

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA GENOVA – VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

OPERE PRINCIPALI – PONTI E CAVALCAFERROVIA

Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

SCALA:

-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I V 0 1	0 0	D	0 9	G E	I V 0 6 0 3	0 0 1	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	K. Petrucci	Gen.2022	L. Utzeri	Gen.2022	M. Berlingeri	Gen.2022	A.Perego Gen. 2022

File IV0100D09GEIV0603001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI.....	3
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	4
3.1	CALCESTRUZZO.....	4
3.1.1	Classe C25/30 (pali, diaframmi di fondazione, cordoli e opere provvisionali).....	4
3.1.2	Classe C32/40 (fondazione pile, spalle e solettoni).....	4
3.2	ACCIAIO	4
3.2.1	Acciaio per cemento armato.....	4
4	STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI.....	5
5	VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE DELLE PILE.....	6
5.1	SOLLECITAZIONI.....	9
5.2	VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE.....	12
5.2.1	Risultati delle verifiche SLU compressione.....	14
5.2.2	Risultati delle verifiche SLU Trazione.....	16
5.2.3	Risultati delle verifiche SLV compressione	17
5.2.4	Risultati delle verifiche SLV trazione	20
5.3	VERIFICA DI PORTANZA ORIZZONTALE	23
5.3.1	Risultati delle verifiche.....	25
6	VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE DELLE SPALLE	27
6.1	SOLLECITAZIONI.....	29

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	1 di 44

6.1.1	<i>Massime e minime sollecitazioni sul singolo palo.....</i>	29
6.2	VERIFICHE DI PORTANZA VERTICALE.....	31
6.2.1	<i>Risultati delle verifiche SLU compressione.....</i>	31
6.2.2	<i>Risultati delle verifiche SLU trazione.....</i>	33
6.2.3	<i>Risultati delle verifiche SLV compressione.....</i>	34
6.2.4	<i>Risultati delle verifiche SLV trazione.....</i>	37
6.3	VERIFICA DI PORTANZA ORIZZONTALE.....	40
6.3.1	<i>Risultati delle verifiche.....</i>	40

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	2 di 44

1 PREMESSA

La presente relazione si riferisce al dimensionamento delle fondazioni di spalle e pile del Cavalcaferrovia IV06 (IV06 - cavalcaferrovia strada provinciale n.3 cat.C1 dal Km 83+400 al 83+530) previsto nell'ambito del raddoppio della linea Genova-Ventimiglia, tratta Finale Ligure - Andora.

Per tutti i dettagli sull'opera si rimanda alla visione degli elaborati grafici e della relazione descrittiva Doc. IV0100D09ROIV0600001.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa e istruzioni

La progettazione è conforme alle normative vigenti.

Ferrovie dello Stato hanno emanato nel tempo varie normative e linee guida riguardanti sia i sovraccarichi che le prescrizioni relative ai ponti ferroviari.

Le normative rilevanti per la redazione del progetto di messa in sicurezza sono ovviamente le normative ora vigenti per le strutture, e per i ponti ferroviari in particolare, elencate nel seguito.

- *DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC18);*
- *Circolare Applicativa delle NTC 2018, 21/01/2019 (Circ n.7)*
- *Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – parte 5 – Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;*
- *RFI DTC SI PS MA IFS 001 E: Manuale di progettazione delle opere civili, 31/12/2020*
- *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;*
- *Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario nell’Unione europea.*

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Classe C25/30 (pali, diaframmi di fondazione, cordoli e opere provvisionali)

- Classe d'esposizione : XC2
- Copriferro netto minimo: $c = 60\text{mm}$
- $R_{ck} = 30\text{ N/mm}^2$
- $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,9\text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 24,9 \cdot 0,85 / 1,5 = 14,11\text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 2,56\text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico: $E = 22000 [f_{cm}/10]^{0,3} = 31447,16\text{ MPa}$

3.1.2 Classe C32/40 (fondazione pile, spalle e solettoni)

- Classe d'esposizione : XC2
- Copriferro netto minimo: $c = 40\text{mm}$
- $R_{ck} = 40\text{ N/mm}^2$
- $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 33,20\text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = f_{ck} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c = 33,20 \cdot 0,85 / 1,5 = 18,81\text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} = 3,10\text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico: $E = 22000 [f_{cm}/10]^{0,3} = 33642,78\text{ MPa}$

3.2 Acciaio

3.2.1 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

Acciaio B450C

- | | |
|--|-----------------------------------|
| • tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} = 450\text{ N/mm}^2$; |
| • tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} = 540\text{ N/mm}^2$; |
| • resistenza di calcolo a trazione | $f_{yd} = 391,30\text{ N/mm}^2$; |
| • modulo elastico | $E_s = 206.000\text{ N/mm}^2$. |

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 5 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	-------------------

4 STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI

Nel seguito si riporta una sintesi dei parametri geotecnici dell'area d'interesse, per tutti i dettagli si rimanda alla relazione geotecnica generale.

Di seguito si riporta la tabella con i parametri geotecnici:

- Quota falda a +6.00m slm;
- Categoria di sottosuolo B (MASW11).

Unità -	Descrizione -	Prof top m slm	γ kN/mc	ϕ °	c' kPa	cu kPa
1	Terreno vegetale e materiale di riporto	+30.0	19	24	0	-
2	Sabbia ghiaioso-limosa moderatamente addensata o ghiaia eterometrica con sabbia limosa	+28.5	20	34	0	-
3	Argilla sabbioso con ghiaia e limo sabbioso consistente	+14.0	20	24	15	60-70
2	Sabbia ghiaioso-limosa moderatamente addensata o ghiaia eterometrica con sabbia limosa	+9.0	20	32	0	-
CMV	Conglomerato poligenico eterometrico in matrice limoso-sabbiosa	+5.5	20	36	0	-

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 6 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	-------------------

5 VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE DELLE PILE

Nel seguito si riportano le sollecitazioni ad intradosso fondazione, per i dettagli del calcolo si rimanda alla relazione di calcolo delle pile (documento IV0I00D09CLIV0605001).

LC	N	Tx (trasv)	Ty (long)	Mz	Mx (long)	My (trasv)
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
GR00_SLU_S_0_01	20651	0	0	0	0	-533
GR2a_SLU_C_T_05	22213	398	1786	1060	19556	5881
GR00_SLU_S_V_01	20651	702	0	1868	0	8954
GR00_SLU_S_V_01	20651	702	0	1868	0	8954
GR01_SLU_C_V_07	22119	664	0	1767	-724	9970
GR2a_SLU_C_T_05	22213	398	1786	1060	19556	5881
GR01_SLU_C_T_02	30490	398	0	1060	-1303	7840
GR01_SLU_C_T_05	23318	398	0	1060	2133	6794
GR00_SLU_S_0_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_SLU_S_0_02	26786	0	0	0	0	-672
GR00_SLU_S_0_02	26786	0	0	0	0	-672
GR01_SLU_C_T_03	23318	398	0	1060	-2133	7302
GR00_S1_S_0_03	19829	813	1245	47	12317	7502
GR2a_S1_C_T_07	20611	813	4383	47	43774	7662
GR00_S1_S_0_02	20399	2709	1238	156	12276	26252
GR00_S1_S_0_02	20399	2709	1238	156	12276	26252
GR01_S1_C_T_11	20835	2709	1238	156	12115	26767
GR2a_S1_C_T_07	20611	813	4383	47	43774	7662
GR01_S1_C_T_03	22022	-813	-1245	-47	-12510	-8098
GR2a_S1_C_T_13	21359	-813	-4122	-47	-41049	-8337
GR00_S1_S_0_02	20904	-2709	1238	-156	-7324	-27319
GR00_S1_S_0_02	20904	-2709	-1238	-156	-12276	-27319
GR00_S1_S_0_02	20904	-2709	-1238	-156	-12276	-27319
GR01_S1_C_T_04	21317	-813	-4119	-47	-41193	-8198
GR00_S1.3_S_0_03	19830	664	919	38	9079	6028
GR2a_S1.3_C_T_07	20616	664	3298	38	32982	6188
GR00_S1.3_S_0_02	20400	2214	912	128	9038	21337
GR00_S1.3_S_0_02	20400	2214	912	128	9038	21337
GR01_S1.3_C_T_11	20836	2214	912	128	8877	21852
GR2a_S1.3_C_T_07	20616	664	3298	38	32982	6188
GR01_S1.3_C_T_03	22021	-664	-919	-38	-9272	-6624
GR00_S1.3_S_0_01	20918	-664	-3033	-38	-30084	-7095

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	8 di 44

LC	N	Tx (trasv)	Ty (long)	Mz	Mx (long)	My (trasv)
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
GR00_SLER_S_0_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_SLER_S_0_01	20651	0	0	0	0	-533
GR01_SLER_C_T_02	22626	265	0	707	-1580	4876
GR00_ECC_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_01	20651	0	750	0	4125	-533
GR00_ECC_02	20651	2000	0	0	0	10467
GR00_ECC_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_02	20651	2000	0	0	0	10467
GR00_ECC_01	20651	0	750	0	4125	-533
GR00_ECC_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_02	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_02	20651	2000	0	0	0	10467
GR00_ECC_01	20651	0	0	0	0	-533
GR00_ECC_02	20651	0	0	0	0	-533

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	9 di 44

5.1 Sollecitazioni

Il calcolo delle sollecitazioni agenti sul singolo palo è stato effettuato con il metodo del plinto rigido, assumendo le seguenti ipotesi:

- Plinto rigido;
- Vincolo di incastro tra pali e plinto;
- Pali costituenti la palificata verticali;
- Rotazione del plinto e della testa dei pali impedita.

Per un gruppo di n pali, sottoposto a forze verticali, orizzontali e di momento esterne (agenti alla quota testa pali ed in corrispondenza del baricentro della palificata) i carichi agenti alla testa di ciascun palo sono stimabili con le seguenti espressioni:

$$Q_{ti} = \frac{N}{n} \pm \frac{[M_x + M_{inc,x}] \cdot y_i}{\sum_1^n y_i^2} \pm \frac{[M_y + M_{inc,y}] \cdot x_i}{\sum_1^n x_i^2};$$

$$H_{tix} = \frac{H_x}{n};$$

$$H_{tiy} = \frac{H_y}{n};$$

essendo :

- N = forza verticale esterna;
- $M_x = M_{long}$ = momento esterno attorno all'asse x, accoppiato con H_y ;
- $H_y = T_{long}$ = forza orizzontale esterna nella direzione y;
- $M_y = M_{trasv}$ = momento esterno attorno all'asse y, accoppiato con H_x ;
- $H_x = T_{trasv}$ = forza orizzontale esterna nella direzione x;
- Q_{ti} = forza verticale agente alla testa del palo i-esimo;
- $H_{tix} = T_{trasv_i}$ = forza orizzontale agente alla testa del palo i-esimo nella direzione x;
- $H_{tiy} = T_{long_i}$ = forza orizzontale agente alla testa del palo i-esimo nella direzione y;

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	10 di 44

- $M_{inc,x} = M_{long_inc} = \sum M_{tix} =$ momento di incastro risultante che i pali esercitano sul plinto per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione x;
- $M_{tix} = M_{long_inc_i} =$ momento di incastro alla testa del palo i-esimo per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione x;
- $M_{inc,y} = M_{trasv_inc} = \sum M_{tiy} =$ momento di incastro risultante che i pali esercitano sul plinto per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione y;
- $M_{tiy} = M_{trasv_inc_i} =$ momento di incastro alla testa del palo i-esimo per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione y;
- $y_i =$ distanza del palo i-esimo dall'asse baricentrico della palificata nella direzione y;
- $x_i =$ distanza del palo i-esimo dall'asse baricentrico della palificata nella direzione x.

I momenti di incastro alla testa dei pali (M_{tix} , M_{tiy}) sono stati stimati sulla base della teoria elastica di Matlock-Reese:

- $M_{tix} = -H_{tiy} \times |A_s| \times T / |B_s|$, momento di incastro alla testa del palo i-esimo per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione x;

- $M_{tiy} = -H_{tix} \times |A_s| \times T / |B_s|$, momento di incastro alla testa del palo i-esimo per effetto del vincolo di rotazione impedita nella direzione y;

$$- T = \sqrt[4]{\frac{EJ}{E_{si}}};$$

$$- K_h = 15000 \text{ kN/m}^3$$

$$- E_{si} = K_h \times (h_{rinterro} + h_{plinti} + 1.5\phi_{palo})$$

- $A_s, B_s =$ coefficienti di Matlock-Reese calcolati per $z / T = 0$ (intradosso fondazione).

I valori di N, T ed M esterni considerati sono quelli ottenuti dal modello allo spiccato delle fondazioni. In tutte le tabelle di seguito riportate le unità di misura sono i kN per sforzi normali e tagli e i kN×m per i momenti.

Gli sforzi normali positivi si intendono di compressione mentre i momenti positivi seguono la regola della mano destra.

Le tensioni positive sono di compressione e quelle negative di trazione.

In base alle convenzioni sui segni su indicate, per ogni palo sono riportati i massimi e i minimi sforzi assiali e la condizione di carico N–M più gravosa in termini di massima tensione nel calcestruzzo e di minima tensione

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 11 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

nelle armature. Per le tensioni tangenziali è stato considerato il taglio massimo T agente in sommità del palo (anche non contemporaneo ad N-M).

Di seguito si riportano le massime e le minime sollecitazioni tra tutte le combinazioni, sul palo più sollecitato (valori positivi di N indicano compressione, valori negativi di N indicano trazione) :

			Mx (long)	My (trasv)	N max	N min
			kNm	kNm	kN	kN
SLU	max	GR2a_SLU_C_T_05	404.74	90.23	2770.99	931.12
	max	GR00_SLU_S_V_01	0.00	159.03	2098.07	1343.76
	max	GR01_SLU_C_T_02	0.00	90.23	2886.84	2194.83
	min	GR01_SLU_C_T_05	0.00	90.23	2275.87	1610.36
	min	GR00_SLU_S_0_01	0.00	0.00	1739.44	1702.40
	min	GR2a_SLU_C_T_05	404.74	90.23	2770.99	931.12
SISMICA q=1	max	GR2a_S1_C_T_07	993.34	184.18	3607.46	-172.27
	max	GR00_S1_S_0_02	280.51	613.94	3301.71	98.07
	max	GR2a_S1_C_T_07	993.34	184.18	3607.46	-172.27
	min	GR2a_S1_C_T_13	-934.09	-184.18	3597.72	-37.92
	min	GR00_S1_S_0_02	280.51	-613.94	3301.71	98.07
	min	GR2a_S1_C_T_07	993.34	184.18	3607.46	-172.27
SISMICA q=1.36	max	GR2a_S1.3_C_T_07	747.26	150.51	3160.81	275.18
	max	GR00_S1.3_S_0_02	206.68	501.70	2969.86	430.15
	max	GR2a_S1.3_C_T_07	747.26	150.51	3160.81	275.18
	min	GR00_S1.3_S_0_01	-687.30	-150.51	3116.95	369.29
	min	GR00_S1.3_S_0_02	206.68	-501.70	2969.86	430.15
	min	GR2a_S1.3_C_T_07	747.26	150.51	3160.81	275.18
SLE frequente	max	GR2a_SLEF_C_T_03	154.90	0.00	2051.37	1520.36
	max	GR01_SLEF_C_T_01	0.00	100.26	2108.76	1586.36
	max	GR01_SLEF_C_T_02	0.00	100.26	2110.91	1532.97
	min	GR01_SLEF_C_T_03	0.00	100.26	2105.69	1538.19
	min	GR01_SLEF_C_T_04	0.00	0.00	1867.84	1777.91
	min	GR2a_SLEF_C_T_03	154.90	0.00	2051.37	1520.36
SLE q. permanente	max	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	max	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	max	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	min	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	min	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	min	GR00_SLEQP_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
SLE rara	max	GR2a_SLER_C_T_03	299.81	60.15	2477.44	1157.18
	max	GR00_SLER_S_V_02	0.00	106.02	1966.18	1475.66
	max	GR2a_SLER_C_T_03	299.81	60.15	2477.44	1157.18
	min	GR01_SLER_C_T_03	0.00	60.15	2110.69	1660.33
	min	GR00_SLER_S_0_01	0.00	0.00	1744.26	1697.58
	min	GR2a_SLER_C_T_03	299.81	60.15	2477.44	1157.18
ECCEZIONALE	max	GR00_ECC_01	169.96	0.00	1739.44	1702.40
	max	GR00_ECC_02	0.00	453.23	2273.19	1168.65
	max	GR00_ECC_02	0.00	453.23	2273.19	1168.65
	min	GR00_ECC_01	0.00	0.00	1739.44	1702.40
	min	GR00_ECC_01	0.00	0.00	1739.44	1702.40
	min	GR00_ECC_02	0.00	453.23	2273.19	1168.65

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 12 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni di taglio sul singolo palo:

	Vpalo
GR00_SLU_S_V_01	82
GR2a_SLU_C_T_05	164
GR00_SLU_S_V_01	82
GR00_SLU_S_0_01	0
GR01_SLU_C_T_05	47
GR00_SLU_S_0_02	0
GR00_S1_S_0_02	250
GR2a_S1_C_T_07	372
GR00_S1_S_0_02	250
GR00_S1_S_0_02	250
GR2a_S1_C_T_13	351
GR00_S1_S_0_02	250

5.2 Verifiche di portanza verticale

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “Qd” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{ll} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W'p$$

dove:

Q_{ll} = portata laterale limite,

Q_{bl} = portata di base limite,

$W'p$ = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato: peso calcestruzzo-peso terreno),

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s$).

F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b$).

Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

τ_i = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

h_i = altezza dello strato i-esimo.

Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'v \leq \tau_{l,max}$$

dove:

σ'_v = tensione verticale efficace litostatica,

$\tau_{l,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa per terreni incoerenti).

β = coefficiente empirico $\beta = k \cdot \tan \phi$, essendo

k = coefficiente di pressione laterale = 0.6 a compressione e 0.5 a trazione;

ϕ = angolo di resistenza al taglio.

Portata di base

Per la valutazione della portata di base limite sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

A_p = area della base del palo,

q_{bl} = portata limite specifica di base.

Depositi incoerenti

Nei terreni incoerenti, la pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, viene valutata con la relazione di Berezantzev (1965) indicata nelle Raccomandazioni AGI:

$$q_b = N_q^* \cdot \sigma'_v \leq q_{b,lim}$$

essendo:

N_q^* = coefficiente in funzione dell'angolo di resistenza al taglio del terreno (Raccomandazioni AGI);

σ'_v = tensione verticale efficace;

$q_{b,lim}$ = pressione ultima di base massima consigliabile. Nel caso in esame si è fatto riferimento a quanto indicato da Gwizdala, 1984, vedasi seguente tabella.

Tabella 1 – Valori di q_{blim} secondo Gwizdala [1984]

	$q_{b,lim}$ (kPa)
GHIAIE	7300
SABBIE	5800
SABBIE LIMOSE	4300

Cautelativamente per le unità in esame si assume:

- terreni sabbiosi con angolo di resistenza al taglio $\phi' = 31-32^\circ$: $N_q^* = 10$; $q_b \leq 4300$ kPa

- terreni sabbiosi con angolo di resistenza al taglio $\phi' = 34^\circ$: $N_q^* = 14$; $q_b \leq 4300$ kPa

- terreni ghiaioso sabbiosi con angolo di resistenza al taglio $\phi' = 38^\circ$: $N_q^* = 23$; $q_b \leq 5800$ kPa.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 14 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

5.2.1 Risultati delle verifiche SLU compressione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.131	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	30	m
Lunghezza infissione	32.8	m
L / D	25.0	
N verifica	6138.1	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	-----------	---

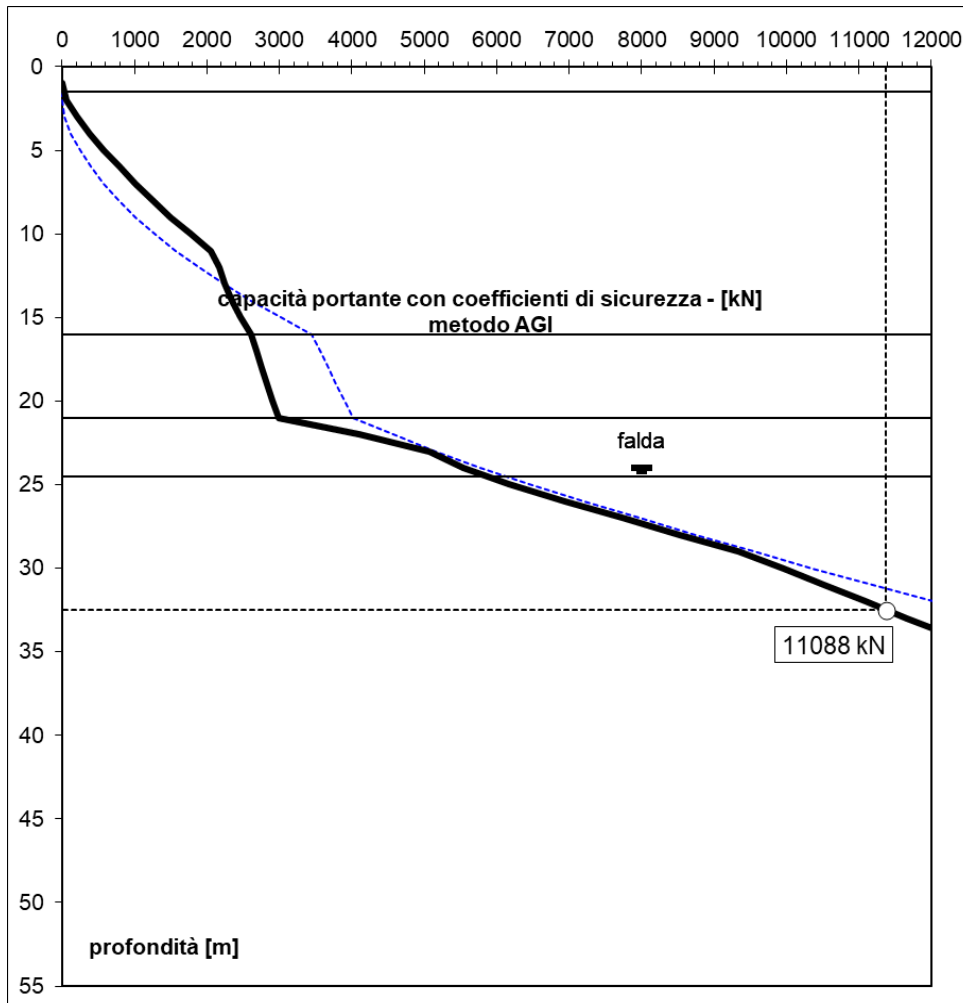
Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI									
Non coesivi									
Tipo	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	0.86	0	0.9	0
NC	34	0.6745	0.7	11.7	10.1	10.53	0	0.9	0
C	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.6249	0.7	8.7	8.2	8.35	0	0.9	0
NC	36	0.7265	0.7	15.2	12.5	13.16	0	0.9	0

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
IV01 00 D09 GEIV0603001 A 15 di 44

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_p	S	$\Sigma S=S_{lim}$	$Q_p=P_{lim}$	P_{lim}^*	P_p	$\Sigma P_p=W$	$Q_{amm,L+P}$
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0.0	0	0															0.0	0.0	
1.0	14.25	14.25	24	0.445	0.70	4.4	0.9	0	0.9	0.00	4.44	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0
2.0	33.5	33.5	34	0.675	0.70	15.8	10.5	0	0.9	0.00	15.82	0	0	0	0	141	0.0	0.0	61
3.0	53.5	53.5	34	0.675	0.70	25.3	10.5	0	0.9	0.00	25.26	564	48	48	637	423	2.8	2.8	205
4.0	73.5	73.5	34	0.675	0.70	34.7	10.5	0	0.9	0.00	34.70	774	65	170	876	704	2.8	8.5	383
5.0	93.5	93.5	34	0.675	0.70	44.1	10.5	0	0.9	0.00	44.15	985	83	327	1114	986	2.8	14.1	579
6.0	113.5	113.5	34	0.675	0.70	53.6	10.5	0	0.9	0.00	53.59	1196	101	520	1352	1268	2.8	19.8	793
7.0	133.5	133.5	34	0.675	0.70	63.0	10.5	0	0.9	0.00	63.03	1406	119	749	1590	1522	2.8	25.4	1013
8.0	153.5	153.5	34	0.675	0.70	72.5	10.5	0	0.9	0.00	72.48	1617	137	1013	1829	1765	2.8	31.1	1247
9.0	173.5	173.5	34	0.675	0.70	81.9	10.5	0	0.9	0.00	81.92	1828	154	1313	2067	2009	2.8	36.8	1499
10.0	193.5	193.5	34	0.675	0.70	91.4	10.5	0	0.9	0.00	91.36	2038	172	1649	2305	2252	2.8	42.4	1769
11.0	213.5	213.5	34	0.675	0.70	100.8	10.5	0	0.9	0.00	100.81	2249	190	2020	2543	2495	2.8	48.1	2058
12.0	233.5	233.5	34	0.675	0.70	110.2	10.5	0	0.9	0.00	110.25	2460	208	2427	2782	2291	2.8	53.7	2170
13.0	253.5	253.5	34	0.675	0.70	119.7	10.5	0	0.9	0.00	119.69	2670	226	2869	3020	1975	2.8	59.4	2251
14.0	273.5	273.5	34	0.675	0.70	129.1	10.5	0	0.9	0.00	129.13	2881	243	3347	3258	1659	2.8	65.0	2350
15.0	293.5	293.5	34	0.675	0.70	138.6	10.5	0	0.9	0.00	138.58	3092	261	3860	3497	1343	2.8	70.7	2468
16.0	313.5	313.5	34	0.675	0.70	148.0	10.5	0	0.9	0.00	148.02	3302	279	4409	3735	1027	2.8	76.3	2604
17.0	333.5	333.5	24	0.445	0.70	103.9	-	65	0.6	39.00	39.00	919	74	4556	1039	1046	2.8	82.0	2680
18.0	353.5	353.5	24	0.445	0.70	110.2	-	65	0.6	39.00	39.00	939	74	4704	1061	1064	2.8	87.7	2755
19.0	373.5	373.5	24	0.445	0.70	116.4	-	65	0.6	39.00	39.00	959	74	4851	1084	1084	2.8	93.3	2832
20.0	393.5	393.5	24	0.445	0.70	122.6	-	65	0.6	39.00	39.00	979	74	4998	1107	1107	2.8	99.0	2910
21.0	413.5	413.5	24	0.445	0.70	128.9	-	65	0.6	39.00	39.00	999	74	5145	1129	1129	2.8	104.6	2988
22.0	433.5	433.5	32	0.625	0.70	189.6	8.4	0	0.9	0.00	189.62	3621	357	5851	4095	2878	2.8	110.3	4104
23.0	453.5	453.5	32	0.625	0.70	198.4	8.4	0	0.9	0.00	198.36	3788	374	6591	4284	4240	2.8	115.9	5068
24.0	473.5	473.5	32	0.625	0.70	207.1	8.4	0	0.9	0.00	207.11	3955	390	7363	4473	4443	2.8	121.6	5544
25.0	486	493.5	36	0.727	0.70	247.2	13.2	0	0.9	0.00	247.17	6397	466	8226	7235	4886	2.8	127.2	6171
26.0	496	513.5	36	0.727	0.70	252.3	13.2	0	0.9	0.00	252.26	6529	475	9172	7384	5571	2.8	132.9	6946
27.0	506	533.5	36	0.727	0.70	257.3	13.2	0	0.9	0.00	257.34	6660	485	10137	7532	6256	2.8	138.5	7731
28.0	516	553.5	36	0.727	0.70	262.4	13.2	0	0.9	0.00	262.43	6792	495	11122	7681	6940	2.8	144.2	8526
29.0	526	573.5	36	0.727	0.70	267.5	13.2	0	0.9	0.00	267.51	6923	504	12126	7830	7625	2.8	149.9	9330
30.0	536	593.5	36	0.727	0.70	272.6	13.2	0	0.9	0.00	272.60	7055	514	13148	7979	7885	2.8	155.5	9959
31.0	546	613.5	36	0.727	0.70	277.7	13.2	0	0.9	0.00	277.68	7187	523	14191	8128	7963	2.8	161.2	10519
32.0	556	633.5	36	0.727	0.70	282.8	13.2	0	0.9	0.00	282.77	7318	533	15252	8277	8041	2.8	166.8	11088



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{palo} = 30m$;

	SLU	
Ved	6138	kN
Vres	11088	kN
Check	Verificato	-
C.S	1.65	-

La verifica risulta soddisfatta.

5.2.2 Risultati delle verifiche SLU Trazione

Nelle verifiche allo SLU non si riscontrano pali in trazione.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 17 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

5.2.3 Risultati delle verifiche SLV compressione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.13	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	30	m
Lunghezza infissione	32.8	32.8
L / D	25.0	
N verifica	9775.6	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	----	---

Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI									
Non coesivi									
Tipo	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	0.86	0	0.9	0
NC	34	0.6745	0.7	11.7	10.1	10.53	0	0.9	0
C	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.6249	0.7	8.7	8.2	8.35	0	0.9	0
NC	36	0.7265	0.7	15.2	12.5	13.16	0	0.9	0

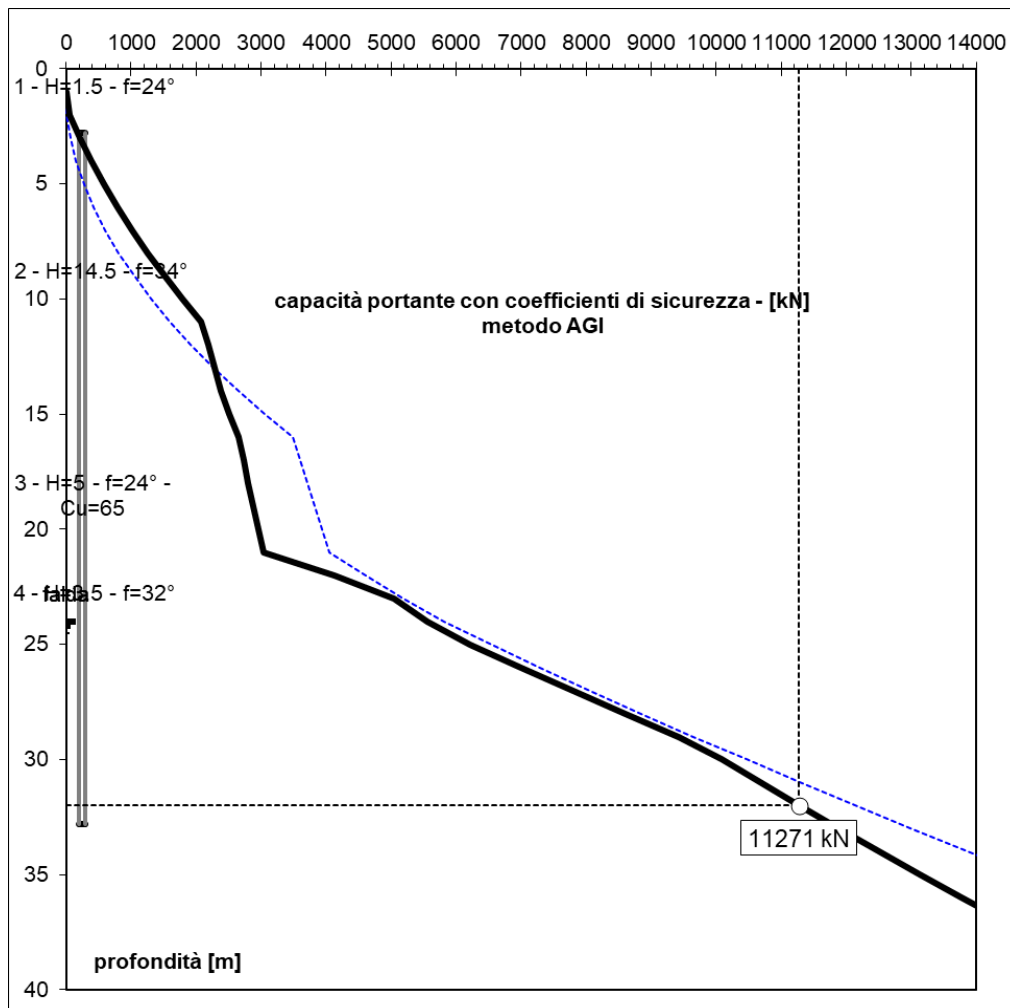
IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA LOTTO FASE-ENTE DOCUMENTO REV. FOGLIO
IV01 00 D09 GEIV0603001 A 18 di 44

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_p	S	$\Sigma S = S_{lim}$	$Q_p = P_{lim}$	P_{lim}^*	P_p	$\Sigma P_p = W$	$Q_{amm, L+P}$
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0.0	0	0															0.0	0.0	
1.0	9.5	9.5	24	0.445	0.70	2.96	0.9	0	0.9	0.00	3.0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0
2.0	29	29	34	0.675	0.70	13.69	10.5	0	0.9	0.00	13.7	0	0	0	0	135	0.0	0.0	59
3.0	49	49	34	0.675	0.70	23.14	10.5	0	0.9	0.00	23.1	516	87	87	584	406	5.7	5.7	216
4.0	69	69	34	0.675	0.70	32.58	10.5	0	0.9	0.00	32.6	727	123	210	822	676	5.7	11.3	391
5.0	89	89	34	0.675	0.70	42.02	10.5	0	0.9	0.00	42.0	937	158	368	1060	947	5.7	17.0	584
6.0	109	109	34	0.675	0.70	51.46	10.5	0	0.9	0.00	51.5	1148	194	562	1299	1217	5.7	22.6	796
7.0	129	129	34	0.675	0.70	60.91	10.5	0	0.9	0.00	60.9	1359	230	792	1537	1469	5.7	28.3	1017
8.0	149	149	34	0.675	0.70	70.35	10.5	0	0.9	0.00	70.4	1570	265	1057	1775	1712	5.7	33.9	1253
9.0	169	169	34	0.675	0.70	79.79	10.5	0	0.9	0.00	79.8	1780	301	1358	2013	1955	5.7	39.6	1507
10.0	189	189	34	0.675	0.70	89.24	10.5	0	0.9	0.00	89.2	1991	336	1695	2252	2198	5.7	45.2	1779
11.0	209	209	34	0.675	0.70	98.68	10.5	0	0.9	0.00	98.7	2202	372	2067	2490	2441	5.7	50.9	2070
12.0	229	229	34	0.675	0.70	108.12	10.5	0	0.9	0.00	108.1	2412	408	2474	2728	2247	5.7	56.5	2188
13.0	249	249	34	0.675	0.70	117.57	10.5	0	0.9	0.00	117.6	2623	443	2917	2966	1944	5.7	62.2	2277
14.0	269	269	34	0.675	0.70	127.01	10.5	0	0.9	0.00	127.0	2834	479	3396	3205	1640	5.7	67.9	2384
15.0	289	289	34	0.675	0.70	136.45	10.5	0	0.9	0.00	136.5	3044	514	3911	3443	1337	5.7	73.5	2509
16.0	309	309	34	0.675	0.70	145.90	10.5	0	0.9	0.00	145.9	3255	550	4461	3681	1034	5.7	79.2	2653
17.0	329	329	24	0.445	0.70	102.54	-	65	0.6	39.00	39.0	914	147	4608	1034	1043	5.7	84.8	2726
18.0	349	349	24	0.445	0.70	108.77	-	65	0.6	39.00	39.0	934	147	4755	1056	1052	5.7	90.5	2800
19.0	369	369	24	0.445	0.70	115.00	-	65	0.6	39.00	39.0	954	147	4902	1079	1070	5.7	96.1	2877
20.0	389	389	24	0.445	0.70	121.24	-	65	0.6	39.00	39.0	974	147	5049	1102	1097	5.7	101.8	2959
21.0	409	409	24	0.445	0.70	127.47	-	65	0.6	39.00	39.0	994	147	5196	1124	1124	5.7	107.4	3040
22.0	429	429	32	0.625	0.70	187.65	8.4	0	0.9	0.00	187.6	3584	707	5903	4053	2798	5.7	113.1	4125
23.0	449	449	32	0.625	0.70	196.40	8.4	0	0.9	0.00	196.4	3751	740	6644	4242	4053	5.7	118.8	5045
24.0	469	469	32	0.625	0.70	205.14	8.4	0	0.9	0.00	205.1	3918	773	7417	4431	4323	5.7	124.4	5553
25.0	484	489	36	0.727	0.70	246.15	13.2	0	0.9	0.00	246.2	6371	928	8345	7205	4782	5.7	130.1	6222
26.0	494	509	36	0.727	0.70	251.24	13.2	0	0.9	0.00	251.2	6502	947	9292	7354	5484	5.7	135.7	7007
27.0	504	529	36	0.727	0.70	256.32	13.2	0	0.9	0.00	256.3	6634	966	10258	7503	6186	5.7	141.4	7801
28.0	514	549	36	0.727	0.70	261.41	13.2	0	0.9	0.00	261.4	6765	985	11244	7652	6888	5.7	147.0	8606
29.0	524	569	36	0.727	0.70	266.50	13.2	0	0.9	0.00	266.5	6897	1005	12249	7800	7590	5.7	152.7	9420
30.0	534	589	36	0.727	0.70	271.58	13.2	0	0.9	0.00	271.6	7029	1024	13272	7949	7905	5.7	158.3	10075
31.0	544	609	36	0.727	0.70	276.67	13.2	0	0.9	0.00	276.7	7160	1043	14315	8098	8055	5.7	164.0	10668
32.0	554	629	36	0.727	0.70	281.75	13.2	0	0.9	0.00	281.8	7292	1062	15378	8247	8204	5.7	169.6	11271

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 19 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{\text{palo}} = 30\text{m}$;

	SLV	
Ved	9776	kN
Vres	11271	kN
Check	Verificato	-
C.S	1.04	-

La verifica risulta soddisfatta.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 20 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

5.2.4 Risultati delle verifiche SLV trazione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.13	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	30	m
Lunghezza infissione	32.8	32.8
L / D	25.0	
N verifica	3047.5	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	----	---

Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI									
Non coesivi									
Tipo	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.445	0.7	1.0	0.8	0.86	0	0.9	0
NC	34	0.674	0.7	11.7	10.1	10.53	0	0.9	0
C	24	0.445	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.625	0.7	8.7	8.2	8.35	0	0.9	0
NC	36	0.726	0.7	15.2	12.5	13.16	0	0.9	0

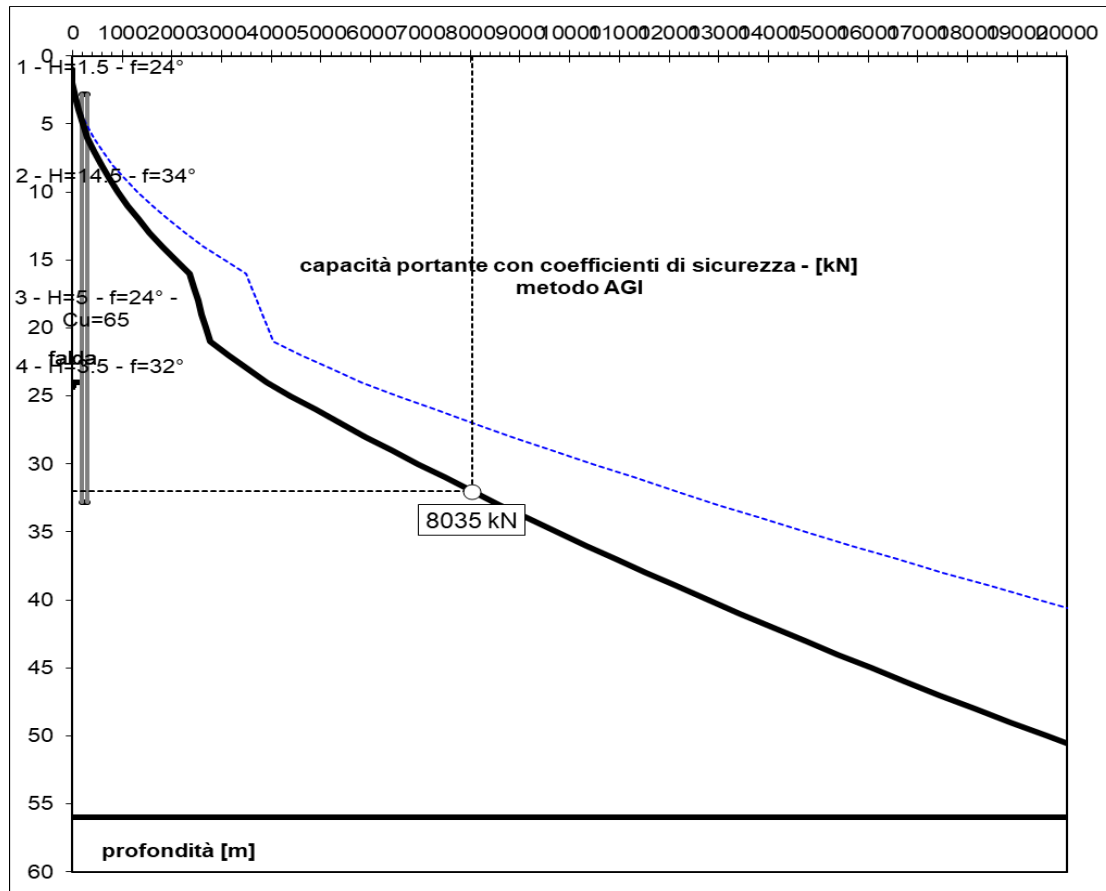
IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	21 di 44

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_p	S	$\Sigma S = S_{lim}$	P_p	$\Sigma P_p = W$	$Q_{amm,L}$
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN
0.0	0						0	0									
1	9.5	9.5	24	0.445	0.70	2.96	0.9	0	0.9	0.00	2.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	29	29	34	0.675	0.70	13.69	10.5	0	0.9	0.00	13.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	49	49	34	0.675	0.70	23.14	10.5	0	0.9	0.00	23.14	516.2	87.2	87.2	5.7	5.7	50.3
4	69	69	34	0.675	0.70	32.58	10.5	0	0.9	0.00	32.58	726.8	122.8	210.0	5.7	11.3	118.7
5	89	89	34	0.675	0.70	42.02	10.5	0	0.9	0.00	42.02	937.5	158.4	368.5	5.7	17.0	205.4
6	109	109	34	0.675	0.70	51.46	10.5	0	0.9	0.00	51.46	1148.2	194.0	562.5	5.7	22.6	310.3
7	129	129	34	0.675	0.70	60.91	10.5	0	0.9	0.00	60.91	1358.8	229.6	792.1	5.7	28.3	433.4
8	149	149	34	0.675	0.70	70.35	10.5	0	0.9	0.00	70.35	1569.5	265.2	1057.3	5.7	33.9	574.8
9	169	169	34	0.675	0.70	79.79	10.5	0	0.9	0.00	79.79	1780.2	300.8	1358.1	5.7	39.6	734.3
10	189	189	34	0.675	0.70	89.24	10.5	0	0.9	0.00	89.24	1990.9	336.4	1694.5	5.7	45.2	912.0
11	209	209	34	0.675	0.70	98.68	10.5	0	0.9	0.00	98.68	2201.5	372.0	2066.6	5.7	50.9	1108.0
12	229	229	34	0.675	0.70	108.12	10.5	0	0.9	0.00	108.12	2412.2	407.6	2474.2	5.7	56.5	1322.1
13	249	249	34	0.675	0.70	117.57	10.5	0	0.9	0.00	117.57	2622.9	443.2	2917.4	5.7	62.2	1554.5
14	269	269	34	0.675	0.70	127.01	10.5	0	0.9	0.00	127.01	2833.6	478.8	3396.2	5.7	67.9	1805.1
15	289	289	34	0.675	0.70	136.45	10.5	0	0.9	0.00	136.45	3044.2	514.4	3910.6	5.7	73.5	2073.8
16	309	309	34	0.675	0.70	145.90	10.5	0	0.9	0.00	145.90	3254.9	550.0	4460.6	5.7	79.2	2360.8
17	329	329	24	0.445	0.70	102.54	-	65	0.6	39.00	39.00	914.0	147.0	4607.7	5.7	84.8	2441.7
18	349	349	24	0.445	0.70	108.77	-	65	0.6	39.00	39.00	934.0	147.0	4754.7	5.7	90.5	2522.5
19	369	369	24	0.445	0.70	115.00	-	65	0.6	39.00	39.00	954.0	147.0	4901.7	5.7	96.1	2603.4
20	389	389	24	0.445	0.70	121.24	-	65	0.6	39.00	39.00	974.0	147.0	5048.8	5.7	101.8	2684.3
21	409	409	24	0.445	0.70	127.47	-	65	0.6	39.00	39.00	994.0	147.0	5195.8	5.7	107.4	2765.1
22	429	429	32	0.625	0.70	187.65	8.4	0	0.9	0.00	187.65	3583.5	707.4	5903.2	5.7	113.1	3132.6
23	449	449	32	0.625	0.70	196.40	8.4	0	0.9	0.00	196.40	3750.6	740.4	6643.6	5.7	118.8	3517.0
24	469	469	32	0.625	0.70	205.14	8.4	0	0.9	0.00	205.14	3917.7	773.4	7417.0	5.7	124.4	3918.3
25	484	489	36	0.727	0.70	246.15	13.2	0	0.9	0.00	246.15	6370.6	928.0	8344.9	5.7	130.1	4398.6
26	494	509	36	0.727	0.70	251.24	13.2	0	0.9	0.00	251.24	6502.2	947.1	9292.1	5.7	135.7	4888.7
27	504	529	36	0.727	0.70	256.32	13.2	0	0.9	0.00	256.32	6633.8	966.3	10258.4	5.7	141.4	5388.6
28	514	549	36	0.727	0.70	261.41	13.2	0	0.9	0.00	261.41	6765.4	985.5	11243.9	5.7	147.0	5898.4
29	524	569	36	0.727	0.70	266.50	13.2	0	0.9	0.00	266.50	6897.1	1004.7	12248.6	5.7	152.7	6417.9
30	534	589	36	0.727	0.70	271.58	13.2	0	0.9	0.00	271.58	7028.7	1023.8	13272.4	5.7	158.3	6947.3
31	544	609	36	0.727	0.70	276.67	13.2	0	0.9	0.00	276.67	7160.3	1043.0	14315.4	5.7	164.0	7486.5
32	554	629	36	0.727	0.70	281.75	13.2	0	0.9	0.00	281.75	7291.9	1062.2	15377.6	5.7	169.6	8035.4

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	22 di 44



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{\text{palo}} = 30\text{m}$;

	SLV	
Ved	3047.5	kN
Vres	8035	kN
Check	Verificato	-
C.S	2.64	-

La verifica risulta soddisfatta.

5.3 Verifica di portanza orizzontale

Per la determinazione del valore di progetto della resistenza dei pali soggetti a carichi trasversali valgono le indicazioni della normativa al paragrafo 6.4.3.1.1, applicando il coefficiente parziale (γ_T) della seguente tabella (vedasi tabella di normativa 6.4.VI) ed i coefficienti ξ_3 e ξ_4 , fattori di correlazione in funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative (tabella di normativa 6.4.IV).

Tabella 2 Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

Per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita.

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

Le equazioni con cui si determina il carico limite a forze orizzontali dei pali sono definite di seguito al variare del tipo di meccanismo considerato.

In terreni incoerenti si ha (vedasi figura seguente):

Palo corto:
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

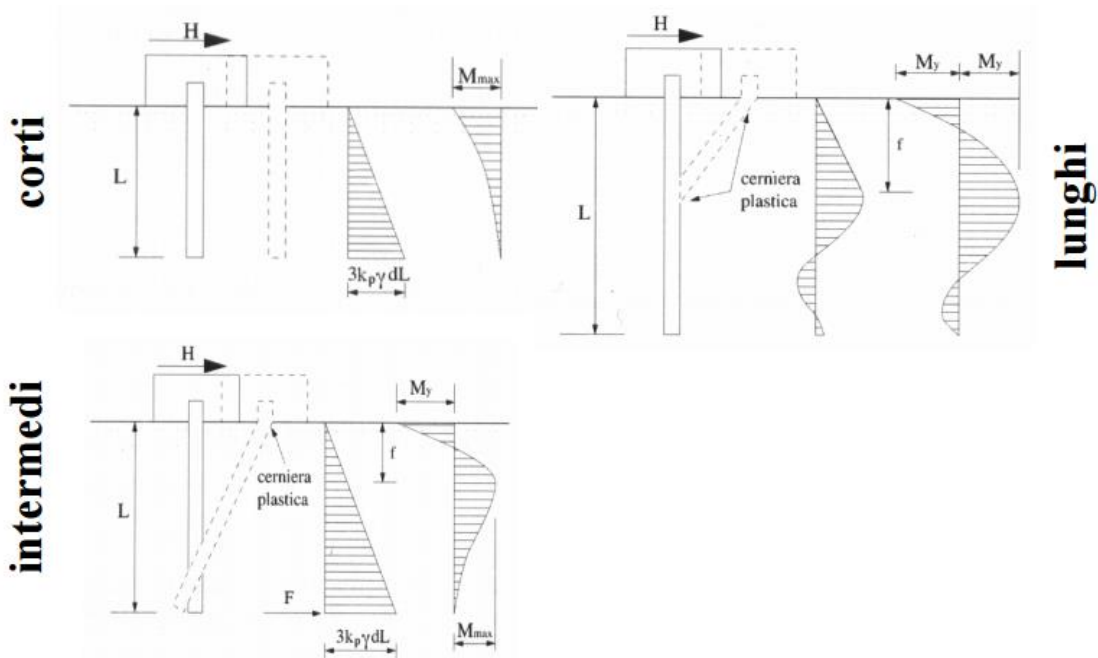
dove, oltre ai termini già definiti,

k_p = coefficiente di spinta passiva.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	24 di 44

dove :



Il valore di H dovrà essere confrontato con il massimo valore del taglio agente sul palo al variare delle combinazioni (V_{pd}).

Il valore determinato con la teoria di Broms dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

$$H_{lim} = H / (\xi \cdot \gamma_T) > V_{pd}$$

dove:

H = valore limite in funzione del meccanismo attivato;

ξ = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

γ_T = fattore parziale per pali soggetti a carichi orizzontali.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

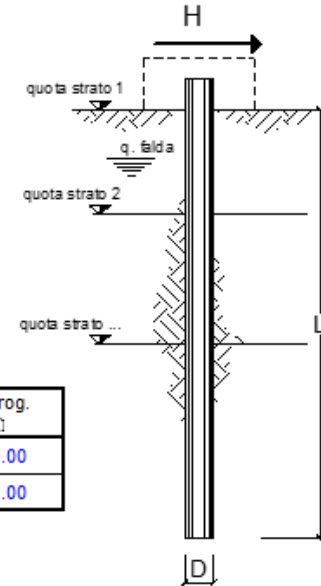
COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	25 di 44

5.3.1 Risultati delle verifiche

Si dispone una doppia gabbia di armatura di 30 ϕ 30. Per i dettagli delle verifiche strutturali si rimanda allo specifico elaborato IV0100D09CLIV0605001.

opera Pali/Spalla

coefficienti parziali		Metodo di calcolo	A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	$\gamma_{e'}$	γ_{cu}	γ_T
SUD	A1+M1+R1	<input type="checkbox"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="checkbox"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="checkbox"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input type="checkbox"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30



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		100.00	19	19	24	2.37		24	2.37	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		98.50	20	20	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		84.00	20	20	24	2.37	65	24	2.37	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4		79.00	20	20	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5		75.50	20	10	36	3.85		36	3.85	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda **76.00** (m)
 Diametro del palo D **1.20** (m)
 Lunghezza del palo L **30.00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **6027.77** (kNm)
 Step di calcolo **0.01** (m)

- palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 26 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3353.8 (kN)		3353.8 (kN)	
Palo intermedio	17540.7 (kN)		17521.8 (kN)	
Palo corto	51491.8 (kN)		51221.8 (kN)	
	H_{med} 3353.8 (kN)	Palo lungo	H_{min} 3353.8 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		1972.85 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		1517.58 (kN)	

Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

f_{yd} = f_{yk} / γ_s / γ_E = 391.3 (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ε_{ys} = 0.190%

ε_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
30	φ 30	21205.75	87
30	φ 30	21205.75	147
0	φ 30	0.00	100

calcolo

Momento di Plasticizzazione

M_y = 6027.8 (kN m)

Inserisci

Il massimo taglio agente è pari a 993.77 kN. Assumendo il coefficiente di gruppo pari a 0.8 la portanza orizzontale è pari a 0.8 x 1517.58 = 1214.06 kN, maggiore del massimo taglio agente, pertanto la verifica risulta soddisfatta.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 27 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

6 VERIFICHE GEOTECNICHE PALI DI FONDAZIONE DELLE SPALLE

Nel seguito si riportano le sollecitazioni ad intradosso fondazione, per i dettagli del calcolo si rimanda alla relazione di calcolo delle spalle (documento IV0I00D09CLIV0604001).

LC	N	Tx (trasv)	Ty (long)	Mz	Mx (long)	My (trasv)
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
RARA_1_NML_1	25392	336	-3713	0	15755	3684
RARA_1_NML_2	24733	336	-3713	0	14090	3684
RARA_2_NML_1	26691	334	-3918	0	16514	4331
RARA_2_NML_2	25631	334	-3918	0	13837	4331
FREQ_1_NML_1	23341	0	-3375	0	14523	0
FREQ_1_NML_2	23341	0	-3375	0	14523	0
FREQ_2_NML_1	25392	180	-3713	0	15755	2302
FREQ_2_NML_2	24733	180	-3713	0	14090	2302
Q.PERM_NML_1	23341	0	-3375	0	14523	0
Q.PERM_NML_2	23341	0	-3375	0	14523	0
SLU1_NML_1	34280	477	-5012	0	21270	5181
SLU1_NML_2	33389	477	-5012	0	19021	5181
SLU2_NML_1	36033	464	-5289	0	22294	5972
SLU2_NML_2	34601	464	-5289	0	18680	5972
SLU3_NML_1	26110	477	-3831	0	16187	5181
SLU3_NML_2	25220	477	-3831	0	13938	5181
SLU4_NML_1	27864	464	-4108	0	17211	5972
SLU4_NML_2	26432	464	-4108	0	13597	5972
SLV_NML_L1	24372	1559	-13330	0	-34726	8552
SLV_NML_L2	22529	1559	-13330	0	-35794	8552
SLV_NML_T1	24372	5085	-6437	0	-5662	23408
SLV_NML_T2	22529	5085	-6437	0	-6729	23408
SLV_NML_V1	26523	1559	-6437	0	-4416	8552
SLV_NML_V2	20378	1559	-6437	0	-7975	8552
RARA_1_MTRA_4	24829	306	-3713	0	15709	5236
RARA_2_MTRA_4	25754	294	-3918	0	16433	7207
FREQ_1_MTRA_4	23341	0	-3375	0	14523	0
FREQ_2_MTRA_4	24829	150	-3713	0	15709	3854
Q.PERM_MTRA_4	23341	0	-3375	0	14523	0
SLU1_MTRA_4	33519	436	-5012	0	21207	7276

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	28 di 44

LC	N	Tx (trasv)	Ty (long)	Mz	Mx (long)	My (trasv)
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
SLU2_MTRA_4	34767	410	-5289	0	22184	9854
SLU3_MTRA_4	25350	436	-3831	0	16123	7276
SLU4_MTRA_4	26598	410	-4108	0	17101	9854
SLV_MTRA_L1	24285	1546	-13295	0	-34532	8713
SLV_MTRA_L2	22453	1546	-13295	0	-35597	8713
SLV_MTRA_T1	24285	5060	-6427	0	-5616	23468
SLV_MTRA_T2	22453	5060	-6427	0	-6681	23468
SLV_MTRA_V1	26424	1546	-6427	0	-4373	8713
SLV_MTRA_V2	20314	1546	-6427	0	-7924	8713
RARA_1_PSCA_3	23341	11	-3375	0	14523	105
RARA_2_PSCA_3	23341	7	-3375	0	14523	63
FREQ_1_PSCA_3	23341	2	-3375	0	14523	21
FREQ_2_PSCA_3	23341	0	-3375	0	14523	0
Q.PERM_PSCA_3	23341	0	-3375	0	14523	0
SLU1_PSCA_3	31510	17	-4556	0	19606	157
SLU2_PSCA_3	31510	10	-4556	0	19606	94
SLU3_PSCA_3	23341	17	-3375	0	14523	157
SLU4_PSCA_3	23341	10	-3375	0	14523	94
SLV_PSCA_L1	23497	1457	-12954	0	-33898	5929
SLV_PSCA_L2	21734	1457	-12954	0	-34886	5929
SLV_PSCA_T1	23497	4858	-6248	0	-6095	19763
SLV_PSCA_T2	21734	4858	-6248	0	-7083	19763
SLV_PSCA_V1	25554	1457	-6248	0	-4942	5929
SLV_PSCA_V2	19677	1457	-6248	0	-8235	5929

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	29 di 44

6.1 Sollecitazioni

Per i criteri utilizzati nel calcolo delle sollecitazioni si rimanda al paragrafo 5.1.

6.1.1 Massime e minime sollecitazioni sul singolo palo

Di seguito si riportano le massime e le minime sollecitazioni tra tutte le combinazioni, sul palo più sollecitato (valori positivi di N indicano compressione, valori negativi di N indicano trazione) :

			Mx (long)	My (trasv)	N max	N min
			kNm	kNm	kN	kN
SLU	max	SLU2_NML_1	-1198	105	3452	2553
	max	SLU1_NML_1	-1135	108	3278	2435
	min	SLU3_PSCA_3	-764	4	2136	1754
	min	SLU2_PSCA_3	-1032	2	2880	2372
SLV	max	SLV_NML_L1	-3020	353	4803	-741
	max	SLV_NML_T1	-1458	1152	3733	329
	min	SLV_PSCA_T1	-1415	1100	3555	362
	min	SLV_PSCA_L1	-2934	330	4596	-680
SLE frequente	max	FREQ_2_NML_1	-841	41	2380	1852
	max	FREQ_2_NML_1	-841	41	2380	1852
	min	FREQ_1_NML_1	-764	0	2131	1759
	min	FREQ_1_NML_1	-764	0	2131	1759
SLE q. perm.	max	Q.PERM_NML_1	-764	0	2131	1759
	max	Q.PERM_NML_1	-764	0	2131	1759
	min	Q.PERM_NML_1	-764	0	2131	1759
	min	Q.PERM_NML_1	-764	0	2131	1759
SLE rara	max	RARA_2_NML_1	-888	76	2554	1894
	max	RARA_1_NML_1	-841	76	2423	1809
	min	RARA_1_PSCA_3	-764	3	2134	1756
	min	RARA_2_PSCA_3	-764	2	2133	1757

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	30 di 44

Si riportano di seguito le massime sollecitazioni di taglio sul singolo palo:

Combinazione	Ved [kN]
SLU1_NML_1	419.57
SLU2_NML_1	442.48
SLU2_PSCA_3	379.65
SLU3_PSCA_3	281.22
SLV_NML_T1	683.63
SLV_NML_L1	1118.42
SLV_PSCA_L1	1086.29
SLV_PSCA_T1	659.55

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 31 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

6.2 Verifiche di portanza verticale

Per i criteri utilizzati nel calcolo della portanza verticale dei pali si rimanda al paragrafo 5.2.

6.2.1 Risultati delle verifiche SLU compressione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.13	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	23	m
Lunghezza infissione	25.8	m
L / D	19.2	
N verifica	3452	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	-----------	---

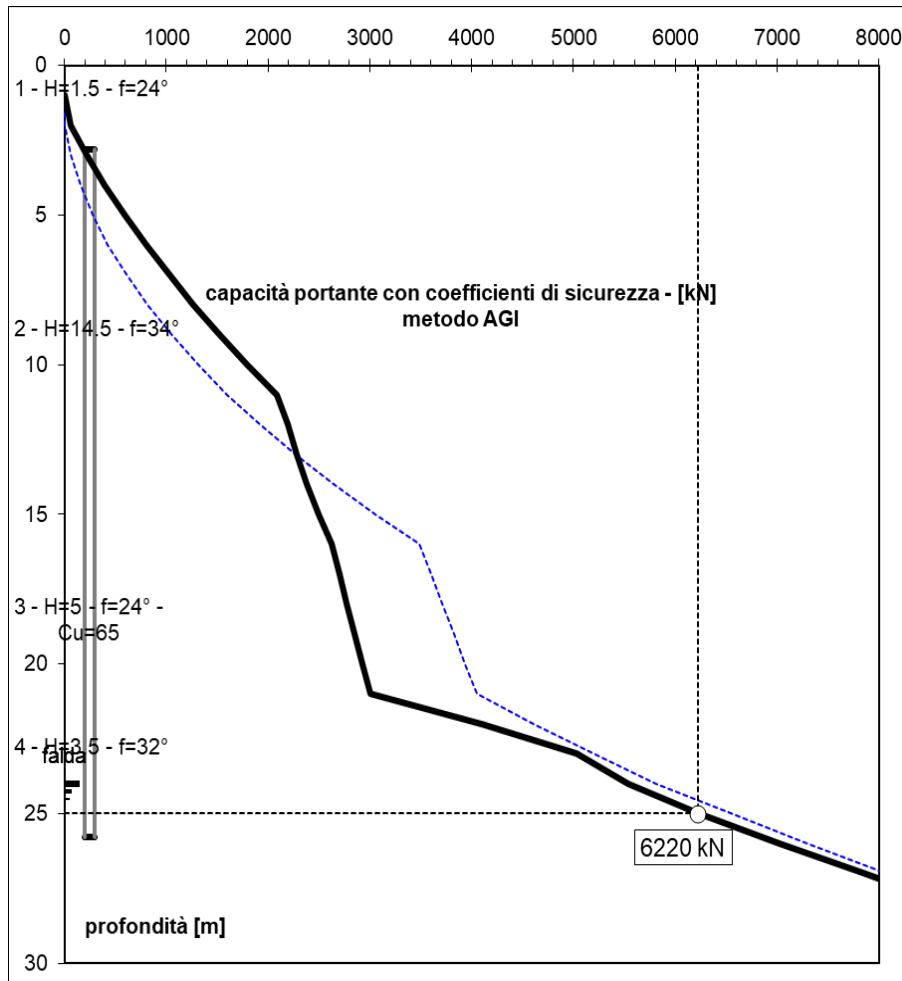
Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI									
Tipo	Non coesivi						Coesivi		
	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	0.89	0	0.9	0
NC	34	0.6745	0.7	11.7	10.1	10.85	0	0.9	0
C	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.6249	0.7	8.7	8.2	8.46	0	0.9	0
NC	36	0.7265	0.7	15.2	12.5	13.72	0	0.9	0

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 32 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_p	S	$\Sigma S=S_{lim}$	$Q_p=P_{lim}$	P_{lim}^*	P_p	$\Sigma P_p=W$	$Q_{amm,L+P}$
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
0.0	0	0															0.0	0.0	
1.0	9.5	9.5	24	0.445	0.7	3.0	0.9	0	0.9	0.00	3.0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0
2.0	29	29	34	0.675	0.7	13.7	10.9	0	0.9	0.00	13.7	0	0	0	0	139	0.0	0.0	61
3.0	49	49	34	0.675	0.7	23.1	10.9	0	0.9	0.00	23.1	532	87	87	601	418	5.7	5.7	219
4.0	69	69	34	0.675	0.7	32.6	10.9	0	0.9	0.00	32.6	749	123	210	847	697	5.7	11.3	396
5.0	89	89	34	0.675	0.7	42.0	10.9	0	0.9	0.00	42.0	966	158	368	1092	976	5.7	17.0	592
6.0	109	109	34	0.675	0.7	51.5	10.9	0	0.9	0.00	51.5	1183	194	562	1338	1254	5.7	22.6	805
7.0	129	129	34	0.675	0.7	60.9	10.9	0	0.9	0.00	60.9	1400	230	792	1583	1513	5.7	28.3	1028
8.0	149	149	34	0.675	0.7	70.4	10.9	0	0.9	0.00	70.4	1617	265	1057	1829	1764	5.7	33.9	1265
9.0	169	169	34	0.675	0.7	79.8	10.9	0	0.9	0.00	79.8	1834	301	1358	2074	2014	5.7	39.6	1521
10.0	189	189	34	0.675	0.7	89.2	10.9	0	0.9	0.00	89.2	2051	336	1695	2320	2265	5.7	45.2	1795
11.0	209	209	34	0.675	0.7	98.7	10.9	0	0.9	0.00	98.7	2268	372	2067	2565	2515	5.7	50.9	2087
12.0	229	229	34	0.675	0.7	108.1	10.9	0	0.9	0.00	108.1	2485	408	2474	2811	2310	5.7	56.5	2199
13.0	249	249	34	0.675	0.7	117.6	10.9	0	0.9	0.00	117.6	2703	443	2917	3056	1991	5.7	62.2	2279
14.0	269	269	34	0.675	0.7	127.0	10.9	0	0.9	0.00	127.0	2920	479	3396	3302	1672	5.7	67.9	2377
15.0	289	289	34	0.675	0.7	136.5	10.9	0	0.9	0.00	136.5	3137	514	3911	3547	1353	5.7	73.5	2494
16.0	309	309	34	0.675	0.7	145.9	10.9	0	0.9	0.00	145.9	3354	550	4461	3793	1034	5.7	79.2	2629
17.0	329	329	24	0.445	0.7	102.5	-	65	0.6	39.00	39.0	914	147	4608	1034	1043	5.7	84.8	2701
18.0	349	349	24	0.445	0.7	108.8	-	65	0.6	39.00	39.0	934	147	4755	1056	1052	5.7	90.5	2773
19.0	369	369	24	0.445	0.7	115.0	-	65	0.6	39.00	39.0	954	147	4902	1079	1070	5.7	96.1	2848
20.0	389	389	24	0.445	0.7	121.2	-	65	0.6	39.00	39.0	974	147	5049	1102	1097	5.7	101.8	2928
21.0	409	409	24	0.445	0.7	127.5	-	65	0.6	39.00	39.0	994	147	5196	1124	1124	5.7	107.4	3008
22.0	429	429	32	0.625	0.7	187.6	8.5	0	0.9	0.00	187.6	3628	707	5903	4103	2827	5.7	113.1	4104
23.0	449	449	32	0.625	0.7	196.4	8.5	0	0.9	0.00	196.4	3797	740	6644	4295	4103	5.7	118.8	5032
24.0	469	469	32	0.625	0.7	205.1	8.5	0	0.9	0.00	205.1	3966	773	7417	4486	4377	5.7	124.4	5539
25.0	484	489	36	0.727	0.7	246.2	13.7	0	0.9	0.00	246.2	6641	928	8345	7511	4866	5.7	130.1	6220



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{\text{palo}} = 23\text{m}$;

	SLU	
Ved	3452	kN
Vres	6220	kN
Check	Verificato	-
C.S	1.80	-

La verifica risulta soddisfatta.

6.2.2 Risultati delle verifiche SLU trazione

Nelle verifiche allo SLU non si riscontrano pali in trazione.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 34 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

6.2.3 Risultati delle verifiche SLV compressione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.13	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	23	m
Lunghezza infissione	25.8	m
L / D	19.2	
N verifica	4803	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	-----------	---

Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI

Tipo	Non coesivi						Coesivi		
	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	0.89	0	0.9	0
NC	34	0.6745	0.7	11.7	10.1	10.85	0	0.9	0
C	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.6249	0.7	8.7	8.2	8.46	0	0.9	0
NC	36	0.7265	0.7	15.2	12.5	13.72	0	0.9	0

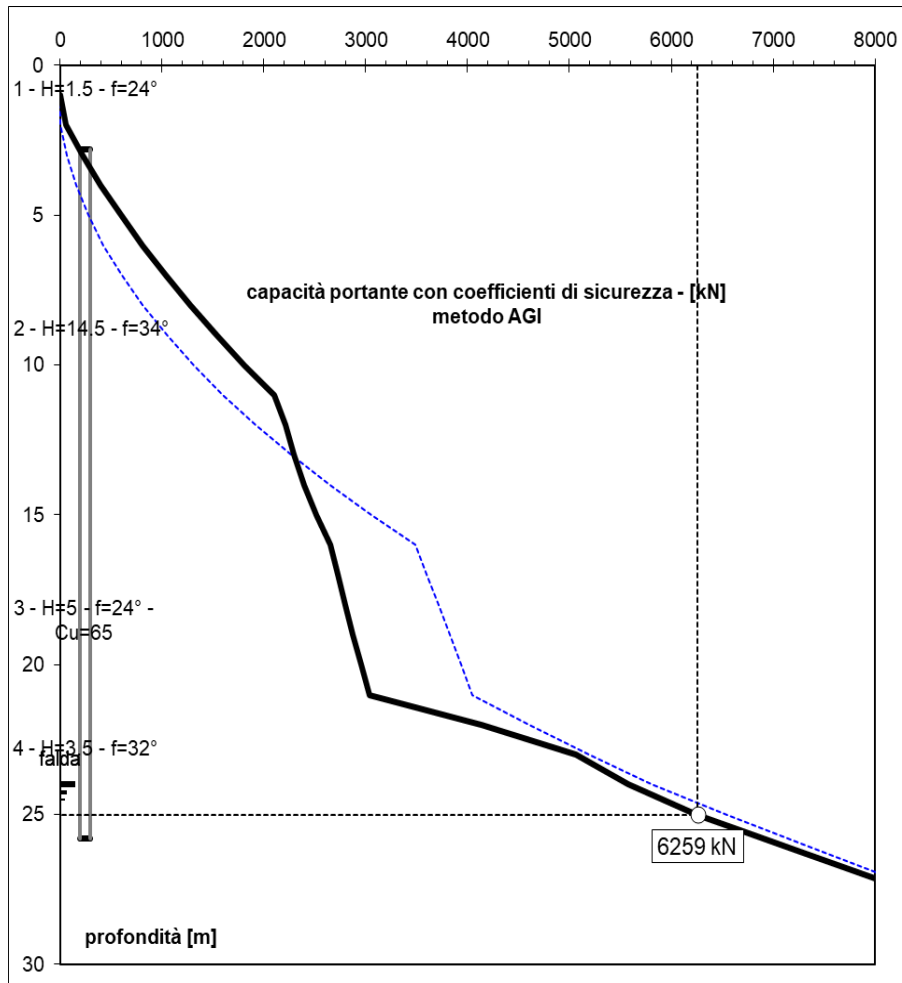
IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 35 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_b	S	$\Sigma S = S_{lim}$	$Q_p = P_{lim}$	P_{lim}^*	P_p	$\Sigma P_p = W$	$Q_{amm,L+P}$	
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
0.0	0	0															0.0	0.0		
1.0	9.5	9.5	24	0.445	0.70	2.96	0.9	0	0.9	0.00	2.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	29	29	34	0.675	0.70	13.69	10.9	0	0.9	0.00	13.69	0.0	0.0	0.0	0.0	139.4	0.0	0.0	0.0	60.7
3.0	49	49	34	0.675	0.70	23.14	10.9	0	0.9	0.00	23.14	531.8	87.2	87.2	601.5	418.1	5.7	5.7	5.7	221.1
4.0	69	69	34	0.675	0.70	32.58	10.9	0	0.9	0.00	32.58	748.9	122.8	210.0	847.0	696.9	5.7	11.3	11.3	399.8
5.0	89	89	34	0.675	0.70	42.02	10.9	0	0.9	0.00	42.02	966.0	158.4	368.5	1092.5	975.6	5.7	17.0	17.0	596.6
6.0	109	109	34	0.675	0.70	51.46	10.9	0	0.9	0.00	51.46	1183.0	194.0	562.5	1338.0	1254.4	5.7	22.6	22.6	811.7
7.0	129	129	34	0.675	0.70	60.91	10.9	0	0.9	0.00	60.91	1400.1	229.6	792.1	1583.5	1513.3	5.7	28.3	28.3	1036.3
8.0	149	149	34	0.675	0.70	70.35	10.9	0	0.9	0.00	70.35	1617.2	265.2	1057.3	1829.0	1763.9	5.7	33.9	33.9	1275.5
9.0	169	169	34	0.675	0.70	79.79	10.9	0	0.9	0.00	79.79	1834.2	300.8	1358.1	2074.5	2014.4	5.7	39.6	39.6	1532.8
10.0	189	189	34	0.675	0.70	89.24	10.9	0	0.9	0.00	89.24	2051.3	336.4	1694.5	2320.0	2264.9	5.7	45.2	45.2	1808.4
11.0	209	209	34	0.675	0.70	98.68	10.9	0	0.9	0.00	98.68	2268.4	372.0	2066.6	2565.5	2515.4	5.7	50.9	50.9	2102.2
12.0	229	229	34	0.675	0.70	108.12	10.9	0	0.9	0.00	108.12	2485.5	407.6	2474.2	2811.0	2310.2	5.7	56.5	56.5	2215.6
13.0	249	249	34	0.675	0.70	117.57	10.9	0	0.9	0.00	117.57	2702.5	443.2	2917.4	3056.5	1991.1	5.7	62.2	62.2	2297.6
14.0	269	269	34	0.675	0.70	127.01	10.9	0	0.9	0.00	127.01	2919.6	478.8	3396.2	3302.0	1672.0	5.7	67.9	67.9	2397.9
15.0	289	289	34	0.675	0.70	136.45	10.9	0	0.9	0.00	136.45	3136.7	514.4	3910.6	3547.5	1352.8	5.7	73.5	73.5	2516.3
16.0	309	309	34	0.675	0.70	145.90	10.9	0	0.9	0.00	145.90	3353.7	550.0	4460.6	3793.0	1033.7	5.7	79.2	79.2	2652.9
17.0	329	329	24	0.445	0.70	102.54	-	65	0.6	39.00	39.00	914.0	147.0	4607.7	1033.7	1042.8	5.7	84.8	84.8	2726.4
18.0	349	349	24	0.445	0.70	108.77	-	65	0.6	39.00	39.00	934.0	147.0	4754.7	1056.3	1051.8	5.7	90.5	90.5	2799.9
19.0	369	369	24	0.445	0.70	115.00	-	65	0.6	39.00	39.00	954.0	147.0	4901.7	1078.9	1069.9	5.7	96.1	96.1	2877.3
20.0	389	389	24	0.445	0.70	121.24	-	65	0.6	39.00	39.00	974.0	147.0	5048.8	1101.6	1097.0	5.7	101.8	101.8	2958.7
21.0	409	409	24	0.445	0.70	127.47	-	65	0.6	39.00	39.00	994.0	147.0	5195.8	1124.2	1124.2	5.7	107.4	107.4	3040.1
22.0	429	429	32	0.625	0.70	187.65	8.5	0	0.9	0.00	187.65	3628.2	707.4	5903.2	4103.4	2826.6	5.7	113.1	113.1	4138.1
23.0	449	449	32	0.625	0.70	196.40	8.5	0	0.9	0.00	196.40	3797.3	740.4	6643.6	4294.7	4103.4	5.7	118.8	118.8	5067.5
24.0	469	469	32	0.625	0.70	205.14	8.5	0	0.9	0.00	205.14	3966.5	773.4	7417.0	4486.0	4376.7	5.7	124.4	124.4	5576.5
25.0	484	489	36	0.727	0.70	246.15	13.7	0	0.9	0.00	246.15	6641.3	928.0	8344.9	7511.1	4865.8	5.7	130.1	130.1	6258.6

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA	LOTTO	FASE-ENTE	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IV01	00	D09	GEIV0603001	A	36 di 44



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{\text{palo}} = 23\text{m}$;

	SLV	
Ved	4803	kN
Vres	6259	kN
Check	Verificato	-
C.S	1.30	-

La verifica risulta soddisfatta.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 37 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

6.2.4 Risultati delle verifiche SLV trazione

Le verifiche sono state eseguite considerando la falda a quota 24 m da p.c.

Caratteristiche del palo		
Diametro	1.2	m
Area	1.13	m
Perimetro	3.77	m
Profondità infissione	2.8	m
Lunghezza palo	23	m
Lunghezza infissione	25.8	m
L / D	19.2	
N verifica	932	kN

Caratteristiche degli strati di terreno

Falda (da p.c.)	24	m
-----------------	-----------	---

Form.	Spes.	Z _{inf}	γ _{sat}
	m	m	kN/m ²
pc	0	0	
1	1.5	1.5	19
2	14.5	16	20
3	5	21	20
4	3.5	24.5	20
5	31.5	56	20

Parametri per il calcolo della portata con il metodo AGI

Tipo	Non coesivi						Coesivi		
	φ	μ	k	N _q	N _q	N _q	C _u	α	τ _c
	°	tan(φ)		L/D=4	L/D=32		kPa		a' C _u
NC	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	0.89	0	0.9	0
NC	34	0.6745	0.7	11.7	10.1	10.85	0	0.9	0
C	24	0.4452	0.7	1.0	0.8	-	65	0.6	39
NC	32	0.6249	0.7	8.7	8.2	8.46	0	0.9	0
NC	36	0.7265	0.7	15.2	12.5	13.72	0	0.9	0

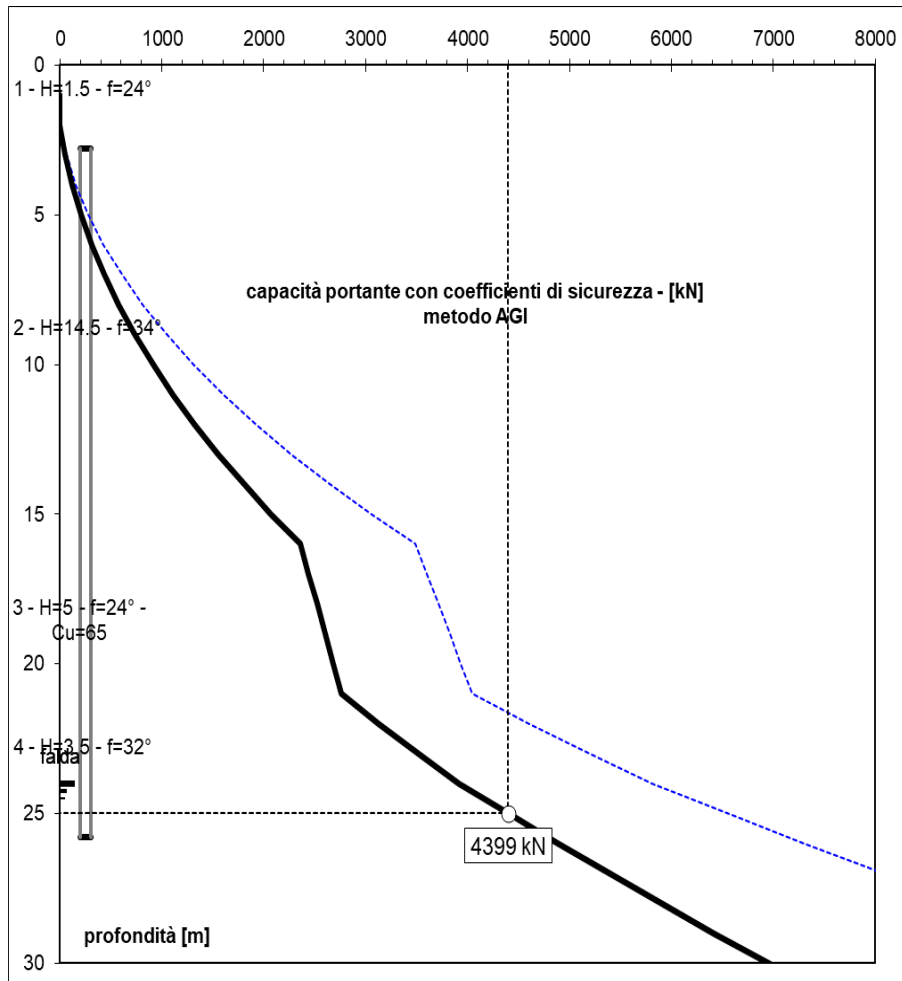
IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
 cat C1 dal km 83+400 al 83+530
 Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 38 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

z	σ'_v	σ_v	ϕ	μ	k	τ_{NC}	N_q	C_u	α	τ_c	τ	q_p	S	$\Sigma S = S_{lim}$	P_p	$\Sigma P_p = W$	$Q_{amm.L}$
m	kPa	kPa				$\mu \times k$		kPa		$\alpha \times C_u$	τ_{NC} / τ_c	kPa	kN	kN	kN	kN	kN
0.0	0	0													0.0	0.0	
1.0	9.5	9.5	24	0.445	0.70	2.96	0.9	0	0.9	0.00	2.96	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2.0	29	29	34	0.675	0.70	13.69	10.9	0	0.9	0.00	13.69	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3.0	49	49	34	0.675	0.70	23.14	10.9	0	0.9	0.00	23.14	531.8	87.2	87.2	5.7	5.7	50.3
4.0	69	69	34	0.675	0.70	32.58	10.9	0	0.9	0.00	32.58	748.9	122.8	210.0	5.7	11.3	118.7
5.0	89	89	34	0.675	0.70	42.02	10.9	0	0.9	0.00	42.02	966.0	158.4	368.5	5.7	17.0	205.4
6.0	109	109	34	0.675	0.70	51.46	10.9	0	0.9	0.00	51.46	1183.0	194.0	562.5	5.7	22.6	310.3
7.0	129	129	34	0.675	0.70	60.91	10.9	0	0.9	0.00	60.91	1400.1	229.6	792.1	5.7	28.3	433.4
8.0	149	149	34	0.675	0.70	70.35	10.9	0	0.9	0.00	70.35	1617.2	265.2	1057.3	5.7	33.9	574.8
9.0	169	169	34	0.675	0.70	79.79	10.9	0	0.9	0.00	79.79	1834.2	300.8	1358.1	5.7	39.6	734.3
10.0	189	189	34	0.675	0.70	89.24	10.9	0	0.9	0.00	89.24	2051.3	336.4	1694.5	5.7	45.2	912.0
11.0	209	209	34	0.675	0.70	98.68	10.9	0	0.9	0.00	98.68	2268.4	372.0	2066.6	5.7	50.9	1108.0
12.0	229	229	34	0.675	0.70	108.12	10.9	0	0.9	0.00	108.12	2485.5	407.6	2474.2	5.7	56.5	1322.1
13.0	249	249	34	0.675	0.70	117.57	10.9	0	0.9	0.00	117.57	2702.5	443.2	2917.4	5.7	62.2	1554.5
14.0	269	269	34	0.675	0.70	127.01	10.9	0	0.9	0.00	127.01	2919.6	478.8	3396.2	5.7	67.9	1805.1
15.0	289	289	34	0.675	0.70	136.45	10.9	0	0.9	0.00	136.45	3136.7	514.4	3910.6	5.7	73.5	2073.8
16.0	309	309	34	0.675	0.70	145.90	10.9	0	0.9	0.00	145.90	3353.7	550.0	4460.6	5.7	79.2	2360.8
17.0	329	329	24	0.445	0.70	102.54	-	65	0.6	39.00	39.00	914.0	147.0	4607.7	5.7	84.8	2441.7
18.0	349	349	24	0.445	0.70	108.77	-	65	0.6	39.00	39.00	934.0	147.0	4754.7	5.7	90.5	2522.5
19.0	369	369	24	0.445	0.70	115.00	-	65	0.6	39.00	39.00	954.0	147.0	4901.7	5.7	96.1	2603.4
20.0	389	389	24	0.445	0.70	121.24	-	65	0.6	39.00	39.00	974.0	147.0	5048.8	5.7	101.8	2684.3
21.0	409	409	24	0.445	0.70	127.47	-	65	0.6	39.00	39.00	994.0	147.0	5195.8	5.7	107.4	2765.1
22.0	429	429	32	0.625	0.70	187.65	8.5	0	0.9	0.00	187.65	3628.2	707.4	5903.2	5.7	113.1	3132.6
23.0	449	449	32	0.625	0.70	196.40	8.5	0	0.9	0.00	196.40	3797.3	740.4	6643.6	5.7	118.8	3517.0
24.0	469	469	32	0.625	0.70	205.14	8.5	0	0.9	0.00	205.14	3966.5	773.4	7417.0	5.7	124.4	3918.3
25.0	484	489	36	0.727	0.70	246.15	13.7	0	0.9	0.00	246.15	6641.3	928.0	8344.9	5.7	130.1	4398.6

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 39 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------



Di seguito si riporta una sintesi delle verifiche:

- Lunghezza dei pali di fondazione: $L_{\text{palo}} = 23\text{m}$;

	SLV	
Ved	932	kN
Vres	4399	kN
Check	Verificato	-
C.S	4.72	-

La verifica risulta soddisfatta.

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 40 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

6.3 Verifica di portanza orizzontale

Per i criteri utilizzati nel calcolo della portanza verticale dei pali si rimanda al paragrafo 5.3.

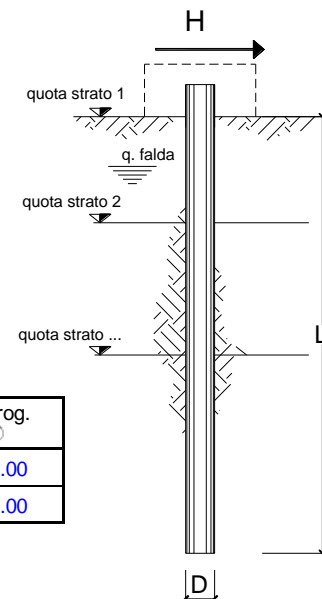
6.3.1 Risultati delle verifiche

Si dispone una doppia gabbia di armatura di 33 ϕ 26. Per i dettagli e le verifiche strutturali si rimanda allo specifico elaborato IV0I00D09CLIV0604001.

opera Pali Spalla B IV06

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	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30

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)	Parametri medi			Parametri minimi		
					φ (°)	k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		100.00	19	19	24	2.37		24	2.37	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		98.50	20	20	34	3.54		34	3.54	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		84.00	20	20	24	2.37	65	24	2.37	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4		79.00	20	20	32	3.25		32	3.25	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5		75.50	20	10	36	3.85		36	3.85	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda 76.00 (m)

Diametro del palo D 1.20 (m)

Lunghezza del palo L 25.00 (m)

Momento di plasticizzazione palo M_y 5507.14 (kNm)

Step di calcolo 0.01 (m)

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 41 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 2031 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

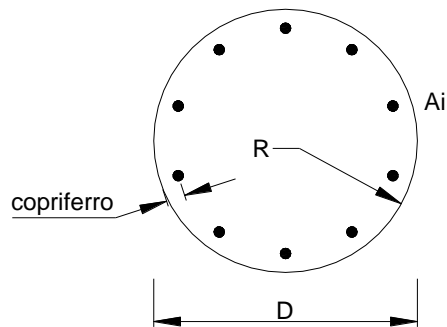
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391.3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.190%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
33	φ 26	17520.66	85
33	φ 26	17520.66	137
0	φ 30	0.00	100

calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 5507.1$ (kN m)

Inserisci

IV06 – Cavalcaferrovia strada provinciale n. 3
cat C1 dal km 83+400 al 83+530
Relazione geotecnica e di calcolo fondazioni

COMMESSA IV01	LOTTO 00	FASE-ENTE D09	DOCUMENTO GEIV0603001	REV. A	FOGLIO 42 di 44
------------------	-------------	------------------	--------------------------	-----------	--------------------

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	3158.4 (kN)		3158.4 (kN)	
Palo intermedio	18637.7 (kN)		18568.5 (kN)	
Palo corto	57728.5 (kN)		57458.5 (kN)	
	H_{med} 3158.4 (kN)	Palo lungo	H_{min} 3158.4 (kN)	Palo lungo
	H_k = Min(H_{med}/ξ₃ ; R_{min}/ξ₄)		1857.91 (kN)	
	H_d = H_k/γ_T		1429.16 (kN)	

Il massimo taglio agente è pari a 1118 kN. Assumendo il coefficiente di gruppo pari a 0.8 la portanza orizzontale è pari a 0.8 x 1429 = 1143 kN, maggiore del massimo taglio agente, pertanto la verifica risulta soddisfatta.