

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 4A)

VI05 - Singolo Binario

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni - Pali d=1500mm

SCALA:

-

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


RS3U 40 D 09 RB VI0503 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Da
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Gen. 2020	M.D'effremo	Gen. 2020	A.Barreca	Gen. 2020	A. Vittozzoni
B	1° agg. a consegna CSLP	G. Grimaldi	Mag. 2020	G.Meneschini	Mag. 2020	A.Barreca	Mag. 2020	Mag. 2020

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A.20783


File: RS3U40D09RBVI0503001B

n. Elab.: **09_083**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

INDICE

1. PREMESSA	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	6
4.1 Indagini geotecniche eseguite	6
4.2 Stratigrafia	7
4.3 Categoria di sottosuolo	7
4.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto.....	7
5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO	8
5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLU/SLV).....	8
5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLE RARA)	10
5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo.....	11
6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO	12
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE	15

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI05** nell'ambito del Progetto Definitivo Nuovo Collegamento Palermo – Catania , Tratta Caltanissetta Xirbi – Nuova Enna (Lotto 4).


In particolare saranno affrontati i seguenti aspetti:

- condizioni geotecniche;
- verifica capacità portante ai carichi verticali del singolo palo;
- verifica a carico limite orizzontale dei pali;
- valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita).


Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa italiana vigente sulle opere civili (DM 17/01/2018) e secondo i criteri di calcolo descritti nella relazione generale del progetto RS3U40D09RBGVI0000001.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B	FOGLIO 3 di 16

- *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;*

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il *Viadotto VI05* si estende dal km 2+920,22 al km 3+479,15 (Singolo Binario) del *Nuovo Collegamento Palermo -Catania -Lotto 4A: Tratta Caltanissetta – Enna*, per uno sviluppo complessivo di 556.00m ed è costituito da 19 campate isostatiche.

Nel dettaglio:

- 14 campate il cui impalcato è costituito da n°2 cassoncini in c.a.p. di luce L=25,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=22,80m (asse appoggi-asse appoggi). Le velette esterne portano le passerelle di ispezione
- 4 campate il cui impalcato è a struttura mista acciaio calcestruzzo ed è costituito da n°2 travi in acciaio di luce L=40,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=38,00m (asse appoggi-asse appoggi). Le velette esterne portano le passerelle di ispezione
- 1 campata il cui impalcato è a struttura mista acciaio calcestruzzo ed è costituito da n°2 travi in acciaio di luce L=50,00m (asse pila-asse pila) e luce di calcolo Lc=48,00m (asse appoggi-asse appoggi). La campata in oggetto (P2-P3) scavalca il Vallone Anghilla. Le velette esterne portano le passerelle di ispezione.

Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. Le pile sono cave di dimensioni pari a 3.30x7.00m per impalcato di luce 25.00m e di 3.40x7.00m per le luci di 40.00/50.00m.

Le fondazioni delle pile del *Viadotto VI05*, sono previste su pali in c.a. di grande diametro.

Le spalle A e B sono di tipo tradizionale, fondate su pali di grande diametro.

Di seguito si riportano uno stralcio planimetrico e un profilo di riferimento delle fondazioni in esame e per un diametro dei pali pari a 1500 mm.

<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B	FOGLIO 5 di 16
---	-------------------------	--------------------	--------------------------	-------------------------------	------------------	--------------------------

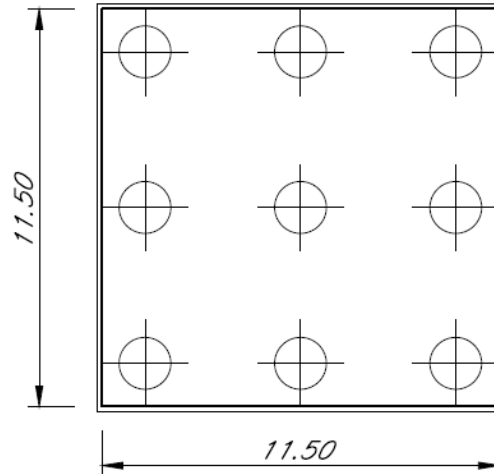


Figura 1 stralci planimetrici

SPALLA TIPO SINGOLO BINARIO
9 PALI Ø1500

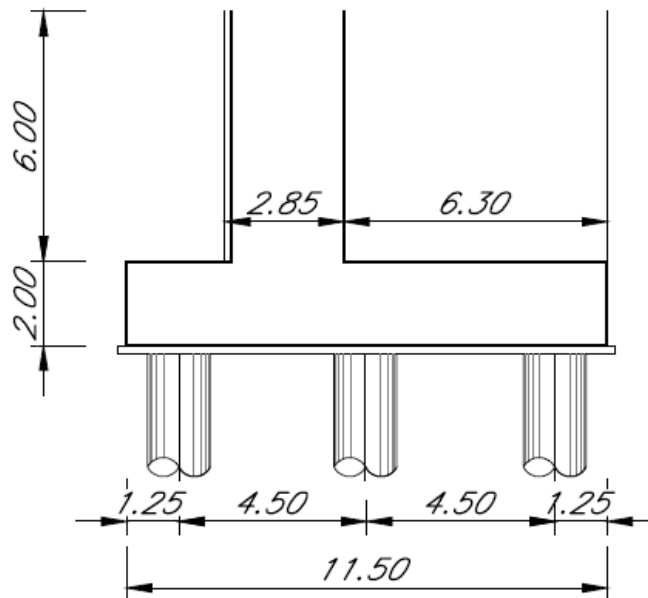



Figura 2 stralci del profilo longitudinale

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

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

La stratigrafia di riferimento finalizzata al dimensionamento delle palificate di fondazione è rappresentata nel profilo stratigrafico longitudinale di linea del progetto.

Per maggiori dettagli sulla caratterizzazione geotecnica si rimanda alla Relazione geotecnica generale del progetto definitivo.

4.1 Indagini geotecniche eseguite

L'opera in esame è ubicata tra le progressive dal km 2+920,22 al km 3+479,15 B.P.


La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 4aS14 – 4aS15 – 4aS16 – 4aS17.

Nei sondaggi 4aS15 e 17 sono state eseguite anche una prova down hole, che hanno restituito una velocità V_s equivalente rispettivamente di 265 e 250 m/s.

Inoltre sono state eseguite anche una prova MASW accoppiata HVSR che hanno definito una $V_{s,eq} = 412$ m/s.

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda è prossimo al p.c.

Il livello di falda di progetto viene considerato a quota testa pali.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

4.2 Stratigrafia

La stratigrafia lungo lo sviluppo dell'opera è la seguente:

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da
a	Depositi alluvionali incoerenti	0.0÷5.0
TRV	Argille limose e argille marnose	>5.0
FALDA di calcolo: testa palo		

4.3 Categoria di sottosuolo

Dall'indagine sismica si definisce una categoria di sottosuolo sismica di tipo C.

4.4 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

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

Tabella 1 – Parametri geotecnici

	γ	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ'	E _{op} [MPa]	E _{mr0} [MPa]	E _{mr} [MPa]	k _h [kN/m ²]
TRV	20	100-300	20	24	-	-	80	-

Dove:

γ = peso di volume naturale

cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate

c' = coesione drenata

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

E_{op} = modulo di deformazione operativo per il calcolo dei cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni dirette

E_{mr} = modulo di reazione orizzontale terreni coerenti

E_{mr0} e k_h = modulo di reazione orizzontale terreni incoerenti e valore incrementale con la profondità (funzione di Dr)

In particolare:

E_{mr0} = E_{op}

E_{mr} = 400 x cu

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica del progetto.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0503001

REV.

B

FOGLIO

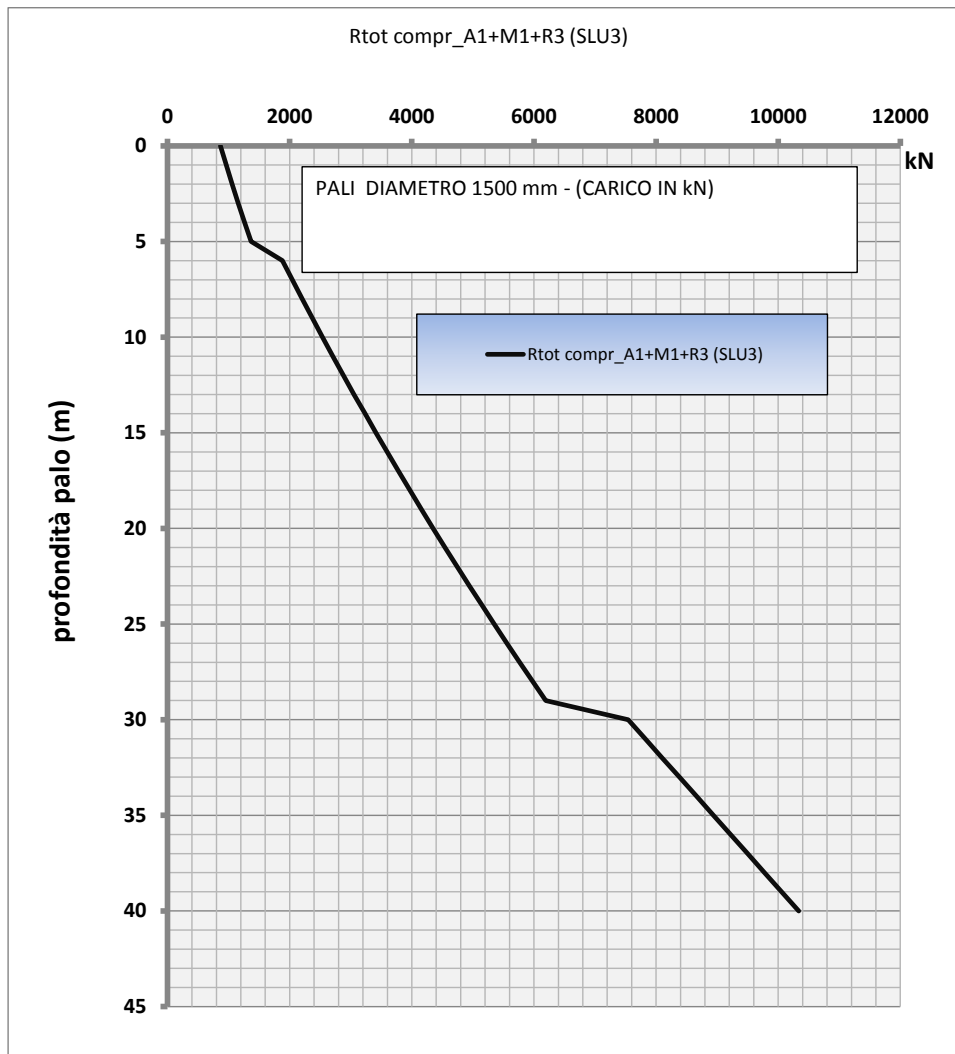
8 di 16

5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO

Facendo riferimento ad una verticale per il calcolo dei pali si considera un coefficiente riduttivo

$$\xi = 1.65$$

5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLU/SLV)



Z	Rtot_slu3
m, da testa palo	kN
0	865
1	961
2	1059
3	1159
4	1262
5	1368
6	1882
7	2042
8	2205
9	2370
10	2538
11	2708
12	2880
13	3055
14	3233
15	3413
16	3595
17	3780
18	3968
19	4158
20	4350
21	4545
22	4742
23	4942
24	5144
25	5349
26	5557
27	5766
28	5979
29	6193
30	7543
31	7822
32	8102
33	8381
34	8660
35	8940
36	9219
37	9498
38	9777
39	10057
40	10336

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

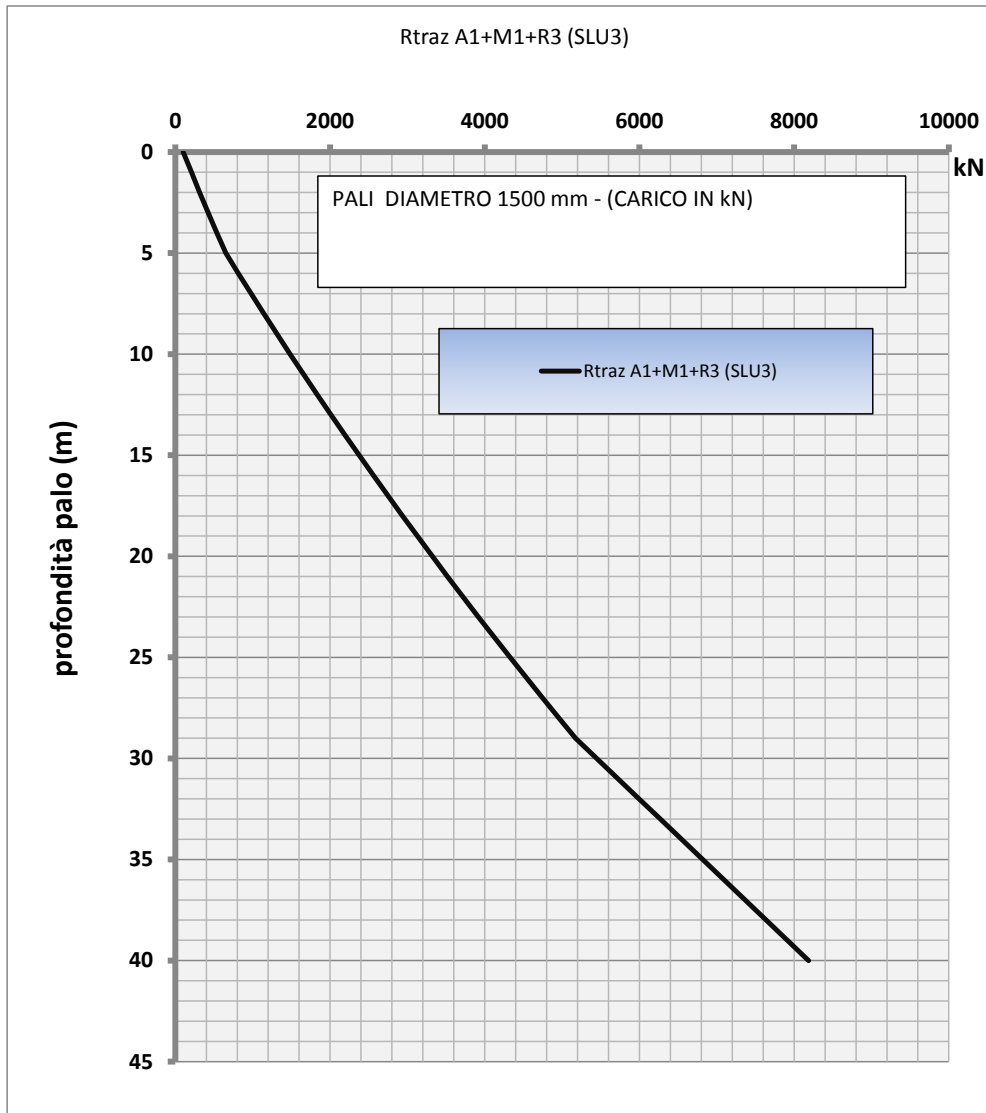
VI0503001

REV.

B

FOGLIO

9 di 16



Z m, da testa palo	Rtraz_slu3 kN
0	103
1	208
2	315
3	425
4	537
5	651
6	813
7	977
8	1144
9	1313
10	1484
11	1658
12	1834
13	2012
14	2192
15	2375
16	2560
17	2747
18	2937
19	3129
20	3323
21	3519
22	3718
23	3919
24	4122
25	4327
26	4535
27	4745
28	4958
29	5172
30	5446
31	5721
32	5995
33	6269
34	6543
35	6817
36	7091
37	7365
38	7639
39	7913
40	8187

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0503001

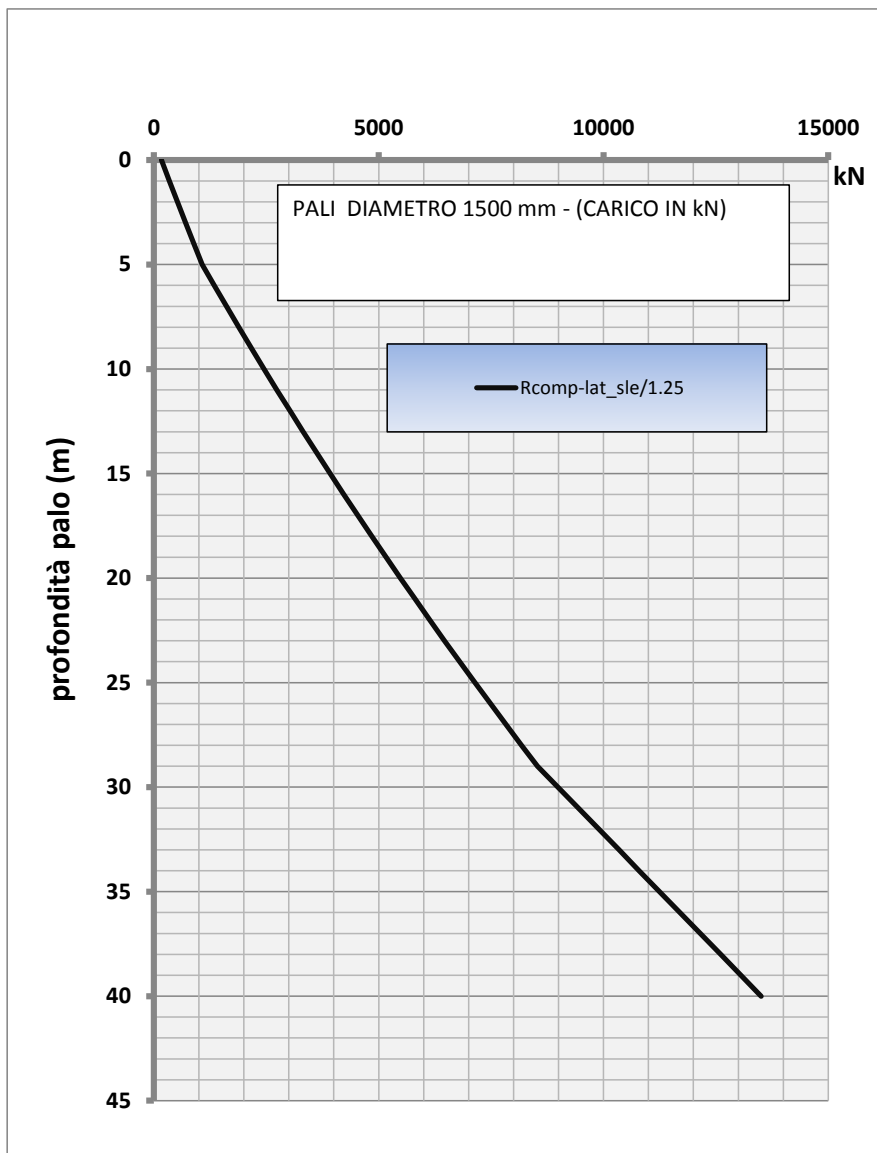
REV.

B

FOGLIO

10 di 16

5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLE RARA)



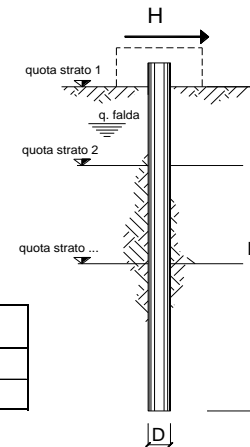
Z	Rlat_sle/1.25
m, da testa palo	kN
0	170
1	343
2	520
3	701
4	885
5	1074
6	1341
7	1613
8	1888
9	2167
10	2449
11	2736
12	3026
13	3320
14	3617
15	3919
16	4224
17	4533
18	4846
19	5162
20	5482
21	5806
22	6134
23	6466
24	6801
25	7140
26	7483
27	7830
28	8180
29	8535
30	8987
31	9439
32	9891
33	10343
34	10795
35	11247
36	11700
37	12152
38	12604
39	13056
40	13508

Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1500mm	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	40	D09RB	VI0503001	B	11 di 16

5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI05**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R	
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ϕ	γ_{cu}	γ_T	
SLL	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60	
	A1+M1+R3	<input checked="" type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30	
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30	
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.25	1.40	1.00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	TRV	100.00	20	10	24	2.37	100	24	2.37	100
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	TRV	95.00	20	10	24	2.37	150	24	2.37	150
<input type="checkbox"/> strato 3						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 4						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	


Quota falda **100** (m)
 Diametro del palo D **1.50** (m)
 Lunghezza del palo L **40.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **10619.52** (kNm)
 Step di calcolo **0.25** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	5315.6 (kN)		5315.6 (kN)	
Palo intermedio	27843.8 (kN)		27843.8 (kN)	
Palo corto	74925.0 (kN)		74925.0 (kN)	
	H_{med} 5315.6 (kN)	Palo lungo	H_{min} 5315.6 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		3221.59 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		2478.15 (kN)	

Il valore del momento di plasticizzazione è relativo ad un palo armato con 40 + 40 Φ30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO

strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	TRV	0,00	42667	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	TRV	-40,00	42667	0
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

α_m (M0/H0)	-2,34558	(m)
Diametro del palo	1,5	(m)
J palo	0,24850	(m ⁴)
Lunghezza del palo	40	(m)
Forza orizzontale in testa	100	(kN)
Momento in testa	0	(kNm)
E cls	31220	(Mpa)
dimensione elementi	0,2	(m)

palo impedito di ruotare

Nella valutazione del K_h si è tenuto in considerazione un valore dell'efficienza della palificata pari a 0.80.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

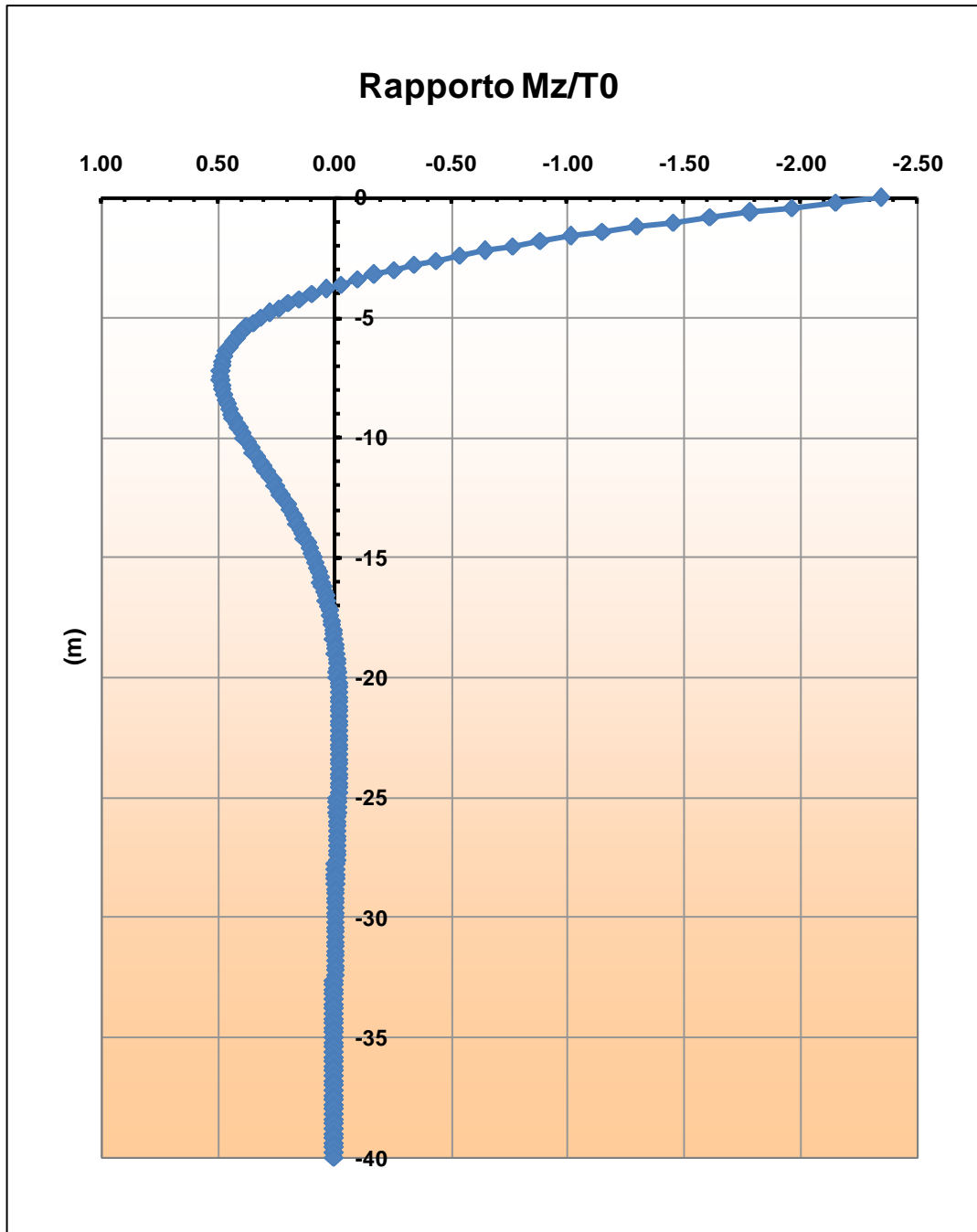
VI0503001

REV.

B

FOGLIO

13 di 16



Valore $M_0/T_0 = 2.34$

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0503001

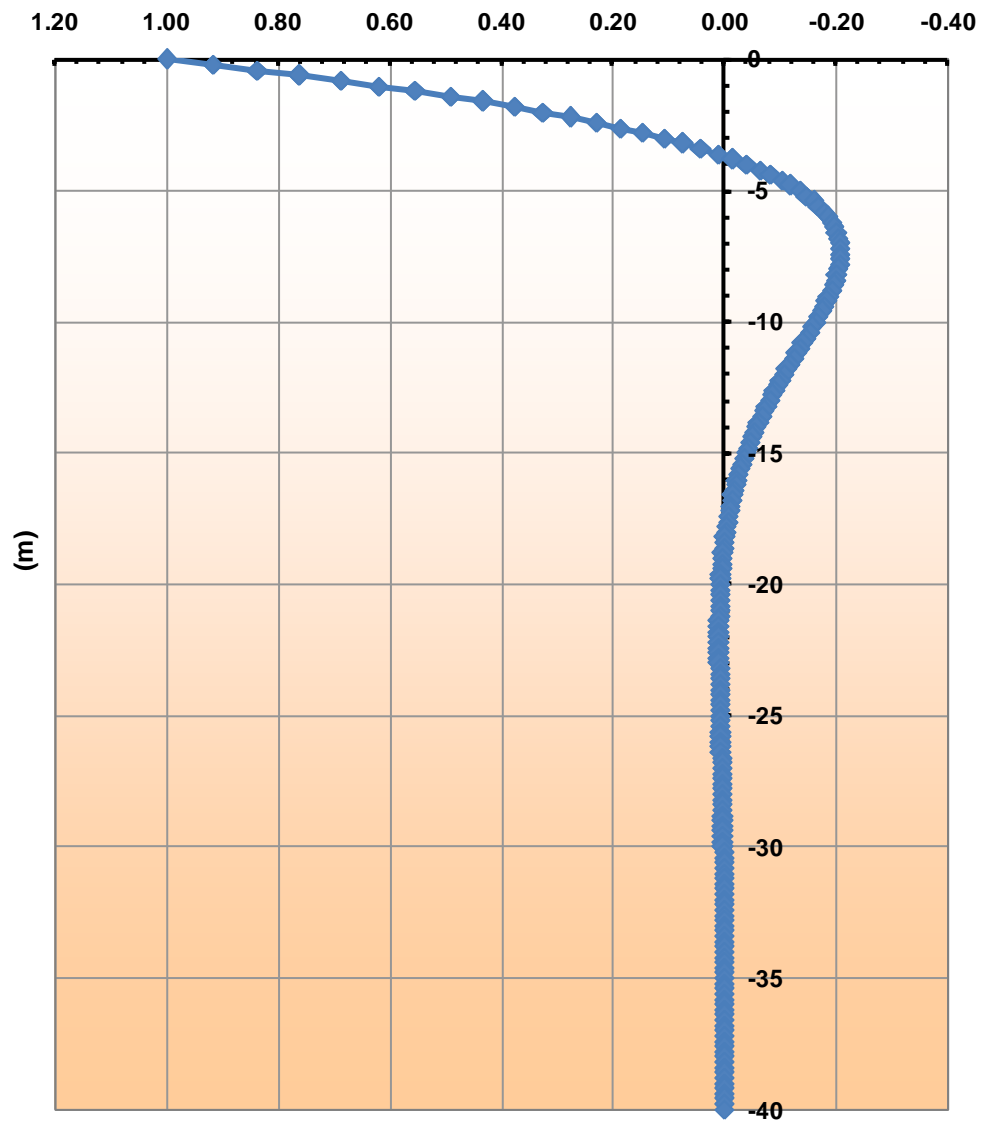
REV.


B

FOGLIO

14 di 16

Momento adimensionale



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI05 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	<i>Progetto definitivo</i> <i>Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni</i> <i>Pali d=1500mm</i>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0503001	REV. B

7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE

Di seguito si riportano i carichi e le azioni sollecitanti sui pali di fondazione e di conseguenza i fattori di sicurezza applicati in base alle lunghezze e relative verifiche di sicurezza eseguite.

Per quanto riguarda la verifica a carico limite orizzontale, assumendo un valore della efficienza della palificata pari a 0.8 si ritiene soddisfatta la verifica qualora il fattore Foriz sia superiore ad 1.25 (=1/0.8).

Valori massimi sul singolo palo

Plinto	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
SPA-A	7340	1103	SLU	1500	30	7543	1.03	2478	2.24
SPA-A	5257	-	SLE RARA	1500	30	8957	-	-	-
SPA-B	6369	1714	SLU	1500	30	7543	1.18	2478	1.44
SPA-B	4551	-	SLE RARA	1500	30	8957	-	-	-