

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 4)

VI02 - 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 VI0203 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. Vittozzi
B	1° agg. a consegna CSLPP	G. Grimaldi	Mag. 2020	G.Meneschineri	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: RS3U40D09RBVI0203001B

n. Elab.: **09_016**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	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	13
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE	16

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	REV. B

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI02** 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 VI02 – 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 VI0203001	REV. B	FOGLIO 3 di 17

- *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 VI02 – Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni – Pali d=1500 mm					
	Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1500mm	COMMESSA RS3U	LOTTO 40	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI0203001	REV. B

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il Viadotto VI02 si estende dal km 1+289.63 al km 1+387.54 (Singolo Binario) del Nuovo Collegamento Palermo - Catania - Lotto 4A: Tratta Caltanissetta – Enna, per uno sviluppo complessivo di 97.90m ed è costituito da 4 campata isostatiche a singolo binario. L'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 spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera. La spalla A risulta essere un corpo unico con quella del viadotto VI51 della variante della linea storica ed è a struttura scatolare cava; la spalla B è di tipo tradizionale. Le pile sono cave di dimensioni pari a 3.30x7.00m.

Le fondazioni del Viadotto VI02, sono previste su pali in c.a. di grande diametro per le pile e per le spalle A e B.

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. La SPA-A a 15 pali è in comune con il VI51. Mentre la SPA-B ha 9 pali.

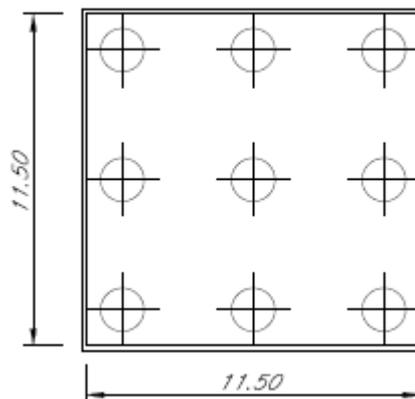


Figura 1 stralci planimetrici

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0203001

REV.

B

FOGLIO

5 di 17

SPALLA TIPO SINGOLO BINARIO
9 PALI Ø1500

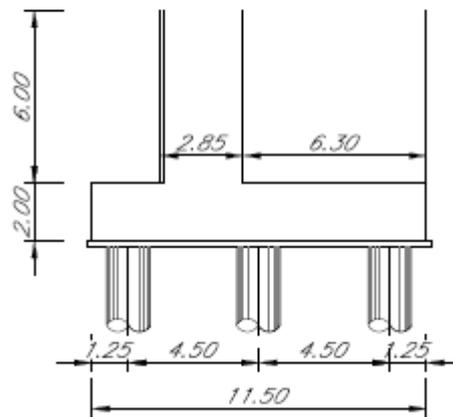


Figura 2 stralci del profilo longitudinale

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	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 km 1+289.63 al km 1+387.54 al km B.P.

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 4S04 - 4aS06.

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda è a 1-2 m di profondità dal 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 VI02 – 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 VI0203001	REV. B

4.2 Stratigrafia

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

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da
a2	Limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose	0.0÷2.0
TRV	Argille limose e argille marnose	>2.0
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 [kN/m ³]	cu [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E _{op} [MPa]	E _{mr0} [MPa]	E _{mr} [MPa]	k _h [kN/m ²]
a2	20	75	10	30	-	-	20	-
TRV	20	200	37	17	-	-	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:

$$E_{mr0} = E_{op}$$

$$E_{mr} = 400 \times cu$$

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

VI0203001

REV.

B

FOGLIO

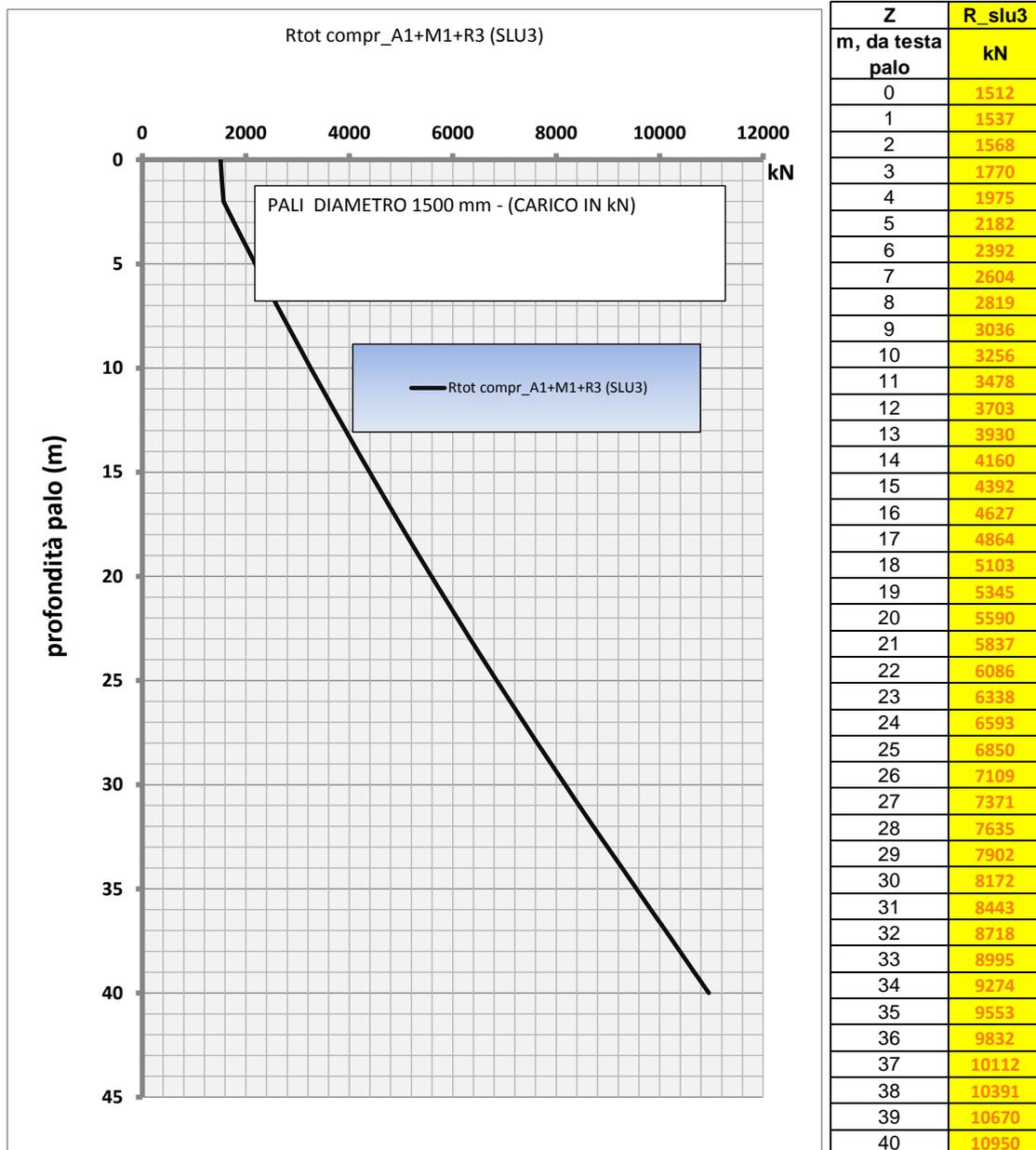
8 di 17

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)



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

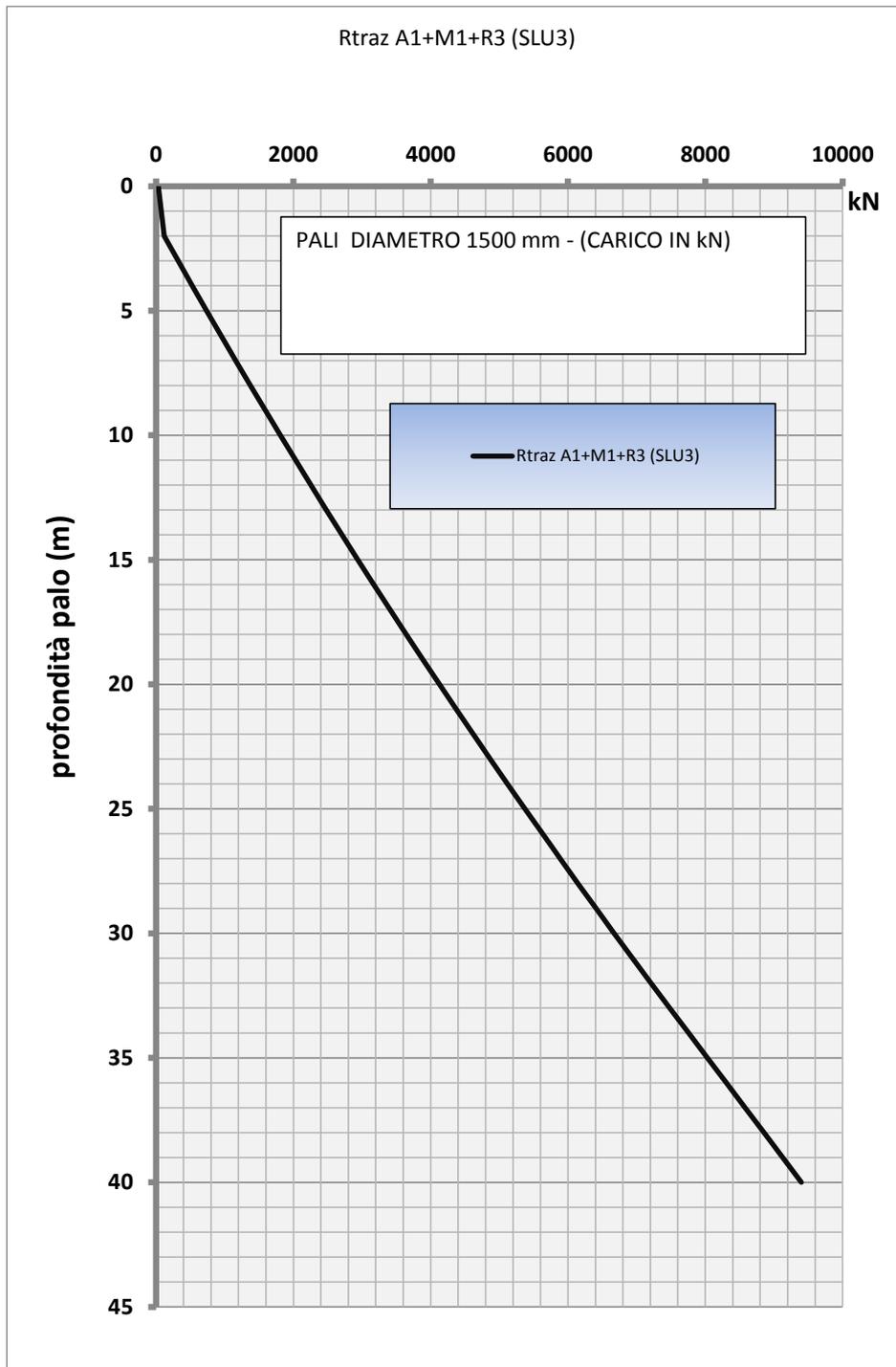
VI0203001

REV.

B

FOGLIO

9 di 17



Z	Rtraz_slu3
m, da testa palo	kN
0	34
1	74
2	120
3	323
4	529
5	736
6	947
7	1159
8	1374
9	1591
10	1810
11	2031
12	2255
13	2481
14	2710
15	2940
16	3173
17	3408
18	3646
19	3886
20	4128
21	4372
22	4619
23	4868
24	5119
25	5372
26	5628
27	5886
28	6146
29	6409
30	6674
31	6941
32	7211
33	7482
34	7756
35	8030
36	8304
37	8578
38	8853
39	9127
40	9401

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0203001

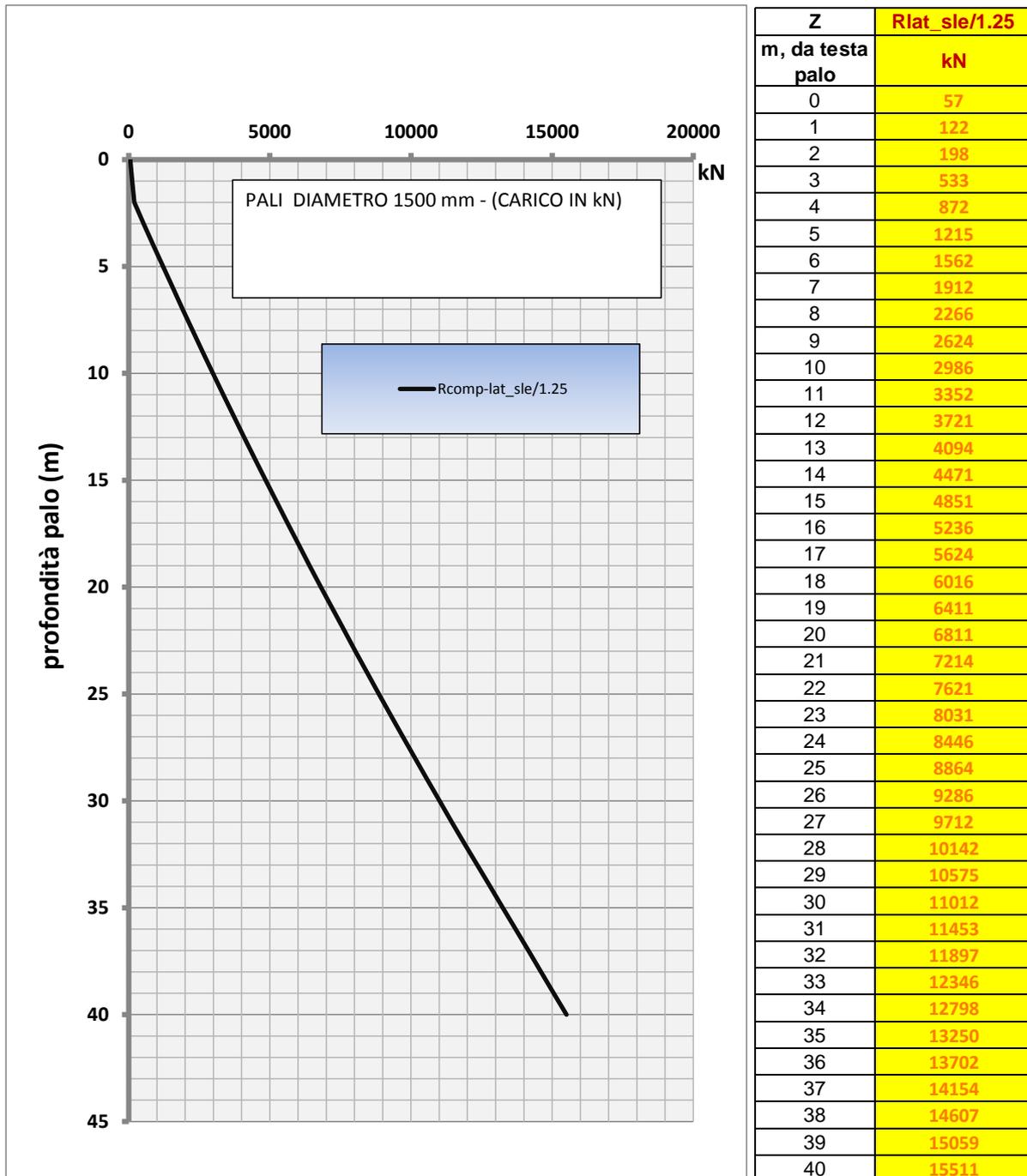
REV.

B

FOGLIO

10 di 17

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



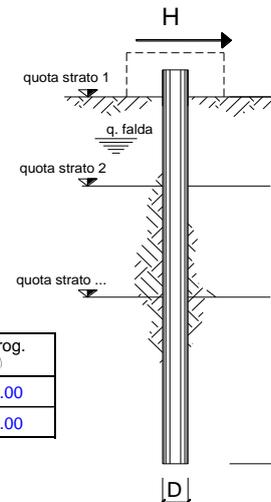
Progetto definitivo Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni Pali d=1500mm	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	40	D09RB	VI0203001	B	11 di 17

5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI02**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R	
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
S1	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	
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	17	1.83	200	17	1.83	200
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2						1.00			1.00	
<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 **8374.82** (kNm)
 Step di calcolo **0.25** (m)

- palo imbedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	5737.5 (kN)		5737.5 (kN)	
Palo intermedio	39825.0 (kN)		39825.0 (kN)	
Palo corto	102600.0 (kN)		102600.0 (kN)	
H_{med}	5737.5 (kN)	Palo lungo	H_{min}	5737.5 (kN)
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			3477.27 (kN)	
$H_d = H_k/\gamma_T$			2674.83 (kN)	

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	REV. B	FOGLIO 12 di 17

Il valore del momento di plasticizzazione è relativo ad un palo armato con 40 + 20 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	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 type="checkbox"/> strato 2				
<input type="checkbox"/> strato 3				
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

α_m (M0/H0)	-2.34518	(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	0.25	(m)

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

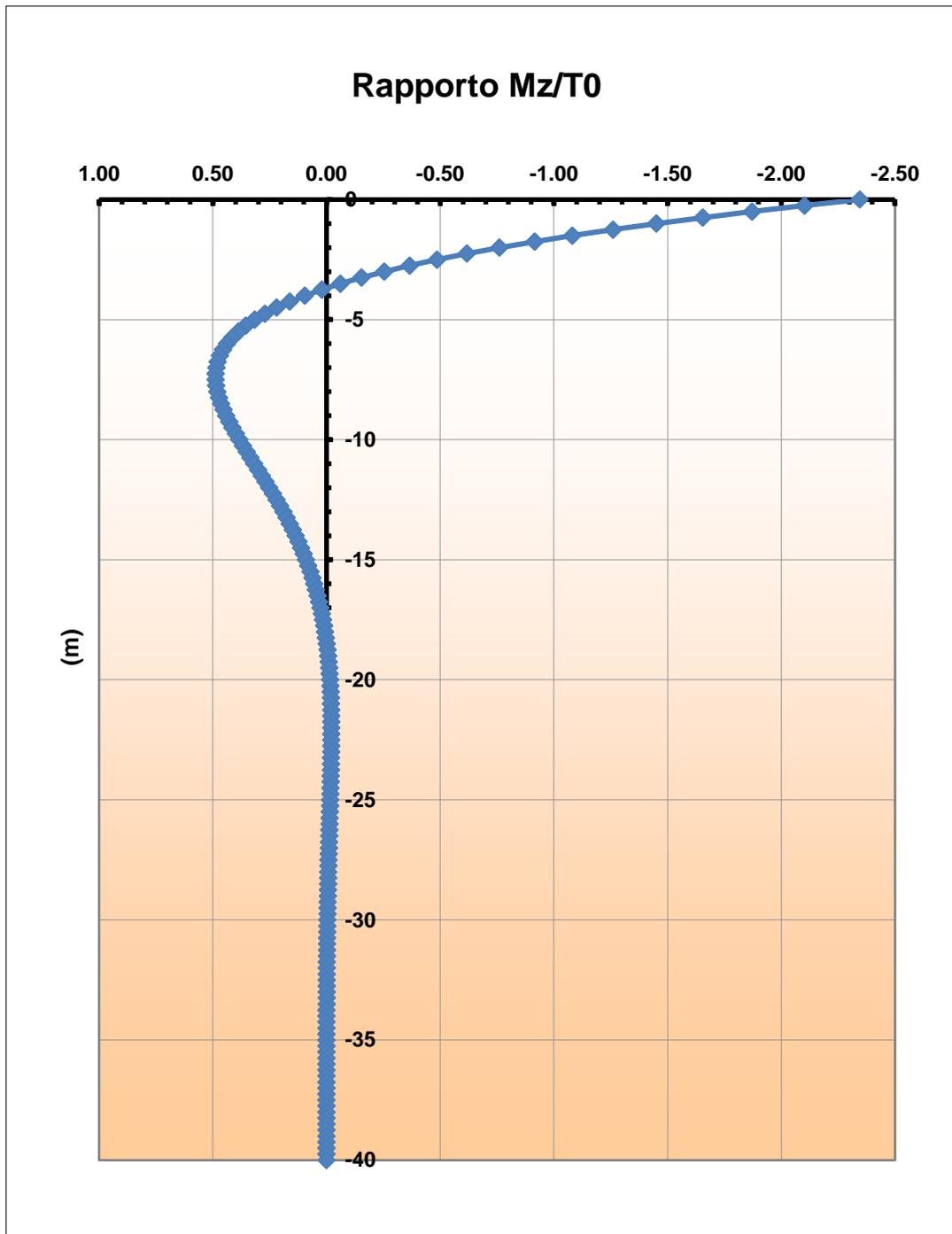
VI0203001

REV.

B

FOGLIO

14 di 17



Valore $M_0/T_0 = 2.99$

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3U

LOTTO

40

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI0203001

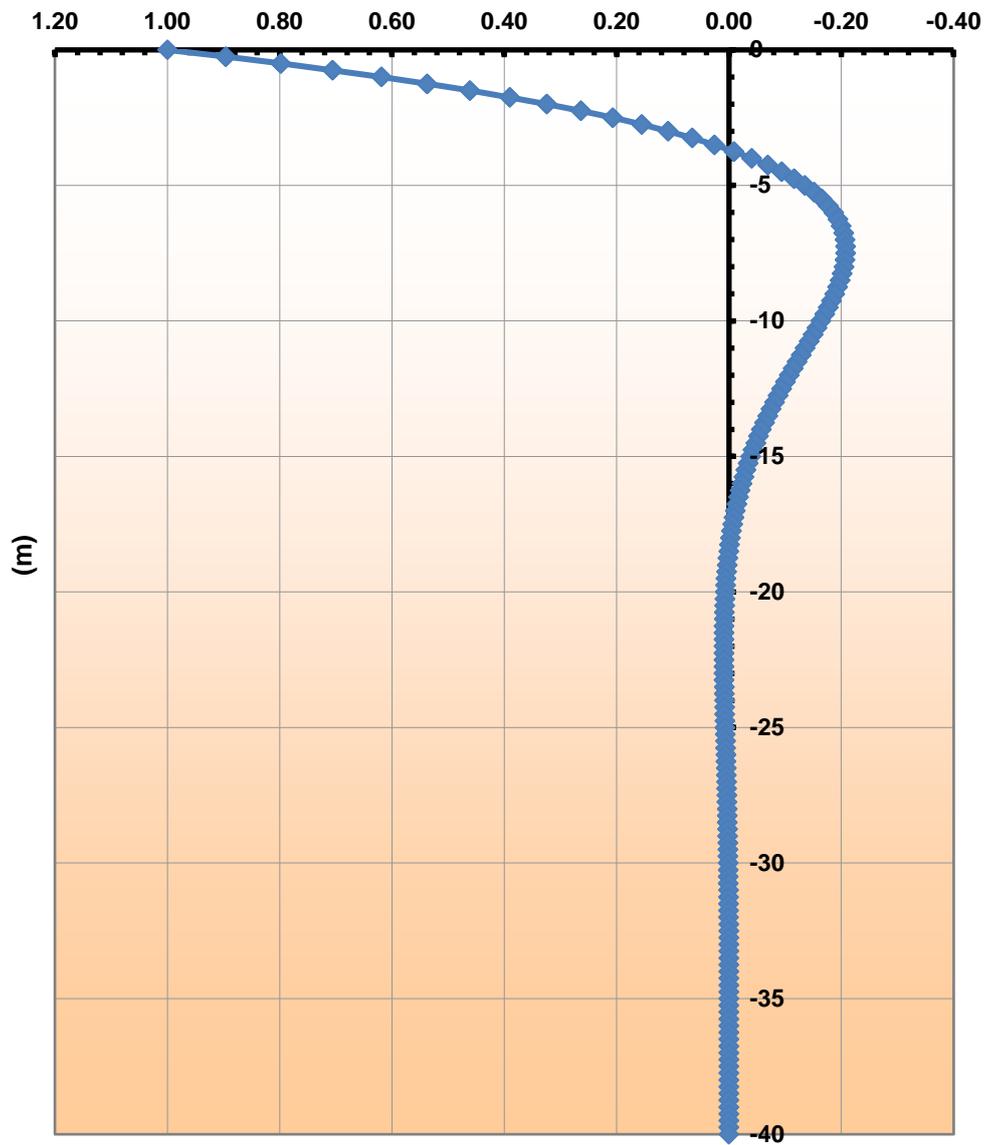
REV.

B

FOGLIO

15 di 17

Momento adimensionale



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI02 – 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 VI0203001	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	7051	876	SLU	1500	27	7371	1.04	2674	3.60
SPA-A	5040	-	SLE RARA	1500	27	9712	-	-	-
SPA-B	6113	1606	SLU	1500	25	6850	1.12	2674	1.65
SPA-B	4365	-	SLE RARA	1500	25	8864	-	-	-