

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 3B)

VI18 - Singolo Binario

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

SCALA:

-

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


RS3T 30 D 09 RB VI1803 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Da
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Gen. 2020	M.D. Affrmo	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: RS3T30D09RBVI1803001B

n. Elab.: **09_470**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	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.....	8
5. CALCOLO DELLA PORTANZA VERTICALE DEL SINGOLO PALO	9
5.1 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLU/SLV).....	9
5.2 Curve di portanza verticale Palo diametro 1.5 m (SLE RARA)	11
5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo.....	12
6. CALCOLO DI ALFA – MOMENTO ADIMENSIONALE LUNGO IL SINGOLO PALO.....	14
7. RIEPILOGO DEI RISULTATI E DELLE VERIFICHE DI PORTANZA DELLE PALIFICATE	17

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta il dimensionamento delle fondazioni dell'opera denominata **VI18** nell'ambito del Progetto Definitivo Nuovo Collegamento Palermo – Catania , Tratta Caltanissetta Xirbi – Nuova Enna (Lotto 3).


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 RS3T30D09RBGVI0000001.

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 VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B	FOGLIO 3 di 18

- *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 VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B

3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il *Viadotto VI18* si estende dal km 43+889,70 al km 44+137,50 (Singolo binario) per uno sviluppo complessivo di circa 247.80 m ed è costituito da 9 campate isostatiche.

Nel dettaglio:

- 8 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).
- 1 campate 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 P3-P4 scavalca un fosso.

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 50.00m.

Le fondazioni del *Viadotto VI18*, sono previste su pali in c.a. di grande diametro sia per le pile che per le spalle A e B.

Tutto il lato destro del viadotto è interessato dai marciapiedi FFP.

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.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1803001

REV.

B

FOGLIO

5 di 18

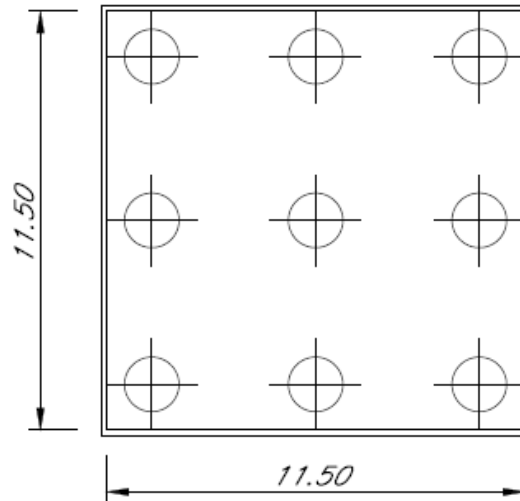


Figura 1 stralcio planimetrico

SPALLA TIPO SINGOLO BINARIO
 9 PALI $\varnothing 1500$

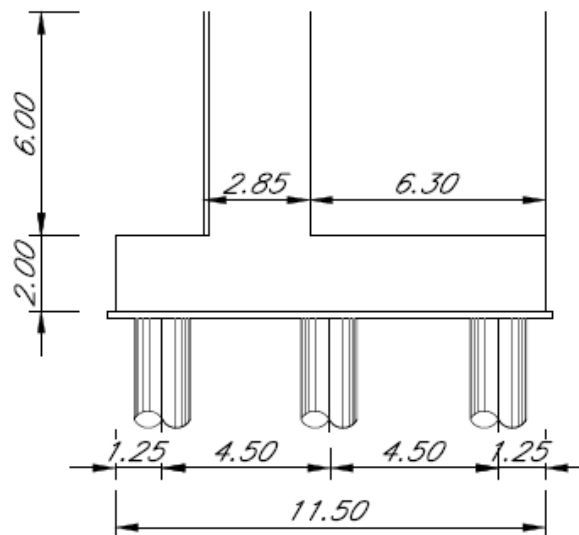



Figura 2 stralcio del profilo longitudinale

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	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 43+889,70 al km 44+137,50 (Singolo binario)

La caratterizzazione geotecnica è stata determinata in base ai risultati dei sondaggi 3BS10, 3BS11, 3BS12.

Inoltre sono state eseguite anche una indagine HVSR (3BS11) ed una prova down hole (3BS12).

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda massimo è a 4 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 VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B


4.2 Stratigrafia

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

STRATIGRAFIA PER LE SPALLE		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da
a2	Limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose	0.0÷4.0
AV / TRV	Argilliti scagliettate con intercalazioni di radiolariti, arenarie e calcareniti	4.0÷10.0
FYN4	Alternanza di prevalenti argille e argille siltose di colore da bruno a bruno tabacco con siltiti e quarzoareniti torbiditiche	10.0÷40.0
FALDA di calcolo: testa palo		

4.3 Categoria di sottosuolo

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B

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]	c_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_{op} [MPa]	E_{mr0} [MPa]	E_{mr} [MPa]	k_h [kN/m ²]
a2	20	50	21	24	-	-	20	-
a	20	-	0	28	40	40	-	7500
AV	20	50-200	21	19	-	-	60	-
FYN4	20	100-300	43	23	-	-	120	-
TRV	20	150	24	24	-	-	60	-

Dove:

γ = peso di volume naturale

c_u = 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 D_r)

In particolare:

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

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

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica del progetto.

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1803001

REV.

B

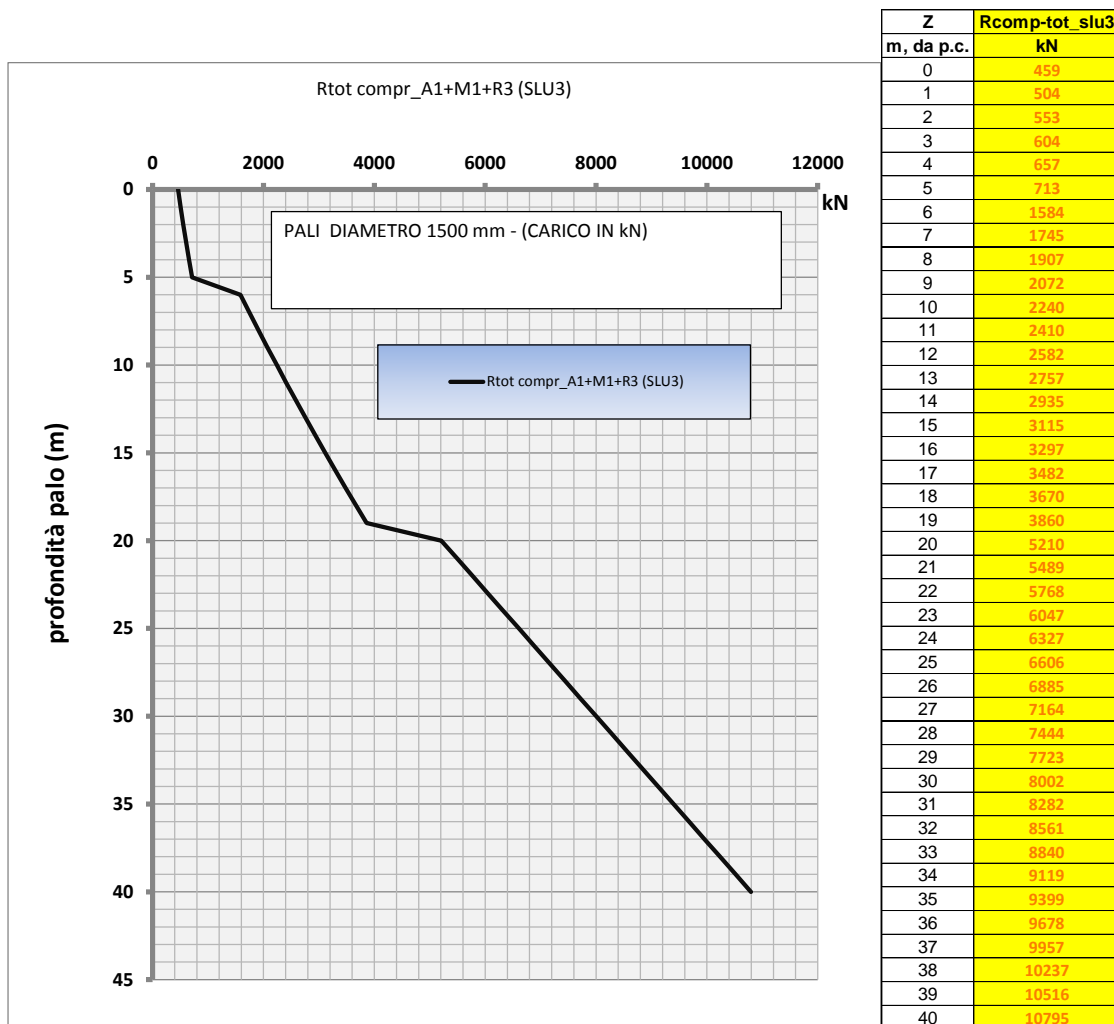
FOGLIO

9 di 18

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

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

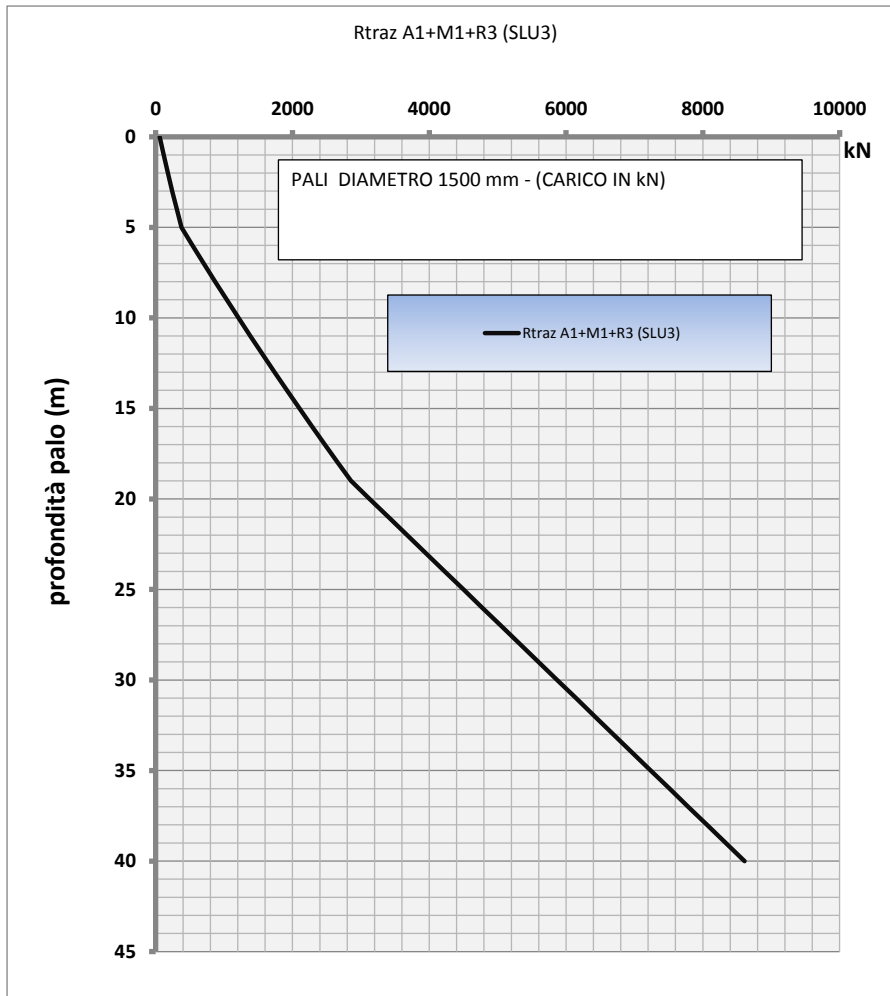
VI1803001

REV.

B

FOGLIO

10 di 18



Z m, da p.c.	Rtraz_slu3 kN
0	57
1	116
2	178
3	242
4	308
5	377
6	539
7	703
8	870
9	1039
10	1210
11	1384
12	1560
13	1738
14	1918
15	2101
16	2286
17	2473
18	2663
19	2855
20	3129
21	3403
22	3677
23	3951
24	4225
25	4499
26	4773
27	5047
28	5321
29	5595
30	5869
31	6143
32	6417
33	6691
34	6965
35	7239
36	7513
37	7787
38	8061
39	8335
40	8609

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1803001

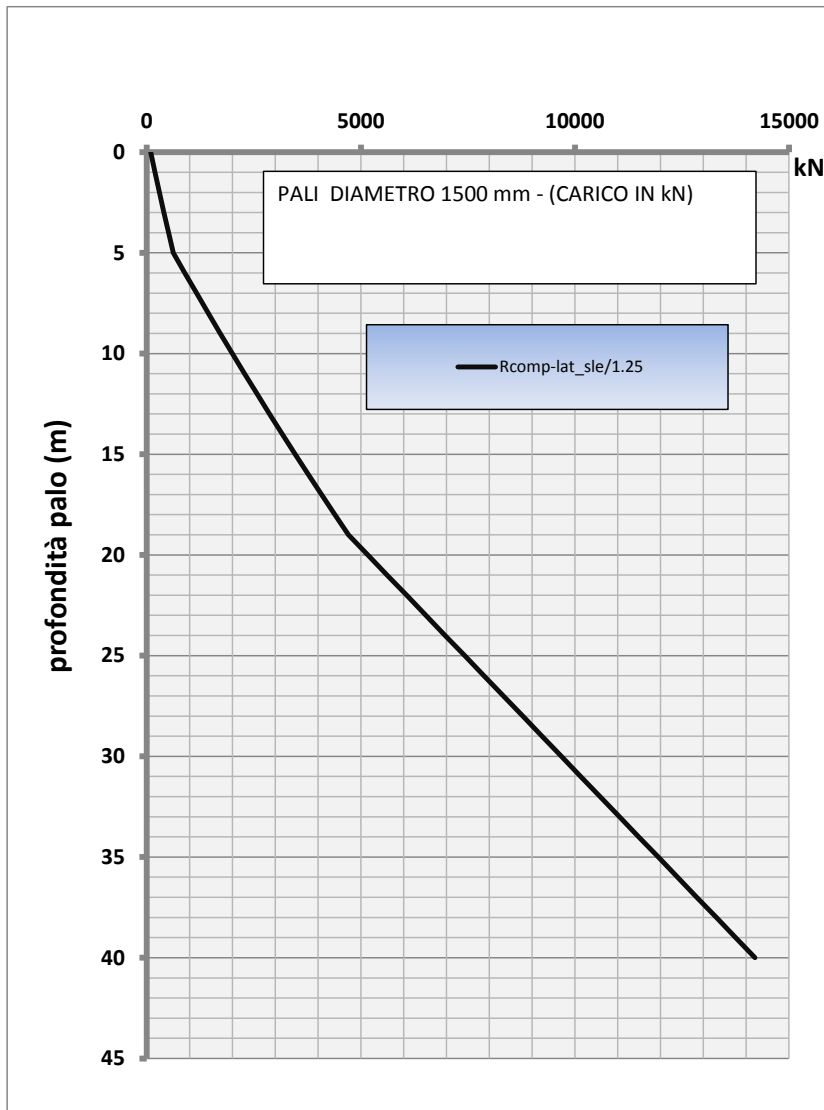
REV.

B

FOGLIO

11 di 18

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



Z m, da p.c.	Rcomp-lat_sle/1.25 kN
0	94
1	192
2	294
3	399
4	509
5	622
6	889
7	1161
8	1436
9	1714
10	1997
11	2283
12	2574
13	2867
14	3165
15	3467
16	3772
17	4081
18	4393
19	4710
20	5162
21	5614
22	6066
23	6519
24	6971
25	7423
26	7875
27	8327
28	8779
29	9232
30	9684
31	10136
32	10588
33	11040
34	11492
35	11945
36	12397
37	12849
38	13301
39	13753
40	14205

Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

RS3T

30

D09RB

VI1803001

B

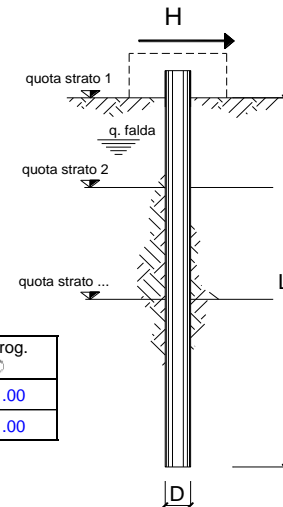
12 di 18

5.3 Calcolo della portanza trasversale del singolo palo

opera **VI18**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ϕ	γ_{cu}	γ_T
SLU	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	AV	100.00	20	10	19	1.97	50	19	1.97	50
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	FYN4	96.00	20	10	23	2.28	150	23	2.28	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 12891.95 (kNm)
 Step di calcolo 0.25 (m)


- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio			H minimo	
Palo lungo	5653.1	(kN)		5653.1	(kN)
Palo intermedio	28181.3	(kN)		28181.3	(kN)
Palo corto	74250.0	(kN)		74250.0	(kN)
	H_{med}	5653.1 (kN)	Palo lungo	H_{min}	5653.1 (kN)
	H_k = Min(H_{med}/ξ_3 ; R_{min}/ξ_4)			3426.14	(kN)
	H_d = H_k/γ_T			2635.49	(kN)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	REV. B	FOGLIO 13 di 18

Il valore Hd è stato valutato per la condizione stratigrafica meno favorevole ed assume lo stesso valore per tutte le lunghezze dei pali previste. Il valore del momento di plasticizzazione è relativo ad un palo armato con 50 + 50 Ø30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	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	AV	0.00	32000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	FYN4	-5.00	64000	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)	-2.59388	(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)

(Palo impedito di ruotare in testa)

Il valore α_m è stato valutato per la condizione stratigrafica meno favorevole ed assume lo stesso valore per tutte le lunghezze dei pali previste.

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

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

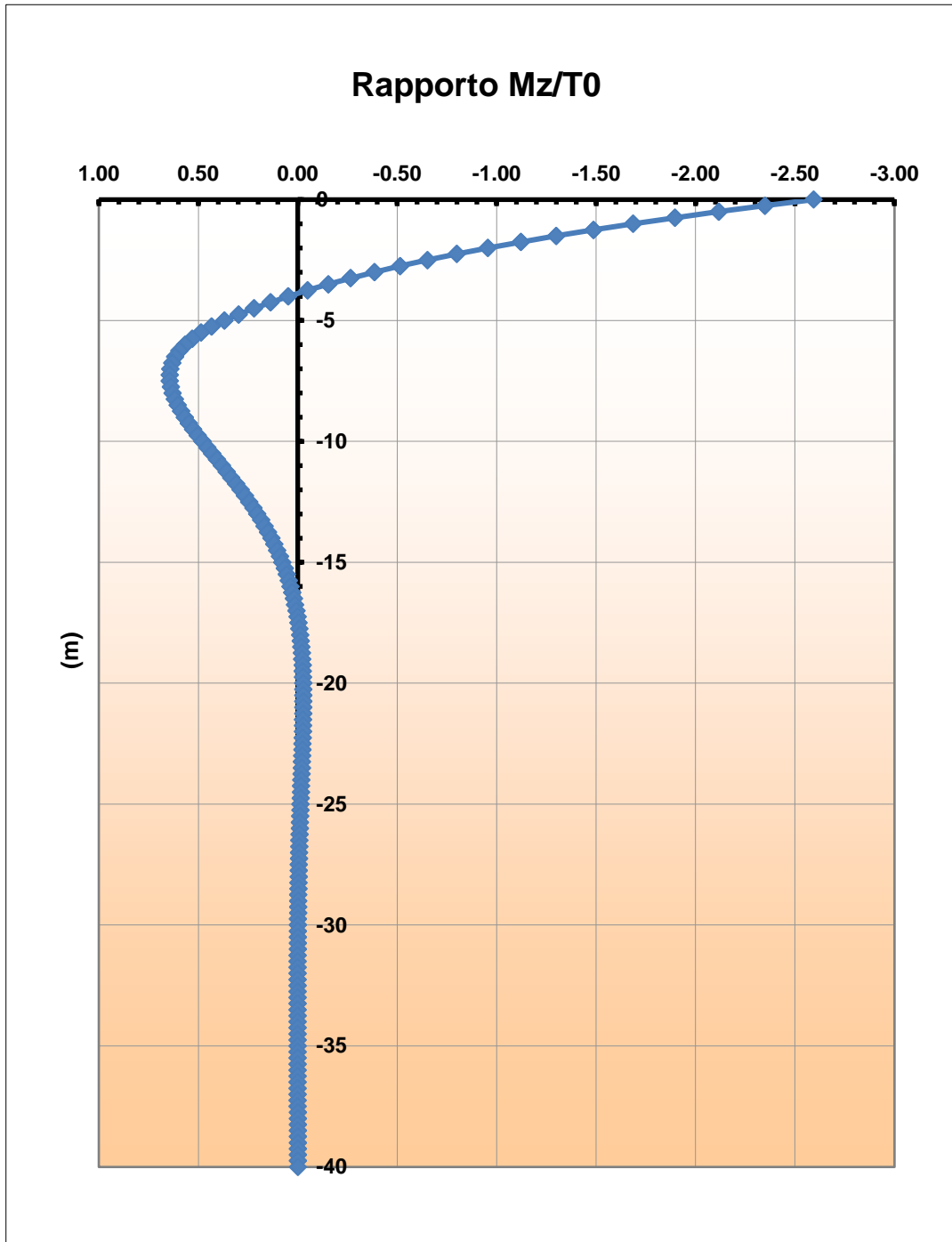
VI1803001

REV.

B

FOGLIO

15 di 18



Progetto definitivo

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni

Pali d=1500mm

COMMESSA

RS3T

LOTTO

30

CODIFICA

D09RB

DOCUMENTO

VI1803001

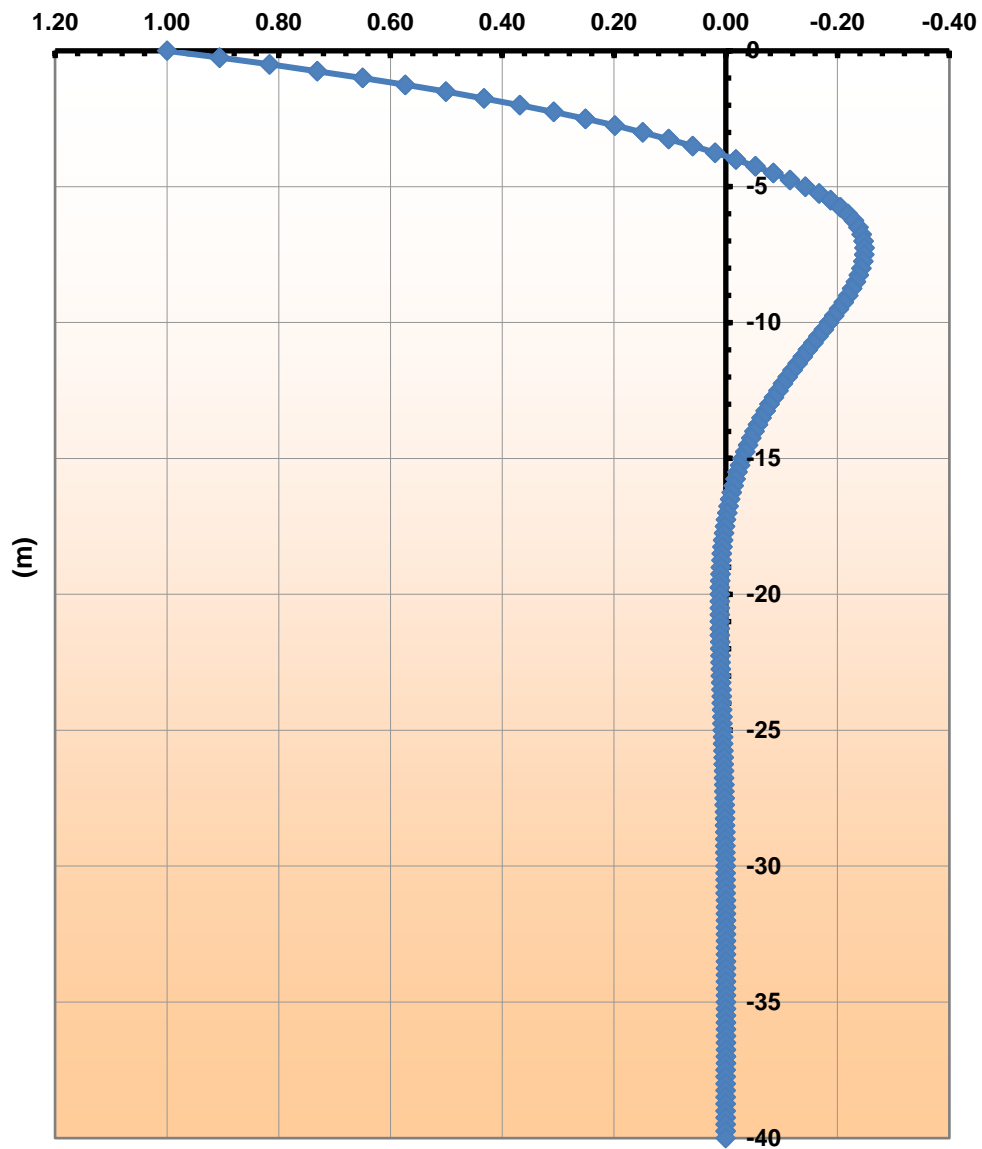
REV.


B

FOGLIO

16 di 18

Momento adimensionale



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA PROGETTO DEFINITIVO VI18 – 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 RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D09RB	DOCUMENTO VI1803001	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	5504	1818	SLU	1500	23	6047	1.09	2635	1.44
SPA-A	3956	-	SLE RARA	1500	23	6513	-	-	-

Plinto	N [kN]	T[kN]	combinazione	Diametro (mm)	Lunghezza L (m)	Rvert [kN]	Fvert	Roriz [kN]	Foriz
SPA-B	4850	1467	SLU	1500	23	6047	1.24	2635	1.79
SPA-B	3460	-	SLE RARA	1500	23	6513	-	-	-