungo il palo.

L'analisi a carico limite orizzontale per pali che ricadono in terreni con strati potenzialmente liquefacibili è stata svolta considerando per il diametro di palo 1500 mm la situazione più gravosa in termini di spessore di terreno potenzialmente liquefacibile ed in termini di massime sollecitazioni sui pali, al fine di rendere generica la verifica e quindi valida per tutte le fondazioni in terreni potenzialmente liquefacibili.

7.1.1 Palo $D=1500$ mm – $L=42$ m

E' stato analizzato un palo diametro $D=1500$ mm $L=42.0$ m, con la stratigrafia delle pile del gruppo 3 con terreno tutto coesivo e due livelli liquefacibili tra 8.5 e 9.5 m e tra 16.0 e 19.5 m di profondità da p.c. (testa palo a 4.5 m di profondità da p.c.); falda a piano campagna. Nello strato liquefacibile la resistenza del terreno è stata assunta pari a zero.

Le sollecitazioni massime per i pali delle pile ($D=1500$ mm) sono:

$N = 7487$ kN carico assile massimo a compressione (si ha per una condizione di carico SLV)

$N_t = -1272$ kN carico massimo a trazione (si ha per una condizione di carico SLV)

$T = 1792$ kN taglio massimo (si ha per una condizione di carico SLV)

Per il palo è prevista un'armatura longitudinale costituita da doppia corona $40+28\phi 30$ e staffe per i primi 5 m di $\phi 18/10$. Il momento plasticizzazione della sezione circolare è pari a 9733 kNm (valore minimo per la

sollecitazione di trazione sul palo).

La verifica a carico limite è stata svolta incrementando il carico orizzontale man mano fino ad un carico massimo di 3265 kN e quindi $FS = 3265 / 1792 = 1.82$, considerando che il fattore di sicurezza per la verifica a carico orizzontale è valutato come $FS = \gamma_f \cdot \xi = 1.30 \cdot 1.40 = 1.82$ (da normativa vigente per verifica A1+M1+R3, condizione di carico SLV).

Nelle **Figura 4**, **Figura 5** sono mostrate le curve P-Y con cui è stato modellato il palo di lunghezza 36.0 m suddividendolo in conci di 0.50 m; in particolare tali curve sono relative a due profondità, una di 4 m da testa palo e quindi in corrispondenza dello strato potenzialmente liquefacibile ed una alla generica quota di 10 m da testa palo.

Nella **Figura 7** è mostrato l'andamento lungo il palo delle pressioni orizzontali mobilitate e della pressione limite. In **Figura 8** è mostrato l'andamento del taglio massimo ed in **Figura 9** l'andamento del momento lungo il palo; l'armatura del palo di progetto dovrà essere tale da avere un momento di plasticizzazione maggiore del valore massimo indicato in **Figura 9**.

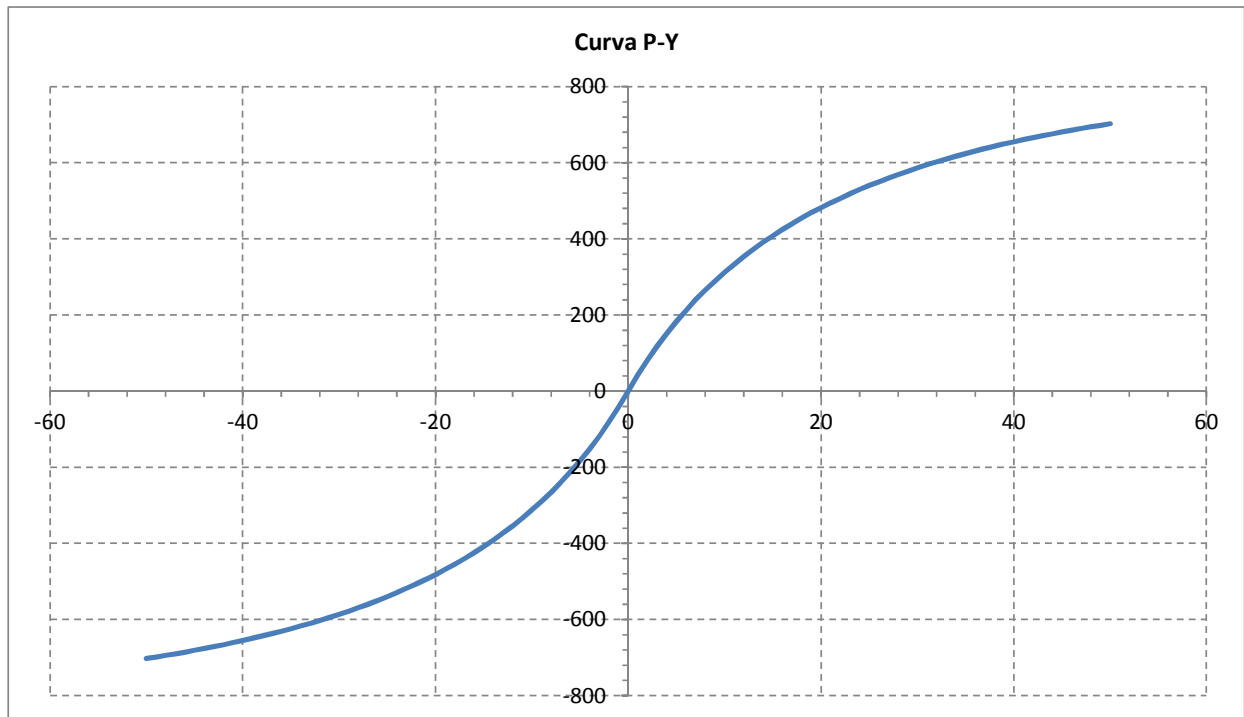


Figura 4 – curva P-Y a quota 3 m da testa palo

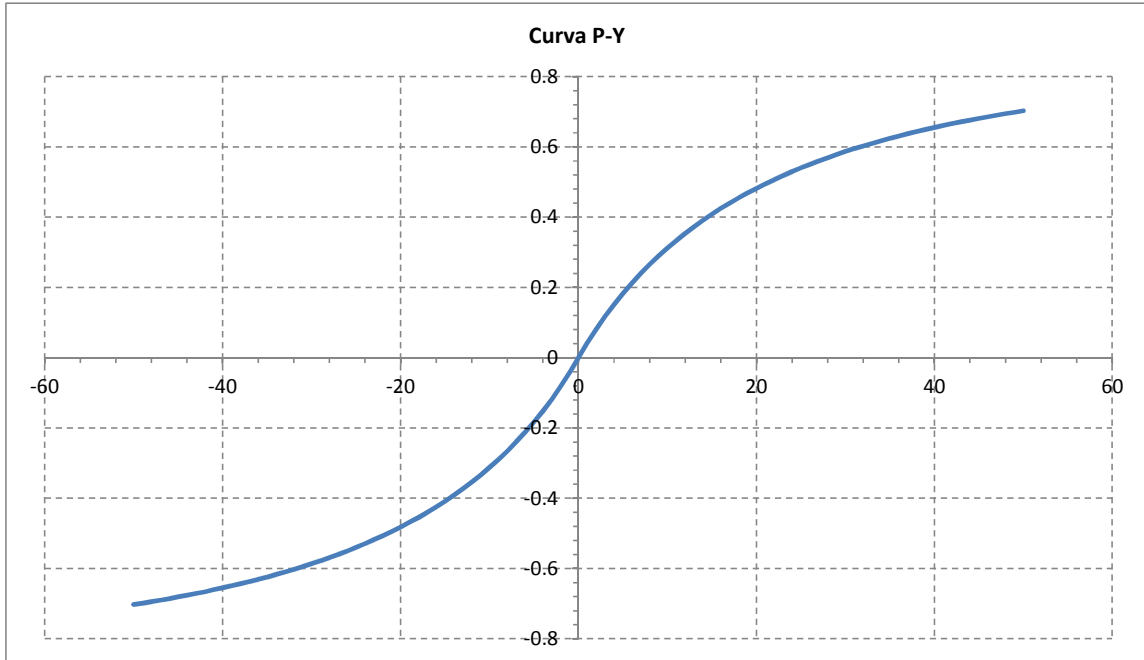


Figura 5 – curva P-Y a quota 12.5 m da testa palo

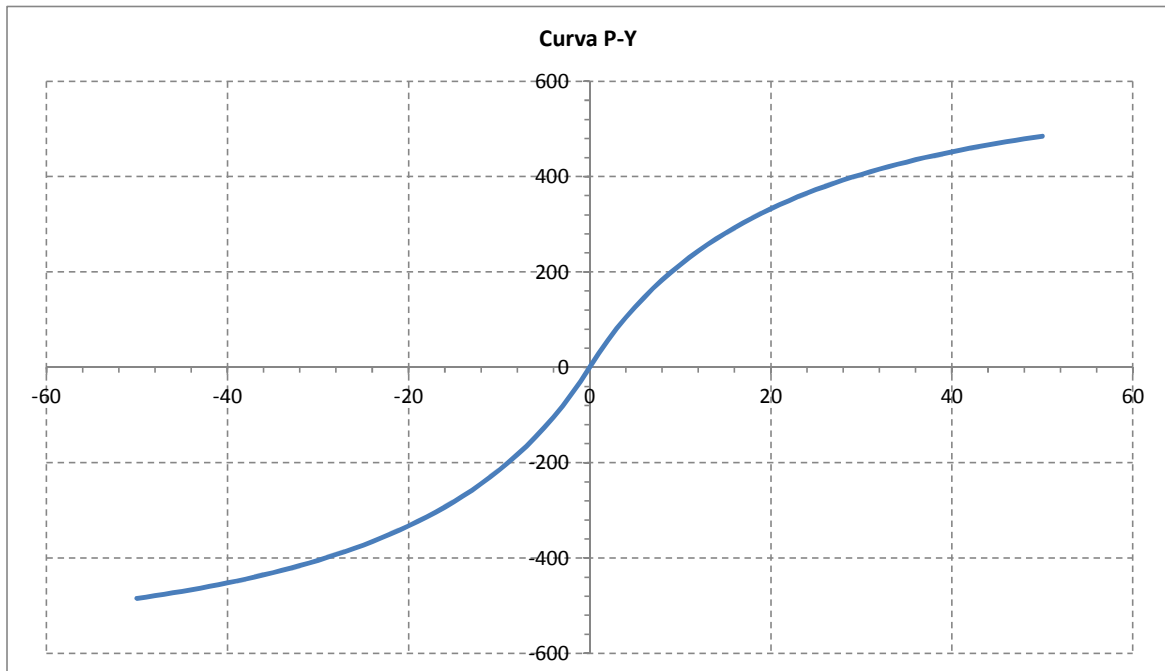
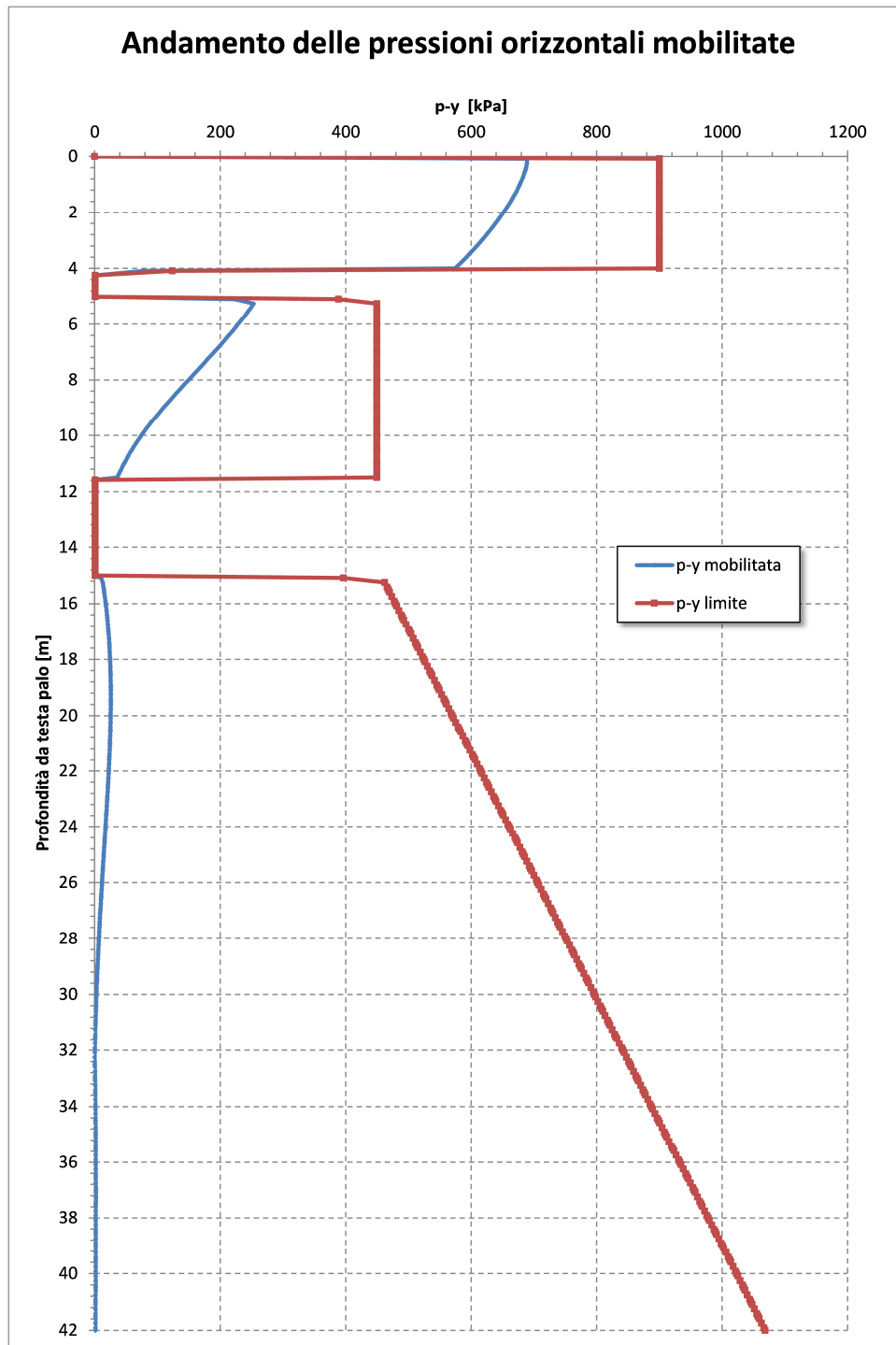


Figura 6 – curva P-Y a quota 22.0 m da testa palo


Figura 7 – Andamento pressioni orizzontali

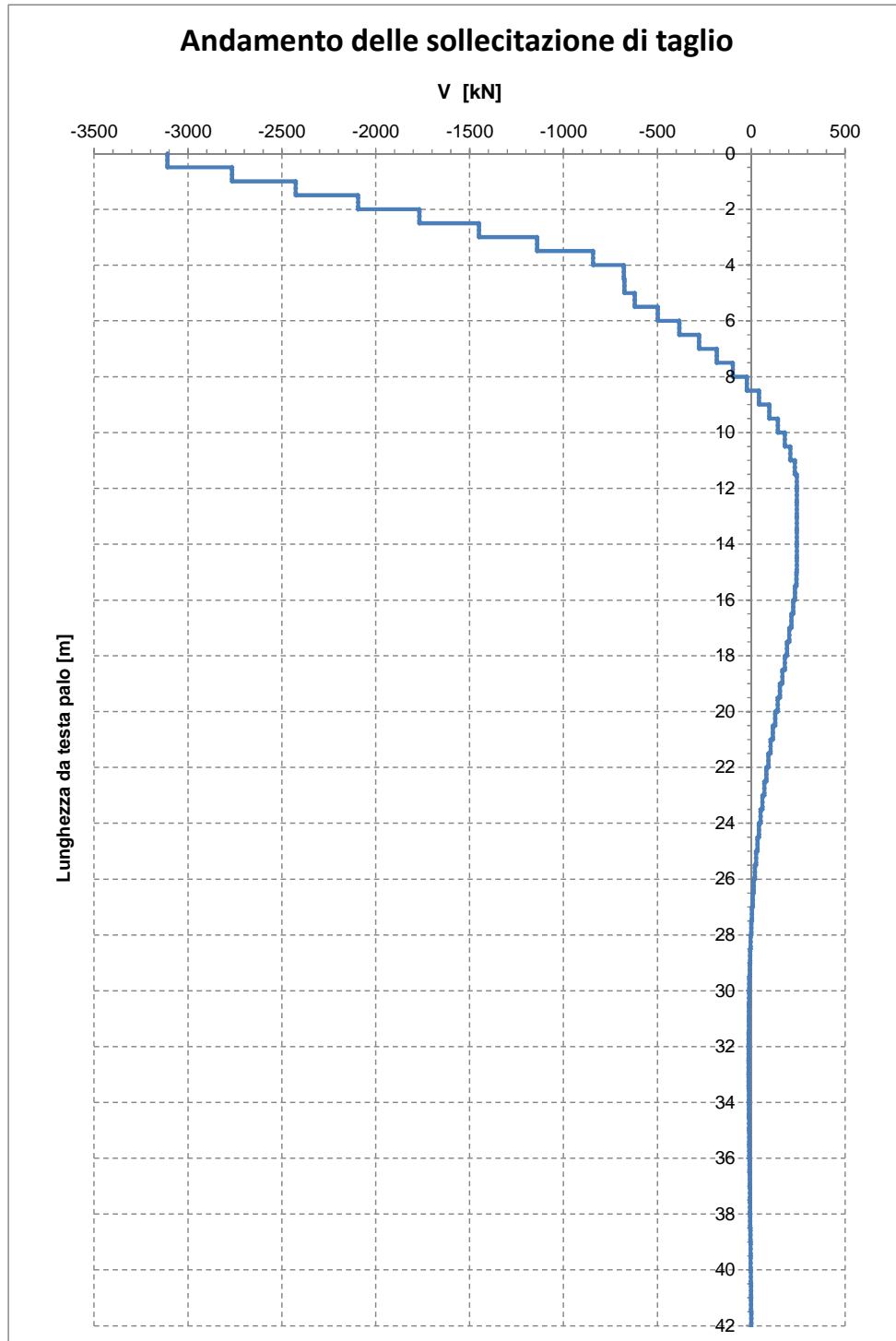


Figura 8 – Andamento taglio

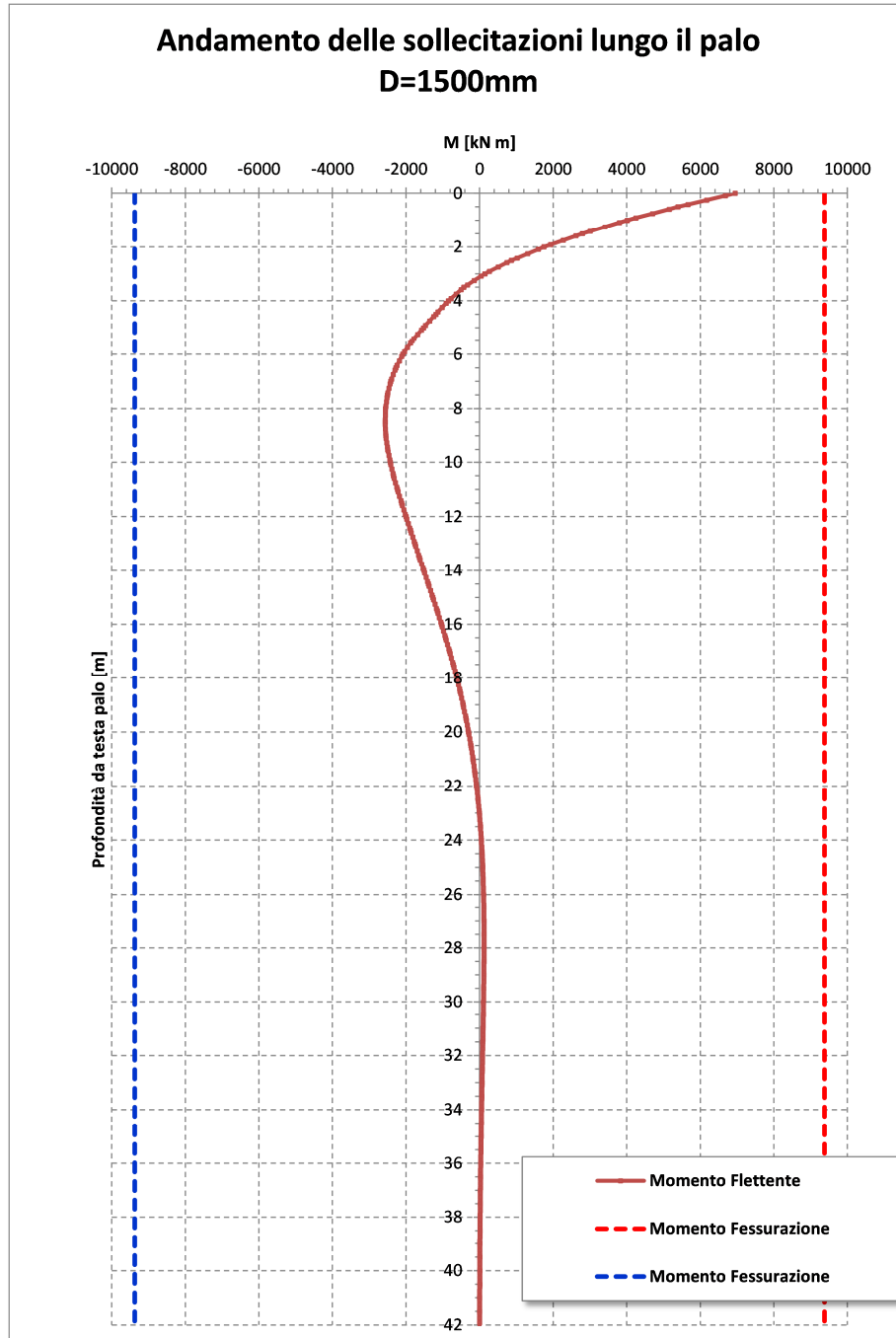


Figura 9 – Andamento momento

7.2 VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI NON LIQUEFACIBILI

Per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita. Le metodologie di calcolo sono riportate nella relazione geotecnica, nel seguito si riportano i risultati della verifica.

Le verifiche vengono condotte per le seguenti situazioni:

- spalla lato Termoli: palo $D=1500$ mm $L=36.0$ m in terreni coesivi con $H_{max} = 2051$ kN, armatura longitudinale costituita da doppia corona $40+28\phi 30$ e staffe per i primi 5 m di $\phi 20/10$;
- pila gruppo P1-P32 palo $D=1500$ mm $L=42.0$ m in terreni coesivi con $H_{max} = 1792$ kN, armatura longitudinale costituita da doppia corona $40+28 \phi 30$ e staffe per i primi 5 m di $\phi 20/10$;
- pila gruppo P33-P46 palo $D=1500$ mm $L=25.0$ m in terreni incoerenti con $H_{max} = 1792$ kN, armatura longitudinale costituita da doppia corona $40+28 \phi 30$ e staffe per i primi 5 m di $\phi 20/10$;
- spalla lato Lesina: palo $D=1500$ mm $L=21.0$ m in terreni incoerenti con $H_{max} = 2051$ kN, armatura longitudinale costituita da doppia corona $40+28\phi 30$ e staffe per i primi 5 m di $\phi 20/10$.

Nelle seguenti tabelle sono sintetizzate le verifiche eseguite per i pali esaminati.

Il taglio massimo (H_{max}) agente sui pali deriva da condizioni di carico sismiche; il fattore di correlazione ξ e il coefficiente parziale $A+M1+R3$, sono: $FS = \gamma_T \cdot \xi = 1.30 \cdot 1.40 = 1.82$.

Dalle tabelle seguenti si osserva in tutti i casi che il fattore di sicurezza di normativa è soddisfatto. Le verifiche sono soddisfatte.

Tabella 18. Spalla lato Termoli
DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	36.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	9377.38	(kN m)		
Coesione non drenata	c _{u med} =	75.00	(kPa)	c _{u min} =	50.00 (kPa)
Coesione non drenata di progetto	c _{u med,d} =	75.00	(kPa)	c _{u min,d} =	50.00 (kPa)
Carico Assiale Permanente (G):	G =	2051	(kN)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 34171.88 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 22781.25 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 13286.90 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 8979.41 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 4292.13 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 3737.25 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 4292.13 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 3737.25 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 3065.81 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 2358.31 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 2051.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.15$$

Tabella 19. Pila gruppo P1-P32
DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	42.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	9377.38	(kN m)		
Coesione non drenata	$c_{u\ med}$ =	75.00	(kPa)	$c_{u\ min}$ =	50.00 (kPa)
Coesione non drenata di progetto	$c_{u\ med,d}$ =	75.00	(kPa)	$c_{u\ min,d}$ =	50.00 (kPa)

Palo corto:

$$H1_{med} = 40246.88 \text{ (kN)} \qquad H1_{min} = 26831.25 \text{ (kN)}$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 15737.02 \text{ (kN)} \qquad H2_{min} = 10595.77 \text{ (kN)}$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 4292.13 \text{ (kN)} \qquad H3_{min} = 3737.25 \text{ (kN)}$$

$$H_{med} = 4292.13 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 3737.25 \text{ (kN)} \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 3065.81 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 2358.31 \text{ (kN)}$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1792.00 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.32$$

Tabella 20. Pila gruppo P33-P46
DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	25.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	9377.38	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	φ'_{med} =	38.00	(°)	φ'_{min} =	35.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\varphi'_{med,d}$ =	38.00	(°)	$\varphi'_{min,d}$ =	35.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1+\sin\varphi)/(1-\sin\varphi)$)	$k_{p,med}$ =	4.20	(-)	$k_{p,min}$ =	3.69 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	9.00	(kN/m ³)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 53203.66 \quad (\text{kN}) \qquad H1_{min} = 46703.74 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 18109.65 \quad (\text{kN}) \qquad H2_{min} = 15943.01 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 4070.32 \quad (\text{kN}) \qquad H3_{min} = 3897.31 \quad (\text{kN})$$

$$H_{med} = 4070.32 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 3897.31 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 2907.37 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k/\gamma_T = 2236.44 \quad (\text{kN})$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 1792.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.25$$

Tabella 21. Spalla lato Lesina
DATI DI INPUT:

Lunghezza del palo	L =	21.00	(m)		
Diametro del palo	d =	1.50	(m)		
Momento di plasticizzazione della sezione	My =	9377.38	(kN m)		
Angolo di attrito del terreno	ϕ'_{med} =	36.00	(°)	ϕ'_{min} =	34.00 (°)
Angolo di attrito di calcolo del terreno	$\phi'_{med,d}$ =	36.00	(°)	$\phi'_{min,d}$ =	34.00 (°)
Coeff. di spinta passiva ($k_p = (1 + \sin\phi') / (1 - \sin\phi')$)	$k_{p,med}$ =	3.85	(-)	$k_{p,min}$ =	3.54 (-)
Peso di unità di volume (con falda $\gamma = \gamma'$)	γ =	9.00	(kN/m ³)		

Palo corto:

$$H1_{med} = 34397.89 \quad (\text{kN}) \qquad H1_{min} = 31587.47 \quad (\text{kN})$$

Palo intermedio:

$$H2_{med} = 11912.51 \quad (\text{kN}) \qquad H2_{min} = 10975.70 \quad (\text{kN})$$

Palo lungo:

$$H3_{med} = 3953.41 \quad (\text{kN}) \qquad H3_{min} = 3842.67 \quad (\text{kN})$$

$$H_{med} = 3953.41 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo} \qquad H_{min} = 3842.67 \quad (\text{kN}) \quad \text{palo lungo}$$

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 2823.87 \quad (\text{kN})$$

$$H_d = H_k / \gamma_T = 2172.20 \quad (\text{kN})$$

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 2051.00 \quad (\text{kN})$$

$$FS = H_d / F_d = 1.06$$

La verifica è stata condotta con un angolo di resistenza inferiore rispetto a quello usato per il gruppo di pile in terreni incoerenti in quanto si è tenuto conto che per i primi 10 m circa da p.c. la verticali ed i sondaggi sulla spalla ha evidenziato terreno argilloso limoso ed a seguire ghiaia.

8 VERIFICA CEDIMENTI SINGOLO PALO IN PRESENZA DI TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI

La verifica dei cedimenti del singolo palo in presenza di attrito negativo consiste nel verificare che per il palo di progetto, i cedimenti ai carichi di esercizio siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture anche in presenza di attrito negativo (per cedimenti post-liquefazione).

La valutazione dell'interazione palo-terreno in presenza di attrito negativo, dovuta ai cedimenti post-liquefazione e quindi dato dal terreno nello strato potenzialmente liquefacibile e del terreno sovrastante fino a testa palo è stata svolta nella relazione geotecnica generale [D1]. Nelle seguenti figure si riportano i risultati di tale analisi: curva carico cedimento in presenza di attrito negativo (per cedimenti post-liquefazione) per diametro $D=1500\text{mm}$ $L=42\text{ m}$.

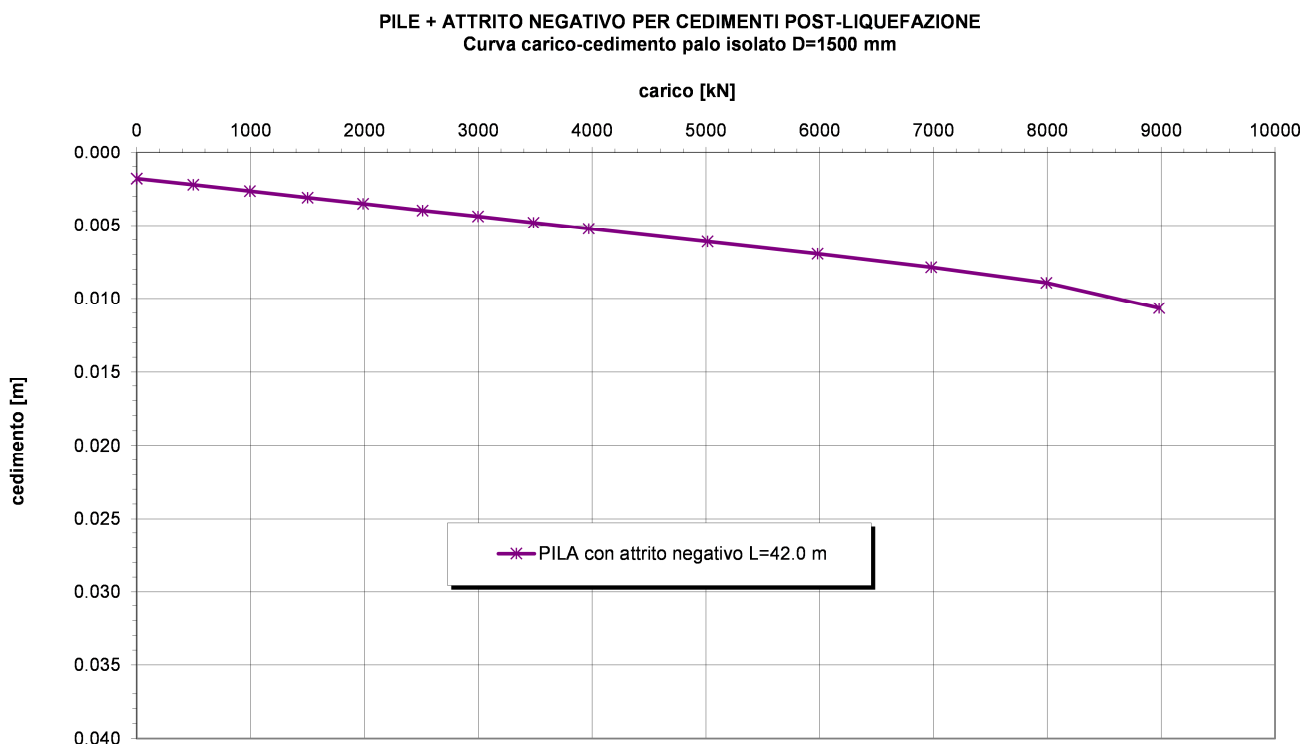


Figura 10 –curva carico-cedimento in presenza di potenziale liquefazione – $D=1500\text{ mm}$

La verifica dei cedimenti consiste nell'assicurarsi che per la lunghezza utile di palo definita, i cedimenti del palo sotto i carichi di esercizio, siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture.



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	65 DI 148

Dalle relazioni di calcolo dei viadotti si stima un massimo carico assiale in condizioni SLE, agente sul singolo palo $D=1500$ mm delle pile dell'ordine di 5400 kN. Entrando nella precedente figura con tale carico, in condizioni di attrito negativo (dovuto al fenomeno di liquefazione), si ottengono cedimenti del singolo palo (s) dell'ordine di 6.5 mm e quindi compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture.

9 APPENDICE A: CAPACITA' PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

9.1 SPALLA A (LATO TERMOLI) – A1+M1+R3 - COMPRESSIONE

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.50 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m ³
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.61 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 10.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 100.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "5AL " (Coesivo) da 10.00 a 16.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 60.0 \text{ a } 60.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "5AL " (Coesivo) da 16.00 a 22.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 75.0 \text{ a } 75.0 \text{ kPa}$$

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "5AL " (Coesivo) da 22.00 a 25.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$ Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 55.0 a 55.0 kPa

Strato 5 "5AL " (Coesivo) da 25.00 a 48.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$ Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 51.0 a 117.0 kPa

Strato 6 "8GS " (Incoerente) da 48.00 a 53.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .70$ $\delta = 37.0 \text{ deg}$
 Q_b variabile lin. da 4000. a 4000. kPa

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 7 "5AL " (Coesivo) da 53.00 a 60.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\begin{aligned} \tau &= \beta \cdot S'v < 120.0 \text{ kPa} \\ \beta &= .10 + .40 \text{ Cu/S}'v \\ \tau &> .23 \cdot S'v \\ \tau &< .55 \cdot S'v \end{aligned}$$

$$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v$$

Cu variabile lin. da 160.0 a 160.0 kPa

pag. / 6

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "5AL "	1.00	1.00	1.00
3 "5AL "	1.00	1.00	1.00
4 "5AL "	1.00	1.00	1.00
5 "5AL "	1.00	1.00	1.00
6 "8GS "	1.00	1.00	-
7 "5AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	100.0	.55	12.4	948.
3.00	27.0	57.0	100.0	.55	14.9	957.
3.50	31.5	66.5	100.0	.55	17.3	967.
4.00	36.0	76.0	100.0	.55	19.8	976.
4.50	40.5	85.5	100.0	.55	22.3	986.
5.00	45.0	95.0	100.0	.55	24.8	995.
5.50	49.5	104.5	100.0	.55	27.2	1005.
6.00	54.0	114.0	100.0	.55	29.7	974.
6.50	58.5	123.5	100.0	.55	32.2	944.
7.00	63.0	133.0	100.0	.55	34.7	913.
7.50	67.5	142.5	100.0	.55	37.1	883.
8.00	72.0	152.0	100.0	.55	39.6	852.
8.50	76.5	161.5	100.0	.52	40.0	822.
9.00	81.0	171.0	100.0	.49	40.0	791.
9.50	85.5	180.5	100.0	.47	40.0	761.
10.00	90.0	190.0	100.0	.42	38.0	730.
10.50	94.5	199.5	60.0	.38	36.0	740.
11.00	99.0	209.0	60.0	.36	36.0	749.
11.50	103.5	218.5	60.0	.35	36.0	759.
12.00	108.0	228.0	60.0	.33	36.0	768.
12.50	112.5	237.5	60.0	.32	36.0	778.
13.00	117.0	247.0	60.0	.31	36.0	787.
13.50	121.5	256.5	60.0	.30	36.0	797.
14.00	126.0	266.0	60.0	.29	36.0	806.
14.50	130.5	275.5	60.0	.28	36.0	816.
15.00	135.0	285.0	60.0	.27	36.0	825.
15.50	139.5	294.5	60.0	.26	36.0	835.
16.00	144.0	304.0	60.0	.28	40.5	844.
16.50	148.5	313.5	75.0	.30	45.0	869.
17.00	153.0	323.0	75.0	.29	45.0	893.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	75.0	.29	45.0	918.
18.00	162.0	342.0	75.0	.28	45.0	936.
18.50	166.5	351.5	75.0	.27	45.0	954.
19.00	171.0	361.0	75.0	.26	45.0	972.
19.50	175.5	370.5	75.0	.26	45.0	960.
20.00	180.0	380.0	75.0	.25	45.0	948.
20.50	184.5	389.5	75.0	.24	45.0	937.
21.00	189.0	399.0	75.0	.24	45.0	925.
21.50	193.5	408.5	75.0	.23	45.0	913.
22.00	198.0	418.0	75.0	.23	45.5	901.
22.50	202.5	427.5	55.0	.23	46.6	907.
23.00	207.0	437.0	55.0	.23	47.6	912.
23.50	211.5	446.5	55.0	.23	48.6	918.
24.00	216.0	456.0	55.0	.23	49.7	923.
24.50	220.5	465.5	55.0	.23	50.7	929.
25.00	225.0	475.0	55.0	.23	51.8	934.
25.50	229.5	484.5	52.4	.23	52.8	956.
26.00	234.0	494.0	53.9	.23	53.8	979.
26.50	238.5	503.5	55.3	.23	54.9	1001.
27.00	243.0	513.0	56.7	.23	55.9	1024.
27.50	247.5	522.5	58.2	.23	56.9	1046.
28.00	252.0	532.0	59.6	.23	58.0	1068.
28.50	256.5	541.5	61.0	.23	59.0	1091.
29.00	261.0	551.0	62.5	.23	60.0	1113.
29.50	265.5	560.5	63.9	.23	61.1	1136.
30.00	270.0	570.0	65.3	.23	62.1	1158.
30.50	274.5	579.5	66.8	.23	63.1	1181.
31.00	279.0	589.0	68.2	.23	64.2	1203.
31.50	283.5	598.5	69.7	.23	65.2	1225.
32.00	288.0	608.0	71.1	.23	66.2	1248.

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	72.5	.23	67.3	1270.
33.00	297.0	627.0	74.0	.23	68.3	1293.
33.50	301.5	636.5	75.4	.23	69.3	1315.
34.00	306.0	646.0	76.8	.23	70.4	1337.
34.50	310.5	655.5	78.3	.23	71.4	1360.
35.00	315.0	665.0	79.7	.23	72.5	1382.
35.50	319.5	674.5	81.1	.23	73.5	1405.
36.00	324.0	684.0	82.6	.23	74.5	1427.
36.50	328.5	693.5	84.0	.23	75.6	1450.
37.00	333.0	703.0	85.4	.23	76.6	1472.
37.50	337.5	712.5	86.9	.23	77.6	1494.
38.00	342.0	722.0	88.3	.23	78.7	1517.
38.50	346.5	731.5	89.7	.23	79.7	1539.
39.00	351.0	741.0	91.2	.23	80.7	1562.
39.50	355.5	750.5	92.6	.23	81.8	1584.
40.00	360.0	760.0	94.0	.23	82.8	1606.
40.50	364.5	769.5	95.5	.23	83.8	1629.
41.00	369.0	779.0	96.9	.23	84.9	1651.
41.50	373.5	788.5	98.3	.23	85.9	1674.
42.00	378.0	798.0	99.8	.23	86.9	1696.
42.50	382.5	807.5	101.2	.23	88.0	1718.
43.00	387.0	817.0	102.7	.23	89.0	1741.
43.50	391.5	826.5	104.1	.23	90.0	1763.
44.00	396.0	836.0	105.5	.23	91.1	1786.
44.50	400.5	845.5	107.0	.23	92.1	1808.
45.00	405.0	855.0	108.4	.23	93.2	1831.
45.50	409.5	864.5	109.8	.23	94.2	1853.
46.00	414.0	874.0	111.3	.23	95.2	1875.
46.50	418.5	883.5	112.7	.23	96.3	1898.
47.00	423.0	893.0	114.1	.23	97.3	1920.

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	427.5	902.5	115.6	.23	98.3	1943.
48.00	432.0	912.0	117.0	.29	124.7	1965.
48.50	436.5	921.5	--	.34	150.0	2182.
49.00	441.0	931.0	--	.34	150.0	2398.
49.50	445.5	940.5	--	.34	150.0	2615.
50.00	450.0	950.0	--	.33	150.0	2831.
50.50	454.5	959.5	--	.33	150.0	3048.
51.00	459.0	969.0	--	.33	150.0	3080.
51.50	463.5	978.5	--	.32	150.0	2926.
52.00	468.0	988.0	--	.32	150.0	2773.
52.50	472.5	997.5	--	.32	150.0	2620.
53.00	477.0	1007.0	--	.27	130.9	2447.
53.50	481.5	1016.5	160.0	.23	112.2	2457.
54.00	486.0	1026.0	160.0	.23	112.6	2466.
54.50	490.5	1035.5	160.0	.23	113.1	2476.
55.00	495.0	1045.0	160.0	.23	113.8	2485.
55.50	499.5	1054.5	160.0	.23	114.9	2495.
56.00	504.0	1064.0	160.0	.23	115.9	2504.
56.50	508.5	1073.5	160.0	.23	117.0	2514.
57.00	513.0	1083.0	160.0	.23	118.0	2523.
57.50	517.5	1092.5	160.0	.23	119.0	2533.
58.00	522.0	1102.0	160.0	.23	120.0	2542.
58.50	526.5	1111.5	160.0	.23	120.0	2552.
59.00	531.0	1121.0	160.0	.23	120.0	2561.
59.50	535.5	1130.5	160.0	.22	120.0	2571.
60.00	540.0	1140.0	160.0	.22	120.0	2580.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1674.	0.	1674.	886.
.50	32.	1691.	5.	1718.	909.
1.00	70.	1708.	11.	1767.	937.
1.50	114.	1725.	16.	1823.	967.
2.00	163.	1742.	21.	1884.	1002.
2.50	219.	1758.	27.	1950.	1040.
3.00	280.	1775.	32.	2023.	1081.
3.50	347.	1721.	37.	2031.	1089.
4.00	420.	1667.	42.	2045.	1101.
4.50	499.	1613.	48.	2064.	1116.
5.00	583.	1560.	53.	2090.	1134.
5.50	674.	1506.	58.	2121.	1157.
6.00	768.	1452.	64.	2156.	1181.
6.50	862.	1398.	69.	2191.	1206.
7.00	956.	1344.	74.	2226.	1231.
7.50	1049.	1290.	80.	2260.	1255.
8.00	1135.	1307.	85.	2357.	1312.
8.50	1220.	1324.	90.	2453.	1368.
9.00	1305.	1340.	95.	2550.	1424.
9.50	1390.	1357.	101.	2646.	1480.
10.00	1474.	1374.	106.	2742.	1537.
10.50	1559.	1391.	111.	2839.	1593.
11.00	1644.	1408.	117.	2935.	1649.
11.50	1729.	1424.	122.	3031.	1706.
12.00	1814.	1441.	127.	3128.	1762.
12.50	1899.	1458.	133.	3224.	1818.
13.00	1983.	1475.	138.	3320.	1874.
13.50	2071.	1491.	143.	3419.	1932.
14.00	2174.	1535.	148.	3561.	2014.
14.50	2280.	1578.	154.	3705.	2098.

pag. / 12

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	2386.	1621.	159.	3849.	2181.
15.50	2492.	1653.	164.	3981.	2259.
16.00	2598.	1686.	170.	4114.	2336.
16.50	2704.	1718.	175.	4247.	2414.
17.00	2810.	1697.	180.	4327.	2463.
17.50	2916.	1676.	186.	4407.	2513.
18.00	3022.	1655.	191.	4487.	2562.
18.50	3128.	1634.	196.	4566.	2612.
19.00	3234.	1613.	201.	4646.	2661.
19.50	3341.	1592.	207.	4726.	2711.
20.00	3449.	1602.	212.	4839.	2778.
20.50	3560.	1612.	217.	4955.	2847.
21.00	3674.	1621.	223.	5072.	2917.
21.50	3790.	1631.	228.	5193.	2989.
22.00	3908.	1641.	233.	5315.	3062.
22.50	4029.	1651.	239.	5441.	3137.
23.00	4152.	1690.	244.	5598.	3229.
23.50	4277.	1730.	249.	5758.	3323.
24.00	4405.	1769.	254.	5920.	3418.
24.50	4536.	1809.	260.	6085.	3515.
25.00	4669.	1849.	265.	6252.	3613.
25.50	4804.	1888.	270.	6422.	3713.
26.00	4942.	1928.	276.	6594.	3814.
26.50	5082.	1967.	281.	6768.	3917.
27.00	5225.	2007.	286.	6945.	4021.
27.50	5370.	2047.	292.	7125.	4127.
28.00	5517.	2086.	297.	7307.	4234.
28.50	5667.	2126.	302.	7491.	4343.
29.00	5820.	2165.	307.	7678.	4453.
29.50	5975.	2205.	313.	7867.	4565.

pag. / 13

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Qll kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	6132.	2245.	318.	8058.	4678.
30.50	6292.	2284.	323.	8252.	4793.
31.00	6454.	2324.	329.	8449.	4909.
31.50	6618.	2363.	334.	8648.	5027.
32.00	6785.	2403.	339.	8849.	5147.
32.50	6955.	2443.	345.	9053.	5268.
33.00	7127.	2482.	350.	9259.	5390.
33.50	7301.	2522.	355.	9468.	5514.
34.00	7478.	2561.	360.	9679.	5640.
34.50	7657.	2601.	366.	9893.	5767.
35.00	7839.	2641.	371.	10109.	5895.
35.50	8023.	2680.	376.	10327.	6025.
36.00	8210.	2720.	382.	10548.	6157.
36.50	8399.	2760.	387.	10771.	6290.
37.00	8590.	2799.	392.	10997.	6424.
37.50	8784.	2839.	398.	11225.	6560.
38.00	8980.	2878.	403.	11456.	6698.
38.50	9179.	2918.	408.	11689.	6837.
39.00	9380.	2958.	414.	11924.	6978.
39.50	9584.	2997.	419.	12162.	7120.
40.00	9790.	3037.	424.	12403.	7263.
40.50	9998.	3076.	429.	12645.	7408.
41.00	10209.	3116.	435.	12891.	7555.
41.50	10423.	3156.	440.	13138.	7703.
42.00	10639.	3195.	445.	13388.	7853.
42.50	10857.	3235.	451.	13641.	8004.
43.00	11078.	3274.	456.	13896.	8157.
43.50	11301.	3314.	461.	14153.	8311.
44.00	11526.	3354.	467.	14413.	8467.
44.50	11754.	3393.	472.	14676.	8624.
45.00	11985.	3433.	477.	14940.	8783.
45.50	12233.	3472.	482.	15223.	8953.
46.00	12571.	3855.	488.	15939.	9360.
46.50	12924.	4238.	493.	16669.	9777.
47.00	13278.	4621.	498.	17400.	10194.
47.50	13631.	5004.	504.	18131.	10610.
48.00	13985.	5386.	509.	18862.	11027.
48.50	14338.	5442.	514.	19266.	11271.
49.00	14692.	5171.	520.	19343.	11342.
49.50	15045.	4900.	525.	19420.	11413.
50.00	15398.	4629.	530.	19497.	11483.
50.50	15741.	4324.	535.	19529.	11529.
51.00	16016.	4341.	541.	19816.	11704.
51.50	16280.	4358.	546.	20092.	11872.
52.00	16546.	4375.	551.	20369.	12040.
52.50	16813.	4391.	557.	20648.	12210.
53.00	17083.	4408.	562.	20929.	12381.
53.50	17355.	4425.	567.	21212.	12553.
54.00	17629.	4442.	573.	21498.	12727.
54.50	17906.	4459.	578.	21787.	12903.
55.00	18185.	4475.	583.	22077.	13080.
55.50	18467.	4492.	588.	22370.	13258.
56.00	18750.	4509.	594.	22665.	13438.
56.50	19032.	4526.	599.	22959.	13617.
57.00	19315.	4542.	604.	23253.	13796.
57.50	19598.	4559.	610.	23547.	13975.

 Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite

W_p = Peso efficace del palo
 Q_u = Portata totale limite
 Q_d = Portata di progetto = $Q_{11}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$

9.2 SPALLA A LATO TERMOLI – A1+M1+R3 - TRAZIONE

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacita... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
 Quota falda da p.c. = .00 m
 Peso di volume del palo = -15.00 kN/m³
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.75 (FS,1)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
 quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
 strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
 entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
 sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 10.00 m

 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

 C_u variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "5AL " (Coesivo) da 10.00 a 16.00 m

 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

 C_u variabile lin. da 60.0 a 60.0 kPa

Strato 3 "5AL " (Coesivo) da 16.00 a 22.00 m

 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

 C_u variabile lin. da 75.0 a 75.0 kPa

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "5AL " (Coesivo) da 22.00 a 25.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3
 Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito
 Tau > .23 * S'v
 Tau < .55 * S'v
 Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa
 Cu variabile lin. da 55.0 a 55.0 kPa

Strato 5 "5AL " (Coesivo) da 25.00 a 48.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3
 Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito
 Tau > .23 * S'v
 Tau < .55 * S'v
 Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa
 Cu variabile lin. da 51.0 a 117.0 kPa

Strato 6 "8GS " (Incoerente) da 48.00 a 53.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3
 Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa
 K = .50 delta = 37.0 deg
 Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

pag. / 5

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 7 "5AL " (Coesivo) da 53.00 a 60.00 m

Gn = 19.0 kN/m3 Ge = 9.0 kN/m3

Tau = beta * S'v < 120.0 kPa
beta = .10 + .40 Cu/S'v
Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 160.0 a 160.0 kPa

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "5AL "	1.00	1.00	1.00
3 "5AL "	1.00	1.00	1.00
4 "5AL "	1.00	1.00	1.00
5 "5AL "	1.00	1.00	1.00
6 "8GS "	1.00	1.00	-
7 "5AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	100.0	.55	12.4	0.
3.00	27.0	57.0	100.0	.55	14.9	0.
3.50	31.5	66.5	100.0	.55	17.3	0.
4.00	36.0	76.0	100.0	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	100.0	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	100.0	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	100.0	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	100.0	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	100.0	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	100.0	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	100.0	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	100.0	.55	39.6	0.
8.50	76.5	161.5	100.0	.52	40.0	0.
9.00	81.0	171.0	100.0	.49	40.0	0.
9.50	85.5	180.5	100.0	.47	40.0	0.
10.00	90.0	190.0	100.0	.42	38.0	0.
10.50	94.5	199.5	60.0	.38	36.0	0.
11.00	99.0	209.0	60.0	.36	36.0	0.
11.50	103.5	218.5	60.0	.35	36.0	0.
12.00	108.0	228.0	60.0	.33	36.0	0.
12.50	112.5	237.5	60.0	.32	36.0	0.
13.00	117.0	247.0	60.0	.31	36.0	0.
13.50	121.5	256.5	60.0	.30	36.0	0.
14.00	126.0	266.0	60.0	.29	36.0	0.
14.50	130.5	275.5	60.0	.28	36.0	0.
15.00	135.0	285.0	60.0	.27	36.0	0.
15.50	139.5	294.5	60.0	.26	36.0	0.
16.00	144.0	304.0	60.0	.28	40.5	0.
16.50	148.5	313.5	75.0	.30	45.0	0.
17.00	153.0	323.0	75.0	.29	45.0	0.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	75.0	.29	45.0	0.
18.00	162.0	342.0	75.0	.28	45.0	0.
18.50	166.5	351.5	75.0	.27	45.0	0.
19.00	171.0	361.0	75.0	.26	45.0	0.
19.50	175.5	370.5	75.0	.26	45.0	0.
20.00	180.0	380.0	75.0	.25	45.0	0.
20.50	184.5	389.5	75.0	.24	45.0	0.
21.00	189.0	399.0	75.0	.24	45.0	0.
21.50	193.5	408.5	75.0	.23	45.0	0.
22.00	198.0	418.0	75.0	.23	45.5	0.
22.50	202.5	427.5	55.0	.23	46.6	0.
23.00	207.0	437.0	55.0	.23	47.6	0.
23.50	211.5	446.5	55.0	.23	48.6	0.
24.00	216.0	456.0	55.0	.23	49.7	0.
24.50	220.5	465.5	55.0	.23	50.7	0.
25.00	225.0	475.0	55.0	.23	51.8	0.
25.50	229.5	484.5	52.4	.23	52.8	0.
26.00	234.0	494.0	53.9	.23	53.8	0.
26.50	238.5	503.5	55.3	.23	54.9	0.
27.00	243.0	513.0	56.7	.23	55.9	0.
27.50	247.5	522.5	58.2	.23	56.9	0.
28.00	252.0	532.0	59.6	.23	58.0	0.
28.50	256.5	541.5	61.0	.23	59.0	0.
29.00	261.0	551.0	62.5	.23	60.0	0.
29.50	265.5	560.5	63.9	.23	61.1	0.
30.00	270.0	570.0	65.3	.23	62.1	0.
30.50	274.5	579.5	66.8	.23	63.1	0.
31.00	279.0	589.0	68.2	.23	64.2	0.
31.50	283.5	598.5	69.7	.23	65.2	0.
32.00	288.0	608.0	71.1	.23	66.2	0.

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	72.5	.23	67.3	0.
33.00	297.0	627.0	74.0	.23	68.3	0.
33.50	301.5	636.5	75.4	.23	69.3	0.
34.00	306.0	646.0	76.8	.23	70.4	0.
34.50	310.5	655.5	78.3	.23	71.4	0.
35.00	315.0	665.0	79.7	.23	72.5	0.
35.50	319.5	674.5	81.1	.23	73.5	0.
36.00	324.0	684.0	82.6	.23	74.5	0.
36.50	328.5	693.5	84.0	.23	75.6	0.
37.00	333.0	703.0	85.4	.23	76.6	0.
37.50	337.5	712.5	86.9	.23	77.6	0.
38.00	342.0	722.0	88.3	.23	78.7	0.
38.50	346.5	731.5	89.7	.23	79.7	0.
39.00	351.0	741.0	91.2	.23	80.7	0.
39.50	355.5	750.5	92.6	.23	81.8	0.
40.00	360.0	760.0	94.0	.23	82.8	0.
40.50	364.5	769.5	95.5	.23	83.8	0.
41.00	369.0	779.0	96.9	.23	84.9	0.
41.50	373.5	788.5	98.3	.23	85.9	0.
42.00	378.0	798.0	99.8	.23	86.9	0.
42.50	382.5	807.5	101.2	.23	88.0	0.
43.00	387.0	817.0	102.7	.23	89.0	0.
43.50	391.5	826.5	104.1	.23	90.0	0.
44.00	396.0	836.0	105.5	.23	91.1	0.
44.50	400.5	845.5	107.0	.23	92.1	0.
45.00	405.0	855.0	108.4	.23	93.2	0.
45.50	409.5	864.5	109.8	.23	94.2	0.
46.00	414.0	874.0	111.3	.23	95.2	0.
46.50	418.5	883.5	112.7	.23	96.3	0.
47.00	423.0	893.0	114.1	.23	97.3	0.

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	427.5	902.5	115.6	.23	98.3	0.
48.00	432.0	912.0	117.0	.29	124.7	0.
48.50	436.5	921.5	--	.34	150.0	0.
49.00	441.0	931.0	--	.34	150.0	0.
49.50	445.5	940.5	--	.34	150.0	0.
50.00	450.0	950.0	--	.33	150.0	0.
50.50	454.5	959.5	--	.33	150.0	0.
51.00	459.0	969.0	--	.33	150.0	0.
51.50	463.5	978.5	--	.32	150.0	0.
52.00	468.0	988.0	--	.32	150.0	0.
52.50	472.5	997.5	--	.32	150.0	0.
53.00	477.0	1007.0	--	.27	130.9	0.
53.50	481.5	1016.5	160.0	.23	112.2	0.
54.00	486.0	1026.0	160.0	.23	112.6	0.
54.50	490.5	1035.5	160.0	.23	113.1	0.
55.00	495.0	1045.0	160.0	.23	113.8	0.
55.50	499.5	1054.5	160.0	.23	114.9	0.
56.00	504.0	1064.0	160.0	.23	115.9	0.
56.50	508.5	1073.5	160.0	.23	117.0	0.
57.00	513.0	1083.0	160.0	.23	118.0	0.
57.50	517.5	1092.5	160.0	.23	119.0	0.
58.00	522.0	1102.0	160.0	.23	120.0	0.
58.50	526.5	1111.5	160.0	.23	120.0	0.
59.00	531.0	1121.0	160.0	.23	120.0	0.
59.50	535.5	1130.5	160.0	.22	120.0	0.
60.00	540.0	1140.0	160.0	.22	120.0	0.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	32.	0.	-13.	45.	32.
1.00	70.	0.	-27.	96.	66.
1.50	114.	0.	-40.	153.	105.
2.00	163.	0.	-53.	216.	146.
2.50	219.	0.	-66.	285.	191.
3.00	280.	0.	-80.	359.	239.
3.50	347.	0.	-93.	440.	291.
4.00	420.	0.	-106.	526.	346.
4.50	499.	0.	-119.	618.	404.
5.00	583.	0.	-133.	716.	466.
5.50	674.	0.	-146.	819.	531.
6.00	768.	0.	-159.	927.	598.
6.50	862.	0.	-172.	1034.	665.
7.00	956.	0.	-186.	1142.	732.
7.50	1049.	0.	-199.	1248.	798.
8.00	1135.	0.	-212.	1347.	861.
8.50	1220.	0.	-225.	1445.	922.
9.00	1305.	0.	-239.	1543.	984.
9.50	1390.	0.	-252.	1641.	1046.
10.00	1474.	0.	-265.	1739.	1108.
10.50	1559.	0.	-278.	1838.	1169.
11.00	1644.	0.	-292.	1936.	1231.
11.50	1729.	0.	-305.	2034.	1293.
12.00	1814.	0.	-318.	2132.	1354.
12.50	1899.	0.	-331.	2230.	1416.
13.00	1983.	0.	-345.	2328.	1478.
13.50	2071.	0.	-358.	2429.	1541.
14.00	2174.	0.	-371.	2545.	1614.
14.50	2280.	0.	-384.	2665.	1687.

pag. / 12

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	2386.	0.	-398.	2784.	1761.
15.50	2492.	0.	-411.	2903.	1835.
16.00	2598.	0.	-424.	3022.	1909.
16.50	2704.	0.	-437.	3142.	1983.
17.00	2810.	0.	-451.	3261.	2057.
17.50	2916.	0.	-464.	3380.	2130.
18.00	3022.	0.	-477.	3500.	2204.
18.50	3128.	0.	-490.	3619.	2278.
19.00	3234.	0.	-504.	3738.	2352.
19.50	3341.	0.	-517.	3858.	2426.
20.00	3449.	0.	-530.	3980.	2501.
20.50	3560.	0.	-543.	4104.	2578.
21.00	3674.	0.	-557.	4230.	2656.
21.50	3790.	0.	-570.	4359.	2735.
22.00	3908.	0.	-583.	4491.	2816.
22.50	4029.	0.	-596.	4625.	2898.
23.00	4152.	0.	-610.	4761.	2982.
23.50	4277.	0.	-623.	4900.	3067.
24.00	4405.	0.	-636.	5042.	3154.
24.50	4536.	0.	-649.	5185.	3241.
25.00	4669.	0.	-663.	5331.	3331.
25.50	4804.	0.	-676.	5480.	3421.
26.00	4942.	0.	-689.	5631.	3513.
26.50	5082.	0.	-702.	5785.	3606.
27.00	5225.	0.	-716.	5940.	3701.
27.50	5370.	0.	-729.	6099.	3797.
28.00	5517.	0.	-742.	6260.	3895.
28.50	5667.	0.	-755.	6423.	3994.
29.00	5820.	0.	-769.	6588.	4094.
29.50	5975.	0.	-782.	6757.	4196.

pag. / 13

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	6132.	0.	-795.	6927.	4299.
30.50	6292.	0.	-808.	7100.	4404.
31.00	6454.	0.	-822.	7276.	4510.
31.50	6618.	0.	-835.	7453.	4617.
32.00	6785.	0.	-848.	7634.	4726.
32.50	6955.	0.	-861.	7816.	4836.
33.00	7127.	0.	-875.	8002.	4947.
33.50	7301.	0.	-888.	8189.	5060.
34.00	7478.	0.	-901.	8379.	5174.
34.50	7657.	0.	-914.	8572.	5290.
35.00	7839.	0.	-928.	8767.	5407.
35.50	8023.	0.	-941.	8964.	5526.
36.00	8210.	0.	-954.	9164.	5645.
36.50	8399.	0.	-968.	9366.	5767.
37.00	8590.	0.	-981.	9571.	5889.
37.50	8784.	0.	-994.	9778.	6013.
38.00	8980.	0.	-1007.	9988.	6139.
38.50	9179.	0.	-1021.	10200.	6266.
39.00	9380.	0.	-1034.	10414.	6394.
39.50	9584.	0.	-1047.	10631.	6524.
40.00	9790.	0.	-1060.	10850.	6655.
40.50	9998.	0.	-1074.	11072.	6787.
41.00	10209.	0.	-1087.	11296.	6921.
41.50	10423.	0.	-1100.	11523.	7056.
42.00	10639.	0.	-1113.	11752.	7192.
42.50	10857.	0.	-1127.	11983.	7330.
43.00	11078.	0.	-1140.	12217.	7470.
43.50	11301.	0.	-1153.	12454.	7611.
44.00	11526.	0.	-1166.	12693.	7753.
44.50	11754.	0.	-1180.	12934.	7896.

pag. / 14

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla A
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 traz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	11985.	0.	-1193.	13178.	8041.
45.50	12233.	0.	-1206.	13439.	8196.
46.00	12571.	0.	-1219.	13790.	8403.
46.50	12924.	0.	-1233.	14157.	8618.
47.00	13278.	0.	-1246.	14524.	8833.
47.50	13631.	0.	-1259.	14890.	9048.
48.00	13985.	0.	-1272.	15257.	9264.
48.50	14338.	0.	-1286.	15624.	9479.
49.00	14692.	0.	-1299.	15990.	9694.
49.50	15045.	0.	-1312.	16357.	9909.
50.00	15398.	0.	-1325.	16724.	10124.
50.50	15741.	0.	-1339.	17079.	10333.
51.00	16016.	0.	-1352.	17367.	10504.
51.50	16280.	0.	-1365.	17646.	10668.
52.00	16546.	0.	-1378.	17925.	10833.
52.50	16813.	0.	-1392.	18205.	10999.
53.00	17083.	0.	-1405.	18488.	11167.
53.50	17355.	0.	-1418.	18773.	11335.
54.00	17629.	0.	-1431.	19061.	11505.
54.50	17906.	0.	-1445.	19351.	11677.
55.00	18185.	0.	-1458.	19643.	11849.
55.50	18467.	0.	-1471.	19938.	12024.
56.00	18750.	0.	-1484.	20234.	12198.
56.50	19032.	0.	-1498.	20530.	12373.
57.00	19315.	0.	-1511.	20826.	12548.
57.50	19598.	0.	-1524.	21122.	12723.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q11 = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = Q11/FS,l + Qbl/FS,b - Wp

9.3 PILE GRUPPO 3 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	91 DI 148

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$Tau = \alpha * Cu < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(Cu) \text{ nel seguito}$$

$$Tau > .23 * S'v$$

$$Tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * Cu + Sv$$

$$Cu \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 100.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "5AL " (Coesivo) da 5.00 a 14.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$Tau = \alpha * Cu < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(Cu) \text{ nel seguito}$$

$$Tau > .23 * S'v$$

$$Tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * Cu + Sv$$

$$Cu \text{ variabile lin. da } 50.0 \text{ a } 50.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "5S " (Incoerente) da 14.00 a 17.50 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$Tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70$$

$$\delta = 32.0 \text{ deg}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 1700. \text{ a } 1700. \text{ kPa}$$

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "5AL " (Coesivo) da 17.50 a 23.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$ Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
Cu variabile lin. da 60.0 a 60.0 kPa

Strato 5 "5AL " (Coesivo) da 23.00 a 48.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$ Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
Cu variabile lin. da 51.0 a 122.5 kPa

**RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
 FONDAZIONI DEL VIADOTTO**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	94 DI 148

pag. / 5

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "5AL "	1.00	1.00	1.00
3 "5S "	1.00	1.00	-
4 "5AL "	1.00	1.00	1.00
5 "5AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

 Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
-	-
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	100.0	.55	12.4	748.
3.00	27.0	57.0	100.0	.55	14.9	707.
3.50	31.5	66.5	100.0	.55	17.3	667.
4.00	36.0	76.0	100.0	.55	19.8	626.
4.50	40.5	85.5	100.0	.55	22.3	586.
5.00	45.0	95.0	100.0	.55	24.8	545.
5.50	49.5	104.5	50.0	.55	27.2	555.
6.00	54.0	114.0	50.0	.55	29.7	564.
6.50	58.5	123.5	50.0	.55	32.2	574.
7.00	63.0	133.0	50.0	.55	34.7	583.
7.50	67.5	142.5	50.0	.55	37.1	593.
8.00	72.0	152.0	50.0	.55	39.6	602.
8.50	76.5	161.5	50.0	.52	40.0	612.
9.00	81.0	171.0	50.0	.49	40.0	621.
9.50	85.5	180.5	50.0	.47	40.0	631.
10.00	90.0	190.0	50.0	.44	40.0	640.
10.50	94.5	199.5	50.0	.42	40.0	650.
11.00	99.0	209.0	50.0	.40	40.0	659.
11.50	103.5	218.5	50.0	.39	40.0	669.
12.00	108.0	228.0	50.0	.37	40.0	678.
12.50	112.5	237.5	50.0	.36	40.0	688.
13.00	117.0	247.0	50.0	.34	40.0	697.
13.50	121.5	256.5	50.0	.33	40.0	707.
14.00	126.0	266.0	50.0	.38	47.6	716.
14.50	130.5	275.5	--	.44	57.1	825.
15.00	135.0	285.0	--	.44	59.1	935.
15.50	139.5	294.5	--	.44	61.0	1044.
16.00	144.0	304.0	--	.44	63.0	1153.
16.50	148.5	313.5	--	.44	65.0	1060.
17.00	153.0	323.0	--	.44	66.9	966.

pag. / 7

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	--	.33	52.6	873.
18.00	162.0	342.0	60.0	.23	37.3	882.
18.50	166.5	351.5	60.0	.23	38.3	892.
19.00	171.0	361.0	60.0	.23	39.3	892.
19.50	175.5	370.5	60.0	.23	40.4	893.
20.00	180.0	380.0	60.0	.23	41.4	893.
20.50	184.5	389.5	60.0	.23	42.4	894.
21.00	189.0	399.0	60.0	.23	43.5	894.
21.50	193.5	408.5	60.0	.23	44.5	895.
22.00	198.0	418.0	60.0	.23	45.5	895.
22.50	202.5	427.5	60.0	.23	46.6	896.
23.00	207.0	437.0	60.0	.23	47.6	896.
23.50	211.5	446.5	52.4	.23	48.6	918.
24.00	216.0	456.0	53.9	.23	49.7	941.
24.50	220.5	465.5	55.3	.23	50.7	963.
25.00	225.0	475.0	56.7	.23	51.8	985.
25.50	229.5	484.5	58.2	.23	52.8	1008.
26.00	234.0	494.0	59.6	.23	53.8	1030.
26.50	238.5	503.5	61.0	.23	54.9	1053.
27.00	243.0	513.0	62.4	.23	55.9	1075.
27.50	247.5	522.5	63.9	.23	56.9	1097.
28.00	252.0	532.0	65.3	.23	58.0	1120.
28.50	256.5	541.5	66.7	.23	59.0	1142.
29.00	261.0	551.0	68.2	.23	60.0	1164.
29.50	265.5	560.5	69.6	.23	61.1	1187.
30.00	270.0	570.0	71.0	.23	62.1	1209.
30.50	274.5	579.5	72.5	.23	63.1	1232.
31.00	279.0	589.0	73.9	.23	64.2	1254.
31.50	283.5	598.5	75.3	.23	65.2	1276.
32.00	288.0	608.0	76.7	.23	66.2	1299.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	78.2	.23	67.3	1321.
33.00	297.0	627.0	79.6	.23	68.3	1343.
33.50	301.5	636.5	81.0	.23	69.3	1366.
34.00	306.0	646.0	82.5	.23	70.4	1388.
34.50	310.5	655.5	83.9	.23	71.4	1411.
35.00	315.0	665.0	85.3	.23	72.5	1433.
35.50	319.5	674.5	86.8	.23	73.5	1455.
36.00	324.0	684.0	88.2	.23	74.5	1478.
36.50	328.5	693.5	89.6	.23	75.6	1500.
37.00	333.0	703.0	91.0	.23	76.6	1522.
37.50	337.5	712.5	92.5	.23	77.6	1545.
38.00	342.0	722.0	93.9	.23	78.7	1567.
38.50	346.5	731.5	95.3	.23	79.7	1589.
39.00	351.0	741.0	96.8	.23	80.7	1612.
39.50	355.5	750.5	98.2	.23	81.8	1634.
40.00	360.0	760.0	99.6	.23	82.8	1657.
40.50	364.5	769.5	101.0	.23	83.8	1679.
41.00	369.0	779.0	102.5	.23	84.9	1701.
41.50	373.5	788.5	103.9	.23	85.9	1724.
42.00	378.0	798.0	105.3	.23	86.9	1746.
42.50	382.5	807.5	106.8	.23	88.0	1768.
43.00	387.0	817.0	108.2	.23	89.0	1791.
43.50	391.5	826.5	109.6	.23	90.0	1813.
44.00	396.0	836.0	111.1	.23	91.1	1836.
44.50	400.5	845.5	112.5	.23	92.1	1858.
45.00	405.0	855.0	113.9	.23	93.2	1880.
45.50	409.5	864.5	115.3	.23	94.2	1903.
46.00	414.0	874.0	116.8	.23	95.2	1925.
46.50	418.5	883.5	118.2	.23	96.3	1947.
47.00	423.0	893.0	119.6	.23	97.3	1970.

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	98 DI 148

pag. / 9

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	427.5	902.5	121.1	.23	98.3	1992.
48.00	432.0	912.0	122.5	.23	99.4	2015.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1321.	0.	1321.	699.
.50	32.	1249.	5.	1276.	676.
1.00	70.	1178.	11.	1237.	656.
1.50	114.	1106.	16.	1204.	640.
2.00	163.	1035.	21.	1177.	628.
2.50	219.	963.	27.	1155.	619.
3.00	280.	980.	32.	1228.	661.
3.50	347.	997.	37.	1307.	706.
4.00	420.	1013.	42.	1391.	755.
4.50	499.	1030.	48.	1481.	807.
5.00	583.	1047.	53.	1577.	863.
5.50	674.	1064.	58.	1679.	923.
6.00	768.	1081.	64.	1785.	985.
6.50	862.	1097.	69.	1890.	1047.
7.00	956.	1114.	74.	1996.	1109.
7.50	1050.	1131.	80.	2102.	1171.
8.00	1145.	1148.	85.	2207.	1233.
8.50	1239.	1165.	90.	2313.	1295.
9.00	1333.	1181.	95.	2419.	1358.
9.50	1427.	1198.	101.	2525.	1420.
10.00	1522.	1215.	106.	2630.	1482.
10.50	1616.	1232.	111.	2736.	1544.
11.00	1710.	1248.	117.	2842.	1606.
11.50	1809.	1265.	122.	2952.	1671.
12.00	1936.	1458.	127.	3268.	1847.
12.50	2073.	1652.	133.	3592.	2029.
13.00	2215.	1845.	138.	3922.	2214.
13.50	2361.	2038.	143.	4256.	2402.
14.00	2512.	1873.	148.	4236.	2402.
14.50	2667.	1707.	154.	4220.	2406.
15.00	2817.	1542.	159.	4200.	2407.
15.50	2913.	1559.	164.	4308.	2470.
16.00	3003.	1575.	170.	4408.	2529.
16.50	3094.	1576.	175.	4495.	2581.
17.00	3188.	1577.	180.	4585.	2634.
17.50	3284.	1578.	186.	4677.	2689.
18.00	3383.	1579.	191.	4771.	2746.
18.50	3484.	1580.	196.	4868.	2804.
19.00	3588.	1581.	201.	4967.	2863.
19.50	3694.	1582.	207.	5069.	2924.
20.00	3802.	1582.	212.	5173.	2987.
20.50	3913.	1583.	217.	5279.	3051.
21.00	4027.	1623.	223.	5427.	3137.
21.50	4143.	1662.	228.	5577.	3225.
22.00	4261.	1702.	233.	5730.	3314.
22.50	4382.	1741.	239.	5884.	3404.
23.00	4505.	1781.	244.	6042.	3496.
23.50	4630.	1821.	249.	6202.	3590.
24.00	4758.	1860.	254.	6364.	3685.
24.50	4889.	1900.	260.	6529.	3782.
25.00	5022.	1939.	265.	6696.	3880.
25.50	5157.	1979.	270.	6865.	3980.
26.00	5295.	2018.	276.	7037.	4081.
26.50	5435.	2058.	281.	7212.	4184.
27.00	5578.	2097.	286.	7389.	4288.
27.50	5723.	2137.	292.	7568.	4394.
28.00	5870.	2176.	297.	7750.	4501.
28.50	6020.	2216.	302.	7934.	4610.
29.00	6173.	2255.	307.	8121.	4720.
29.50	6328.	2295.	313.	8310.	4832.
30.00	6485.	2334.	318.	8501.	4945.

30.50	6645.	2374.	323.	8695.	5060.
31.00	6807.	2414.	329.	8892.	5176.
31.50	6971.	2453.	334.	9090.	5294.
32.00	7138.	2493.	339.	9292.	5413.
32.50	7308.	2532.	345.	9495.	5534.
33.00	7480.	2572.	350.	9702.	5657.
33.50	7654.	2611.	355.	9910.	5781.
34.00	7831.	2651.	360.	10121.	5906.
34.50	8010.	2690.	366.	10335.	6033.
35.00	8192.	2730.	371.	10551.	6161.
35.50	8376.	2769.	376.	10769.	6291.
36.00	8563.	2809.	382.	10990.	6423.
36.50	8752.	2848.	387.	11213.	6556.
37.00	8943.	2888.	392.	11439.	6690.
37.50	9137.	2927.	398.	11667.	6826.
38.00	9333.	2967.	403.	11897.	6964.
38.50	9532.	3006.	408.	12130.	7103.
39.00	9733.	3046.	414.	12366.	7244.
39.50	9937.	3086.	419.	12604.	7386.
40.00	10143.	3125.	424.	12844.	7529.
40.50	10351.	3165.	429.	13087.	7674.
41.00	10562.	3204.	435.	13332.	7821.
41.50	10776.	3244.	440.	13579.	7969.
42.00	10992.	3283.	445.	13829.	8119.
42.50	11210.	3323.	451.	14082.	8270.
43.00	11431.	3362.	456.	14337.	8423.
43.50	11654.	3402.	461.	14594.	8577.
44.00	11879.	3441.	467.	14854.	8733.
44.50	12107.	3481.	472.	15116.	8890.
45.00	12338.	3520.	477.	15381.	9049.
45.50	12571.	3560.	482.	15648.	9209.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q_{ll}/FS,l + Q_{bl}/FS,b - W_p$

9.4 PILE GRUPPO 3 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE + SCALZAMENTO 5.5 M

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

Quota testa palo da p.c. = 4.50 m
 Quota falda da p.c. = .00 m
 Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,l)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

**RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	101 DI 148

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i" quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Incoerente) da .00 a 5.50 m

$G_n = .0$ kN/m³ $G_e = .0$ kN/m³

τ variabile lin. da .0 a .0 kPa

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "5AL " (Coesivo) da 5.50 a 7.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 3 "5AL " (Coesivo) da 7.00 a 16.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

**RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
 FONDAZIONI DEL VIADOTTO**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	102 DI 148

pag. / 4

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "5S " (Incoerente) da 16.00 a 19.50 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 32.0 \text{ deg}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 1700. \text{ a } 1700. \text{ kPa}$$

Strato 5 "5AL " (Coesivo) da 19.50 a 25.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

$$\text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 60.0 \text{ a } 60.0 \text{ kPa}$$

Strato 6 "5AL " (Coesivo) da 25.00 a 50.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

$$\text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 51.0 \text{ a } 122.5 \text{ kPa}$$

pag. / 5

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	-
2 "5AL "	1.00	1.00	1.00
3 "5AL "	1.00	1.00	1.00
4 "5S "	1.00	1.00	-
5 "5AL "	1.00	1.00	1.00
6 "5AL "	1.00	1.00	1.00

 NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni
 superiori o inferiori dei parametri

 Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA parametri per valutazione capacità portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
4.50	.0	.0	--	.00	.0	0.
5.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
5.50	.0	.0	--	.00	.0	0.
6.00	4.5	9.5	100.0	.55	2.5	110.
6.50	9.0	19.0	100.0	.55	5.0	219.
7.00	13.5	28.5	100.0	.55	7.4	329.
7.50	18.0	38.0	50.0	.55	9.9	355.
8.00	22.5	47.5	50.0	.55	12.4	381.
8.50	27.0	57.0	50.0	.55	14.9	407.
9.00	31.5	66.5	50.0	.55	17.3	433.
9.50	36.0	76.0	50.0	.55	19.8	459.
10.00	40.5	85.5	50.0	.55	22.3	486.
10.50	45.0	95.0	50.0	.55	24.8	512.
11.00	49.5	104.5	50.0	.55	27.2	538.
11.50	54.0	114.0	50.0	.55	29.7	564.
12.00	58.5	123.5	50.0	.55	32.2	574.
12.50	63.0	133.0	50.0	.55	34.7	583.
13.00	67.5	142.5	50.0	.55	37.1	593.
13.50	72.0	152.0	50.0	.55	39.6	602.
14.00	76.5	161.5	50.0	.52	40.0	612.
14.50	81.0	171.0	50.0	.49	40.0	621.
15.00	85.5	180.5	50.0	.47	40.0	631.
15.50	90.0	190.0	50.0	.44	40.0	640.
16.00	94.5	199.5	50.0	.43	40.7	650.
16.50	99.0	209.0	--	.44	43.3	766.
17.00	103.5	218.5	--	.44	45.3	883.
17.50	108.0	228.0	--	.44	47.2	1000.
18.00	112.5	237.5	--	.44	49.2	1116.
18.50	117.0	247.0	--	.44	51.2	1013.
19.00	121.5	256.5	--	.44	53.1	909.

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
19.50	126.0	266.0	--	.36	45.6	806.
20.00	130.5	275.5	60.0	.28	36.0	816.
20.50	135.0	285.0	60.0	.27	36.0	825.
21.00	139.5	294.5	60.0	.26	36.0	826.
21.50	144.0	304.0	60.0	.25	36.0	826.
22.00	148.5	313.5	60.0	.24	36.0	827.
22.50	153.0	323.0	60.0	.24	36.0	827.
23.00	157.5	332.5	60.0	.23	36.2	828.
23.50	162.0	342.0	60.0	.23	37.3	828.
24.00	166.5	351.5	60.0	.23	38.3	829.
24.50	171.0	361.0	60.0	.23	39.3	829.
25.00	175.5	370.5	60.0	.23	40.4	830.
25.50	180.0	380.0	52.4	.23	41.4	852.
26.00	184.5	389.5	53.9	.23	42.4	874.
26.50	189.0	399.0	55.3	.23	43.5	897.
27.00	193.5	408.5	56.7	.23	44.5	919.
27.50	198.0	418.0	58.2	.23	45.5	941.
28.00	202.5	427.5	59.6	.23	46.6	964.
28.50	207.0	437.0	61.0	.23	47.6	986.
29.00	211.5	446.5	62.4	.23	48.6	1008.
29.50	216.0	456.0	63.9	.23	49.7	1031.
30.00	220.5	465.5	65.3	.23	50.7	1053.
30.50	225.0	475.0	66.7	.23	51.8	1076.
31.00	229.5	484.5	68.2	.23	52.8	1098.
31.50	234.0	494.0	69.6	.23	53.8	1120.
32.00	238.5	503.5	71.0	.23	54.9	1143.
32.50	243.0	513.0	72.5	.23	55.9	1165.
33.00	247.5	522.5	73.9	.23	56.9	1187.
33.50	252.0	532.0	75.3	.23	58.0	1210.
34.00	256.5	541.5	76.7	.23	59.0	1232.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
34.50	261.0	551.0	78.2	.23	60.0	1255.
35.00	265.5	560.5	79.6	.23	61.1	1277.
35.50	270.0	570.0	81.0	.23	62.1	1299.
36.00	274.5	579.5	82.5	.23	63.1	1322.
36.50	279.0	589.0	83.9	.23	64.2	1344.
37.00	283.5	598.5	85.3	.23	65.2	1366.
37.50	288.0	608.0	86.8	.23	66.2	1389.
38.00	292.5	617.5	88.2	.23	67.3	1411.
38.50	297.0	627.0	89.6	.23	68.3	1433.
39.00	301.5	636.5	91.0	.23	69.3	1456.
39.50	306.0	646.0	92.5	.23	70.4	1478.
40.00	310.5	655.5	93.9	.23	71.4	1501.
40.50	315.0	665.0	95.3	.23	72.5	1523.
41.00	319.5	674.5	96.8	.23	73.5	1545.
41.50	324.0	684.0	98.2	.23	74.5	1568.
42.00	328.5	693.5	99.6	.23	75.6	1590.
42.50	333.0	703.0	101.0	.23	76.6	1612.
43.00	337.5	712.5	102.5	.23	77.6	1635.
43.50	342.0	722.0	103.9	.23	78.7	1657.
44.00	346.5	731.5	105.3	.23	79.7	1680.
44.50	351.0	741.0	106.8	.23	80.7	1702.
45.00	355.5	750.5	108.2	.23	81.8	1724.
45.50	360.0	760.0	109.6	.23	82.8	1747.
46.00	364.5	769.5	111.1	.23	83.8	1769.
46.50	369.0	779.0	112.5	.23	84.9	1791.
47.00	373.5	788.5	113.9	.23	85.9	1814.
47.50	378.0	798.0	115.3	.23	86.9	1836.
48.00	382.5	807.5	116.8	.23	88.0	1859.
48.50	387.0	817.0	118.2	.23	89.0	1881.
49.00	391.5	826.5	119.6	.23	90.0	1903.
49.50	396.0	836.0	121.1	.23	91.1	1926.
50.00	400.5	845.5	122.5	.23	92.1	1948.

 zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	5.	-5.	-5.
1.00	0.	0.	11.	-11.	-11.
1.50	3.	194.	16.	181.	88.
2.00	12.	387.	21.	377.	191.
2.50	26.	581.	27.	580.	297.
3.00	47.	627.	32.	642.	329.
3.50	73.	673.	37.	709.	364.
4.00	105.	719.	42.	782.	403.
4.50	143.	765.	48.	861.	446.
5.00	187.	812.	53.	945.	492.
5.50	236.	858.	58.	1036.	542.
6.00	292.	904.	64.	1132.	596.
6.50	353.	950.	69.	1234.	653.
7.00	420.	997.	74.	1342.	714.
7.50	493.	1013.	80.	1427.	763.
8.00	571.	1030.	85.	1517.	815.
8.50	656.	1047.	90.	1613.	871.
9.00	746.	1064.	95.	1715.	931.
9.50	840.	1081.	101.	1820.	993.
10.00	935.	1097.	106.	1926.	1055.
10.50	1029.	1114.	111.	2032.	1117.
11.00	1123.	1131.	117.	2138.	1179.
11.50	1218.	1148.	122.	2244.	1242.
12.00	1317.	1354.	127.	2544.	1407.
12.50	1422.	1560.	133.	2849.	1576.
13.00	1530.	1767.	138.	3159.	1747.
13.50	1644.	1973.	143.	3474.	1922.
14.00	1762.	1790.	148.	3404.	1893.
14.50	1885.	1607.	154.	3339.	1868.



**LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	108 DI 148

pag. / 11

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	2007.	1424.	159.	3272.	1841.
15.50	2098.	1441.	164.	3374.	1901.
16.00	2182.	1458.	170.	3471.	1957.
16.50	2267.	1459.	175.	3551.	2005.
17.00	2352.	1460.	180.	3632.	2053.
17.50	2437.	1461.	186.	3712.	2101.
18.00	2522.	1461.	191.	3792.	2149.
18.50	2607.	1462.	196.	3873.	2197.
19.00	2693.	1463.	201.	3955.	2246.
19.50	2782.	1464.	207.	4040.	2296.
20.00	2874.	1465.	212.	4127.	2348.
20.50	2968.	1466.	217.	4216.	2401.
21.00	3064.	1505.	223.	4347.	2477.
21.50	3163.	1545.	228.	4480.	2554.
22.00	3264.	1584.	233.	4615.	2632.
22.50	3368.	1624.	239.	4753.	2712.
23.00	3474.	1664.	244.	4893.	2794.
23.50	3582.	1703.	249.	5036.	2877.
24.00	3693.	1743.	254.	5181.	2961.
24.50	3807.	1782.	260.	5329.	3047.
25.00	3922.	1822.	265.	5479.	3135.
25.50	4041.	1861.	270.	5631.	3224.
26.00	4161.	1901.	276.	5786.	3315.
26.50	4285.	1940.	281.	5944.	3407.
27.00	4410.	1980.	286.	6104.	3500.
27.50	4538.	2019.	292.	6266.	3596.
28.00	4669.	2059.	297.	6431.	3692.
28.50	4802.	2098.	302.	6598.	3790.
29.00	4937.	2138.	307.	6767.	3890.
29.50	5075.	2177.	313.	6939.	3991.

pag. / 12

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalzamento

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	5215.	2217.	318.	7114.	4094.
30.50	5358.	2256.	323.	7291.	4198.
31.00	5503.	2296.	329.	7470.	4304.
31.50	5650.	2336.	334.	7652.	4411.
32.00	5800.	2375.	339.	7836.	4520.
32.50	5953.	2415.	345.	8023.	4630.
33.00	6107.	2454.	350.	8212.	4742.
33.50	6265.	2494.	355.	8403.	4855.
34.00	6424.	2533.	360.	8597.	4970.
34.50	6587.	2573.	366.	8794.	5086.
35.00	6751.	2612.	371.	8992.	5204.
35.50	6918.	2652.	376.	9194.	5324.
36.00	7088.	2691.	382.	9397.	5445.
36.50	7260.	2731.	387.	9604.	5567.
37.00	7434.	2770.	392.	9812.	5691.
37.50	7611.	2810.	398.	10023.	5816.
38.00	7790.	2849.	403.	10237.	5943.
38.50	7972.	2889.	408.	10453.	6072.
39.00	8156.	2928.	414.	10671.	6202.
39.50	8342.	2968.	419.	10892.	6333.
40.00	8531.	3008.	424.	11115.	6466.
40.50	8723.	3047.	429.	11341.	6601.
41.00	8917.	3087.	435.	11569.	6737.
41.50	9113.	3126.	440.	11799.	6874.
42.00	9312.	3166.	445.	12032.	7013.
42.50	9513.	3205.	451.	12268.	7154.
43.00	9717.	3245.	456.	12505.	7296.
43.50	9923.	3284.	461.	12746.	7440.
44.00	10131.	3324.	467.	12988.	7585.
44.50	10342.	3363.	472.	13234.	7731.
45.00	10556.	3403.	477.	13481.	7880.
45.50	10771.	3442.	482.	13731.	8029.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q11 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

9.5 PILE GRUPPO 3 – A1 + M1 + R3 – COMPRESSIONE + LIQUEFAZIONE

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	110 DI 148

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m3 $G_e = 9.0$ kN/m3

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

C_u variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "5AL " (Coesivo) da 5.00 a 6.50 m

$G_n = 19.0$ kN/m3 $G_e = 9.0$ kN/m3

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$

Cu variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

Strato 3 "5S" (Incoerente) da 6.50 a 7.50 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau variabile lin. da .0 a .0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "5AL" (Coesivo) da 7.50 a 14.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa
Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 50.0 a 50.0 kPa

Strato 5 "5S" (Incoerente) da 14.00 a 17.50 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau variabile lin. da .0 a .0 kPa

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 6 "5AL" (Coesivo) da 17.50 a 23.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa
Criterio alfa(Cu) nel seguito

Tau > .23 * S'v
Tau < .55 * S'v

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 60.0 a 60.0 kPa

pag. / 5

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 7 "5AL " (Coesivo) da 23.00 a 48.00 m

 $G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha \cdot C_u < 100.0 \text{ kPa}$
 Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

 $\tau > .23 \cdot S'v$
 $\tau < .55 \cdot S'v$
 $Q_b = 9.0 \cdot C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 51.0 a 122.5 kPa

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "5AL "	1.00	1.00	1.00
3 "5S "	1.00	1.00	-
4 "5AL "	1.00	1.00	1.00
5 "5S "	1.00	1.00	-
6 "5AL "	1.00	1.00	1.00
7 "5AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

 Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	100.0	.55	12.4	578.
3.00	27.0	57.0	100.0	.55	14.9	495.
3.50	31.5	66.5	100.0	.55	17.3	412.
4.00	36.0	76.0	100.0	.55	19.8	329.
4.50	40.5	85.5	100.0	.55	22.3	246.
5.00	45.0	95.0	100.0	.55	24.8	163.
5.50	49.5	104.5	50.0	.55	27.2	108.
6.00	54.0	114.0	50.0	.55	29.7	54.
6.50	58.5	123.5	50.0	.28	16.1	0.
7.00	63.0	133.0	--	.00	.0	0.
7.50	67.5	142.5	--	.28	18.6	0.
8.00	72.0	152.0	50.0	.55	39.6	75.
8.50	76.5	161.5	50.0	.52	40.0	151.
9.00	81.0	171.0	50.0	.49	40.0	226.
9.50	85.5	180.5	50.0	.47	40.0	301.
10.00	90.0	190.0	50.0	.44	40.0	347.
10.50	94.5	199.5	50.0	.42	40.0	393.
11.00	99.0	209.0	50.0	.40	40.0	440.
11.50	103.5	218.5	50.0	.39	40.0	366.
12.00	108.0	228.0	50.0	.37	40.0	293.
12.50	112.5	237.5	50.0	.36	40.0	220.
13.00	117.0	247.0	50.0	.34	40.0	147.
13.50	121.5	256.5	50.0	.33	40.0	73.
14.00	126.0	266.0	50.0	.16	20.0	0.
14.50	130.5	275.5	--	.00	.0	0.
15.00	135.0	285.0	--	.00	.0	0.
15.50	139.5	294.5	--	.00	.0	0.
16.00	144.0	304.0	--	.00	.0	0.
16.50	148.5	313.5	--	.00	.0	0.
17.00	153.0	323.0	--	.00	.0	0.

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	--	.12	18.1	0.
18.00	162.0	342.0	60.0	.23	37.3	105.
18.50	166.5	351.5	60.0	.23	38.3	210.
19.00	171.0	361.0	60.0	.23	39.3	315.
19.50	175.5	370.5	60.0	.23	40.4	421.
20.00	180.0	380.0	60.0	.23	41.4	526.
20.50	184.5	389.5	60.0	.23	42.4	631.
21.00	189.0	399.0	60.0	.23	43.5	736.
21.50	193.5	408.5	60.0	.23	44.5	841.
22.00	198.0	418.0	60.0	.23	45.5	895.
22.50	202.5	427.5	60.0	.23	46.6	896.
23.00	207.0	437.0	60.0	.23	47.6	896.
23.50	211.5	446.5	52.4	.23	48.6	918.
24.00	216.0	456.0	53.9	.23	49.7	941.
24.50	220.5	465.5	55.3	.23	50.7	963.
25.00	225.0	475.0	56.7	.23	51.8	985.
25.50	229.5	484.5	58.2	.23	52.8	1008.
26.00	234.0	494.0	59.6	.23	53.8	1030.
26.50	238.5	503.5	61.0	.23	54.9	1053.
27.00	243.0	513.0	62.4	.23	55.9	1075.
27.50	247.5	522.5	63.9	.23	56.9	1097.
28.00	252.0	532.0	65.3	.23	58.0	1120.
28.50	256.5	541.5	66.7	.23	59.0	1142.
29.00	261.0	551.0	68.2	.23	60.0	1164.
29.50	265.5	560.5	69.6	.23	61.1	1187.
30.00	270.0	570.0	71.0	.23	62.1	1209.
30.50	274.5	579.5	72.5	.23	63.1	1232.
31.00	279.0	589.0	73.9	.23	64.2	1254.
31.50	283.5	598.5	75.3	.23	65.2	1276.
32.00	288.0	608.0	76.7	.23	66.2	1299.

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	78.2	.23	67.3	1321.
33.00	297.0	627.0	79.6	.23	68.3	1343.
33.50	301.5	636.5	81.0	.23	69.3	1366.
34.00	306.0	646.0	82.5	.23	70.4	1388.
34.50	310.5	655.5	83.9	.23	71.4	1411.
35.00	315.0	665.0	85.3	.23	72.5	1433.
35.50	319.5	674.5	86.8	.23	73.5	1455.
36.00	324.0	684.0	88.2	.23	74.5	1478.
36.50	328.5	693.5	89.6	.23	75.6	1500.
37.00	333.0	703.0	91.0	.23	76.6	1522.
37.50	337.5	712.5	92.5	.23	77.6	1545.
38.00	342.0	722.0	93.9	.23	78.7	1567.
38.50	346.5	731.5	95.3	.23	79.7	1589.
39.00	351.0	741.0	96.8	.23	80.7	1612.
39.50	355.5	750.5	98.2	.23	81.8	1634.
40.00	360.0	760.0	99.6	.23	82.8	1657.
40.50	364.5	769.5	101.0	.23	83.8	1679.
41.00	369.0	779.0	102.5	.23	84.9	1701.
41.50	373.5	788.5	103.9	.23	85.9	1724.
42.00	378.0	798.0	105.3	.23	86.9	1746.
42.50	382.5	807.5	106.8	.23	88.0	1768.
43.00	387.0	817.0	108.2	.23	89.0	1791.
43.50	391.5	826.5	109.6	.23	90.0	1813.
44.00	396.0	836.0	111.1	.23	91.1	1836.
44.50	400.5	845.5	112.5	.23	92.1	1858.
45.00	405.0	855.0	113.9	.23	93.2	1880.
45.50	409.5	864.5	115.3	.23	94.2	1903.
46.00	414.0	874.0	116.8	.23	95.2	1925.
46.50	418.5	883.5	118.2	.23	96.3	1947.
47.00	423.0	893.0	119.6	.23	97.3	1970.

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	116 DI 148

pag. / 10

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	427.5	902.5	121.1	.23	98.3	1992.
48.00	432.0	912.0	122.5	.23	99.4	2015.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 11

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 3
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1021.	0.	1021.	540.
.50	32.	874.	5.	901.	477.
1.00	70.	727.	11.	787.	418.
1.50	114.	581.	16.	679.	362.
2.00	163.	434.	21.	576.	310.
2.50	219.	287.	27.	480.	261.
3.00	280.	192.	32.	440.	243.
3.50	347.	96.	37.	406.	229.
4.00	410.	0.	42.	368.	212.
4.50	420.	0.	48.	372.	213.
5.00	431.	0.	53.	378.	215.
5.50	510.	133.	58.	585.	329.
6.00	604.	266.	64.	807.	453.
6.50	699.	399.	69.	1029.	576.
7.00	793.	532.	74.	1251.	700.
7.50	887.	614.	80.	1421.	796.
8.00	981.	695.	85.	1592.	893.
8.50	1076.	777.	90.	1762.	989.
9.00	1170.	647.	95.	1722.	974.
9.50	1264.	518.	101.	1681.	958.
10.00	1358.	388.	106.	1641.	943.
10.50	1453.	259.	111.	1600.	928.
11.00	1547.	129.	117.	1560.	913.
11.50	1629.	0.	122.	1507.	890.
12.00	1641.	0.	127.	1514.	892.
12.50	1641.	0.	133.	1508.	887.
13.00	1641.	0.	138.	1503.	881.
13.50	1641.	0.	143.	1498.	876.
14.00	1641.	0.	148.	1493.	871.
14.50	1641.	0.	154.	1487.	866.
15.00	1652.	0.	159.	1493.	867.
15.50	1728.	186.	164.	1749.	1007.
16.00	1817.	372.	170.	2019.	1155.
16.50	1908.	557.	175.	2291.	1305.
17.00	2002.	743.	180.	2565.	1456.
17.50	2098.	929.	186.	2842.	1609.
18.00	2197.	1115.	191.	3121.	1764.
18.50	2298.	1301.	196.	3403.	1919.
19.00	2402.	1486.	201.	3687.	2077.
19.50	2508.	1582.	207.	3883.	2188.
20.00	2616.	1582.	212.	3987.	2250.
20.50	2727.	1583.	217.	4093.	2314.
21.00	2841.	1623.	223.	4241.	2400.
21.50	2957.	1662.	228.	4391.	2488.
22.00	3075.	1702.	233.	4544.	2577.
22.50	3196.	1741.	239.	4699.	2668.
23.00	3319.	1781.	244.	4856.	2760.
23.50	3444.	1821.	249.	5016.	2853.
24.00	3572.	1860.	254.	5178.	2949.
24.50	3703.	1900.	260.	5343.	3045.
25.00	3836.	1939.	265.	5510.	3143.
25.50	3971.	1979.	270.	5679.	3243.
26.00	4109.	2018.	276.	5851.	3344.
26.50	4249.	2058.	281.	6026.	3447.
27.00	4392.	2097.	286.	6203.	3551.
27.50	4537.	2137.	292.	6382.	3657.
28.00	4684.	2176.	297.	6564.	3764.
28.50	4834.	2216.	302.	6748.	3873.
29.00	4987.	2255.	307.	6935.	3983.
29.50	5142.	2295.	313.	7124.	4095.
30.00	5299.	2334.	318.	7315.	4208.

30.50	5459.	2374.	323.	7509.	4323.
31.00	5621.	2414.	329.	7706.	4440.
31.50	5786.	2453.	334.	7905.	4557.
32.00	5953.	2493.	339.	8106.	4677.
32.50	6122.	2532.	345.	8310.	4798.
33.00	6294.	2572.	350.	8516.	4920.
33.50	6468.	2611.	355.	8724.	5044.
34.00	6645.	2651.	360.	8935.	5169.
34.50	6824.	2690.	366.	9149.	5296.
35.00	7006.	2730.	371.	9365.	5425.
35.50	7190.	2769.	376.	9583.	5555.
36.00	7377.	2809.	382.	9804.	5686.
36.50	7566.	2848.	387.	10027.	5819.
37.00	7757.	2888.	392.	10253.	5954.
37.50	7951.	2927.	398.	10481.	6090.
38.00	8147.	2967.	403.	10711.	6227.
38.50	8346.	3006.	408.	10944.	6366.
39.00	8547.	3046.	414.	11180.	6507.
39.50	8751.	3086.	419.	11418.	6649.
40.00	8957.	3125.	424.	11658.	6793.
40.50	9165.	3165.	429.	11901.	6938.
41.00	9376.	3204.	435.	12146.	7084.
41.50	9590.	3244.	440.	12393.	7233.
42.00	9806.	3283.	445.	12644.	7382.
42.50	10024.	3323.	451.	12896.	7533.
43.00	10245.	3362.	456.	13151.	7686.
43.50	10468.	3402.	461.	13408.	7840.
44.00	10693.	3441.	467.	13668.	7996.
44.50	10921.	3481.	472.	13930.	8153.
45.00	11152.	3520.	477.	14195.	8312.
45.50	11385.	3560.	482.	14462.	8472.

 Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp

9.6 PILE GRUPPO 7 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacità portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
 Quota falda da p.c. = .00 m
 Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,l)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm



**LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	119 DI 148

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i" quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 2.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$$

Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "7GS " (Incoerente) da 2.00 a 36.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 25.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 3 "9AL " (Coesivo) da 36.00 a 58.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\beta = .10 + .40 C_u/S'v$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 160.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	121 DI 148

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "7GS "	1.00	1.00	-
3 "9AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni
superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha * C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

**RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
 FONDAZIONI DEL VIADOTTO**

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	122 DI 148

pag. / 5

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	--	.51	11.4	563.
3.00	27.0	57.0	--	.51	13.7	675.
3.50	31.5	66.5	--	.51	16.0	788.
4.00	36.0	76.0	--	.51	18.3	900.
4.50	40.5	85.5	--	.51	20.6	1013.
5.00	45.0	95.0	--	.51	22.9	1125.
5.50	49.5	104.5	--	.51	25.2	1238.
6.00	54.0	114.0	--	.51	27.5	1350.
6.50	58.5	123.5	--	.51	29.8	1463.
7.00	63.0	133.0	--	.51	32.0	1575.
7.50	67.5	142.5	--	.51	34.3	1688.
8.00	72.0	152.0	--	.51	36.6	1800.
8.50	76.5	161.5	--	.51	38.9	1913.
9.00	81.0	171.0	--	.51	41.2	2025.
9.50	85.5	180.5	--	.51	43.5	2138.
10.00	90.0	190.0	--	.51	45.8	2250.
10.50	94.5	199.5	--	.51	48.1	2363.
11.00	99.0	209.0	--	.51	50.3	2475.
11.50	103.5	218.5	--	.51	52.6	2588.
12.00	108.0	228.0	--	.51	54.9	2700.
12.50	112.5	237.5	--	.51	57.2	2812.
13.00	117.0	247.0	--	.51	59.5	2925.
13.50	121.5	256.5	--	.51	61.8	3038.
14.00	126.0	266.0	--	.51	64.1	3150.
14.50	130.5	275.5	--	.51	66.4	3263.
15.00	135.0	285.0	--	.51	68.7	3375.
15.50	139.5	294.5	--	.51	70.9	3488.
16.00	144.0	304.0	--	.51	73.2	3600.
16.50	148.5	313.5	--	.51	75.5	3712.
17.00	153.0	323.0	--	.51	77.8	3825.

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	--	.51	80.1	3937.
18.00	162.0	342.0	--	.51	82.4	4050.
18.50	166.5	351.5	--	.51	84.7	4163.
19.00	171.0	361.0	--	.51	87.0	4275.
19.50	175.5	370.5	--	.51	89.3	4388.
20.00	180.0	380.0	--	.51	91.5	4500.
20.50	184.5	389.5	--	.51	93.8	4613.
21.00	189.0	399.0	--	.51	96.1	4725.
21.50	193.5	408.5	--	.51	98.4	4838.
22.00	198.0	418.0	--	.51	100.7	4950.
22.50	202.5	427.5	--	.51	103.0	5062.
23.00	207.0	437.0	--	.51	105.3	5175.
23.50	211.5	446.5	--	.51	107.6	5287.
24.00	216.0	456.0	--	.51	109.9	5400.
24.50	220.5	465.5	--	.51	112.1	5513.
25.00	225.0	475.0	--	.51	114.4	5625.
25.50	229.5	484.5	--	.51	116.7	5738.
26.00	234.0	494.0	--	.51	119.0	5800.
26.50	238.5	503.5	--	.51	121.3	5800.
27.00	243.0	513.0	--	.51	123.6	5800.
27.50	247.5	522.5	--	.51	125.9	5800.
28.00	252.0	532.0	--	.51	128.2	5800.
28.50	256.5	541.5	--	.51	130.5	5800.
29.00	261.0	551.0	--	.51	132.7	5800.
29.50	265.5	560.5	--	.51	135.0	5800.
30.00	270.0	570.0	--	.51	137.3	5800.
30.50	274.5	579.5	--	.51	139.6	5800.
31.00	279.0	589.0	--	.51	141.9	5800.
31.50	283.5	598.5	--	.51	144.2	5800.
32.00	288.0	608.0	--	.51	146.5	5392.

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	--	.51	148.8	4983.
33.00	297.0	627.0	--	.51	150.0	4575.
33.50	301.5	636.5	--	.50	150.0	4166.
34.00	306.0	646.0	--	.49	150.0	3758.
34.50	310.5	655.5	--	.48	150.0	3349.
35.00	315.0	665.0	--	.48	150.0	2941.
35.50	319.5	674.5	--	.47	150.0	2532.
36.00	324.0	684.0	--	.38	123.2	2124.
36.50	329.0	694.0	162.0	.30	97.7	2152.
37.00	334.0	704.0	164.1	.30	99.0	2181.
37.50	339.0	714.0	166.1	.30	100.4	2209.
38.00	344.0	724.0	168.2	.30	101.7	2238.
38.50	349.0	734.0	170.2	.30	103.0	2266.
39.00	354.0	744.0	172.3	.29	104.3	2294.
39.50	359.0	754.0	174.3	.29	105.6	2323.
40.00	364.0	764.0	176.4	.29	106.9	2351.
40.50	369.0	774.0	178.4	.29	108.3	2380.
41.00	374.0	784.0	180.5	.29	109.6	2408.
41.50	379.0	794.0	182.5	.29	110.9	2437.
42.00	384.0	804.0	184.5	.29	112.2	2465.
42.50	389.0	814.0	186.6	.29	113.5	2493.
43.00	394.0	824.0	188.6	.29	114.9	2522.
43.50	399.0	834.0	190.7	.29	116.2	2550.
44.00	404.0	844.0	192.7	.29	117.5	2579.
44.50	409.0	854.0	194.8	.29	118.8	2607.
45.00	414.0	864.0	196.8	.29	120.0	2635.
45.50	419.0	874.0	198.9	.29	120.0	2664.
46.00	424.0	884.0	200.9	.28	120.0	2692.
46.50	429.0	894.0	203.0	.28	120.0	2721.
47.00	434.0	904.0	205.0	.28	120.0	2749.

pag. / 8

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	439.0	914.0	207.0	.27	120.0	2777.
48.00	444.0	924.0	209.1	.27	120.0	2806.
48.50	449.0	934.0	211.1	.27	120.0	2834.
49.00	454.0	944.0	213.2	.26	120.0	2863.
49.50	459.0	954.0	215.2	.26	120.0	2891.
50.00	464.0	964.0	217.3	.26	120.0	2919.
50.50	469.0	974.0	219.3	.26	120.0	2948.
51.00	474.0	984.0	221.4	.25	120.0	2976.
51.50	479.0	994.0	223.4	.25	120.0	3005.
52.00	484.0	1004.0	225.5	.25	120.0	3033.
52.50	489.0	1014.0	227.5	.25	120.0	3062.
53.00	494.0	1024.0	229.5	.24	120.0	3090.
53.50	499.0	1034.0	231.6	.24	120.0	3118.
54.00	504.0	1044.0	233.6	.24	120.0	3147.
54.50	509.0	1054.0	235.7	.24	120.0	3175.
55.00	514.0	1064.0	237.7	.23	120.0	3204.
55.50	519.0	1074.0	239.8	.23	120.0	3232.
56.00	524.0	1084.0	241.8	.23	120.0	3260.
56.50	529.0	1094.0	243.9	.23	120.0	3289.
57.00	534.0	1104.0	245.9	.22	120.0	3317.
57.50	539.0	1114.0	248.0	.22	120.0	3346.
58.00	544.0	1124.0	250.0	.22	120.0	3374.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	994.	0.	994.	526.
.50	30.	1193.	5.	1217.	644.
1.00	65.	1392.	11.	1446.	766.
1.50	105.	1590.	16.	1680.	891.
2.00	151.	1789.	21.	1919.	1019.
2.50	202.	1988.	27.	2164.	1151.
3.00	259.	2187.	32.	2414.	1286.
3.50	321.	2386.	37.	2669.	1424.
4.00	388.	2584.	42.	2930.	1566.
4.50	461.	2783.	48.	3197.	1711.
5.00	539.	2982.	53.	3468.	1860.
5.50	623.	3181.	58.	3745.	2012.
6.00	712.	3380.	64.	4028.	2167.
6.50	806.	3578.	69.	4316.	2325.
7.00	906.	3777.	74.	4609.	2487.
7.50	1011.	3976.	80.	4908.	2652.
8.00	1122.	4175.	85.	5212.	2821.
8.50	1238.	4374.	90.	5521.	2993.
9.00	1359.	4572.	95.	5836.	3168.
9.50	1486.	4771.	101.	6156.	3347.
10.00	1618.	4970.	106.	6482.	3528.
10.50	1755.	5169.	111.	6813.	3714.
11.00	1898.	5368.	117.	7149.	3902.
11.50	2046.	5567.	122.	7491.	4094.
12.00	2200.	5765.	127.	7838.	4290.
12.50	2359.	5964.	133.	8191.	4488.
13.00	2524.	6163.	138.	8549.	4690.
13.50	2694.	6362.	143.	8912.	4896.
14.00	2869.	6561.	148.	9281.	5105.
14.50	3049.	6759.	154.	9655.	5317.
15.00	3235.	6958.	159.	10035.	5532.
15.50	3427.	7157.	164.	10419.	5751.
16.00	3624.	7356.	170.	10810.	5973.
16.50	3826.	7555.	175.	11206.	6199.
17.00	4034.	7753.	180.	11607.	6427.
17.50	4247.	7952.	186.	12013.	6660.
18.00	4465.	8151.	191.	12425.	6895.
18.50	4689.	8350.	196.	12842.	7134.
19.00	4918.	8549.	201.	13265.	7376.
19.50	5152.	8747.	207.	13693.	7622.
20.00	5392.	8946.	212.	14127.	7871.
20.50	5638.	9145.	217.	14565.	8123.
21.00	5889.	9344.	223.	15010.	8379.
21.50	6145.	9543.	228.	15459.	8638.
22.00	6406.	9741.	233.	15914.	8900.
22.50	6673.	9940.	239.	16375.	9166.
23.00	6945.	10139.	244.	16841.	9435.
23.50	7223.	10249.	249.	17223.	9660.
24.00	7506.	10249.	254.	17501.	9831.
24.50	7795.	10249.	260.	17784.	10005.
25.00	8089.	10249.	265.	18073.	10182.
25.50	8388.	10249.	270.	18367.	10362.
26.00	8693.	10249.	276.	18666.	10546.
26.50	9003.	10249.	281.	18971.	10734.
27.00	9318.	10249.	286.	19281.	10924.
27.50	9639.	10249.	292.	19597.	11118.
28.00	9965.	10249.	297.	19918.	11316.
28.50	10297.	10249.	302.	20244.	11516.
29.00	10634.	10249.	307.	20576.	11720.
29.50	10976.	9528.	313.	20191.	11546.
30.00	11324.	8806.	318.	19812.	11375.

30.50	11677.	8084.	323.	19437.	11206.
31.00	12030.	7362.	329.	19064.	11039.
31.50	12384.	6641.	334.	18690.	10871.
32.00	12737.	5919.	339.	18316.	10703.
32.50	13090.	5197.	345.	17943.	10536.
33.00	13444.	4475.	350.	17569.	10368.
33.50	13781.	3753.	355.	17180.	10191.
34.00	14026.	3804.	360.	17469.	10364.
34.50	14258.	3854.	366.	17746.	10529.
35.00	14493.	3904.	371.	18026.	10696.
35.50	14731.	3954.	376.	18308.	10865.
36.00	14972.	4004.	382.	18594.	11036.
36.50	15216.	4055.	387.	18884.	11209.
37.00	15463.	4105.	392.	19176.	11384.
37.50	15714.	4155.	398.	19471.	11561.
38.00	15967.	4205.	403.	19770.	11740.
38.50	16224.	4255.	408.	20071.	11920.
39.00	16484.	4306.	414.	20376.	12103.
39.50	16746.	4356.	419.	20684.	12287.
40.00	17012.	4406.	424.	20994.	12474.
40.50	17282.	4456.	429.	21308.	12662.
41.00	17554.	4506.	435.	21625.	12853.
41.50	17829.	4557.	440.	21946.	13045.
42.00	18107.	4607.	445.	22269.	13239.
42.50	18389.	4657.	451.	22595.	13435.
43.00	18672.	4707.	456.	22923.	13632.
43.50	18954.	4757.	461.	23251.	13829.
44.00	19237.	4808.	467.	23578.	14026.
44.50	19520.	4858.	472.	23906.	14223.
45.00	19802.	4908.	477.	24233.	14419.
45.50	20085.	4958.	482.	24561.	14616.
46.00	20368.	5008.	488.	24889.	14813.
46.50	20651.	5059.	493.	25216.	15010.
47.00	20933.	5109.	498.	25544.	15207.
47.50	21216.	5159.	504.	25872.	15404.
48.00	21499.	5209.	509.	26199.	15601.
48.50	21782.	5260.	514.	26527.	15798.
49.00	22064.	5310.	520.	26855.	15994.
49.50	22347.	5360.	525.	27182.	16191.
50.00	22630.	5410.	530.	27510.	16388.
50.50	22913.	5460.	535.	27838.	16585.
51.00	23195.	5511.	541.	28165.	16782.
51.50	23478.	5561.	546.	28493.	16979.
52.00	23761.	5611.	551.	28820.	17176.
52.50	24044.	5661.	557.	29148.	17373.
53.00	24326.	5711.	562.	29476.	17569.
53.50	24609.	5762.	567.	29803.	17766.
54.00	24892.	5812.	573.	30131.	17963.
54.50	25175.	5862.	578.	30459.	18160.
55.00	25457.	5912.	583.	30786.	18357.
55.50	25740.	5962.	588.	31114.	18554.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 $Qd = \text{Portata di progetto} = Qll/FS,l + Qbl/FS,b - Wp$

9.7 PILE GRUPPO 7 – A1+M1+R3 – COMPRESSIONE + SCALZAMENTO 6.5 M

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	128 DI 148

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

Quota testa palo da p.c. = 4.50 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Incoerente) da .00 a 6.50 m

$$G_n = .0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = .0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau variabile lin. da } .0 \text{ a } .0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 0. \text{ a } 0. \text{ kPa}$$

Strato 2 "7GS " (Incoerente) da 6.50 a 38.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau} = K * \tan(\text{delta}) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \text{delta} = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 25.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 3 "9AL " (Coesivo) da 38.00 a 60.00 m

$$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau} = \text{beta} * S'v < 120.0 \text{ kPa}$$

$$\text{beta} = .10 + .40 \text{ Cu/S'v}$$

$$\text{Tau} > .23 * S'v$$

$$\text{Tau} < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * \text{Cu} + S_v$$

$$\text{Cu variabile lin. da } 160.0 \text{ a } 250.0 \text{ kPa}$$



LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	130 DI 148

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	-
2 "7GS "	1.00	1.00	-
3 "9AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni
superiori o inferiori dei parametri

pag. / 5

LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA parametri per valutazione capacità portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
4.50	.0	.0	--	.00	.0	0.
5.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
5.50	.0	.0	--	.00	.0	0.
6.00	.0	.0	--	.00	.0	0.
6.50	.0	.0	--	.00	.0	0.
7.00	4.5	9.5	--	.51	2.3	112.
7.50	9.0	19.0	--	.51	4.6	225.
8.00	13.5	28.5	--	.51	6.9	338.
8.50	18.0	38.0	--	.51	9.2	450.
9.00	22.5	47.5	--	.51	11.4	563.
9.50	27.0	57.0	--	.51	13.7	675.
10.00	31.5	66.5	--	.51	16.0	788.
10.50	36.0	76.0	--	.51	18.3	900.
11.00	40.5	85.5	--	.51	20.6	1013.
11.50	45.0	95.0	--	.51	22.9	1125.
12.00	49.5	104.5	--	.51	25.2	1238.
12.50	54.0	114.0	--	.51	27.5	1350.
13.00	58.5	123.5	--	.51	29.8	1462.
13.50	63.0	133.0	--	.51	32.0	1575.
14.00	67.5	142.5	--	.51	34.3	1688.
14.50	72.0	152.0	--	.51	36.6	1800.
15.00	76.5	161.5	--	.51	38.9	1912.
15.50	81.0	171.0	--	.51	41.2	2025.
16.00	85.5	180.5	--	.51	43.5	2138.
16.50	90.0	190.0	--	.51	45.8	2250.
17.00	94.5	199.5	--	.51	48.1	2362.
17.50	99.0	209.0	--	.51	50.3	2475.
18.00	103.5	218.5	--	.51	52.6	2588.
18.50	108.0	228.0	--	.51	54.9	2700.
19.00	112.5	237.5	--	.51	57.2	2812.

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
19.50	117.0	247.0	--	.51	59.5	2925.
20.00	121.5	256.5	--	.51	61.8	3037.
20.50	126.0	266.0	--	.51	64.1	3150.
21.00	130.5	275.5	--	.51	66.4	3263.
21.50	135.0	285.0	--	.51	68.7	3375.
22.00	139.5	294.5	--	.51	70.9	3488.
22.50	144.0	304.0	--	.51	73.2	3600.
23.00	148.5	313.5	--	.51	75.5	3712.
23.50	153.0	323.0	--	.51	77.8	3825.
24.00	157.5	332.5	--	.51	80.1	3937.
24.50	162.0	342.0	--	.51	82.4	4050.
25.00	166.5	351.5	--	.51	84.7	4163.
25.50	171.0	361.0	--	.51	87.0	4275.
26.00	175.5	370.5	--	.51	89.3	4388.
26.50	180.0	380.0	--	.51	91.5	4500.
27.00	184.5	389.5	--	.51	93.8	4613.
27.50	189.0	399.0	--	.51	96.1	4725.
28.00	193.5	408.5	--	.51	98.4	4837.
28.50	198.0	418.0	--	.51	100.7	4950.
29.00	202.5	427.5	--	.51	103.0	5063.
29.50	207.0	437.0	--	.51	105.3	5175.
30.00	211.5	446.5	--	.51	107.6	5288.
30.50	216.0	456.0	--	.51	109.9	5400.
31.00	220.5	465.5	--	.51	112.1	5512.
31.50	225.0	475.0	--	.51	114.4	5625.
32.00	229.5	484.5	--	.51	116.7	5737.
32.50	234.0	494.0	--	.51	119.0	5800.
33.00	238.5	503.5	--	.51	121.3	5800.
33.50	243.0	513.0	--	.51	123.6	5800.
34.00	247.5	522.5	--	.51	125.9	5382.

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
34.50	252.0	532.0	--	.51	128.2	4964.
35.00	256.5	541.5	--	.51	130.5	4546.
35.50	261.0	551.0	--	.51	132.7	4128.
36.00	265.5	560.5	--	.51	135.0	3710.
36.50	270.0	570.0	--	.51	137.3	3292.
37.00	274.5	579.5	--	.51	139.6	2874.
37.50	279.0	589.0	--	.51	141.9	2456.
38.00	283.5	598.5	--	.42	118.3	2039.
38.50	288.5	608.5	162.0	.32	93.7	2067.
39.00	293.5	618.5	164.1	.32	95.0	2095.
39.50	298.5	628.5	166.1	.32	96.3	2124.
40.00	303.5	638.5	168.2	.32	97.6	2152.
40.50	308.5	648.5	170.2	.32	98.9	2181.
41.00	313.5	658.5	172.3	.32	100.3	2209.
41.50	318.5	668.5	174.3	.32	101.6	2237.
42.00	323.5	678.5	176.4	.32	102.9	2266.
42.50	328.5	688.5	178.4	.32	104.2	2294.
43.00	333.5	698.5	180.5	.32	105.5	2323.
43.50	338.5	708.5	182.5	.32	106.8	2351.
44.00	343.5	718.5	184.5	.31	108.2	2379.
44.50	348.5	728.5	186.6	.31	109.5	2408.
45.00	353.5	738.5	188.6	.31	110.8	2436.
45.50	358.5	748.5	190.7	.31	112.1	2465.
46.00	363.5	758.5	192.7	.31	113.4	2493.
46.50	368.5	768.5	194.8	.31	114.8	2521.
47.00	373.5	778.5	196.8	.31	116.1	2550.
47.50	378.5	788.5	198.9	.31	117.4	2578.
48.00	383.5	798.5	200.9	.31	118.7	2607.
48.50	388.5	808.5	203.0	.31	120.0	2635.
49.00	393.5	818.5	205.0	.30	120.0	2664.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
49.50	398.5	828.5	207.0	.30	120.0	2692.
50.00	403.5	838.5	209.1	.30	120.0	2720.
50.50	408.5	848.5	211.1	.29	120.0	2749.
51.00	413.5	858.5	213.2	.29	120.0	2777.
51.50	418.5	868.5	215.2	.29	120.0	2806.
52.00	423.5	878.5	217.3	.28	120.0	2834.
52.50	428.5	888.5	219.3	.28	120.0	2862.
53.00	433.5	898.5	221.4	.28	120.0	2891.
53.50	438.5	908.5	223.4	.27	120.0	2919.
54.00	443.5	918.5	225.5	.27	120.0	2948.
54.50	448.5	928.5	227.5	.27	120.0	2976.
55.00	453.5	938.5	229.5	.26	120.0	3004.
55.50	458.5	948.5	231.6	.26	120.0	3033.
56.00	463.5	958.5	233.6	.26	120.0	3061.
56.50	468.5	968.5	235.7	.26	120.0	3090.
57.00	473.5	978.5	237.7	.25	120.0	3118.
57.50	478.5	988.5	239.8	.25	120.0	3146.
58.00	483.5	998.5	241.8	.25	120.0	3175.
58.50	488.5	1008.5	243.9	.25	120.0	3203.
59.00	493.5	1018.5	245.9	.24	120.0	3232.
59.50	498.5	1028.5	248.0	.24	120.0	3260.
60.00	503.5	1038.5	250.0	.24	120.0	3289.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	0.	0.	5.	-5.	-5.
1.00	0.	0.	11.	-11.	-11.
1.50	0.	0.	16.	-16.	-16.
2.00	0.	0.	21.	-21.	-21.
2.50	3.	199.	27.	175.	80.
3.00	11.	398.	32.	377.	185.
3.50	24.	596.	37.	584.	294.
4.00	43.	795.	42.	796.	405.
4.50	67.	994.	48.	1014.	520.
5.00	97.	1193.	53.	1237.	638.
5.50	132.	1392.	58.	1465.	760.
6.00	173.	1590.	64.	1699.	885.
6.50	218.	1789.	69.	1939.	1013.
7.00	270.	1988.	74.	2183.	1145.
7.50	326.	2187.	80.	2434.	1280.
8.00	388.	2386.	85.	2689.	1419.
8.50	456.	2584.	90.	2950.	1560.
9.00	528.	2783.	95.	3216.	1705.
9.50	607.	2982.	101.	3488.	1854.
10.00	690.	3181.	106.	3765.	2006.
10.50	779.	3380.	111.	4048.	2161.
11.00	874.	3578.	117.	4335.	2319.
11.50	973.	3777.	122.	4629.	2481.
12.00	1078.	3976.	127.	4927.	2646.
12.50	1189.	4175.	133.	5231.	2815.
13.00	1305.	4374.	138.	5541.	2987.
13.50	1426.	4572.	143.	5856.	3162.
14.00	1553.	4771.	148.	6176.	3341.
14.50	1685.	4970.	154.	6501.	3523.

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -gruppo 7
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 scalz

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	1823.	5169.	159.	6832.	3708.
15.50	1966.	5368.	164.	7169.	3897.
16.00	2114.	5567.	170.	7511.	4089.
16.50	2268.	5765.	175.	7858.	4284.
17.00	2427.	5964.	180.	8210.	4483.
17.50	2591.	6163.	186.	8568.	4685.
18.00	2761.	6362.	191.	8932.	4890.
18.50	2936.	6561.	196.	9301.	5099.
19.00	3117.	6759.	201.	9675.	5311.
19.50	3303.	6958.	207.	10054.	5526.
20.00	3494.	7157.	212.	10439.	5745.
20.50	3691.	7356.	217.	10829.	5967.
21.00	3893.	7555.	223.	11225.	6193.
21.50	4101.	7753.	228.	11626.	6421.
22.00	4314.	7952.	233.	12033.	6654.
22.50	4532.	8151.	239.	12445.	6889.
23.00	4756.	8350.	244.	12862.	7128.
23.50	4985.	8549.	249.	13285.	7370.
24.00	5220.	8747.	254.	13713.	7616.
24.50	5460.	8946.	260.	14146.	7865.
25.00	5705.	9145.	265.	14585.	8117.
25.50	5956.	9344.	270.	15029.	8373.
26.00	6212.	9543.	276.	15479.	8632.
26.50	6474.	9741.	281.	15934.	8894.
27.00	6741.	9940.	286.	16394.	9160.
27.50	7013.	10139.	292.	16860.	9429.
28.00	7291.	10249.	297.	17243.	9654.
28.50	7574.	10249.	302.	17521.	9825.
29.00	7862.	10249.	307.	17804.	9999.
29.50	8156.	9511.	313.	17354.	9785.
30.00	8455.	8772.	318.	16910.	9575.
30.50	8760.	8034.	323.	16470.	9368.
31.00	9070.	7295.	329.	16037.	9165.
31.50	9385.	6557.	334.	15608.	8965.
32.00	9706.	5818.	339.	15185.	8768.
32.50	10033.	5079.	345.	14767.	8574.
33.00	10364.	4341.	350.	14355.	8384.
33.50	10686.	3602.	355.	13933.	8188.
34.00	10920.	3653.	360.	14212.	8355.
34.50	11143.	3703.	366.	14480.	8514.
35.00	11368.	3753.	371.	14750.	8675.
35.50	11596.	3803.	376.	15023.	8839.
36.00	11828.	3853.	382.	15300.	9004.
36.50	12063.	3904.	387.	15579.	9171.
37.00	12300.	3954.	392.	15862.	9340.
37.50	12541.	4004.	398.	16148.	9511.
38.00	12785.	4054.	403.	16437.	9683.
38.50	13032.	4104.	408.	16729.	9858.
39.00	13283.	4155.	414.	17024.	10035.
39.50	13536.	4205.	419.	17322.	10213.
40.00	13792.	4255.	424.	17623.	10394.
40.50	14052.	4305.	429.	17928.	10576.
41.00	14315.	4355.	435.	18235.	10761.
41.50	14580.	4406.	440.	18546.	10947.
42.00	14849.	4456.	445.	18860.	11135.
42.50	15121.	4506.	451.	19176.	11325.
43.00	15396.	4556.	456.	19496.	11518.
43.50	15674.	4606.	461.	19819.	11712.
44.00	15956.	4657.	467.	20146.	11908.
44.50	16238.	4707.	472.	20473.	12104.
45.00	16521.	4757.	477.	20801.	12301.

45.50	16804.	4807.	482.	21129.	12498.
46.00	17087.	4857.	488.	21456.	12695.
46.50	17369.	4908.	493.	21784.	12892.
47.00	17652.	4958.	498.	22111.	13089.
47.50	17935.	5008.	504.	22439.	13286.
48.00	18217.	5058.	509.	22767.	13483.
48.50	18500.	5108.	514.	23094.	13679.
49.00	18783.	5159.	520.	23422.	13876.
49.50	19066.	5209.	525.	23750.	14073.
50.00	19348.	5259.	530.	24077.	14270.
50.50	19631.	5309.	535.	24405.	14467.
51.00	19914.	5359.	541.	24733.	14664.
51.50	20197.	5410.	546.	25060.	14861.
52.00	20479.	5460.	551.	25388.	15058.
52.50	20762.	5510.	557.	25716.	15254.
53.00	21045.	5560.	562.	26043.	15451.
53.50	21328.	5610.	567.	26371.	15648.
54.00	21610.	5661.	573.	26698.	15845.
54.50	21893.	5711.	578.	27026.	16042.
55.00	22176.	5761.	583.	27354.	16239.
55.50	22459.	5811.	588.	27681.	16436.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

9.8 SPALLA B LATO LESINA- A1 +M1 +R3 - COMPRESSIONE

*** P A L ***
 Programma per l'analisi della capacita' portante
 assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
 ottobre 2006

pag. / 2

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacita... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
 Quota falda da p.c. = .00 m
 Peso di volume del palo = 6.00 kN/m3
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.61 (FS,1)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.89 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
 quando la Qb,i ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
 strati adiacenti:



**LINEA PESCARA-BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA
LOTTO 1:RIPALTA - LESINA**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOTECNICA DI CALCOLO DELLE
FONDAZIONI DEL VIADOTTO

COMMESSA	LOTTO	FASE CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LI00	01	D78 RH GE00050002	A	138 DI 148

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag. / 3

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "5AL " (Coesivo) da .00 a 12.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$\tau > .23 * S'v$$

$$\tau < .55 * S'v$$

$$Q_b = 9.0 * C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 150.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "7GS " (Incoerente) da 12.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 36.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 25.0 * S'v < 4300. \text{ kPa}$$

Strato 3 "7GS " (Incoerente) da 20.00 a 38.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$$

$$K = .70 \quad \delta = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 25.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

pag. / 4

LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "9AL " (Coesivo) da 38.00 a 60.00 m

$G_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 10.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta \cdot S'v < 120.0 \text{ kPa}$

$\beta = .10 + .40 \text{ Cu/S}'v$

$\tau > .23 \cdot S'v$

$\tau < .55 \cdot S'v$

$Q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + S_v$

Cu variabile lin. da 160.0 a 250.0 kPa

pag. / 5

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "5AL "	1.00	1.00	1.00
2 "7GS "	1.00	1.00	-
3 "7GS "	1.00	1.00	-
4 "9AL "	1.00	1.00	1.00

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

 Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag. / 6

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	22.5	47.5	110.4	.55	12.4	1041.
3.00	27.0	57.0	112.5	.55	14.9	1070.
3.50	31.5	66.5	114.6	.55	17.3	1098.
4.00	36.0	76.0	116.7	.55	19.8	1126.
4.50	40.5	85.5	118.8	.55	22.3	1154.
5.00	45.0	95.0	120.8	.55	24.8	1183.
5.50	49.5	104.5	122.9	.55	27.2	1211.
6.00	54.0	114.0	125.0	.55	29.7	1239.
6.50	58.5	123.5	127.1	.55	32.2	1267.
7.00	63.0	133.0	129.2	.55	34.7	1296.
7.50	67.5	142.5	131.3	.55	37.1	1324.
8.00	72.0	152.0	133.3	.55	39.6	1352.
8.50	76.5	161.5	135.4	.55	42.1	1380.
9.00	81.0	171.0	137.5	.55	44.5	1409.
9.50	85.5	180.5	139.6	.55	47.0	1437.
10.00	90.0	190.0	141.7	.55	49.5	1465.
10.50	94.5	199.5	143.8	.55	52.0	1493.
11.00	99.0	209.0	145.8	.55	54.5	1522.
11.50	103.5	218.5	147.9	.55	56.9	1550.
12.00	108.0	228.0	150.0	.53	57.2	1578.
12.50	112.5	237.5	--	.51	57.2	1815.
13.00	117.0	247.0	--	.51	59.5	2052.
13.50	121.5	256.5	--	.51	61.8	2290.
14.00	126.0	266.0	--	.51	64.1	2527.
14.50	130.5	275.5	--	.51	66.4	2764.
15.00	135.0	285.0	--	.51	68.7	3001.
15.50	139.5	294.5	--	.51	70.9	3238.
16.00	144.0	304.0	--	.51	73.2	3475.
16.50	148.5	313.5	--	.51	75.5	3713.
17.00	153.0	323.0	--	.51	77.8	3825.

pag. / 7

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	157.5	332.5	--	.51	80.1	3938.
18.00	162.0	342.0	--	.51	82.4	4050.
18.50	166.5	351.5	--	.51	84.7	4163.
19.00	171.0	361.0	--	.51	87.0	4275.
19.50	175.5	370.5	--	.51	89.3	4300.
20.00	180.0	380.0	--	.53	95.0	4300.
20.50	184.5	389.5	--	.55	100.9	4435.
21.00	189.0	399.0	--	.55	103.4	4569.
21.50	193.5	408.5	--	.55	105.8	4704.
22.00	198.0	418.0	--	.55	108.3	4839.
22.50	202.5	427.5	--	.55	110.7	4974.
23.00	207.0	437.0	--	.55	113.2	5108.
23.50	211.5	446.5	--	.55	115.7	5243.
24.00	216.0	456.0	--	.55	118.1	5378.
24.50	220.5	465.5	--	.55	120.6	5513.
25.00	225.0	475.0	--	.55	123.1	5625.
25.50	229.5	484.5	--	.55	125.5	5738.
26.00	234.0	494.0	--	.55	128.0	5800.
26.50	238.5	503.5	--	.55	130.4	5800.
27.00	243.0	513.0	--	.55	132.9	5800.
27.50	247.5	522.5	--	.55	135.4	5800.
28.00	252.0	532.0	--	.55	137.8	5800.
28.50	256.5	541.5	--	.55	140.3	5800.
29.00	261.0	551.0	--	.55	142.7	5800.
29.50	265.5	560.5	--	.55	145.2	5800.
30.00	270.0	570.0	--	.55	147.7	5800.
30.50	274.5	579.5	--	.55	150.0	5800.
31.00	279.0	589.0	--	.54	150.0	5800.
31.50	283.5	598.5	--	.53	150.0	5800.
32.00	288.0	608.0	--	.52	150.0	5800.

pag. / 8

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	292.5	617.5	--	.51	150.0	5800.
33.00	297.0	627.0	--	.51	150.0	5800.
33.50	301.5	636.5	--	.50	150.0	5800.
34.00	306.0	646.0	--	.49	150.0	5396.
34.50	310.5	655.5	--	.48	150.0	4992.
35.00	315.0	665.0	--	.48	150.0	4587.
35.50	319.5	674.5	--	.47	150.0	4183.
36.00	324.0	684.0	--	.46	150.0	3779.
36.50	328.5	693.5	--	.46	150.0	3375.
37.00	333.0	703.0	--	.45	150.0	2970.
37.50	337.5	712.5	--	.44	150.0	2566.
38.00	342.0	722.0	--	.36	124.1	2162.
38.50	347.0	732.0	162.0	.29	99.5	2190.
39.00	352.0	742.0	164.1	.29	100.8	2219.
39.50	357.0	752.0	166.1	.29	102.2	2247.
40.00	362.0	762.0	168.2	.29	103.5	2276.
40.50	367.0	772.0	170.2	.29	104.8	2304.
41.00	372.0	782.0	172.3	.29	106.1	2332.
41.50	377.0	792.0	174.3	.28	107.4	2361.
42.00	382.0	802.0	176.4	.28	108.7	2389.
42.50	387.0	812.0	178.4	.28	110.1	2418.
43.00	392.0	822.0	180.5	.28	111.4	2446.
43.50	397.0	832.0	182.5	.28	112.7	2475.
44.00	402.0	842.0	184.5	.28	114.0	2503.
44.50	407.0	852.0	186.6	.28	115.3	2531.
45.00	412.0	862.0	188.6	.28	116.7	2560.
45.50	417.0	872.0	190.7	.28	118.0	2588.
46.00	422.0	882.0	192.7	.28	119.3	2617.
46.50	427.0	892.0	194.8	.28	120.0	2645.
47.00	432.0	902.0	196.8	.28	120.0	2673.

pag. / 9

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	437.0	912.0	198.9	.27	120.0	2702.
48.00	442.0	922.0	200.9	.27	120.0	2730.
48.50	447.0	932.0	203.0	.27	120.0	2759.
49.00	452.0	942.0	205.0	.27	120.0	2787.
49.50	457.0	952.0	207.0	.26	120.0	2815.
50.00	462.0	962.0	209.1	.26	120.0	2844.
50.50	467.0	972.0	211.1	.26	120.0	2872.
51.00	472.0	982.0	213.2	.25	120.0	2901.
51.50	477.0	992.0	215.2	.25	120.0	2929.
52.00	482.0	1002.0	217.3	.25	120.0	2957.
52.50	487.0	1012.0	219.3	.25	120.0	2986.
53.00	492.0	1022.0	221.4	.24	120.0	3014.
53.50	497.0	1032.0	223.4	.24	120.0	3043.
54.00	502.0	1042.0	225.5	.24	120.0	3071.
54.50	507.0	1052.0	227.5	.24	120.0	3100.
55.00	512.0	1062.0	229.5	.23	120.0	3128.
55.50	517.0	1072.0	231.6	.23	120.0	3156.
56.00	522.0	1082.0	233.6	.23	120.0	3185.
56.50	527.0	1092.0	235.7	.23	120.0	3213.
57.00	532.0	1102.0	237.7	.23	120.0	3242.
57.50	537.0	1112.0	239.8	.22	120.0	3270.
58.00	542.0	1122.0	241.8	.22	120.0	3298.
58.50	547.0	1132.0	243.9	.22	120.0	3327.
59.00	552.0	1142.0	245.9	.22	120.0	3355.
59.50	557.0	1152.0	248.0	.22	120.0	3384.
60.00	562.0	1162.0	250.0	.21	120.0	3412.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1840.	0.	1840.	974.
.50	32.	1890.	5.	1917.	1015.
1.00	70.	1940.	11.	1999.	1059.
1.50	114.	1990.	16.	2088.	1108.
2.00	163.	2040.	21.	2182.	1159.
2.50	219.	2090.	27.	2282.	1215.
3.00	280.	2140.	32.	2388.	1274.
3.50	347.	2189.	37.	2499.	1337.
4.00	420.	2239.	42.	2617.	1403.
4.50	499.	2289.	48.	2740.	1473.
5.00	583.	2339.	53.	2869.	1547.
5.50	674.	2389.	58.	3004.	1624.
6.00	770.	2439.	64.	3145.	1705.
6.50	872.	2489.	69.	3292.	1790.
7.00	980.	2539.	74.	3444.	1878.
7.50	1093.	2589.	80.	3603.	1969.
8.00	1213.	2639.	85.	3767.	2065.
8.50	1338.	2689.	90.	3937.	2164.
9.00	1470.	2739.	95.	4113.	2266.
9.50	1605.	2789.	101.	4293.	2372.
10.00	1739.	3208.	106.	4840.	2671.
10.50	1876.	3627.	111.	5392.	2973.
11.00	2019.	4046.	117.	5948.	3278.
11.50	2167.	4465.	122.	6510.	3587.
12.00	2321.	4884.	127.	7078.	3899.
12.50	2480.	5303.	133.	7651.	4214.
13.00	2645.	5722.	138.	8229.	4532.
13.50	2815.	6141.	143.	8813.	4854.
14.00	2990.	6561.	148.	9402.	5180.
14.50	3170.	6759.	154.	9776.	5392.

pag. / 11

 LINEA FS TERMOLI-LESINA -spalla B
 Capacit... portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3356.	6958.	159.	10156.	5607.
15.50	3548.	7157.	164.	10540.	5826.
16.00	3745.	7356.	170.	10931.	6048.
16.50	3947.	7555.	175.	11327.	6274.
17.00	4155.	7599.	180.	11573.	6421.
17.50	4370.	7599.	186.	11783.	6549.
18.00	4602.	7837.	191.	12248.	6814.
18.50	4843.	8075.	196.	12722.	7084.
19.00	5089.	8313.	201.	13201.	7358.
19.50	5342.	8551.	207.	13686.	7635.
20.00	5600.	8789.	212.	14177.	7916.
20.50	5864.	9027.	217.	14673.	8201.
21.00	6133.	9265.	223.	15176.	8489.
21.50	6409.	9503.	228.	15684.	8781.
22.00	6690.	9741.	233.	16198.	9076.
22.50	6977.	9940.	239.	16679.	9354.
23.00	7270.	10139.	244.	17165.	9636.
23.50	7568.	10249.	249.	17569.	9875.
24.00	7873.	10249.	254.	17868.	10058.
24.50	8183.	10249.	260.	18173.	10246.
25.00	8499.	10249.	265.	18483.	10437.
25.50	8821.	10249.	270.	18800.	10631.
26.00	9149.	10249.	276.	19122.	10830.
26.50	9482.	10249.	281.	19450.	11031.
27.00	9821.	10249.	286.	19784.	11237.
27.50	10166.	10249.	292.	20124.	11446.
28.00	10517.	10249.	297.	20470.	11658.
28.50	10870.	10249.	302.	20818.	11873.
29.00	11224.	10249.	307.	21166.	12087.
29.50	11577.	10249.	313.	21514.	12301.
30.00	11931.	10249.	318.	21862.	12515.
30.50	12284.	10249.	323.	22210.	12729.
31.00	12638.	10249.	329.	22558.	12944.
31.50	12991.	9535.	334.	22192.	12780.
32.00	13344.	8821.	339.	21826.	12616.
32.50	13698.	8106.	345.	21460.	12453.
33.00	14051.	7392.	350.	21094.	12289.
33.50	14405.	6678.	355.	20727.	12125.
34.00	14758.	5964.	360.	20361.	11961.
34.50	15112.	5249.	366.	19995.	11798.
35.00	15465.	4535.	371.	19629.	11634.
35.50	15803.	3821.	376.	19247.	11461.
36.00	16051.	3871.	382.	19540.	11636.
36.50	16287.	3921.	387.	19821.	11804.
37.00	16527.	3971.	392.	20105.	11974.
37.50	16769.	4021.	398.	20393.	12145.
38.00	17014.	4072.	403.	20683.	12319.
38.50	17263.	4122.	408.	20976.	12495.
39.00	17514.	4172.	414.	21273.	12672.
39.50	17769.	4222.	419.	21572.	12852.
40.00	18027.	4272.	424.	21875.	13033.
40.50	18287.	4323.	429.	22181.	13216.
41.00	18551.	4373.	435.	22490.	13402.
41.50	18819.	4423.	440.	22802.	13589.
42.00	19089.	4473.	445.	23117.	13778.
42.50	19362.	4523.	451.	23435.	13969.
43.00	19639.	4574.	456.	23756.	14162.
43.50	19918.	4624.	461.	24081.	14357.
44.00	20200.	4674.	467.	24408.	14553.
44.50	20483.	4724.	472.	24735.	14750.
45.00	20766.	4774.	477.	25063.	14947.

45.50	21049.	4825.	482.	25391.	15144.
46.00	21331.	4875.	488.	25718.	15341.
46.50	21614.	4925.	493.	26046.	15538.
47.00	21897.	4975.	498.	26374.	15735.
47.50	22179.	5025.	504.	26701.	15931.
48.00	22462.	5076.	509.	27029.	16128.
48.50	22745.	5126.	514.	27357.	16325.
49.00	23028.	5176.	520.	27684.	16522.
49.50	23310.	5226.	525.	28012.	16719.
50.00	23593.	5276.	530.	28340.	16916.
50.50	23876.	5327.	535.	28667.	17113.
51.00	24159.	5377.	541.	28995.	17310.
51.50	24441.	5427.	546.	29322.	17506.
52.00	24724.	5477.	551.	29650.	17703.
52.50	25007.	5527.	557.	29978.	17900.
53.00	25290.	5578.	562.	30305.	18097.
53.50	25572.	5628.	567.	30633.	18294.
54.00	25855.	5678.	573.	30961.	18491.
54.50	26138.	5728.	578.	31288.	18688.
55.00	26421.	5778.	583.	31616.	18885.
55.50	26703.	5829.	588.	31944.	19081.
56.00	26986.	5879.	594.	32271.	19278.
56.50	27269.	5929.	599.	32599.	19475.
57.00	27552.	5979.	604.	32927.	19672.
57.50	27834.	6030.	610.	33254.	19869.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Qll = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q_{ll}/FS,1 + Q_{bl}/FS,b - W_p$