

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA (LOTTO 5)

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI04 - Ltot=150 m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 09 RH VI0403 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Aut. Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Novembre 2019	M.E. D'Effremo	Novembre 2019	F.Sparacino	Novembre 2019	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Roberto Viozzi N° A/0783 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma 11/11/2019

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	6
3.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	6
3.2	STRATIGRAFIA	6
3.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	7
3.4	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	7
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE	14
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	14
4.1.1	<i>Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....</i>	<i>14</i>
4.1.2	<i>Calcolo della capacità portante dei pali</i>	<i>15</i>
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO	24
4.3	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	24
4.4	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI	28
4.5	ANALISI PALIFICATA SPALLA E STIMA DEFORMAZIONI.....	29
5.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	33
5.1	COMPRESSIONE. PALI PILE D=1200 MM	33
5.2	TRAZIONE. PALI PILE D=1200 MM.....	40
5.3	COMPRESSIONE. PALI SPALLA A D=1500 MM	48
5.4	COMPRESSIONE. SPALLA B D=1500 MM.....	56
6.	APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	65
6.1	PALI PILE D=1200 MM L = 25M	65

6.2	PALI PILE D=1200 MM L = 35M	70
6.3	PALI PILE D=1500 MM L = 25M	71
6.4	PALI PILE D=1500 MM L = 35M	73
7.	APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP	76
7.1	SPALLA – ANALISI SLV	76

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 4 di 82

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto VI04 nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo – Catania.

In particolare verranno affrontati i seguenti aspetti:

- condizioni geotecniche;
- valutazione della capacità portante verticale dei pali di fondazione;
- definizione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno;
- valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita);
- valutazione carico limite orizzontale dei pali.

Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa italiana vigente sulle opere civili (DM 14/01/2008).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 5 di 82

2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-2008 (NTC-2008).
- [N.2]. DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni.
- [N.3]. Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.

2.2 Documenti di riferimento

- [DC1]. RS3E 50 D09 RH GE0001 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Dittaino - Catenanuova. Progetto Definitivo. Relazione Geotecnica tratti all'aperto - Lotto 5 (da km 0+000 a km 8+920).
- [DC2]. RS3E 50 D09 F6 GE0001 001 A ÷ RS3E 50 D09 F6 GE0001 006 A- Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Dittaino - Catenanuova. Progetto Definitivo. Profilo geotecnico - Lotto 5 (da km 0+000 a km 8+920) – 6 tavole.
- [DC3]. RS3E 50 D09 RB VI0000 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione Tecnico-Descrittiva – Relazione tecnico descrittiva dimensionamento e verifica fondazioni profonde - Lotto 5 (Dittaino - PM Palomba).

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 6 di 82

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per il viadotto in esame, valutata sulla base dell'interpretazione delle indagini geotecniche svolte in prossimità dell'opera.

La stratigrafia di riferimento finalizzata al dimensionamento delle palificate di fondazione è rappresentata nel profilo stratigrafico longitudinale [DC2].

Per maggiori dettagli sulla caratterizzazione geotecnica si rimanda alla Relazione geotecnica generale (doc. rif. [DC1]).

3.1 Indagini geotecniche eseguite

L'opera in esame è ubicata tra le progressive km 3+548 e km 3+698. In corrispondenza dell'opera è presente un solo sondaggio, di cui non si dispone ancora dei risultati del laboratorio quindi si farà riferimento anche ad altre indagini vicine per la caratterizzazione geotecnica. Per i parametri di resistenza da prove di laboratorio sono stati utilizzati sondaggi con fuori asse molto elevato (5_S09, 5_S10 e 5_S19).

Sondaggio	Profondità [m]	N. prove SPT	N. campioni indisturbati	N. campioni rimaneggiati	Prova Down-Hole	Piezometro TA	Prova Lefranc, profondità [m]
5_SV3N	40.0	7	3	-	-	-	5.5 19.0
5_S19	30.0	7	3	2	-	-	7.0 11.0
TA [m]: profondità tratto filtrante DH [m]: profondità prova							

Le letture piezometriche del sondaggio 5_S19 indicano falda a 3.5 m, livello confermato dal rilievo acqua in fase perforazione sondaggio 5_SV3N (a 3.6 m da p.c.).

3.2 Stratigrafia

Lungo lo sviluppo del viadotto predomina la formazione di Terravecchia (argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata-unità TRV), sovrastata da terreno alluvionale coesivo (limo argilloso-unità ba) con spessore da 7 e 9 m circa. Il sondaggio ha intercettato entro lo strato alluvionale coesivo una lente di ghiaia (unità bg) ma

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 7 di 82

avendo un solo sondaggio disponibile, e trattandosi comunque di un modesto spessore, nel dimensionamento delle fondazioni lo strato di ghiaia è stato trascurato.

Unità geotecnica	Descrizione
ba	Depositi alluvionali coesivi (limo argillosi)
bg	Depositi alluvionali ghiaiosi
TVRb	Formazione di Terravecchia presente a profondità >7-11 m

Falda: Per la portanza dei pali è stata assunta a p.c. anche in relazione alla presenza del corso d'acqua. Per il dimensionamento delle opere provvisorie si assume il livello di falda indicato nel profilo geotecnico longitudinale.

3.3 Categoria di sottosuolo

In corrispondenza dell'opera è stata eseguita la $M_{sw,30}$ ($V_{s,30} = 348$ m/s), da cui si è assunta categoria di sottosuolo C.

3.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le unità intercettate.

Nelle seguenti figure si riportano i risultati delle prove in sito e di laboratorio delle indagini prese a riferimento per l'opera, da cui sono stati stimati i parametri geotecnici della tabella seguente.

Tabella 1 – VI04 – Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	C_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	V_s [m/s]	E_o [MPa]	$E'_{op,1}$ [MPa]
ba	19.0	50÷100	0÷5	25	-	70÷300	$E_o / 5$
bg	19.0	-	0	35	-	350	$E_o / 5$
TRVb	21.0	115+3.5*z (z <30 m) 2.5+6.5*z (z >30m)	5÷10	26	-	400÷900	$E_o / 5$

Dove:

γ = peso di volume naturale

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

V_s = velocità delle onde di taglio

E_o = modulo di deformazione elastico iniziale, ovvero a piccole deformazioni

$E'_{op,1}$ = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette.

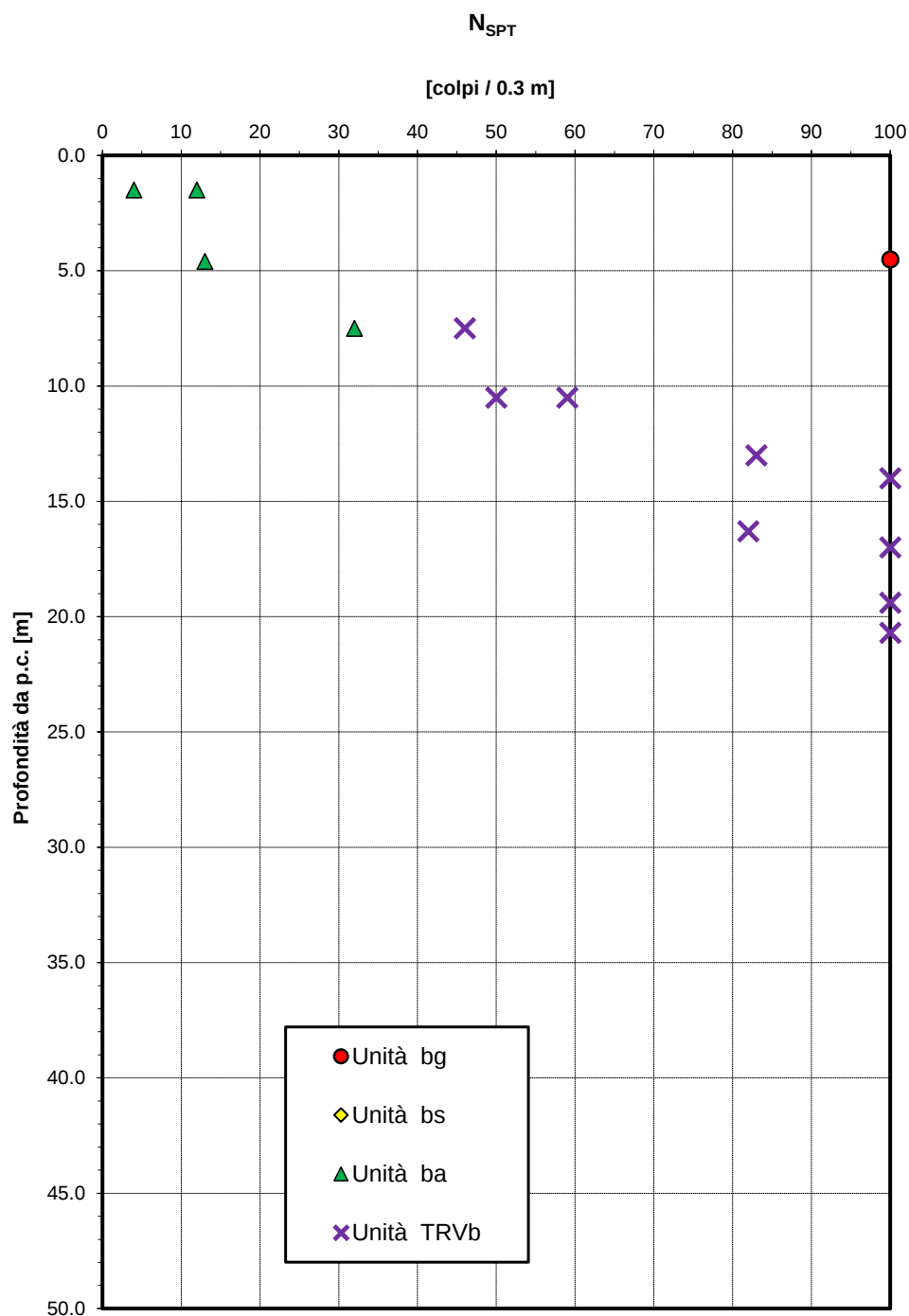


Figura 1 – Risultati prova SPT

Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

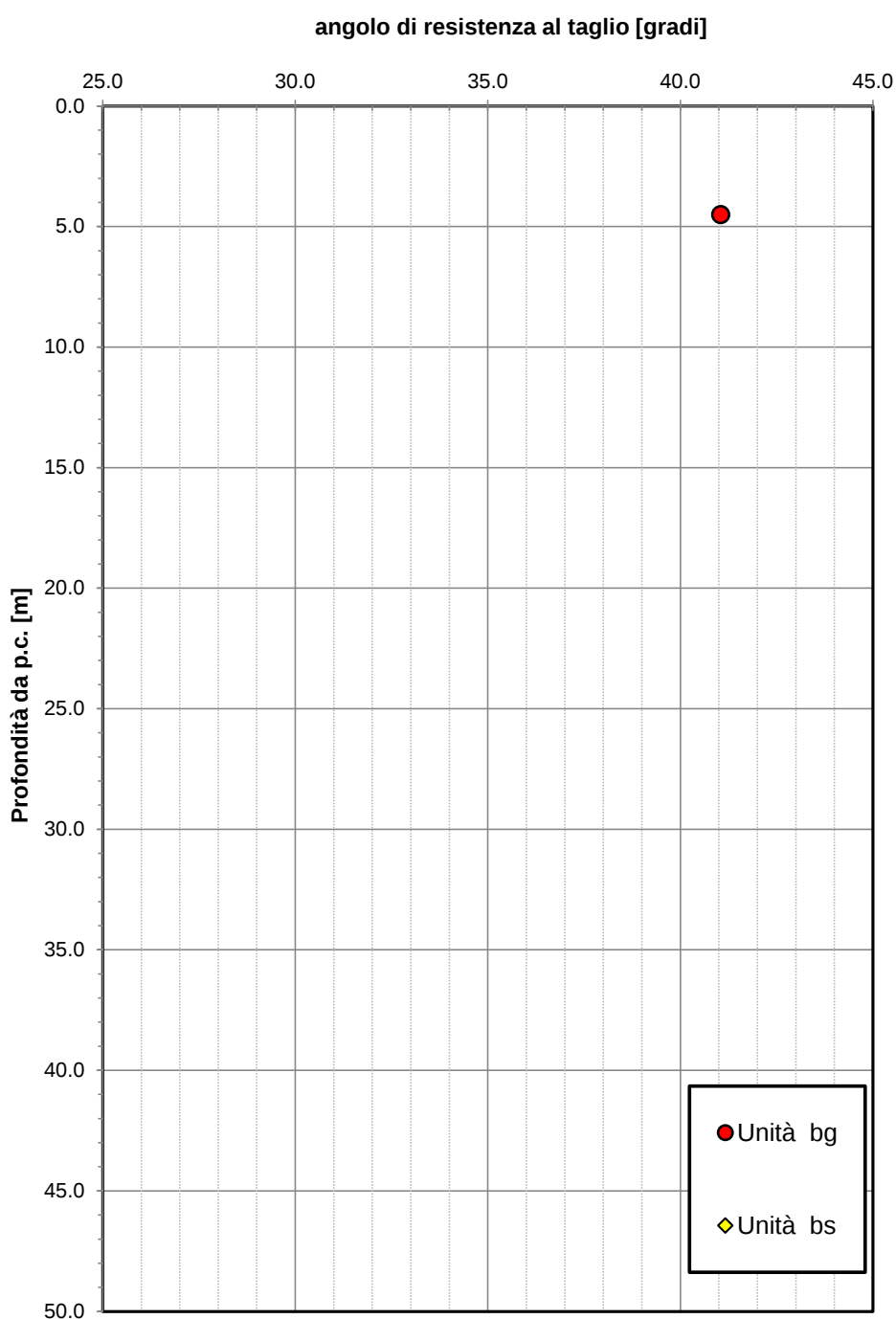


Figura 2 – Angolo di resistenza a taglio da prova SPT

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

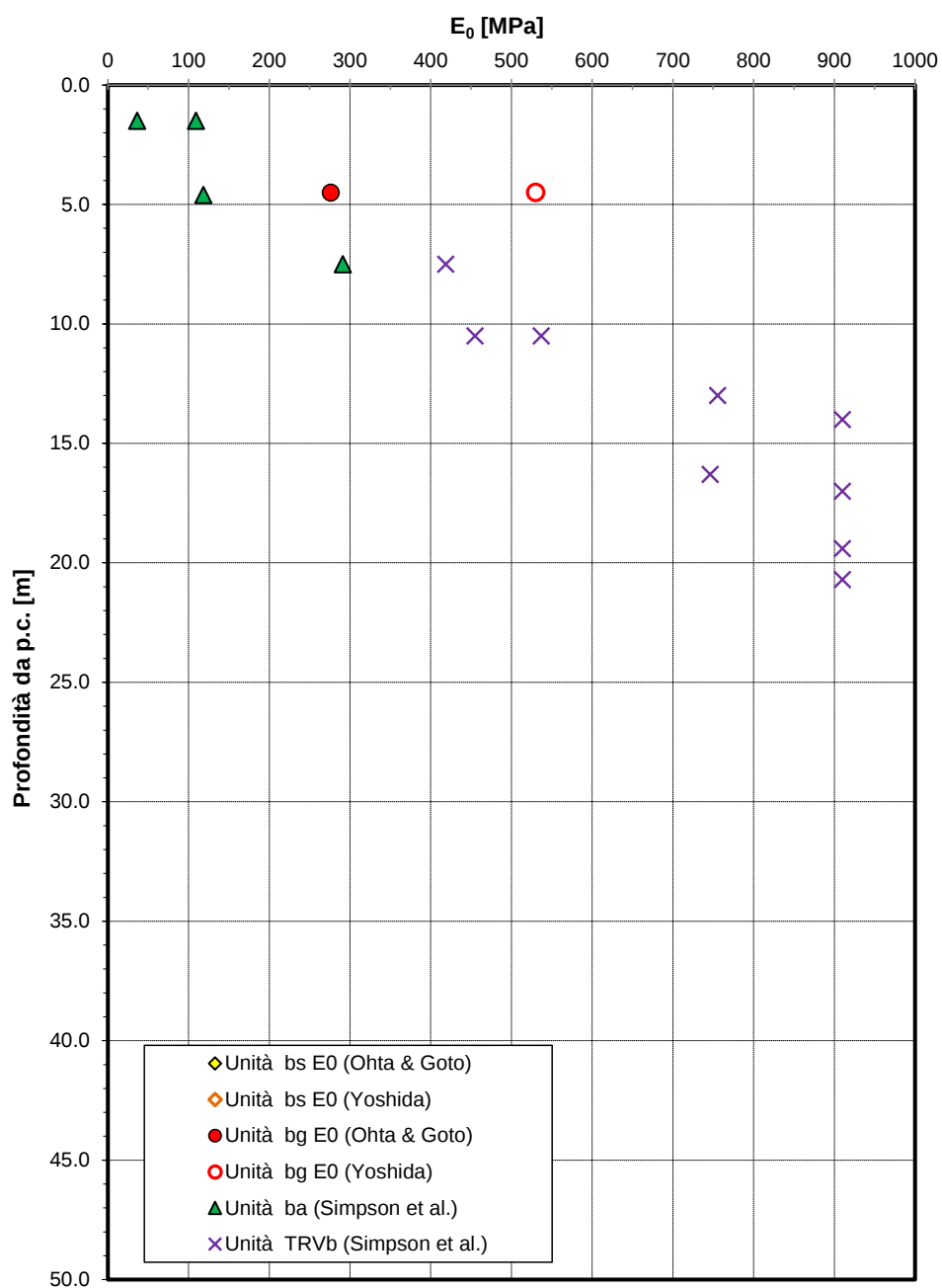


Figura 3 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prova SPT

Andamento della resistenza al taglio non drenata

c_u [kPa]

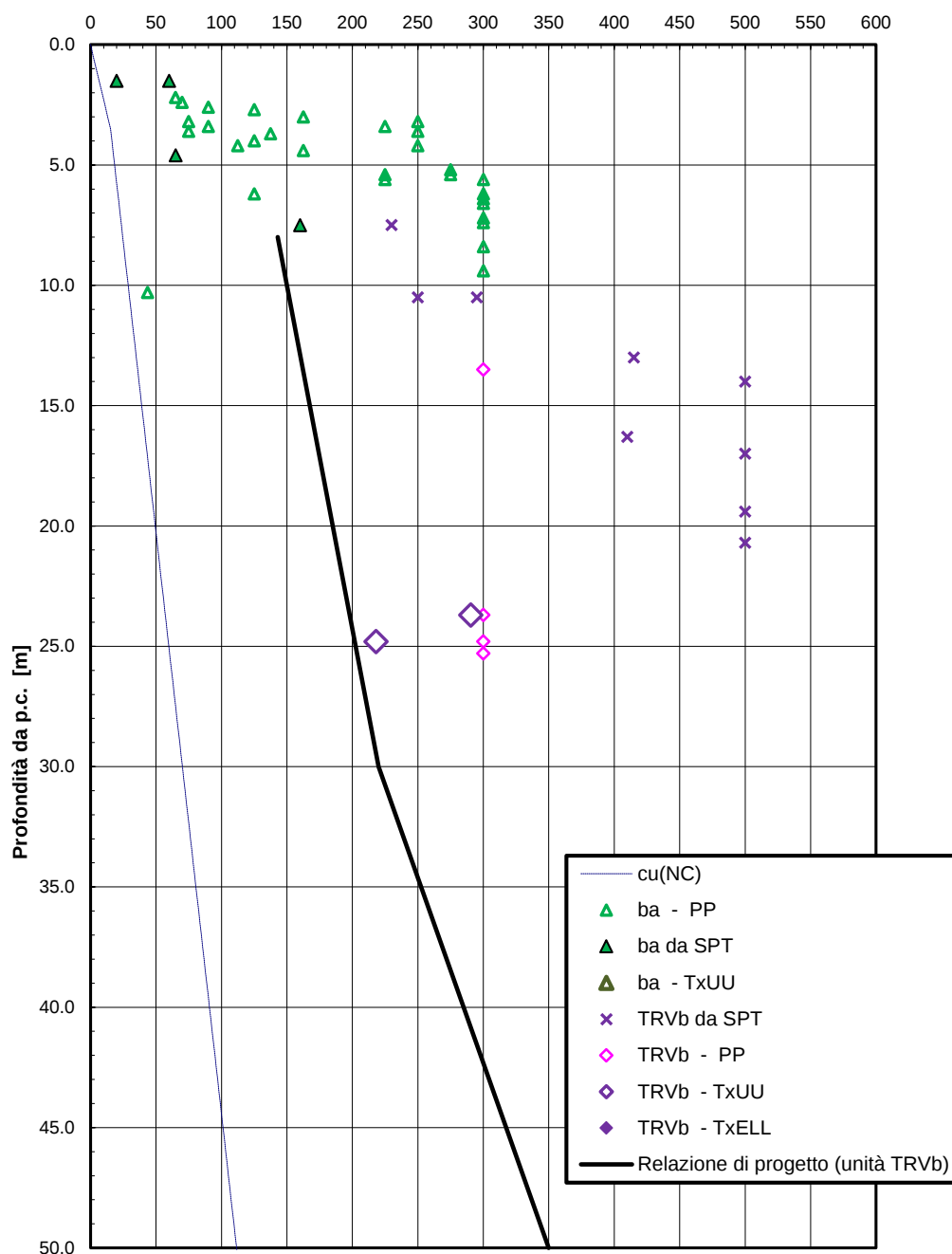


Figura 4 – Andamento della resistenza a taglio non drenata

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

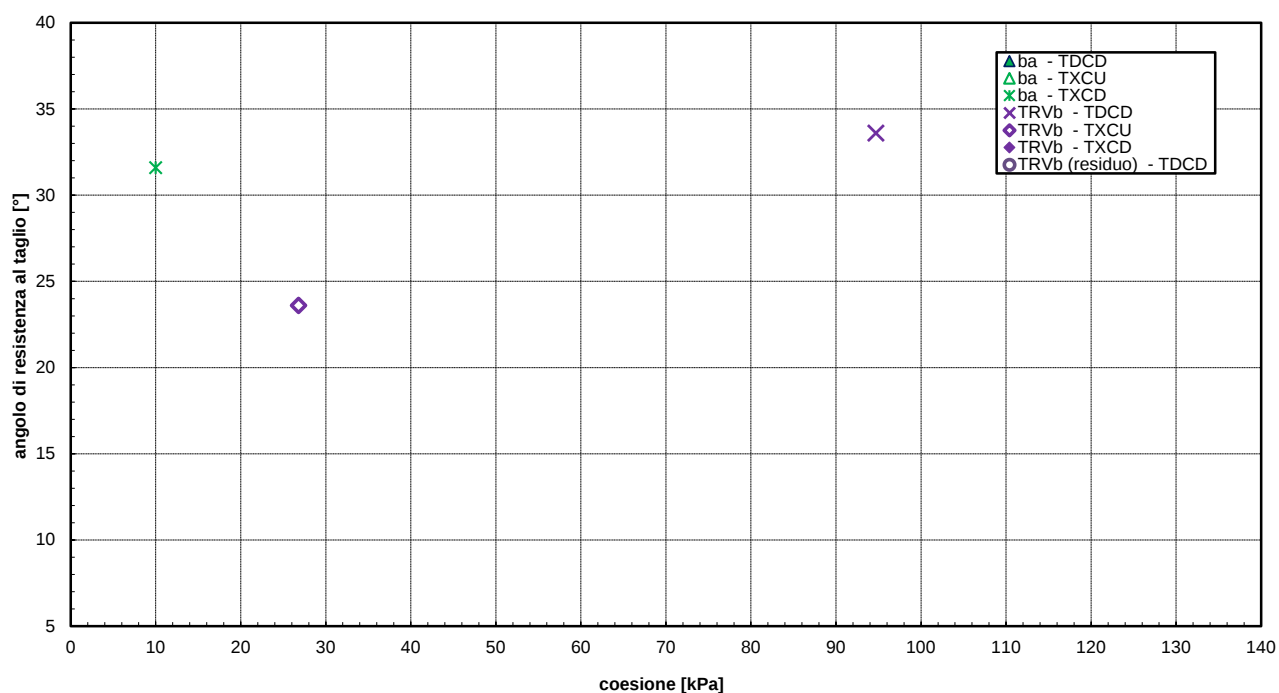


Figura 5 – Caratteristiche di resistenza a taglio

4. PALIFICATE DI FONDAZIONE

4.1 Capacità portante dei pali

Nel presente capitolo si riporta il calcolo della capacità portante dei pali per l'opera in esame.

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici principali per il calcolo della capacità portante dei pali dell'opera in esame.

Tabella 2 – VI04 – Parametri geotecnici (stratigrafia 1) da Spalla A a Pila P5

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	C_u [kPa]	ϕ' [°]	q_b [kPa]
0.0÷8.0	ba	19.0	50÷100	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
8.0÷30.0	TRVb	21.0	143 ÷ 220	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
30.0÷40.0	TRVb	21.0	220 ÷ 285	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
Dove: γ = peso di volume naturale c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate ϕ' = angolo di resistenza al taglio q_b = portata limite di base σ_v = tensione verticale totale					

Tabella 3 – VI04 – Parametri geotecnici (stratigrafia 2) da Spalla B

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	C_u [kPa]	ϕ' [°]	q_b [kPa]
0.0÷9.0	ba	19.0	50÷100	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
9.0÷11.0	bg	19.0	-	38	$N_q=15, q_b < 5800 \text{ kPa}$
11.0÷30.0	TRVb	21.0	150 ÷ 220	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
30.0÷40.0	TRVb	21.0	220 ÷ 285	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
Dove: γ = peso di volume naturale c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate ϕ' = angolo di resistenza al taglio q_b = portata limite di base					

σ_v = tensione verticale totale

4.1.2 Calcolo della capacità portante dei pali

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro $D=1200$ mm per le pile e $D=1500$ mm per le spalle, considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N . 1 verticale di indagine, da cui $\xi_3 = 1.70$,
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.96$).
- F_{SLt} = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 2.13$).
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.3$).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$, la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);
- $N_{max,SLE} < Q_{ll} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{ll} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre si è considerato:

- testa palo a 4.0 m di profondità da p.c. per le pile e a 2.0 m per le spalle;
- falda a 0.0 m da p.c.

In **Appendice A** si riportano i tabulati di calcolo completi.

Nelle seguenti tabelle e successive si riportano i valori di portata di progetto per le fondazioni in oggetto.

Le verifiche di capacità portante dei pali sono riportate nella relazione di calcolo dell'opera.

Tabella 4 – VI04 – Capacità portante palo pile D=1200 mm - A1+M1+R3 Compressione (stratigrafia 1)

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile

Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	849.	0.	849.	369.
.50	40.	892.	3.	928.	405.
1.00	84.	934.	7.	1012.	442.
1.50	133.	977.	10.	1100.	482.
2.00	187.	1020.	14.	1193.	525.
2.50	245.	1062.	17.	1290.	570.
3.00	308.	1105.	20.	1392.	617.
3.50	376.	1147.	24.	1499.	667.
4.00	454.	1190.	27.	1616.	722.
4.50	570.	1282.	31.	1822.	818.
5.00	695.	1374.	34.	2036.	918.
5.50	823.	1466.	37.	2252.	1020.
6.00	952.	1559.	41.	2470.	1123.
6.50	1084.	1651.	44.	2691.	1227.
7.00	1219.	1743.	48.	2914.	1332.
7.50	1355.	1835.	51.	3140.	1439.
8.00	1494.	1865.	54.	3305.	1519.
8.50	1636.	1895.	58.	3473.	1601.
9.00	1780.	1924.	61.	3643.	1684.
9.50	1926.	1954.	64.	3815.	1768.
10.00	2074.	1984.	68.	3990.	1853.
10.50	2225.	2013.	71.	4167.	1939.
11.00	2378.	2043.	75.	4347.	2027.
11.50	2534.	2073.	78.	4529.	2116.
12.00	2692.	2102.	81.	4713.	2206.
12.50	2852.	2132.	85.	4899.	2297.
13.00	3015.	2162.	88.	5088.	2390.
13.50	3180.	2192.	92.	5280.	2483.
14.00	3347.	2221.	95.	5473.	2578.
14.50	3517.	2251.	98.	5669.	2674.
15.00	3689.	2281.	102.	5867.	2772.
15.50	3863.	2310.	105.	6068.	2870.
16.00	4040.	2340.	109.	6271.	2970.
16.50	4219.	2370.	112.	6477.	3071.
17.00	4400.	2399.	115.	6684.	3173.
17.50	4584.	2429.	119.	6895.	3276.
18.00	4770.	2459.	122.	7107.	3381.
18.50	4959.	2488.	126.	7322.	3486.
19.00	5150.	2518.	129.	7539.	3593.
19.50	5343.	2548.	132.	7759.	3702.
20.00	5539.	2577.	136.	7981.	3811.
20.50	5737.	2607.	139.	8205.	3921.
21.00	5937.	2637.	143.	8431.	4033.
21.50	6140.	2667.	146.	8660.	4146.
22.00	6345.	2696.	149.	8892.	4260.
22.50	6552.	2726.	153.	9125.	4375.
23.00	6762.	2756.	156.	9361.	4492.
23.50	6974.	2785.	159.	9600.	4610.
24.00	7188.	2815.	163.	9841.	4729.
24.50	7405.	2845.	166.	10084.	4849.
25.00	7624.	2874.	170.	10329.	4970.
25.50	7846.	2904.	173.	10577.	5093.
26.00	8070.	2934.	176.	10827.	5216.
26.50	8296.	2979.	180.	11095.	5348.
27.00	8522.	3024.	183.	11362.	5479.
27.50	8748.	3069.	187.	11630.	5611.
28.00	8974.	3114.	190.	11898.	5742.
28.50	9201.	3159.	193.	12166.	5874.
29.00	9427.	3203.	197.	12433.	6006.
29.50	9653.	3248.	200.	12701.	6137.
30.00	9879.	3293.	204.	12969.	6269.
30.50	10105.	3338.	207.	13237.	6400.
31.00	10332.	3383.	210.	13504.	6532.
31.50	10558.	3428.	214.	13772.	6663.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	17 di 82

32.00	10784.	3473.	217.	14040.	6795.
32.50	11010.	3518.	221.	14308.	6927.
33.00	11236.	3563.	224.	14576.	7058.
33.50	11463.	3608.	227.	14843.	7190.
34.00	11689.	3653.	231.	15111.	7321.
34.50	11915.	3698.	234.	15379.	7453.
35.00	12141.	3743.	238.	15647.	7584.
35.50	12367.	3788.	241.	15914.	7716.
36.00	12593.	3833.	244.	16182.	7847.

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 = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - Wp$

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	18 di 82

Tabella 5 – VI04 – Capacità portante palo pile D=1200 mm - A1+M1+R3 Trazione (stratigrafia 1)

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacità portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione
STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	40.	0.	-8.	48.	27.
1.00	84.	0.	-17.	101.	56.
1.50	133.	0.	-25.	158.	88.
2.00	187.	0.	-34.	221.	122.
2.50	245.	0.	-42.	287.	158.
3.00	308.	0.	-51.	359.	196.
3.50	376.	0.	-59.	435.	236.
4.00	454.	0.	-68.	522.	281.
4.50	570.	0.	-76.	647.	345.
5.00	695.	0.	-85.	780.	412.
5.50	823.	0.	-93.	916.	480.
6.00	952.	0.	-102.	1054.	550.
6.50	1084.	0.	-110.	1195.	621.
7.00	1219.	0.	-119.	1337.	692.
7.50	1355.	0.	-127.	1483.	765.
8.00	1494.	0.	-136.	1630.	839.
8.50	1636.	0.	-144.	1780.	914.
9.00	1780.	0.	-153.	1932.	990.
9.50	1926.	0.	-161.	2087.	1067.
10.00	2074.	0.	-170.	2244.	1146.
10.50	2225.	0.	-178.	2403.	1225.
11.00	2378.	0.	-187.	2565.	1306.
11.50	2534.	0.	-195.	2729.	1387.
12.00	2692.	0.	-204.	2895.	1470.
12.50	2852.	0.	-212.	3064.	1554.
13.00	3015.	0.	-221.	3235.	1639.
13.50	3180.	0.	-229.	3409.	1725.
14.00	3347.	0.	-238.	3584.	1813.
14.50	3517.	0.	-246.	3763.	1901.
15.00	3689.	0.	-254.	3943.	1990.
15.50	3863.	0.	-263.	4126.	2081.
16.00	4040.	0.	-271.	4311.	2173.
16.50	4219.	0.	-280.	4499.	2265.
17.00	4400.	0.	-288.	4689.	2359.
17.50	4584.	0.	-297.	4881.	2454.
18.00	4770.	0.	-305.	5076.	2550.
18.50	4959.	0.	-314.	5273.	2647.
19.00	5150.	0.	-322.	5472.	2746.
19.50	5343.	0.	-331.	5674.	2845.
20.00	5539.	0.	-339.	5878.	2946.
20.50	5737.	0.	-348.	6084.	3047.
21.00	5937.	0.	-356.	6293.	3150.
21.50	6140.	0.	-365.	6504.	3254.
22.00	6345.	0.	-373.	6718.	3359.
22.50	6552.	0.	-382.	6934.	3465.
23.00	6762.	0.	-390.	7152.	3572.
23.50	6974.	0.	-399.	7373.	3681.
24.00	7188.	0.	-407.	7596.	3790.
24.50	7405.	0.	-416.	7821.	3900.
25.00	7624.	0.	-424.	8049.	4012.
25.50	7846.	0.	-433.	8279.	4125.
26.00	8070.	0.	-441.	8511.	4239.
26.50	8296.	0.	-450.	8745.	4353.
27.00	8522.	0.	-458.	8980.	4468.
27.50	8748.	0.	-467.	9215.	4583.
28.00	8974.	0.	-475.	9449.	4698.
28.50	9201.	0.	-483.	9684.	4813.
29.00	9427.	0.	-492.	9919.	4928.
29.50	9653.	0.	-500.	10153.	5043.
30.00	9879.	0.	-509.	10388.	5158.
30.50	10105.	0.	-517.	10623.	5273.
31.00	10332.	0.	-526.	10857.	5388.
31.50	10558.	0.	-534.	11092.	5503.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	19 di 82

32.00	10784.	0.	-543.	11327.	5618.
32.50	11010.	0.	-551.	11561.	5733.
33.00	11236.	0.	-560.	11796.	5848.
33.50	11463.	0.	-568.	12031.	5962.
34.00	11689.	0.	-577.	12266.	6077.
34.50	11915.	0.	-585.	12500.	6192.
35.00	12141.	0.	-594.	12735.	6307.
35.50	12367.	0.	-602.	12970.	6422.
36.00	12593.	0.	-611.	13204.	6537.

L_p = Lunghezza utile del palo
 Q_{l1} = Portata laterale limite
 Q_{b1} = Portata di base limite
 W_p = Peso efficace del palo
 Q_u = Portata totale limite
 Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS, l + Q_{b1}/FS, b - W_p$

Tabella 6 – VI04 – Capacità portante palo Spalla A D=1500 mm - A1+M1+R3 Compressione (stratigrafia 1)

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

L_p m	Q_{l1} kN	Q_{b1} kN	W_p kN	Q_u kN	Q_d kN
.00	0.	1061.	0.	1061.	461.
.50	26.	1128.	5.	1149.	498.
1.00	58.	1194.	11.	1242.	538.
1.50	96.	1261.	16.	1341.	581.
2.00	140.	1327.	21.	1446.	627.
2.50	190.	1394.	27.	1557.	676.
3.00	245.	1460.	32.	1673.	728.
3.50	306.	1527.	37.	1796.	783.
4.00	373.	1593.	42.	1924.	841.
4.50	446.	1660.	48.	2058.	901.
5.00	525.	1726.	53.	2198.	965.
5.50	609.	1793.	58.	2344.	1032.
6.00	707.	1859.	64.	2503.	1105.
6.50	853.	1981.	69.	2765.	1228.
7.00	1009.	2104.	74.	3039.	1355.
7.50	1168.	2226.	80.	3315.	1484.
8.00	1330.	2349.	85.	3594.	1615.
8.50	1495.	2471.	90.	3876.	1747.
9.00	1663.	2593.	95.	4161.	1881.
9.50	1834.	2716.	101.	4449.	2016.
10.00	2008.	2838.	106.	4740.	2152.
10.50	2185.	2960.	111.	5034.	2290.
11.00	2364.	3007.	117.	5255.	2397.
11.50	2547.	3053.	122.	5478.	2505.
12.00	2733.	3100.	127.	5705.	2615.
12.50	2921.	3146.	133.	5935.	2726.
13.00	3113.	3192.	138.	6167.	2838.
13.50	3307.	3239.	143.	6403.	2952.
14.00	3505.	3285.	148.	6641.	3068.
14.50	3705.	3332.	154.	6883.	3185.
15.00	3908.	3378.	159.	7127.	3304.
15.50	4114.	3424.	164.	7374.	3424.
16.00	4324.	3471.	170.	7625.	3545.
16.50	4536.	3517.	175.	7878.	3668.
17.00	4751.	3563.	180.	8134.	3793.
17.50	4969.	3610.	186.	8393.	3919.
18.00	5190.	3656.	191.	8655.	4047.
18.50	5414.	3703.	196.	8920.	4176.
19.00	5640.	3749.	201.	9188.	4306.
19.50	5870.	3795.	207.	9459.	4438.
20.00	6103.	3842.	212.	9733.	4572.
20.50	6339.	3888.	217.	10009.	4707.
21.00	6577.	3935.	223.	10289.	4844.
21.50	6819.	3981.	228.	10572.	4982.
22.00	7063.	4027.	233.	10857.	5122.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	20 di 82

22.50	7311.	4074.	239.	11146.	5263.
23.00	7561.	4120.	244.	11437.	5405.
23.50	7815.	4166.	249.	11732.	5549.
24.00	8071.	4213.	254.	12029.	5695.
24.50	8330.	4259.	260.	12330.	5842.
25.00	8592.	4306.	265.	12633.	5991.
25.50	8857.	4352.	270.	12939.	6141.
26.00	9126.	4398.	276.	13248.	6293.
26.50	9397.	4445.	281.	13560.	6446.
27.00	9671.	4491.	286.	13875.	6600.
27.50	9947.	4538.	292.	14193.	6757.
28.00	10227.	4584.	297.	14514.	6914.
28.50	10510.	4654.	302.	14862.	7083.
29.00	10792.	4724.	307.	15209.	7253.
29.50	11075.	4795.	313.	15557.	7422.
30.00	11358.	4865.	318.	15905.	7592.
30.50	11641.	4935.	323.	16252.	7761.
31.00	11923.	5005.	329.	16600.	7931.
31.50	12206.	5076.	334.	16948.	8100.
32.00	12489.	5146.	339.	17296.	8270.
32.50	12772.	5216.	345.	17643.	8439.
33.00	13054.	5286.	350.	17991.	8609.
33.50	13337.	5357.	355.	18339.	8778.
34.00	13620.	5427.	360.	18686.	8948.
34.50	13903.	5497.	366.	19034.	9117.
35.00	14185.	5567.	371.	19382.	9287.
35.50	14468.	5638.	376.	19729.	9456.
36.00	14751.	5708.	382.	20077.	9626.
36.50	15034.	5778.	387.	20425.	9795.
37.00	15316.	5848.	392.	20772.	9965.
37.50	15599.	5919.	398.	21120.	10134.
38.00	15882.	5989.	403.	21468.	10304.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q_{l1} = Portata laterale limite
 Q_{b1} = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - Wp

Tabella 7 – VI04 – Capacità portante palo Spalla B D=1500 mm - A1+M1+R3 (stratigrafia 2)

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3
 STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q _{l1} kN	Q _{b1} kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
0.00	0.	1039.	0.	1039.	452.
0.50	26.	1100.	5.	1121.	486.
1.00	58.	1161.	11.	1209.	524.
1.50	96.	1222.	16.	1302.	564.
2.00	140.	1283.	21.	1402.	608.
2.50	190.	1344.	27.	1507.	655.
3.00	245.	1405.	32.	1618.	704.
3.50	306.	1466.	37.	1735.	756.
4.00	373.	1527.	42.	1858.	812.
4.50	446.	1588.	48.	1986.	870.
5.00	525.	1649.	53.	2121.	932.
5.50	609.	1710.	58.	2261.	996.
6.00	697.	1771.	64.	2404.	1062.
6.50	787.	1832.	69.	2550.	1129.
7.00	880.	1893.	74.	2698.	1198.
7.50	976.	2088.	80.	2985.	1326.
8.00	1078.	2283.	85.	3276.	1458.
8.50	1184.	2478.	90.	3572.	1592.
9.00	1302.	2674.	95.	3880.	1731.
9.50	1462.	2731.	101.	4092.	1832.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	21 di 82

10.00	1631.	2787.	106.	4313.	1938.
10.50	1804.	2844.	111.	4537.	2046.
11.00	1979.	2901.	117.	4763.	2154.
11.50	2157.	2958.	122.	4993.	2265.
12.00	2339.	3015.	127.	5226.	2377.
12.50	2523.	3072.	133.	5462.	2490.
13.00	2710.	3129.	138.	5701.	2605.
13.50	2901.	3186.	143.	5943.	2722.
14.00	3094.	3234.	148.	6179.	2836.
14.50	3291.	3281.	154.	6419.	2952.
15.00	3491.	3329.	159.	6661.	3069.
15.50	3693.	3377.	164.	6906.	3188.
16.00	3899.	3425.	170.	7154.	3309.
16.50	4107.	3473.	175.	7405.	3431.
17.00	4319.	3521.	180.	7659.	3554.
17.50	4534.	3568.	186.	7917.	3679.
18.00	4752.	3616.	191.	8177.	3806.
18.50	4972.	3664.	196.	8440.	3934.
19.00	5196.	3712.	201.	8707.	4064.
19.50	5423.	3760.	207.	8976.	4195.
20.00	5653.	3808.	212.	9249.	4328.
20.50	5886.	3856.	217.	9524.	4462.
21.00	6122.	3903.	223.	9803.	4598.
21.50	6361.	3951.	228.	10084.	4735.
22.00	6603.	3999.	233.	10369.	4874.
22.50	6848.	4047.	239.	10656.	5015.
23.00	7096.	4095.	244.	10947.	5157.
23.50	7347.	4143.	249.	11241.	5301.
24.00	7601.	4191.	254.	11537.	5446.
24.50	7858.	4238.	260.	11837.	5592.
25.00	8119.	4286.	265.	12140.	5741.
25.50	8382.	4334.	270.	12446.	5890.
26.00	8648.	4382.	276.	12754.	6042.
26.50	8917.	4430.	281.	13066.	6195.
27.00	9190.	4478.	286.	13381.	6349.
27.50	9465.	4526.	292.	13699.	6505.
28.00	9744.	4573.	297.	14020.	6663.
28.50	10025.	4644.	302.	14367.	6832.
29.00	10308.	4714.	307.	14714.	7001.
29.50	10591.	4784.	313.	15062.	7171.
30.00	10873.	4854.	318.	15410.	7340.
30.50	11156.	4925.	323.	15757.	7510.
31.00	11439.	4995.	329.	16105.	7679.
31.50	11722.	5065.	334.	16453.	7849.
32.00	12004.	5135.	339.	16800.	8018.
32.50	12287.	5206.	345.	17148.	8188.
33.00	12570.	5276.	350.	17496.	8357.
33.50	12853.	5346.	355.	17844.	8527.
34.00	13135.	5416.	360.	18191.	8696.
34.50	13418.	5487.	366.	18539.	8866.
35.00	13701.	5557.	371.	18887.	9035.
35.50	13984.	5627.	376.	19234.	9205.
36.00	14266.	5697.	382.	19582.	9374.
36.50	14549.	5768.	387.	19930.	9544.
37.00	14832.	5838.	392.	20277.	9713.
37.50	15115.	5908.	398.	20625.	9883.
38.00	15397.	5978.	403.	20973.	10052.

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 = $Qll/FS,1 + Qbl/FS,b - Wp$

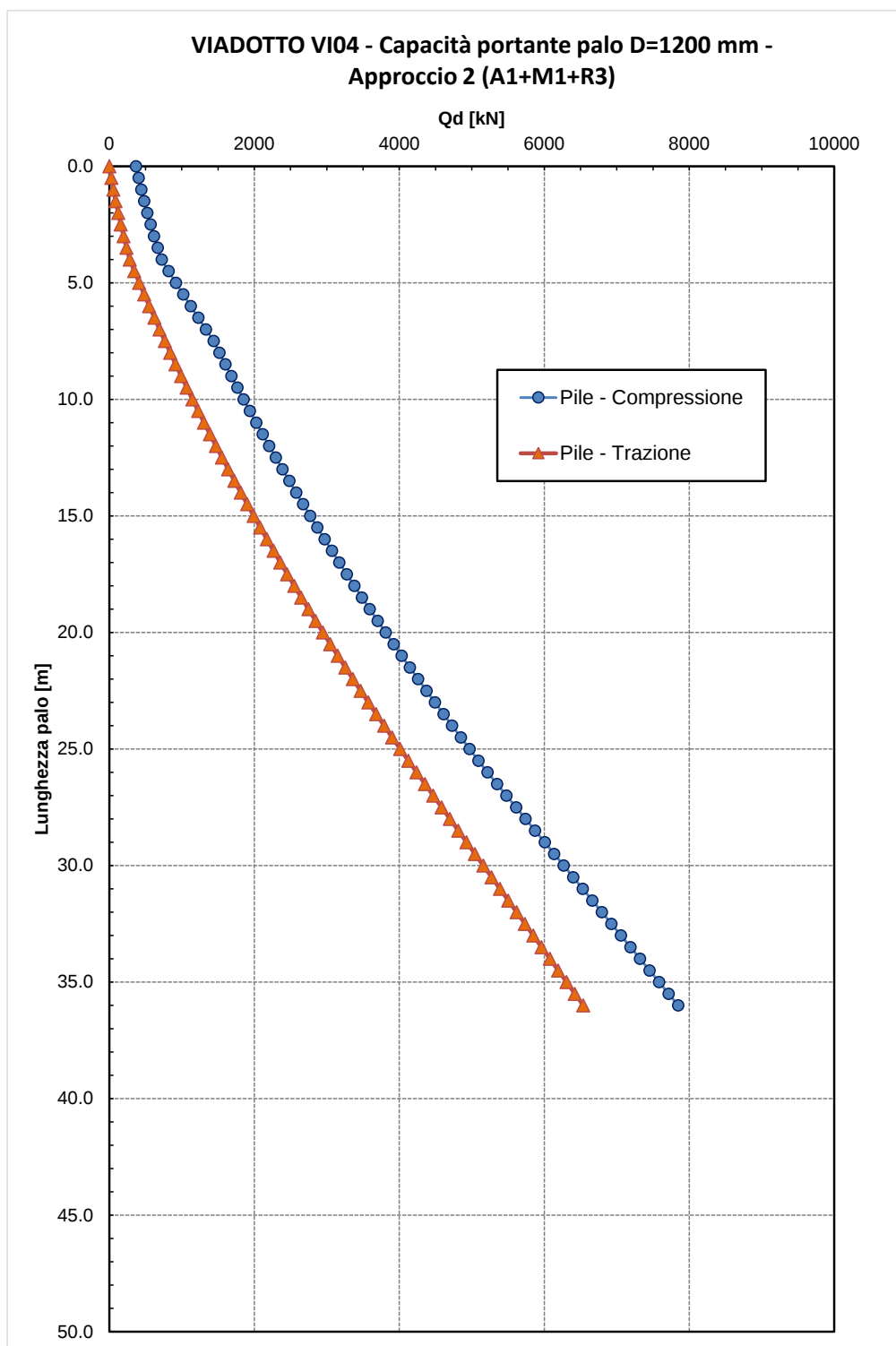


Figura 6 – Capacità portante palo pile (stratigrafia 1).

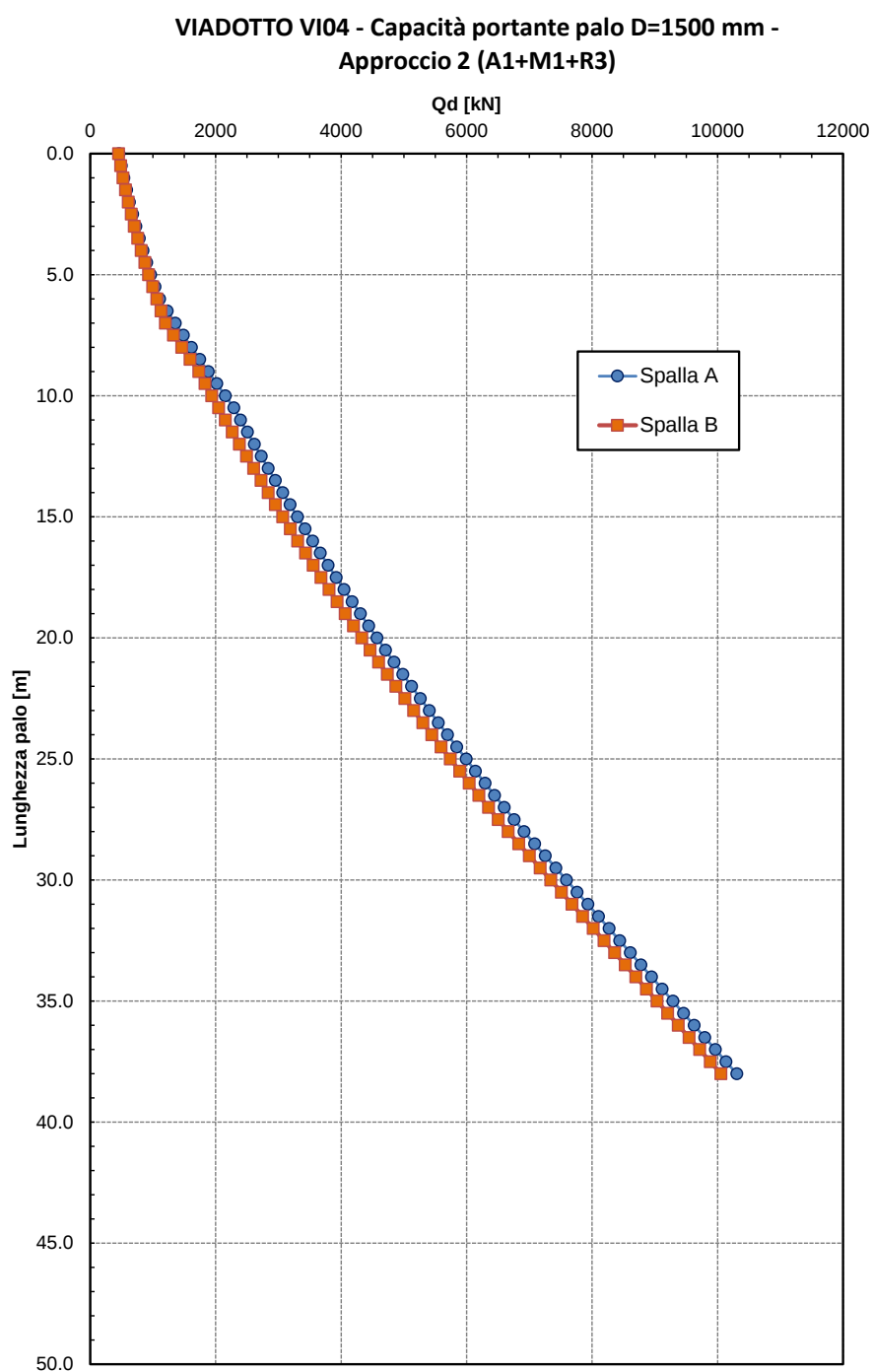


Figura 7 – Capacità portante palo spalle

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 24 di 82

4.2 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-lineare), 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): $E_{MR} = p / y$. Definito il coefficiente di sottofondo alla Winkler (K_W), per un palo di diametro D , si ha questa relazione con il modulo di reazione orizzontale palo-terreno:

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

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

In particolare per la valutazione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, si considera nei depositi coesivi $\xi=350$, con andamento della resistenza al taglio (c_u) con la profondità indicato in Tabella 2 e in Tabella 3. **L'origine riferimento non è stata trovata..** Nell'analisi delle fondazioni, tale profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, è stato cautelativamente fattorizzato con coefficiente pari a 0.8 per tenere conto che la deformabilità dei pali in gruppo è maggiore della deformabilità del singolo palo immerso nello stesso terreno.

Quindi si ottiene il seguente profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo (a 4.0 m da p.c.):

Prof. m	E kN/m ²
0.000	14000.00
4.000	28000.00
4.010	40040.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

4.3 Momento adimensionale lungo il palo

Per ricavare il momento adimensionalizzato lungo il fusto del palo si ricorre al metodo di Matlock e Reese (1956), che utilizzando il metodo delle differenze finite, hanno risolto il problema del palo soggetto ad un carico orizzontale, mediante l'impiego di parametri adimensionali.

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno (E_{MR} , che verrà definito nel seguente paragrafo), si ricorre al metodo degli elementi finiti, 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.

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

Nella seguente tabella si riportano i valori del parametro alfa (α_m) per i diversi diametri palo ed a seguire l'andamento del momento adimensionale lungo il palo. La valutazione è stata eseguita per diverse lunghezze palo, comunque il valore del parametro alfa praticamente non cambia.

Tabella 8 – VI04 – Valori di α_m

VI05	α_m [m] L = 25 m	α_m [m] L = 35 m
Pile D=1200mm	2.633	2.632
Spalle D=1500mm	3.325	3.326

Nelle seguenti tabelle si riporta il momento adimensionale lungo il fusto del palo; tutti i tabulati di calcolo sono riportati in **Appendice B**.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	26 di 82

Tabella 9 – VI04 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1200 mm L = 25 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommità impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7188
1.563	.4715
2.344	.2608
3.125	.0877
3.906	-.0494
4.688	-.1502
5.469	-.2114
6.250	-.2415
7.500	-.2429
8.750	-.2105
10.000	-.1635
11.250	-.1150
12.500	-.0724
14.583	-.0221
16.667	.0026
18.750	.0097
21.875	.0050
25.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Tabella 10 – VI04 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1200 mm L=35 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommità impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6153
2.188	.2995
3.281	.0569
4.375	-.1159
5.469	-.2118
6.563	-.2465
7.656	-.2408
8.750	-.2113
10.500	-.1442
12.250	-.0803
14.000	-.0334
15.750	-.0053
17.500	.0079
20.417	.0104
23.333	.0053
26.250	.0013
30.625	-.0004
35.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Tabella 11 – VI04 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1500 mm L=25 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommità impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7752
1.563	.5720
2.344	.3922
3.125	.2357
3.906	.1027
4.688	-.0076
5.469	-.0966
6.250	-.1662
7.500	-.2315
8.750	-.2512
10.000	-.2405
11.250	-.2114
12.500	-.1737
14.583	-.1085
16.667	-.0559
18.750	-.0217
21.875	-.0011
25.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Tabella 12 – VI04 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1500 mm L=35 m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle
Momento adimensionale lungo il fusto del palo
con sommità impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6911
2.188	.4254
3.281	.2054
4.375	.0310
5.469	-.1009
6.563	-.1915
7.656	-.2383
8.750	-.2523
10.500	-.2297
12.250	-.1798
14.000	-.1239
15.750	-.0743
17.500	-.0364
20.417	-.0003
23.333	.0108
26.250	.0098
30.625	.0029
35.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 28 di 82

4.4 Verifica a carico limite orizzontale dei pali

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 generali sono illustrate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]) a cui si rimanda.

Il valore determinato con la teoria di Broms (H_k) dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

$$H_d = H_k / (\xi_3 \cdot \gamma_T) > V_{pd}$$

dove:

H_k = valore limite in funzione del meccanismo attivato valutato con teoria di Broms;

ξ_3 = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

γ_T = fattore parziale per pali soggetti a carichi orizzontali.

V_{pd} = massima sollecitazione orizzontale di progetto.

In particolare il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.70 = 2.21$. Inoltre per le verifiche a carico limite orizzontale si considera cautelativamente un coefficiente di gruppo 0.8.

Quindi $FS_{\text{gruppo}} = \gamma_T \cdot \xi_3 / 0.8 = 2.76$, da cui deve risultare:

$$V_{pd} < H_k / FS_{\text{gruppo}}$$

Per la spalla 1, il valore caratteristico della resistenza (H_k) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione M_y pari a 9525.10 kNm, considerando il diametro del palo $D = 1500$ mm, l'armatura di 44+44 ϕ 26.

Per la spalla 2, il valore caratteristico della resistenza (H_k) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione M_y pari a 6793.86 kNm, considerando il diametro del palo $D = 1500$ mm, l'armatura di 30+30 ϕ 26.

Per le pile, il valore caratteristico della resistenza (H_k) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione M_y pari a 4452.22 kNm ($N=0$ kN) e 3934 kNm ($N=-1885$ kN), considerando il diametro del palo $D = 1200$ mm, l'armatura di 26+26 ϕ 26..

La verifica è stata svolta considerando il valore della resistenza al taglio non drenata media nei primi 10 m di palo; la verifica è svolta in condizioni non drenate in quanto si tratta di terreni prevalentemente coesivi e la massima sollecitazione di taglio generalmente si ha in condizioni sismiche.

Nella seguente tabella sono esplicitati i valori di riferimento per l'analisi, da cui si evince che la verifica è soddisfatta quando la resistenza laterale di progetto è maggiore della sollecitazione orizzontale massima di progetto ($H_d > V_{pd}$). Le verifiche di capacità portante dei pali sono riportate nella relazione di calcolo dell'opera.

Fondazione	Armatura palo	Lpalo [m]	D [mm]	Cu [kPa]	Hk [kN]	Hd [kN]
Spalla 1	44+44 $\phi 26$	31.0	1500	110	4889.37	1771.5
Pila 3	26+26 $\phi 26$	32.0	1200	110	2934.05 (N=0 kN)	1063.1
Pila 3	26+26 $\phi 26$	32.0	1200	110	2685.19 (N=trazione)	972.0
Spalla 2	30+30 $\phi 26$	28.0	1500	110	3836.46	1390.0

4.5 Analisi palificata spalla e stima deformazioni

Per la fondazione della spalla del viadotto in oggetto è stata svolta una analisi della palificata considerando i pali collegati (incastri) in testa ad un plinto di fondazione assimilabile ad un corpo infinitamente rigido. I valori massimi delle sollecitazioni agenti su ciascun palo e gli spostamenti della fondazione conseguenti ai carichi applicati sono stati determinati con l'ausilio del codice di calcolo MAP Matrix Analysis of Piles - (G. Guiducci - 1999).

Questa analisi è stata svolta considerando solo le combinazioni di carico sismiche, in quanto è finalizzata alla stima delle deformazioni massime in fondazione per la scelta dell'uso del coefficiente di spinta (k_0 , a riposo) o k_a (attiva) in condizioni sismiche per l'analisi delle palificate delle spalle. Infatti, in accordo alle linee guida Italferr relative alla valutazione della spinta del terreno sui muri di sostegno e sulle spalle di ponti fondati su pali, per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures), di seguito riportata.

Table C.1 — Ratios v_a/h

Kind of wall movement		v_a/h loose soil %	v_a/h dense soil %
a)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b)		0,2	0,05 to 0,1
c)		0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
where: v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure h is the height of the wall			

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5) PROGETTO DEFINITIVO					
VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0403 001	REV. A	FOGLIO 31 di 82

Nella seguente tabella si riassumono i carichi agenti nel baricentro fondazione a quota intradosso plinto.

CARICHI ESTERNI AGENTI A INTRADOSSO FONDAZIONE						
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLV	SLV - N max	33417	6852	2044	12737	26178
	SLV - ML max gr.1	31193	13224	2044	12734	63055
	SLV - MT max gr.1	31193	6852	6642	40798	25191
	SLV - MT max gr.1	31193	6852	6642	40798	25191
	SLV - ML max gr.1	31193	13224	2044	12734	63055
Dove: Nz = sollecitazione assiale verticale Tx = taglio longitudinale (X= longitudinale) Ty = taglio trasversale (Y= trasversale) Mxx = momento trasversale (che ruota attorno asse X=longitudinale) Myy = momento longitudinale (che ruota attorno asse Y= trasversale)						

La geometria della palificata è:

- 9 pali D=1500mm interasse = 4.5m
- Plinto: 11.5x11.5 m
- Altezza complessiva da testa palo: plinto+muro+paraghiaia= 2+6.2+3.55=11.75 m.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i risultati dell'analisi con le deformazioni massime a quota testa palo; in Appendice C sono mostrati i tabulati di calcolo completi con esplicitati tutti i parametri di input (geometria palificata, carichi, rigidità assiale dei pali, modulo di reazione orizzontale palo-terreno).

Lo spostamento orizzontale massimo è: 10.86 mm

Da cui:

$$V_s / h = 0.09 \%$$

La scelta dell'uso del coefficiente di spinta (k_0 , a riposo) o k_a (attiva) in condizioni sismiche per l'analisi delle palificate delle spalle è nella relazione di calcolo strutturale delle spalle, a cui si rimanda.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	32 di 82

Deformazioni massime del plinto

	dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	c.d.c.
D.1	2.475	5.528	.240	1.725	.097	1
D.2	2.311	10.861	.527	1.725	.097	2
D.3	2.311	10.861	.527	1.725	.097	2
D.4	2.311	5.513	.235	5.595	.312	3
D.5	2.311	5.513	.235	5.595	.312	3

D.1: cond. di carico con dz massimo
VI04A - SLV - N max _
D.2: cond. di carico con dx massimo
VI04A - SLV - ML max gr.1 _
D.3: cond. di carico con rx massimo
VI04A - SLV - ML max gr.1 _
D.4: cond. di carico con dy massimo
VI04A - SLV - MT max gr.1 _
D.5: cond. di carico con ry massimo
VI04A - SLV - MT max gr.1 _

5. APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

5.1 Compressione. Pali Pile D=1200 mm

*** 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	4.00 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m ³
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.96 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.30 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. 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: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m
 entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.200 = 3.60$ 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ba " (Coesivo) da .00 a 8.00 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

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

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$

C_u variabile lin. da 50.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "TRVb " (Coesivo) da 8.00 a 30.00 m

$G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$

C_u variabile lin. da 143.0 a 220.0 kPa

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 40.00 m

$G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$

C_u variabile lin. da 220.0 a 285.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. τ	Molt. Q_b	Molt. C_u

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	35 di 82

1 "ba "	1.00	1.00	1.00
2 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
3 "TRVb "	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
400.0	.40

pag./ 5

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 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
4.00	36.0	76.0	75.0	.55	19.8	751.
4.50	40.5	85.5	78.1	.55	22.3	789.
5.00	45.0	95.0	81.3	.55	24.8	826.
5.50	49.5	104.5	84.4	.55	27.2	864.
6.00	54.0	114.0	87.5	.55	29.7	902.
6.50	58.5	123.5	90.6	.55	32.2	939.
7.00	63.0	133.0	93.8	.55	34.7	977.
7.50	67.5	142.5	96.9	.55	37.1	1014.
8.00	72.0	152.0	100.0	.72	52.0	1052.
8.50	77.5	162.5	144.8	.85	65.7	1134.
9.00	83.0	173.0	146.5	.81	66.9	1215.
9.50	88.5	183.5	148.3	.77	68.2	1297.
10.00	94.0	194.0	150.0	.74	69.4	1378.
10.50	99.5	204.5	151.8	.71	70.7	1460.
11.00	105.0	215.0	153.5	.68	71.9	1541.
11.50	110.5	225.5	155.3	.66	73.2	1623.
12.00	116.0	236.0	157.0	.64	74.4	1649.
12.50	121.5	246.5	158.8	.62	75.7	1675.
13.00	127.0	257.0	160.5	.61	76.9	1702.
13.50	132.5	267.5	162.3	.59	78.2	1728.
14.00	138.0	278.0	164.0	.58	79.4	1754.
14.50	143.5	288.5	165.8	.56	80.7	1780.
15.00	149.0	299.0	167.5	.55	81.9	1807.
15.50	154.5	309.5	169.3	.54	83.1	1833.
16.00	160.0	320.0	171.0	.53	84.4	1859.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	36 di 82

16.50	165.5	330.5	172.8	.52	85.7	1885.
17.00	171.0	341.0	174.5	.51	86.9	1912.
17.50	176.5	351.5	176.3	.50	88.2	1938.
18.00	182.0	362.0	178.0	.49	89.4	1964.
18.50	187.5	372.5	179.8	.48	90.7	1990.

pag./ 6

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 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
19.00	193.0	383.0	181.5	.48	91.9	2017.
19.50	198.5	393.5	183.3	.47	93.2	2043.
20.00	204.0	404.0	185.0	.46	94.4	2069.
20.50	209.5	414.5	186.8	.46	95.7	2095.
21.00	215.0	425.0	188.5	.45	96.9	2122.
21.50	220.5	435.5	190.3	.45	98.2	2148.
22.00	226.0	446.0	192.0	.44	99.4	2174.
22.50	231.5	456.5	193.8	.43	100.7	2200.
23.00	237.0	467.0	195.5	.43	101.9	2227.
23.50	242.5	477.5	197.3	.43	103.2	2253.
24.00	248.0	488.0	199.0	.42	104.4	2279.
24.50	253.5	498.5	200.8	.42	105.7	2305.
25.00	259.0	509.0	202.5	.41	106.9	2332.
25.50	264.5	519.5	204.3	.41	108.2	2358.
26.00	270.0	530.0	206.0	.41	109.4	2384.
26.50	275.5	540.5	207.8	.40	110.7	2410.
27.00	281.0	551.0	209.5	.40	111.9	2437.
27.50	286.5	561.5	211.3	.39	113.2	2463.
28.00	292.0	572.0	213.0	.39	114.4	2489.
28.50	297.5	582.5	214.8	.39	115.7	2515.
29.00	303.0	593.0	216.5	.39	116.9	2542.
29.50	308.5	603.5	218.3	.38	118.2	2568.
30.00	314.0	614.0	220.0	.38	119.4	2594.
30.50	319.5	624.5	223.3	.38	120.0	2634.
31.00	325.0	635.0	226.5	.37	120.0	2674.
31.50	330.5	645.5	229.8	.36	120.0	2713.
32.00	336.0	656.0	233.0	.36	120.0	2753.
32.50	341.5	666.5	236.3	.35	120.0	2793.
33.00	347.0	677.0	239.5	.35	120.0	2833.
33.50	352.5	687.5	242.8	.34	120.0	2872.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	37 di 82

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 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
34.00	358.0	698.0	246.0	.34	120.0	2912.
34.50	363.5	708.5	249.3	.33	120.0	2952.
35.00	369.0	719.0	252.5	.33	120.0	2992.
35.50	374.5	729.5	255.8	.32	120.0	3031.
36.00	380.0	740.0	259.0	.32	120.0	3071.
36.50	385.5	750.5	262.3	.31	120.0	3111.
37.00	391.0	761.0	265.5	.31	120.0	3151.
37.50	396.5	771.5	268.8	.30	120.0	3190.
38.00	402.0	782.0	272.0	.30	120.0	3230.
38.50	407.5	792.5	275.3	.29	120.0	3270.
39.00	413.0	803.0	278.5	.29	120.0	3310.
39.50	418.5	813.5	281.8	.29	120.0	3349.
40.00	424.0	824.0	285.0	.28	120.0	3389.

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

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	38 di 82

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 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.	849.	0.	849.	369.
.50	40.	892.	3.	928.	405.
1.00	84.	934.	7.	1012.	442.
1.50	133.	977.	10.	1100.	482.
2.00	187.	1020.	14.	1193.	525.
2.50	245.	1062.	17.	1290.	570.
3.00	308.	1105.	20.	1392.	617.
3.50	376.	1147.	24.	1499.	667.
4.00	454.	1190.	27.	1616.	722.
4.50	570.	1282.	31.	1822.	818.
5.00	695.	1374.	34.	2036.	918.
5.50	823.	1466.	37.	2252.	1020.
6.00	952.	1559.	41.	2470.	1123.
6.50	1084.	1651.	44.	2691.	1227.
7.00	1219.	1743.	48.	2914.	1332.
7.50	1355.	1835.	51.	3140.	1439.
8.00	1494.	1865.	54.	3305.	1519.
8.50	1636.	1895.	58.	3473.	1601.
9.00	1780.	1924.	61.	3643.	1684.
9.50	1926.	1954.	64.	3815.	1768.
10.00	2074.	1984.	68.	3990.	1853.
10.50	2225.	2013.	71.	4167.	1939.
11.00	2378.	2043.	75.	4347.	2027.
11.50	2534.	2073.	78.	4529.	2116.
12.00	2692.	2102.	81.	4713.	2206.
12.50	2852.	2132.	85.	4899.	2297.
13.00	3015.	2162.	88.	5088.	2390.
13.50	3180.	2192.	92.	5280.	2483.
14.00	3347.	2221.	95.	5473.	2578.
14.50	3517.	2251.	98.	5669.	2674.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	39 di 82

pag. / 9

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3689.	2281.	102.	5867.	2772.
15.50	3863.	2310.	105.	6068.	2870.
16.00	4040.	2340.	109.	6271.	2970.
16.50	4219.	2370.	112.	6477.	3071.
17.00	4400.	2399.	115.	6684.	3173.
17.50	4584.	2429.	119.	6895.	3276.
18.00	4770.	2459.	122.	7107.	3381.
18.50	4959.	2488.	126.	7322.	3486.
19.00	5150.	2518.	129.	7539.	3593.
19.50	5343.	2548.	132.	7759.	3702.
20.00	5539.	2577.	136.	7981.	3811.
20.50	5737.	2607.	139.	8205.	3921.
21.00	5937.	2637.	143.	8431.	4033.
21.50	6140.	2667.	146.	8660.	4146.
22.00	6345.	2696.	149.	8892.	4260.
22.50	6552.	2726.	153.	9125.	4375.
23.00	6762.	2756.	156.	9361.	4492.
23.50	6974.	2785.	159.	9600.	4610.
24.00	7188.	2815.	163.	9841.	4729.
24.50	7405.	2845.	166.	10084.	4849.
25.00	7624.	2874.	170.	10329.	4970.
25.50	7846.	2904.	173.	10577.	5093.
26.00	8070.	2934.	176.	10827.	5216.
26.50	8296.	2979.	180.	11095.	5348.
27.00	8522.	3024.	183.	11362.	5479.
27.50	8748.	3069.	187.	11630.	5611.
28.00	8974.	3114.	190.	11898.	5742.
28.50	9201.	3159.	193.	12166.	5874.
29.00	9427.	3203.	197.	12433.	6006.
29.50	9653.	3248.	200.	12701.	6137.

pag. / 10

 LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	9879.	3293.	204.	12969.	6269.
30.50	10105.	3338.	207.	13237.	6400.
31.00	10332.	3383.	210.	13504.	6532.
31.50	10558.	3428.	214.	13772.	6663.
32.00	10784.	3473.	217.	14040.	6795.
32.50	11010.	3518.	221.	14308.	6927.
33.00	11236.	3563.	224.	14576.	7058.
33.50	11463.	3608.	227.	14843.	7190.
34.00	11689.	3653.	231.	15111.	7321.
34.50	11915.	3698.	234.	15379.	7453.
35.00	12141.	3743.	238.	15647.	7584.
35.50	12367.	3788.	241.	15914.	7716.
36.00	12593.	3833.	244.	16182.	7847.

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 = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

5.2 Trazione. Pali Pile D=1200 mm

*** 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c.	=	4.00 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	-15.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale	=	2.13 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. 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: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.200 = 3.60$ 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ba " (Coesivo) da .00 a 8.00 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 variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 50.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "TRVb " (Coesivo) da 8.00 a 30.00 m

$G_n = 21.0$ kN/m³ $G_e = 11.0$ kN/m³

$\tau = \beta * S'v < 120.0$ kPa
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 143.0 a 220.0 kPa

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 40.00 m

$G_n = 21.0$ kN/m³ $G_e = 11.0$ kN/m³

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	42 di 82

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

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 220.0 a 285.0 kPa

pag. / 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ba "	1.00	1.00	1.00
2 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
3 "TRVb "	1.00	1.00	1.00

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

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

Cu kPa	alfa -
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
400.0	.40

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
4.00	36.0	76.0	75.0	.55	19.8	0.
4.50	40.5	85.5	78.1	.55	22.3	0.
5.00	45.0	95.0	81.3	.55	24.8	0.
5.50	49.5	104.5	84.4	.55	27.2	0.
6.00	54.0	114.0	87.5	.55	29.7	0.
6.50	58.5	123.5	90.6	.55	32.2	0.
7.00	63.0	133.0	93.8	.55	34.7	0.
7.50	67.5	142.5	96.9	.55	37.1	0.
8.00	72.0	152.0	100.0	.72	52.0	0.
8.50	77.5	162.5	144.8	.85	65.7	0.
9.00	83.0	173.0	146.5	.81	66.9	0.
9.50	88.5	183.5	148.3	.77	68.2	0.
10.00	94.0	194.0	150.0	.74	69.4	0.
10.50	99.5	204.5	151.8	.71	70.7	0.
11.00	105.0	215.0	153.5	.68	71.9	0.
11.50	110.5	225.5	155.3	.66	73.2	0.
12.00	116.0	236.0	157.0	.64	74.4	0.
12.50	121.5	246.5	158.8	.62	75.7	0.
13.00	127.0	257.0	160.5	.61	76.9	0.
13.50	132.5	267.5	162.3	.59	78.2	0.
14.00	138.0	278.0	164.0	.58	79.4	0.
14.50	143.5	288.5	165.8	.56	80.7	0.
15.00	149.0	299.0	167.5	.55	81.9	0.
15.50	154.5	309.5	169.3	.54	83.1	0.
16.00	160.0	320.0	171.0	.53	84.4	0.
16.50	165.5	330.5	172.8	.52	85.7	0.
17.00	171.0	341.0	174.5	.51	86.9	0.
17.50	176.5	351.5	176.3	.50	88.2	0.
18.00	182.0	362.0	178.0	.49	89.4	0.
18.50	187.5	372.5	179.8	.48	90.7	0.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	44 di 82

pag. / 6

 LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
19.00	193.0	383.0	181.5	.48	91.9	0.
19.50	198.5	393.5	183.3	.47	93.2	0.
20.00	204.0	404.0	185.0	.46	94.4	0.
20.50	209.5	414.5	186.8	.46	95.7	0.
21.00	215.0	425.0	188.5	.45	96.9	0.
21.50	220.5	435.5	190.3	.45	98.2	0.
22.00	226.0	446.0	192.0	.44	99.4	0.
22.50	231.5	456.5	193.8	.43	100.7	0.
23.00	237.0	467.0	195.5	.43	101.9	0.
23.50	242.5	477.5	197.3	.43	103.2	0.
24.00	248.0	488.0	199.0	.42	104.4	0.
24.50	253.5	498.5	200.8	.42	105.7	0.
25.00	259.0	509.0	202.5	.41	106.9	0.
25.50	264.5	519.5	204.3	.41	108.2	0.
26.00	270.0	530.0	206.0	.41	109.4	0.
26.50	275.5	540.5	207.8	.40	110.7	0.
27.00	281.0	551.0	209.5	.40	111.9	0.
27.50	286.5	561.5	211.3	.39	113.2	0.
28.00	292.0	572.0	213.0	.39	114.4	0.
28.50	297.5	582.5	214.8	.39	115.7	0.
29.00	303.0	593.0	216.5	.39	116.9	0.
29.50	308.5	603.5	218.3	.38	118.2	0.
30.00	314.0	614.0	220.0	.38	119.4	0.
30.50	319.5	624.5	223.3	.38	120.0	0.
31.00	325.0	635.0	226.5	.37	120.0	0.
31.50	330.5	645.5	229.8	.36	120.0	0.
32.00	336.0	656.0	233.0	.36	120.0	0.
32.50	341.5	666.5	236.3	.35	120.0	0.
33.00	347.0	677.0	239.5	.35	120.0	0.
33.50	352.5	687.5	242.8	.34	120.0	0.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	45 di 82

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
34.00	358.0	698.0	246.0	.34	120.0	0.
34.50	363.5	708.5	249.3	.33	120.0	0.
35.00	369.0	719.0	252.5	.33	120.0	0.
35.50	374.5	729.5	255.8	.32	120.0	0.
36.00	380.0	740.0	259.0	.32	120.0	0.
36.50	385.5	750.5	262.3	.31	120.0	0.
37.00	391.0	761.0	265.5	.31	120.0	0.
37.50	396.5	771.5	268.8	.30	120.0	0.
38.00	402.0	782.0	272.0	.30	120.0	0.
38.50	407.5	792.5	275.3	.29	120.0	0.
39.00	413.0	803.0	278.5	.29	120.0	0.
39.50	418.5	813.5	281.8	.29	120.0	0.
40.00	424.0	824.0	285.0	.28	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

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	46 di 82

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

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	40.	0.	-8.	48.	27.
1.00	84.	0.	-17.	101.	56.
1.50	133.	0.	-25.	158.	88.
2.00	187.	0.	-34.	221.	122.
2.50	245.	0.	-42.	287.	158.
3.00	308.	0.	-51.	359.	196.
3.50	376.	0.	-59.	435.	236.
4.00	454.	0.	-68.	522.	281.
4.50	570.	0.	-76.	647.	345.
5.00	695.	0.	-85.	780.	412.
5.50	823.	0.	-93.	916.	480.
6.00	952.	0.	-102.	1054.	550.
6.50	1084.	0.	-110.	1195.	621.
7.00	1219.	0.	-119.	1337.	692.
7.50	1355.	0.	-127.	1483.	765.
8.00	1494.	0.	-136.	1630.	839.
8.50	1636.	0.	-144.	1780.	914.
9.00	1780.	0.	-153.	1932.	990.
9.50	1926.	0.	-161.	2087.	1067.
10.00	2074.	0.	-170.	2244.	1146.
10.50	2225.	0.	-178.	2403.	1225.
11.00	2378.	0.	-187.	2565.	1306.
11.50	2534.	0.	-195.	2729.	1387.
12.00	2692.	0.	-204.	2895.	1470.
12.50	2852.	0.	-212.	3064.	1554.
13.00	3015.	0.	-221.	3235.	1639.
13.50	3180.	0.	-229.	3409.	1725.
14.00	3347.	0.	-238.	3584.	1813.
14.50	3517.	0.	-246.	3763.	1901.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	47 di 82

pag. / 9

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3689.	0.	-254.	3943.	1990.
15.50	3863.	0.	-263.	4126.	2081.
16.00	4040.	0.	-271.	4311.	2173.
16.50	4219.	0.	-280.	4499.	2265.
17.00	4400.	0.	-288.	4689.	2359.
17.50	4584.	0.	-297.	4881.	2454.
18.00	4770.	0.	-305.	5076.	2550.
18.50	4959.	0.	-314.	5273.	2647.
19.00	5150.	0.	-322.	5472.	2746.
19.50	5343.	0.	-331.	5674.	2845.
20.00	5539.	0.	-339.	5878.	2946.
20.50	5737.	0.	-348.	6084.	3047.
21.00	5937.	0.	-356.	6293.	3150.
21.50	6140.	0.	-365.	6504.	3254.
22.00	6345.	0.	-373.	6718.	3359.
22.50	6552.	0.	-382.	6934.	3465.
23.00	6762.	0.	-390.	7152.	3572.
23.50	6974.	0.	-399.	7373.	3681.
24.00	7188.	0.	-407.	7596.	3790.
24.50	7405.	0.	-416.	7821.	3900.
25.00	7624.	0.	-424.	8049.	4012.
25.50	7846.	0.	-433.	8279.	4125.
26.00	8070.	0.	-441.	8511.	4239.
26.50	8296.	0.	-450.	8745.	4353.
27.00	8522.	0.	-458.	8980.	4468.
27.50	8748.	0.	-467.	9215.	4583.
28.00	8974.	0.	-475.	9449.	4698.
28.50	9201.	0.	-483.	9684.	4813.
29.00	9427.	0.	-492.	9919.	4928.
29.50	9653.	0.	-500.	10153.	5043.

pag. / 10

 LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 Pile
 Capacita' portante palo D=1200 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	9879.	0.	-509.	10388.	5158.
30.50	10105.	0.	-517.	10623.	5273.
31.00	10332.	0.	-526.	10857.	5388.
31.50	10558.	0.	-534.	11092.	5503.
32.00	10784.	0.	-543.	11327.	5618.
32.50	11010.	0.	-551.	11561.	5733.
33.00	11236.	0.	-560.	11796.	5848.
33.50	11463.	0.	-568.	12031.	5962.
34.00	11689.	0.	-577.	12266.	6077.
34.50	11915.	0.	-585.	12500.	6192.
35.00	12141.	0.	-594.	12735.	6307.
35.50	12367.	0.	-602.	12970.	6422.
36.00	12593.	0.	-611.	13204.	6537.

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 = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

5.3 Compressione. Pali Spalla A D=1500 mm

*** 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.00 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	6.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.96 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.30 (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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ba " (Coesivo) da .00 a 8.00 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

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

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800.$ kPa

C_u variabile lin. da 50.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "TRVb " (Coesivo) da 8.00 a 30.00 m

$G_n = 21.0$ kN/m³ $G_e = 11.0$ kN/m³

$\tau = \beta * S'v < 120.0$ kPa
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$

$Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800.$ kPa

C_u variabile lin. da 143.0 a 220.0 kPa

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 40.00 m

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	50 di 82

$G_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 11.0 \text{ kN/m}^3$

$\tau_u = \beta \cdot s'v < 120.0 \text{ kPa}$
 $\beta = .10 + .40 \text{ Cu}/s'v$

$q_b = 9.0 \cdot \text{Cu} + s_v < 3800. \text{ kPa}$

Cu variabile lin. da 220.0 a 285.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. τ_u	Molt. q_b	Molt. Cu
1 "ba "	1.00	1.00	1.00
2 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
3 "TRVb "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio $\tau_u = \alpha \cdot \text{Cu}$

Cu kPa	α -
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
400.0	.40

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' 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
2.00	18.0	38.0	62.5	.55	9.9	601.
2.50	22.5	47.5	65.6	.55	12.4	638.
3.00	27.0	57.0	68.8	.55	14.9	676.
3.50	31.5	66.5	71.9	.55	17.3	713.
4.00	36.0	76.0	75.0	.55	19.8	751.
4.50	40.5	85.5	78.1	.55	22.3	789.
5.00	45.0	95.0	81.3	.55	24.8	826.
5.50	49.5	104.5	84.4	.55	27.2	864.
6.00	54.0	114.0	87.5	.55	29.7	902.
6.50	58.5	123.5	90.6	.55	32.2	939.
7.00	63.0	133.0	93.8	.55	34.7	977.
7.50	67.5	142.5	96.9	.55	37.1	1014.
8.00	72.0	152.0	100.0	.72	52.0	1052.
8.50	77.5	162.5	144.8	.85	65.7	1121.
9.00	83.0	173.0	146.5	.81	66.9	1191.
9.50	88.5	183.5	148.3	.77	68.2	1260.
10.00	94.0	194.0	150.0	.74	69.4	1329.
10.50	99.5	204.5	151.8	.71	70.7	1398.
11.00	105.0	215.0	153.5	.68	71.9	1468.
11.50	110.5	225.5	155.3	.66	73.2	1537.
12.00	116.0	236.0	157.0	.64	74.4	1606.
12.50	121.5	246.5	158.8	.62	75.7	1675.
13.00	127.0	257.0	160.5	.61	76.9	1702.
13.50	132.5	267.5	162.3	.59	78.2	1728.
14.00	138.0	278.0	164.0	.58	79.4	1754.
14.50	143.5	288.5	165.8	.56	80.7	1780.
15.00	149.0	299.0	167.5	.55	81.9	1807.
15.50	154.5	309.5	169.3	.54	83.1	1833.
16.00	160.0	320.0	171.0	.53	84.4	1859.
16.50	165.5	330.5	172.8	.52	85.7	1885.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	52 di 82

pag. / 6

 LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
 Capacita' 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
17.00	171.0	341.0	174.5	.51	86.9	1912.
17.50	176.5	351.5	176.3	.50	88.2	1938.
18.00	182.0	362.0	178.0	.49	89.4	1964.
18.50	187.5	372.5	179.8	.48	90.7	1990.
19.00	193.0	383.0	181.5	.48	91.9	2017.
19.50	198.5	393.5	183.3	.47	93.2	2043.
20.00	204.0	404.0	185.0	.46	94.4	2069.
20.50	209.5	414.5	186.8	.46	95.7	2095.
21.00	215.0	425.0	188.5	.45	96.9	2122.
21.50	220.5	435.5	190.3	.45	98.2	2148.
22.00	226.0	446.0	192.0	.44	99.4	2174.
22.50	231.5	456.5	193.8	.43	100.7	2200.
23.00	237.0	467.0	195.5	.43	101.9	2227.
23.50	242.5	477.5	197.3	.43	103.2	2253.
24.00	248.0	488.0	199.0	.42	104.4	2279.
24.50	253.5	498.5	200.8	.42	105.7	2305.
25.00	259.0	509.0	202.5	.41	106.9	2332.
25.50	264.5	519.5	204.3	.41	108.2	2358.
26.00	270.0	530.0	206.0	.41	109.4	2384.
26.50	275.5	540.5	207.8	.40	110.7	2410.
27.00	281.0	551.0	209.5	.40	111.9	2437.
27.50	286.5	561.5	211.3	.39	113.2	2463.
28.00	292.0	572.0	213.0	.39	114.4	2489.
28.50	297.5	582.5	214.8	.39	115.7	2515.
29.00	303.0	593.0	216.5	.39	116.9	2542.
29.50	308.5	603.5	218.3	.38	118.2	2568.
30.00	314.0	614.0	220.0	.38	119.4	2594.
30.50	319.5	624.5	223.3	.38	120.0	2634.
31.00	325.0	635.0	226.5	.37	120.0	2674.
31.50	330.5	645.5	229.8	.36	120.0	2713.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	53 di 82

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' 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
32.00	336.0	656.0	233.0	.36	120.0	2753.
32.50	341.5	666.5	236.3	.35	120.0	2793.
33.00	347.0	677.0	239.5	.35	120.0	2833.
33.50	352.5	687.5	242.8	.34	120.0	2872.
34.00	358.0	698.0	246.0	.34	120.0	2912.
34.50	363.5	708.5	249.3	.33	120.0	2952.
35.00	369.0	719.0	252.5	.33	120.0	2992.
35.50	374.5	729.5	255.8	.32	120.0	3031.
36.00	380.0	740.0	259.0	.32	120.0	3071.
36.50	385.5	750.5	262.3	.31	120.0	3111.
37.00	391.0	761.0	265.5	.31	120.0	3151.
37.50	396.5	771.5	268.8	.30	120.0	3190.
38.00	402.0	782.0	272.0	.30	120.0	3230.
38.50	407.5	792.5	275.3	.29	120.0	3270.
39.00	413.0	803.0	278.5	.29	120.0	3310.
39.50	418.5	813.5	281.8	.29	120.0	3349.
40.00	424.0	824.0	285.0	.28	120.0	3389.

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

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	54 di 82

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' 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.	1061.	0.	1061.	461.
.50	26.	1128.	5.	1149.	498.
1.00	58.	1194.	11.	1242.	538.
1.50	96.	1261.	16.	1341.	581.
2.00	140.	1327.	21.	1446.	627.
2.50	190.	1394.	27.	1557.	676.
3.00	245.	1460.	32.	1673.	728.
3.50	306.	1527.	37.	1796.	783.
4.00	373.	1593.	42.	1924.	841.
4.50	446.	1660.	48.	2058.	901.
5.00	525.	1726.	53.	2198.	965.
5.50	609.	1793.	58.	2344.	1032.
6.00	707.	1859.	64.	2503.	1105.
6.50	853.	1981.	69.	2765.	1228.
7.00	1009.	2104.	74.	3039.	1355.
7.50	1168.	2226.	80.	3315.	1484.
8.00	1330.	2349.	85.	3594.	1615.
8.50	1495.	2471.	90.	3876.	1747.
9.00	1663.	2593.	95.	4161.	1881.
9.50	1834.	2716.	101.	4449.	2016.
10.00	2008.	2838.	106.	4740.	2152.
10.50	2185.	2960.	111.	5034.	2290.
11.00	2364.	3007.	117.	5255.	2397.
11.50	2547.	3053.	122.	5478.	2505.
12.00	2733.	3100.	127.	5705.	2615.
12.50	2921.	3146.	133.	5935.	2726.
13.00	3113.	3192.	138.	6167.	2838.
13.50	3307.	3239.	143.	6403.	2952.
14.00	3505.	3285.	148.	6641.	3068.
14.50	3705.	3332.	154.	6883.	3185.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	55 di 82

pag. / 9

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3908.	3378.	159.	7127.	3304.
15.50	4114.	3424.	164.	7374.	3424.
16.00	4324.	3471.	170.	7625.	3545.
16.50	4536.	3517.	175.	7878.	3668.
17.00	4751.	3563.	180.	8134.	3793.
17.50	4969.	3610.	186.	8393.	3919.
18.00	5190.	3656.	191.	8655.	4047.
18.50	5414.	3703.	196.	8920.	4176.
19.00	5640.	3749.	201.	9188.	4306.
19.50	5870.	3795.	207.	9459.	4438.
20.00	6103.	3842.	212.	9733.	4572.
20.50	6339.	3888.	217.	10009.	4707.
21.00	6577.	3935.	223.	10289.	4844.
21.50	6819.	3981.	228.	10572.	4982.
22.00	7063.	4027.	233.	10857.	5122.
22.50	7311.	4074.	239.	11146.	5263.
23.00	7561.	4120.	244.	11437.	5405.
23.50	7815.	4166.	249.	11732.	5549.
24.00	8071.	4213.	254.	12029.	5695.
24.50	8330.	4259.	260.	12330.	5842.
25.00	8592.	4306.	265.	12633.	5991.
25.50	8857.	4352.	270.	12939.	6141.
26.00	9126.	4398.	276.	13248.	6293.
26.50	9397.	4445.	281.	13560.	6446.
27.00	9671.	4491.	286.	13875.	6600.
27.50	9947.	4538.	292.	14193.	6757.
28.00	10227.	4584.	297.	14514.	6914.
28.50	10510.	4654.	302.	14862.	7083.
29.00	10792.	4724.	307.	15209.	7253.
29.50	11075.	4795.	313.	15557.	7422.

pag. / 10

 LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalle
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q _{l1} kN	Q _{b1} kN	W _p kN	Q _u kN	Q _d kN
30.00	11358.	4865.	318.	15905.	7592.
30.50	11641.	4935.	323.	16252.	7761.
31.00	11923.	5005.	329.	16600.	7931.
31.50	12206.	5076.	334.	16948.	8100.
32.00	12489.	5146.	339.	17296.	8270.
32.50	12772.	5216.	345.	17643.	8439.
33.00	13054.	5286.	350.	17991.	8609.
33.50	13337.	5357.	355.	18339.	8778.
34.00	13620.	5427.	360.	18686.	8948.
34.50	13903.	5497.	366.	19034.	9117.
35.00	14185.	5567.	371.	19382.	9287.
35.50	14468.	5638.	376.	19729.	9456.
36.00	14751.	5708.	382.	20077.	9626.
36.50	15034.	5778.	387.	20425.	9795.
37.00	15316.	5848.	392.	20772.	9965.
37.50	15599.	5919.	398.	21120.	10134.
38.00	15882.	5989.	403.	21468.	10304.

L_p = Lunghezza utile del palo
 Q_{l1} = Portata laterale limite
 Q_{b1} = Portata di base limite
 W_p = Peso efficace del palo
 Q_u = Portata totale limite
 Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,l + Q_{b1}/FS,b - W_p$

5.4 Compressione. Spalla B D=1500 mm

*** 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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.00 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m

Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
 Fattore di sicurezza portata laterale = 1.96 (FS,l)
 Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (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 PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ba" (Coesivo) da .00 a 9.00 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
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v < 3800. \text{ kPa}$
 C_u variabile lin. da 50.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "bg" (Incoerente) da 9.00 a 11.00 m

$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .70$ $\delta = 35.0 \text{ deg}$
 $Q_b = 17.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 11.00 a 30.00 m

Gn = 21.0 kN/m³ Ge = 11.0 kN/m³

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

Qb = 9.0 * Cu + Sv < 3800. kPa

Cu variabile lin. da 150.0 a 220.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 40.00 m

Gn = 21.0 kN/m³ Ge = 11.0 kN/m³

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

Qb = 9.0 * Cu + Sv < 3800. kPa

Cu variabile lin. da 220.0 a 285.0 kPa

pag./ 5

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ba "	1.00	1.00	1.00
2 "bg "	1.00	1.00	-
3 "TRVb "	1.00	1.00	1.00
4 "TRVb "	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	alfa
kPa	-



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	59 di 82

.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
400.0	.40

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' 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
2.00	18.0	38.0	61.1	.55	9.9	588.
2.50	22.5	47.5	63.9	.55	12.4	623.
3.00	27.0	57.0	66.7	.55	14.9	657.
3.50	31.5	66.5	69.4	.55	17.3	692.
4.00	36.0	76.0	72.2	.55	19.8	726.
4.50	40.5	85.5	75.0	.55	22.3	761.
5.00	45.0	95.0	77.8	.55	24.8	795.
5.50	49.5	104.5	80.6	.55	27.2	830.
6.00	54.0	114.0	83.3	.55	29.7	864.
6.50	58.5	123.5	86.1	.55	32.2	899.
7.00	63.0	133.0	88.9	.55	34.7	933.
7.50	67.5	142.5	91.7	.54	36.7	968.
8.00	72.0	152.0	94.4	.52	37.8	1002.
8.50	76.5	161.5	97.2	.51	38.9	1037.
9.00	81.0	171.0	100.0	.49	39.9	1071.
9.50	85.5	180.5	--	.49	41.9	1182.
10.00	90.0	190.0	--	.49	44.1	1292.
10.50	94.5	199.5	--	.49	46.3	1403.
11.00	99.0	209.0	--	.60	59.2	1513.
11.50	104.5	219.5	151.8	.68	71.2	1545.
12.00	110.0	230.0	153.7	.66	72.5	1577.
12.50	115.5	240.5	155.5	.64	73.8	1610.
13.00	121.0	251.0	157.4	.62	75.0	1642.
13.50	126.5	261.5	159.2	.60	76.3	1674.
14.00	132.0	272.0	161.1	.59	77.6	1706.
14.50	137.5	282.5	162.9	.57	78.9	1738.
15.00	143.0	293.0	164.7	.56	80.2	1771.
15.50	148.5	303.5	166.6	.55	81.5	1803.
16.00	154.0	314.0	168.4	.54	82.8	1830.
16.50	159.5	324.5	170.3	.53	84.1	1857.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	61 di 82

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' 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
17.00	165.0	335.0	172.1	.52	85.3	1884.
17.50	170.5	345.5	173.9	.51	86.6	1911.
18.00	176.0	356.0	175.8	.50	87.9	1938.
18.50	181.5	366.5	177.6	.49	89.2	1965.
19.00	187.0	377.0	179.5	.48	90.5	1992.
19.50	192.5	387.5	181.3	.48	91.8	2019.
20.00	198.0	398.0	183.2	.47	93.1	2046.
20.50	203.5	408.5	185.0	.46	94.3	2074.
21.00	209.0	419.0	186.8	.46	95.6	2101.
21.50	214.5	429.5	188.7	.45	96.9	2128.
22.00	220.0	440.0	190.5	.45	98.2	2155.
22.50	225.5	450.5	192.4	.44	99.5	2182.
23.00	231.0	461.0	194.2	.44	100.8	2209.
23.50	236.5	471.5	196.1	.43	102.1	2236.
24.00	242.0	482.0	197.9	.43	103.4	2263.
24.50	247.5	492.5	199.7	.42	104.6	2290.
25.00	253.0	503.0	201.6	.42	105.9	2317.
25.50	258.5	513.5	203.4	.41	107.2	2344.
26.00	264.0	524.0	205.3	.41	108.5	2371.
26.50	269.5	534.5	207.1	.41	109.8	2398.
27.00	275.0	545.0	208.9	.40	111.1	2426.
27.50	280.5	555.5	210.8	.40	112.4	2453.
28.00	286.0	566.0	212.6	.40	113.7	2480.
28.50	291.5	576.5	214.5	.39	114.9	2507.
29.00	297.0	587.0	216.3	.39	116.2	2534.
29.50	302.5	597.5	218.2	.39	117.5	2561.
30.00	308.0	608.0	220.0	.39	118.8	2588.
30.50	313.5	618.5	223.3	.38	120.0	2628.
31.00	319.0	629.0	226.5	.38	120.0	2668.
31.50	324.5	639.5	229.8	.37	120.0	2707.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	62 di 82

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' 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
32.00	330.0	650.0	233.0	.36	120.0	2747.
32.50	335.5	660.5	236.3	.36	120.0	2787.
33.00	341.0	671.0	239.5	.35	120.0	2827.
33.50	346.5	681.5	242.8	.35	120.0	2866.
34.00	352.0	692.0	246.0	.34	120.0	2906.
34.50	357.5	702.5	249.3	.34	120.0	2946.
35.00	363.0	713.0	252.5	.33	120.0	2986.
35.50	368.5	723.5	255.8	.33	120.0	3025.
36.00	374.0	734.0	259.0	.32	120.0	3065.
36.50	379.5	744.5	262.3	.32	120.0	3105.
37.00	385.0	755.0	265.5	.31	120.0	3145.
37.50	390.5	765.5	268.8	.31	120.0	3184.
38.00	396.0	776.0	272.0	.30	120.0	3224.
38.50	401.5	786.5	275.3	.30	120.0	3264.
39.00	407.0	797.0	278.5	.29	120.0	3304.
39.50	412.5	807.5	281.8	.29	120.0	3343.
40.00	418.0	818.0	285.0	.29	120.0	3383.

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

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	63 di 82

pag. / 9

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1039.	0.	1039.	452.
.50	26.	1100.	5.	1121.	486.
1.00	58.	1161.	11.	1209.	524.
1.50	96.	1222.	16.	1302.	564.
2.00	140.	1283.	21.	1402.	608.
2.50	190.	1344.	27.	1507.	655.
3.00	245.	1405.	32.	1618.	704.
3.50	306.	1466.	37.	1735.	756.
4.00	373.	1527.	42.	1858.	812.
4.50	446.	1588.	48.	1986.	870.
5.00	525.	1649.	53.	2121.	932.
5.50	609.	1710.	58.	2261.	996.
6.00	697.	1771.	64.	2404.	1062.
6.50	787.	1832.	69.	2550.	1129.
7.00	880.	1893.	74.	2698.	1198.
7.50	976.	2088.	80.	2985.	1326.
8.00	1078.	2283.	85.	3276.	1458.
8.50	1184.	2478.	90.	3572.	1592.
9.00	1302.	2674.	95.	3880.	1731.
9.50	1462.	2731.	101.	4092.	1832.
10.00	1631.	2787.	106.	4313.	1938.
10.50	1804.	2844.	111.	4537.	2046.
11.00	1979.	2901.	117.	4763.	2154.
11.50	2157.	2958.	122.	4993.	2265.
12.00	2339.	3015.	127.	5226.	2377.
12.50	2523.	3072.	133.	5462.	2490.
13.00	2710.	3129.	138.	5701.	2605.
13.50	2901.	3186.	143.	5943.	2722.
14.00	3094.	3234.	148.	6179.	2836.
14.50	3291.	3281.	154.	6419.	2952.

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	64 di 82

pag. / 10

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3491.	3329.	159.	6661.	3069.
15.50	3693.	3377.	164.	6906.	3188.
16.00	3899.	3425.	170.	7154.	3309.
16.50	4107.	3473.	175.	7405.	3431.
17.00	4319.	3521.	180.	7659.	3554.
17.50	4534.	3568.	186.	7917.	3679.
18.00	4752.	3616.	191.	8177.	3806.
18.50	4972.	3664.	196.	8440.	3934.
19.00	5196.	3712.	201.	8707.	4064.
19.50	5423.	3760.	207.	8976.	4195.
20.00	5653.	3808.	212.	9249.	4328.
20.50	5886.	3856.	217.	9524.	4462.
21.00	6122.	3903.	223.	9803.	4598.
21.50	6361.	3951.	228.	10084.	4735.
22.00	6603.	3999.	233.	10369.	4874.
22.50	6848.	4047.	239.	10656.	5015.
23.00	7096.	4095.	244.	10947.	5157.
23.50	7347.	4143.	249.	11241.	5301.
24.00	7601.	4191.	254.	11537.	5446.
24.50	7858.	4238.	260.	11837.	5592.
25.00	8119.	4286.	265.	12140.	5741.
25.50	8382.	4334.	270.	12446.	5890.
26.00	8648.	4382.	276.	12754.	6042.
26.50	8917.	4430.	281.	13066.	6195.
27.00	9190.	4478.	286.	13381.	6349.
27.50	9465.	4526.	292.	13699.	6505.
28.00	9744.	4573.	297.	14020.	6663.
28.50	10025.	4644.	302.	14367.	6832.
29.00	10308.	4714.	307.	14714.	7001.
29.50	10591.	4784.	313.	15062.	7171.

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI04 spalla B
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	10873.	4854.	318.	15410.	7340.
30.50	11156.	4925.	323.	15757.	7510.
31.00	11439.	4995.	329.	16105.	7679.
31.50	11722.	5065.	334.	16453.	7849.
32.00	12004.	5135.	339.	16800.	8018.
32.50	12287.	5206.	345.	17148.	8188.
33.00	12570.	5276.	350.	17496.	8357.
33.50	12853.	5346.	355.	17844.	8527.
34.00	13135.	5416.	360.	18191.	8696.
34.50	13418.	5487.	366.	18539.	8866.
35.00	13701.	5557.	371.	18887.	9035.
35.50	13984.	5627.	376.	19234.	9205.
36.00	14266.	5697.	382.	19582.	9374.
36.50	14549.	5768.	387.	19930.	9544.
37.00	14832.	5838.	392.	20277.	9713.
37.50	15115.	5908.	398.	20625.	9883.
38.00	15397.	5978.	403.	20973.	10052.

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 = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

6. APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR

6.1 Pali Pile D=1200 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

Lunghezza palo	Lp	=	25.00 m
Diametro palo	D	=	1.20 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	3053629.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
------------	------------

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	66 di 82

```

-----
.000    14000.00
4.000    28000.00
4.010    40040.00
26.000    61600.00
36.000    79800.00
-----

```

Per il primo segmento:

Modulo iniziale E_o = 14000.000 kN/m²
 Gradiente del modulo K_h = 3500.000 kN/m³

Lunghezza elastica $T = (EJ/K_h)^{0.20}$ = 3.874 m
 $R = E_o/(K_h \cdot T)$ = 1.033
 $Z_{max} = L_p/T$ = 6.453

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

$A_y = 1.0644$
 $A_s = B_y = .8700$
 $B_s = 1.2800$

Spostamento: $d = A_y F_o T^3/EJ + B_y M_o T^2/EJ$
 Rotazione: $r = A_s F_o T^2/EJ + B_s M_o T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$M_o = - (T A_s/B_s) \cdot F_o = - \alpha \cdot F_o$ $\alpha = 2.6332 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

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

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	67 di 82

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7188
1.563	.4715
2.344	.2608
3.125	.0877
3.906	-.0494
4.688	-.1502
5.469	-.2114
6.250	-.2415
7.500	-.2429
8.750	-.2105
10.000	-.1635
11.250	-.1150
12.500	-.0724
14.583	-.0221
16.667	.0026
18.750	.0097
21.875	.0050
25.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.202	.7751	.1789	-.1716	.9819
.403	.5605	.3132	-.3131	.9323
.605	.3600	.4055	-.4217	.8574
.807	.1862	.4598	-.4943	.7641
1.008	.0423	.4820	-.5325	.6597
1.210	-.0984	.4764	-.5411	.5507
1.412	-.2016	.4450	-.5179	.4432
1.613	-.2653	.3972	-.4680	.3429
1.936	-.2931	.3049	-.3743	.2056
2.259	-.2709	.2124	-.2693	.1019
2.581	-.2217	.1322	-.1744	.0310
2.904	-.1640	.0699	-.0980	-.0121
3.227	-.1051	.0261	-.0386	-.0340
3.764	-.0401	-.0120	.0094	-.0397
4.302	-.0017	-.0213	.0250	-.0287
4.840	.0133	-.0170	.0215	-.0153
5.647	.0117	-.0053	.0088	-.0028
6.453	.0000	.0000	.0000	.0000

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

Lunghezza palo L_p = 25.00 m
 Diametro palo D = 1.20 m
 Modulo elastico palo E_p = 30000.00 MPa

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	68 di 82

Rigidezza flessionale $EJ = 3053629.00 \text{ kN}\cdot\text{m}^2$

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
0.000	14000.00
4.000	28000.00
4.010	40040.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale $E_0 = 14000.000 \text{ kN/m}^2$
 Gradiente del modulo $K_h = 3500.000 \text{ kN/m}^3$

Lunghezza elastica $T = (EJ/K_h)^{0.20} = 3.874 \text{ m}$
 $R = E_0/(K_h \cdot T) = 1.033$
 $Z_{\max} = L_p/T = 6.453$

Coefficienti adimensionali di flessibilit  della sommit  del palo:

$A_y = 1.0644$
 $A_s = B_y = 0.8700$
 $B_s = 1.2800$

Spostamento: $d = A_y F_0 T^3/EJ + B_y M_0 T^2/EJ$
 Rotazione: $r = A_s F_0 T^2/EJ + B_s M_0 T/EJ$

Per sommit  palo impedita di ruotare:

$M_0 = -(T A_s/B_s) \cdot F_0 = -\alpha \cdot F_0$ $\alpha = 2.6332 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = A_v F_0 + B_v M_0/T$
 Momento: $M = A_m F_0 T + B_m M_0$

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7188
1.563	.4715
2.344	.2608
3.125	.0877
3.906	-.0494
4.688	-.1502
5.469	-.2114
6.250	-.2415
7.500	-.2429
8.750	-.2105
10.000	-.1635
11.250	-.1150
12.500	-.0724
14.583	-.0221
16.667	.0026
18.750	.0097
21.875	.0050
25.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.202	.7751	.1789	-.1716	.9819
.403	.5605	.3132	-.3131	.9323
.605	.3600	.4055	-.4217	.8574
.807	.1862	.4598	-.4943	.7641
1.008	.0423	.4820	-.5325	.6597
1.210	-.0984	.4764	-.5411	.5507
1.412	-.2016	.4450	-.5179	.4432
1.613	-.2653	.3972	-.4680	.3429
1.936	-.2931	.3049	-.3743	.2056
2.259	-.2709	.2124	-.2693	.1019
2.581	-.2217	.1322	-.1744	.0310
2.904	-.1640	.0699	-.0980	-.0121
3.227	-.1051	.0261	-.0386	-.0340
3.764	-.0401	-.0120	.0094	-.0397
4.302	-.0017	-.0213	.0250	-.0287
4.840	.0133	-.0170	.0215	-.0153
5.647	.0117	-.0053	.0088	-.0028
6.453	.0000	.0000	.0000	.0000

6.2 Pali Pile D=1200 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

Lunghezza palo	Lp	=	35.00 m
Diametro palo	D	=	1.20 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	3053629.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	14000.00
4.000	28000.00
4.010	40040.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	3500.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	3.874 m
$R = Eo/(Kh*T)$		=	1.033
$Z_{max} = Lp/T$		=	9.035

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.0633
As = By =	.8684
Bs =	1.2782

Spostamento: $d = Ay Fo T^3/EJ + By Mo T^2/EJ$
 Rotazione: $r = As Fo T^2/EJ + Bs Mo T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$ $\alpha = 2.6321 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = Av Fo + Bv Mo/T$
 Momento: $M = Am Fo T + Bm Mo$

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1200 pile

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6153
2.188	.2995
3.281	.0569
4.375	-.1159
5.469	-.2118
6.563	-.2465
7.656	-.2408
8.750	-.2113
10.500	-.1442
12.250	-.0803
14.000	-.0334
15.750	-.0053
17.500	.0079
20.417	.0104
23.333	.0053
26.250	.0013
30.625	-.0004
35.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.282	.6876	.2377	-.2318	.9652
.565	.3989	.3899	-.4021	.8734
.847	.1558	.4662	-.5037	.7431
1.129	-.0420	.4821	-.5403	.5936
1.412	-.2008	.4444	-.5171	.4423
1.694	-.2759	.3746	-.4491	.3048
1.976	-.2918	.2927	-.3606	.1901
2.259	-.2675	.2124	-.2623	.1013
2.710	-.1986	.1051	-.1413	.0105
3.162	-.1197	.0337	-.0518	-.0308
3.614	-.0565	-.0049	-.0005	-.0407
4.066	-.0156	-.0199	.0214	-.0346
4.517	.0066	-.0212	.0251	-.0233
5.270	.0135	-.0118	.0158	-.0070
6.023	.0081	-.0033	.0051	.0005
6.776	.0022	.0004	-.0002	.0019
7.905	-.0006	.0007	-.0010	.0006
9.035	.0000	.0000	.0000	.0000

6.3 Pali Pile D=1500 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	72 di 82

Lunghezza palo L_p = 25.00 m
 Diametro palo D = 1.50 m
 Modulo elastico palo E_p = 30000.00 MPa
 Rigidezza flessionale EJ = 7455148.00 kN*m²

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
.000	14000.00
6.000	28000.00
6.010	40040.00
28.000	61600.00
38.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale E_0 = 14000.000 kN/m²
 Gradiente del modulo K_h = 2333.333 kN/m³

Lunghezza elastica $T = (EJ/K_h)^{0.20}$ = 5.022 m
 $R = E_0/(K_h \cdot T)$ = 1.195
 $Z_{max} = L_p/T$ = 4.978

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

$A_y = .9901$
 $A_s = B_y = .8223$
 $B_s = 1.2422$

Spostamento: $d = A_y F_0 T^3/EJ + B_y M_0 T^2/EJ$
 Rotazione: $r = A_s F_0 T^2/EJ + B_s M_0 T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$M_0 = - (T A_s/B_s) * F_0 = - \alpha * F_0$ $\alpha = 3.3245$ m

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = A_v F_0 + B_v M_0/T$
 Momento: $M = A_m F_0 T + B_m M_0$

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7752
1.563	.5720
2.344	.3922
3.125	.2357
3.906	.1027
4.688	-.0076
5.469	-.0966
6.250	-.1662
7.500	-.2315
8.750	-.2512
10.000	-.2405
11.250	-.2114
12.500	-.1737
14.583	-.1085
16.667	-.0559
18.750	-.0217
21.875	-.0011
25.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.156	.8148	.1410	-.1447	.9882
.311	.6377	.2538	-.2704	.9554
.467	.4692	.3394	-.3726	.9049
.622	.3174	.4003	-.4510	.8404
.778	.1822	.4388	-.5065	.7655
.933	.0648	.4576	-.5408	.6836
1.089	-.0310	.4598	-.5551	.5980
1.244	-.1211	.4486	-.5500	.5115
1.493	-.2276	.4039	-.5064	.3787
1.742	-.2792	.3392	-.4329	.2612
1.991	-.2864	.2677	-.3471	.1640
2.240	-.2643	.1985	-.2610	.0884
2.489	-.2217	.1372	-.1763	.0335
2.904	-.1481	.0595	-.0784	-.0186
3.319	-.0772	.0135	-.0116	-.0354
3.733	-.0227	-.0066	.0238	-.0317
4.356	.0112	-.0072	.0300	-.0119
4.978	.0000	.0000	.0000	.0000

6.4 Pali Pile D=1500 mm L = 35m

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	74 di 82

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle

Lunghezza palo	Lp	=	35.00 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	14000.00
6.000	28000.00
6.010	40040.00
28.000	61600.00
38.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	2333.333 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	5.022 m
R = Eo/(Kh*T)		=	1.195
Zmax = Lp/T		=	6.969

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	.9878
As = By =	.8225
Bs =	1.2418

Spostamento: $d = Ay Fo T^3/EJ + By Mo T^2/EJ$
Rotazione: $r = As Fo T^2/EJ + Bs Mo T / EJ$

Per sommita' palo impedita di ruotare:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$ $\alpha = 3.3262 \text{ m}$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio: $F = Av Fo + Bv Mo/T$
Momento: $M = Am Fo T + Bm Mo$

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI04 D=1500 spalle

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6911
2.188	.4254
3.281	.2054
4.375	.0310
5.469	-.1009
6.563	-.1915
7.656	-.2383
8.750	-.2523
10.500	-.2297
12.250	-.1798
14.000	-.1239
15.750	-.0743
17.500	-.0364
20.417	-.0003
23.333	.0108
26.250	.0098
30.625	.0029
35.000	.0000

Momento: $M(z) = M_0 * Mad(z)$

Coefficienti adimensionali di Matlock e Reese

z/T	Av	Am	Bv	Bm
.000	1.0000	.0000	.0000	1.0000
.218	.7444	.1896	-.1975	.9774
.436	.5051	.3252	-.3525	.9164
.653	.2927	.4112	-.4632	.8263
.871	.1138	.4544	-.5291	.7171
1.089	-.0255	.4629	-.5548	.5980
1.307	-.1552	.4430	-.5430	.4775
1.524	-.2414	.3985	-.4980	.3634
1.742	-.2838	.3404	-.4274	.2616
2.091	-.2826	.2392	-.3131	.1314
2.439	-.2366	.1474	-.1994	.0428
2.788	-.1734	.0758	-.1074	-.0095
3.136	-.1116	.0265	-.0420	-.0344
3.485	-.0574	-.0030	.0009	-.0410
4.065	-.0084	-.0204	.0252	-.0311
4.646	.0115	-.0176	.0236	-.0157
5.227	.0127	-.0097	.0127	-.0049
6.098	.0051	-.0016	.0015	.0006
6.969	.0000	.0000	.0000	.0000

7. APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP

7.1 Spalla – Analisi SLV

M A P - Matrix Analysis of Piles
Programma per l'analisi di palificate collegate da un plinto rigido
(C) G.Guiducci, S.G.I. - luglio 1994

pag./ 2

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
SPalle

Geometria Palificata

palo	vin	X m	Y m	Z m	axz deg	ayz deg	axy deg	Box m	Boy m
1	0	4.500	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
2	0	4.500	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
3	0	4.500	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
4	0	.000	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
5	0	.000	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
6	0	.000	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
7	0	-4.500	4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
8	0	-4.500	.000	.000	.00	.00	.00	1.50	.00
9	0	-4.500	-4.500	.000	.00	.00	.00	1.50	.00

vin = 0 - incastro; 1 - cerniera; 2 - appoggio
X, Y, Z = Coordinate testa pali
axz = Inclinazione palo nel piano Xp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Xp positivo)
ayz = Inclinazione palo nel piano Yp Z rispetto alla verticale
(positiva se verso Yp positivo)
axy = Rotazione assi Xp Yp (positiva se antioraria)
Box = Lato dell'elemento parallelo all'asse Xp
Boy = Lato dell'elemento parallelo all'asse Yp
se Boy = 0 D = Box: diametro
altrimenti D = $\sqrt{Box * Boy * 1.273}$: diametro equivalente

pag. / 3

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi assiali e torsionali
(uguali per tutti i pali)

palo	AK kN/m	TK kN*m/rad
1	1500000.	.0

AK = Rigidezza assiale palo-terreno
TK = Rigidezza torsionale palo-terreno

Baricentro palificata: Xg = .000 m Yg = .000 m
Rotazione direzioni princip. di inerzia: .00 deg

Caratterizzazione del terreno per pali soggetti a carichi trasversali

Terreno tipo 1

Prof. m	E kN/m ²
.00	26250.0
8.00	26250.0
8.10	87500.0
40.00	87500.0

Caratterizzazione dei pali soggetti a carichi trasversali
(uguali per tutti i pali)

palo	Lp m	EJx kN*m ²	Itx	Ridx	EJy kN*m ²	Ity	Ridy
1	35.00	7455147.	1	1.000	7455147.	1	1.000

Lp = Lunghezza palo (compreso eventuale tratto fuori terra)
EJ = Rigidezza flessionale del palo
It = Tipo di terreno
Rid = Moltiplicatore del modulo di reazione orizzontale

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	78 di 82

pag. / 4

 LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
 SPalle

 CONDIZIONE DI CARICO 1
 VI04A - SLV - N max _

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	33417.0	6852.0	26178.0	2044.0	12737.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
33417.0	6852.0	26178.0	2044.0	12737.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .783 m Yv = .381 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.475	5.528	.240	1.725	.097	.000

Sollecitazioni in Sommità ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	5986.0	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
2	5331.9	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
3	4677.8	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
4	4367.1	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
5	3713.0	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
6	3058.9	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
7	2748.2	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
8	2094.1	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5
9	1440.0	761.3	-1948.1	227.1	-547.1	.0	2023.5

 $M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	79 di 82

pag. / 5

 LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
 SPalle

 CONDIZIONE DI CARICO 2
 VI04A - SLV - ML max gr.1 _

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	31193.0	13224.0	63055.0	2044.0	12734.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31193.0	13224.0	63055.0	2044.0	12734.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.021 m Yv = .408 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.311	10.861	.527	1.725	.097	.000

Sollecitazioni in Sommità ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7679.7	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
2	7025.7	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
3	6371.6	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
4	4119.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
5	3465.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
6	2811.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
7	560.1	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
8	-93.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
9	-747.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7

 $M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	80 di 82

pag. / 6

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 3
VI04A - SLV - MT max gr.1 _

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	31193.0	6852.0	25191.0	6642.0	40798.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31193.0	6852.0	25191.0	6642.0	40798.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .808 m Yv = 1.308 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.311	5.513	.235	5.595	.312	.000

Sollecitazioni in Sommità ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7155.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
2	5050.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
3	2945.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
4	5570.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
5	3465.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
6	1360.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
7	3986.3	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
8	1881.3	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
9	-223.8	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2

$M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	81 di 82

pag. / 7

 LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
 SPalle

 CONDIZIONE DI CARICO 4
 VI04A - SLV - MT max gr.1 _

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	31193.0	6852.0	25191.0	6642.0	40798.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31193.0	6852.0	25191.0	6642.0	40798.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .808 m Yv = 1.308 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.311	5.513	.235	5.595	.312	.000

Sollecitazioni in Sommità ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7155.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
2	5050.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
3	2945.5	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
4	5570.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
5	3465.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
6	1360.9	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
7	3986.3	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
8	1881.3	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2
9	-223.8	761.3	-1954.9	738.0	-1781.9	.0	2645.2

 $M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$

VI04 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0403 001	A	82 di 82

pag. / 8

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI04
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 5
VI04A - SLV - ML max gr.1 _

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m	Alfc deg
1	.000	.000	.000	.00

Componenti di Azioni Esterne riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m	Mzc kN*m
1	31193.0	13224.0	63055.0	2044.0	12734.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31193.0	13224.0	63055.0	2044.0	12734.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.021 m Yv = .408 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.311	10.861	.527	1.725	.097	.000

Sollecitazioni in Sommità ai Singoli Pali (riferimento locale)

palo	Fzp kN	Fxp kN	Mxp kN*m	Fyp kN	Myp kN*m	Mzp kN*m	Mris kN*m
1	7679.7	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
2	7025.7	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
3	6371.6	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
4	4119.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
5	3465.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
6	2811.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
7	560.1	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
8	-93.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7
9	-747.9	1469.3	-3673.2	227.1	-547.1	.0	3713.7

$M_{ris} = (M_{xp}^2 + M_{yp}^2)^{0.5}$