

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

OPERE PRINCIPALI – PONTI E VIADOTTI

VI17 - Viadotto ferroviario a Singolo Binario - Ltot=65 m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 09 RH VI1703 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Data
A	Emissione esecutiva	S.Gasperoni	Marzo 2019	M.E. D'Effremo	Marzo 2019	F.Sparacino	Marzo 2019	A. Vittozzi	Marzo 2019

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo
N° A20783

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	7
3.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	8
3.4	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	9
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE	10
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	10
	4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	10
	4.1.2 Calcolo della capacità portante	11
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO.....	19
4.3	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	20
4.4	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI SINGOLO PALO	22
4.5	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI	22
4.6	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE GRUPPO DI PALI	23
4.7	STIMA CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI.....	24
5.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	26
5.1	SPALLE - COMPRESSIONE. PALO D=1500 MM	26
5.2	SPALLE - TRAZIONE. PALO D=1500 MM	31
5.3	PILA - COMPRESSIONE. PALO D=1500 MM.....	36
5.4	PILA - TRAZIONE. PALO D=1500 MM	43



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	3 di 52

6.	APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	49
6.1	SPALLE - D=1500 MM.....	49
6.2	PILA - D=1500 MM.....	51

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1703 001	REV. A	FOGLIO 4 di 52

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto VI17 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);
- verifica capacità portante ai carichi verticali del singolo palo;
- verifica a carico limite orizzontale dei pali;
- verifica capacità portante gruppo di pali;
- stima dei cedimenti delle fondazioni.

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 PROGETTO DEFINITIVO					
VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1703 001	REV. A	FOGLIO 5 di 52

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]. RS0L 00 D78 RH GE0005 001B - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica generale.
- [DC2]. Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale geotecnico.
- [DC3]. RS3E 50 D 09 RB VI0000 001 A - Nuovo collegamento Palermo-Catania tratta Catenanuova-Raddusa. Progetto Definitivo. Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde.

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 10+370.722 al km 10+433.864.

Nelle vicinanze dell'opera sono state eseguite le indagini in sito elencate nella tabella seguente che verranno considerate per la definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnici delle unità intercettate.

Il sondaggio della nuova campagna d'indagine del 2018 (5_S07vi) ha un fuori asse rispetto all'opera di 118 m verso sud ed interessa principalmente i depositi alluvionali del fiume.

Per le spalle, la stratigrafia è desunta principalmente dall'indagine S4; mentre per la pila, ubicata in zona alveo, la stratigrafia è definita sulla base del sondaggio 5_S07vi (depositi alluvionali recenti), in accordo a quanto riportato negli elaborati geologici (planimetria e profilo).

Comunque tutti i sondaggi indicati in tabella sono impiegati per la caratterizzazione dell'unità geotecniche intercettate, in quanto comunque si tratta degli stessi materiali.

INDAGINI IN SITO									
Sondaggi / pozzetti	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	n. campioni litoidi	N. prove SPT	n. prove Lefranc /Lugeon	n. prove pressiometriche	Piezometro TA; CC
D26	40.0	155.0	3	6	-	5	2	-	TA[3÷8]
S4	40.0	154.0	1	8	-	10	2	-	TA[1÷15]
5_S17vi	40.0	153.9	2	2	-	7	2	-	TA[3÷21]
TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]									
CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]									

Inoltre è disponibile l'indagine sismica MASW-VI09 del 2018 e la S4-MASW (in adiacenza al sondaggio S4).

Nei piezometri installati il livello massimo di falda varia tra +148 e +152 m s.l.m..

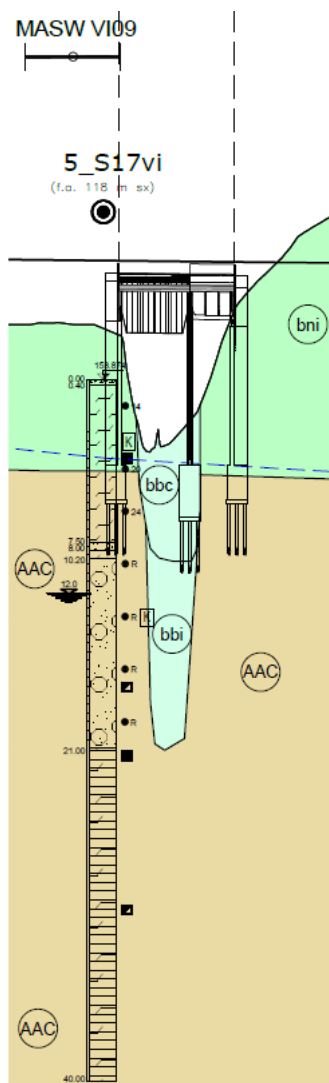
3.2 Stratigrafia

In accordo a quanto riportato anche negli elaborati geologici (planimetria e profilo) si definiscono le seguenti stratigrafie per le opere in progetto.

STRATIGRAFIA	VI09 - spalle - p.c. +157m s.l.m.	
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
bni	Alluvioni terrazzate incoerenti	0.0÷8.5
AAC	Argille limose marnose di Catenanuova	8.5÷40.0
FALDA: a +150 m s.l.m.		

STRATIGRAFIA	VI17 – pila – p.c. +150 m s.l.m.	
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
bbc	Alluvioni recenti coesive	0.0÷6.0
bbi	Alluvioni recenti ghiaiose	6.0÷17.0
AAC	Argille limose marnose di Catenanuova	17.0÷40.0
FALDA: a +150 m s.l.m.		

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geotecnico:



3.3 Categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo definita dalle indagini è C/E. Infatti l'indagine sismica MASW-VI09 indica una categoria di sottosuolo sismica di tipo C, mentre la S4-MASW indica una categoria di sottosuolo sismica di tipo E.

3.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

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

Tabella 1 – VI17 – Parametri geotecnici

	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	Vs [m/s]	Go [MPa]	Eo [MPa]	E' _{op,1} [MPa]	E' _{op,2} [MPa]
bbc	19.5	100	0	25	-	50÷80	130÷200	Eo / 3	Eo / 10
bbi	19.5	-	0	38	-	135÷300	350-800	Eo / 3	Eo / 10
bni	20.5	-	0	38	200÷300 (*)	80÷170	200÷450	Eo / 3	Eo / 10
AAC	20.5	230 per i primi 3.5 m 250÷350 per profondità >	5	24	300÷1000 (*)	170÷400	450÷1000	Eo / 3	Eo / 10

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

Vs = velocità delle onde di taglio

Go = modulo di deformazione a taglio iniziale, ovvero a piccole deformazioni

Eo = 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

E'_{op,2} = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.

(*) da prove sismiche S4-MASW e MASW-VI09.

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. Le fondazioni delle spalle sono piuttosto approfondite rispetto al p.c. locale, cautelativamente al di sotto della quota di fondo alveo fiume. Pertanto la stratigrafia per la valutazione della portanza palo è definita da una quota del p.c. di riferimento pari a +150 m s.l.m. per le spalle e +149 m s.l.m. per la pila.

Tabella 2 – VI17 spalle – Parametri geotecnici

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	ϕ' [°]	qb [kPa]
da 0.0 a 1.5	bni	20.5	-	38	$23 \cdot \sigma'_v \leq 5800$
da 1.5 a 33.0	AAC	20.5	230 (z<5m) 250÷350 (z>5m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:
 γ = peso di volume naturale
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
qb = portata limite di base
 σ_v = tensione verticale totale
z = profondità da p.c.

Tabella 3 – VI17 pila – Parametri geotecnici

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	φ' [°]	qb [kPa]
da 0.0 a 5.0	bbc	19.5	100	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
da 5.0 a 16.0	bbi	19.5	-	38	$23 \cdot \sigma'_v \leq 5800$
da 16.0 a 40.0	AAC	20.5	230 (z<19m) 250÷350 (z>19m)	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:
 γ = peso di volume naturale
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 φ' = angolo di resistenza al taglio
qb = portata limite di base
 σ_v = tensione verticale totale

4.1.2 Calcolo della capacità portante

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali di grande diametro $D=1500$ mm, 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 ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.96$).
- $F_{SL,t}$ = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($=\xi_3 \cdot \gamma_{st} = 2.13$).
- 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);
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{II} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Inoltre si è considerato cautelativamente:

- testa palo a 3 m di profondità dal p.c.;
- falda a 0 m da p.c. (cautelativamente per la presenza del fiume).

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

Tabella 4 – VI17 spalle – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 Compressione

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1677.	0.	1677.	729.
.50	224.	2043.	5.	2262.	997.
1.00	450.	2409.	11.	2848.	1266.
1.50	677.	2775.	16.	3436.	1536.
2.00	908.	3141.	21.	4027.	1807.
2.50	1154.	3300.	27.	4428.	1997.
3.00	1406.	3459.	32.	4834.	2190.
3.50	1661.	3618.	37.	5242.	2384.
4.00	1919.	3777.	42.	5654.	2579.
4.50	2180.	3937.	48.	6069.	2776.
5.00	2444.	4096.	53.	6486.	2974.
5.50	2710.	4255.	58.	6907.	3174.
6.00	2980.	4414.	64.	7330.	3376.
6.50	3252.	4573.	69.	7756.	3579.
7.00	3528.	4620.	74.	8073.	3734.
7.50	3806.	4666.	80.	8393.	3891.
8.00	4087.	4713.	85.	8715.	4049.
8.50	4370.	4759.	90.	9039.	4209.
9.00	4653.	4806.	95.	9363.	4368.
9.50	4935.	4852.	101.	9687.	4527.
10.00	5218.	4899.	106.	10011.	4686.
10.50	5501.	4945.	111.	10335.	4845.
11.00	5784.	4992.	117.	10659.	5005.
11.50	6066.	5038.	122.	10983.	5164.
12.00	6349.	5085.	127.	11307.	5323.
12.50	6632.	5131.	133.	11631.	5482.
13.00	6915.	5178.	138.	11955.	5641.
13.50	7197.	5224.	143.	12279.	5800.
14.00	7480.	5271.	148.	12602.	5960.
14.50	7763.	5317.	154.	12926.	6119.
15.00	8046.	5364.	159.	13250.	6278.
15.50	8328.	5410.	164.	13574.	6437.
16.00	8611.	5457.	170.	13898.	6596.
16.50	8894.	5503.	175.	14222.	6755.
17.00	9176.	5550.	180.	14546.	6915.
17.50	9459.	5596.	186.	14870.	7074.
18.00	9742.	5643.	191.	15194.	7233.
18.50	10025.	5690.	196.	15518.	7392.
19.00	10307.	5736.	201.	15842.	7551.
19.50	10590.	5783.	207.	16166.	7711.
20.00	10873.	5829.	212.	16490.	7870.
20.50	11156.	5876.	217.	16814.	8029.
21.00	11438.	5922.	223.	17138.	8188.
21.50	11721.	5969.	228.	17462.	8347.
22.00	12004.	6015.	233.	17786.	8506.
22.50	12287.	6062.	239.	18110.	8666.
23.00	12569.	6108.	244.	18434.	8825.
23.50	12852.	6155.	249.	18758.	8984.
24.00	13135.	6201.	254.	19082.	9143.
24.50	13418.	6248.	260.	19406.	9302.
25.00	13700.	6294.	265.	19730.	9462.
25.50	13983.	6341.	270.	20053.	9621.
26.00	14266.	6387.	276.	20377.	9780.
26.50	14549.	6434.	281.	20701.	9939.
27.00	14831.	6480.	286.	21025.	10098.
27.50	15114.	6527.	292.	21349.	10257.
28.00	15397.	6573.	297.	21673.	10417.
28.50	15680.	6620.	302.	21997.	10576.
29.00	15962.	6666.	307.	22321.	10735.
29.50	16245.	6713.	313.	22645.	10894.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	13 di 52

30.00 16528. 6759. 318. 22969. 11053.

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

Tabella 5 – VI17 spalle – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 Trazione

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
 Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	224.	0.	-13.	238.	119.
1.00	450.	0.	-27.	477.	238.
1.50	677.	0.	-40.	717.	358.
2.00	908.	0.	-53.	961.	479.
2.50	1154.	0.	-66.	1221.	608.
3.00	1406.	0.	-80.	1486.	740.
3.50	1661.	0.	-93.	1754.	873.
4.00	1919.	0.	-106.	2025.	1007.
4.50	2180.	0.	-119.	2299.	1143.
5.00	2444.	0.	-133.	2576.	1280.
5.50	2710.	0.	-146.	2856.	1418.
6.00	2980.	0.	-159.	3139.	1558.
6.50	3252.	0.	-172.	3425.	1699.
7.00	3528.	0.	-186.	3713.	1842.
7.50	3806.	0.	-199.	4005.	1986.
8.00	4087.	0.	-212.	4299.	2131.
8.50	4370.	0.	-225.	4595.	2277.
9.00	4653.	0.	-239.	4891.	2423.
9.50	4935.	0.	-252.	5187.	2569.
10.00	5218.	0.	-265.	5483.	2715.
10.50	5501.	0.	-278.	5779.	2861.
11.00	5784.	0.	-292.	6075.	3007.
11.50	6066.	0.	-305.	6371.	3153.
12.00	6349.	0.	-318.	6667.	3299.
12.50	6632.	0.	-331.	6963.	3445.
13.00	6915.	0.	-345.	7259.	3591.
13.50	7197.	0.	-358.	7555.	3737.
14.00	7480.	0.	-371.	7851.	3883.
14.50	7763.	0.	-384.	8147.	4029.
15.00	8046.	0.	-398.	8443.	4175.
15.50	8328.	0.	-411.	8739.	4321.
16.00	8611.	0.	-424.	9035.	4467.
16.50	8894.	0.	-437.	9331.	4613.
17.00	9176.	0.	-451.	9627.	4759.
17.50	9459.	0.	-464.	9923.	4905.
18.00	9742.	0.	-477.	10219.	5051.
18.50	10025.	0.	-490.	10515.	5197.
19.00	10307.	0.	-504.	10811.	5343.
19.50	10590.	0.	-517.	11107.	5489.
20.00	10873.	0.	-530.	11403.	5635.
20.50	11156.	0.	-543.	11699.	5781.
21.00	11438.	0.	-557.	11995.	5927.
21.50	11721.	0.	-570.	12291.	6073.
22.00	12004.	0.	-583.	12587.	6219.
22.50	12287.	0.	-596.	12883.	6365.
23.00	12569.	0.	-610.	13179.	6511.
23.50	12852.	0.	-623.	13475.	6657.
24.00	13135.	0.	-636.	13771.	6803.

24.50	13418.	0.	-649.	14067.	6949.
25.00	13700.	0.	-663.	14363.	7095.
25.50	13983.	0.	-676.	14659.	7241.
26.00	14266.	0.	-689.	14955.	7387.
26.50	14549.	0.	-702.	15251.	7533.
27.00	14831.	0.	-716.	15547.	7679.
27.50	15114.	0.	-729.	15843.	7825.
28.00	15397.	0.	-742.	16139.	7971.
28.50	15680.	0.	-755.	16435.	8117.
29.00	15962.	0.	-769.	16731.	8263.
29.50	16245.	0.	-782.	17027.	8409.
30.00	16528.	0.	-795.	17323.	8555.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q11 = Portata laterale limite
 Qbl = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q_{11}/FS,1 + Q_{bl}/FS,b - W_p$

Tabella 6 – VI17 pila – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 Compressione

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1694.	0.	1694.	736.
.50	40.	1711.	4.	1747.	760.
1.00	86.	1728.	9.	1806.	787.
1.50	139.	1745.	13.	1871.	816.
2.00	197.	1763.	18.	1942.	849.
2.50	261.	1974.	22.	2214.	970.
3.00	332.	2186.	27.	2491.	1093.
3.50	408.	2398.	31.	2775.	1220.
4.00	491.	2610.	35.	3065.	1350.
4.50	580.	2821.	40.	3361.	1483.
5.00	674.	3033.	44.	3663.	1619.
5.50	775.	3245.	49.	3972.	1758.
6.00	883.	3456.	53.	4286.	1900.
6.50	996.	3668.	57.	4606.	2045.
7.00	1115.	3861.	62.	4914.	2186.
7.50	1241.	4054.	66.	5229.	2329.
8.00	1372.	4247.	71.	5549.	2476.
8.50	1510.	4440.	75.	5875.	2626.
9.00	1654.	4415.	80.	5989.	2684.
9.50	1804.	4389.	84.	6109.	2745.
10.00	1960.	4363.	88.	6235.	2809.
10.50	2122.	4338.	93.	6367.	2876.
11.00	2290.	4312.	97.	6505.	2946.
11.50	2465.	4286.	102.	6650.	3020.
12.00	2645.	4261.	106.	6800.	3096.
12.50	2832.	4235.	110.	6957.	3176.
13.00	3032.	4209.	115.	7126.	3262.
13.50	3278.	4227.	119.	7386.	3391.
14.00	3532.	4246.	124.	7654.	3524.
14.50	3788.	4264.	128.	7924.	3658.
15.00	4045.	4282.	133.	8194.	3793.
15.50	4303.	4300.	137.	8466.	3928.
16.00	4565.	4318.	141.	8742.	4065.
16.50	4843.	4409.	146.	9107.	4242.
17.00	5126.	4501.	150.	9476.	4422.
17.50	5409.	4592.	155.	9846.	4601.
18.00	5691.	4683.	159.	10216.	4781.
18.50	5974.	4775.	163.	10585.	4960.

19.00	6257.	4866.	168.	10955.	5140.
19.50	6540.	4957.	172.	11325.	5320.
20.00	6822.	5049.	177.	11694.	5499.
20.50	7105.	5140.	181.	12064.	5679.
21.00	7388.	5196.	186.	12398.	5843.
21.50	7671.	5252.	190.	12732.	6007.
22.00	7953.	5308.	194.	13067.	6171.
22.50	8236.	5364.	199.	13401.	6335.
23.00	8519.	5420.	203.	13735.	6500.
23.50	8801.	5476.	208.	14070.	6664.
24.00	9084.	5532.	212.	14404.	6828.
24.50	9367.	5588.	216.	14738.	6992.
25.00	9650.	5644.	221.	15073.	7156.
25.50	9932.	5700.	225.	15407.	7320.
26.00	10215.	5756.	230.	15741.	7485.
26.50	10498.	5812.	234.	16076.	7649.
27.00	10781.	5868.	239.	16410.	7813.
27.50	11063.	5924.	243.	16744.	7977.
28.00	11346.	5980.	247.	17078.	8141.
28.50	11629.	6036.	252.	17413.	8305.
29.00	11912.	6092.	256.	17747.	8470.
29.50	12194.	6148.	261.	18081.	8634.
30.00	12477.	6204.	265.	18416.	8798.
30.50	12760.	6260.	269.	18750.	8962.
31.00	13043.	6316.	274.	19084.	9126.
31.50	13325.	6372.	278.	19419.	9291.
32.00	13608.	6427.	283.	19753.	9455.
32.50	13891.	6483.	287.	20087.	9619.
33.00	14174.	6539.	292.	20421.	9783.
33.50	14456.	6595.	296.	20756.	9947.
34.00	14739.	6651.	300.	21090.	10111.
34.50	15022.	6707.	305.	21424.	10276.
35.00	15305.	6763.	309.	21759.	10440.
35.50	15587.	6819.	314.	22093.	10604.
36.00	15870.	6875.	318.	22427.	10768.
36.50	16153.	6931.	323.	22762.	10932.
37.00	16436.	6987.	327.	23096.	11097.

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

Tabella 7 – VI17 pila – Capacità portante palo D=1500 mm - A1+M1+R3 Trazione

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	40.	0.	-13.	53.	32.
1.00	86.	0.	-27.	113.	67.
1.50	139.	0.	-40.	178.	105.
2.00	195.	0.	-53.	248.	144.
2.50	243.	0.	-66.	309.	180.
3.00	293.	0.	-80.	373.	217.
3.50	348.	0.	-93.	441.	256.
4.00	407.	0.	-106.	513.	297.
4.50	470.	0.	-119.	590.	340.
5.00	538.	0.	-133.	671.	385.
5.50	610.	0.	-146.	756.	432.
6.00	687.	0.	-159.	846.	481.

6.50	768.	0.	-172.	940.	533.
7.00	853.	0.	-186.	1038.	586.
7.50	942.	0.	-199.	1141.	641.
8.00	1036.	0.	-212.	1248.	699.
8.50	1135.	0.	-225.	1360.	758.
9.00	1238.	0.	-239.	1476.	820.
9.50	1345.	0.	-252.	1596.	883.
10.00	1456.	0.	-265.	1721.	949.
10.50	1572.	0.	-278.	1850.	1016.
11.00	1692.	0.	-292.	1984.	1086.
11.50	1817.	0.	-305.	2122.	1158.
12.00	1946.	0.	-318.	2264.	1232.
12.50	2079.	0.	-331.	2410.	1307.
13.00	2231.	0.	-345.	2576.	1392.
13.50	2470.	0.	-358.	2828.	1518.
14.00	2725.	0.	-371.	3096.	1650.
14.50	2980.	0.	-384.	3365.	1784.
15.00	3237.	0.	-398.	3635.	1917.
15.50	3495.	0.	-411.	3906.	2052.
16.00	3757.	0.	-424.	4181.	2188.
16.50	4035.	0.	-437.	4473.	2332.
17.00	4318.	0.	-451.	4768.	2478.
17.50	4601.	0.	-464.	5064.	2624.
18.00	4883.	0.	-477.	5360.	2770.
18.50	5166.	0.	-490.	5656.	2916.
19.00	5449.	0.	-504.	5952.	3062.
19.50	5732.	0.	-517.	6248.	3208.
20.00	6014.	0.	-530.	6544.	3354.
20.50	6297.	0.	-543.	6840.	3500.
21.00	6580.	0.	-557.	7136.	3646.
21.50	6863.	0.	-570.	7432.	3792.
22.00	7145.	0.	-583.	7728.	3938.
22.50	7428.	0.	-596.	8024.	4084.
23.00	7711.	0.	-610.	8320.	4230.
23.50	7994.	0.	-623.	8616.	4376.
24.00	8276.	0.	-636.	8912.	4522.
24.50	8559.	0.	-649.	9208.	4668.
25.00	8842.	0.	-663.	9504.	4814.
25.50	9125.	0.	-676.	9800.	4960.
26.00	9407.	0.	-689.	10096.	5106.
26.50	9690.	0.	-702.	10392.	5252.
27.00	9973.	0.	-716.	10688.	5398.
27.50	10255.	0.	-729.	10984.	5544.
28.00	10538.	0.	-742.	11280.	5690.
28.50	10821.	0.	-755.	11576.	5836.
29.00	11104.	0.	-769.	11872.	5982.
29.50	11386.	0.	-782.	12168.	6128.
30.00	11669.	0.	-795.	12464.	6274.
30.50	11952.	0.	-808.	12760.	6420.
31.00	12235.	0.	-822.	13056.	6566.
31.50	12517.	0.	-835.	13352.	6712.
32.00	12800.	0.	-848.	13648.	6858.
32.50	13083.	0.	-861.	13944.	7004.
33.00	13366.	0.	-875.	14240.	7150.
33.50	13648.	0.	-888.	14536.	7296.
34.00	13931.	0.	-901.	14832.	7442.
34.50	14214.	0.	-914.	15128.	7588.
35.00	14497.	0.	-928.	15424.	7734.
35.50	14779.	0.	-941.	15720.	7880.
36.00	15062.	0.	-954.	16016.	8026.
36.50	15345.	0.	-968.	16312.	8172.
37.00	15628.	0.	-981.	16608.	8318.

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

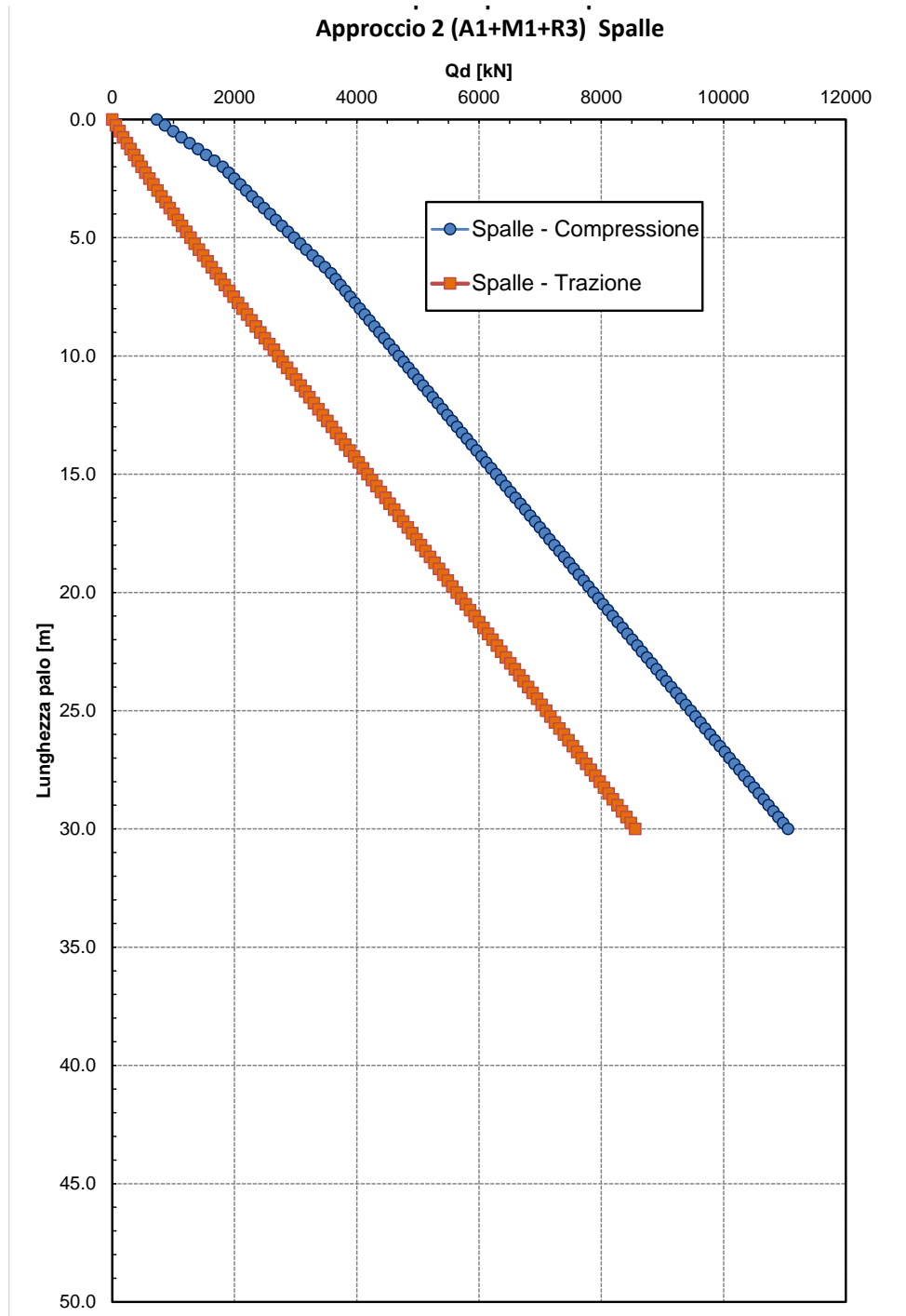


Figura 1 – Capacità portante palo D=1500 mm - Spalle

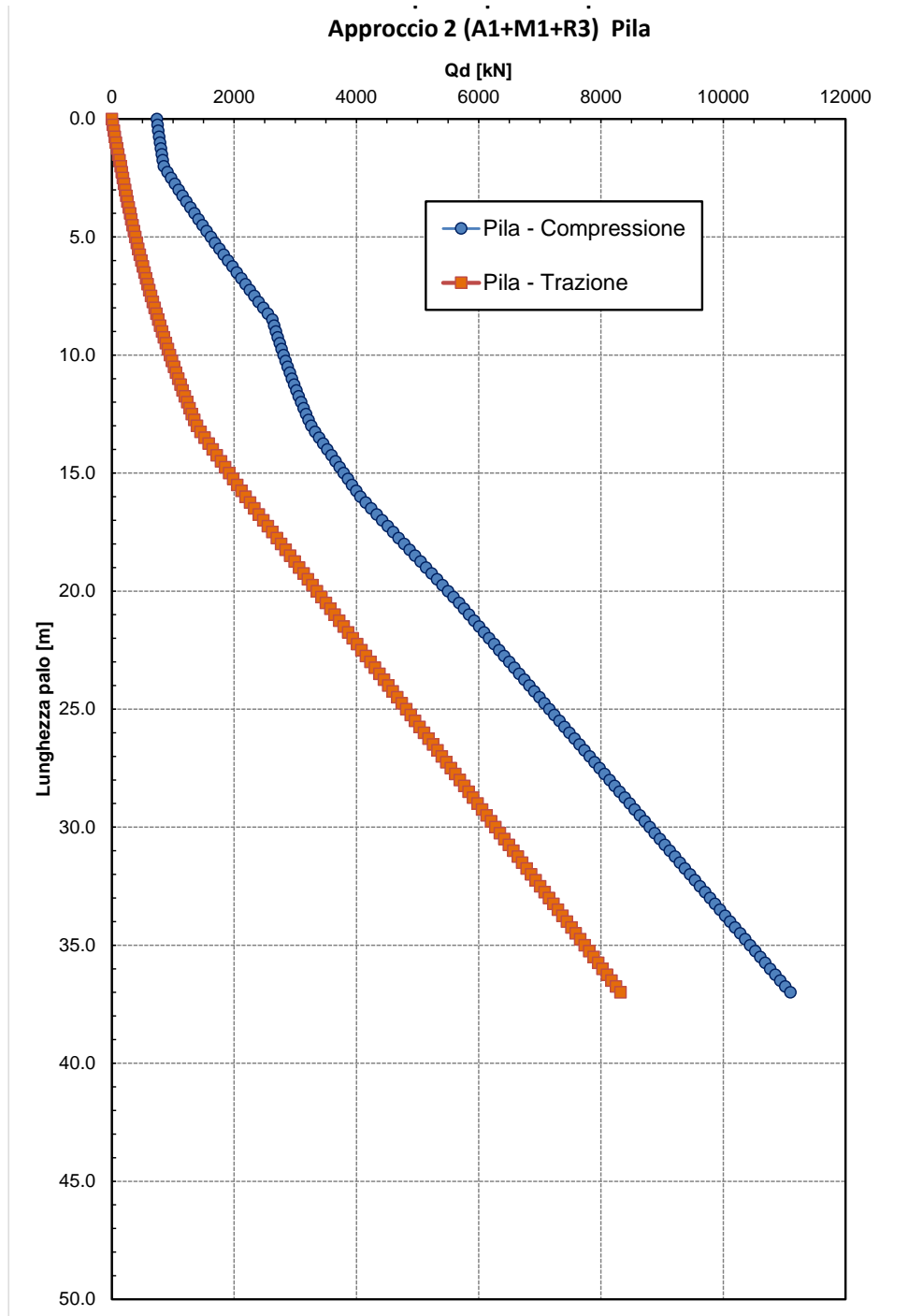


Figura 2 – Capacità portante palo D=1500 mm - Pila

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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]).

In particolare per la valutazione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, si considera:

nei depositi coesivi $\xi = 350$;

nelle ghiaie $kh = 8000 \text{ kN/m}^3$.

Considerando le stratigrafie ed i parametri geotecnici precedentemente esposti, si ottiene il seguente profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo (a 3.0 m da p.c.):

Modulo di reazione per le spalle

Prof. m	E kN/m ²
.000	80500.00
3.000	80500.00
3.010	87500.00
31.000	122500.00

Modulo di reazione per la pila

Prof. m	E kN/m ²
.000	35000.00
2.000	35000.00
2.100	24000.00
13.000	128000.00
13.100	80500.00
16.000	80500.00
16.100	87500.00
38.000	122500.00

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.

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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]).

Nella seguente tabella si riportano i valori del parametro alfa (α_m) ed a seguire l'andamento del momento adimensionale lungo il fusto del palo. La valutazione è stata fatta con riferimento ad una lunghezza palo indicativa di 30 m.

Tabella 8 – VI17 spalle – Valori di α_m

	VI17	α_m [m]
Spalle	D=1500 mm	2.33
Pila	D=1500 mm	2.96

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

Tabella 9 – VI17 spalle - Momento adimensionale lungo il palo per $L_{palo}=30.0$ m, $D=1500$ mm

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 spalla $D=1500$

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.6370
1.875	.3503
2.813	.1328
3.750	-.0237
4.688	-.1262
5.625	-.1857
6.563	-.2121
7.500	-.2148
9.000	-.1878
10.500	-.1435
12.000	-.0973
13.500	-.0577
15.000	-.0279
17.500	.0002
20.000	.0091
22.500	.0083
26.250	.0026
30.000	.0000

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

Tabella 10 – VI17 pila - Momento adimensionale lungo il palo per $L_{palo}=30.0$ m, $D=1500$ mm

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 pila $D=1500$

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.7070
1.875	.4605
2.813	.2544
3.750	.0816
4.688	-.0544
5.625	-.1528
6.563	-.2162
7.500	-.2487
9.000	-.2501
10.500	-.2121
12.000	-.1579
13.500	-.1055
15.000	-.0622
17.500	-.0138
20.000	.0071
22.500	.0111
26.250	.0047
30.000	.0000

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1703 001	REV. A

4.4 Verifica capacità portante ai carichi verticali singolo palo

Nel presente paragrafo si riporta la verifica della capacità portante ai carichi verticali del singolo palo. La verifica di capacità portante è sempre soddisfatta in quanto la portata di progetto del singolo palo è sempre maggiore della massima sollecitazione assiale sia a compressione che a trazione. Inoltre si è anche verificato che, per la lunghezza palo di progetto, la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA sia inferiore alla portata laterale limite del palo (Qll) con un fattore di sicurezza di 1.25.

Spalla/Pila	N _{max,c} SLU/SLV [kN]	Q _{d,c} [kN]	N _{max,t} SLU/SLV [kN]	Q _{d,t} [kN]	N _{max,c} SLE [kN]	Qll [kN]	Lpalo [kN]
Spalle	9419	10417	795	7971	6590	15397	28.0
Pila	6661	8141	995	5690	4679	11346	28.0

Dove:
 N_{max,c} =sollecitazione assiale massima a compressione
 N_{max,t} =sollecitazione assiale massima a trazione
 Qll = portata laterale limite
 Q_{d,c} = portata di progetto a compressione
 Q_{d,t} = portata di progetto a trazione

4.5 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 sono riportate nella Relazione Tecnico-Descrittiva – Criteri di dimensionamento e verifica fondazioni profonde (doc. rif. [DC3]).

La verifica a carico limite è stata svolta includendo anche un fattore di effetto gruppo orizzontale di 0.8. In particolare il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.60 = 2.08$ (valutato con un numero di verticali di indagine pari a tre considerando che tutti e tre i sondaggi, indicati al paragrafo 3.1, sono stati utilizzati per individuare i parametri di resistenza di progetto delle unità geotecniche). Includendo anche il fattore di effetto gruppo si ha: $FS_g = 2.6$. Quindi la resistenza di progetto è valutata a partire dalla resistenza caratteristica (calcolata con Broms), fattorizzata con FS_g , da cui: $H_d = H_{max}/2.6$.

Il valore caratteristico della resistenza (H_{max}) è stato valutato considerando la condizione di carico più gravosa (SLV con taglio massimo che è associato a sollecitazione massima di trazione) con riferimento ai seguenti momenti di plasticizzazione:

- Spalle ($D=1500\text{mm}$, armatura $40+40\phi 26$): M_y pari a 8502.2 kNm
- Pila ($D=1500\text{mm}$, armatura $40\phi 26$): M_y pari a 4304.5 kNm

Nella seguente tabella sono esplicitati i termini della verifica da cui si evince che la verifica è soddisfatta risultando la resistenza laterale di progetto maggiore della sollecitazione orizzontale massima ($H_d > F_d$).

SPALLA/PILA	φ [°]	C_u [kPa]	H_{max} [kN]	H_d [kN]	F_d [kN]
SPALLE	-	275	5648.0	2172.3	1967
PILA	-	275	3209.6	1234.5	1145

4.6 Verifica capacità portante gruppo di pali

Nel presente paragrafo si riporta la verifica della capacità portante ai carichi verticali della palificata.


La valutazione del carico limite verticale di una palificata è eseguito con la seguente relazione:

$$R_{d,G} = N \cdot E \cdot R_{d, \text{ singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo per il numero N di pali del gruppo e per il fattore E di efficienza della palificata. In particolare l'efficienza è valutata con la formulazione empirica di Converse Labarre. Per le metodologie generali si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Le fondazioni del viadotto sono caratterizzate da 9 pali $D=1500\text{ mm}$ per pile e spalla. La lunghezza dei pali è pari a 28 m per spalle e pila.

La verifica è stata eseguita considerando il carico assiale massimo individuato in tutto il viadotto, rispettivamente per pila e spalle. La condizione di carico più gravosa risulta di tipo SLU STR che individua un carico massimo per la pila pari a $N_{max} = 40856\text{ kN}$ e per le spalle pari a $N_{max} = 53223\text{ kN}$.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI1703 001	REV. A

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle verifiche da cui si evince che la capacità portante del gruppo di pali è sempre soddisfatta in quanto il fattore di sicurezza FS ($= Q_{d, gruppo} / N_{max}$) è sempre > 1.0 .

Portanza Pali in Gruppo

SPALLE

Diametro	1.5 [m]
interasse	4.5 [m]
n. pali per fila	3 [-]
m n. file	3 [-]
Φ	18.435 [°]

E efficienza	0.73 [-]
--------------	----------

Palo Singolo

Rd = Q_d	10417 [kN]
------------	------------

Gruppo di pali

$N_{max, SLU}$	53223 [kN]
$Q_{d Gruppo}$	68148 [kN]

FS	1.28 [-]
----	----------

PILA

Diametro	1.5 [m]
interasse	4.5 [m]
n. pali per fila	3 [-]
m n. file	3 [-]
Φ	18.435 [°]

E efficienza	0.73 [-]
--------------	----------

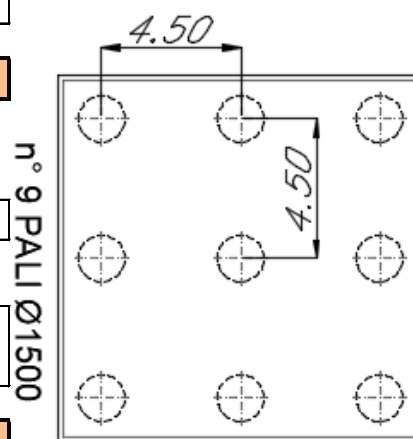
Palo Singolo

Rd = Q_d	8141 [kN]
------------	-----------

Gruppo di pali

$N_{max, SLU}$	40856 [kN]
$Q_{d Gruppo}$	53258 [kN]

FS	1.30 [-]
----	----------



4.7 Stima cedimenti delle fondazioni

Per una valutazione semplificata dei cedimenti delle palificate sono state usate delle formulazioni empiriche. Il cedimento del singolo palo (w) è stimato con la formula empirica di Meyerhof (1959). Il cedimento del gruppo di pali è stimato moltiplicando il cedimento del singolo palo isolato per un coefficiente di amplificazione (R_g). Questo fattore R_g è determinato con la formulazione di Mandolini et al. (1997). Per le metodologie generali si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le stime dei cedimenti eseguite per le palificate in esame.

VI17 Spalle		VI17 Pila	
Dati		Dati	
Diametro	1.5 [m]	Diametro	1.5 [m]
Lunghezza	28.0 [m]	Lunghezza	28.0 [m]
s	4.5 [m]	s	4.5 [m]
n	9 [-]	n	9 [-]
Q _{lim}	21673 [kN]	Q _{lim}	17078 [kN]
Q _{SLE}	6590 [kN]	Q _{SLE}	4679 [kN]
Tipo di Palo	Trivellato	Tipo di Palo	Trivellato
Natura prevalente del terreno	Coesivo	Natura prevalente del terreno	Coesivo
Cedimento Palo singolo (Meyerhof, 1959)		Cedimento Palo singolo (Meyerhof, 1959)	
w	0.005 [m]	w	0.004 [m]
Cedimento Palo di gruppo		Cedimento Palo di gruppo	
R	1.203 [-]	R	1.203 [-]
R _g	0.506 [-]	R _g	0.506 [-]
w _{gruppo} [m]	0.02 [m]	w _{gruppo} [m]	0.02 [m]



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	26 di 52

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

5.1 Spalle - Compressione. Palo 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 3.00 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	27 di 52

Strato 1 "bbi " (Incoerente) da .00 a 1.50 m

$$G_n = 19.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.5 \text{ kN/m}^3$$

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

$$K = .70 \quad \text{delta} = 38.0 \text{ deg}$$

$$Q_b = 23.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$$

Strato 2 "AAC " (Coesivo) da 1.50 a 5.00 m

$$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 230.0 \text{ a } 230.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "AAC " (Coesivo) da 5.00 a 33.00 m

$$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$$

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

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

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

$$\text{Cu} \text{ variabile lin. da } 250.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa}$$

pag. / 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bbi "	1.00	1.00	-
2 "AAC "	1.00	1.00	1.00
3 "AAC "	1.00	1.00	1.00

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

pag. / 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz S'v Sv Cu Tau/S'v Tau qb

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	28 di 52

m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
3.00	30.0	60.0	230.0	3.17	95.0	949.
3.50	35.3	70.3	230.0	2.71	95.5	1156.
4.00	40.5	80.5	230.0	2.37	96.1	1363.
4.50	45.8	90.8	230.0	2.11	96.6	1570.
5.00	51.0	101.0	230.0	1.98	101.1	1777.
5.50	56.3	111.3	251.8	1.89	106.3	1867.
6.00	61.5	121.5	253.6	1.75	107.6	1957.
6.50	66.8	131.8	255.4	1.63	108.8	2048.
7.00	72.0	142.0	257.1	1.53	110.1	2138.
7.50	77.3	152.3	258.9	1.44	111.3	2228.
8.00	82.5	162.5	260.7	1.36	112.5	2318.
8.50	87.8	172.8	262.5	1.30	113.8	2408.
9.00	93.0	183.0	264.3	1.24	115.0	2498.
9.50	98.3	193.3	266.1	1.18	116.3	2588.
10.00	103.5	203.5	267.9	1.14	117.5	2614.
10.50	108.8	213.8	269.6	1.09	118.7	2641.
11.00	114.0	224.0	271.4	1.05	120.0	2667.
11.50	119.3	234.3	273.2	1.01	120.0	2693.
12.00	124.5	244.5	275.0	.96	120.0	2720.
12.50	129.8	254.8	276.8	.92	120.0	2746.
13.00	135.0	265.0	278.6	.89	120.0	2772.
13.50	140.3	275.3	280.4	.86	120.0	2798.
14.00	145.5	285.5	282.1	.82	120.0	2825.
14.50	150.8	295.8	283.9	.80	120.0	2851.
15.00	156.0	306.0	285.7	.77	120.0	2877.
15.50	161.3	316.3	287.5	.74	120.0	2904.
16.00	166.5	326.5	289.3	.72	120.0	2930.
16.50	171.8	336.8	291.1	.70	120.0	2956.
17.00	177.0	347.0	292.9	.68	120.0	2983.
17.50	182.3	357.3	294.6	.66	120.0	3009.

pag. / 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 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
18.00	187.5	367.5	296.4	.64	120.0	3035.
18.50	192.8	377.8	298.2	.62	120.0	3062.
19.00	198.0	388.0	300.0	.61	120.0	3088.
19.50	203.3	398.3	301.8	.59	120.0	3114.
20.00	208.5	408.5	303.6	.58	120.0	3141.
20.50	213.8	418.8	305.4	.56	120.0	3167.
21.00	219.0	429.0	307.1	.55	120.0	3193.
21.50	224.3	439.3	308.9	.54	120.0	3220.
22.00	229.5	449.5	310.7	.52	120.0	3246.
22.50	234.8	459.8	312.5	.51	120.0	3272.
23.00	240.0	470.0	314.3	.50	120.0	3299.
23.50	245.3	480.3	316.1	.49	120.0	3325.
24.00	250.5	490.5	317.9	.48	120.0	3351.
24.50	255.8	500.8	319.6	.47	120.0	3378.
25.00	261.0	511.0	321.4	.46	120.0	3404.
25.50	266.3	521.3	323.2	.45	120.0	3430.
26.00	271.5	531.5	325.0	.44	120.0	3457.
26.50	276.8	541.8	326.8	.43	120.0	3483.
27.00	282.0	552.0	328.6	.43	120.0	3509.
27.50	287.3	562.3	330.4	.42	120.0	3535.
28.00	292.5	572.5	332.1	.41	120.0	3562.
28.50	297.8	582.8	333.9	.40	120.0	3588.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	29 di 52

29.00	303.0	593.0	335.7	.40	120.0	3614.
29.50	308.3	603.3	337.5	.39	120.0	3641.
30.00	313.5	613.5	339.3	.38	120.0	3667.
30.50	318.8	623.8	341.1	.38	120.0	3693.
31.00	324.0	634.0	342.9	.37	120.0	3720.
31.50	329.3	644.3	344.6	.36	120.0	3746.
32.00	334.5	654.5	346.4	.36	120.0	3772.
32.50	339.8	664.8	348.2	.35	120.0	3799.

pag. / 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
33.00	345.0	675.0	350.0	.35	120.0	3825.

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

pag. / 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Ql1	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	1677.	0.	1677.	729.
.50	224.	2043.	5.	2262.	997.
1.00	450.	2409.	11.	2848.	1266.
1.50	677.	2775.	16.	3436.	1536.
2.00	908.	3141.	21.	4027.	1807.
2.50	1154.	3300.	27.	4428.	1997.
3.00	1406.	3459.	32.	4834.	2190.
3.50	1661.	3618.	37.	5242.	2384.
4.00	1919.	3777.	42.	5654.	2579.
4.50	2180.	3937.	48.	6069.	2776.
5.00	2444.	4096.	53.	6486.	2974.
5.50	2710.	4255.	58.	6907.	3174.
6.00	2980.	4414.	64.	7330.	3376.
6.50	3252.	4573.	69.	7756.	3579.
7.00	3528.	4620.	74.	8073.	3734.
7.50	3806.	4666.	80.	8393.	3891.
8.00	4087.	4713.	85.	8715.	4049.
8.50	4370.	4759.	90.	9039.	4209.
9.00	4653.	4806.	95.	9363.	4368.
9.50	4935.	4852.	101.	9687.	4527.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	30 di 52

10.00	5218.	4899.	106.	10011.	4686.
10.50	5501.	4945.	111.	10335.	4845.
11.00	5784.	4992.	117.	10659.	5005.
11.50	6066.	5038.	122.	10983.	5164.
12.00	6349.	5085.	127.	11307.	5323.
12.50	6632.	5131.	133.	11631.	5482.
13.00	6915.	5178.	138.	11955.	5641.
13.50	7197.	5224.	143.	12279.	5800.
14.00	7480.	5271.	148.	12602.	5960.
14.50	7763.	5317.	154.	12926.	6119.

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
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	8046.	5364.	159.	13250.	6278.
15.50	8328.	5410.	164.	13574.	6437.
16.00	8611.	5457.	170.	13898.	6596.
16.50	8894.	5503.	175.	14222.	6755.
17.00	9176.	5550.	180.	14546.	6915.
17.50	9459.	5596.	186.	14870.	7074.
18.00	9742.	5643.	191.	15194.	7233.
18.50	10025.	5690.	196.	15518.	7392.
19.00	10307.	5736.	201.	15842.	7551.
19.50	10590.	5783.	207.	16166.	7711.
20.00	10873.	5829.	212.	16490.	7870.
20.50	11156.	5876.	217.	16814.	8029.
21.00	11438.	5922.	223.	17138.	8188.
21.50	11721.	5969.	228.	17462.	8347.
22.00	12004.	6015.	233.	17786.	8506.
22.50	12287.	6062.	239.	18110.	8666.
23.00	12569.	6108.	244.	18434.	8825.
23.50	12852.	6155.	249.	18758.	8984.
24.00	13135.	6201.	254.	19082.	9143.
24.50	13418.	6248.	260.	19406.	9302.
25.00	13700.	6294.	265.	19730.	9462.
25.50	13983.	6341.	270.	20053.	9621.
26.00	14266.	6387.	276.	20377.	9780.
26.50	14549.	6434.	281.	20701.	9939.
27.00	14831.	6480.	286.	21025.	10098.
27.50	15114.	6527.	292.	21349.	10257.
28.00	15397.	6573.	297.	21673.	10417.
28.50	15680.	6620.	302.	21997.	10576.
29.00	15962.	6666.	307.	22321.	10735.
29.50	16245.	6713.	313.	22645.	10894.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
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	16528.	6759.	318.	22969.	11053.

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

5.2 Spalle - Trazione. Palo 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

Quota testa palo da p.c. = 3.00 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,1)
 Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
 quando la Qb,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 Qb viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "bbi " (Incoerente) da .00 a 1.50 m

Gn = 19.5 kN/m3 Ge = 9.5 kN/m3

Tau = K * tan(delta) * S'v < 150.0 kPa
K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 2 "AAC " (Coesivo) da 1.50 a 5.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 230.0 a 230.0 kPa

Strato 3 "AAC " (Coesivo) da 5.00 a 33.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bbi "	1.00	1.00	-
2 "AAC "	1.00	1.00	1.00
3 "AAC "	1.00	1.00	1.00

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

pag./ 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU Al+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
3.00	30.0	60.0	230.0	3.17	95.0	0.
3.50	35.3	70.3	230.0	2.71	95.5	0.
4.00	40.5	80.5	230.0	2.37	96.1	0.
4.50	45.8	90.8	230.0	2.11	96.6	0.
5.00	51.0	101.0	230.0	1.98	101.1	0.
5.50	56.3	111.3	251.8	1.89	106.3	0.
6.00	61.5	121.5	253.6	1.75	107.6	0.
6.50	66.8	131.8	255.4	1.63	108.8	0.
7.00	72.0	142.0	257.1	1.53	110.1	0.
7.50	77.3	152.3	258.9	1.44	111.3	0.
8.00	82.5	162.5	260.7	1.36	112.5	0.
8.50	87.8	172.8	262.5	1.30	113.8	0.
9.00	93.0	183.0	264.3	1.24	115.0	0.
9.50	98.3	193.3	266.1	1.18	116.3	0.
10.00	103.5	203.5	267.9	1.14	117.5	0.
10.50	108.8	213.8	269.6	1.09	118.7	0.
11.00	114.0	224.0	271.4	1.05	120.0	0.
11.50	119.3	234.3	273.2	1.01	120.0	0.
12.00	124.5	244.5	275.0	.96	120.0	0.
12.50	129.8	254.8	276.8	.92	120.0	0.
13.00	135.0	265.0	278.6	.89	120.0	0.
13.50	140.3	275.3	280.4	.86	120.0	0.
14.00	145.5	285.5	282.1	.82	120.0	0.
14.50	150.8	295.8	283.9	.80	120.0	0.
15.00	156.0	306.0	285.7	.77	120.0	0.
15.50	161.3	316.3	287.5	.74	120.0	0.
16.00	166.5	326.5	289.3	.72	120.0	0.
16.50	171.8	336.8	291.1	.70	120.0	0.
17.00	177.0	347.0	292.9	.68	120.0	0.
17.50	182.3	357.3	294.6	.66	120.0	0.

pag. / 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU Al+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
18.00	187.5	367.5	296.4	.64	120.0	0.
18.50	192.8	377.8	298.2	.62	120.0	0.
19.00	198.0	388.0	300.0	.61	120.0	0.
19.50	203.3	398.3	301.8	.59	120.0	0.
20.00	208.5	408.5	303.6	.58	120.0	0.
20.50	213.8	418.8	305.4	.56	120.0	0.
21.00	219.0	429.0	307.1	.55	120.0	0.
21.50	224.3	439.3	308.9	.54	120.0	0.
22.00	229.5	449.5	310.7	.52	120.0	0.
22.50	234.8	459.8	312.5	.51	120.0	0.
23.00	240.0	470.0	314.3	.50	120.0	0.

23.50	245.3	480.3	316.1	.49	120.0	0.
24.00	250.5	490.5	317.9	.48	120.0	0.
24.50	255.8	500.8	319.6	.47	120.0	0.
25.00	261.0	511.0	321.4	.46	120.0	0.
25.50	266.3	521.3	323.2	.45	120.0	0.
26.00	271.5	531.5	325.0	.44	120.0	0.
26.50	276.8	541.8	326.8	.43	120.0	0.
27.00	282.0	552.0	328.6	.43	120.0	0.
27.50	287.3	562.3	330.4	.42	120.0	0.
28.00	292.5	572.5	332.1	.41	120.0	0.
28.50	297.8	582.8	333.9	.40	120.0	0.
29.00	303.0	593.0	335.7	.40	120.0	0.
29.50	308.3	603.3	337.5	.39	120.0	0.
30.00	313.5	613.5	339.3	.38	120.0	0.
30.50	318.8	623.8	341.1	.38	120.0	0.
31.00	324.0	634.0	342.9	.37	120.0	0.
31.50	329.3	644.3	344.6	.36	120.0	0.
32.00	334.5	654.5	346.4	.36	120.0	0.
32.50	339.8	664.8	348.2	.35	120.0	0.

pag. / 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
33.00	345.0	675.0	350.0	.35	120.0	0.

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

pag. / 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp	Q11	Qb1	Wp	Qu	Qd
m	kN	kN	kN	kN	kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	224.	0.	-13.	238.	119.
1.00	450.	0.	-27.	477.	238.
1.50	677.	0.	-40.	717.	358.
2.00	908.	0.	-53.	961.	479.
2.50	1154.	0.	-66.	1221.	608.
3.00	1406.	0.	-80.	1486.	740.
3.50	1661.	0.	-93.	1754.	873.
4.00	1919.	0.	-106.	2025.	1007.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	35 di 52

4.50	2180.	0.	-119.	2299.	1143.
5.00	2444.	0.	-133.	2576.	1280.
5.50	2710.	0.	-146.	2856.	1418.
6.00	2980.	0.	-159.	3139.	1558.
6.50	3252.	0.	-172.	3425.	1699.
7.00	3528.	0.	-186.	3713.	1842.
7.50	3806.	0.	-199.	4005.	1986.
8.00	4087.	0.	-212.	4299.	2131.
8.50	4370.	0.	-225.	4595.	2277.
9.00	4653.	0.	-239.	4891.	2423.
9.50	4935.	0.	-252.	5187.	2569.
10.00	5218.	0.	-265.	5483.	2715.
10.50	5501.	0.	-278.	5779.	2861.
11.00	5784.	0.	-292.	6075.	3007.
11.50	6066.	0.	-305.	6371.	3153.
12.00	6349.	0.	-318.	6667.	3299.
12.50	6632.	0.	-331.	6963.	3445.
13.00	6915.	0.	-345.	7259.	3591.
13.50	7197.	0.	-358.	7555.	3737.
14.00	7480.	0.	-371.	7851.	3883.
14.50	7763.	0.	-384.	8147.	4029.

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	8046.	0.	-398.	8443.	4175.
15.50	8328.	0.	-411.	8739.	4321.
16.00	8611.	0.	-424.	9035.	4467.
16.50	8894.	0.	-437.	9331.	4613.
17.00	9176.	0.	-451.	9627.	4759.
17.50	9459.	0.	-464.	9923.	4905.
18.00	9742.	0.	-477.	10219.	5051.
18.50	10025.	0.	-490.	10515.	5197.
19.00	10307.	0.	-504.	10811.	5343.
19.50	10590.	0.	-517.	11107.	5489.
20.00	10873.	0.	-530.	11403.	5635.
20.50	11156.	0.	-543.	11699.	5781.
21.00	11438.	0.	-557.	11995.	5927.
21.50	11721.	0.	-570.	12291.	6073.
22.00	12004.	0.	-583.	12587.	6219.
22.50	12287.	0.	-596.	12883.	6365.
23.00	12569.	0.	-610.	13179.	6511.
23.50	12852.	0.	-623.	13475.	6657.
24.00	13135.	0.	-636.	13771.	6803.
24.50	13418.	0.	-649.	14067.	6949.
25.00	13700.	0.	-663.	14363.	7095.
25.50	13983.	0.	-676.	14659.	7241.
26.00	14266.	0.	-689.	14955.	7387.
26.50	14549.	0.	-702.	15251.	7533.
27.00	14831.	0.	-716.	15547.	7679.
27.50	15114.	0.	-729.	15843.	7825.
28.00	15397.	0.	-742.	16139.	7971.
28.50	15680.	0.	-755.	16435.	8117.
29.00	15962.	0.	-769.	16731.	8263.
29.50	16245.	0.	-782.	17027.	8409.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 spalle
Capacita' portante palo D=1500 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	16528.	0.	-795.	17323.	8555.

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

5.3 Pila - Compressione. Palo 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 3.00 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 5.00 kN/m3
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.96 (FS,1)
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:



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	37 di 52

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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

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

$G_n = 19.5 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.5 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \alpha * C_u < 100.0 \text{ kPa}$ Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito
 $\tau > .23 * S'v$
 $\tau < .55 * S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "bbi " (Incoerente) da 5.00 a 16.00 m

$G_n = 19.5 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 9.5 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
 $K = .70$ $\delta = 38.0 \text{ deg}$
 $Q_b = 23.0 * S'v < 5800. \text{ kPa}$

Strato 3 "AAC " (Coesivo) da 16.00 a 19.00 m

$G_n = 20.5 \text{ kN/m}^3$ $G_e = 10.5 \text{ kN/m}^3$
 $\tau = \beta * S'v < 120.0 \text{ kPa}$
 $\beta = .10 + .40 C_u/S'v$
 $Q_b = 9.0 * C_u + S_v$
 C_u variabile lin. da 230.0 a 230.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	38 di 52

Strato 4 "AAC " (Coesivo) da 19.00 a 40.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

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

Qb = 9.0 * Cu + Sv

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag. / 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bcc "	1.00	1.00	1.00
2 "bbi "	1.00	1.00	-
3 "AAC "	1.00	1.00	1.00
4 "AAC "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

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

pag. / 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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
---------	------------	-----------	-----------	--------------	------------	-----------

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	39 di 52

3.00	28.5	58.5	100.0	.55	15.7	959.
3.50	33.3	68.3	100.0	.55	18.3	968.
4.00	38.0	78.0	100.0	.55	20.9	978.
4.50	42.8	87.8	100.0	.55	23.5	988.
5.00	47.5	97.5	100.0	.55	26.1	998.
5.50	52.3	107.3	--	.55	28.6	1117.
6.00	57.0	117.0	--	.55	31.2	1237.
6.50	61.8	126.8	--	.55	33.8	1357.
7.00	66.5	136.5	--	.55	36.4	1477.
7.50	71.3	146.3	--	.55	39.0	1597.
8.00	76.0	156.0	--	.55	41.6	1716.
8.50	80.8	165.8	--	.55	44.2	1836.
9.00	85.5	175.5	--	.55	46.8	1956.
9.50	90.3	185.3	--	.55	49.4	2076.
10.00	95.0	195.0	--	.55	52.0	2185.
10.50	99.8	204.8	--	.55	54.6	2294.
11.00	104.5	214.5	--	.55	57.2	2404.
11.50	109.3	224.3	--	.55	59.7	2513.
12.00	114.0	234.0	--	.55	62.3	2498.
12.50	118.8	243.8	--	.55	64.9	2484.
13.00	123.5	253.5	--	.55	67.5	2469.
13.50	128.3	263.3	--	.55	70.1	2455.
14.00	133.0	273.0	--	.55	72.7	2440.
14.50	137.8	282.8	--	.55	75.3	2426.
15.00	142.5	292.5	--	.55	77.9	2411.
15.50	147.3	302.3	--	.55	80.5	2397.
16.00	152.0	312.0	--	.63	95.2	2382.
16.50	157.3	322.3	230.0	.69	107.7	2392.
17.00	162.5	332.5	230.0	.67	108.3	2403.
17.50	167.8	342.8	230.0	.65	108.8	2413.

pag. / 7

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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
18.00	173.0	353.0	230.0	.63	109.3	2423.
18.50	178.3	363.3	230.0	.62	109.8	2433.
19.00	183.5	373.5	230.0	.62	114.4	2444.
19.50	188.8	383.8	252.4	.63	119.8	2495.
20.00	194.0	394.0	254.8	.62	120.0	2547.
20.50	199.3	404.3	257.1	.60	120.0	2599.
21.00	204.5	414.5	259.5	.59	120.0	2650.
21.50	209.8	424.8	261.9	.57	120.0	2702.
22.00	215.0	435.0	264.3	.56	120.0	2754.
22.50	220.3	445.3	266.7	.54	120.0	2805.
23.00	225.5	455.5	269.0	.53	120.0	2857.
23.50	230.8	465.8	271.4	.52	120.0	2909.
24.00	236.0	476.0	273.8	.51	120.0	2940.
24.50	241.3	486.3	276.2	.50	120.0	2972.
25.00	246.5	496.5	278.6	.49	120.0	3004.
25.50	251.8	506.8	281.0	.48	120.0	3035.
26.00	257.0	517.0	283.3	.47	120.0	3067.
26.50	262.3	527.3	285.7	.46	120.0	3099.
27.00	267.5	537.5	288.1	.45	120.0	3130.
27.50	272.8	547.8	290.5	.44	120.0	3162.
28.00	278.0	558.0	292.9	.43	120.0	3194.
28.50	283.3	568.3	295.2	.42	120.0	3225.
29.00	288.5	578.5	297.6	.42	120.0	3257.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	40 di 52

29.50	293.8	588.8	300.0	.41	120.0	3289.
30.00	299.0	599.0	302.4	.40	120.0	3320.
30.50	304.3	609.3	304.8	.39	120.0	3352.
31.00	309.5	619.5	307.1	.39	120.0	3384.
31.50	314.8	629.8	309.5	.38	120.0	3415.
32.00	320.0	640.0	311.9	.38	120.0	3447.
32.50	325.3	650.3	314.3	.37	120.0	3479.

pag. / 8

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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
33.00	330.5	660.5	316.7	.36	120.0	3511.
33.50	335.8	670.8	319.0	.36	120.0	3542.
34.00	341.0	681.0	321.4	.35	120.0	3574.
34.50	346.3	691.3	323.8	.35	120.0	3606.
35.00	351.5	701.5	326.2	.34	120.0	3637.
35.50	356.8	711.8	328.6	.34	120.0	3669.
36.00	362.0	722.0	331.0	.33	120.0	3701.
36.50	367.3	732.3	333.3	.33	120.0	3732.
37.00	372.5	742.5	335.7	.32	120.0	3764.
37.50	377.8	752.8	338.1	.32	120.0	3796.
38.00	383.0	763.0	340.5	.31	120.0	3827.
38.50	388.3	773.3	342.9	.31	120.0	3859.
39.00	393.5	783.5	345.2	.30	120.0	3891.
39.50	398.8	793.8	347.6	.30	120.0	3922.
40.00	404.0	804.0	350.0	.30	120.0	3954.

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

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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.	1694.	0.	1694.	736.
.50	40.	1711.	4.	1747.	760.
1.00	86.	1728.	9.	1806.	787.
1.50	139.	1745.	13.	1871.	816.
2.00	197.	1763.	18.	1942.	849.
2.50	261.	1974.	22.	2214.	970.
3.00	332.	2186.	27.	2491.	1093.

3.50	408.	2398.	31.	2775.	1220.
4.00	491.	2610.	35.	3065.	1350.
4.50	580.	2821.	40.	3361.	1483.
5.00	674.	3033.	44.	3663.	1619.
5.50	775.	3245.	49.	3972.	1758.
6.00	883.	3456.	53.	4286.	1900.
6.50	996.	3668.	57.	4606.	2045.
7.00	1115.	3861.	62.	4914.	2186.
7.50	1241.	4054.	66.	5229.	2329.
8.00	1372.	4247.	71.	5549.	2476.
8.50	1510.	4440.	75.	5875.	2626.
9.00	1654.	4415.	80.	5989.	2684.
9.50	1804.	4389.	84.	6109.	2745.
10.00	1960.	4363.	88.	6235.	2809.
10.50	2122.	4338.	93.	6367.	2876.
11.00	2290.	4312.	97.	6505.	2946.
11.50	2465.	4286.	102.	6650.	3020.
12.00	2645.	4261.	106.	6800.	3096.
12.50	2832.	4235.	110.	6957.	3176.
13.00	3032.	4209.	115.	7126.	3262.
13.50	3278.	4227.	119.	7386.	3391.
14.00	3532.	4246.	124.	7654.	3524.
14.50	3788.	4264.	128.	7924.	3658.

pag. / 10

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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
15.00	4045.	4282.	133.	8194.	3793.
15.50	4303.	4300.	137.	8466.	3928.
16.00	4565.	4318.	141.	8742.	4065.
16.50	4843.	4409.	146.	9107.	4242.
17.00	5126.	4501.	150.	9476.	4422.
17.50	5409.	4592.	155.	9846.	4601.
18.00	5691.	4683.	159.	10216.	4781.
18.50	5974.	4775.	163.	10585.	4960.
19.00	6257.	4866.	168.	10955.	5140.
19.50	6540.	4957.	172.	11325.	5320.
20.00	6822.	5049.	177.	11694.	5499.
20.50	7105.	5140.	181.	12064.	5679.
21.00	7388.	5196.	186.	12398.	5843.
21.50	7671.	5252.	190.	12732.	6007.
22.00	7953.	5308.	194.	13067.	6171.
22.50	8236.	5364.	199.	13401.	6335.
23.00	8519.	5420.	203.	13735.	6500.
23.50	8801.	5476.	208.	14070.	6664.
24.00	9084.	5532.	212.	14404.	6828.
24.50	9367.	5588.	216.	14738.	6992.
25.00	9650.	5644.	221.	15073.	7156.
25.50	9932.	5700.	225.	15407.	7320.
26.00	10215.	5756.	230.	15741.	7485.
26.50	10498.	5812.	234.	16076.	7649.
27.00	10781.	5868.	239.	16410.	7813.
27.50	11063.	5924.	243.	16744.	7977.
28.00	11346.	5980.	247.	17078.	8141.
28.50	11629.	6036.	252.	17413.	8305.
29.00	11912.	6092.	256.	17747.	8470.
29.50	12194.	6148.	261.	18081.	8634.

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
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
30.00	12477.	6204.	265.	18416.	8798.
30.50	12760.	6260.	269.	18750.	8962.
31.00	13043.	6316.	274.	19084.	9126.
31.50	13325.	6372.	278.	19419.	9291.
32.00	13608.	6427.	283.	19753.	9455.
32.50	13891.	6483.	287.	20087.	9619.
33.00	14174.	6539.	292.	20421.	9783.
33.50	14456.	6595.	296.	20756.	9947.
34.00	14739.	6651.	300.	21090.	10111.
34.50	15022.	6707.	305.	21424.	10276.
35.00	15305.	6763.	309.	21759.	10440.
35.50	15587.	6819.	314.	22093.	10604.
36.00	15870.	6875.	318.	22427.	10768.
36.50	16153.	6931.	323.	22762.	10932.
37.00	16436.	6987.	327.	23096.	11097.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	43 di 52

5.4 Pila - Trazione. Palo 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 PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

Quota testa palo da p.c. = 3.00 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,1)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

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

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

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

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

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

Gn = 19.5 kN/m3 Ge = 9.5 kN/m3

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa Criterio alfa(Cu) nel seguito
Tau > .23 * S'v



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	44 di 52

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 100.0 a 100.0 kPa

Strato 2 "bbi " (Incoerente) da 5.00 a 16.00 m

Gn = 19.5 kN/m3 Ge = 9.5 kN/m3

$\tau = K * \tan(\delta) * S'v < 150.0 \text{ kPa}$
K = .50 delta = 38.0 deg

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "AAC " (Coesivo) da 16.00 a 19.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 230.0 a 230.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "AAC " (Coesivo) da 19.00 a 40.00 m

Gn = 20.5 kN/m3 Ge = 10.5 kN/m3

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

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 250.0 a 350.0 kPa

pag./ 5

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "bcc "	1.00	1.00	1.00
2 "bbi "	1.00	1.00	-
3 "AAC "	1.00	1.00	1.00

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	45 di 52

4 "AAC " 1.00 1.00 1.00

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

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

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

pag. / 6

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU Al+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
3.00	28.5	58.5	100.0	.55	15.7	0.
3.50	33.3	68.3	100.0	.55	18.3	0.
4.00	38.0	78.0	100.0	.55	20.9	0.
4.50	42.8	87.8	100.0	.55	23.5	0.
5.00	47.5	97.5	100.0	.47	22.3	0.
5.50	52.3	107.3	--	.39	20.4	0.
6.00	57.0	117.0	--	.39	22.3	0.
6.50	61.8	126.8	--	.39	24.1	0.
7.00	66.5	136.5	--	.39	26.0	0.
7.50	71.3	146.3	--	.39	27.8	0.
8.00	76.0	156.0	--	.39	29.7	0.
8.50	80.8	165.8	--	.39	31.5	0.
9.00	85.5	175.5	--	.39	33.4	0.
9.50	90.3	185.3	--	.39	35.3	0.
10.00	95.0	195.0	--	.39	37.1	0.
10.50	99.8	204.8	--	.39	39.0	0.
11.00	104.5	214.5	--	.39	40.8	0.
11.50	109.3	224.3	--	.39	42.7	0.
12.00	114.0	234.0	--	.39	44.5	0.
12.50	118.8	243.8	--	.39	46.4	0.
13.00	123.5	253.5	--	.39	48.2	0.
13.50	128.3	263.3	--	.39	50.1	0.
14.00	133.0	273.0	--	.39	52.0	0.
14.50	137.8	282.8	--	.39	53.8	0.
15.00	142.5	292.5	--	.39	55.7	0.
15.50	147.3	302.3	--	.39	57.5	0.
16.00	152.0	312.0	--	.55	83.3	0.
16.50	157.3	322.3	230.0	.69	107.7	0.
17.00	162.5	332.5	230.0	.67	108.3	0.
17.50	167.8	342.8	230.0	.65	108.8	0.

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 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
18.00	173.0	353.0	230.0	.63	109.3	0.
18.50	178.3	363.3	230.0	.62	109.8	0.
19.00	183.5	373.5	230.0	.62	114.4	0.
19.50	188.8	383.8	252.4	.63	119.8	0.
20.00	194.0	394.0	254.8	.62	120.0	0.
20.50	199.3	404.3	257.1	.60	120.0	0.
21.00	204.5	414.5	259.5	.59	120.0	0.
21.50	209.8	424.8	261.9	.57	120.0	0.
22.00	215.0	435.0	264.3	.56	120.0	0.
22.50	220.3	445.3	266.7	.54	120.0	0.
23.00	225.5	455.5	269.0	.53	120.0	0.
23.50	230.8	465.8	271.4	.52	120.0	0.
24.00	236.0	476.0	273.8	.51	120.0	0.
24.50	241.3	486.3	276.2	.50	120.0	0.
25.00	246.5	496.5	278.6	.49	120.0	0.
25.50	251.8	506.8	281.0	.48	120.0	0.
26.00	257.0	517.0	283.3	.47	120.0	0.
26.50	262.3	527.3	285.7	.46	120.0	0.
27.00	267.5	537.5	288.1	.45	120.0	0.
27.50	272.8	547.8	290.5	.44	120.0	0.
28.00	278.0	558.0	292.9	.43	120.0	0.
28.50	283.3	568.3	295.2	.42	120.0	0.
29.00	288.5	578.5	297.6	.42	120.0	0.
29.50	293.8	588.8	300.0	.41	120.0	0.
30.00	299.0	599.0	302.4	.40	120.0	0.
30.50	304.3	609.3	304.8	.39	120.0	0.
31.00	309.5	619.5	307.1	.39	120.0	0.
31.50	314.8	629.8	309.5	.38	120.0	0.
32.00	320.0	640.0	311.9	.38	120.0	0.
32.50	325.3	650.3	314.3	.37	120.0	0.
33.00	330.5	660.5	316.7	.36	120.0	0.
33.50	335.8	670.8	319.0	.36	120.0	0.
34.00	341.0	681.0	321.4	.35	120.0	0.
34.50	346.3	691.3	323.8	.35	120.0	0.
35.00	351.5	701.5	326.2	.34	120.0	0.
35.50	356.8	711.8	328.6	.34	120.0	0.
36.00	362.0	722.0	331.0	.33	120.0	0.
36.50	367.3	732.3	333.3	.33	120.0	0.
37.00	372.5	742.5	335.7	.32	120.0	0.
37.50	377.8	752.8	338.1	.32	120.0	0.
38.00	383.0	763.0	340.5	.31	120.0	0.
38.50	388.3	773.3	342.9	.31	120.0	0.
39.00	393.5	783.5	345.2	.30	120.0	0.
39.50	398.8	793.8	347.6	.30	120.0	0.
40.00	404.0	804.0	350.0	.30	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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	47 di 52

pag. / 9

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	40.	0.	-13.	53.	32.
1.00	86.	0.	-27.	113.	67.
1.50	139.	0.	-40.	178.	105.
2.00	195.	0.	-53.	248.	144.
2.50	243.	0.	-66.	309.	180.
3.00	293.	0.	-80.	373.	217.
3.50	348.	0.	-93.	441.	256.
4.00	407.	0.	-106.	513.	297.
4.50	470.	0.	-119.	590.	340.
5.00	538.	0.	-133.	671.	385.
5.50	610.	0.	-146.	756.	432.
6.00	687.	0.	-159.	846.	481.
6.50	768.	0.	-172.	940.	533.
7.00	853.	0.	-186.	1038.	586.
7.50	942.	0.	-199.	1141.	641.
8.00	1036.	0.	-212.	1248.	699.
8.50	1135.	0.	-225.	1360.	758.
9.00	1238.	0.	-239.	1476.	820.
9.50	1345.	0.	-252.	1596.	883.
10.00	1456.	0.	-265.	1721.	949.
10.50	1572.	0.	-278.	1850.	1016.
11.00	1692.	0.	-292.	1984.	1086.
11.50	1817.	0.	-305.	2122.	1158.
12.00	1946.	0.	-318.	2264.	1232.
12.50	2079.	0.	-331.	2410.	1307.
13.00	2231.	0.	-345.	2576.	1392.
13.50	2470.	0.	-358.	2828.	1518.
14.00	2725.	0.	-371.	3096.	1650.
14.50	2980.	0.	-384.	3365.	1784.
15.00	3237.	0.	-398.	3635.	1917.
15.50	3495.	0.	-411.	3906.	2052.
16.00	3757.	0.	-424.	4181.	2188.
16.50	4035.	0.	-437.	4473.	2332.
17.00	4318.	0.	-451.	4768.	2478.
17.50	4601.	0.	-464.	5064.	2624.
18.00	4883.	0.	-477.	5360.	2770.
18.50	5166.	0.	-490.	5656.	2916.
19.00	5449.	0.	-504.	5952.	3062.
19.50	5732.	0.	-517.	6248.	3208.
20.00	6014.	0.	-530.	6544.	3354.
20.50	6297.	0.	-543.	6840.	3500.
21.00	6580.	0.	-557.	7136.	3646.
21.50	6863.	0.	-570.	7432.	3792.
22.00	7145.	0.	-583.	7728.	3938.
22.50	7428.	0.	-596.	8024.	4084.
23.00	7711.	0.	-610.	8320.	4230.
23.50	7994.	0.	-623.	8616.	4376.
24.00	8276.	0.	-636.	8912.	4522.
24.50	8559.	0.	-649.	9208.	4668.
25.00	8842.	0.	-663.	9504.	4814.
25.50	9125.	0.	-676.	9800.	4960.
26.00	9407.	0.	-689.	10096.	5106.
26.50	9690.	0.	-702.	10392.	5252.
27.00	9973.	0.	-716.	10688.	5398.
27.50	10255.	0.	-729.	10984.	5544.
28.00	10538.	0.	-742.	11280.	5690.

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	48 di 52

28.50	10821.	0.	-755.	11576.	5836.
29.00	11104.	0.	-769.	11872.	5982.
29.50	11386.	0.	-782.	12168.	6128.

pag. / 11

LINEA FS PALOMBA-CATENANUOVA VI17 pila
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 Trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	11669.	0.	-795.	12464.	6274.
30.50	11952.	0.	-808.	12760.	6420.
31.00	12235.	0.	-822.	13056.	6566.
31.50	12517.	0.	-835.	13352.	6712.
32.00	12800.	0.	-848.	13648.	6858.
32.50	13083.	0.	-861.	13944.	7004.
33.00	13366.	0.	-875.	14240.	7150.
33.50	13648.	0.	-888.	14536.	7296.
34.00	13931.	0.	-901.	14832.	7442.
34.50	14214.	0.	-914.	15128.	7588.
35.00	14497.	0.	-928.	15424.	7734.
35.50	14779.	0.	-941.	15720.	7880.
36.00	15062.	0.	-954.	16016.	8026.
36.50	15345.	0.	-968.	16312.	8172.
37.00	15628.	0.	-981.	16608.	8318.

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	49 di 52

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

6.1 Spalle - D=1500 mm

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 spalla D=1500

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

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	64400.00
3.000	64400.00
3.010	70000.00
31.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	64400.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	3.280 m
Zmax = Lp/T		=	9.146

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.3952
As = By =	.9927
Bs =	1.3983

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$ $\alpha = 2.3287 m$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA

PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	50 di 52

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 spalla D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.6370
1.875	.3503
2.813	.1328
3.750	-.0237
4.688	-.1262
5.625	-.1857
6.563	-.2121
7.500	-.2148
9.000	-.1878
10.500	-.1435
12.000	-.0973
13.500	-.0577
15.000	-.0279
17.500	.0002
20.000	.0091
22.500	.0083
26.250	.0026
30.000	.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
.286	.6413	.2317	-.2314	.9633
.572	.3601	.3721	-.3709	.8744
.857	.1499	.4426	-.4406	.7563
1.143	-.0083	.4613	-.4601	.6261
1.429	-.1160	.4418	-.4423	.4960
1.715	-.1803	.3981	-.3999	.3750
2.001	-.2106	.3412	-.3439	.2684
2.286	-.2158	.2795	-.2780	.1788
2.744	-.1926	.1843	-.1879	.0718
3.201	-.1495	.1055	-.1086	.0051
3.658	-.1032	.0479	-.0500	-.0299
4.116	-.0625	.0105	-.0117	-.0430
4.573	-.0293	-.0104	.0110	-.0426
5.335	-.0011	-.0205	.0209	-.0286
6.097	.0091	-.0160	.0167	-.0135
6.859	.0087	-.0086	.0083	-.0038
8.003	.0035	-.0014	.0007	.0006
9.146	.0000	.0000	.0000	.0000

6.2 Pila - D=1500 mm

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 pila D=1500

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

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	28000.00
2.000	28000.00
2.100	19200.00
13.000	102400.00
13.100	64400.00
16.000	64400.00
16.100	70000.00
38.000	98000.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	28000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	.000 kN/m3
Lunghezza elastica	$T = (EJ/Eo)^{0.25}$	=	4.039 m
Zmax = Lp/T		=	7.427

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.3771
As = By =	.9969
Bs =	1.3602

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:

$$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \text{alfa} * Fo \quad \text{alfa} = 2.9604 \text{ m}$$

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

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



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

VI17 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI1703 001	A	52 di 52

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI17 pila D=1500

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.938	.7070
1.875	.4605
2.813	.2544
3.750	.0816
4.688	-.0544
5.625	-.1528
6.563	-.2162
7.500	-.2487
9.000	-.2501
10.500	-.2121
12.000	-.1579
13.500	-.1055
15.000	-.0622
17.500	-.0138
20.000	.0071
22.500	.0111
26.250	.0047
30.000	.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
.232	.7059	.1965	-.1981	.9751
.464	.4634	.3307	-.3348	.9117
.696	.3005	.4174	-.4092	.8238
.928	.1532	.4699	-.4572	.7227
1.160	.0165	.4891	-.4816	.6130
1.393	-.0979	.4789	-.4806	.5006
1.625	-.1847	.4452	-.4558	.3914
1.857	-.2446	.3949	-.4081	.2902
2.228	-.2743	.2961	-.3166	.1539
2.599	-.2506	.1965	-.2106	.0560
2.971	-.1913	.1133	-.1125	-.0033
3.342	-.1241	.0558	-.0401	-.0294
3.713	-.0776	.0181	-.0055	-.0374
4.332	-.0266	-.0133	.0179	-.0320
4.951	.0019	-.0191	.0205	-.0189
5.570	.0112	-.0140	.0133	-.0080
6.498	.0080	-.0038	.0033	-.0006
7.427	.0000	.0000	.0000	.0000