

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)

VI07 – Viadotto Satano

Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

SCALA:

-

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

RS2S 02 D 09 RB VI0703 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	F. Formato 	Gennaio 2018	L. Utzeri 	Gennaio 2018	P. Carlesimo 	Gennaio 2018	A. Vittozzi 	Gennaio 2018

ITALFERR S.p.A.  
Dipartimento Opere Civili e Gestione delle varianti  
Progettista: Ing. Angelo Vittozzi  
N° A20782

## 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
4.	CALCOLO PALI DI FONDAZIONE.....	7
4.1	CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEI PALI .....	7
4.1.1	<i>Spalla 1, pile P1 e P2</i> .....	7
4.1.2	<i>Pile da P3 a P8 e Spalla 2</i> .....	10
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO.....	12
4.3	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI .....	12
5.	APPENDICE A .....	15
5.1	SPALLA 1, PILE P1 E P2 .....	16
5.2	PILE DA P3 A P8 E SPALLA 2 .....	19
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
4.	CALCOLO PALI DI FONDAZIONE.....	7
4.1	CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEI PALI .....	7
4.1.1	<i>Spalla 1, pile P1 e P2</i> .....	7
4.1.2	<i>Pile da P3 a P8 e Spalla 2</i> .....	10

4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO .....	12
4.3	VERIFICA A CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI .....	12
5.	APPENDICE A .....	15
5.1	SPALLA 1, PILE P1 E P2 .....	16
5.2	PILE DA P3 A P8 E SPALLA 2 .....	19

## 1. **PREMESSA**

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni del Viadotto Satano (VI07) nell'ambito del Progetto Definitivo del raddoppio della tratta ferroviaria Giampileri – Fiumefreddo, Lotto II Taormina - Giampileri, della Linea Messina - Catania - Palermo.

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;
- verifica a 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).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>LOTTO 2: Taormina - Giampileri</b>					
	<b>U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI</b> <b>VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di</b> <b>calcolo fondazioni</b>	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI0703 001	REV. A

## **2.    **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO****

### **2.1    **Normativa di riferimento****

- [N.1].        Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008).
- [N.2].        Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- [N.3].        RFI DTC SI CS MA IFS 001 A del 30-12-16 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [N.4].        RFI DTC SI SP IFS 001 A del 30-12-16 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

### **2.2    **Documenti di riferimento****

- [DC1]. RS2S02D78RHGE0005004B - Relazione geotecnica generale 4/6.
- [DC2]. RS2S02D78F6OC0001007B - Profilo longitudinale geotecnico Viadotto VI07
- [DC3]. RS2S02D69RGGE0001001B - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica
- [DC4]. RS2S02D69F5GE0001006B - Profilo geologico tav. 6/8 da 31+000 a 34+500
- [DC5]. RS2S02D09CLVI0704001A – Relazione di calcolo spalle
- [DC6]. RS2S02D09CLVI0705001A - Relazione di calcolo pile

### 3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni presenti in corrispondenza del viadotto si rimanda alla relazione geotecnica generale 4/6 (doc. rif. [DC1]).

In corrispondenza e in prossimità dell'opera sono stati eseguiti, in varie campagne di indagini, i seguenti sondaggi: S1aPz, S28s, SN01, SN02, SN03, SN04.

Le spalle e le pile del viadotto sono fondate su pali di grande diametro ( $D=1.5m$ ).

Le fondazioni della spalla 1 e delle prime due pile interessano prevalentemente il deposito dei conglomerati LLM (ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, in abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da sciolta a poco cementata) e si intestano nella formazione di base costituita dalle filladi FDN. Le fondazioni delle restanti pile, invece, prima di intestarsi anch'esse nella formazione di base delle filladi, attraversano il deposito di alluvioni recenti bb (sabbie da limose a ghiaiose e/o limi sabbiosi o ghiaiosi). Dal profilo geologico la spalla 2 sembrerebbe intestarsi direttamente sulla formazione rocciosa VEP1 (metareniti a tessitura scistosa), in corrispondenza del contatto stratigrafico tra il deposito alluvionale e tale formazione. Non essendo certo l'andamento in profondità di tale contatto stratigrafico, per la spalla 2 si è assunta cautelativamente la medesima stratigrafia di calcolo delle pile che la precedono.

Il livello massimo di falda rilevato nei depositi alluvionali in corrispondenza dell'opera si attesta all'incirca a quota +7.7 m s.l.m. (SN03). Tuttavia, considerando che la finestra temporale delle letture piezometriche potrebbe aver interessato anni poco piovosi e data la natura del corso d'acqua e dei terreni alluvionali su cui scorre, si ritiene plausibile considerare per i calcoli un livello di falda corrispondente al fondo alveo (cfr. relazione geologica [DC3]).

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici caratteristici considerati per le unità intercettate.

Unità	$\gamma$ ( $kN/m^3$ )	$c'_k$ ( $kPa$ )	$\phi'_k$ ( $^\circ$ )	$\sigma_c$ ( $MPa$ )
bb	19,5	0	34	-
LLM	20	0	33	-
FDN	21	-	-	12,5
VEP1	27,5	-	-	10,0

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>LOTTO 2: Taormina - Giampileri</b>					
	<b>U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI</b> <b>VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di</b> <b>calcolo fondazioni</b>	COMMESSA RS2S	LOTTO 02 D 09	CODIFICA RB	DOCUMENTO VI0703 001	REV. A

## 4. CALCOLO PALI DI FONDAZIONE

### 4.1 Capacità portante verticale dei pali

Nel presente capitolo si riportano le curve di capacità portante verticale (a compressione e trazione) per l'opera in esame ed i dati di base utilizzati per il calcolo. Il dettaglio dei calcoli è riportato in APPENDICE A.

Le metodologie di calcolo adottate per la determinazione della portanza verticale, invece, sono dettagliatamente illustrate nella Relazione geotecnica generale 4/6 (doc. rif. [DC1]).

#### 4.1.1 Spalla 1, pile P1 e P2

La capacità portante per le fondazioni della spalla 1 e delle pile P1 e P2 del viadotto VI07 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:

- fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione  $\gamma_s = 1.15$ ,
- fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione  $\gamma_{st} = 1.25$ ,
- fattore di sicurezza per la portata di base  $\gamma_b = 1.35$ ,
- n. 2 verticali di indagine, da cui  $\xi_3 = 1.65$ .

Per la verifica di capacità portante del palo sono state verificate 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;
- $N_{max,SLE} < S_{lim}/1.25$  : la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo, con un fattore di sicurezza di 1.25.

Per il calcolo della capacità portante si è considerata cautelativamente la testa palo a 3.5 m da p.c. e la falda a piano campagna.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia di calcolo ed i principali dati utilizzati.

Stratigrafia di calcolo da testa palo							
Unità	Met. Calcolo	Prof. base strato (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'_k$ (kPa)	$\phi'_k$ (°)	$\sigma_{c k}$ (Mpa)	Nq
LLM	Incoerente	30	20	0	32,5	-	11,23
FDN	Ammasso	10	21	-	-	12,5	-

Nel diagramma seguente si riporta l'andamento della capacità portante in funzione della lunghezza del palo.



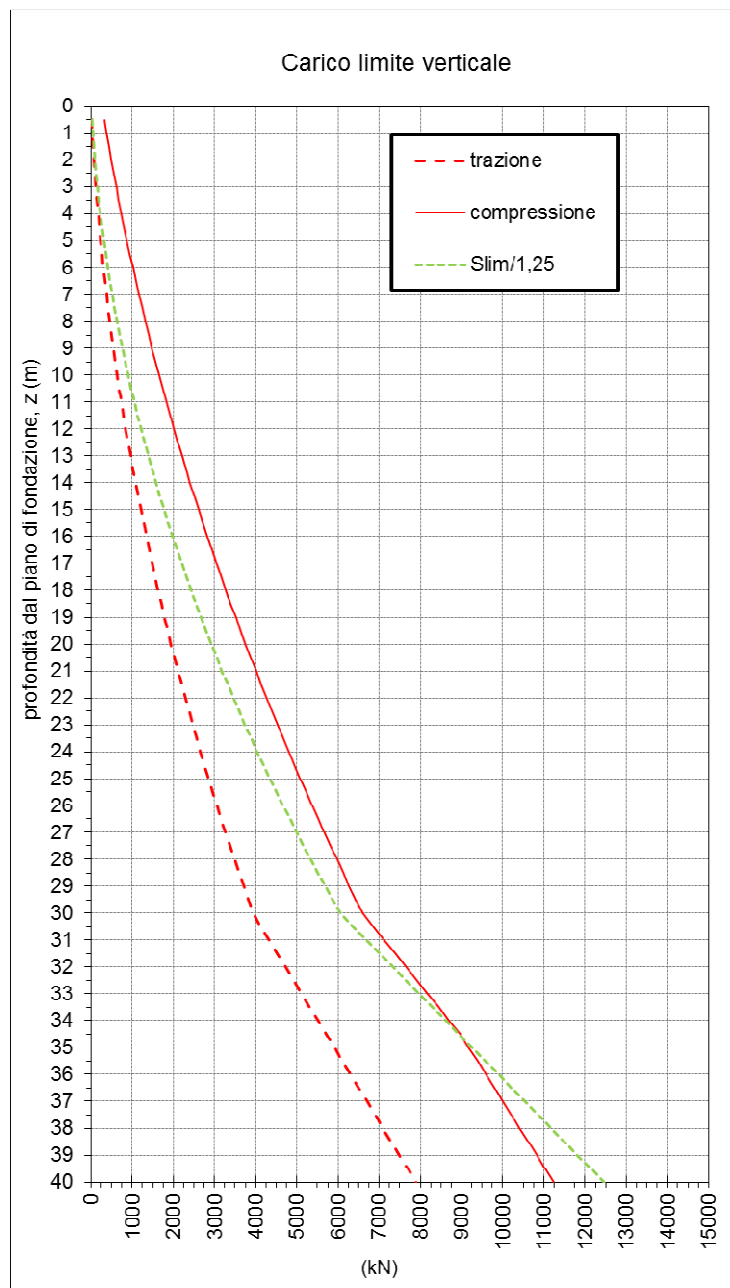


Figura 1 – VI07 spalla 1, pile 1 e 2 - Capacità portante palo D=1500 mm

#### 4.1.2 Pile da P3 a P8 e Spalla 2

La capacità portante per le fondazioni della spalla 2 e delle pile da P3 a P8 del viadotto VI07 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:

- fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione  $\gamma_s = 1.15$ ,
- fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione  $\gamma_{st} = 1.25$ ,
- fattore di sicurezza per la portata di base  $\gamma_b = 1.35$ ,
- n. 2 verticali di indagine, da cui  $\xi_3 = 1.65$ .

Per la verifica di capacità portante del palo sono state verificate 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;
- $N_{max,SLE} < S_{lim}/1.25$  : la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo, con un fattore di sicurezza di 1.25.

Per il calcolo della capacità portante si è considerata cautelativamente la testa palo a 3.5 m da p.c. e la falda a piano campagna.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia di calcolo ed i principali dati utilizzati.

Stratigrafia di calcolo da testa palo							
Unità	Met. Calcolo	Prof. base strato (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'_k$ (kPa)	$\phi'_k$ (°)	$\sigma_{c,k}$ (Mpa)	Nq
bb	Incoerente	22	19,5	0	34	-	13,68
FDN	Ammasso	18	21	-	-	12,5	-

Nel diagramma seguente si riporta l'andamento della capacità portante in funzione della lunghezza del palo.

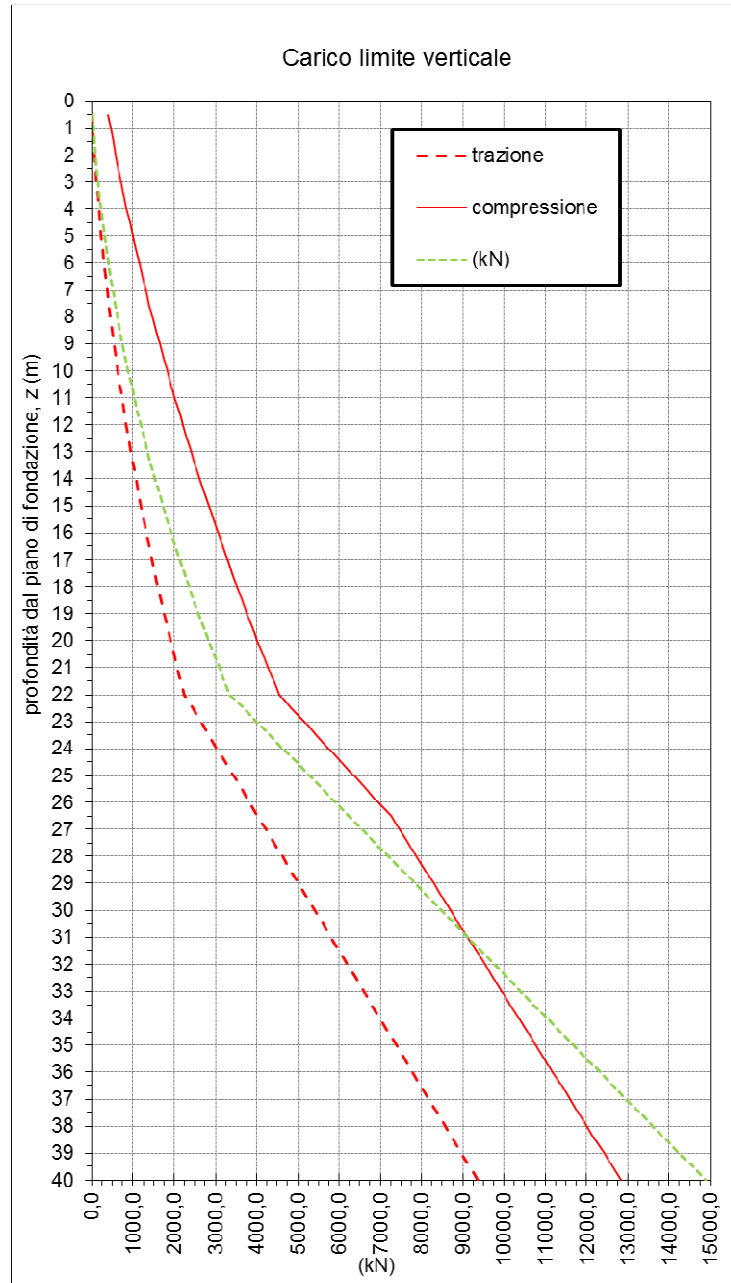


Figura 2 – VI07 Pile da P3 a P8 e spalla 2 - Capacità portante palo D=1500 mm

## 4.2 Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali e terreno (riportato nella relazione di calcolo delle spalle del ponte) viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul modello di suolo alla Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno ( $k_h$ ).

Il modulo di reazione orizzontale è definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo,  $p(z)$ , ed il corrispondente spostamento orizzontale,  $y(z)$ :

$$k_h = p(z) / y(z).$$

Nel caso di terreni incoerenti,  $k_h$  può essere assunto variabile linearmente con la profondità e si assume l'espressione (Matlock e Reese, 1956):

$$k_h(z) = n_h z/D$$

in cui  $n_h$  è un valore dipendente dallo stato di addensamento del terreno e dalla presenza della falda e  $D$  è il diametro del palo.

Nel caso di terreni argillosi,  $k_h$  viene assunto costante con la profondità e, secondo Davisson (1970), può essere valutato con la seguente espressione:

$$k_h = 67 c_u/D$$

Nel caso in esame si può assumere

	bb	LLM	FDN
$n_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	6000	5000	12000

## 4.3 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 in dettaglio nella Relazione geotecnica generale 5/6 (doc. rif. [DC1]). Nel caso di terreni stratificati o falda non a piano campagna, le verifiche a carico limite orizzontale sono state svolte con un programma di calcolo (Mancina, Nori, Iasiello, 2010) che opera

con le stesse ipotesi di base di Broms e ricerca per tentativi le posizioni di cerniere plastiche e centri di rotazione che garantiscono le condizioni di equilibrio.

Data la lunghezza dei pali di fondazione, il meccanismo di rottura è quello di palo lungo.

Il valore caratteristico della resistenza ( $H_{lim,k}$ ) è ottenuto applicando alla resistenza calcolata il fattore di correlazione  $\xi_3 = 1.65$  (per l'opera in esame sono state considerate due verticali di indagine). Quindi, per ottenere il valore di progetto del carico limite del palo nella palificata ( $H_d$ ), il valore caratteristico del palo singolo è stato diviso per  $\gamma_T$  ( $=1.3$  per combinazione A1+M1+R3) e poi moltiplicato per un coefficiente pari a 0.8 al fine di tenere conto dell'effetto gruppo.

$$H_d = 0.8 \times H_{lim,d} = 0.8 \times H_{lim,k} / \gamma_T$$

Nel caso delle spalle, per la valutazione del carico limite orizzontale, si è considerata l'effettiva distanza della falda rispetto alla testa del palo, mantenendo l'ipotesi di falda a fondo alveo.

A seguire si riporta la tabella riepilogativa delle valutazioni effettuate considerando, ad esempio, un momento di plasticizzazione pari a  $M_y = 7000$  kN m. Il calcolo del carico limite per le fondazioni in esame, con il valore del momento di plasticizzazione di riferimento, è riportato nelle relazioni di calcolo delle pile e delle spalle.

<b>VI07 – spalla 1</b>				
<i>stratigrafia di calcolo</i>				
	z da testa palo (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi'$ (°)	prof. falda da testa palo (m)
LLM	20	20	32.5	8.5
<i>valutazione <math>H_d</math></i>				
D palo (m)	$M_y$ (kN m)	$H_{lim,k}$ (kN)	$H_{lim,d}$ (kN)	$H_d$ (kN)
1,5	7000	2445,3	1881	<b>1505</b>

VI07 – pile P1 e P2				
<i>stratigrafia di calcolo</i>				
	z da testa palo (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	prof. falda da testa palo (m)
LLM	20	20	37	0
<i>valutazione <math>H_d</math></i>				
D palo (m)	My (kN m)	$H_{lim,k}$ (kN)	$H_{lim,d}$ (kN)	$H_d$ (kN)
1,5	7000	1934,4	1488	<b>1190</b>

VI07 – pile da P3 a P8				
<i>stratigrafia di calcolo</i>				
	z da testa palo (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	prof. falda da testa palo (m)
bb	20	19.5	34	0
<i>valutazione <math>H_d</math></i>				
D palo (m)	My (kN m)	$H_{lim,k}$ (kN)	$H_{lim,d}$ (kN)	$H_d$ (kN)
1,5	7000	1951,3	1501	<b>1201</b>

VI07 – spalla 2				
<i>stratigrafia di calcolo</i>				
	z da testa palo (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	prof. falda da testa palo (m)
bb	20	19.5	34	4
<i>valutazione <math>H_d</math></i>				
D palo (m)	My (kN m)	$H_{lim,k}$ (kN)	$H_{lim,d}$ (kN)	$H_d$ (kN)
1,5	7000	2477,8	1906	<b>1525</b>



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**LOTTO 2: Taormina - Giampileri**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**  
**VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di**  
**calcolo fondazioni**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	RB	VI0703 001	A	15 di 21

## **5. APPENDICE A**

### 5.1 Spalla 1, pile P1 e P2

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale	peso secco gamma_d	gamma_sat	coesione non dren. cu	coesione dren. c'
		(m)	m	m	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(kPa)
1° strato	bb	0	0	0	19,5	19,5	0	0
2° strato	LLM	30	0	30	20	20	0	0
3° strato	FDN	10	30	40	21	21		
		<b>40</b>						

lunghezza palo	incrementi	unità	diametro	peso secco gamma_d	gamma_sat	coesione non dren. cu	coesione dren. c'	angolo attrito phi'
(m)			m	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )	(kPa)	(kPa)	(°)
0,5	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
1,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
1,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
2,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
2,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
3,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
3,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
4,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
4,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
5,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
5,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
6,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
6,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
7,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
7,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
8,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
8,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
9,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
9,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
10,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
10,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
11,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
11,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
12,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
12,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
13,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
13,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
14,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
14,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
15,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
15,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
16,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
16,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
17,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
17,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
18,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
18,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
19,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
19,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
20,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
20,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
21,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
21,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
22,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
22,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
23,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
23,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
24,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
24,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
25,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
25,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
26,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
26,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
27,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
27,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
28,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
28,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
29,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
29,50	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
30,00	0,50	LLM	1,5	20	20	0	0	32,5
30,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
31,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
31,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
32,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
32,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
33,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
33,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
34,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
34,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
35,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
35,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
36,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
36,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
37,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
37,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
38,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
38,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
39,00	0,50	FDN	1,5	21	21			
39,50	0,50	FDN	1,5	21	21			
40,00	0,50	FDN	1,5	21	21			





**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**LOTTO 2: Taormina - Giampilieri**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**  
**VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di**  
**calcolo fondazioni**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**RS2S 02 D 09 RB VI0703 001 A 17 di 21**

angolo attrito phi	coeff. adesione palo-terr. alpha	coeff. tensione orizz. k0	coeff. attrito palo-terr. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)	Rci	qbi	qsi
(°)							(kPa)		
34	0,90	0,44	0,67			<b>13,68</b>			
32,5	0,90	0,46	0,64			<b>11,23</b>			
							<b>12500,00</b>	4375	170

coeff. adesione palo-terr. alpha	coeff. tensione orizz. k0	coeff. attrito palo-terr. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)	Peso proprio palo/m (non alleggerito) (kN)	sigz(L) (kPa)	pw(L) (kPa)	sigz'(L) (kPa)
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	66,5	35,0	32
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	77	40,0	37
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	87	45,0	42
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	97	50,0	47
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	107	55,0	52
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	117	60,0	57
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	127	65,0	62
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	137	70,0	67
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	147	75,0	72
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	157	80,0	77
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	167	85,0	82
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	177	90,0	87
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	187	95,0	92
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	197	100,0	97
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	207	105,0	102
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	217	110,0	107
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	227	115,0	112
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	237	120,0	117
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	247	125,0	122
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	257	130,0	127
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	267	135,0	132
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	277	140,0	137
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	287	145,0	142
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	297	150,0	147
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	307	155,0	152
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	317	160,0	157
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	327	165,0	162
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	337	170,0	167
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	347	175,0	172
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	357	180,0	177
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	367	185,0	182
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	377	190,0	187
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	387	195,0	192
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	397	200,0	197
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	407	205,0	202
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	417	210,0	207
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	427	215,0	212
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	437	220,0	217
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	447	225,0	222
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	457	230,0	227
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	467	235,0	232
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	477	240,0	237
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	487	245,0	242
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	497	250,0	247
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	507	255,0	252
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	517	260,0	257
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	527	265,0	262
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	537	270,0	267
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	547	275,0	272
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	557	280,0	277
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	567	285,0	282
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	577	290,0	287
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	587	295,0	292
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	597	300,0	297
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	607	305,0	302
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	617	310,0	307
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	627	315,0	312
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	637	320,0	317
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	647	325,0	322
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	657	330,0	327
0,90	0,46	0,64	9,00		11,23	4	667	335,0	332
						4	677	340,0	337
						4	688	345,0	343
						4	698	350,0	348
						4	709	355,0	354
						4	719	360,0	359
						4	730	365,0	365
						4	740	370,0	370
						4	751	375,0	376
						4	761	380,0	381
						4	772	385,0	387
						4	782	390,0	392
						4	793	395,0	398
						4	803	400,0	403
						4	814	405,0	409
						4	824	410,0	414
						4	835	415,0	420
						4	845	420,0	425
						4	856	425,0	431
						4	866	430,0	436
						4	877	435,0	442



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

LOTTO 2: Taormina - Giampilieri

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI  
V107 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di  
calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS2S	02 D 09	RB	V10703 001	A	18 di 21

plm	plm_meyerhof	slim	Plim	γ <sub>base</sub>	Slim	γ <sub>laterale</sub>	Q <sub>lim</sub>	Q <sub>lim - Ppalo</sub>	γ <sub>trazione</sub>	T <sub>lim</sub>	Slim/1,25
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN)		(kN)		(kN)	(kN)			(kN)
409,85745	409,8574513	10,0	724	1,35	24	1,15	338	332	1,25	15,8672796	19
466,00231	466,0023077	11,5	823	1,35	51	1,15	396	385	1,25	33,4182967	41
522,14716	522,147164	13,0	923	1,35	81	1,15	457	440	1,25	52,6530513	65
578,29202	578,2920204	14,4	1022	1,35	115	1,15	520	497	1,25	73,5715434	92
634,43688	634,4368767	15,9	1121	1,35	153	1,15	584	555	1,25	96,173773	122
690,58173	690,581733	17,4	1220	1,35	194	1,15	650	616	1,25	120,45974	155
746,72659	746,7265894	18,9	1320	1,35	238	1,15	718	678	1,25	146,429445	191
802,87145	802,8714457	20,3	1419	1,35	286	1,15	788	742	1,25	174,082887	229
859,0163	859,0163021	21,8	1518	1,35	338	1,15	859	808	1,25	203,420066	270
915,16116	915,1611584	23,3	1617	1,35	392	1,15	933	875	1,25	234,440983	314
971,30601	971,3060148	24,8	1716	1,35	451	1,15	1008	945	1,25	267,145638	361
1027,4509	1027,450871	26,2	1816	1,35	513	1,15	1085	1016	1,25	301,53403	410
1083,5957	1083,595727	27,7	1915	1,35	578	1,15	1164	1090	1,25	337,606159	462
1139,7406	1139,740584	29,2	2014	1,35	647	1,15	1245	1165	1,25	375,362026	517
1195,8854	1195,88544	30,7	2113	1,35	719	1,15	1328	1241	1,25	414,801631	575
1252,0303	1252,030297	32,1	2213	1,35	795	1,15	1412	1320	1,25	455,924973	636
1308,1752	1308,175153	33,6	2312	1,35	874	1,15	1498	1401	1,25	498,732052	699
1364,32	1364,320009	35,1	2411	1,35	956	1,15	1586	1483	1,25	543,222869	765
1420,4649	1420,464866	36,6	2510	1,35	1043	1,15	1676	1567	1,25	589,397424	834
1476,6097	1476,609722	38,0	2609	1,35	1132	1,15	1768	1653	1,25	637,255716	906
1532,7546	1532,754578	39,5	2709	1,35	1225	1,15	1862	1741	1,25	686,797745	980
1588,8994	1588,899435	41,0	2808	1,35	1322	1,15	1957	1831	1,25	738,023512	1057
1645,0443	1645,044291	42,4	2907	1,35	1422	1,15	2054	1922	1,25	790,933017	1137
1701,1891	1701,189147	43,9	3006	1,35	1525	1,15	2153	2016	1,25	845,526259	1220
1757,334	1757,334004	45,4	3105	1,35	1632	1,15	2254	2111	1,25	901,803238	1306
1813,4789	1813,47886	46,9	3205	1,35	1743	1,15	2357	2208	1,25	959,763955	1394
1869,6237	1869,623716	48,3	3304	1,35	1857	1,15	2462	2307	1,25	1019,40841	1485
1925,7686	1925,768573	49,8	3403	1,35	1974	1,15	2568	2407	1,25	1080,7366	1579
1981,9134	1981,913429	51,3	3502	1,35	2095	1,15	2676	2510	1,25	1143,74853	1676
2038,0583	2038,058285	52,8	3602	1,35	2219	1,15	2786	2614	1,25	1208,4442	1775
2094,2031	2094,203142	54,2	3701	1,35	2347	1,15	2898	2720	1,25	1274,8236	1877
2150,348	2150,347998	55,7	3800	1,35	2478	1,15	3012	2828	1,25	1342,86674	1982
2206,4929	2206,492854	57,2	3899	1,35	2613	1,15	3127	2938	1,25	1412,63362	2090
2262,6377	2262,637711	58,7	3998	1,35	2751	1,15	3245	3050	1,25	1484,06424	2201
2318,7826	2318,782567	60,1	4098	1,35	2893	1,15	3364	3163	1,25	1557,17859	2314
2374,9274	2374,927423	61,6	4197	1,35	3038	1,15	3485	3278	1,25	1631,97669	2430
2431,0723	2431,07228	63,1	4296	1,35	3187	1,15	3608	3395	1,25	1708,45852	2549
2487,2171	2487,217136	64,6	4395	1,35	3339	1,15	3733	3514	1,25	1786,62408	2671
2543,362	2543,361992	66,0	4494	1,35	3494	1,15	3859	3635	1,25	1866,47339	2795
2599,5068	2599,506849	67,5	4594	1,35	3653	1,15	3988	3758	1,25	1948,00643	2923
2655,6517	2655,651705	69,0	4693	1,35	3816	1,15	4118	3882	1,25	2031,22321	3053
2711,7966	2711,796561	70,5	4792	1,35	3982	1,15	4250	4009	1,25	2116,12372	3185
2767,9414	2767,941418	71,9	4891	1,35	4151	1,15	4384	4137	1,25	2202,70798	3321
2824,0863	2824,086274	73,4	4991	1,35	4324	1,15	4519	4267	1,25	2290,97597	3459
2880,2311	2880,231131	74,9	5090	1,35	4501	1,15	4657	4398	1,25	2380,9277	3601
2936,376	2936,375987	76,3	5189	1,35	4681	1,15	4796	4532	1,25	2472,56317	3744
2992,5208	2992,520843	77,8	5288	1,35	4864	1,15	4937	4667	1,25	2565,88237	3891
3048,6657	3048,6657	79,3	5387	1,35	5051	1,15	5080	4805	1,25	2660,88531	4041
3104,8106	3104,810556	80,8	5487	1,35	5241	1,15	5225	4944	1,25	2757,57199	4193
3160,9554	3160,955412	82,2	5586	1,35	5435	1,15	5372	5085	1,25	2855,94241	4348
3217,1003	3217,100269	83,7	5685	1,35	5632	1,15	5520	5227	1,25	2955,99656	4506
3273,2451	3273,245125	85,2	5784	1,35	5833	1,15	5671	5372	1,25	3057,73445	4666
3329,39	3329,389981	86,7	5884	1,35	6037	1,15	5823	5518	1,25	3161,15608	4830
3385,5348	3385,534838	88,1	5983	1,35	6245	1,15	5977	5667	1,25	3266,26145	4996
3441,6797	3441,679694	89,6	6082	1,35	6456	1,15	6133	5817	1,25	3373,05055	5165
3497,8246	3497,82455	91,1	6181	1,35	6670	1,15	6290	5969	1,25	3481,5234	5336
3553,9694	3553,969407	92,6	6280	1,35	6888	1,15	6450	6122	1,25	3591,67998	5511
3610,1143	3610,114263	94,0	6380	1,35	7110	1,15	6611	6278	1,25	3703,52029	5688
3666,2591	3666,259119	95,5	6479	1,35	7335	1,15	6774	6435	1,25	3817,04435	5868
3722,404	3722,403976	97,0	6578	1,35	7564	1,15	6939	6595	1,25	3932,25214	6051
4375	3794,914645	170,0	6706	1,35	7964	1,15	7208	6859	1,25	4129,99398	6371
4375	3867,425314	170,0	6834	1,35	8365	1,15	7476	7123	1,25	4327,73581	6692
4375	3939,935984	170,0	6962	1,35	8765	1,15	7745	7387	1,25	4525,47765	7012
4375	4012,446653	170,0	7091	1,35	9166	1,15	8014	7651	1,25	4723,21949	7333
4375	4084,957323	170,0	7219	1,35	9566	1,15	8282	7915	1,25	4920,96133	7653
4375	4157,467992	170,0	7347	1,35	9967	1,15	8551	8179	1,25	5118,70316	7974
4375	4229,978661	170,0	7475	1,35	10367	1,15	8820	8443	1,25	5316,445	8294
4375	4302,489331	170,0	7603	1,35	10768	1,15	9088	8707	1,25	5514,18684	8614
4375	4375	170,0	7731	1,35	11169	1,15	9357	8971	1,25	5711,92868	8935
4375	4375	170,0	7731	1,35	11569	1,15	9568	9177	1,25	5909,67051	9255
4375	4375	170,0	7731	1,35	11970	1,15	9779	9384	1,25	6107,41235	9576
4375	4375	170,0	7731	1,35	12370	1,15	9990	9590	1,25	6305,15419	9896
4375	4375	170,0	7731	1,35	12771	1,15	10201	9797	1,25	6502,89603	10217
4375	4375	170,0	7731	1,35	13171	1,15	10412	10003	1,25	6700,63786	10537
4375	4375	170,0	7731	1,35	13572	1,15	10623	10210	1,25	6898,3797	10857
4375	4375	170,0	7731	1,35	13972	1,15	10834	10416	1,25	7096,12154	11178
4375	4375	170,0	7731	1,35	14373	1,15	11046	10623	1,25	7293,86338	11498
4375	4375	170,0	7731	1,35	14774	1,15	11257	10829	1,25	7491,60521	11819
4375	4375	170,0	7731	1,35	15174	1,15	11468	11036	1,25	7689,34705	12139
4375	4375	170,0	7731	1,35	15575	1,15	11679	11242	1,25	7887,08889	12460



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**LOTTO 2: Taormina - Giampilieri**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**  
**VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di**  
**calcolo fondazioni**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**RS2S 02 D 09 RB VI0703 001 A 19 di 21**

**5.2 Pile da P3 a P8 e Spalla 2**

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale	peso secco gamma_d	gamma_sat	coesione non dren. cu	coesione dren. c'	angolo attrito phi'
		(m)	m	m	(kN/m3)	(kN/m3)	(kPa)	(kPa)	(°)
<b>1° strato</b>	<b>bb</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>19,5</b>	<b>19,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
<b>2° strato</b>	<b>FDN</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>40</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>

lunghezza palo	incrementi	unità	diametro	peso secco gamma_d	gamma_sat	coesione non dren. cu	coesione dren. c'	angolo attrito phi'	coeff. adesione palo-terr. alpha
(m)			m	(kN/m3)	(kN/m3)	(kPa)	(kPa)	(°)	
<b>0,5</b>	<b>0,50</b>	<b>bb</b>	<b>1,5</b>	<b>19,5</b>	<b>19,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0,90</b>
1,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
1,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
2,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
2,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
3,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
3,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
4,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
4,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
5,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
5,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
6,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
6,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
7,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
7,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
8,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
8,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
9,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
9,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
10,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
10,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
11,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
11,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
12,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
12,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
13,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
13,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
14,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
14,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
15,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
15,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
16,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
16,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
17,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
17,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
18,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
18,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
19,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
19,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
20,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
20,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
21,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
21,50	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
22,00	0,50	bb	1,5	19,5	19,5	0	0	34	0,90
22,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
23,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
23,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
24,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
24,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
25,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
25,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
26,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
26,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
27,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
27,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
28,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
28,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
29,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
29,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
30,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
30,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
31,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
31,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
32,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
32,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
33,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
33,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
34,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
34,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
35,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
35,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
36,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
36,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
37,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
37,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
38,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
38,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
39,00	0,50	FDN	1,5	21	21				
39,50	0,50	FDN	1,5	21	21				
40,00	0,50	FDN	1,5	21	21				



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**LOTTO 2: Taormina - Giampilieri**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**  
**VI07 – Viadotto Satano - Relazione geotecnica e di**  
**calcolo fondazioni**

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
**RS2S 02 D 09 RB VI0703 001 A 20 di 21**

coeff. adesione palo- ter. alpha	coeff. tensione orizz. k0	coeff. attrito palo-ter. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)	Rci	qbi	qsi
0,90	0,44	0,67	9,00		13,68	(kPa)		
						12500,00	4375	170

coeff. tensione orizz. k0	coeff. attrito palo- ter. mu	coeff. Nc (cond. non drenate)	coeff. Nc (cond. drenate)	coeff. Nq (cond. drenate)	Peso proprio palo/m (non alleggerito)	sigz(L)	pw(L)	sigz'(L)	
					(kN)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	66,5	35,0	32	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	76	40,0	36	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	86	45,0	41	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	96	50,0	46	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	106	55,0	51	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	115	60,0	55	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	125	65,0	60	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	135	70,0	65	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	145	75,0	70	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	154	80,0	74	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	164	85,0	79	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	174	90,0	84	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	184	95,0	89	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	193	100,0	93	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	203	105,0	98	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	213	110,0	103	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	223	115,0	108	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	232	120,0	112	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	242	125,0	117	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	252	130,0	122	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	262	135,0	127	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	271	140,0	131	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	281	145,0	136	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	291	150,0	141	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	301	155,0	146	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	310	160,0	150	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	320	165,0	155	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	330	170,0	160	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	340	175,0	165	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	349	180,0	169	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	359	185,0	174	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	369	190,0	179	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	379	195,0	184	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	388	200,0	188	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	398	205,0	193	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	408	210,0	198	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	418	215,0	203	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	427	220,0	207	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	437	225,0	212	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	447	230,0	217	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	457	235,0	222	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	466	240,0	226	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	476	245,0	231	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	486	250,0	236	
0,44	0,67	9,00		13,68	5	496	255,0	241	
					4,00	217	306	260,0	246
					4,00	221	317	265,0	252
					4,00	224	327	270,0	257
					4,00	228	338	275,0	263
					4,00	231	348	280,0	268
					4,00	235	359	285,0	274
					4,00	239	369	290,0	279
					4,00	242	380	295,0	285
					4,00	246	390	300,0	290
					4,00	249	401	305,0	296
					4,00	253	411	310,0	301
					4,00	256	422	315,0	307
					4,00	260	432	320,0	312
					4,00	263	443	325,0	318
					4,00	267	453	330,0	323
					4,00	270	464	335,0	329
					4,00	274	474	340,0	334
					4,00	277	485	345,0	340
					4,00	281	495	350,0	345
					4,00	285	506	355,0	351
					4,00	288	516	360,0	356
					4,00	292	527	365,0	362
					4,00	295	537	370,0	367
					4,00	299	548	375,0	373
					4,00	302	558	380,0	378
					4,00	306	569	385,0	384
					4,00	309	579	390,0	389
					4,00	313	590	395,0	395
					4,00	316	600	400,0	400
					4,00	320	611	405,0	406
					4,00	323	622	410,0	411
					4,00	327	632	415,0	417
					4,00	330	643	420,0	422
					4,00	334	653	425,0	428
					4,00	338	663	430,0	433
					4,00	341	674	435,0	439

plm	plm_meyerhof	int(slim_dz)	Plim	γ base	Slim	γ laterale	Qlim	Qlim - Ppalo	γ trazione	Tlim	Slim/1,25
(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kN)		(kN)		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)
496	496	10,1	876	1,35	24	1,15	406	400	1,25	16,4	19
561	561	11,5	991	1,35	51	1,15	472	459	1,25	34,3	41
626	626	12,9	1106	1,35	81	1,15	539	520	1,25	53,9	65
691	691	14,3	1221	1,35	115	1,15	609	583	1,25	75,1	92
756	756	15,7	1336	1,35	152	1,15	680	648	1,25	98,0	122
821	821	17,1	1451	1,35	192	1,15	753	715	1,25	122,4	154
886	886	18,5	1565	1,35	236	1,15	827	783	1,25	148,4	189
951	951	20,0	1680	1,35	283	1,15	904	853	1,25	176,1	226
1016	1016	21,4	1795	1,35	333	1,15	982	925	1,25	205,4	267
1081	1081	22,8	1910	1,35	387	1,15	1061	998	1,25	236,3	310
1146	1146	24,2	2025	1,35	444	1,15	1143	1074	1,25	268,8	355
1211	1211	25,6	2140	1,35	504	1,15	1226	1151	1,25	302,9	404
1276	1276	27,0	2255	1,35	568	1,15	1312	1229	1,25	338,6	454
1341	1341	28,4	2369	1,35	635	1,15	1398	1310	1,25	375,9	508
1406	1406	29,8	2484	1,35	705	1,15	1487	1392	1,25	414,9	564
1471	1471	31,3	2599	1,35	779	1,15	1577	1476	1,25	455,5	623
1536	1536	32,7	2714	1,35	856	1,15	1669	1562	1,25	497,6	685
1601	1601	34,1	2829	1,35	936	1,15	1763	1650	1,25	541,4	749
1666	1666	35,5	2944	1,35	1020	1,15	1859	1739	1,25	586,8	816
1731	1731	36,9	3058	1,35	1107	1,15	1956	1830	1,25	633,9	886
1796	1796	38,3	3173	1,35	1197	1,15	2056	1923	1,25	683,5	958
1861	1861	39,7	3288	1,35	1291	1,15	2156	2017	1,25	732,7	1033
1926	1926	41,1	3403	1,35	1388	1,15	2259	2114	1,25	784,6	1110
1991	1991	42,6	3518	1,35	1488	1,15	2363	2212	1,25	838,1	1190
2056	2056	44,0	3633	1,35	1592	1,15	2470	2312	1,25	893,2	1273
2121	2121	45,4	3747	1,35	1699	1,15	2578	2413	1,25	949,9	1359
2186	2186	46,8	3862	1,35	1809	1,15	2687	2517	1,25	1008,2	1447
2251	2251	48,2	3977	1,35	1922	1,15	2799	2622	1,25	1068,1	1538
2316	2316	49,6	4092	1,35	2039	1,15	2912	2729	1,25	1129,7	1631
2381	2381	51,0	4207	1,35	2159	1,15	3027	2837	1,25	1192,8	1728
2446	2446	52,4	4322	1,35	2283	1,15	3143	2947	1,25	1257,6	1826
2511	2511	53,9	4437	1,35	2410	1,15	3262	3060	1,25	1324,0	1928
2576	2576	55,3	4551	1,35	2540	1,15	3382	3173	1,25	1392,0	2032
2641	2641	56,7	4666	1,35	2674	1,15	3504	3289	1,25	1461,6	2139
2706	2706	58,1	4781	1,35	2811	1,15	3628	3406	1,25	1532,8	2248
2771	2771	59,5	4896	1,35	2951	1,15	3753	3526	1,25	1605,6	2361
2835	2835	60,9	5011	1,35	3094	1,15	3880	3646	1,25	1680,1	2475
2900	2900	62,3	5126	1,35	3241	1,15	4009	3769	1,25	1756,1	2593
2965	2965	63,7	5240	1,35	3391	1,15	4140	3893	1,25	1833,8	2713
3030	3030	65,2	5355	1,35	3545	1,15	4272	4020	1,25	1913,1	2836
3095	3095	66,6	5470	1,35	3702	1,15	4407	4148	1,25	1994,0	2961
3160	3160	68,0	5585	1,35	3862	1,15	4543	4277	1,25	2076,5	3089
3225	3225	69,4	5700	1,35	4025	1,15	4680	4409	1,25	2160,6	3220
3290	3290	70,8	5815	1,35	4192	1,15	4820	4542	1,25	2246,4	3354
4375	3411	170	6028	1,35	4593	1,15	5126	4844	1,25	2444,1	3674
4375	3531	170	6241	1,35	4993	1,15	5433	5146	1,25	2641,9	3995
4375	3652	170	6454	1,35	5394	1,15	5740	5448	1,25	2839,6	4315
4375	3772	170	6666	1,35	5794	1,15	6046	5750	1,25	3037,4	4636
4375	3893	170	6879	1,35	6195	1,15	6353	6052	1,25	3235,1	4956
4375	4013	170	7092	1,35	6595	1,15	6660	6354	1,25	3432,8	5276
4375	4134	170	7305	1,35	6996	1,15	6967	6656	1,25	3630,6	5597
4375	4254	170	7518	1,35	7397	1,15	7273	6959	1,25	3828,3	5917
4375	4375	170	7731	1,35	7797	1,15	7580	7261	1,25	4026,1	6238
4375	4375	170	7731	1,35	8198	1,15	7791	7467	1,25	4223,8	6558
4375	4375	170	7731	1,35	8598	1,15	8002	7674	1,25	4421,6	6879
4375	4375	170	7731	1,35	8999	1,15	8213	7880	1,25	4619,3	7199
4375	4375	170	7731	1,35	9399	1,15	8424	8087	1,25	4817,0	7519
4375	4375	170	7731	1,35	9800	1,15	8635	8293	1,25	5014,8	7840
4375	4375	170	7731	1,35	10200	1,15	8847	8500	1,25	5212,5	8160
4375	4375	170	7731	1,35	10601	1,15	9058	8706	1,25	5410,3	8481
4375	4375	170	7731	1,35	11002	1,15	9269	8913	1,25	5608,0	8801
4375	4375	170	7731	1,35	11402	1,15	9480	9119	1,25	5805,7	9122
4375	4375	170	7731	1,35	11803	1,15	9691	9326	1,25	6003,5	9442
4375	4375	170	7731	1,35	12203	1,15	9902	9532	1,25	6201,2	9763
4375	4375	170	7731	1,35	12604	1,15	10113	9739	1,25	6399,0	10083
4375	4375	170	7731	1,35	13004	1,15	10324	9945	1,25	6596,7	10403
4375	4375	170	7731	1,35	13405	1,15	10535	10152	1,25	6794,5	10724
4375	4375	170	7731	1,35	13805	1,15	10746	10358	1,25	6992,2	11044
4375	4375	170	7731	1,35	14206	1,15	10958	10565	1,25	7189,9	11365
4375	4375	170	7731	1,35	14607	1,15	11169	10771	1,25	7387,7	11685
4375	4375	170	7731	1,35	15007	1,15	11380	10978	1,25	7585,4	12006
4375	4375	170	7731	1,35	15408	1,15	11591	11184	1,25	7783,2	12326
4375	4375	170	7731	1,35	15808	1,15	11802	11391	1,25	7980,9	12647
4375	4375	170	7731	1,35	16209	1,15	12013	11597	1,25	8178,6	12967
4375	4375	170	7731	1,35	16609	1,15	12224	11804	1,25	8376,4	13287
4375	4375	170	7731	1,35	17010	1,15	12435	12010	1,25	8574,1	13608
4375	4375	170	7731	1,35	17410	1,15	12646	12217	1,25	8771,9	13928
4375	4375	170	7731	1,35	17811	1,15	12857	12423	1,25	8969,6	14249
4375	4375	170	7731	1,35	18212	1,15	13068	12630	1,25	9167,4	14569
4375	4375	170	7731	1,35	18612	1,15	13280	12836	1,25	9365,1	14890