

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

VI03 - Ltot=780m

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni 2/2

SCALA:

-
---

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

RS3E   50   D   09   RB   VI0303   002   A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore
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. Paolo Viozzani  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
 N° A/076

## 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 .....	7
3.4	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	8
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE .....	13
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	13
4.1.1	<i>Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....</i>	<i>13</i>
4.1.2	<i>Calcolo della capacità portante dei pali.....</i>	<i>14</i>
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO.....	19
4.3	MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO.....	20
4.4	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI .....	24
4.5	ANALISI PALIFICATA SPALLA E STIMA DEFORMAZIONI.....	25
5.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	28
5.1	COMPRESSIONE. PALI D=1500 MM ( STRATIGRAFIA 3).....	28
6.	APPENDICE B: VALUTAZIONE DEL MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO MR.....	38
6.1	PALI PILE D=1200 MM L = 25M.....	38
6.2	PALI PILE D=1200 MM L = 35M.....	41
6.3	PALI PILE D=1500 MM L = 25M.....	43
6.4	PALI PILE D=1500 MM L = 35M.....	45



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	3 di 62

6.5	PALI SPALLE D=1500 MM L = 25M .....	47
6.6	PALI SPALLE D=1500 MM L = 35M .....	49
7.	APPENDICE C: ANALISI PALIFICATA SPALLA. TABULATI DI CALCOLO MAP .....	51
7.1	SPALLA – ANALISI SLV .....	51



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	4 di 62

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto VI03 nell'ambito del Progetto Definitivo lotto 5 della tratta denominata Dittaino – Catenanuova relativa al Nuovo Collegamento ferroviario Palermo – Catania.

Nel presente elaborato si riportano i dimensionamenti da pila P25 a spalla B.

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					
VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0303 002	REV. A	FOGLIO 5 di 62


## 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					
VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0303 002	REV. A	FOGLIO 6 di 62

### 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 2+447.41 e km 3+272.99. Si è fatto riferimento alle seguenti indagini:

Sondaggio	Profondità [m]	N. prove SPT	N. campioni indisturbati	N. campioni rimaneggiati	Prova Lefranc, profondità [m]
5_SV1N	40.0	7	3	2	5.5 10.0
5_SV2N	40.0	7	3	-	5.5 19.0
5_SV6N	40.0	5	4	3	4.5 7.5
5_CPT05	8	-	-	-	-

Sono state eseguite due prove sismiche Masw: Masw2new e Masw3bisnew.

Non sono presenti letture piezometriche, da rilievo d'acqua in fase di perforazione di sondaggio è segnalata a 4.7 m da p.c., cautelativamente è assunto un livello di falda a p.c..

### 3.2 Stratigrafia

Lungo lo sviluppo del viadotto la formazione di base predominante è la formazione di Terravecchia- unità TRVb (argilla limosa debolmente marnosa a struttura brecciata), che è sovrastata da depositi di copertura (unità a) e da depositi alluvionali (unità ba). Nella parte iniziale del viadotto affiora l'unità di Tripoli che nella zona è costituita da limo sabbioso argilloso con gesso, clasti ciottoli marnoso calcare (unità TPL).

Quindi per il dimensionamento delle fondazioni dell'opera si sono assunte le seguenti stratigrafie:

Stratigrafia 1 – Spalla 1 e Pila P1		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
TPL	Formazione di Tripoli-	0.0÷6.5
TVRb	Formazione di Terravecchia	6.5÷40.0

Stratigrafia 2 – Pile P1 – P24		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
a/ba	Depositi di alterazione substrato/depositi alluvionali coesivi	0.0÷6.5
TVRb	Formazione di Terravecchia	6.5÷40.0

Stratigrafia 1 – Spalla 2 e Pila P25		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
a	Depositi di alterazione substrato	0.0÷7.0
TVRb	Formazione di Terravecchia	7.0÷40.0

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

Le due indagini sismiche hanno fornito valori di  $V_{s,30}=385$  m/s (Masw2new) e  $V_{s,30}=348$  m/s (Masw3bis new) da cui si assume categoria sottosuolo tipo 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 – VI03 – Parametri geotecnici

	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$C_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi'$ [°]	$V_s$ [m/s]	$E_o$ [MPa]	$E'_{op,1}$ [MPa]
TPL	19.0	50÷100	0	30	-	250	-
a	19.0	-	0-5	25-26	-	200-350	
ba	19.0	50÷150	0	25	-	80÷300	$E_o / 5$
TRVb	21.0	115+3.5*z (z <30 m) 2.5+6.5*z (z >30m)	5	26	-	500÷900	$E_o / 5$

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$c'$  = coesione drenata

$\phi'$  = 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.



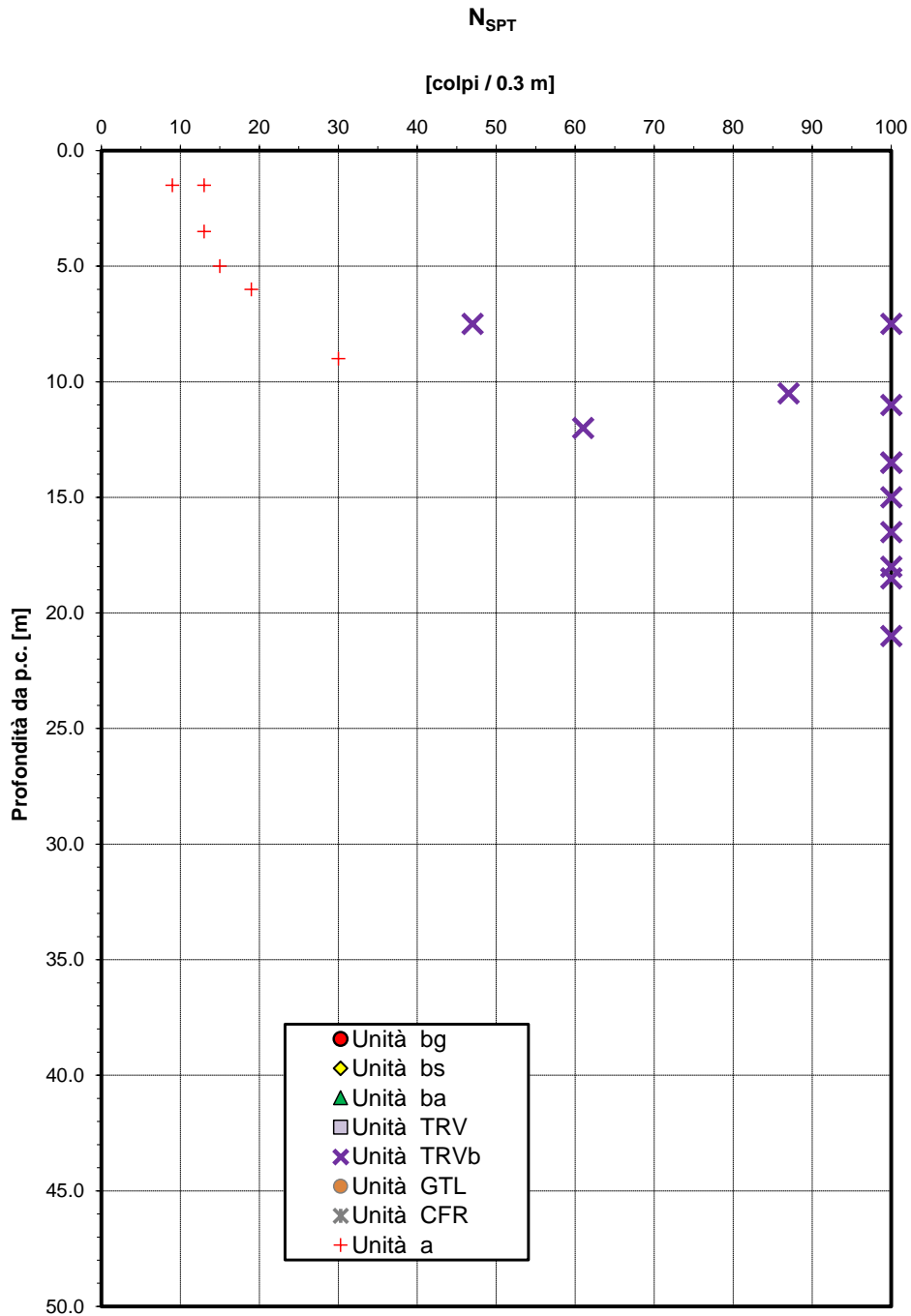
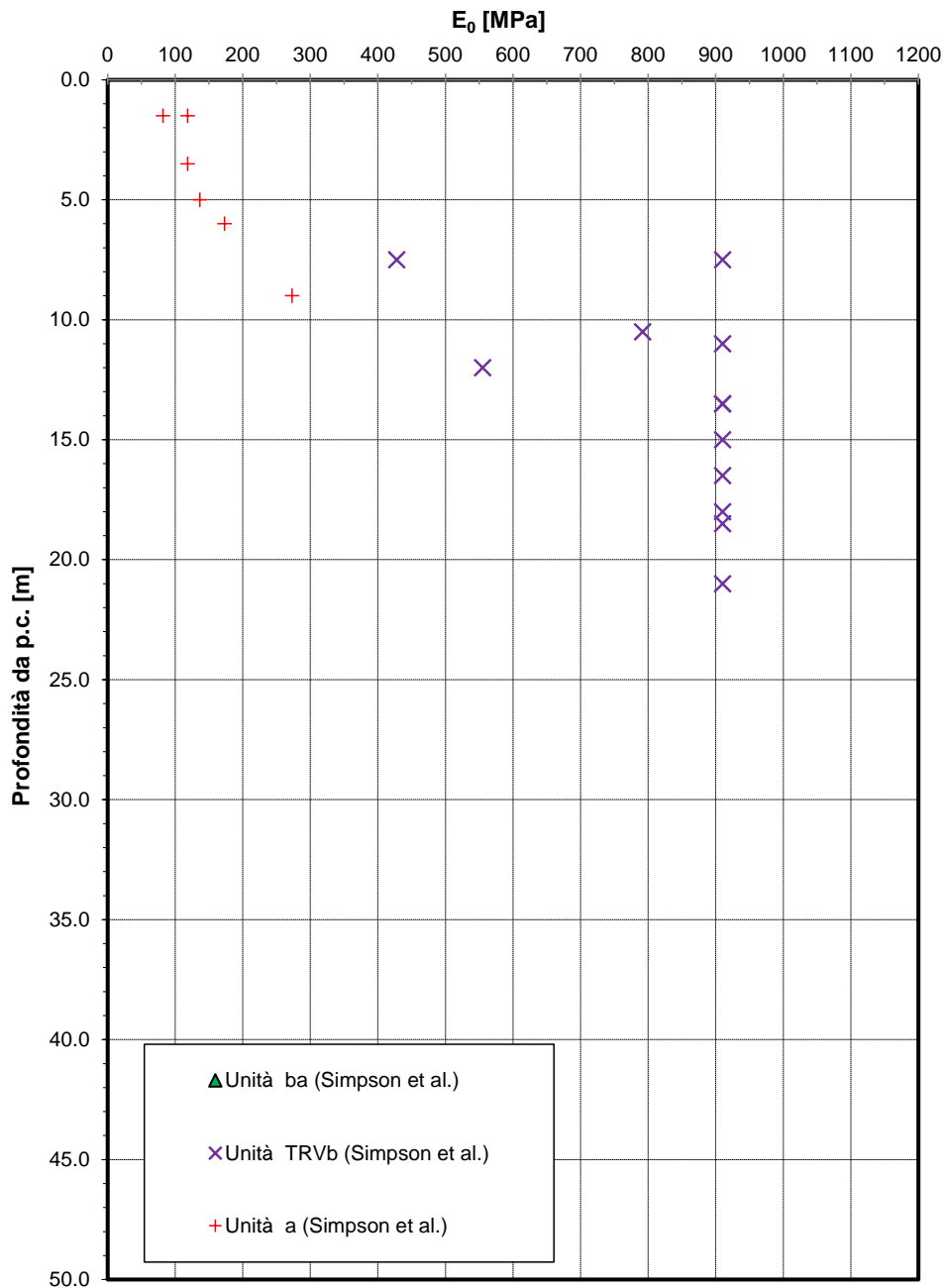


Figura 1 – Risultati prova SPT

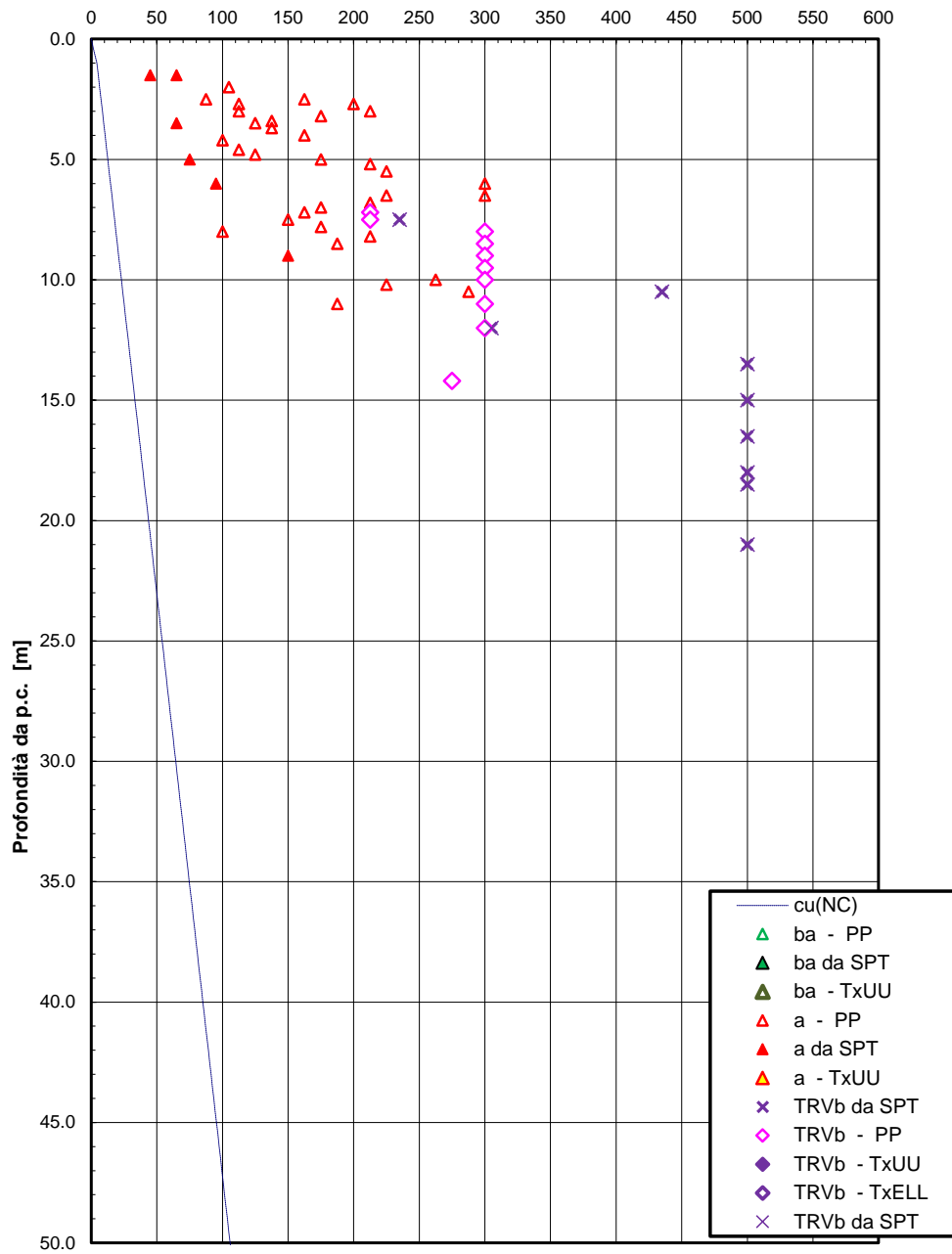
**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche**



**Figura 2 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prova SPT**

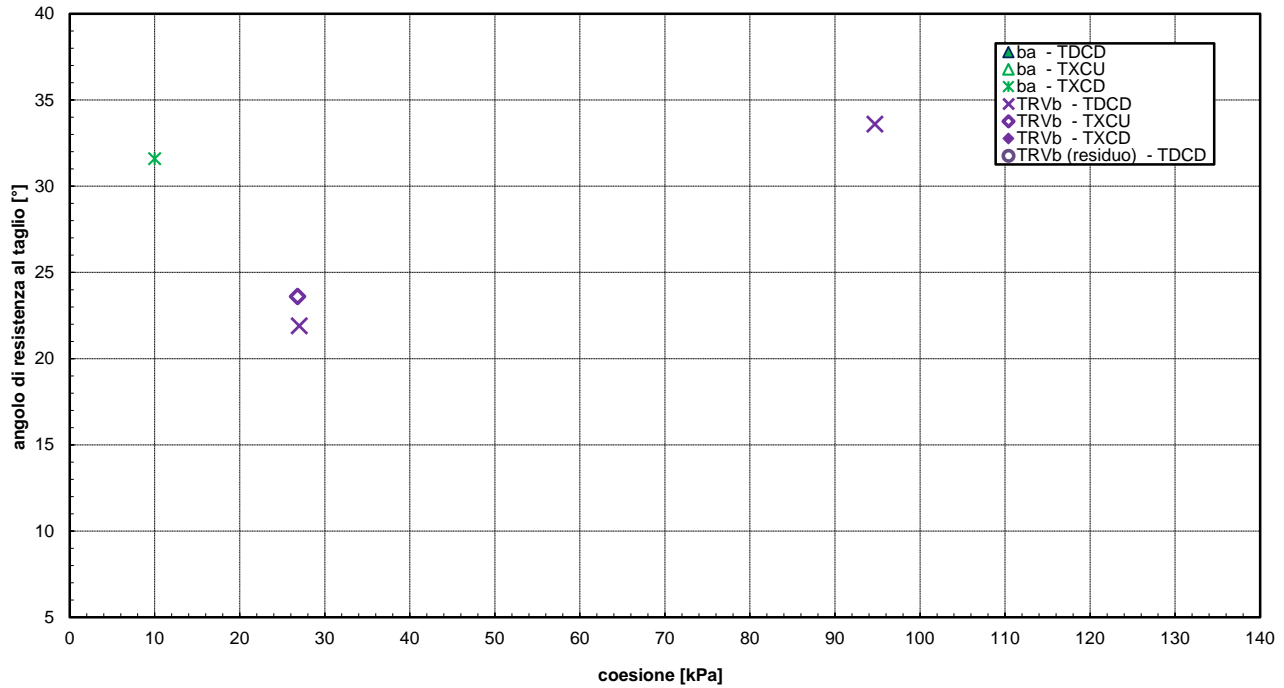
**Andamento della resistenza al taglio non drenata**

cu [kPa]



**Figura 3 – Andamento della resistenza a taglio non drenata**

*Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio*



**Figura 4 – Caratteristiche di resistenza a taglio (assunte da sondaggi fuori asse 5\_SV06, 5SV07, 5\_S24, 5S\_26, 5\_S11, 5\_S09, 5S\_10)**

## 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 – VI03 – Parametri geotecnici – Stratigrafia 1 (spalla A e pila P1)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\phi'$ [°]	qb [kPa]
0.0÷6.5	TPL	19.0	-	30	$N_q=30, q_b < 4300 \text{ kPa}$
6.5÷30.0	TRVb	21.0	138 ÷ 220	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
30.0÷50.0	TRVb	21.0	220 ÷ 350	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

qb = portata limite di base

$\sigma_v$  = tensione verticale totale

Tabella 3 – VI03 – Parametri geotecnici – Stratigrafia 2 (da pila P2 a P24)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\phi'$ [°]	qb [kPa]
0.0÷7.0	ba	19.0	50÷100	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
7.0÷30.0	TRVb	21.0	140 ÷ 220	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
30.0÷50.0	TRVb	21.0	220 ÷ 350	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:

$\gamma$  = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\phi'$  = angolo di resistenza al taglio

qb = portata limite di base

$\sigma_v$  = tensione verticale totale

Tabella 4 – VI03 – Parametri geotecnici – Stratigrafia 3 (pila P25 e spalla B)

Profondità [m]	Unità geotecnica	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Cu [kPa]	$\varphi'$ [°]	qb [kPa]
0.0÷12.0	a	19.0	50÷100	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
12.0÷30.0	TRVb	21.0	157 ÷ 220	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$
30.0÷50.0	TRVb	21.0	220 ÷ 350	-	$9 \cdot cu + \sigma_v$

Dove:  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $\varphi'$  = angolo di resistenza al taglio  
qb = portata limite di base  
 $\sigma_v$  = tensione verticale totale

Da analisi idrauliche è stato valutato uno spessore di scalzamento variabile per le pile P22, P23. Nella colonna ( $Y_s$ , definitivo) in rosso della seguente tabella, è indicato lo spessore di scalzamento da p.c..

ID PILA	D (m) [pila]	Forma pila	h (m)	v (m/s)	$Y_s$ (m) Pila	$Y_p$ (m) profondità estradosso plinto	$Y_p$ (m) profondità estradosso plinto in asse ATTUALE	$Y_p$ (attuale) > $Y_s$	L - Plinto (m) longitudinale	B- Plinto (m) trasversale	$Y_s$ (m) Definitivo
22	4.5	circolare	0.55	0.25	1.7	2.0	3.40	SI	12	16.5	1.7
23	4.5	circolare	1.5	0.8	2.1	2.0	3.05	SI	12	16.5	2.1

Per le palificate in oggetto l'attuale quota testa palo è prevista a profondità 6.4 m da piano campagna, quindi a profondità maggiore rispetto allo spessore di scalzamento, pertanto lo scalzamento non interesserà i pali di fondazione. Nel calcolo della capacità portante dei pali in presenza di scalzamento, cautelativamente si annulla la tensione efficace del terreno da p.c. a testa palo (4 m per le pile), ipotizzando che il terreno sia asportato fino a testa palo.

#### 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=1500mm 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:

Stratigrafia 1:

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)					
	PROGETTO DEFINITIVO					
VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0303 002	REV. A	FOGLIO 15 di 62

- $F_{SLt}$  = 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 ( $=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.30$ ).

*Stratigrafia 2 e 3:*

- N. 2 verticale di indagine, da cui  $\xi_3 = 1.65$  ,
- $F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.90$ ).
- $F_{SLt}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s = 2.06$ ).
- $F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base ( $=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.23$ ).

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.
- per la condizione con scalzamento:  $N_{max,scalzamento} < Q_d$ , la massima sollecitazione assiale valutata con scalzamento.

Inoltre si è considerato:

- testa palo a 4.0 m di profondità da p.c. per le pile da P1 a P24 e a 2.0 m per la spalla 1;
- testa palo a 3.5 m di profondità da p.c. per la pila P25 e la spalla 2;
- in presenza di scalzamento: è stata annullata la tensione efficace del terreno fino a testa palo per simulare terreno asportato fino a testa palo (4.0 m da p.c. per le pile P22 e P23);
- 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 5 – VI03 – Capacità portante palo Pila P25 e Spalla 2 D=1500 mm - A1+M1+R3 Compressione (stratigrafia 3)**

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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.	1377.	0.	1377.	617.
.50	77.	1460.	5.	1531.	690.
1.00	157.	1543.	11.	1689.	764.
1.50	242.	1626.	16.	1851.	840.
2.00	330.	1709.	21.	2017.	919.
2.50	422.	1792.	27.	2188.	999.
3.00	518.	1875.	32.	2361.	1082.
3.50	619.	1958.	37.	2539.	1166.
4.00	723.	2041.	42.	2721.	1253.
4.50	831.	2124.	48.	2907.	1342.
5.00	942.	2207.	53.	3097.	1433.
5.50	1058.	2290.	58.	3290.	1526.
6.00	1178.	2373.	64.	3488.	1621.
6.50	1302.	2456.	69.	3689.	1718.
7.00	1429.	2539.	74.	3895.	1817.
7.50	1561.	2622.	80.	4104.	1918.
8.00	1696.	2706.	85.	4317.	2021.
8.50	1841.	2789.	90.	4539.	2129.
9.00	2019.	2847.	95.	4771.	2244.
9.50	2205.	2906.	101.	5010.	2363.
10.00	2394.	2965.	106.	5253.	2484.
10.50	2586.	3024.	111.	5498.	2606.
11.00	2781.	3082.	117.	5747.	2729.
11.50	2979.	3141.	122.	5998.	2854.
12.00	3180.	3200.	127.	6252.	2981.
12.50	3383.	3259.	133.	6509.	3109.
13.00	3590.	3317.	138.	6770.	3239.
13.50	3800.	3364.	143.	7020.	3365.
14.00	4012.	3410.	148.	7274.	3493.
14.50	4228.	3457.	154.	7531.	3621.
15.00	4446.	3503.	159.	7790.	3752.
15.50	4668.	3549.	164.	8053.	3884.
16.00	4892.	3596.	170.	8318.	4018.
16.50	5119.	3642.	175.	8587.	4153.
17.00	5350.	3688.	180.	8858.	4289.
17.50	5583.	3735.	186.	9132.	4428.
18.00	5819.	3781.	191.	9409.	4567.
18.50	6058.	3828.	196.	9690.	4709.
19.00	6300.	3874.	201.	9973.	4852.
19.50	6545.	3920.	207.	10259.	4996.
20.00	6793.	3967.	212.	10548.	5142.
20.50	7044.	4013.	217.	10840.	5290.
21.00	7298.	4060.	223.	11135.	5439.
21.50	7555.	4106.	228.	11433.	5589.
22.00	7814.	4152.	233.	11733.	5742.
22.50	8077.	4199.	239.	12037.	5895.
23.00	8343.	4245.	244.	12344.	6051.
23.50	8611.	4292.	249.	12653.	6207.
24.00	8883.	4338.	254.	12966.	6366.
24.50	9157.	4384.	260.	13282.	6526.
25.00	9434.	4431.	265.	13600.	6687.
25.50	9715.	4477.	270.	13921.	6850.
26.00	9997.	4523.	276.	14245.	7014.
26.50	10280.	4570.	281.	14569.	7179.
27.00	10563.	4640.	286.	14917.	7354.
27.50	10845.	4710.	292.	15264.	7529.
28.00	11128.	4781.	297.	15612.	7704.
28.50	11411.	4851.	302.	15960.	7879.
29.00	11694.	4921.	307.	16307.	8054.
29.50	11976.	4991.	313.	16655.	8229.
30.00	12259.	5062.	318.	17003.	8404.
30.50	12542.	5132.	323.	17350.	8579.
31.00	12825.	5202.	329.	17698.	8754.





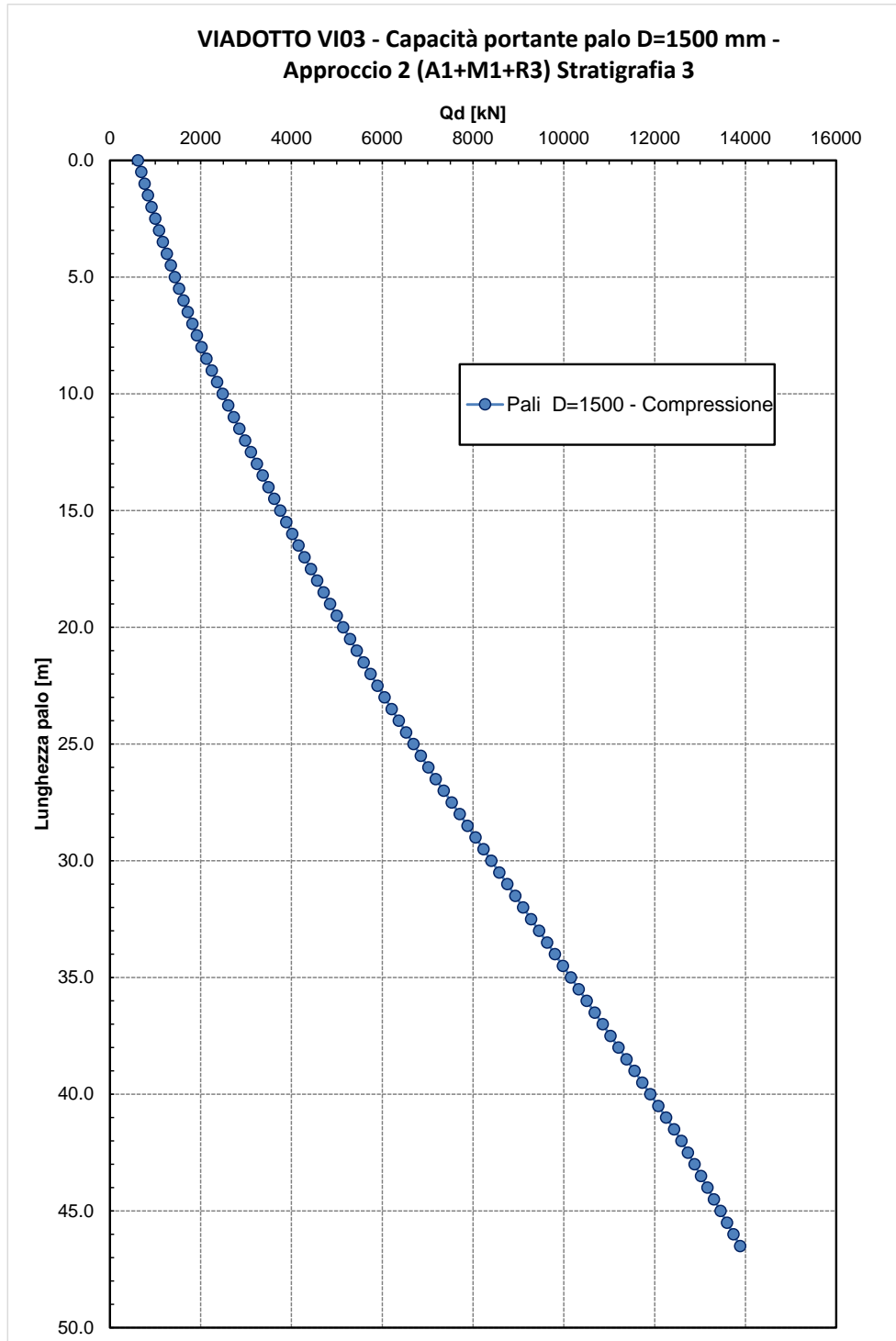
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
 TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	17 di 62

31.50	13107.	5272.	334.	18046.	8929.
32.00	13390.	5343.	339.	18393.	9104.
32.50	13673.	5413.	345.	18741.	9279.
33.00	13956.	5483.	350.	19089.	9454.
33.50	14238.	5553.	355.	19436.	9629.
34.00	14521.	5623.	360.	19784.	9804.
34.50	14804.	5694.	366.	20132.	9979.
35.00	15087.	5764.	371.	20480.	10154.
35.50	15369.	5834.	376.	20827.	10329.
36.00	15652.	5904.	382.	21175.	10504.
36.50	15935.	5975.	387.	21523.	10679.
37.00	16218.	6045.	392.	21870.	10854.
37.50	16500.	6115.	398.	22218.	11029.
38.00	16783.	6185.	403.	22566.	11204.
38.50	17066.	6256.	408.	22913.	11379.
39.00	17349.	6326.	414.	23261.	11554.
39.50	17631.	6396.	419.	23609.	11729.
40.00	17914.	6466.	424.	23956.	11904.
40.50	18197.	6537.	429.	24304.	12079.
41.00	18480.	6607.	435.	24652.	12254.
41.50	18762.	6677.	440.	24999.	12429.
42.00	19045.	6715.	445.	25315.	12590.
42.50	19328.	6715.	451.	25592.	12733.
43.00	19611.	6715.	456.	25870.	12877.
43.50	19893.	6715.	461.	26147.	13020.
44.00	20176.	6715.	467.	26425.	13164.
44.50	20459.	6715.	472.	26702.	13307.
45.00	20742.	6715.	477.	26980.	13451.
45.50	21024.	6715.	482.	27257.	13594.
46.00	21307.	6715.	488.	27534.	13738.
46.50	21590.	6715.	493.	27812.	13881.

-----  
 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 5 – Capacità portante palo Stratigrafia 3**

## 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, Tabella 3, Tabella 4. 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.).

Spalle (valutata cautelativamente su stratigrafia 3):

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
8.500	42000.00
8.510	43960.00
28.000	61600.00
38.000	79800.00

Pile:

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
3.000	28000.00
3.100	39200.00
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;

$\alpha_m$  = 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 ( $\alpha_m$ ) ed a seguire l'andamento del momento adimensionale lungo il palo. La valutazione è stata eseguita con riferimento a diverse lunghezze palo comunque il valore praticamente non cambia. Nel caso di scalzamento il parametro alfa non cambia in quanto lo scalzamento non interessa il palo che rimane interamente confinato nel terreno.

Tabella 6 – VI03 – Valori di  $\alpha_m$

VI03	$\alpha_m$ [m] L = 25 m	$\alpha_m$ [m] L = 35 m
D=1200mm	2.568	2.568
D=1500mm (con e senza scalzamento)	3.142	3.141
Spalle D=1500mm	3.260	3.251

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

*Tabella 7 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1200 mm L = 25 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1200 pile 1-17  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7105
1.563	.4545
2.344	.2361
3.125	.0567
3.906	-.0743
4.688	-.1611
5.469	-.2120
6.250	-.2348
7.500	-.2300
8.750	-.1958
10.000	-.1500
11.250	-.1040
12.500	-.0642
14.583	-.0183
16.667	.0036
18.750	.0095
21.875	.0046
25.000	.0000

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

*Tabella 8 – VI03– Momento adimensionale lungo il palo pile D=1200 mm L=35 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1200 pile 1-17  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6041
2.188	.2777
3.281	.0274
4.375	-.1311
5.469	-.2124
6.563	-.2383
7.656	-.2282
8.750	-.1974
10.500	-.1322
12.250	-.0721
14.000	-.0288
15.750	-.0033
17.500	.0083
20.417	.0098
23.333	.0048
26.250	.0011
30.625	-.0004
35.000	.0000

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

*Tabella 9 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1500 mm L=25 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500Pile18-25  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7604
1.563	.5417
2.344	.3468
3.125	.1775
3.906	.0417
4.688	-.0615
5.469	-.1362
6.250	-.1867
7.500	-.2268
8.750	-.2306
10.000	-.2114
11.250	-.1794
12.500	-.1427
14.583	-.0841
16.667	-.0399
18.750	-.0132
21.875	.0007
25.000	.0000

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

*Tabella 10 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo pile D=1500 mm L=35 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 Pile 18-25  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6703
2.188	.3842
3.281	.1480
4.375	-.0239
5.469	-.1365
6.563	-.2016
7.656	-.2301
8.750	-.2321
10.500	-.2006
12.250	-.1505
14.000	-.0993
15.750	-.0561
17.500	-.0246
20.417	.0033
23.333	.0104
26.250	.0083
30.625	.0022
35.000	.0000

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

*Tabella 11 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo spalle D=1500 mm L=25 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7702
1.563	.5621
2.344	.3780
3.125	.2191
3.906	.0858
4.688	-.0222
5.469	-.1062
6.250	-.1678
7.500	-.2257
8.750	-.2436
10.000	-.2323
11.250	-.2034
12.500	-.1663
14.583	-.1030
16.667	-.0524
18.750	-.0199
21.875	-.0008
25.000	.0000

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

*Tabella 12 – VI03 – Momento adimensionale lungo il palo spalle D=1500 mm L=35 m*

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle  
Momento adimensionale lungo il fusto del palo  
con sommita' impedita di ruotare

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6836
2.188	.4119
3.281	.1896
4.375	.0175
5.469	-.1065
6.563	-.1870
7.656	-.2306
8.750	-.2445
10.500	-.2228
12.250	-.1740
14.000	-.1195
15.750	-.0714
17.500	-.0347
20.417	.0000
23.333	.0105
26.250	.0094
30.625	.0028
35.000	.0000

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

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA (LOTTO 5)					
	PROGETTO DEFINITIVO					
VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni	COMMESSA RS3E	LOTTO 50	CODIFICA D 09 RB	DOCUMENTO VI0303 002	REV. A	FOGLIO 24 di 62

#### 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;

$\xi_3$  = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

$\gamma_T$  = 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:

- spalla 1+pila 1:  $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.70 = 2.21$
- le altre palificate:  $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.65 = 2.15$ .

Inoltre per le verifiche a carico limite orizzontale si considera cautelativamente un coefficiente di gruppo 0.8.

Quindi  $FS_{gruppo}$ :

- spalla 1+pila 1:  $FS_{gruppo} = \gamma_T \cdot \xi_3 / 0.8 = 2.76$
- le altre palificate:  $FS_{gruppo} = \gamma_T \cdot \xi_3 / 0.8 = 2.68$

da cui deve risultare:

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

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 7980.62 kNm, considerando il diametro del palo  $D = 1500$  mm, l'armatura di 36+36 $\phi$ 26.

Per la pila 25 (si prende a riferimento la pila P21), il valore caratteristico della resistenza ( $H_k$ ) è stato valutato con riferimento ad un momento di plasticizzazione  $M_y$  pari a 7980.62 kNm ( $N=0$  kN) e 6648.5 kNm ( $N=-3504$  kN), considerando il diametro del palo  $D = 1500$  mm, l'armatura di 36+36 $\phi$ 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.


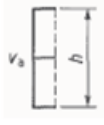


Fondazione	Armatura palo	Lpalo [m]	D [mm]	Cu [kPa]	Hk [kN]	Hd [kN]
Pila 25	36+36 $\phi$ 26	37.0	1500	130	4513.91 (N=0 KN)	1684.3
Pila 25	36+36 $\phi$ 26	37.0	1500	130	3942.06 (N=trazione)	1470.2
Spalla 2	36+36 $\phi$ 26	30.0	1500	120	4417.28	1648.2

#### 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			

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

CARICHI ESTERNI AGENTI A INTRADOSSO FONDAZIONE spalla A						
		Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLV	SLV - N max	32013	6378	1985	11751	26977
	SLV - ML max gr.1	29878	12615	1985	11746	61950
	SLV - MT max gr.1	29878	6378	6379	37191	25739
	SLV - MT max gr.1	29878	6378	6379	37191	25739
	SLV - ML max gr.1	29878	12615	1985	11746	61950

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+5+3.95 = 10.95 m.

Nel seguito 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: 10.338 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.



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	28 di 62

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

### 5.1 Compressione. Pali D=1500 mm ( Stratigrafia 3)

\*\*\* 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 VI03 Stratigrafia 3  
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 3.50 m  
Quota falda da p.c. = 3.50 m  
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m<sup>3</sup>  
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)  
Fattore di sicurezza portata di base = 2.23 (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 VI03 Stratigrafia 3  
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 12.00 m

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

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

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 150.0 kPa

Strato 2 "TRVb " (Coesivo) da 12.00 a 30.00 m

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

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

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

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

$C_u$  variabile lin. da 157.0 a 220.0 kPa

Strato 3 "TRVb " (Coesivo) da 30.00 a 50.00 m

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

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

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

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

$C_u$  variabile lin. da 220.0 a 350.0 kPa



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	30 di 62

pag. / 4

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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 "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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	31 di 62

pag. / 5

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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
3.50	66.5	66.5	79.2	.48	31.7	779.
4.00	71.0	76.0	83.3	.47	33.3	826.
4.50	75.5	85.5	87.5	.46	35.0	873.
5.00	80.0	95.0	91.7	.46	36.7	920.
5.50	84.5	104.5	95.8	.45	38.3	967.
6.00	89.0	114.0	100.0	.45	40.0	1014.
6.50	93.5	123.5	104.2	.45	41.7	1061.
7.00	98.0	133.0	108.3	.44	43.3	1108.
7.50	102.5	142.5	112.5	.44	45.0	1155.
8.00	107.0	152.0	116.7	.44	46.7	1202.
8.50	111.5	161.5	120.8	.43	48.3	1249.
9.00	116.0	171.0	125.0	.43	50.0	1296.
9.50	120.5	180.5	129.2	.43	51.7	1343.
10.00	125.0	190.0	133.3	.43	53.3	1390.
10.50	129.5	199.5	137.5	.42	55.0	1437.
11.00	134.0	209.0	141.7	.42	56.7	1484.
11.50	138.5	218.5	145.8	.42	58.3	1531.
12.00	143.0	228.0	150.0	.48	68.6	1578.
12.50	148.5	238.5	158.8	.53	78.3	1611.
13.00	154.0	249.0	160.5	.52	79.6	1645.
13.50	159.5	259.5	162.3	.51	80.8	1678.
14.00	165.0	270.0	164.0	.50	82.1	1711.
14.50	170.5	280.5	165.8	.49	83.3	1744.
15.00	176.0	291.0	167.5	.48	84.6	1778.
15.50	181.5	301.5	169.3	.47	85.8	1811.
16.00	187.0	312.0	171.0	.47	87.1	1844.
16.50	192.5	322.5	172.8	.46	88.3	1877.
17.00	198.0	333.0	174.5	.45	89.6	1904.
17.50	203.5	343.5	176.3	.45	90.9	1930.
18.00	209.0	354.0	178.0	.44	92.1	1956.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	32 di 62

pag. / 6

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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
18.50	214.5	364.5	179.8	.44	93.3	1982.
19.00	220.0	375.0	181.5	.43	94.6	2009.
19.50	225.5	385.5	183.3	.43	95.9	2035.
20.00	231.0	396.0	185.0	.42	97.1	2061.
20.50	236.5	406.5	186.8	.42	98.3	2087.
21.00	242.0	417.0	188.5	.41	99.6	2114.
21.50	247.5	427.5	190.3	.41	100.8	2140.
22.00	253.0	438.0	192.0	.40	102.1	2166.
22.50	258.5	448.5	193.8	.40	103.4	2192.
23.00	264.0	459.0	195.5	.40	104.6	2219.
23.50	269.5	469.5	197.3	.39	105.9	2245.
24.00	275.0	480.0	199.0	.39	107.1	2271.
24.50	280.5	490.5	200.8	.39	108.3	2297.
25.00	286.0	501.0	202.5	.38	109.6	2324.
25.50	291.5	511.5	204.3	.38	110.8	2350.
26.00	297.0	522.0	206.0	.38	112.1	2376.
26.50	302.5	532.5	207.8	.37	113.3	2402.
27.00	308.0	543.0	209.5	.37	114.6	2429.
27.50	313.5	553.5	211.3	.37	115.8	2455.
28.00	319.0	564.0	213.0	.37	117.1	2481.
28.50	324.5	574.5	214.8	.36	118.3	2507.
29.00	330.0	585.0	216.5	.36	119.6	2534.
29.50	335.5	595.5	218.3	.36	120.0	2560.
30.00	341.0	606.0	220.0	.35	120.0	2586.
30.50	346.5	616.5	223.3	.35	120.0	2626.
31.00	352.0	627.0	226.5	.34	120.0	2666.
31.50	357.5	637.5	229.8	.34	120.0	2705.
32.00	363.0	648.0	233.0	.33	120.0	2745.
32.50	368.5	658.5	236.3	.33	120.0	2785.
33.00	374.0	669.0	239.5	.32	120.0	2825.





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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	33 di 62

pag. / 7

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
 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
33.50	379.5	679.5	242.8	.32	120.0	2864.
34.00	385.0	690.0	246.0	.31	120.0	2904.
34.50	390.5	700.5	249.3	.31	120.0	2944.
35.00	396.0	711.0	252.5	.30	120.0	2984.
35.50	401.5	721.5	255.8	.30	120.0	3023.
36.00	407.0	732.0	259.0	.29	120.0	3063.
36.50	412.5	742.5	262.3	.29	120.0	3103.
37.00	418.0	753.0	265.5	.29	120.0	3143.
37.50	423.5	763.5	268.8	.28	120.0	3182.
38.00	429.0	774.0	272.0	.28	120.0	3222.
38.50	434.5	784.5	275.3	.28	120.0	3262.
39.00	440.0	795.0	278.5	.27	120.0	3302.
39.50	445.5	805.5	281.8	.27	120.0	3341.
40.00	451.0	816.0	285.0	.27	120.0	3381.
40.50	456.5	826.5	288.3	.26	120.0	3421.
41.00	462.0	837.0	291.5	.26	120.0	3461.
41.50	467.5	847.5	294.8	.26	120.0	3500.
42.00	473.0	858.0	298.0	.25	120.0	3540.
42.50	478.5	868.5	301.3	.25	120.0	3580.
43.00	484.0	879.0	304.5	.25	120.0	3620.
43.50	489.5	889.5	307.8	.25	120.0	3659.
44.00	495.0	900.0	311.0	.24	120.0	3699.
44.50	500.5	910.5	314.3	.24	120.0	3739.
45.00	506.0	921.0	317.5	.24	120.0	3779.
45.50	511.5	931.5	320.8	.23	120.0	3800.
46.00	517.0	942.0	324.0	.23	120.0	3800.
46.50	522.5	952.5	327.3	.23	120.0	3800.
47.00	528.0	963.0	330.5	.23	120.0	3800.
47.50	533.5	973.5	333.8	.22	120.0	3800.
48.00	539.0	984.0	337.0	.22	120.0	3800.



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	34 di 62

pag. / 8

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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
48.50	544.5	994.5	340.3	.22	120.0	3800.
49.00	550.0	1005.0	343.5	.22	120.0	3800.
49.50	555.5	1015.5	346.8	.22	120.0	3800.
50.00	561.0	1026.0	350.0	.21	120.0	3800.

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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	35 di 62

pag. / 9

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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.	1377.	0.	1377.	617.
.50	77.	1460.	5.	1531.	690.
1.00	157.	1543.	11.	1689.	764.
1.50	242.	1626.	16.	1851.	840.
2.00	330.	1709.	21.	2017.	919.
2.50	422.	1792.	27.	2188.	999.
3.00	518.	1875.	32.	2361.	1082.
3.50	619.	1958.	37.	2539.	1166.
4.00	723.	2041.	42.	2721.	1253.
4.50	831.	2124.	48.	2907.	1342.
5.00	942.	2207.	53.	3097.	1433.
5.50	1058.	2290.	58.	3290.	1526.
6.00	1178.	2373.	64.	3488.	1621.
6.50	1302.	2456.	69.	3689.	1718.
7.00	1429.	2539.	74.	3895.	1817.
7.50	1561.	2622.	80.	4104.	1918.
8.00	1696.	2706.	85.	4317.	2021.
8.50	1841.	2789.	90.	4539.	2129.
9.00	2019.	2847.	95.	4771.	2244.
9.50	2205.	2906.	101.	5010.	2363.
10.00	2394.	2965.	106.	5253.	2484.
10.50	2586.	3024.	111.	5498.	2606.
11.00	2781.	3082.	117.	5747.	2729.
11.50	2979.	3141.	122.	5998.	2854.
12.00	3180.	3200.	127.	6252.	2981.
12.50	3383.	3259.	133.	6509.	3109.
13.00	3590.	3317.	138.	6770.	3239.
13.50	3800.	3364.	143.	7020.	3365.
14.00	4012.	3410.	148.	7274.	3493.
14.50	4228.	3457.	154.	7531.	3621.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	36 di 62

pag. / 10

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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	4446.	3503.	159.	7790.	3752.
15.50	4668.	3549.	164.	8053.	3884.
16.00	4892.	3596.	170.	8318.	4018.
16.50	5119.	3642.	175.	8587.	4153.
17.00	5350.	3688.	180.	8858.	4289.
17.50	5583.	3735.	186.	9132.	4428.
18.00	5819.	3781.	191.	9409.	4567.
18.50	6058.	3828.	196.	9690.	4709.
19.00	6300.	3874.	201.	9973.	4852.
19.50	6545.	3920.	207.	10259.	4996.
20.00	6793.	3967.	212.	10548.	5142.
20.50	7044.	4013.	217.	10840.	5290.
21.00	7298.	4060.	223.	11135.	5439.
21.50	7555.	4106.	228.	11433.	5589.
22.00	7814.	4152.	233.	11733.	5742.
22.50	8077.	4199.	239.	12037.	5895.
23.00	8343.	4245.	244.	12344.	6051.
23.50	8611.	4292.	249.	12653.	6207.
24.00	8883.	4338.	254.	12966.	6366.
24.50	9157.	4384.	260.	13282.	6526.
25.00	9434.	4431.	265.	13600.	6687.
25.50	9715.	4477.	270.	13921.	6850.
26.00	9997.	4523.	276.	14245.	7014.
26.50	10280.	4570.	281.	14569.	7179.
27.00	10563.	4640.	286.	14917.	7354.
27.50	10845.	4710.	292.	15264.	7529.
28.00	11128.	4781.	297.	15612.	7704.
28.50	11411.	4851.	302.	15960.	7879.
29.00	11694.	4921.	307.	16307.	8054.
29.50	11976.	4991.	313.	16655.	8229.

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	37 di 62

pag. / 11

LINEA FS PALERMO-CATANIA lotto 5a VI03 Stratigrafia 3  
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
30.00	12259.	5062.	318.	17003.	8404.
30.50	12542.	5132.	323.	17350.	8579.
31.00	12825.	5202.	329.	17698.	8754.
31.50	13107.	5272.	334.	18046.	8929.
32.00	13390.	5343.	339.	18393.	9104.
32.50	13673.	5413.	345.	18741.	9279.
33.00	13956.	5483.	350.	19089.	9454.
33.50	14238.	5553.	355.	19436.	9629.
34.00	14521.	5623.	360.	19784.	9804.
34.50	14804.	5694.	366.	20132.	9979.
35.00	15087.	5764.	371.	20480.	10154.
35.50	15369.	5834.	376.	20827.	10329.
36.00	15652.	5904.	382.	21175.	10504.
36.50	15935.	5975.	387.	21523.	10679.
37.00	16218.	6045.	392.	21870.	10854.
37.50	16500.	6115.	398.	22218.	11029.
38.00	16783.	6185.	403.	22566.	11204.
38.50	17066.	6256.	408.	22913.	11379.
39.00	17349.	6326.	414.	23261.	11554.
39.50	17631.	6396.	419.	23609.	11729.
40.00	17914.	6466.	424.	23956.	11904.
40.50	18197.	6537.	429.	24304.	12079.
41.00	18480.	6607.	435.	24652.	12254.
41.50	18762.	6677.	440.	24999.	12429.
42.00	19045.	6715.	445.	25315.	12590.
42.50	19328.	6715.	451.	25592.	12733.
43.00	19611.	6715.	456.	25870.	12877.
43.50	19893.	6715.	461.	26147.	13020.
44.00	20176.	6715.	467.	26425.	13164.
44.50	20459.	6715.	472.	26702.	13307.
45.00	20742.	6715.	477.	26980.	13451.
45.50	21024.	6715.	482.	27257.	13594.
46.00	21307.	6715.	488.	27534.	13738.
46.50	21590.	6715.	493.	27812.	13881.

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



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	38 di 62

## 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 VI03 D=1200 pile 1-17

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*m <sup>2</sup>

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
3.000	28000.00
3.100	39200.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m <sup>2</sup>
Gradiente del modulo	Kh	=	4666.667 kN/m <sup>3</sup>

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	3.657 m
$R = Eo/(Kh*T)$		=	.820
$Zmax = Lp/T$		=	6.836

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.1757
As = By =	.9398
Bs =	1.3384

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$	$\alpha = 2.5681 m$
---	---------------------

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

Taglio:	$F = Av Fo + Bv Mo/T$
---------	-----------------------



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	39 di 62

Momento:  $M = A_m F_o T + B_m M_o$



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	40 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1200 pile 1-17

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7105
1.563	.4545
2.344	.2361
3.125	.0567
3.906	-.0743
4.688	-.1611
5.469	-.2120
6.250	-.2348
7.500	-.2300
8.750	-.1958
10.000	-.1500
11.250	-.1040
12.500	-.0642
14.583	-.0183
16.667	.0036
18.750	.0095
21.875	.0046
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
.214	.7868	.1910	-.1593	.9825
.427	.5742	.3362	-.2951	.9333
.641	.3723	.4368	-.4008	.8581
.854	.1795	.4966	-.4758	.7640
1.068	-.0117	.5129	-.5214	.6562
1.282	-.1449	.4948	-.5239	.5436
1.495	-.2303	.4536	-.4957	.4340
1.709	-.2785	.3986	-.4436	.3328
2.051	-.2914	.2990	-.3504	.1958
2.392	-.2607	.2032	-.2489	.0936
2.734	-.2081	.1226	-.1587	.0246
3.076	-.1504	.0614	-.0871	-.0165
3.418	-.0936	.0194	-.0321	-.0366
3.987	-.0330	-.0156	.0113	-.0405
4.557	.0014	-.0226	.0245	-.0285
5.127	.0138	-.0171	.0204	-.0149
5.981	.0109	-.0051	.0080	-.0026
6.836	.0000	.0000	.0000	.0000





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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	41 di 62

## 6.2 Pali Pile D=1200 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1200 pile 1-17

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*m <sup>2</sup>

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
3.000	28000.00
3.100	39200.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m <sup>2</sup>
Gradiente del modulo	Kh	=	4666.667 kN/m <sup>3</sup>

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	3.657 m
R	$R = Eo / (Kh * T)$	=	.820
Zmax	$Zmax = Lp / T$	=	9.570

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay	=	1.1773
As = By	=	.9385
Bs	=	1.3362

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	= - alfa * Fo	alfa = 2.5688 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 (LOTTO 5)  
 PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	42 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1200 pile 1-17

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6041
2.188	.2777
3.281	.0274
4.375	-.1311
5.469	-.2124
6.563	-.2383
7.656	-.2282
8.750	-.1974
10.500	-.1322
12.250	-.0721
14.000	-.0288
15.750	-.0033
17.500	.0083
20.417	.0098
23.333	.0048
26.250	.0011
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
.299	.6986	.2540	-.2178	.9657
.598	.4090	.4186	-.3829	.8736
.897	.1421	.5017	-.4863	.7418
1.196	-.0939	.5046	-.5251	.5873
1.495	-.2275	.4532	-.4944	.4329
1.794	-.2844	.3743	-.4241	.2945
2.093	-.2886	.2870	-.3369	.1805
2.392	-.2572	.2041	-.2421	.0931
2.871	-.1852	.0964	-.1276	.0051
3.349	-.1080	.0270	-.0443	-.0337
3.828	-.0484	-.0091	.0024	-.0417
4.306	-.0110	-.0220	.0217	-.0347
4.785	.0084	-.0219	.0241	-.0229
5.582	.0132	-.0115	.0147	-.0066
6.380	.0075	-.0029	.0046	.0007
7.177	.0019	.0006	-.0003	.0019
8.374	-.0007	.0007	-.0010	.0006
9.570	.0000	.0000	.0000	.0000



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	43 di 62

### 6.3 Pali Pile D=1500 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500Pile18-25

Lunghezza palo	Lp	=	25.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidezza flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m <sup>2</sup>

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
3.000	28000.00
3.100	39200.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m <sup>2</sup>
Gradiente del modulo	Kh	=	4666.667 kN/m <sup>3</sup>

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.372 m
R = Eo/(Kh*T)		=	.686
Zmax = Lp/T		=	5.718

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.2669
As = By =	.9914
Bs =	1.3796

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \text{alfa} * Fo$        $\text{alfa} = 3.1418 \text{ m}$

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 (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	44 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500Pile18-25

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7604
1.563	.5417
2.344	.3468
3.125	.1775
3.906	.0417
4.688	-.0615
5.469	-.1362
6.250	-.1867
7.500	-.2268
8.750	-.2306
10.000	-.2114
11.250	-.1794
12.500	-.1427
14.583	-.0841
16.667	-.0399
18.750	-.0132
21.875	.0007
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
.179	.8359	.1643	-.1205	.9890
.357	.6650	.2984	-.2325	.9570
.536	.4971	.4023	-.3276	.9066
.715	.3242	.4766	-.4085	.8408
.893	.1361	.5168	-.4761	.7609
1.072	-.0108	.5272	-.5098	.6721
1.251	-.1210	.5146	-.5158	.5799
1.430	-.2040	.4853	-.4991	.4887
1.715	-.2705	.4160	-.4470	.3521
2.001	-.2906	.3343	-.3724	.2345
2.287	-.2763	.2523	-.2909	.1397
2.573	-.2411	.1778	-.2126	.0679
2.859	-.1920	.1151	-.1380	.0175
3.336	-.1185	.0406	-.0551	-.0277
3.812	-.0545	.0005	-.0015	-.0392
4.289	-.0093	-.0139	.0247	-.0325
5.003	.0148	-.0088	.0262	-.0115
5.718	.0000	.0000	.0000	.0000



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	45 di 62

## 6.4 Pali Pile D=1500 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 Pile 18-25

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*m <sup>2</sup>

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
3.000	28000.00
3.100	39200.00
26.000	61600.00
36.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m <sup>2</sup>
Gradiente del modulo	Kh	=	4666.667 kN/m <sup>3</sup>

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.372 m
R	$R = Eo/(Kh*T)$	=	.686
Zmax	$Zmax = Lp/T$	=	8.005

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.2664
As = By =	.9895
Bs =	1.3774

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \alpha * Fo$	$\alpha = 3.1410 m$
---	---------------------

Sollecitazioni lungo il fusto del palo

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



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	46 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 Pile 18-25

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6703
2.188	.3842
3.281	.1480
4.375	-.0239
5.469	-.1365
6.563	-.2016
7.656	-.2301
8.750	-.2321
10.500	-.2006
12.250	-.1505
14.000	-.0993
15.750	-.0561
17.500	-.0246
20.417	.0033
23.333	.0104
26.250	.0083
30.625	.0022
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
.250	.7665	.2213	-.1683	.9783
.500	.5269	.3829	-.3121	.9171
.750	.2865	.4861	-.4233	.8247
1.001	.0463	.5253	-.4984	.7072
1.251	-.1186	.5141	-.5145	.5790
1.501	-.2210	.4698	-.4892	.4524
1.751	-.2739	.4066	-.4376	.3358
2.001	-.2896	.3351	-.3663	.2343
2.402	-.2643	.2219	-.2590	.1082
2.802	-.2071	.1267	-.1576	.0258
3.202	-.1427	.0568	-.0788	-.0203
3.602	-.0853	.0117	-.0252	-.0398
4.003	-.0385	-.0129	.0081	-.0426
4.670	.0003	-.0237	.0243	-.0296
5.337	.0131	-.0174	.0202	-.0138
6.004	.0113	-.0085	.0099	-.0035
7.005	.0036	-.0009	.0006	.0009
8.005	.0000	.0000	.0000	.0000



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	47 di 62

## 6.5 Pali Spalle D=1500 mm L = 25m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle

Lunghezza palo	Lp	=	25.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidità flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m <sup>2</sup>

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m <sup>2</sup>
.000	14000.00
8.500	42000.00
8.510	43960.00
28.000	61600.00
38.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m <sup>2</sup>
Gradiente del modulo	Kh	=	3294.118 kN/m <sup>3</sup>

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.688 m
$R = Eo/(Kh*T)$		=	.907
$Z_{max} = Lp/T$		=	5.333

Coefficienti adimensionali di flessibilità della sommità del palo:

Ay =	1.1570
As = By =	.9158
Bs =	1.3166

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

Per sommità palo impedita di ruotare:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo$	=	- alfa * Fo	alfa = 3.2604 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 (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	48 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle

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

z m	Mad -
.000	1.0000
.781	.7702
1.563	.5621
2.344	.3780
3.125	.2191
3.906	.0858
4.688	-.0222
5.469	-.1062
6.250	-.1678
7.500	-.2257
8.750	-.2436
10.000	-.2323
11.250	-.2034
12.500	-.1663
14.583	-.1030
16.667	-.0524
18.750	-.0199
21.875	-.0008
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
.167	.8233	.1519	-.1324	.9886
.333	.6461	.2742	-.2504	.9563
.500	.4737	.3672	-.3500	.9058
.667	.3130	.4323	-.4273	.8406
.833	.1669	.4719	-.4825	.7642
1.000	.0419	.4889	-.5152	.6806
1.167	-.0639	.4866	-.5269	.5934
1.333	-.1529	.4685	-.5187	.5058
1.600	-.2369	.4155	-.4775	.3717
1.867	-.2782	.3454	-.4070	.2530
2.133	-.2803	.2697	-.3227	.1555
2.400	-.2552	.1976	-.2396	.0807
2.667	-.2113	.1346	-.1591	.0272
3.111	-.1383	.0560	-.0678	-.0225
3.556	-.0701	.0106	-.0070	-.0372
4.000	-.0188	-.0085	.0242	-.0321
4.667	.0120	-.0076	.0281	-.0118
5.333	.0000	.0000	.0000	.0000





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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	49 di 62

## 6.6 Pali Spalle D=1500 mm L = 35m

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle

Lunghezza palo	Lp	=	35.00 m
Diametro palo	D	=	1.50 m
Modulo elastico palo	Ep	=	30000.00 MPa
Rigidizza flessionale	EJ	=	7455148.00 kN*m2

Definizione per punti del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m2
.000	14000.00
8.500	42000.00
8.510	43960.00
28.000	61600.00
38.000	79800.00

Per il primo segmento:

Modulo iniziale	Eo	=	14000.000 kN/m2
Gradiente del modulo	Kh	=	3294.118 kN/m3

Lunghezza elastica	$T = (EJ/Kh)^{0.20}$	=	4.688 m
R	$R = Eo/(Kh*T)$	=	.907
Zmax	$Zmax = Lp/T$	=	7.467

Coefficienti adimensionali di flessibilita' della sommita' del palo:

Ay =	1.1498
As = By =	.9101
Bs =	1.3122

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:

$Mo = - (T As/Bs) * Fo = - \text{alfa} * Fo$        $\text{alfa} = 3.2513 \text{ m}$

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 (LOTTO 5)

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	50 di 62

Coeff. di Matlock e Reese-palo VI03 D=1500 spalle

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

z m	Mad -
.000	1.0000
1.094	.6836
2.188	.4119
3.281	.1896
4.375	.0175
5.469	-.1065
6.563	-.1870
7.656	-.2306
8.750	-.2445
10.500	-.2228
12.250	-.1740
14.000	-.1195
15.750	-.0714
17.500	-.0347
20.417	.0000
23.333	.0105
26.250	.0094
30.625	.0028
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
.233	.7491	.2039	-.1837	.9776
.467	.5037	.3497	-.3333	.9162
.700	.2802	.4404	-.4411	.8245
.933	.0886	.4823	-.5049	.7128
1.167	-.0633	.4840	-.5263	.5914
1.400	-.1731	.4552	-.5117	.4693
1.633	-.2425	.4056	-.4688	.3542
1.867	-.2774	.3442	-.4006	.2517
2.240	-.2717	.2391	-.2885	.1219
2.613	-.2244	.1452	-.1798	.0354
2.987	-.1622	.0729	-.0937	-.0145
3.360	-.1029	.0238	-.0338	-.0370
3.733	-.0516	-.0050	.0045	-.0419
4.356	-.0062	-.0212	.0248	-.0306
4.978	.0115	-.0177	.0219	-.0149
5.600	.0119	-.0095	.0113	-.0043
6.533	.0046	-.0014	.0011	.0007
7.467	.0000	.0000	.0000	.0000



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	51 di 62

## 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 VI03  
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 =  $\sqrt{\text{Box} * \text{Boy} * 1.273}$ : diametro equivalente



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	52 di 62

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 <sup>2</sup>
.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 <sup>2</sup>	Itx	Ridx	EJy kN*m <sup>2</sup>	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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 1  
VI03A - 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	34098.0	7118.0	27734.0	2086.0	13322.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
34098.0	7118.0	27734.0	2086.0	13322.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .813 m Yv = .391 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.526	5.751	.252	1.765	.101	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	6168.0	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
2	5489.2	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
3	4810.4	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
4	4467.4	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
5	3788.7	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
6	3109.9	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
7	2766.9	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
8	2088.2	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1
9	1409.4	790.9	-2020.0	231.8	-556.1	.0	2095.1

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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 2  
VI03A - 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	31827.0	13657.0	66422.0	2086.0	13320.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31827.0	13657.0	66422.0	2086.0	13320.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.087 m Yv = .419 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.358	11.236	.551	1.765	.101	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7936.6	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
2	7257.9	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
3	6579.2	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
4	4215.0	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
5	3536.3	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
6	2857.6	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
7	493.5	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
8	-185.2	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
9	-863.9	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1

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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 3  
VI03A - 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	31827.0	7118.0	26734.0	6780.0	42698.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31827.0	7118.0	26734.0	6780.0	42698.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .840 m Yv = 1.342 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.358	5.735	.247	5.728	.324	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7387.4	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
2	5202.1	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
3	3016.8	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
4	5721.6	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
5	3536.3	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
6	1351.0	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
7	4055.9	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
8	1870.6	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
9	-314.7	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5

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



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

PROGETTO DEFINITIVO

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	56 di 62

pag. / 7

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 4  
VI03A - 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	31827.0	7118.0	26734.0	6780.0	42698.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31827.0	7118.0	26734.0	6780.0	42698.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .840 m Yv = 1.342 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.358	5.735	.247	5.728	.324	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7387.4	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
2	5202.1	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
3	3016.8	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
4	5721.6	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
5	3536.3	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
6	1351.0	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
7	4055.9	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
8	1870.6	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5
9	-314.7	790.9	-2026.9	753.3	-1811.7	.0	2718.5

Mris = (Mxp<sup>2</sup> + Myp<sup>2</sup>)<sup>0.5</sup>



LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 5  
VI03A - 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	31827.0	13657.0	66422.0	2086.0	13320.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
31827.0	13657.0	66422.0	2086.0	13320.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.087 m Yv = .419 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.358	11.236	.551	1.765	.101	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7936.6	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
2	7257.9	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
3	6579.2	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
4	4215.0	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
5	3536.3	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
6	2857.6	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
7	493.5	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
8	-185.2	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1
9	-863.9	1517.4	-3784.5	231.8	-556.1	.0	3825.1

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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 6  
VI03B - 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	32013.0	6378.0	26977.0	1985.0	11751.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
32013.0	6378.0	26977.0	1985.0	11751.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .843 m Yv = .367 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.371	5.186	.237	1.665	.091	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	5768.3	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
2	5154.6	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
3	4540.8	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
4	4170.8	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
5	3557.0	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
6	2943.2	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
7	2573.2	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
8	1959.4	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5
9	1345.7	708.7	-1795.3	220.6	-535.6	.0	1873.5

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

VI03 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 09 RB	VI0303 002	A	59 di 62

pag. / 10

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 7  
VI03B - 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	29878.0	12615.0	61950.0	1985.0	11746.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29878.0	12615.0	61950.0	1985.0	11746.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.073 m Yv = .393 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.213	10.388	.512	1.665	.091	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7391.7	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
2	6778.1	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
3	6164.5	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
4	3933.4	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
5	3319.8	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
6	2706.2	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
7	475.0	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
8	-138.5	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
9	-752.1	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4

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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 8  
VI03B - 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	29878.0	6378.0	25739.0	6379.0	37191.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29878.0	6378.0	25739.0	6379.0	37191.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .861 m Yv = 1.245 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.213	5.167	.230	5.343	.289	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	6826.8	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
2	4874.4	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
3	2921.9	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
4	5272.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
5	3319.8	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
6	1367.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
7	3717.7	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
8	1765.2	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
9	-187.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0

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

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 9  
VI03B - 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	29878.0	6378.0	25739.0	6379.0	37191.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29878.0	6378.0	25739.0	6379.0	37191.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = .861 m Yv = 1.245 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.213	5.167	.230	5.343	.289	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	6826.8	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
2	4874.4	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
3	2921.9	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
4	5272.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
5	3319.8	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
6	1367.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
7	3717.7	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
8	1765.2	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0
9	-187.3	708.7	-1803.9	708.8	-1725.1	.0	2496.0

Mris = (Mxp<sup>2</sup> + Myp<sup>2</sup>)<sup>0.5</sup>

LINEA PALERMO-CATANIA LOTTO 5 VI03  
SPalle

CONDIZIONE DI CARICO 10  
VI03B - 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	29878.0	12615.0	61950.0	1985.0	11746.0	.0

Componenti di Carico Risultanti (riferimento globale)

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	Mz kN*m
29878.0	12615.0	61950.0	1985.0	11746.0	.0

Punto di applic. carico verticale: Xv = 2.073 m Yv = .393 m

Componenti di Spostamento del Plinto (riferimento globale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad	rz mRad
2.213	10.388	.512	1.665	.091	.000

Sollecitazioni in Sommita' 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	7391.7	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
2	6778.1	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
3	6164.5	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
4	3933.4	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
5	3319.8	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
6	2706.2	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
7	475.0	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
8	-138.5	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4
9	-752.1	1401.7	-3491.6	220.6	-535.6	.0	3532.4

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