

COMMITTENTE:




ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:




**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
 OBIETTIVO N. 443/01
 LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
 Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
 PROGETTO ESECUTIVO
 IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77
 0 - GENERALE
 RELAZIONE GEOTECNICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE  Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli ingegneri di Venezia n. 4289 Data: Febbraio 2021	Consorzio Iricav Due ing. Guido Fratini Data: Febbraio 2021	Valido per costruzione ing. Luca ZACCARIA iscritto all'ordine degli ingegneri di Ravenna n. A1206 Data: Febbraio 2021		

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

IN17 10 Y I2 RB IV0900 001 A - - - Di - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	Recepimento prescrizioni Del. CIPE n. 84/2017	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Luca RANDOLFI	Febbraio 2021	ing. Giovanni MALAVENDA	Febbraio 2021	Data: Febbraio 2021

CIG. 8377957CD1 CUP: J41E9100000009 File: IN1710Y12RBIV0900001A
 Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 2 di 62

INDICE

1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
1.1	DOCUMENTI PROGETTUALI	4
1.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO	5
1.3	BIBLIOGRAFIA TECNICA	5
2	BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3	INDAGINI DISPONIBILI	7
4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA	11
5	PALI	15
5.1	DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI PROFONDE	15
5.2	PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE	15
5.2.1	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	15
5.2.1.1	VERIFICHE DELLE FONDAZIONI PROFONDE	16
5.2.2	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	18
5.3	TIPI DI PALO	19
5.4	STRATIGRAFIE DI CALCOLO E CONDIZIONI DI FALDA	19
5.5	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI	20
5.6	PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICO ORIZZONTALE	31
5.6.1	CARICO LIMITE ULTIMO PER CARICHI ORIZZONTALI	31
5.6.2	INTERAZIONE PALO TERRENO	32
5.6.3	AZIONI SUL PALO PER LE VERIFICHE STRUTTURALI SLU	33
5.6.4	SPOSTAMENTI A TESTA PALO PER VERIFICHE SLE	34
6	RILEVATI DI APPROCCIO	44
6.1	DEFINIZIONE DELLE PRINCIPALI PROBLEMATICHE	44
	ALLEGATO A - TABULATI DI CALCOLO PALI	47

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 				
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 3 di 62</p>

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la relazione geotecnica del Cavalcaferrovia al km 40+365,77 facente parte del 2° Lotto funzionale della Linea AV/AC Verona-Padova, Montebello Vicentino – Bivio Vicenza.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 4 di 62

1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

1.1 DOCUMENTI PROGETTUALI

- [1] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione geologica e geomorfologica – Elaborato n° IN1710YI2RHGE0000012
- [2] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione idrogeologica – Elaborato n° IN1710YI2RHGE0002002
- [3] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione geotecnica generale & addendum – Elaborato n° IN1710YI2RBGE0005010
- [4] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione geotecnica – Rilevati e trincee con opere di sostegno e sottovia – Elaborato n° IN1710YI2RBGE0005013
- [5] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione sismica – Elaborato n° IN1710YI2RH000000002
- [6] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Profilo geotecnico in scala 1:5000/1:500 – da Tav.1/5 a Tav.5/5 – Elaborato n° da IN1710YI2F5GE0002009 a IN1710YI2F5GE0002013
- [7] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Cavalcaferrovia – Cavalcaferrovia al km 40+365,77. Profilo geotecnico in scala 1:2000/1:200 – Elaborato n° IN1710YI2F6IV0900003
- [8] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Planimetria con classificazione sismica del territorio – da Tav.1/3 a Tav.3/3, – Elaborato n° da IN1710YI2P4000000005 a IN1710YI2P400000000
- [9] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione stratigrafie dei sondaggi – Elaborato n° IN1710YI2RHGE0000007
- [10] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA – Relazione prove penetrometriche statiche – Elaborato n° IN1710YI2RHGE0000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 5 di 62</p>

[11] Linea AV/AC VERONA – PADOVA – 2° Sublotto MONTEBELLO VICENTINO
- VICENZA – Relazione prove di laboratorio – Elaborato n°
IN1710YI2RHGE0000011

1.2 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

- [12] Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008: “Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, G.U. n.29 del 04.2.2008, Supplemento Ordinario n.30.
- [13] Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- [14] CEN [Comité Européen de Normalisation, 2003]. Eurocode 8: Design of Structures for earthquake resistance. Document EN 1998-1, Brussels.
- [15] RFI – Manuale di progettazione – Documento n° RFI-DINIC-MA-CS-00-001-C del 20 Settembre 2004.
- [16] RFI – Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie – Documento n° RFI-DTC-INC-CS-SP-IFT-001-A del 21 Dicembre 2011
- [17] RFI. Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili. Parte II. Sezione 5. Opere in terra e scavi. Rev. A del 30 Giugno 2014.

1.3 BIBLIOGRAFIA TECNICA

- [18] Fleming. W.G.K., Weltman. A.J., Randolph. M.F., Elson, W.K. (1985). “Piling Engineering”. Surrey University Press, Glasgow and London, Halsted Press, a division of John Wiley & Sons, New York.
- [19] Berezantsev W.HG. (1965), “Design of Deep Foundations”, Proc. 6th ICSMFE, Montreal. Vol.II
- [20] Berezantsev W.HG. (1970), “Calculation of the Construction Basis”, Leningrad.
- [21] Fioravante, V., Ghionna, V.N., Jamiolkowski, M.B. and Pedroni, S. (1995). “Load carrying capacity of large diameter bored piles in sand and gravel”. Proc. 10th ARCSMFE, 2, 3-15.
- [22] Ghionna, V.N., Jamiolkowski. M.B., Pedroni. S. and Salgado, R. et al (1994). “Tip displacement of drilled shafts in sands”. in Vertical and Horizontal Deformations of Foundations and Embankments. Ed. A.T. Yeung and G.Y. Felio, ASCE , GSP40, New York, 2, 1039-1057.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 6 di 62</p>

- [23] Gwizdala K. (1984) "Large bored piles in non cohesive soils" Swedish Geotechnical Institute, Report n° 26+
- [24] Lancellotta R. Costanzo D. e Foti S. "Progettazione Geotecnica secondo l'Eurocodice 7 (UNI EN 1997) e le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008)" Hoepli ed.
- [25] Reese L.C., Wright S.J. (1977) "Drilled shaft manual" U.S. Department of Transportation, Office of Research and Development, Div. HDV 2, Washington.
- [26] Reese L.C., O'Neill M.W. (1988) "Drilled shaft: construction procedures and design methods" Publication N.FHWA-HI-88-042, Federal Highway Administration, Washington, D.C..
- [27] Viggiani (1999), "Fondazioni" Hevelius Edizioni
- [28] Poulos H.G. and Davis E.H. (1980), "Pile foundation analysis and design", John Wiley and Sons, New York.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 7 di 62

2 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il cavalcaferrovia in oggetto si trova nel comune di Montecchio Maggiore. L'opera in oggetto si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 125m e permette lo scavalco della linea ferroviaria in corrispondenza della progressiva km 40+366 circa. Il rilevato di approccio posto a sud della linea ferroviaria è delimitato da entrambi i lati da un muro in terra armata di altezza fuori terra variabile da circa 9.5, in corrispondenza della spalla, a circa 1.0 m.

Il piano campagna in corrispondenza del cavalca ferrovia in oggetto è circa alla +52.0 ÷ +52.5 m s.l.m.

3 INDAGINI DISPONIBILI

La Figura 1 e la Figura 2 riportano rispettivamente uno stralcio della planimetria ubicazione indagini eseguite nell'area del cavalcaferrovia in oggetto e la sezione geotecnica riportata nel dettaglio nel Doc.Rif.[7] (in Figura 3 la legenda del profilo). Le indagini qui esaminate sono riportate in Tabella 1.

Tabella 1: Elenco delle indagini considerate per la progettazione geotecnica.

Progressiva (km ≈)	Sondaggio o prova CPTU (Denomin.)	Campagna d'indagine (anno)	Quota di Bocca foro (m s.l.m.m.)	Lunghezza sondaggio/CPTU (m)	Piezometro installato C=Casagrande ⁽¹⁾ TA=Tubo Aperto ⁽²⁾
40+300	S74	2014/2015	51.65	40	TA (9→37)
40+440	S75	2014/2015	50.9	40	-
40+260	CPTU95	2014/2015	51.89	7.38	-
40+300	CPTU96	2014/2015	51.73	7.09	-
40+430	CPTU97	2014/2015	50.99	5.43	-
⁽¹⁾ = Tra parentesi la profondità della cella Casagrande ⁽²⁾ = Tra parentesi il tratto finestrato					

Nei Doc.Rif.[9], Doc.Rif.[10] e Doc.Rif.[11] sono riportati gli originali dei risultati delle indagini, nonché i risultati di dettaglio delle prove di laboratorio.

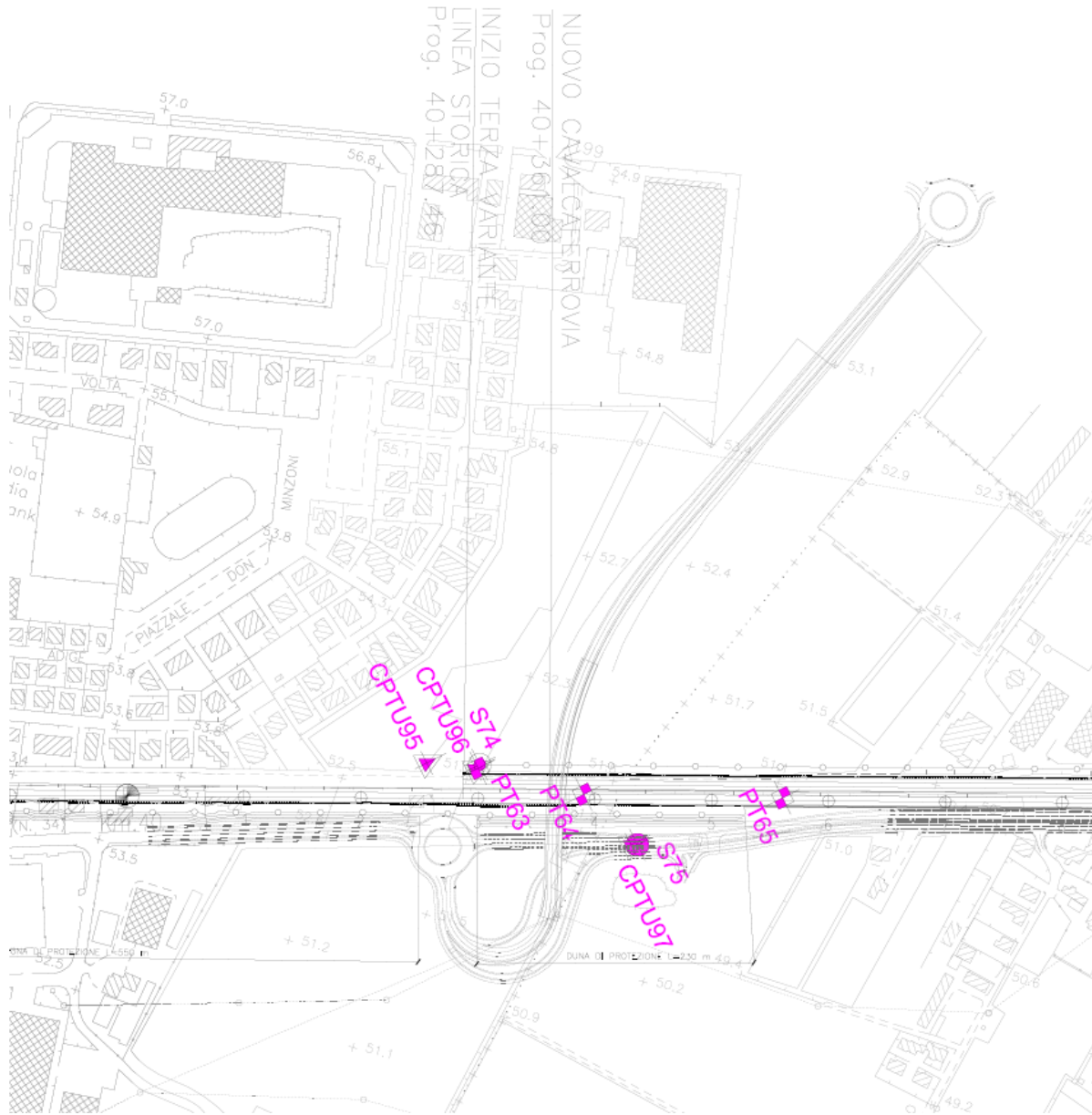
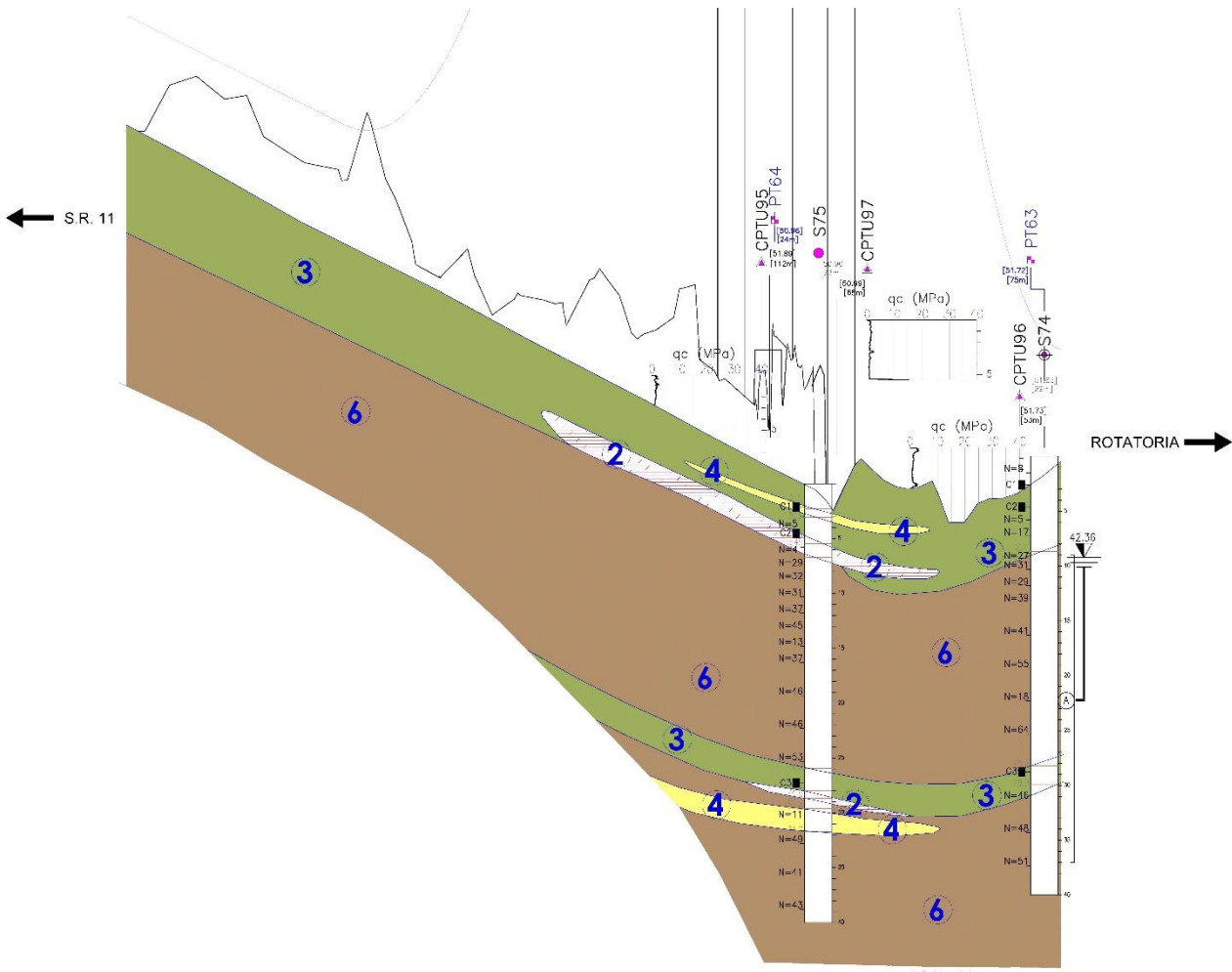


Figura 1 – Planimetria



Scala Quota: 1:1000
Scala Profondità: 1:1000

QT. SIF. 13.230

PROFONDITÀ (m)	QUOTA (m)	DESCRIZIONE	PROFONDITÀ (m)	QUOTA (m)	DESCRIZIONE
0.00	42.36	Superficie	0.00	42.36	Superficie
0.10	42.26	3	0.10	42.26	3
0.20	42.16	3	0.20	42.16	3
0.30	42.06	3	0.30	42.06	3
0.40	41.96	3	0.40	41.96	3
0.50	41.86	3	0.50	41.86	3
0.60	41.76	3	0.60	41.76	3
0.70	41.66	3	0.70	41.66	3
0.80	41.56	3	0.80	41.56	3
0.90	41.46	3	0.90	41.46	3
1.00	41.36	3	1.00	41.36	3
1.10	41.26	3	1.10	41.26	3
1.20	41.16	3	1.20	41.16	3
1.30	41.06	3	1.30	41.06	3
1.40	40.96	3	1.40	40.96	3
1.50	40.86	3	1.50	40.86	3
1.60	40.76	3	1.60	40.76	3
1.70	40.66	3	1.70	40.66	3
1.80	40.56	3	1.80	40.56	3
1.90	40.46	3	1.90	40.46	3
2.00	40.36	3	2.00	40.36	3
2.10	40.26	3	2.10	40.26	3
2.20	40.16	3	2.20	40.16	3
2.30	40.06	3	2.30	40.06	3
2.40	39.96	3	2.40	39.96	3
2.50	39.86	3	2.50	39.86	3
2.60	39.76	3	2.60	39.76	3
2.70	39.66	3	2.70	39.66	3
2.80	39.56	3	2.80	39.56	3
2.90	39.46	3	2.90	39.46	3
3.00	39.36	3	3.00	39.36	3
3.10	39.26	3	3.10	39.26	3
3.20	39.16	3	3.20	39.16	3
3.30	39.06	3	3.30	39.06	3
3.40	38.96	3	3.40	38.96	3
3.50	38.86	3	3.50	38.86	3
3.60	38.76	3	3.60	38.76	3
3.70	38.66	3	3.70	38.66	3
3.80	38.56	3	3.80	38.56	3
3.90	38.46	3	3.90	38.46	3
4.00	38.36	3	4.00	38.36	3
4.10	38.26	3	4.10	38.26	3
4.20	38.16	3	4.20	38.16	3
4.30	38.06	3	4.30	38.06	3
4.40	37.96	3	4.40	37.96	3
4.50	37.86	3	4.50	37.86	3
4.60	37.76	3	4.60	37.76	3
4.70	37.66	3	4.70	37.66	3
4.80	37.56	3	4.80	37.56	3
4.90	37.46	3	4.90	37.46	3
5.00	37.36	3	5.00	37.36	3
5.10	37.26	3	5.10	37.26	3
5.20	37.16	3	5.20	37.16	3
5.30	37.06	3	5.30	37.06	3
5.40	36.96	3	5.40	36.96	3
5.50	36.86	3	5.50	36.86	3
5.60	36.76	3	5.60	36.76	3
5.70	36.66	3	5.70	36.66	3
5.80	36.56	3	5.80	36.56	3
5.90	36.46	3	5.90	36.46	3
6.00	36.36	3	6.00	36.36	3
6.10	36.26	3	6.10	36.26	3
6.20	36.16	3	6.20	36.16	3
6.30	36.06	3	6.30	36.06	3
6.40	35.96	3	6.40	35.96	3
6.50	35.86	3	6.50	35.86	3
6.60	35.76	3	6.60	35.76	3
6.70	35.66	3	6.70	35.66	3
6.80	35.56	3	6.80	35.56	3
6.90	35.46	3	6.90	35.46	3
7.00	35.36	3	7.00	35.36	3
7.10	35.26	3	7.10	35.26	3
7.20	35.16	3	7.20	35.16	3
7.30	35.06	3	7.30	35.06	3
7.40	34.96	3	7.40	34.96	3
7.50	34.86	3	7.50	34.86	3
7.60	34.76	3	7.60	34.76	3
7.70	34.66	3	7.70	34.66	3
7.80	34.56	3	7.80	34.56	3
7.90	34.46	3	7.90	34.46	3
8.00	34.36	3	8.00	34.36	3
8.10	34.26	3	8.10	34.26	3
8.20	34.16	3	8.20	34.16	3
8.30	34.06	3	8.30	34.06	3
8.40	33.96	3	8.40	33.96	3
8.50	33.86	3	8.50	33.86	3
8.60	33.76	3	8.60	33.76	3
8.70	33.66	3	8.70	33.66	3
8.80	33.56	3	8.80	33.56	3
8.90	33.46	3	8.90	33.46	3
9.00	33.36	3	9.00	33.36	3
9.10	33.26	3	9.10	33.26	3
9.20	33.16	3	9.20	33.16	3
9.30	33.06	3	9.30	33.06	3
9.40	32.96	3	9.40	32.96	3
9.50	32.86	3	9.50	32.86	3
9.60	32.76	3	9.60	32.76	3
9.70	32.66	3	9.70	32.66	3
9.80	32.56	3	9.80	32.56	3
9.90	32.46	3	9.90	32.46	3
10.00	32.36	3	10.00	32.36	3

Figura 2 – Profilo geotecnico

LEGENDA

Campagna indagini integrative Progetto Definitivo 2015

- S.** Sondaggio a carotaggio continuo
- S.** Sondaggio a carotaggio continuo con installazione di Piezometro
- CH.** Sondaggio a distruzione di nucleo per prove CROSS-HOLE
- CPTU.** Prova penetrometrica statica con piezometro
- PT.** Pozzetto espansivo a 1.5m da p.c. con prove di carico su piastra

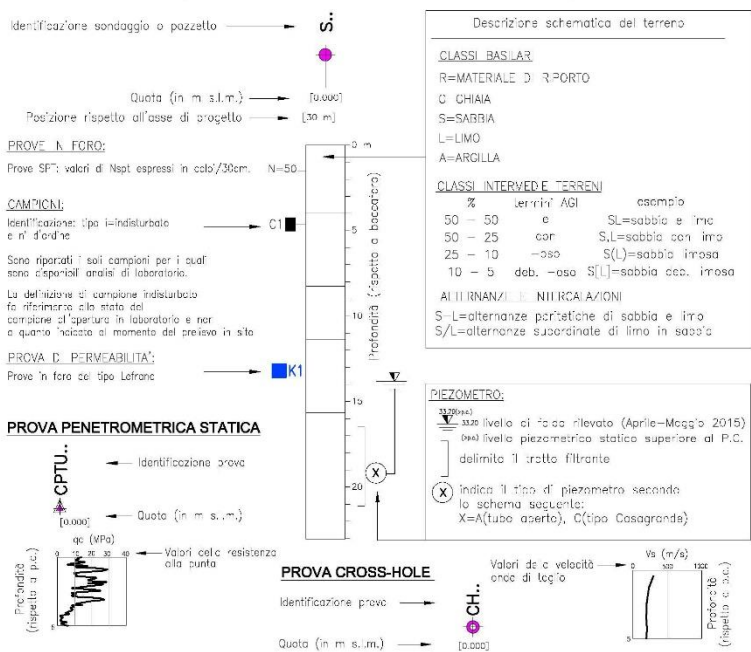
Campagna indagini pregresse

- Sondaggio a carotaggio continuo (campagna 2002)
- Sondaggio geognostico, numero di riferimento (campagna 2002)
- CPTU, numero di riferimento (campagna 2002)

Classi dei terreni

- | | | |
|---|--|---|
| 1) Siltarlo | 4) Sabbie fini e medie, da debolmente limose a limose | 7) Orizzonte superiore di cenerice delle litologie calcaree (unità 7) |
| 2) Limi, limi debolmente argillosi, con intercalazioni sabbiose fini | 5) Ghiaie e sabbie grossolane, con presenza sporadica di ciottoli | 8) Calcani e calcareniti, in giacitura massiva o talora stratificata |
| 3) Limi e argille, plastici, presenza di sostanze organiche, localmente intercalazioni di sottili livelli limoso-sabbiosi | 6) Ghiaie, ghiaie e sabbie, in genere con matrice limoso-sabbiosa fine | 9) Vulcaniti, Argilliti inglobanti clasti derivanti dall'alterazione dei prodotti vulcanoclastici |

SONDAGGIO / POZZETTO GEOGNOSTICO



Note:

- 1) L'UBICAZIONE E QUOTA DELLE INDAGINI 2015 DERIVANO DAI RILEVI TOPOGRAFICI ESEGUITI DALL'IMPRESA ESECUTRICE.
- 2) IL LIVELLO DELLA FAIDA F' DA CONSIDERARSI INDICATIVO, IN QUANTO DERIVANTE DAI RILEVI ESISTENTI RELATIVI AL SOLO PERIODO APRILE-MAGGIO 2015.

Figura 3 – Legenda profilo geotecnico

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 11 di 62

4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AREA

Per una definizione delle caratteristiche geotecniche del sito ed in particolare per la definizione dei valori dei parametri geotecnici utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione delle opere, si rimanda alla relazione di caratterizzazione geotecnica generale di cui al Doc.Rif.[2].

Di seguito si riporta una descrizione della situazione stratigrafica dell'area del Cavalcaferrovia in oggetto.

L'assetto stratigrafico complessivo è caratterizzato dalla presenza continua in affioramento dell'unità 3, al di sotto della quale segue un'alternanza di livelli più o meno estesi costituiti dai terreni delle unità 3 e 6.

Localmente i terreni argillosi affioranti in superficie presentano uno spessore di circa 6-7 m. Hanno caratteristiche meccaniche piuttosto basse, con valori di q_c dell'ordine dei 1-2 MPa. Poggiano su un orizzonte ghiaioso-sabbioso superiore, di spessore complessivo di circa 20m. Un orizzonte argilloso-limoso, di spessore complessivo di 4-5 m separa l'orizzonte ghiaioso-sabbioso superiore da quello inferiore. Alla sommità di questo secondo orizzonte ghiaioso-sabbioso, o al suo interno, sono presenti localmente lenti e livelli di sabbie limose (unità 4) con spessori variabili tra 2 e 4 m. Lo spessore accertato è di circa 10 m, tale valore deve essere ritenuto indicativo in quanto le indagini sono state arrestate all'interno dell'unità 6. Si segnala che nelle zone limitrofe, ove è stata raggiunta la base delle ghiaie, i terreni del substrato sono relativi all'unità 3

In entrambi gli orizzonti ghiaioso-sabbiosi i valori di N_{SPT} si attestano intorno a 30÷40 colpi/30cm.

Per quanto concerne la falda, in Tabella 2 si riportano le letture piezometriche effettuate su tutta la tratta di linea in oggetto. Le letture piezometriche ad oggi disponibili mostrano che la superficie piezometrica si dispone in prossimità del p.c., con soggiacenze piuttosto ridotte, a profondità di 0.5-3.0 m dal p.c., su gran parte del sublotto, e di 0.5-1.5 m dal p.c. su una parte significativa dello stesso). Il piezometro S74 presenta tre letture con soggiacenza intorno a circa 9 m.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 12 di 62

Per quanto concerne le quote di falda di progetto, si è fatto riferimento alla relazione idrogeologica che fissa, per il lotto in esame, le seguenti quote di breve e lungo termine:

Tratta compresa tra le progressive 32+460 e 42+000:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: -1.0 m da piano campagna;
- Tratta compresa tra le progressive 42+000 e 44+000: falda di progetto a medio termine e lungo termine: piano campagna;

Tratta compresa tra le progressive 44+000 e 49+150:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: +1.5 m dal piano di campagna;

Tratta compresa tra le progressive 49+150 e 51+250:

- falda di progetto a medio termine e lungo termine: piano campagna;

Tabella 2: Letture piezometriche (campagna 2014/2015)

SUBTRATTA MONTEBELLO VICENTINO - VICENZA									
Campagna 2015			MISURA PIEZOMETRICA						
Sondaggio	Quota pc (m slm)	Quota t.t. (m slm)	Lunghezza (m)	01/04/2015		07-11/05/2015		29/05/2015	
				m da t.t.	m slm	m da t.t.	m slm	m da t.t.	m slm
S048	57.20	56.98	30	-13.29	43.69	-13.82	43.16	-14.11	42.87
S049	50.82	50.64	20	-6.82	43.82	-7.36	43.28	-7.68	42.96
S051	47.41	47.41	30	-3.01	44.40	-3.56	43.85	-3.75	43.66
S053	50.84	50.71	50	-6.22	44.49	-6.71	44.00	-6.86	43.85
S054	50.53	50.37	30	-5.32	45.05	-5.85	44.52	-6.01	44.36
S058	49.65	49.42	30	-4.16	45.26	-4.68	44.74	-4.79	44.63
S060	49.86	49.64	40	-3.55	46.09	-4.02	45.62	-4.29	45.35
S065	50.65	50.69	30	-4.30	46.39	-4.77	45.92	-4.91	45.78
S066	50.17	49.98	30	-3.85	46.13	-4.23	45.75	-4.37	45.61
S069	51.86	51.86	30	-3.50	48.36	-6.28	45.58	-6.42	45.44
S073		53.10	20	-8.45	44.65	-8.94	44.16	9.16	62.26
S074	51.65	51.46	40	-9.10	42.36	-9.56	41.90	-9.77	41.69
S076	49.45	49.45	20					-9.25	40.20
S078	44.68	44.63	20	-5.85	38.78	-6.25	38.38	-6.40	38.23
S080		41.59	20	-4.10	37.49	-4.38	37.21	-4.43	37.16
S082	35.94	35.83	20	-0.50	35.33	-1.52	34.31	-1.55	34.28
S088	32.62	32.54	20	-0.98	31.56	-0.83	31.71	-0.82	31.72
S089	32.52	32.48	30	-1.05	31.43	-1.35	31.13	-1.28	31.20
S091		31.46	20	> pc	> pc	0.20	31.66	> pc	
S095	33.46	33.27	40	-0.10	33.17	-0.32	32.95	-0.30	32.97
S097	32.42	32.42	30	> pc	> pc	0.20	32.62	> pc	
S099	30.47	30.47	50	> pc	> pc	0.50	30.97	> pc	
S103	32.86	32.82	40	> pc	> pc	0.35	33.17	> pc	
S104	33.09	33.00	30	> pc	> pc	0.15	33.15	> pc	
S105	34.55	34.56	30	-1.10	33.46	-1.42	33.14	-2.41	32.15
S106	33.23	33.23	30			-0.77	32.46	-0.66	32.57
S107	33.19	33.10	30			0.10	33.20	> pc	
S108	32.85	32.75	30			0.40	33.15	> pc	
S109	34.35	34.41	30	-1.20	33.21	-1.55	32.86	-1.51	32.90
S111	34.45	34.38	40	-0.80	33.58	-1.43	32.95	-1.50	32.88
S110	34.55	34.50	30	-0.20	34.30	-1.92	32.58	-1.78	32.72
S112	33.92	33.78	30	-1.20	32.58	-1.18	32.60	-1.29	32.49
S113	34.33	34.23	30	1.25	35.48	-1.61	32.62	-1.82	32.41
S115	34.61	34.61	30			-4.49	30.12	-4.50	30.11
S114bis	34.20	34.12	30			-4.02	30.10	-3.87	30.25
S126	32.15	32.15	40			-0.89	31.26	-1.10	31.05
S129	32.68	32.50	40	-1.35	31.15	-1.56	30.94	-1.73	30.77
S130	30.92	30.99	20	-1.50	29.49	-2.74	28.25	-2.78	28.21
S134	31.03	30.89	30			0.15	31.04	> pc	
S136	33.82	33.72	20			-3.05	30.67	-3.11	30.61

Le misure con segno positivo si riferiscono a livelli di falda superiori al p.c.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 14 di 62</p>

La stratigrafia di calcolo considerata per il dimensionamento dei pali di fondazione è riportata al Capitolo 5, unitamente ai criteri di calcolo e alla definizione della metodologia di dimensionamento delle palificate stesse. Si fa presente che la stratigrafia di calcolo fa riferimento a una successione stratigrafica ragionevolmente cautelativa.

Per quanto concerne invece i rilevati di approccio, si segnala, quanto anche riportato al Capitolo 6, che le scadenti caratteristiche meccaniche degli strati argillosi teneri superficiali sono causa di problemi di stabilità dei muri in terra armata con cui sarà realizzato il rilevato di approccio del cavalcaferrovia. Si prescrivono interventi di consolidamento quali colonne in ghiaia di diametro $D=800$ mm, $L=8$ m ed interasse 2.4 m (si veda Capitolo 6) da eseguire al di sotto del tratto prossimo alla spalla, a partire dai 5-6 m di altezza.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 15 di 62

5 PALI

5.1 DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO DELLE FONDAZIONI PROFONDE

Per la definizione delle palificate di fondazione, in accordo con i progettisti strutturali, si è proceduto nel seguente modo:

1. definizione delle resistenze del palo singolo, in accordo alle NTC 2008 (Doc. Rif. [12]). Il dettaglio di tale calcolo si riporta al punto 5.5;
2. verifica della palificata, da parte del progettista strutturale utilizzando le combinazioni di carico di Normativa, e ricavando il carico sui pali della palificata facendo riferimento al programma PIGLET, GROUP (o simile), tenendo quindi conto dell'effetto penalizzante del gruppo di pali.
3. Definizione della lunghezza del palo facendo riferimento al palo più caricato (usualmente il palo di spigolo), e verifiche strutturali delle armature, sempre con riferimento al palo più caricato.

Considerando anche le modalità di calcolo della resistenza del palo singolo qui riportate, si ritiene che tale approccio sia, nel suo complesso, da considerarsi cautelativo. Il progetto di dettaglio delle palificate verrà redatto in sede di Progetto Esecutivo, sulla base di una più dettagliata campagna di indagine.

5.2 PROGETTAZIONE AGLI STATI LIMITE

5.2.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

In accordo alla normativa nazionale NTC2008 (Doc. Rif.[12]) per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (\text{Eq. 6.2.1 del Doc. Rif. [12]})$$

dove:

E_d = valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

R_d = valore di progetto della resistenza.

La verifica della condizione $E_d \leq R_d$ deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 16 di 62

(A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). I coefficienti da adottarsi nelle diverse combinazioni sono definiti in funzione del tipo di verifica da effettuare. Si sottolinea che per quanto concerne le azioni di progetto E_d tali forze possono essere determinate applicando i coefficienti parziali di cui sopra alle azioni caratteristiche, oppure, a posteriori, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche (Par. 6.2.3.1 del (Doc. Rif.[12])).

5.2.1.1 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI PROFONDE

In accordo a quanto definito nel Par. 6.4.3.1 delle NTC2008 (Doc. Rif.[12]), per fondazioni su pali, devono essere prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di:

- stabilità globale;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali.

SLU di tipo strutturale (STRU), relative a condizioni di:

- raggiungimento della resistenza dei pali;
- raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

Tutte le verifiche (GEO/STRU) di cui sopra, devono essere svolte considerando almeno uno dei seguenti approcci (Par. 6.4.3.1 delle NTC 2008):

Approccio 1 (DA1):

Combinazione 1 (C1): A1 + M1 + R1

Combinazione 2 (C2): A2 + M1 + R2

Approccio 2 (DA2):

Combinazione 1: A1 + M1 + R3

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 6.2.I, e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 (Doc. Rif.[12]) e per comodità riportati rispettivamente nella Tabella 3 e Tabella 4 del presente documento.

Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, Doc.Rif.[12], deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla Tabella 3.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 17 di 62

In condizioni sismiche, in accordo a quanto riportato al paragrafo 7.11. delle NTC2008, Doc.Rif.[12], tutti i coefficienti sulle azioni A1 e A2 sono posti pari a 1 (par.7.11.1).

Le raccomandazioni per la progettazione delle fondazioni profonde riportate nel presente documento sono basate sull'Approccio 1 (DA1) delle NTC 2008 (Doc. Rif. [12], vedi anche Doc. Rif.[13]).

Tabella 3: Tab. 6.2.I, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 18 di 62

Tabella 4: Tab. 6.4.II, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale ^(*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

^(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

5.2.2 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Per quanto riguarda lo stato limite di servizio (SLE), deve essere verificato che gli effetti attesi delle azioni caratteristiche (cedimenti, rotazioni, vibrazioni) sulle strutture proposte (o quelli indotti, se il caso, sulle strutture adiacenti) siano inferiori al massimo di quelli consentiti. Le analisi dovranno essere effettuate considerando i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei materiali, con riferimento sia alla resistenza che alla deformabilità.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 19 di 62

5.3 TIPI DI PALO

Considerando i costi e la facilità di costruzione, le condizioni geologiche e idrogeologiche del sito, è stato considerato l'impiego di pali trivellati in calcestruzzo armato, gettati in opera.

In questa relazione, è stata determinata la capacità portante del singolo palo per tre differenti diametri $D = 1000$ mm, $D = 1200$ mm, $D = 1500$ mm.

Nello schema di calcolo la testa palo è posta a 3.0 m dal piano campagna.

5.4 STRATIGRAFIE DI CALCOLO E CONDIZIONI DI FALDA

Sulla base dei dati di indagine disponibili lungo lo sviluppo dell'opera e sulla base di quanto detto al Capitolo 4, di seguito si riportano la stratigrafia di calcolo ed i valori caratteristici dei parametri geotecnici dei terreni considerati. Si ribadisce che tali valori fanno riferimento ai valori minimi dei parametri geotecnici caratteristici ricavati dai risultati delle indagini disponibili.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 20 di 62

Tabella 5: Stratigrafia e valori caratteristici dei parametri geotecnici di calcolo.

	Da	a	γ	ϕ'_k	c'_k	C_{Uk}	δ	$q_{b,ult}$	k_H
	(m p.c.)	(m p.c.)	(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kPa)	kN/m ³
Argilla limosa	0.0	7.0	18	-	-	50	-	9·C _{Uk}	-
Ghiaia	7.0	26.0	19	37	0	-	37	3000	15000
Argilla limosa	26.0	31.0	18	-	-	100	-	9·C _{Uk}	-
Ghiaia	Da 31.0 in poi		19	37	0	-	37	3000	15000

con:

γ = peso di volume naturale;

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito;

c'_k = valore caratteristico della resistenza al taglio in condizioni drenate;

C_{Uk} = valore caratteristico della coesione non drenata;

δ = valore caratteristico dell'angolo d'attrito tra palo e terreno;

$q_{b,ult}$ = valore assunto per la resistenza ultima di base in accordo a quanto indicato al paragrafo 5.5;

k_H = valore assunto per l'incremento del modulo di reazione orizzontale con la profondità per i materiali sabbioso-ghiaiosi.

Nelle analisi la falda è stata assunta ad 1 m da p.c., come da indicazioni fornite dalla Relazione Idrogeologica.

5.5 CALCOLO DELLA RESISTENZA DI PROGETTO DEL PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICHI ASSIALI

In conformità con la normativa NTC2008 (Doc. Rif.[12]), la resistenza geotecnica di progetto del palo soggetto a carichi di compressione $R_{c,d}$ e di trazione $R_{t,d}$ è stata ottenuta partendo dal valore di resistenza caratteristico a compressione $R_{c,k}$ e a trazione $R_{t,k}$, applicando i coefficienti parziali indicati nella Tab. 6.4.II del Doc. Rif.[12] (Tabella 4 del presente documento).

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 21 di 62

$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_{R2}}$$

$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_{R2}}$$

In particolare, per i pali trivellati in calcestruzzo gettati opera:

$\gamma_{R2} = 1.45$ per la resistenza laterale in compressione;

$\gamma_{R2} = 1.6$ per la resistenza laterale in trazione;

$\gamma_{R2} = 1.7$ per la resistenza di base.

I valori caratteristici a compressione del palo $R_{c,k}$ e a trazione $R_{t,k}$, sono ottenuti applicando i fattori di correlazioni ξ_3 e ξ_4 (si veda Tab. 6.4.IV del Doc. Rif.[12], Tabella 6 nel presente documento) alla resistenza a compressione $R_{c,cal}$ e a trazione $R_{t,cal}$ calcolati partendo dai risultati delle indagini geotecniche. In particolare:

$$R_{c,k} = \min \left\{ \frac{(R_{c;cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \min \left\{ \frac{(R_{t;cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t;cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

I valori di ξ_3 e ξ_4 da utilizzare nelle analisi sono funzione dal numero di sondaggi indipendenti che sono stati considerati per valutare la resistenza del palo per ogni area omogenea o struttura.

Per l'opera in questione si è scelto di considerare, come riportato al Capitolo 4, una stratigrafia di calcolo che fa riferimento ai valori minimi dei parametri geotecnici caratteristici, considerando inoltre una successione stratigrafica ragionevolmente cautelativa. Si è quindi ritenuto che il valore di resistenza di calcolo così ottenuto rappresenti un minimo fra quelli possibili. Si è ritenuto di poter utilizzare un coefficiente $\xi_4=1.55$.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 22 di 62

Tabella 6: Tab. 6.4.IV, NTC 2008 (Doc.Rif.[12])

Tabella 6.4.IV – *Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.*

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Le resistenze di calcolo $R_{c,cal}$ e $R_{t,cal}$ sono state determinate sulla base delle seguenti relazioni:

$$R_{c,cal} = Q_{c,ult} = Q_{ult,lat} + Q_{ult,base}$$

$$R_{t,cal} = Q_{t,ult} = Q_{ult,lat}$$

con:

$Q_{c,ult}$ = resistenza alla base ultima del singolo palo in compressione;

$Q_{t,ult}$ = resistenza alla base ultima del singolo palo in trazione;

$Q_{ult,shaft}$ = resistenza laterale ultima;

$Q_{ult,base}$ = resistenza alla base ultima.

La resistenza laterale ultima τ_{lim} è stata valutata come segue:

Terreni coesivi

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot C_{uk} \leq 100 \text{ kPa}$$

dove:

α = coefficiente ricavato sulla base di quanto riportato in Figura 4;

C_{uk} = resistenza a taglio non drenata come riportato in Tabella 5.

Terreni sabbiosi

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = k \cdot \tan \delta \cdot \sigma'_{v0} \leq \tau_{us,max} \text{ kPa}$$

dove:

k = coefficiente di spinta laterale, considerato pari a 0.7 per i pali trivellati;

δ = angolo d'attrito tra palo e terreno come riportato in Tabella 5;

σ'_{v0} = tensione verticale alla quota di riferimento.

I valori massimi di $\tau_{us,max}$ sono stabiliti in accordo alle indicazioni di Reese & Wright [1977] (vedi anche Gwizdala [1984]) nel caso di pali trivellati a fango, sulla base delle seguenti espressioni:

$$\tau_{us,max} = 3 \cdot NSPT \text{ kPa}$$

$$\text{per } NSPT \leq 53 \text{ colpi/30 cm}$$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 23 di 62</p>

$$\tau_{us,max} = 142 + 0.32 \cdot N_{SPT} \text{ kPa} \quad \text{per } N_{SPT} > 53 \text{ colpi/30 cm}$$

Per comodità di calcolo, e laddove $N_{SPT} \geq 50$ per il tratto di interesse, si porrà:

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa}$$

La resistenza ultima di base $q_{b,ult}$ è stata determinata come segue:

Terreni coesivi

$$q_{b,ult} \text{ (kPa)} = 9 \cdot C_{u,k}$$

Terreni sabbiosi

Il valore di $q_{b,ult}$ è stato stabilito considerando un rapporto fra il cedimento della base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

Quando disponibili dati penetrometrici, si è considerato (Fioravante et al. (1995) e Ghionna et al. (1994) Lancellotta et al. (2011))

$$q_{bcr, 0.1} \cong 0.15 \div 0.18 q_c$$

Quando disponibili dati SPT, si sono utilizzate le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

$$q_{bcr, 0.1} = 75 N_{SPT} < 4000 \text{ kPa}$$

Tali dati sono in ottimo accordo con le indicazioni di Berezantzev (1965), riportate da AGI (1984).

I valori assunti nel calcolo per i diversi strati sono riportati nella Tabella 5.

Nei terreni stratificati, come quelli dell'area in oggetto, costituiti da alternanze di strati coesivi e di sabbie o ghiaie, la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi è stata abbattuta rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo in accordo allo schema riportato in Figura 5.

Le stime delle resistenze geotecniche di progetto dei pali soggetti a carichi verticali a compressione $R_{c,d}$ e trazione $R_{t,d}$ sono riportate in Figura 6 e Figura 7.

In Tabella 7, Tabella 8 e Tabella 9, per entrambe le combinazioni, sono riportati i valori numerici delle resistenze di progetto $R_{c,d}$ e $R_{t,d}$ relative ai pali $D=1000$, 1200 e 1500 mm. Nell' ALLEGATO A sono forniti i tabulati di calcolo che riportano i valori della portata laterale ultima e della portata di base, ricavati in accordo ai criteri esplicitati nei paragrafi precedenti, utilizzati per la determinazione delle resistenze di calcolo $R_{c,cal}$ e $R_{t,cal}$.

Si ricorda che, in accordo a quanto riportato al paragrafo 5.2.1.1, i valori rappresentati considerano anche il peso del palo. Nella condizione di resistenza a compressione è stato assunto come carico permanente sfavorevole, mentre nella condizione di calcolo di resistenza a trazione è stato assunto come azione permanente favorevole.

Si ricorda che le resistenze di progetto consigliate dovranno essere confrontate con i carichi di progetto a testa pali (considerando i coefficienti parziali γ_A sulle azioni caratteristiche).

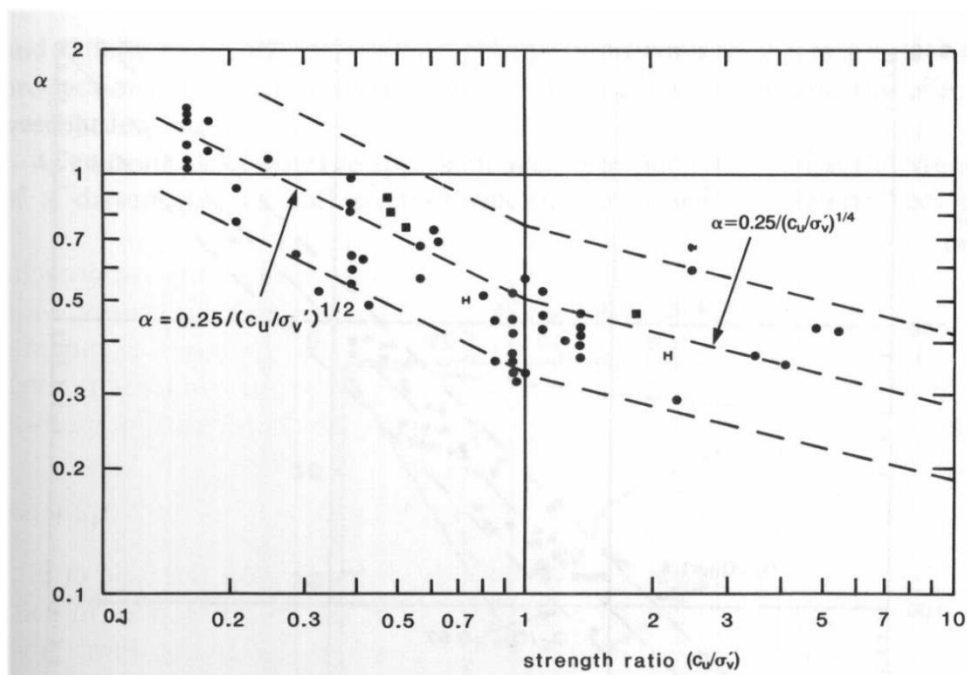


Figura 4 – Valore di α in funzione del rapporto c_u/σ'_v (da Fleming. W.G.K., Weltman. A.J., Randolph. M.F., Elson, W.K. (1985))

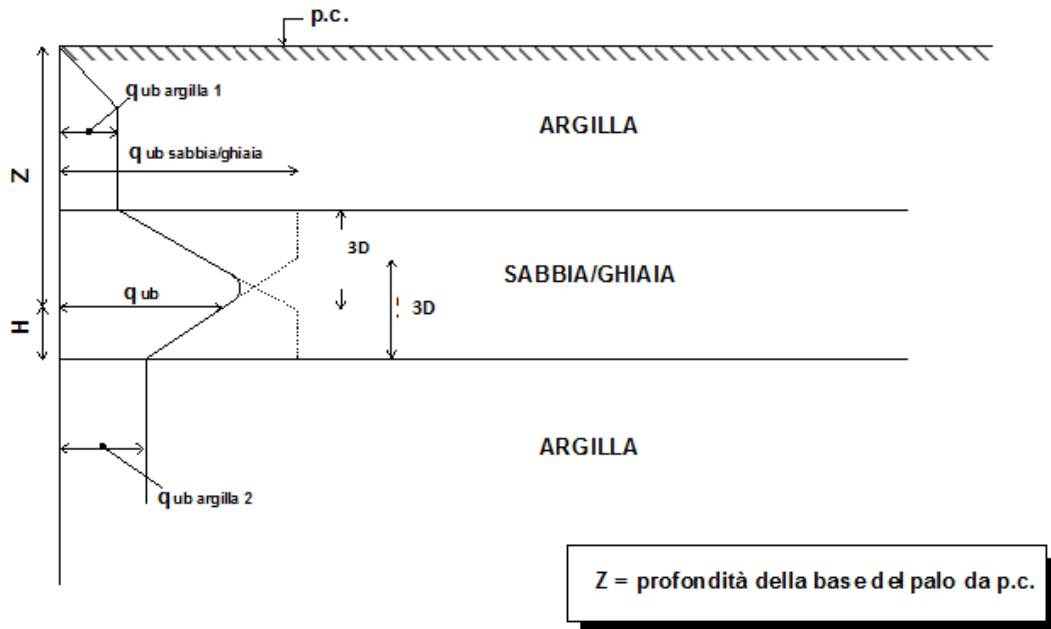


Figura 5 - Criterio di valutazione della pressione ultima di base (q_{ub}) in terreni stratificati

IV09 CVF km 40+365,77
Resistenza di progetto (R_d) del palo singolo
PALO TRIVELLATO
Approccio 1 - Combinazione 1 - STRU (A1+M1+R1)

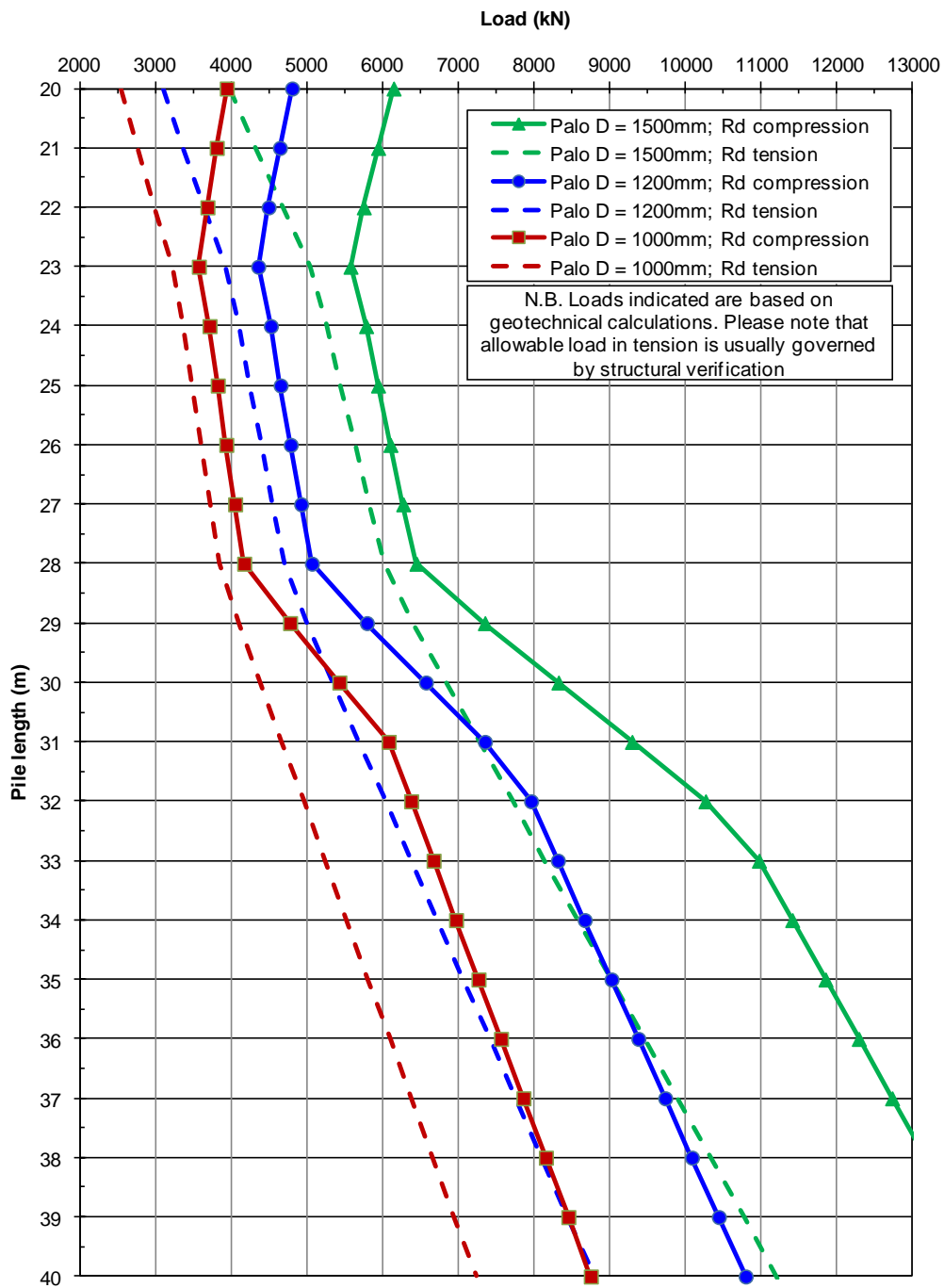


Figura 6: DA1-C1: Resistenza di progetto

IV09 CVF km 40+365,77
Resistenza di progetto (R_d) del palo singolo
PALO TRIVELLATO
Approccio 1 - Combinazione 2 - GEO (A2+M1+R2)

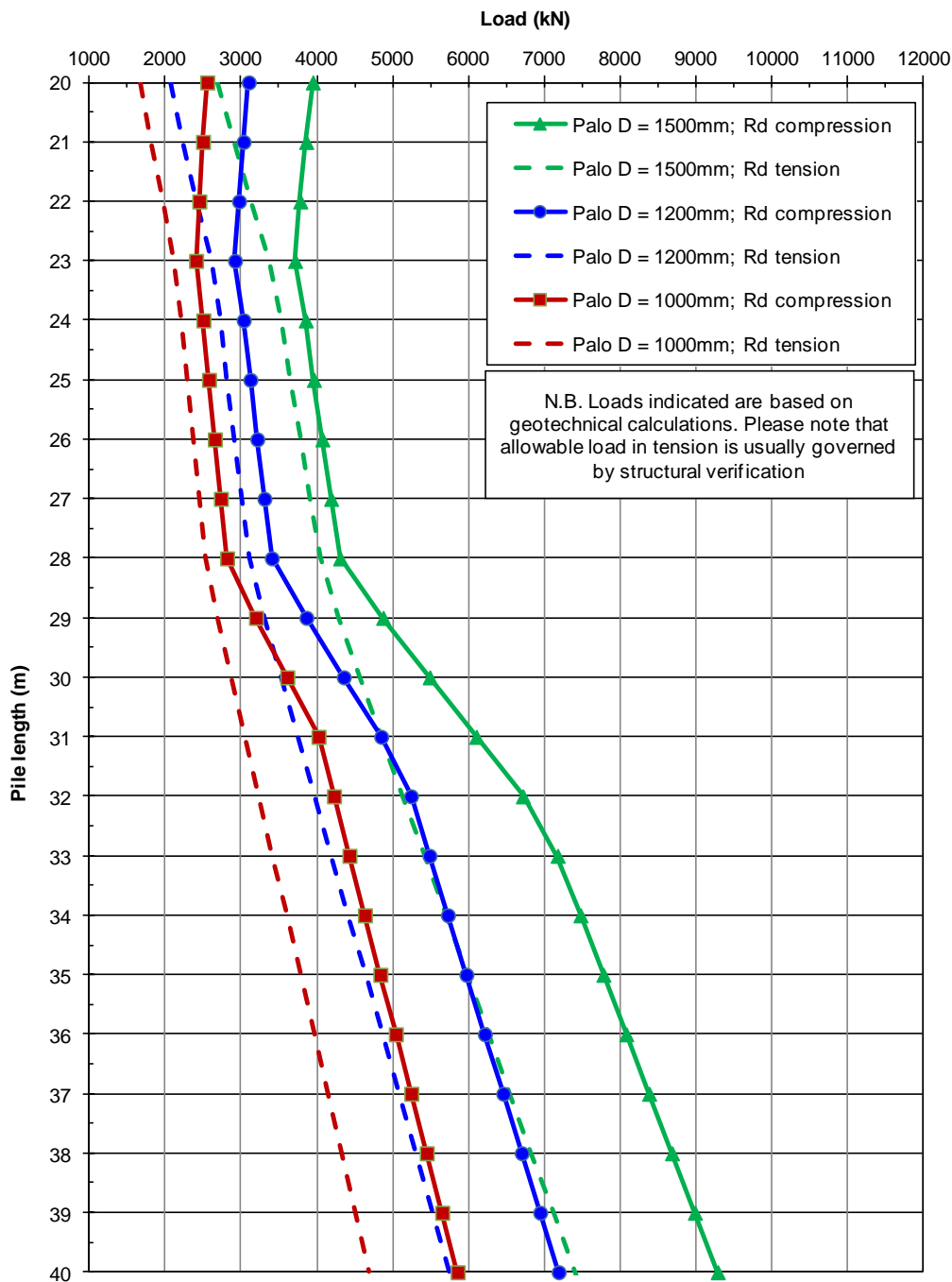


Figura 7: DA1-C2: Resistenza di progetto

Tabella 7: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1000 mm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 28 di 62

L palo (m)	Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1)		Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2)	
	R _d , compressione (kN)	R _d , trazione (kN)	R _d , compressione (kN)	R _d , trazione (kN)
20	3940	2542	2551	1677
21	3807	2760	2495	1818
22	3684	2987	2446	1964
23	3571	3222	2403	2116
24	3712	3367	2500	2211
25	3821	3484	2575	2288
26	3933	3603	2652	2367
27	4050	3726	2731	2448
28	4170	3852	2814	2531
29	4776	4097	3195	2689
30	5428	4383	3608	2872
31	6079	4668	4021	3054
32	6376	4953	4225	3237
33	6673	5239	4429	3420
34	6970	5524	4633	3603
35	7267	5810	4838	3786
36	7564	6095	5042	3968
37	7861	6380	5246	4151
38	8158	6666	5450	4334
39	8454	6951	5654	4517
40	8751	7237	5858	4700

Dove
R_d, compressione = Resistenza di progetto in compress.
R_d, trazione = Resistenza di progetto a trazione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 29 di 62

Tabella 8: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1200 mm

L palo (m)	Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1)		Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2)	
	R _{d, compressione} (kN)	R _{d, trazione} (kN)	R _{d, compressione} (kN)	R _{d, trazione} (kN)
20	4803	3107	3100	2069
21	4642	3371	3031	2241
22	4493	3646	2971	2419
23	4355	3932	2918	2604
24	4522	4109	3033	2721
25	4651	4251	3121	2816
26	4785	4397	3212	2914
27	4923	4548	3306	3014
28	5065	4702	3404	3117
29	5791	4999	3860	3309
30	6571	5344	4354	3531
31	7352	5689	4849	3753
32	7961	6035	5242	3975
33	8316	6380	5486	4197
34	8671	6725	5730	4420
35	9025	7070	5974	4642
36	9380	7416	6217	4864
37	9734	7761	6461	5086
38	10089	8106	6705	5308
39	10443	8452	6948	5530
40	10798	8797	7192	5753

Dove
R_{d, compressione} = Resistenza di progetto in compress.
R_{d, trazione} = Resistenza di progetto a trazione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 30 di 62

Tabella 9: Resistenza di progetto palo singolo Approccio 1 , Combinazione 1 (A1+M1+R1) e Combinazione 2 (A2+M1+R2) –Diametro palo D=1500 mm

L palo (m)	Approccio 1 Combinazione 1 STRU (A1+M1+R1)		Approccio 1 Combinazione 2 GEO (A2+M1+R2)	
	R _{d, compressione} (kN)	R _{d, trazione} (kN)	R _{d, compressione} (kN)	R _{d, trazione} (kN)
20	6144	3989	3946	2692
21	5940	4325	3858	2912
22	5750	4675	3780	3140
23	5575	5037	3711	3377
24	5781	5263	3852	3528
25	5939	5446	3960	3652
26	6103	5635	4072	3780
27	6272	5828	4187	3911
28	6447	6026	4306	4045
29	7351	6402	4875	4289
30	8323	6839	5490	4573
31	9295	7276	6105	4856
32	10267	7713	6720	5139
33	10973	8150	7178	5422
34	11413	8587	7481	5705
35	11853	9024	7783	5988
36	12293	9461	8085	6271
37	12733	9897	8387	6554
38	13173	10334	8689	6837
39	13613	10771	8991	7120
40	14053	11208	9293	7403

Dove
R_{d, compressione} = Resistenza di progetto in compress.
R_{d, trazione} = Resistenza di progetto a trazione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 31 di 62

5.6 PALO SINGOLO SOGGETTO A CARICO ORIZZONTALE

5.6.1 CARICO LIMITE ULTIMO PER CARICHI ORIZZONTALI

In accordo alle indicazioni di letteratura (si veda ad esempio Viggiani (1999)) un palo si comporta come rigido quando $L/T < 2$, flessibile quando $L/T > 4$, essendo L la lunghezza del palo e T la sua lunghezza elastica, definita come:

$$T = \left(\frac{E_p J}{n_h} \right)^{0.2}$$

Essendo

E_p = modulo di Young del palo

J = momento di inerzia del palo

n_h = parametro che tiene conto della rigidità orizzontale del terreno.

I valori di T sono calcolati nel paragrafo seguente.

Per le strutture esaminate nel presente progetto, i valori di T sono tipicamente, per pali del 1500, dell'ordine di 3-3.5m.

Le lunghezze attese del palo sono tali quindi per cui il rapporto L/T è tipicamente dell'ordine di 10, e pertanto il palo si comporta come flessibile. Gli stessi valori sono tipici anche dei pali del 1200. Non sono quindi possibili traslazioni orizzontali rigide dell'intero corpo della palificata. Si segnala comunque che le traslazioni orizzontali calcolate della testa del palo sono dell'ordine di qualche millimetro, e quindi ben lontane (di circa tre ordini di grandezza) da quelle che mobilitano la resistenza ultima del terreno nelle condizioni in esame.

Pertanto, la rottura della palificata per carichi orizzontali può avvenire solo nel caso del raggiungimento della condizione di cerniera plastica in testa, ed è quindi limitata dalle verifiche strutturali.

Pertanto, in accordo a quanto previsto dalle NTC 2008, al punto 6.4.3.1, la verifica geotecnica non viene ritenuta pertinente al caso in questione, e quindi non è stata condotta.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 32 di 62

5.6.2 INTERAZIONE PALO TERRENO

Lo studio dell'interazione palo-terreno sotto carichi orizzontali è stata condotta in accordo all'approccio proposto da Matlock e Reese (1960), basato sul modello di Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione del terreno E_s . E_s non è un parametro del terreno e non può essere direttamente correlato con il modulo di Young, dato che è un parametro di interazione terreno-struttura. In particolare, per le analisi sono stati adottati i seguenti parametri e la seguente relazione (Elson, 1984):

Terreni a grana fine

$$E_h = 400 \cdot c_u \quad (\text{FL}^{-2})$$

c_u = coesione non drenata,

Terreni a grana grossa (materiale di riempimento)

$$E_h = k_h \cdot z \quad (\text{FL}^{-2})$$

dove:

E_h = modulo di reazione orizzontale del terreno a specifiche profondità;

z = profondità da piano finito;

k_h = incremento del modulo di reazione orizzontale con la profondità come riportato in Tabella 5.

La rigidità del palo è stata tenuta in conto considerando un modulo del calcestruzzo del palo pari a 25000 MPa.

Il calcolo è stato eseguito considerando una lunghezza di palo pari a 35 m. Tuttavia considerato che il comportamento del palo soggetto a carichi orizzontali dipende solamente dalle caratteristiche degli strati di terreno fino a profondità pari a 10÷12 volte il diametro del palo stesso, i risultati possono essere estesi a lunghezze di palo maggiori di quelle analizzate.

Nelle analisi la connessione della testa palo alla fondazione è stata considerata a "testa incastrata".

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 33 di 62

5.6.3 AZIONI SUL PALO PER LE VARIFICHE STRUTTURALI SLU

Per la condizione, “testa incastrata”, sono stati calcolato lungo il fusto del palo il momento adimensionale M_{ad} ed il taglio adimensionale F_{ad} .

Le relazioni utilizzate sono le seguenti

$$F = A_v * F_{0,d} + \frac{B_v * M_{0,d}}{T}$$

azione di taglio:

$$M = A_m * F_{0,d} * T + B_m * M_{0,d}$$

momento flettente

essendo:

$M_{0,d}$, $F_{0,d}$ = momento flettente e taglio a testa palo

α = rapporto tra momento e taglio a testa palo

T = lunghezza elastica del palo, legata alla rigidità flessionale del palo e al modulo di reazione orizzontale del palo secondo la seguente relazione

$$T = \left(\frac{EJ}{n_h} \right)^{0.2}$$

A_y , B_y , A_s , B_s , A_v , B_v , A_m , B_m coefficienti adimensionali legati alle caratteristiche del terreno, del palo;

EJ = rigidità flessionale del palo.

La stratigrafia di calcolo è riportata in Tabella 5.

In Figura 8 e Figura 9 si riportano gli andamenti per profondità crescenti a partire dalla testa del palo in termini di momento adimensionale $M_{ad} = M_d / M_{0,d}$ e taglio adimensionale $F_{ad} = F$ per condizioni di “testa incastrata”.

Gli stessi risultati, insieme al valore di $\alpha = M_0/F_0$ sono riportati in Tabella 10, Tabella 11 e Tabella 12. In Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15 si riportano i coefficienti adimensionali legati alle caratteristiche del terreno, del palo e la lunghezza elastica T .

Il momento flettente di progetto sulla sezione del palo a specifiche profondità dovrà essere valutato come segue:

$$M_d = M_{ad} \cdot M_{0,d}$$

dove:

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 34 di 62</p>

$M_{0,d}$ = momento flettente di progetto a testa palo, opportunamente fattorizzato in accordo alla combinazione DA1-C1 per verifiche strutturali SLU.

Inoltre, per la condizione “testa incastrata”, il momento flettente a testa palo può essere calcolato come segue:

$$M_{0,d} = - \alpha \cdot F_{0,d}$$

dove:

$F_{0,d}$ = azione di taglio di progetto, opportunamente fattorizzata in accordo alla combinazione DA1-C1 per verifiche strutturali SLU.

5.6.4 SPOSTAMENTI A TESTA PALO PER VERIFICHE SLE

Lo spostamento orizzontale a testa palo è riportato in Figura 10 e viene calcolato come segue:

$$d = A_y F_{0,k} T^3/EJ + B_y M_{0,k} T^2/EJ$$

dove:

A_y, B_y = coefficienti adimensionali di flessibilità a testa palo (vedi Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15);

EJ = rigidezza flessionale del palo;

T = lunghezza elastica del palo, legata alla rigidezza flessionale del palo e al modulo di reazione orizzontale del palo (vedi Tabella 13, Tabella 14 e Tabella 15);

$F_{0,k}$ = valore di progetto dell'azione di taglio a testa palo (per verifiche SLE);

$M_{0,k}$ = valore di progetto del momento flettente a testa palo (per verifiche SLE).

Per condizioni di “testa incastrata” $M_{0,k} = \alpha \cdot M_{0,k}$, con α riportati nella Tabella 10, Tabella 11 e Tabella 12.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 35 di 62

Tabella 10: D = 1000 mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

Z (m)	M/M ₀ (-)	F/F ₀ (-)	$\alpha = -M_0/F_0$ (m)
0.0	1.000	1.000	2.093
1.3	0.481	0.746	
2.5	0.102	0.538	
3.8	-0.172	0.395	
5.0	-0.326	0.071	
6.3	-0.291	-0.138	
7.5	-0.186	-0.181	
8.8	-0.086	-0.140	
10.0	-0.021	-0.074	
12.0	0.014	-0.010	
14.0	0.011	0.009	
16.0	0.003	0.006	
18.0	-0.001	0.001	
20.0	-0.001	0.000	
23.3	0.000	0.000	
26.7	0.000	0.000	
30.0	0.000	0.000	
35.0	0.000	0.000	
40.0	0.000	0.000	

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 36 di 62

Tabella 11: D = 1200 mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

Z (m)	M/M ₀ (-)	F/F ₀ (-)	$\alpha = -M_0/F_0$ (m)
0.0	1.000	1.000	2.505
1.3	0.550	0.808	
2.5	0.190	0.645	
3.8	-0.099	0.524	
5.0	-0.296	0.202	
6.3	-0.322	-0.057	
7.5	-0.258	-0.169	
8.8	-0.166	-0.181	
10.0	-0.083	-0.136	
12.0	-0.006	-0.057	
14.0	0.015	-0.006	
16.0	0.011	0.009	
18.0	0.004	0.007	
20.0	0.000	0.002	
23.3	-0.001	0.000	
26.7	0.000	0.000	
30.0	0.000	0.000	
35.0	0.000	0.000	
40.0	0.000	0.000	

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 37 di 62

Tabella 12: D = 1500 mm – Momento flettente e del taglio normalizzati – Testa palo incastrata

Z (m)	M/M ₀ (-)	F/F ₀ (-)	$\alpha = -M_0/F_0$ (m)
0.00	1.00	1.000	3.060
1.25	0.62	0.868	
2.50	0.29	0.751	
3.75	0.00	0.657	
5.00	-0.22	0.369	
6.25	-0.31	0.093	
7.50	-0.30	-0.081	
8.75	-0.25	-0.163	
10.00	-0.18	-0.178	
12.00	-0.07	-0.131	
14.00	-0.01	-0.062	
16.00	0.01	-0.014	
18.00	0.01	0.006	
20.00	0.01	0.009	
23.33	0.00	0.002	
26.67	0.00	0.001	
30.00	0.00	0.000	
35.00	0.00	0.000	
40.00	0.00	0.000	

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 38 di 62

Tabella 13: D = 1000 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

Pile depth	Av	Am	Bv	Bm	Ay	As	By	Bs	T
m	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)
0.0	1.00	0.00	0.00	1.00	1.3296	0.9857	0.9857	1.3180	2.799
1.3	0.50	0.32	-0.33	0.92					
2.5	0.18	0.47	-0.47	0.73					
3.8	0.01	0.51	-0.51	0.51					
5.0	-0.27	0.45	-0.46	0.28					
6.3	-0.37	0.30	-0.30	0.11					
7.5	-0.29	0.15	-0.15	0.01					
8.7	-0.17	0.04	-0.04	-0.03					
10.0	-0.06	-0.01	0.01	-0.03					
12.0	0.01	-0.02	0.03	-0.02					
14.0	0.02	-0.01	0.01	0.00					
16.0	0.01	0.00	0.00	0.00					
18.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
20.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
23.3	0.00	0.00	0.00	0.00					
26.7	0.00	0.00	0.00	0.00					
30.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
35.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
40.0	0.00	0.00	0.00	0.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 39 di 62

Tabella 14: D = 1200 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

Pile depth	Av	Am	Bv	Bm	Ay	As	By	Bs	T
m	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)
0.0	1.00	0.00	0.00	1.00	1.2646	0.9829	0.9829	1.3179	3.359
1.2	0.60	0.29	-0.28	0.94					
2.5	0.32	0.46	-0.44	0.80					
3.8	0.15	0.54	-0.50	0.62					
5.0	-0.19	0.54	-0.53	0.43					
6.3	-0.39	0.42	-0.45	0.24					
7.5	-0.40	0.27	-0.31	0.10					
8.8	-0.31	0.13	-0.17	0.02					
10.0	-0.18	0.04	-0.06	-0.03					
12.0	-0.04	-0.02	0.02	-0.03					
14.0	0.01	-0.02	0.03	-0.02					
16.0	0.02	-0.01	0.01	0.00					
18.0	0.01	0.00	0.00	0.00					
20.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
23.3	0.00	0.00	0.00	0.00					
26.7	0.00	0.00	0.00	0.00					
30.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
35.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
40.0	0.00	0.00	0.00	0.00					

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 40 di 62

Tabella 15: D = 1500 mm - Coefficienti adimensionali Av, Bv, Am, Bm, Ay, By, As, Bs e lunghezza elastica T

Pile depth	Av	Am	Bv	Bm	Ay	As	By	Bs	T
m	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)
0.0	1.00	0.00	0.00	1.00	1.1500	0.9534	0.9534	1.3080	4.198
1.3	0.70	0.25	-0.23	0.96					
2.5	0.48	0.42	-0.37	0.87					
3.7	0.33	0.54	-0.45	0.75					
5.0	-0.04	0.59	-0.56	0.60					
6.3	-0.33	0.53	-0.57	0.42					
7.5	-0.44	0.41	-0.49	0.26					
8.7	-0.43	0.28	-0.37	0.13					
10.0	-0.34	0.16	-0.23	0.04					
12.0	-0.18	0.03	-0.07	-0.03					
14.0	-0.05	-0.02	0.01	-0.04					
16.0	0.01	-0.03	0.03	-0.02					
18.0	0.02	-0.02	0.02	-0.01					
20.0	0.02	-0.01	0.01	0.00					
23.3	0.00	0.00	0.00	0.00					
26.7	0.00	0.00	0.00	0.00					
30.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
35.0	0.00	0.00	0.00	0.00					
40.0	0.00	0.00	0.00	0.00					

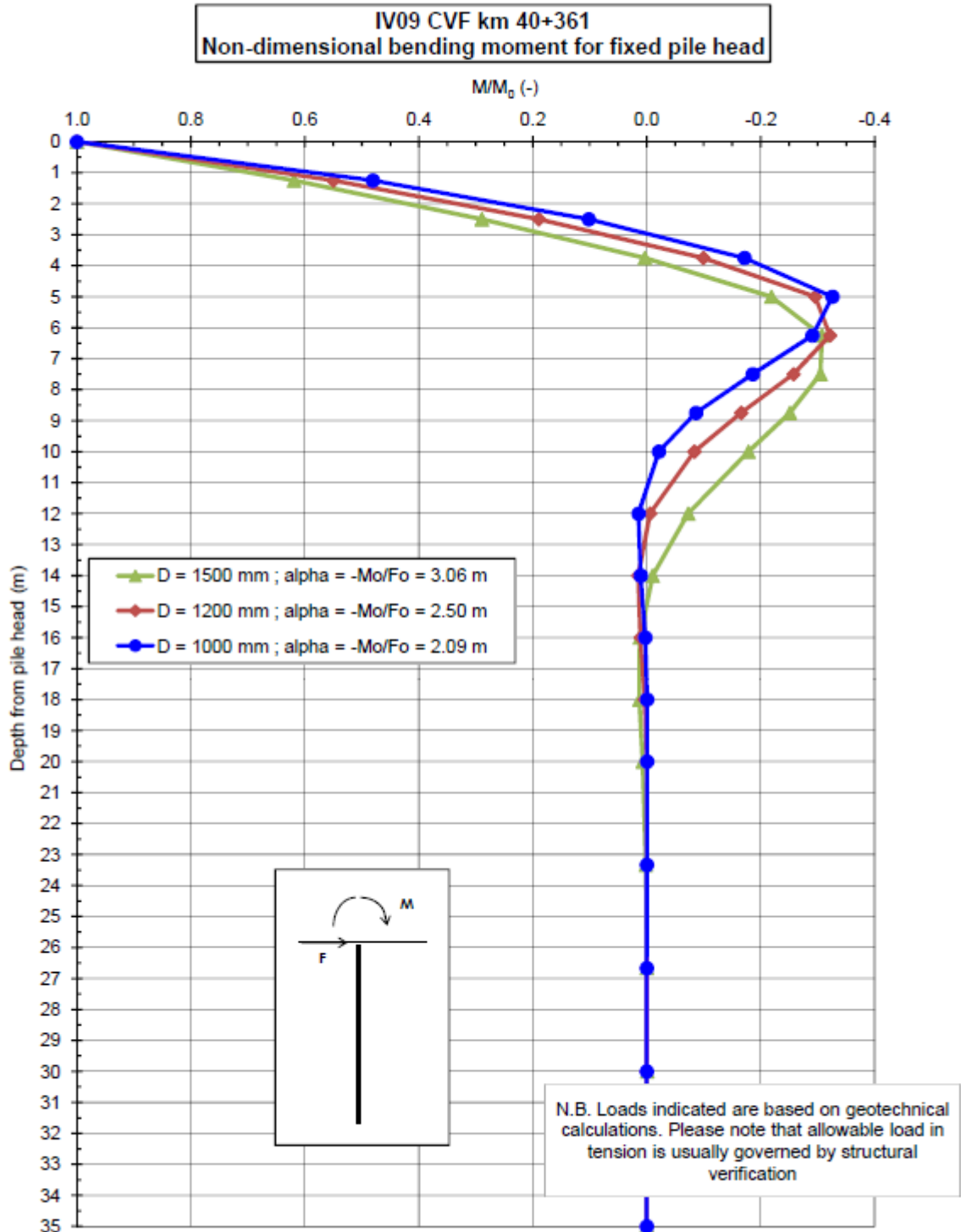


Figura 8: Andamento del momento flettente normalizzato

IV09 CVF km 40+361
Non-dimensional shear force for fixed pile head

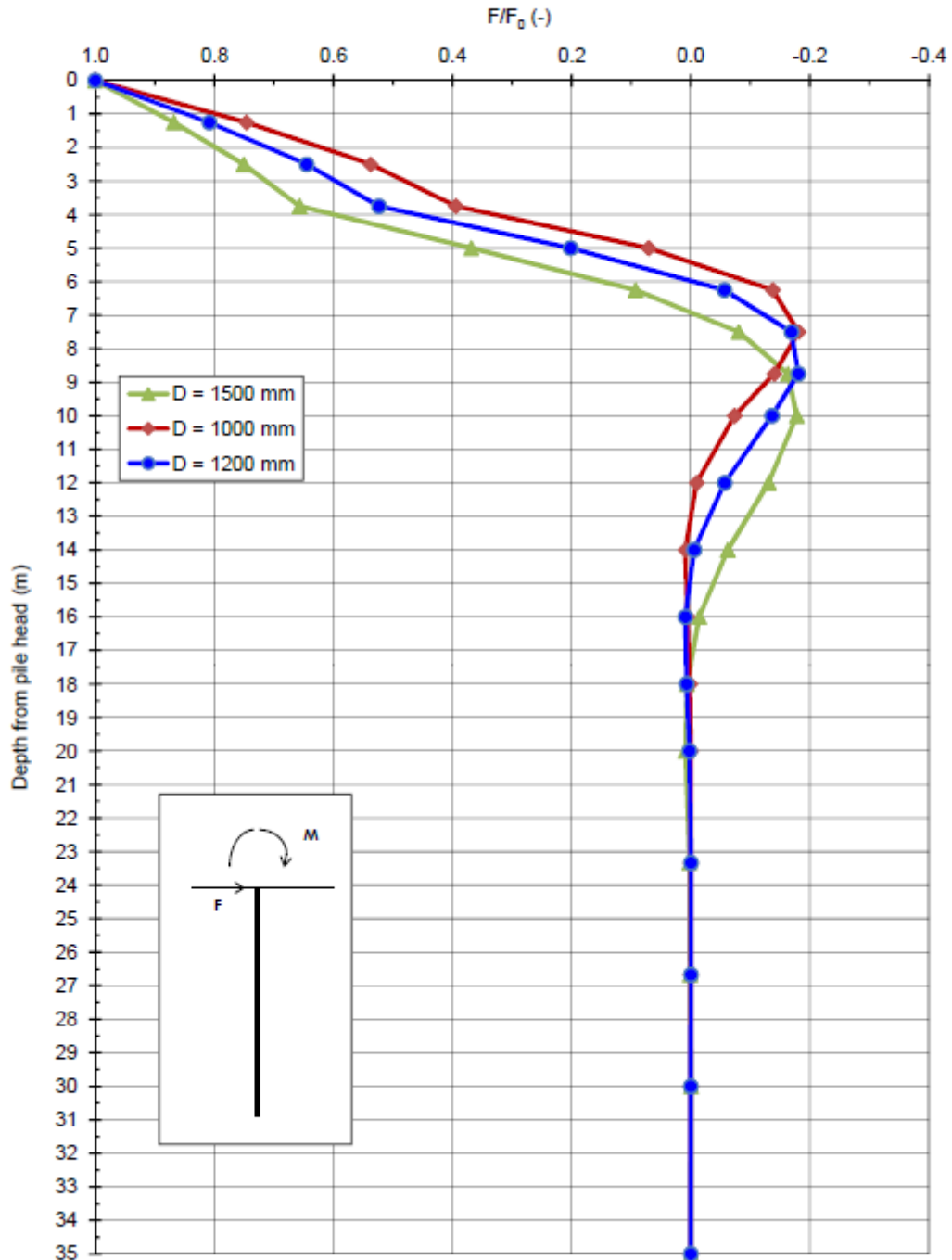


Figura 9: Andamento del taglio normalizzato

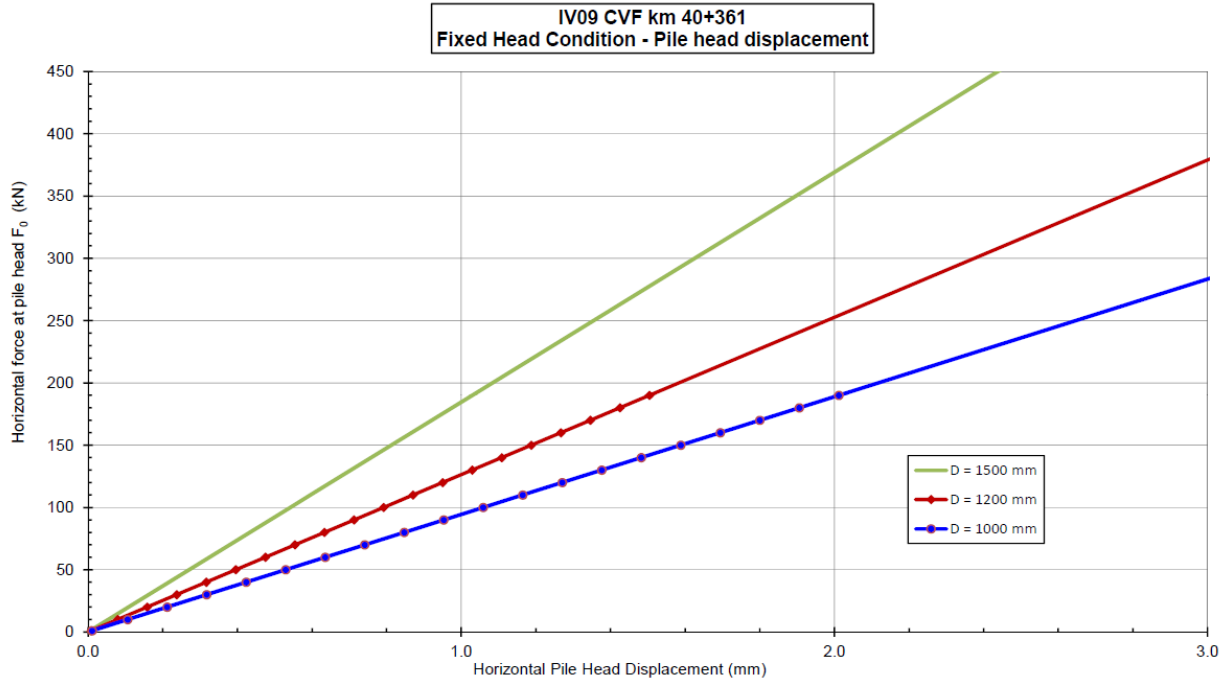


Figura 10: Curva carico – spostamento orizzontale

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio IricAV Due</p>		<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
<p>IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA</p>		<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 10</p>	<p>Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 44 di 62</p>

6 RILEVATI DI APPROCCIO

6.1 DEFINIZIONE DELLE PRINCIPALI PROBLEMATICHE

Il rilevato di approccio posto a sud della linea ferroviaria è delimitato da entrambi i lati da un muro in terra armata di altezza fuori terra variabile da circa 9.5, in corrispondenza della spalla, a circa 1.0 m.

Le scadenti caratteristiche meccaniche degli strati argillosi teneri superficiali sono causa di problemi di stabilità dei muri in terra armata. Si prescrivono interventi di consolidamento quali colonne in ghiaia di diametro $D=800$ mm ed interasse 2.4 da eseguire al di sotto del tratto prossimo alla spalla, a partire dai 5-6 m di altezza. Considerato che lo strato compressibile ha uno spessore medio di circa 7 m da p.c., m sotto il rilevato, come riportato nella descrizione stratigrafica al Capitolo 4, le colonne in ghiaia avranno lunghezza di 8 m, in modo da intestarsi nei terreni ghiaioso-sabbiosi sottostanti.

Lo schema di esecuzione delle colonne e i criteri per il loro posizionamento sono riportati nelle Figura 11 e Figura 12.

Per le verifiche di cui alla normativa vigente si rimanda alla Relazione di calcolo delle opere.

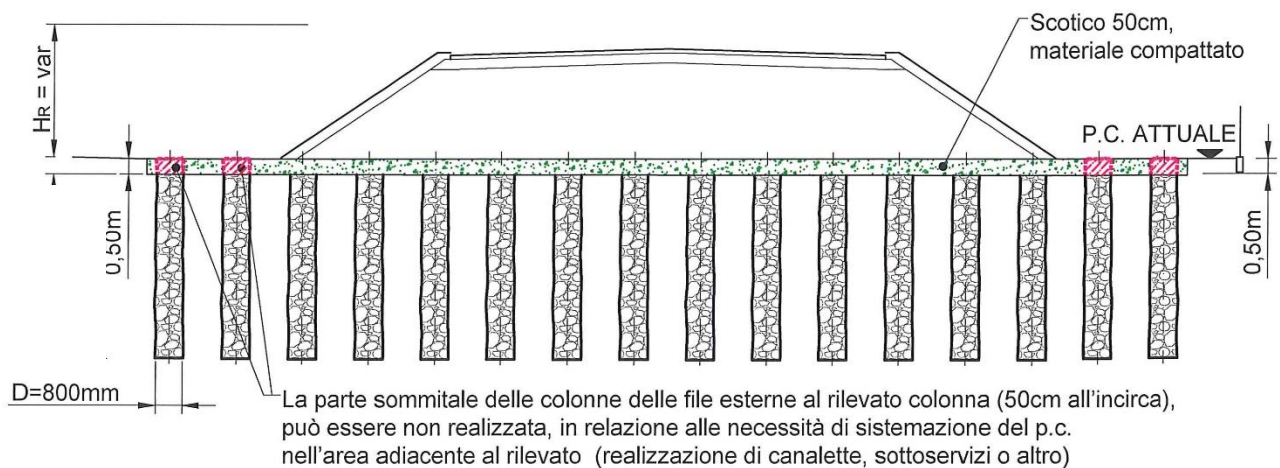
SEZIONE DI ESEMPIO
 CON COLONNE DI GHIAIA


Figura 11: Sezione tipo di trattamento con colonne in ghiaia

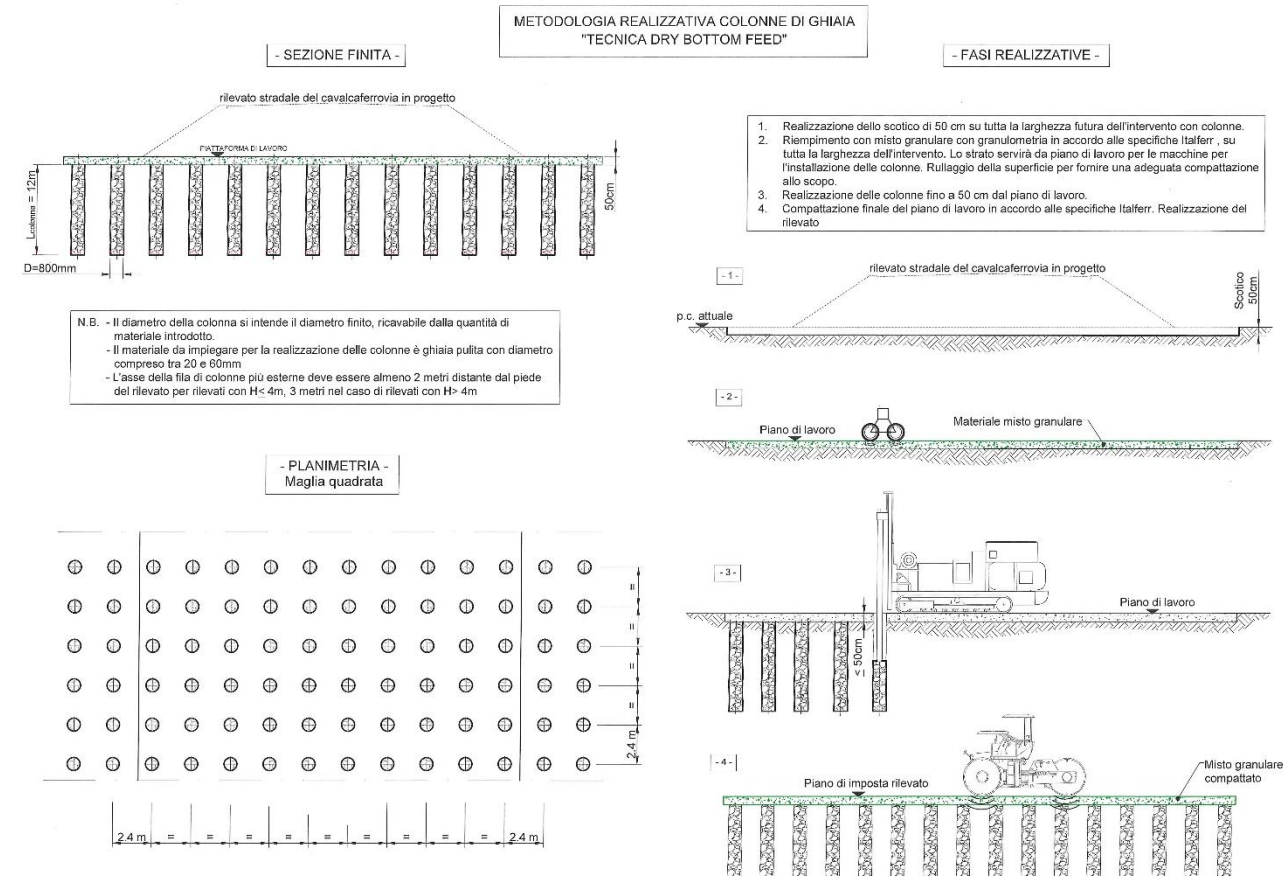


Figura 12: Fasi realizzative colonne in ghiaia

ALLEGATO A - TABULATI DI CALCOLO PALI

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 48 di 62

iv09-10 / 1

```

*****
*
*   CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO   *
*
*****

```

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV09 CVF km 40+361

DATI DI INPUT
 =====

Diametro del palo	(m)	1
Lunghezza minima del palo	(m)	20
Lunghezza massima del palo	(m)	50
Incremento lunghezza palo	(m)	1
Quota testa palo da piano campagna	(m)	3
FS Portata laterale	(-)	1
FS Portata di base	(-)	1
Tensione massima nel calcestruzzo	(MPa)	18
Peso specifico del palo	(kN/m3)	7
Numero degli strati di terreno	(-)	4
Numero delle falde	(-)	1
Quota 1 ^ falda da p.c.	(m)	1

iv09-10 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Strato (-)	Z, str (m)	Gnat. (kN/m3)	Geff. (kN/m3)	Z, w (m)	Fi (o)	Delta (o)	Cu, i (kPa)	Cu, f (kPa)
1	7.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	50.0	50.0
2	26.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0
3	31.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	100.0	100.0
4	60.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

Strato (-)	Terreno tipo (---)	TAU, max (kPa)	Qbase, i (kPa)	Qbase, f (kPa)	Qb, l/Qb, c (-)
1	COESIVO	100.0	450.0	450.0	1.00
2	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00
3	COESIVO	100.0	900.0	900.0	1.00
4	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica

iv09-10 / 3

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma, v totale (kPa)	Sigma, v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau, lim (kPa)	qb, cr (kPa)
3.0	54.0	34.0	0.34	0.50	17.0	--
4.0	72.0	42.0	0.42	0.50	21.0	--
5.0	90.0	50.0	0.50	0.50	25.0	--
6.0	108.0	58.0	0.58	0.50	29.0	--
7.0	126.0	66.0	0.66	0.50	33.0	--
8.0	145.0	75.0	--	0.53	39.6	--
9.0	164.0	84.0	--	0.53	44.3	--
10.0	183.0	93.0	--	0.53	49.1	--
11.0	202.0	102.0	--	0.53	53.8	--
12.0	221.0	111.0	--	0.53	58.6	--
13.0	240.0	120.0	--	0.53	63.3	--
14.0	259.0	129.0	--	0.53	68.0	--
15.0	278.0	138.0	--	0.53	72.8	--
16.0	297.0	147.0	--	0.53	77.5	--
17.0	316.0	156.0	--	0.53	82.3	3000.0
18.0	335.0	165.0	--	0.53	87.0	3000.0
19.0	354.0	174.0	--	0.53	91.8	3000.0
20.0	373.0	183.0	--	0.53	96.5	3000.0
21.0	392.0	192.0	--	0.53	101.3	3000.0
22.0	411.0	201.0	--	0.53	106.0	3000.0
23.0	430.0	210.0	--	0.53	110.8	3000.0
24.0	449.0	219.0	--	0.53	115.5	2300.0
25.0	468.0	228.0	--	0.53	120.3	1600.0
26.0	487.0	237.0	--	0.53	125.0	900.0
27.0	505.0	245.0	0.56	0.23	56.4	900.0
28.0	523.0	253.0	0.58	0.23	58.2	900.0
29.0	541.0	261.0	0.60	0.23	60.0	900.0
30.0	559.0	269.0	0.62	0.23	61.9	900.0
31.0	577.0	277.0	0.64	0.23	63.7	900.0
32.0	596.0	286.0	--	0.52	150.0	1600.0
33.0	615.0	295.0	--	0.51	150.0	2300.0
34.0	634.0	304.0	--	0.49	150.0	3000.0
35.0	653.0	313.0	--	0.48	150.0	3000.0
36.0	672.0	322.0	--	0.47	150.0	3000.0
37.0	691.0	331.0	--	0.45	150.0	3000.0
38.0	710.0	340.0	--	0.44	150.0	3000.0
39.0	729.0	349.0	--	0.43	150.0	3000.0
40.0	748.0	358.0	--	0.42	150.0	3000.0
41.0	767.0	367.0	--	0.41	150.0	3000.0
42.0	786.0	376.0	--	0.40	150.0	3000.0
43.0	805.0	385.0	--	0.39	150.0	3000.0
44.0	824.0	394.0	--	0.38	150.0	3000.0
45.0	843.0	403.0	--	0.37	150.0	3000.0
46.0	862.0	412.0	--	0.36	150.0	3000.0
47.0	881.0	421.0	--	0.36	150.0	3000.0
48.0	900.0	430.0	--	0.35	150.0	3000.0

iv09-10 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma,v totale (kPa)	Sigma,v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau,lim (kPa)	qb,cr (kPa)
49.0	919.0	439.0	--	0.34	150.0	3000.0
50.0	938.0	448.0	--	0.33	150.0	3000.0
51.0	957.0	457.0	--	0.33	150.0	3000.0
52.0	976.0	466.0	--	0.32	150.0	3000.0
53.0	995.0	475.0	--	0.32	150.0	3000.0
54.0	1014.0	484.0	--	0.31	150.0	3000.0
55.0	1033.0	493.0	--	0.30	150.0	3000.0
56.0	1052.0	502.0	--	0.30	150.0	3000.0
57.0	1071.0	511.0	--	0.29	150.0	3000.0
58.0	1090.0	520.0	--	0.29	150.0	3000.0
59.0	1109.0	529.0	--	0.28	150.0	3000.0
60.0	1128.0	538.0	--	0.28	150.0	3000.0

Alfa = $Tau,lim / Cu$
 Beta = $Tau,lim / Sigma,v \text{ efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 					
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001</td> <td style="width: 10%;">Rev. A</td> <td style="width: 25%;">Foglio 52 di 62</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 62
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 52 di 62		

iv09-10 / 5

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV09 CVF km 40+361

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1000 mm

Lpalo (m)	Qamm (kN)	Ql,u (kN)	Qb,cr (kN)	Wpalo (kN)	Qt,lim (kN)	S,cls (MPa)
20.00	6218.0	3971.7	2356.2	110.0	6587.1	7.92
21.00	6018.1	4327.2	1806.4	115.5	6306.4	7.66
22.00	5833.2	4697.6	1256.6	121.0	6040.6	7.43
23.00	5663.3	5082.8	706.9	126.4	5789.7	7.21
24.00	5887.3	5312.4	706.9	131.9	6019.2	7.50
25.00	6061.7	5492.3	706.9	137.4	6199.1	7.72
26.00	6241.9	5678.0	706.9	142.9	6384.8	7.95
27.00	6427.9	5869.5	706.9	148.4	6576.3	8.18
28.00	6619.6	6066.7	706.9	153.9	6773.6	8.43
29.00	7565.0	6467.8	1256.6	159.4	7810.8	9.63
30.00	8580.5	6939.1	1806.4	164.9	8918.3	10.93
31.00	9596.1	7410.3	2356.2	170.4	10025.7	12.22
32.00	10061.8	7881.5	2356.2	175.9	11133.1	12.81
33.00	10527.5	8352.8	2356.2	181.4	12240.5	13.40
34.00	10993.3	8824.0	2356.2	186.9	13347.9	14.00
35.00	11459.0	9295.2	2356.2	192.4	14455.3	14.59
36.00	11924.8	9766.5	2356.2	197.9	15562.7	15.18
37.00	12390.5	10237.7	2356.2	203.4	16670.1	15.78
38.00	12856.2	10709.0	2356.2	208.9	17777.5	16.37
39.00	13322.0	11180.2	2356.2	214.4	18248.8	16.96
40.00	13787.7	11651.4	2356.2	219.9	18720.0	17.56
41.00	14253.5	12122.7	2356.2	225.4	19191.3	18.15

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
 Qamm = Portata ammissibile del palo
 Ql,u = Portata laterale ultima
 Qb,cr = Portata di base critica
 Wpalo = Peso proprio del palo
 Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
 S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

Qamm = $Q_{l,u}/FSL + Q_{b,cr}/FSB - W_{palo}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 53 di 62

iv09-12 / 1

```

*****
*
*   CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO   *
*
*****

```

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV09 CVF km 40+361

DATI DI INPUT
 =====

Diametro del palo	(m)	1.2
Lunghezza minima del palo	(m)	20
Lunghezza massima del palo	(m)	50
Incremento lunghezza palo	(m)	1
Quota testa palo da piano campagna	(m)	3
FS Portata laterale	(-)	1
FS Portata di base	(-)	1
Tensione massima nel calcestruzzo	(MPa)	15
Peso specifico del palo	(kN/m3)	7
Numero degli strati di terreno	(-)	4
Numero delle falde	(-)	1
Quota 1 ^ falda da p.c.	(m)	1

iv09-12 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Strato (-)	Z, str (m)	Gnat. (kN/m3)	Geff. (kN/m3)	Z, w (m)	Fi (o)	Delta (o)	Cu, i (kPa)	Cu, f (kPa)
1	7.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	50.0	50.0
2	26.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0
3	31.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	100.0	100.0
4	60.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

Strato (-)	Terreno tipo (---)	TAU, max (kPa)	Qbase, i (kPa)	Qbase, f (kPa)	Qb, l/Qb, c (-)
1	COESIVO	100.0	450.0	450.0	1.00
2	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00
3	COESIVO	100.0	900.0	900.0	1.00
4	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica

iv09-12 / 3

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma,v totale (kPa)	Sigma,v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau,lim (kPa)	qb,cr (kPa)
3.0	54.0	34.0	0.34	0.50	17.0	--
4.0	72.0	42.0	0.42	0.50	21.0	--
5.0	90.0	50.0	0.50	0.50	25.0	--
6.0	108.0	58.0	0.58	0.50	29.0	--
7.0	126.0	66.0	0.66	0.50	33.0	--
8.0	145.0	75.0	--	0.53	39.6	--
9.0	164.0	84.0	--	0.53	44.3	--
10.0	183.0	93.0	--	0.53	49.1	--
11.0	202.0	102.0	--	0.53	53.8	--
12.0	221.0	111.0	--	0.53	58.6	--
13.0	240.0	120.0	--	0.53	63.3	--
14.0	259.0	129.0	--	0.53	68.0	--
15.0	278.0	138.0	--	0.53	72.8	--
16.0	297.0	147.0	--	0.53	77.5	3000.0
17.0	316.0	156.0	--	0.53	82.3	3000.0
18.0	335.0	165.0	--	0.53	87.0	3000.0
19.0	354.0	174.0	--	0.53	91.8	3000.0
20.0	373.0	183.0	--	0.53	96.5	3000.0
21.0	392.0	192.0	--	0.53	101.3	3000.0
22.0	411.0	201.0	--	0.53	106.0	3000.0
23.0	430.0	210.0	--	0.53	110.8	2650.0
24.0	449.0	219.0	--	0.53	115.5	2066.7
25.0	468.0	228.0	--	0.53	120.3	1483.3
26.0	487.0	237.0	--	0.53	125.0	900.0
27.0	505.0	245.0	0.56	0.23	56.4	900.0
28.0	523.0	253.0	0.58	0.23	58.2	900.0
29.0	541.0	261.0	0.60	0.23	60.0	900.0
30.0	559.0	269.0	0.62	0.23	61.9	900.0
31.0	577.0	277.0	0.64	0.23	63.7	900.0
32.0	596.0	286.0	--	0.52	150.0	1483.3
33.0	615.0	295.0	--	0.51	150.0	2066.7
34.0	634.0	304.0	--	0.49	150.0	2650.0
35.0	653.0	313.0	--	0.48	150.0	3000.0
36.0	672.0	322.0	--	0.47	150.0	3000.0
37.0	691.0	331.0	--	0.45	150.0	3000.0
38.0	710.0	340.0	--	0.44	150.0	3000.0
39.0	729.0	349.0	--	0.43	150.0	3000.0
40.0	748.0	358.0	--	0.42	150.0	3000.0
41.0	767.0	367.0	--	0.41	150.0	3000.0
42.0	786.0	376.0	--	0.40	150.0	3000.0
43.0	805.0	385.0	--	0.39	150.0	3000.0
44.0	824.0	394.0	--	0.38	150.0	3000.0
45.0	843.0	403.0	--	0.37	150.0	3000.0
46.0	862.0	412.0	--	0.36	150.0	3000.0
47.0	881.0	421.0	--	0.36	150.0	3000.0
48.0	900.0	430.0	--	0.35	150.0	3000.0

iv09-12 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma,v totale (kPa)	Sigma,v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau,lim (kPa)	qb,cr (kPa)
49.0	919.0	439.0	--	0.34	150.0	3000.0
50.0	938.0	448.0	--	0.33	150.0	3000.0
51.0	957.0	457.0	--	0.33	150.0	3000.0
52.0	976.0	466.0	--	0.32	150.0	3000.0
53.0	995.0	475.0	--	0.32	150.0	3000.0
54.0	1014.0	484.0	--	0.31	150.0	3000.0
55.0	1033.0	493.0	--	0.30	150.0	3000.0
56.0	1052.0	502.0	--	0.30	150.0	3000.0
57.0	1071.0	511.0	--	0.29	150.0	3000.0
58.0	1090.0	520.0	--	0.29	150.0	3000.0
59.0	1109.0	529.0	--	0.28	150.0	3000.0
60.0	1128.0	538.0	--	0.28	150.0	3000.0

Alfa = $Tau,lim / Cu$
 Beta = $Tau,lim / Sigma,v \text{ efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 57 di 62

iv09-12 / 5

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV09 CVF km 40+361

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1200 mm

Lpalo (m)	Qamm (kN)	Ql,u (kN)	Qb,cr (kN)	Wpalo (kN)	Qt,lim (kN)	S,cls (MPa)
20.00	7604.8	4766.1	2997.1	158.3	8074.2	6.72
21.00	7363.7	5192.6	2337.3	166.3	7737.3	6.51
22.00	7140.5	5637.1	1677.6	174.2	7418.4	6.31
23.00	6935.2	6099.4	1017.9	182.1	7117.3	6.13
24.00	7202.7	6374.8	1017.9	190.0	7392.7	6.37
25.00	7410.7	6590.7	1017.9	197.9	7608.6	6.55
26.00	7625.6	6813.6	1017.9	205.8	7831.5	6.74
27.00	7847.5	7043.4	1017.9	213.8	8061.2	6.94
28.00	8076.3	7280.1	1017.9	221.7	8297.9	7.14
29.00	9209.4	7761.4	1677.6	229.6	9542.7	8.14
30.00	10426.7	8326.9	2337.3	237.5	10871.6	9.22
31.00	11644.0	8892.3	2997.1	245.4	12200.4	10.30
32.00	12597.4	9457.8	3392.9	253.3	13529.3	11.14
33.00	13155.0	10023.3	3392.9	261.3	14858.2	11.63
34.00	13712.6	10588.8	3392.9	269.2	16187.1	12.12
35.00	14270.1	11154.3	3392.9	277.1	17516.0	12.62
36.00	14827.7	11719.8	3392.9	285.0	18844.9	13.11
37.00	15385.3	12285.3	3392.9	292.9	20173.8	13.60
38.00	15942.8	12850.8	3392.9	300.8	21502.7	14.10
39.00	16500.4	13416.2	3392.9	308.8	22831.6	14.59
40.00	17058.0	13981.7	3392.9	316.7	24160.5	15.08

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
 Qamm = Portata ammissibile del palo
 Ql,u = Portata laterale ultima
 Qb,cr = Portata di base critica
 Wpalo = Peso proprio del palo
 Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
 S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

$$Qamm = Ql,u/FSL + Qb,cr/FSB - Wpalo$$

*
* CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO *
*

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

DATI DI INPUT
=====

Diametro del palo	(m)	1.5
Lunghezza minima del palo	(m)	20
Lunghezza massima del palo	(m)	50
Incremento lunghezza palo	(m)	1
Quota testa palo da piano campagna	(m)	3
FS Portata laterale	(-)	1
FS Portata di base	(-)	1
Tensione massima nel calcestruzzo	(MPa)	15
Peso specifico del palo	(kN/m3)	7
Numero degli strati di terreno	(-)	4
Numero delle falde	(-)	1
Quota 1 ^ falda da p.c.	(m)	1

iv09-15 / 2

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Strato (-)	Z, str (m)	Gnat. (kN/m3)	Geff. (kN/m3)	Z, w (m)	Fi (o)	Delta (o)	Cu, i (kPa)	Cu, f (kPa)
1	7.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	50.0	50.0
2	26.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0
3	31.00	18.00	8.00	1.00	0.0	--	100.0	100.0
4	60.00	19.00	9.00	1.00	37.0	37.0	0.0	0.0

Z, str = Quota fine strato da piano campagna
 Gnat. = Peso specifico del terreno naturale
 Geff. = Peso specifico del terreno immerso
 Z, w = Quota della falda da piano campagna
 Fi = Angolo di resistenza al taglio (per terreni incoerenti)
 Delta = Angolo d'attrito palo-terreno (per terreni incoerenti)
 Cu, i = Coesione non drenata, inizio strato (per terreni coesivi)
 Cu, f = Coesione non drenata, fine strato (per terreni coesivi)

Strato (-)	Terreno tipo (---)	TAU, max (kPa)	Qbase, i (kPa)	Qbase, f (kPa)	Qb, l/Qb, c (-)
1	COESIVO	100.0	450.0	450.0	1.00
2	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00
3	COESIVO	100.0	900.0	900.0	1.00
4	INCOERENTE	150.0	3000.0	3000.0	3.00

TAU, max = Limite superiore dell'adesione laterale palo-terreno
 Qbase, i = Portata di base unitaria, inizio strato
 Qbase, f = Portata di base unitaria, fine strato
 Qb, l/Qb, c = Rapporto tra portata di base limite e critica

iv09-15 / 3

 2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma, v totale (kPa)	Sigma, v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau, lim (kPa)	qb, cr (kPa)
3.0	54.0	34.0	0.34	0.50	17.0	--
4.0	72.0	42.0	0.42	0.50	21.0	--
5.0	90.0	50.0	0.50	0.50	25.0	--
6.0	108.0	58.0	0.58	0.50	29.0	--
7.0	126.0	66.0	0.66	0.50	33.0	--
8.0	145.0	75.0	--	0.53	39.6	--
9.0	164.0	84.0	--	0.53	44.3	--
10.0	183.0	93.0	--	0.53	49.1	--
11.0	202.0	102.0	--	0.53	53.8	--
12.0	221.0	111.0	--	0.53	58.6	--
13.0	240.0	120.0	--	0.53	63.3	--
14.0	259.0	129.0	--	0.53	68.0	3000.0
15.0	278.0	138.0	--	0.53	72.8	3000.0
16.0	297.0	147.0	--	0.53	77.5	3000.0
17.0	316.0	156.0	--	0.53	82.3	3000.0
18.0	335.0	165.0	--	0.53	87.0	3000.0
19.0	354.0	174.0	--	0.53	91.8	3000.0
20.0	373.0	183.0	--	0.53	96.5	3000.0
21.0	392.0	192.0	--	0.53	101.3	3000.0
22.0	411.0	201.0	--	0.53	106.0	2766.7
23.0	430.0	210.0	--	0.53	110.8	2300.0
24.0	449.0	219.0	--	0.53	115.5	1833.3
25.0	468.0	228.0	--	0.53	120.3	1366.7
26.0	487.0	237.0	--	0.53	125.0	900.0
27.0	505.0	245.0	0.56	0.23	56.4	900.0
28.0	523.0	253.0	0.58	0.23	58.2	900.0
29.0	541.0	261.0	0.60	0.23	60.0	900.0
30.0	559.0	269.0	0.62	0.23	61.9	900.0
31.0	577.0	277.0	0.64	0.23	63.7	900.0
32.0	596.0	286.0	--	0.52	150.0	1366.7
33.0	615.0	295.0	--	0.51	150.0	1833.3
34.0	634.0	304.0	--	0.49	150.0	2300.0
35.0	653.0	313.0	--	0.48	150.0	2766.7
36.0	672.0	322.0	--	0.47	150.0	3000.0
37.0	691.0	331.0	--	0.45	150.0	3000.0
38.0	710.0	340.0	--	0.44	150.0	3000.0
39.0	729.0	349.0	--	0.43	150.0	3000.0
40.0	748.0	358.0	--	0.42	150.0	3000.0
41.0	767.0	367.0	--	0.41	150.0	3000.0
42.0	786.0	376.0	--	0.40	150.0	3000.0
43.0	805.0	385.0	--	0.39	150.0	3000.0
44.0	824.0	394.0	--	0.38	150.0	3000.0
45.0	843.0	403.0	--	0.37	150.0	3000.0
46.0	862.0	412.0	--	0.36	150.0	3000.0
47.0	881.0	421.0	--	0.36	150.0	3000.0
48.0	900.0	430.0	--	0.35	150.0	3000.0

iv09-15 / 4

2ø Lotto Montebello-Vicenza
CF IV09 CVF km 40+361

Quota da p.c. (m)	Sigma,v totale (kPa)	Sigma,v efficace (kPa)	Alfa (--)	Beta (--)	Tau,lim (kPa)	qb,cr (kPa)
49.0	919.0	439.0	--	0.34	150.0	3000.0
50.0	938.0	448.0	--	0.33	150.0	3000.0
51.0	957.0	457.0	--	0.33	150.0	3000.0
52.0	976.0	466.0	--	0.32	150.0	3000.0
53.0	995.0	475.0	--	0.32	150.0	3000.0
54.0	1014.0	484.0	--	0.31	150.0	3000.0
55.0	1033.0	493.0	--	0.30	150.0	3000.0
56.0	1052.0	502.0	--	0.30	150.0	3000.0
57.0	1071.0	511.0	--	0.29	150.0	3000.0
58.0	1090.0	520.0	--	0.29	150.0	3000.0
59.0	1109.0	529.0	--	0.28	150.0	3000.0
60.0	1128.0	538.0	--	0.28	150.0	3000.0

Alfa = $Tau,lim / Cu$
 Beta = $Tau,lim / Sigma,v \text{ efficace}$
 Tau,lim = Adesione limite palo-terreno
 qb,cr = Portata unitaria di base critica

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
IV09 - CAVALCAFERROVIA AL Km 40 + 365,77 0 - GENERALE RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento Y12 RB IV 09 0 0 001	Rev. A	Foglio 62 di 62

iv09-15 / 5

2ø Lotto Montebello-Vicenza
 CF IV09 CVF km 40+361

CAPACITA' PORTANTE A COMPRESSIONE - PALO TRIVELLATO D = 1500 mm

Lpalo (m)	Qamm (kN)	Ql,u (kN)	Qb,cr (kN)	Wpalo (kN)	Qt,lim (kN)	S,cls (MPa)
20.00	9774.6	5957.6	4064.4	247.4	10410.8	5.53
21.00	9470.8	6490.8	3239.8	259.8	9989.7	5.36
22.00	9189.3	7046.3	2415.1	272.1	9591.0	5.20
23.00	8930.2	7624.3	1590.4	284.5	9214.7	5.05
24.00	9262.1	7968.5	1590.4	296.9	9559.0	5.24
25.00	9519.6	8238.4	1590.4	309.3	9828.9	5.39
26.00	9785.8	8517.0	1590.4	321.6	10107.4	5.54
27.00	10060.6	8804.2	1590.4	334.0	10394.6	5.69
28.00	10344.2	9100.1	1590.4	346.4	10690.5	5.85
29.00	11758.1	9701.7	2415.1	358.7	12246.4	6.65
30.00	13277.2	10408.6	3239.8	371.1	13907.5	7.51
31.00	14796.4	11115.4	4064.4	383.5	15568.6	8.37
32.00	16315.6	11822.3	4889.1	395.8	17229.8	9.23
33.00	17422.4	12529.2	5301.4	408.2	18890.9	9.86
34.00	18116.9	13236.0	5301.4	420.6	20552.0	10.25
35.00	18811.4	13942.9	5301.4	433.0	22213.1	10.65
36.00	19505.8	14649.7	5301.4	445.3	23874.2	11.04
37.00	20200.3	15356.6	5301.4	457.7	25535.3	11.43
38.00	20894.8	16063.4	5301.4	470.1	27196.5	11.82
39.00	21589.3	16770.3	5301.4	482.4	28857.6	12.22
40.00	22283.8	17477.2	5301.4	494.8	30518.7	12.61
41.00	22978.3	18184.0	5301.4	507.2	32179.8	13.00
42.00	23672.8	18890.9	5301.4	519.5	33840.9	13.40
43.00	24367.3	19597.7	5301.4	531.9	35502.1	13.79
44.00	25061.8	20304.6	5301.4	544.3	36208.9	14.18
45.00	25756.2	21011.5	5301.4	556.7	36915.8	14.58
46.00	26450.7	21718.3	5301.4	569.0	37622.6	14.97
47.00	27145.2	22425.2	5301.4	581.4	38329.5	15.36

Lpalo = Lunghezza del palo da quota sottoplinto
 Qamm = Portata ammissibile del palo
 Ql,u = Portata laterale ultima
 Qb,cr = Portata di base critica
 Wpalo = Peso proprio del palo
 Qt,lim = Carico limite ultimo totale del palo
 S,cls = Tensione media di compressione sul calcestruzzo

$$Qamm = Ql,u/FSL + Qb,cr/FSB - Wpalo$$