

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
VIADOTTI E PONTI
Viadotto Grena dal Km 18+841.81 al Km 18+913.81
GENERALE
Relazione Geotecnica**

GENERAL CONTRACTOR				DIRETTORE LAVORI				SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE		Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona						
Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Luglio 2022		 Data: Luglio 2022						
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO

I N 1 7 1 2 E I 2 R B V I 1 8 0 0 0 0 1 B - - - D - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Alberto LEVORATO 	Luglio 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	G. Furlani 	Ottobre 2021	V. Pastore 	Ottobre 2021	P. Ascari 	Ottobre 2021	P. Ascari
B	RECEPIMENTO ISTRUTTORIE	G. Furlani 	Luglio 2022	V. Pastore 	Luglio 2022	P. Ascari 	Luglio 2022	

Data: Luglio 2022

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E9100000009	File: IN1712EI2RBV180001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

TUTTI I DIRITTI DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATI: LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E' VIETATA

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 2 di 55

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
	2.1 Documenti di riferimento.....	4
	2.2 Normativa di riferimento	4
	2.3 Programmi di calcolo utilizzati	4
3	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	5
	3.1 Indagini geotecniche di riferimento.....	5
	3.2 Letture piezometriche	6
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	7
	4.1 Premessa.....	7
	4.2 Unità geotecniche.....	7
	4.3 Stratigrafia e parametri geotecnici.....	7
	4.4 Livello di falda.....	15
	4.5 Categoria di sottosuolo sismica.....	15
5	CAPACITÀ PORTANTE PALO SINGOLO.....	16
	5.1 Analisi agli stati limite	16
	5.2 Capacità portante ai carichi verticali.....	19
	5.2.1 Portata laterale.....	19
	5.2.2 Portata di base.....	20
	5.3 Risultati - Capacità portante ai carichi verticali.....	22
	5.3.1 Premessa.....	22
	5.3.2 Stratigrafia di progetto.....	23
	5.3.3 Tabelle di capacità portante.....	23
6	APPENDICE A. ANALISI CAPACITA' PORTANTE PALO. Tabulati di calcolo PAL	29
	6.1 Palo D=1500 mm - Capacità portante in compressione	29
	6.2 Palo D=1500 mm - Capacità portante in trazione	36
7	APPENDICE B. CERTIFICATI STRATIGRAFICI SONDAGGI.....	43

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 3 di 55

1 PREMESSA

Nel presente documento si riporta la caratterizzazione geotecnica e le valutazioni di portanza dei pali di fondazione per il viadotto VI18 – Viadotto Grena, ubicato tra le progressive chilometriche 18+841.81 e 18+913.81 della linea A.V. / A.C. Torino – Venezia, tratta Verona – Padova, lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza.

Il documento si basa su tutti i risultati delle indagini realizzate lungo la tratta in oggetto, sia durante la fase di Progetto Definitivo (denominato PD), sia durante ulteriori fasi conoscitive, ad esempio richieste dalla Conferenza dei Servizi, sia nell'ambito della più recente campagna di indagini approntata specificatamente per la fase di Progetto Esecutivo (denominato PE).

L'analisi di dettaglio dei risultati di tutte le indagini in sito e prove di laboratorio sono riportate nella relazione geotecnica generale [DR 1.] a cui si rimanda per i dettagli.

In particolare nel presente documento verranno affrontati i seguenti argomenti:

- descrizione delle indagini eseguite nel sito;
- caratterizzazione geotecnica finalizzata all'opera: definizione della stratigrafia e dei parametri geotecnicidi calcolo; definizione del livello di falda per il dimensionamento delle opere provvisionali e definitive;
- determinazione della capacità portante dei pali di fondazione.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 4 di 55	

2 DOCUMENTI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Documenti di riferimento

- [DR 1.] IN1711EI2RBGE0000002 – Relazione Geotecnica Generale (dal km 10+050 a 21+990).
- [DR 2.] IN1712EI2FZVI1800001 - Profilo Geotecnico - Viadotto Grena dal Km 18+841.81 al Km 18+913.81.
- [DR 3.] IN1711EI2RGGE0000005 – Modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base, Tratta da Prog. 0+000 a 21+990.

2.2 Normativa di riferimento

- [NR 1] 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.
- [NR 2] 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.
- [NR 3] Manuale di Progettazione RFI.

2.3 Programmi di calcolo utilizzati

Per la redazione della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- *PAL (G. Guiducci, 1999-2006). Rimini (RN), Italia.* Programma di valutazione capacità portante per pali singoli di fondazione soggetti a carichi assiali. Sono implementati diverse metodologie di calcolo di portata laterale e di base pubblicati in letteratura tecnica. L'elaborazione opera secondo somma di contributi unitari.

Per il programma citato, con riferimento al paragrafo 10.2 del D.M. 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n° 617/09 C.S.LL.PP., si dichiara che:

- i risultati dei calcoli eseguiti con l'utilizzo del calcolatore sono stati verificati dal progettista;
- i risultati presentati nelle forme allegate al progetto ne garantiscono la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità;
- l'affidabilità dei codici utilizzati è stata verificata attraverso esame preliminare, di valutazione dell'affidabilità e soprattutto dell'idoneità del programma nel caso specifico di applicazione;
- la validazione dei codici di calcolo è stata verificata sia per confronto con soluzioni semplificate con metodi tradizionali, sia dall'esame della documentazione fornita dal produttore/distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione generale del codice.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 5 di 55

3 INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE

Per la progettazione della tratta Verona – Padova della linea AV/AC Torino – Venezia, a partire dal 2014 sono state eseguite numerose indagini nell’ambito delle varie fasi progettuali susseguitesesi nel tempo. Le principali sono:

- indagini geognostiche pregresse risalenti al periodo compreso tra il 1998 ed il 2002;
- campagna indagini 2014 e 2015 per PD;
- campagna indagini 2018 per CDS;
- campagna indagini 2020 per PE.

Le indagini eseguite in sito comprendono:

- sondaggi a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo;
- sondaggi con installazione di piezometro di Casagrande o a tubo aperto;
- perforazioni per l’esecuzione di prove Cross-Hole o Down-Hole (rispettivamente CH e DH);
- prove penetrometriche dinamiche in foro (SPT);
- prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU);
- pozzetti esplorativi;
- prove geofisiche tipo MASW.

3.1 Indagini geotecniche di riferimento

Relativamente all’opera in oggetto, le indagini disponibili ed esaminate sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 1 – Indagini geotecniche di riferimento

Progressiva (km)	Sondaggio/Prove	Campagna d'indagine (anno)	Quota di boccaforo (m s.l.m.)	Lunghezza (m)	Piezometro installato
18+670	BH5V	2015	22.04	25.0	-
18+893	BH-PZ-PE-38	2020-2021	22.05	50	TA
18+910	CPTU9V	2015	20.97	6.7	-
18+940	BH6V+CH2V	2015	21.30	50.0	-
19+012	BH-PE-38bis	2020-2021	21.37	10.0	-
19+070	CPTU11V	2015	20.80	3.8	-
19+060	CPTU-PE-21	2020-2021	21.99	21.0	-
19+060	CPTU10V e CPTU10Vbis	2015	21.20	25.8	-
19+142	MASW-PE-08	2020-2021	21.99	21.3	-
19+360	BH7V	2015	21.24	30.0	-

Il dettaglio delle prove in sito ed in laboratorio eseguite, sono riportate nella relazione geotecnica generale [DR 1.] a cui si rimanda per i dettagli.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 6 di 55	

3.2 Letture piezometriche

Relativamente all'opera in oggetto, nella tabella seguente si elencano le letture eseguite nelle strumentazioni piezometriche installate per le indagini delle diverse campagne geognostiche. In particolare nella tabella si riportano i massimi ed i minimi livelli di falda in quota assoluta (m s.l.m.) ed in quota relativa (profondità dal p.c. locale) nel periodo di monitoraggio disponibile (novembre 2014 – maggio 2022).

Tabella 2 - Sintesi dati piezometrici

Pk	Sondaggio	QUOTA boccaforo (m slm)	Quota falda Max (m slm)	Quota falda Min (m slm)	Profondità da p.c. [m] Max	Profondità da p.c. [m] Min
18+893	BH-PZ-PE-38	22.058	21.20	20.70	1.35	0.85
17+600	BH4V	21.586	20.77	20.05	1.54	0.82
18+725	BH8V	21.652	20.60	19.08	2.57	1.05
17+725	P20	21.938	20.79	20.14	1.69	1.15

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 7 di 55	

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

4.1 Premessa

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica dei terreni, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte in sito e delle prove di laboratorio.

Dopo aver individuato le principali unità intercettate lungo il tracciato, verranno definiti i parametri geotecnici e la stratigrafia di riferimento.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda.

4.2 Unità geotecniche

Per l'intero tratto, si osserva la presenza dei seguenti terreni:

- Unità (1): Riporto.
- Unità (2): Limi argillosi e limi da compatti a molto compatti, generalmente sovraconsolidati.
- Unità (3a): Sabbie limose / con limo e limi sabbiosi / con sabbia, a comportamento drenato, da sciolte a mediamente addensate.
- Unità (3b): Limi argillosi ed argille limose, da tenere a mediamente compatte, generalmente NC o debolmente OC.
- Unità (3a/b): Alternanze sia lungo la verticale che in planimetria di unità 3a e 3b.
- Unità (4): Sabbie generalmente da debolmente limose a limose, da mediamente addensate a molto addensate.
- Unità (6): Ghiaie, ghiaie con sabbie, con presenza locale di ciottoli, anche di grandi dimensioni (fino a 80-100 mm).

4.3 Stratigrafia e parametri geotecnici

In corrispondenza dell'opera la stratigrafia è stata desunta principalmente dai sondaggi BH-PZ-PE-38 e BH6V in quanto le prove penetrometriche statiche sono andate a rifiuto arrivate al banco ghiaioso. I certificati stratigrafici sono riportati in Appendice B. Tutte le indagini citate in Tabella 1 sono state utilizzate per la caratterizzazione geotecnica e quindi per la definizione dei parametri geotecnici delle unità interferenti con l'opera.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 8 di 55

Nei primi 6 m di profondità da p.c. si evidenzia la presenza di depositi alluvionali limoso argillosi (unità 3b), poi ghiaie sabbiose (unità 6) fino a 21 m circa ed a seguire sabbie limose (unità 4) fino alla massima profondità investigata (50.0 m) intercalate da uno straterello limoso argilloso (unità 2) da 25 a 27 m circa.

In Figura 1 sono riportati i valori di Nspt con la profondità. Per l'unità 6 (ghiaia sabbiosa) si hanno valori di Nspt tra 15 e 70 colpi/30 cm ad indicare addensamento da medio ad alto e per le sabbie (unità 4) i valori di Nspt sono compresi tra 10 e 60 colpi/30 cm con andamento generalmente crescente con la profondità.

In Figura 5 è mostrato uno stralcio del profilo stratigrafico, in particolare per l'opera si assume la seguente stratigrafia:

Tabella 3 - Stratigrafia per viadotto VI18

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	Descrizione
0.0	6.0	3b	Limo argilloso e argilla limosa
6.0	21.0	6	ghiaia
21.0	25.0	4	sabbia
25.0	27.0	2	limo argilloso
27.0	50.0	4	sabbia

Nella seguente tabella sono sintetizzati i valori dei parametri geotecnici caratteristici delle suddette unità intercettate e definiti sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini in sito e prove di laboratorio in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica generale [DR 1.].

Tabella 4 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta da progressiva chilometrica 16+340 a 19+159

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	Go (MPa)	E' (MPa)	c _u (kPa)	K (m/s)
3b	17.5-18.5	-	0	24-28	100-170	20-60	4-8	25-60	7E ⁻⁰⁷
3a	17.5-19	25-50	0	28-33			5-10	-	-
6	19-20	30-50	0	39-42	250-320	120-190	80-150	-	7E ⁻⁰⁴
4	19-20	50-70	0	37-39	350-370	230-260	100-200	-	1.3E ⁻⁰⁵
2	19-20	-	0-10	-	-	-	20-40	100-150	7E ⁻⁰⁷

Dove:

γ = peso di volume naturale

Dr = densità relativa

ϕ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

Vs = velocità delle onde di taglio

Go = modulo di deformazione a taglio a piccole deformazioni

E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = E_o / (3÷5)

c_u = resistenza al taglio non drenata

k = permeabilità

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 9 di 55	

Nella seguente tabella sono sintetizzati i valori dei parametri geotecnici caratteristici utilizzati per il dimensionamento delle opere.

Tabella 5 – Parametri geotecnici

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E' [MPa]	K [m/s]
0.0	-6.0	argilla	18.5	60-45 (*)	26	0	8	7E ⁻⁰⁷
-6.0	-21.0	ghiaia	19.0	-	39	0	60	7E ⁻⁰⁴
-21.0	-25.0	sabbia	19.0	-	37	0	60	1.3E ⁻⁰⁵
-25.0	-27.0	argilla	19.0	120	26	0	8	7E ⁻⁰⁷
-27.0	-40.0	sabbia	19.0	-	37	0	60	1.3E ⁻⁰⁵

Dove:
 γ = peso di volume naturale
 ϕ' = angolo di resistenza al taglio
c' = coesione drenata
E' = modulo di deformazione elastico di Young operativo = E_o / (3÷5)
Cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate (*) decrescente linearmente con la profondità da p.c.
K = permeabilità

Nelle seguenti figure si riportano i valori di N_{spt} con la profondità dei sondaggi di riferimento per l'opera, i valori della densità relativa dei depositi incoerenti, i valori dell'angolo di resistenza al taglio ed infine la granulometria dei sondaggi di riferimento.



AV/AC VERONA VICENZA

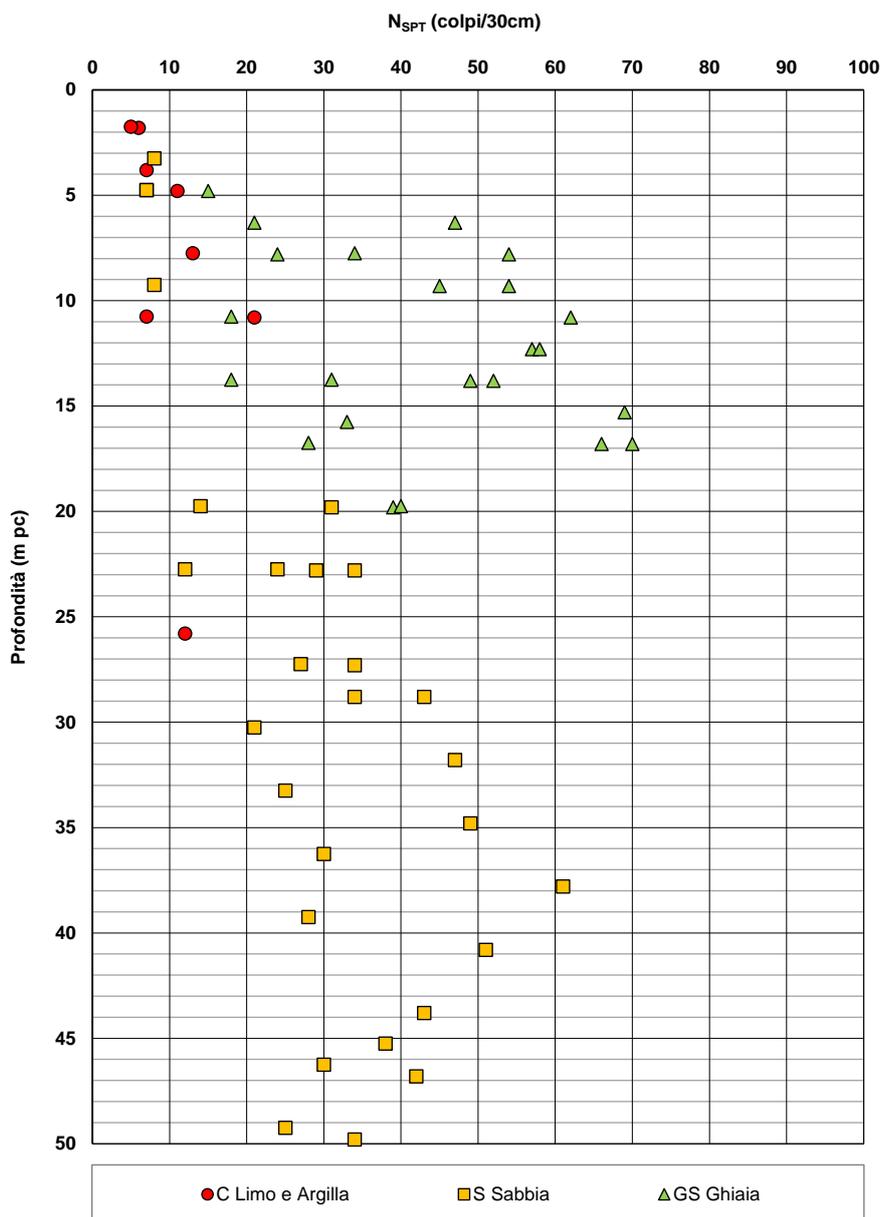


Figura 1 – Valori di N_{spt} sondaggi di riferimento VI18



AV/AC VERONA VICENZA

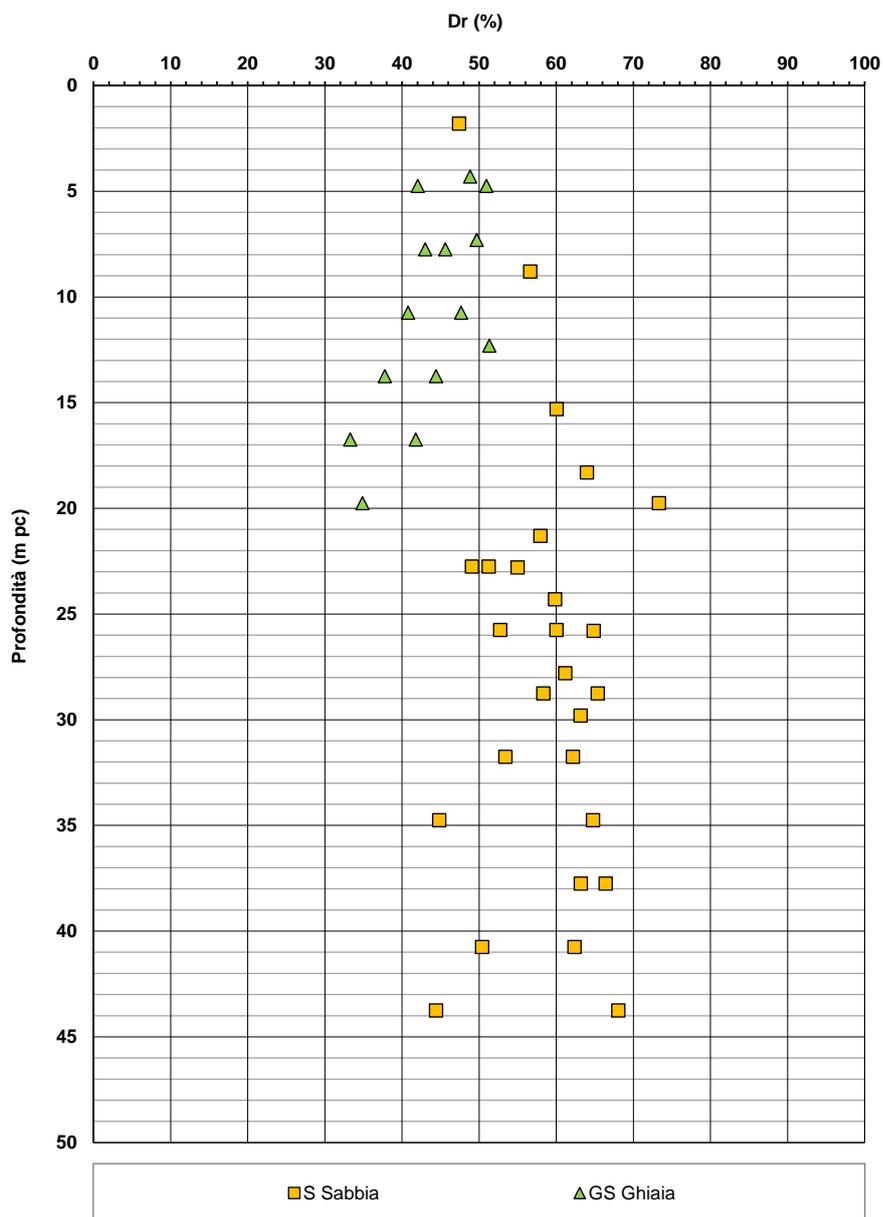


Figura 2 – Densità relativa – VI18

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 12 di 55

AV/AC VERONA VICENZA

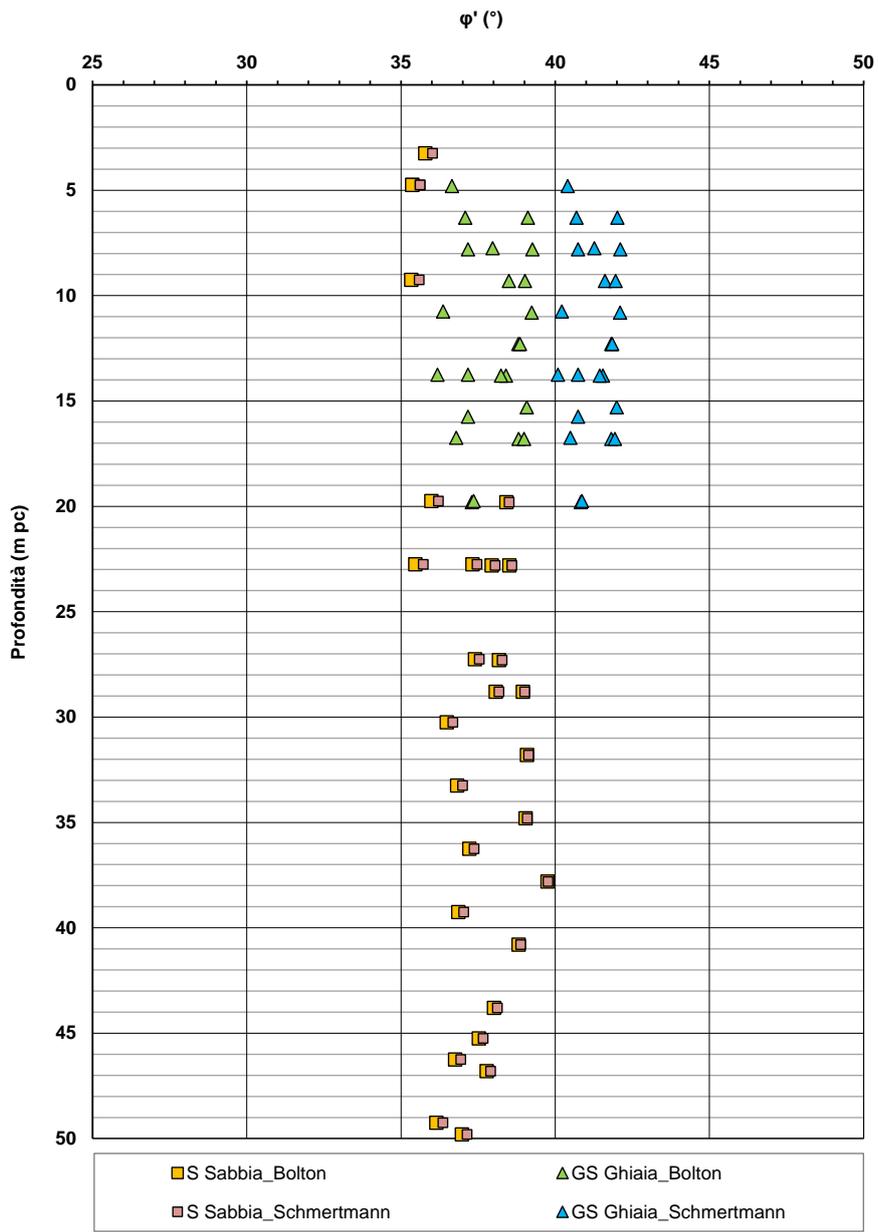


Figura 3 - Valori dell'angolo di resistenza al taglio – VI18

AV/AC VERONA VICENZA

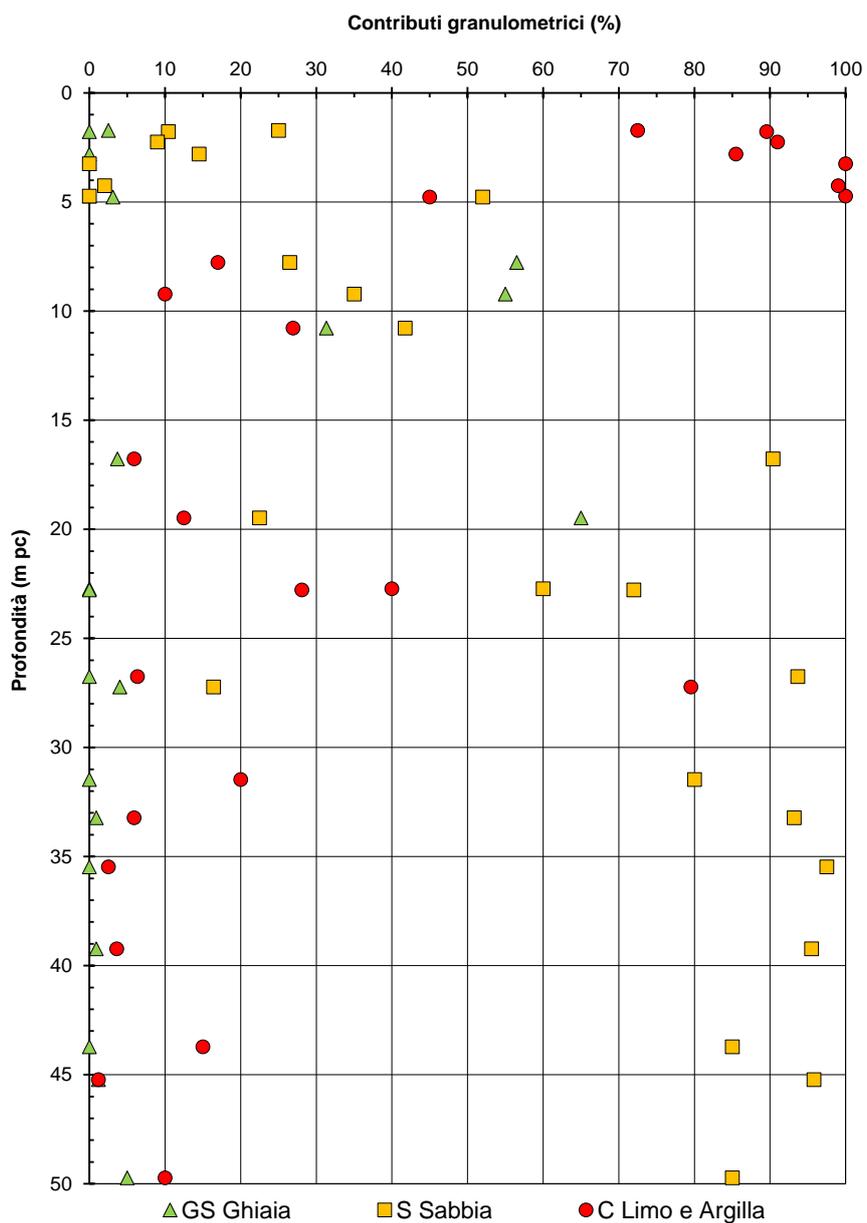


Figura 4 – Analisi granulometriche – VI18

Nella seguente figura è mostrato uno stralcio del profilo stratigrafico, si rimanda comunque alla tavola di progetto [DR 2].

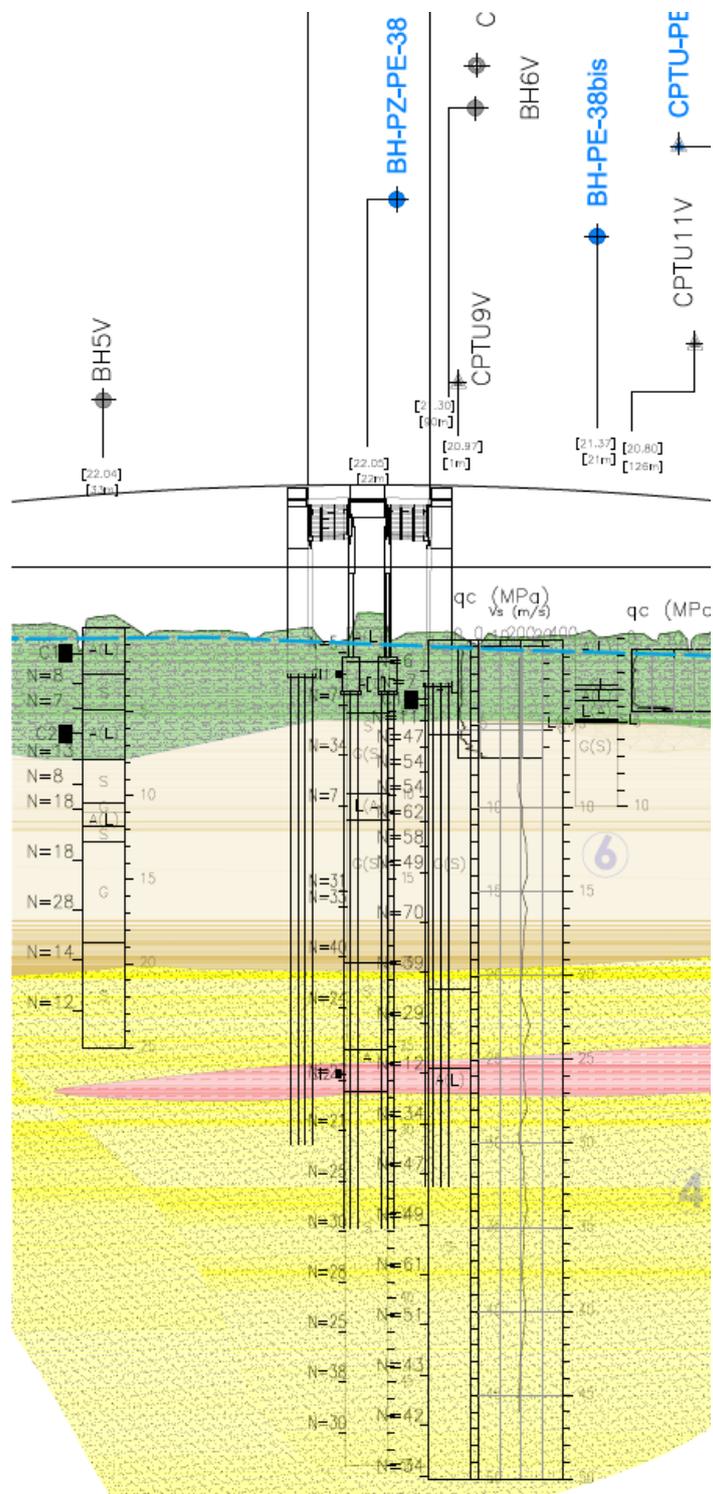


Figura 5 – Profilo stratigrafico VI18

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 15 di 55

4.4 Livello di falda

Sulla base delle informazioni piezometriche disponibili nell'area, per il dimensionamento dell'opera in oggetto si considera:

- Per le fasi provvisionali si assume un livello di falda +21.5 m s.l.m.;
- Per il dimensionamento dei pali di fondazione si assume cautelativamente il livello di falda a p.c..

4.5 Categoria di sottosuolo sismica

Per l'opera in esame si assume categoria di sottosuolo sismica tipo C, in accordo a quanto riportato nel documento "modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base" (vedasi [DR 3.]).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 16 di 55	

5 CAPACITÀ PORTANTE PALO SINGOLO

5.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 2008). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo:

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

F_{cd} = carico assiale di compressione di progetto;

R_{cd} = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

R_k = valore caratteristico della capacità portante limite del palo;

γ_R = coefficiente di sicurezza sulle resistenze

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1: A1 + M1 + R1

Combinazione 2: A2 + M1 + R2

Approccio 2:

Combinazione 1: A1 + M1 + R3

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati in Tab. 5.2.V (ponti ferroviari), e Tab. 6.4.II delle NTC 2008 e riportati nelle seguenti Tabella 6 e Tabella 7.

Il peso del palo, in accordo con quanto riportato al paragrafo 6.4.3 delle NTC2008, deve essere incluso tra le azioni permanenti di cui alla Tabella 5.

Nel caso in esame, la valutazione della capacità portante del palo viene eseguita con riferimento all'Approccio 2 di normativa e quindi con un'unica curva di portanza A1+M1+R3 per le combinazioni statiche e sismiche. Nel caso sismico assumendo i coefficienti delle azioni A1 unitari, come da §7.11.5.3-NTC2008.

La resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ i coefficienti parziali γ_R riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione ed a trazione $R_{t,k}$ è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 alle resistenze di calcolo R_{cal} ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 17 di 55

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

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

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

Secondo quanto indicato da NTC 2008 al paragrafo 7.11.5.3., per le condizioni sismiche, la portanza palo va valutata con Approccio 1 combinazione 2, ed eseguita con coefficienti unitari sulle azioni e coefficienti sulle resistenze R3. Di fatto, tale curva in pratica coincide con quella dell'Approccio 2.

Tabella 6 – Tab. 5.2.V, NTC 2008

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 18 di 55	

Tabella 7 –Tab. 6.4.II, NTC 2008

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.

Tabella 8 –Tab. 6.4.IV NTC 2008 - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 19 di 55	

5.2 Capacità portante ai carichi verticali

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

$$Q_d = Q_{ll} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W_{p-s}$$

dove:

Q_{ll} = portata laterale limite,

Q_{bl} = portata di base limite,

W_{p-s} = peso del palo al netto del peso del terreno asportato,

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

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

Determinazione della resistenza di progetto a trazione

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

$$Q_d = Q_{LL} / F_{SL} + W'_P$$

dove:

Q_{LL} = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel precedente paragrafo),

W'_P = peso efficace del palo: alleggerito se sotto falda,

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale ($= \gamma_{st} \cdot \xi$).

5.2.1 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 coesivi

Per i terreni coesivi la tensione di adesione laterale limite è valutata con la seguente espressione:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{us,max}$$

Dove:

c_u = resistenza al taglio non drenata.

α è il coefficiente empirico, determinato in accordo a quanto indicato nel manuale FHWA 2010:

$\alpha = 0.55$ per $(c_u/p_a) \leq 1.5$;

$\alpha = 0.55 - 0.1 \cdot (c_u/p_a - 1.5)$ per $1.5 \leq (c_u/p_a) \leq 2.5$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 20 di 55	

Inoltre per la resistenza laterale vengono verificate anche le seguenti condizioni:

$$\tau_{lim} \text{ (kPa)} \geq 0.23 \cdot \sigma'_{v0}$$

$$\tau_{us,max} = 100 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno coesivo)}$$

dove:

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

Depositi incoerenti

Per i terreni incoerenti la tensione di aderenza laterale limite è valutata mediante metodo β con la seguente espressione (Reese & O'Neill, 1999, recepito nel manuale FHWA del 2010):

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

dove:

$$\beta = 1.5 - 0.245 \cdot z^{0.50} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.20) \text{ per sabbie;}$$

$$\beta = 2.0 - 0.147 \cdot z^{0.75} \quad (0.25 \leq \beta \leq 1.80) \text{ per sabbie ghiaiose;}$$

$$\sigma'_{v0} \quad \text{tensione verticale efficace alla quota di riferimento.}$$

$$\tau_{us,max} = 150 \text{ kPa (resistenza laterale massima in terreno incoerente)}$$

5.2.2 Portata di base

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

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

dove:

$$A_p = \text{area della base del palo,}$$

$$q_{bl} = \text{portata limite specifica di base.}$$

Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi viene valutata con la seguente relazione:

$$q_{b,ult} \text{ (kPa)} = 9 \cdot c_{uk}$$

dove:

$$c_{uk} = \text{resistenza a taglio non drenata caratteristica.}$$

Depositi incoerenti

Il valore della portata di base allo stato critico (q_{bcf}) è stato valutato, considerando un rapporto fra il cedimento della base del palo ed il diametro del palo pari al 10%.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 21 di 55

Generalmente sono disponibili dati di prove SPT, da cui si possono utilizzare le indicazioni di Reese e O'Neill, 1988, Fioravante et al., 1995:

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

Quando sono disponibili dati penetrometrici, si può considerare la seguente espressione (Salgado 2006, Ghionna et al., 1994):

$$q_{bcr 0.1} \cong 0.10 \div 0.16 q_c$$

dove l'estremo inferiore può essere assunto per sabbie molto addensate e l'estremo superiore per sabbie mediamente addensate.

Terreni stratificati

Nel caso di terreni stratificati, costituiti da alternanze di strati di limi e argille e di sabbie e ghiaie, i criteri di valutazione delle portate laterali limite rimangono analoghi a quelli descritti precedentemente. In accordo a quanto discusso in Meyerhof (1976) la portata di base negli strati sabbioso-ghiaiosi andrà abbattuta rispetto a quella caratteristica dello strato supposto omogeneo, in accordo a quanto rappresentato nella figura seguente. In pratica nel caso di terreno stratificato, la mobilitazione dell'intera resistenza di base disponibile è subordinato alla condizione che il palo penetri nello strato portante per almeno 3 diametri; viceversa mano mano che la base del palo si avvicina ad uno strato inferiore di minore resistenza, la resistenza comincia a diminuire fino ad uguagliare al confine il valore che compete alla rottura dello strato più debole (vedasi Figura 6).

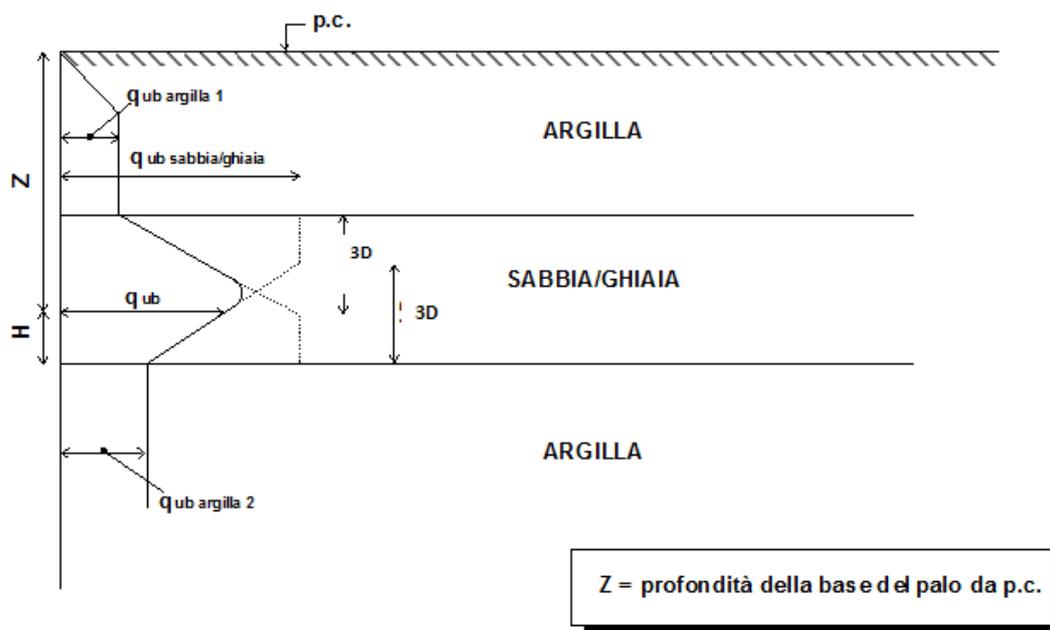


Figura 6 - Criterio di valutazione della pressione ultima di base (q_{ub}) in terreni stratificati

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 22 di 55	

5.3 Risultati - Capacità portante ai carichi verticali

5.3.1 Premessa

La capacità portante per le fondazioni dell'opera è stata valutata per pali di diametro $D=1500$ mm considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N. 2 verticali di indagine, da cui $\xi_4 = 1.55$, in accordo al PD. L'esecuzione di un ulteriore sondaggio in sede di PE in corrispondenza dell'opera (BH-PZ-PE-38 spinto fino a 50 m di profondità), oltre al sondaggi BH6V già eseguito, di lunghezza 50 m, ha consentito di affinare il modello geotecnico che comunque si delinea sostanzialmente uniforme nel sito.
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($= \xi_4 \cdot \gamma_s = 1.55 \cdot 1.15 = 1.78$).
- F_{StL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a trazione ($= \xi_4 \cdot \gamma_s = 1.55 \cdot 1.25 = 1.94$).
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($= \xi_4 \cdot \gamma_b = 1.55 \cdot 1.35 = 2.09$).

Quindi per la verifica di capacità portante del palo si dovranno verificare le seguenti due condizioni:

- $N_{max,SLU} < Q_d$, la massima sollecitazione assiale (sia statica, che sismica) allo SLU dovrà essere inferiore alla portata di progetto del palo (riportata nelle seguenti tabelle);
- $N_{max,SLE} < Q_{II} / 1.25$ la massima sollecitazione assiale allo SLE RARA dovrà essere inferiore alla portata laterale limite del palo (Q_{II} , riportata nelle seguenti tabelle) con un fattore di sicurezza di 1.25.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 23 di 55	

5.3.2 Stratigrafia di progetto

Nella seguente tabella si riportano la stratigrafia ed i parametri geotecnici principali per il calcolo della capacità portante dei pali dell'opera in esame.

Tabella 9 – Stratigrafia e parametri per portanza pali

da [m]	a [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	cu [kPa]	τ_{max} [kPa]	qb [kPa]
0.0	6.0	3b	18.5	60-45 (*)	100	9*cu
6.0	21.0	6	19.0	-	120	3000
21.0	25.0	4	19.0	-	120	2200
25.0	27.0	2	19.0	120	100	9*cu
27.0	50.0	4	19.0	-	150	3000

Dove:
 γ = peso di volume naturale
cu = resistenza al taglio in condizioni non drenate
 τ_{max} = tensione di adesione laterale limite massima
qb = portata di base limite unitaria

(*) decrescente linearmente con la profondità da p.c.

Inoltre nel calcolo della capacità portante dei pali si è considerato:

- testa palo a -2.5 m da p.c.;
- falda a p.c..

5.3.3 Tabelle di capacità portante

Nella seguente tabella e figura si riportano i valori della portata di progetto a compressione ed a trazione.

I tabulati di calcolo completi sono in Appendice A.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 24 di 55

Tabella 10 – Palo D=1500 mm – compressione

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18

Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	855.	0.	855.	409.
.50	69.	835.	7.	897.	431.
1.00	136.	815.	14.	937.	452.
1.50	202.	795.	21.	975.	472.
2.00	266.	775.	29.	1012.	492.
2.50	328.	755.	36.	1048.	510.
3.00	389.	736.	43.	1081.	527.
3.50	462.	716.	50.	1128.	552.
4.00	626.	1225.	57.	1794.	881.
4.50	814.	1735.	64.	2485.	1223.
5.00	1012.	2244.	72.	3185.	1571.
5.50	1219.	2754.	79.	3894.	1924.
6.00	1435.	3263.	86.	4612.	2282.
6.50	1658.	3773.	93.	5338.	2644.
7.00	1889.	4282.	100.	6071.	3010.
7.50	2127.	4792.	107.	6811.	3380.
8.00	2370.	5301.	115.	7557.	3754.
8.50	2619.	5301.	122.	7799.	3886.
9.00	2873.	5301.	129.	8045.	4022.
9.50	3131.	5301.	136.	8297.	4160.
10.00	3393.	5301.	143.	8552.	4300.
10.50	3659.	5301.	150.	8810.	4442.
11.00	3927.	5301.	157.	9071.	4585.
11.50	4197.	5301.	165.	9334.	4730.
12.00	4469.	5301.	172.	9599.	4876.
12.50	4742.	5301.	179.	9865.	5022.
13.00	5016.	5301.	186.	10132.	5169.
13.50	5290.	5301.	193.	10398.	5315.
14.00	5563.	5301.	200.	10665.	5462.
14.50	5836.	5120.	208.	10748.	5521.
15.00	6107.	4938.	215.	10831.	5579.
15.50	6376.	4757.	222.	10911.	5636.
16.00	6643.	4575.	229.	10989.	5692.
16.50	6907.	4394.	236.	11064.	5746.
17.00	7167.	4212.	243.	11136.	5799.
17.50	7423.	4031.	250.	11204.	5849.
18.00	7675.	3849.	258.	11267.	5896.
18.50	7913.	3668.	265.	11316.	5935.
19.00	8087.	3448.	272.	11263.	5921.
19.50	8249.	3228.	279.	11198.	5900.
20.00	8409.	3008.	286.	11131.	5877.
20.50	8567.	2788.	293.	11061.	5853.
21.00	8722.	2568.	301.	10989.	5828.
21.50	8874.	2348.	308.	10914.	5801.
22.00	9022.	2128.	315.	10836.	5772.
22.50	9169.	1909.	322.	10756.	5742.
23.00	9323.	1909.	329.	10903.	5822.
23.50	9479.	1909.	336.	11051.	5902.
24.00	9634.	1909.	344.	11199.	5982.
24.50	9788.	1909.	351.	11346.	6061.
25.00	9933.	2286.	358.	11860.	6316.
25.50	10078.	2662.	365.	12376.	6571.
26.00	10226.	3039.	372.	12893.	6827.
26.50	10377.	3416.	379.	13414.	7085.
27.00	10530.	3793.	386.	13937.	7344.
27.50	10686.	4170.	394.	14463.	7605.

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica Documento

EI2 RB VI 18 0 0 001

Rev.

B

Foglio

25 di 55

28.00	10845.	4547.	401.	14991.	7867.
28.50	11006.	4924.	408.	15522.	8131.
29.00	11170.	5301.	415.	16056.	8397.
29.50	11336.	5301.	422.	16215.	8483.
30.00	11505.	5301.	429.	16377.	8571.
30.50	11677.	5301.	437.	16542.	8660.
31.00	11852.	5301.	444.	16709.	8751.
31.50	12029.	5301.	451.	16879.	8844.
32.00	12209.	5301.	458.	17052.	8937.
32.50	12391.	5301.	465.	17227.	9033.
33.00	12576.	5301.	472.	17405.	9130.
33.50	12764.	5301.	480.	17586.	9228.
34.00	12954.	5301.	487.	17769.	9328.
34.50	13148.	5301.	494.	17955.	9429.
35.00	13343.	5301.	501.	18144.	9532.
35.50	13542.	5301.	508.	18335.	9636.
36.00	13743.	5301.	515.	18529.	9742.
36.50	13946.	5301.	522.	18725.	9849.
37.00	14153.	5301.	530.	18924.	9958.
37.50	14362.	5301.	537.	19126.	10068.
38.00	14573.	5301.	544.	19331.	10180.
38.50	14787.	5301.	551.	19538.	10293.
39.00	15004.	5301.	558.	19748.	10408.
39.50	15224.	5301.	565.	19960.	10524.
40.00	15446.	5301.	573.	20175.	10642.
40.50	15671.	5301.	580.	20393.	10761.
41.00	15899.	5301.	587.	20613.	10881.
41.50	16129.	5301.	594.	20836.	11004.
42.00	16362.	5301.	601.	21062.	11127.
42.50	16597.	5301.	608.	21290.	11252.
43.00	16835.	5301.	615.	21521.	11379.
43.50	17076.	5301.	623.	21755.	11507.
44.00	17319.	5301.	630.	21991.	11637.
44.50	17565.	5301.	637.	22230.	11768.
45.00	17814.	5301.	644.	22471.	11900.
45.50	18066.	5301.	651.	22716.	12034.
46.00	18320.	5301.	658.	22963.	12170.
46.50	18576.	5301.	666.	23212.	12307.
47.00	18836.	5301.	673.	23464.	12446.
47.50	19098.	5301.	680.	23719.	12586.

L_p = Lunghezza utile del palo

Q_{l1} = Portata laterale limite

Q_{b1} = Portata di base limite

W_p = Peso efficace del palo

Q_u = Portata totale limite

Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,1 + Q_{b1}/FS,b - W_p$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 26 di 55

Tabella 11 – Palo D=1500 mm – trazione

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	69.	0.	-13.	82.	49.
1.00	136.	0.	-27.	163.	97.
1.50	202.	0.	-40.	241.	144.
2.00	266.	0.	-53.	319.	190.
2.50	328.	0.	-66.	394.	235.
3.00	389.	0.	-80.	468.	280.
3.50	462.	0.	-93.	555.	331.
4.00	626.	0.	-106.	732.	429.
4.50	814.	0.	-119.	934.	539.
5.00	1012.	0.	-133.	1145.	654.
5.50	1219.	0.	-146.	1365.	774.
6.00	1435.	0.	-159.	1594.	899.
6.50	1658.	0.	-172.	1831.	1027.
7.00	1889.	0.	-186.	2075.	1159.
7.50	2127.	0.	-199.	2325.	1295.
8.00	2370.	0.	-212.	2582.	1434.
8.50	2619.	0.	-225.	2844.	1575.
9.00	2873.	0.	-239.	3111.	1719.
9.50	3131.	0.	-252.	3383.	1866.
10.00	3393.	0.	-265.	3658.	2014.
10.50	3659.	0.	-278.	3937.	2164.
11.00	3927.	0.	-292.	4218.	2316.
11.50	4197.	0.	-305.	4502.	2468.
12.00	4469.	0.	-318.	4787.	2622.
12.50	4742.	0.	-331.	5074.	2776.
13.00	5016.	0.	-345.	5361.	2930.
13.50	5290.	0.	-358.	5648.	3085.
14.00	5563.	0.	-371.	5935.	3239.
14.50	5836.	0.	-384.	6220.	3393.
15.00	6107.	0.	-398.	6505.	3546.
15.50	6376.	0.	-411.	6787.	3698.
16.00	6643.	0.	-424.	7067.	3848.
16.50	6907.	0.	-437.	7344.	3997.
17.00	7167.	0.	-451.	7618.	4145.
17.50	7423.	0.	-464.	7887.	4290.
18.00	7675.	0.	-477.	8153.	4434.
18.50	7913.	0.	-490.	8403.	4569.
19.00	8087.	0.	-504.	8591.	4672.
19.50	8249.	0.	-517.	8766.	4769.
20.00	8409.	0.	-530.	8939.	4865.
20.50	8567.	0.	-543.	9110.	4959.
21.00	8722.	0.	-557.	9278.	5052.
21.50	8874.	0.	-570.	9443.	5144.
22.00	9022.	0.	-583.	9606.	5234.
22.50	9169.	0.	-596.	9766.	5323.
23.00	9323.	0.	-610.	9933.	5416.
23.50	9479.	0.	-623.	10102.	5509.
24.00	9634.	0.	-636.	10271.	5602.
24.50	9788.	0.	-649.	10438.	5695.
25.00	9933.	0.	-663.	10595.	5783.
25.50	10078.	0.	-676.	10754.	5871.
26.00	10226.	0.	-689.	10915.	5960.
26.50	10377.	0.	-702.	11079.	6051.
27.00	10530.	0.	-716.	11246.	6144.
27.50	10686.	0.	-729.	11415.	6237.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 27 di 55

28.00	10845.	0.	-742.	11587.	6332.
28.50	11006.	0.	-755.	11761.	6429.
29.00	11170.	0.	-769.	11938.	6526.
29.50	11336.	0.	-782.	12118.	6625.
30.00	11505.	0.	-795.	12301.	6726.
30.50	11677.	0.	-808.	12486.	6828.
31.00	11852.	0.	-822.	12674.	6931.
31.50	12029.	0.	-835.	12864.	7035.
32.00	12209.	0.	-848.	13057.	7141.
32.50	12391.	0.	-861.	13253.	7249.
33.00	12576.	0.	-875.	13451.	7357.
33.50	12764.	0.	-888.	13652.	7467.
34.00	12954.	0.	-901.	13856.	7579.
34.50	13148.	0.	-914.	14062.	7692.
35.00	13343.	0.	-928.	14271.	7806.
35.50	13542.	0.	-941.	14483.	7921.
36.00	13743.	0.	-954.	14697.	8038.
36.50	13946.	0.	-968.	14914.	8156.
37.00	14153.	0.	-981.	15133.	8276.
37.50	14362.	0.	-994.	15356.	8397.
38.00	14573.	0.	-1007.	15580.	8519.
38.50	14787.	0.	-1021.	15808.	8643.
39.00	15004.	0.	-1034.	16038.	8768.
39.50	15224.	0.	-1047.	16271.	8894.
40.00	15446.	0.	-1060.	16506.	9022.
40.50	15671.	0.	-1074.	16745.	9151.
41.00	15899.	0.	-1087.	16985.	9282.
41.50	16129.	0.	-1100.	17229.	9414.
42.00	16362.	0.	-1113.	17475.	9547.
42.50	16597.	0.	-1127.	17724.	9682.
43.00	16835.	0.	-1140.	17975.	9818.
43.50	17076.	0.	-1153.	18229.	9955.
44.00	17319.	0.	-1166.	18486.	10094.
44.50	17565.	0.	-1180.	18745.	10234.
45.00	17814.	0.	-1193.	19007.	10375.
45.50	18066.	0.	-1206.	19272.	10518.
46.00	18320.	0.	-1219.	19539.	10662.
46.50	18576.	0.	-1233.	19809.	10808.
47.00	18836.	0.	-1246.	20081.	10955.
47.50	19098.	0.	-1259.	20357.	11103.

L_p = Lunghezza utile del palo
 Q_{l1} = Portata laterale limite
 Q_{b1} = Portata di base limite
 W_p = Peso efficace del palo
 Q_u = Portata totale limite
 Q_d = Portata di progetto = $Q_{l1}/FS,l + Q_{b1}/FS,b - W_p$

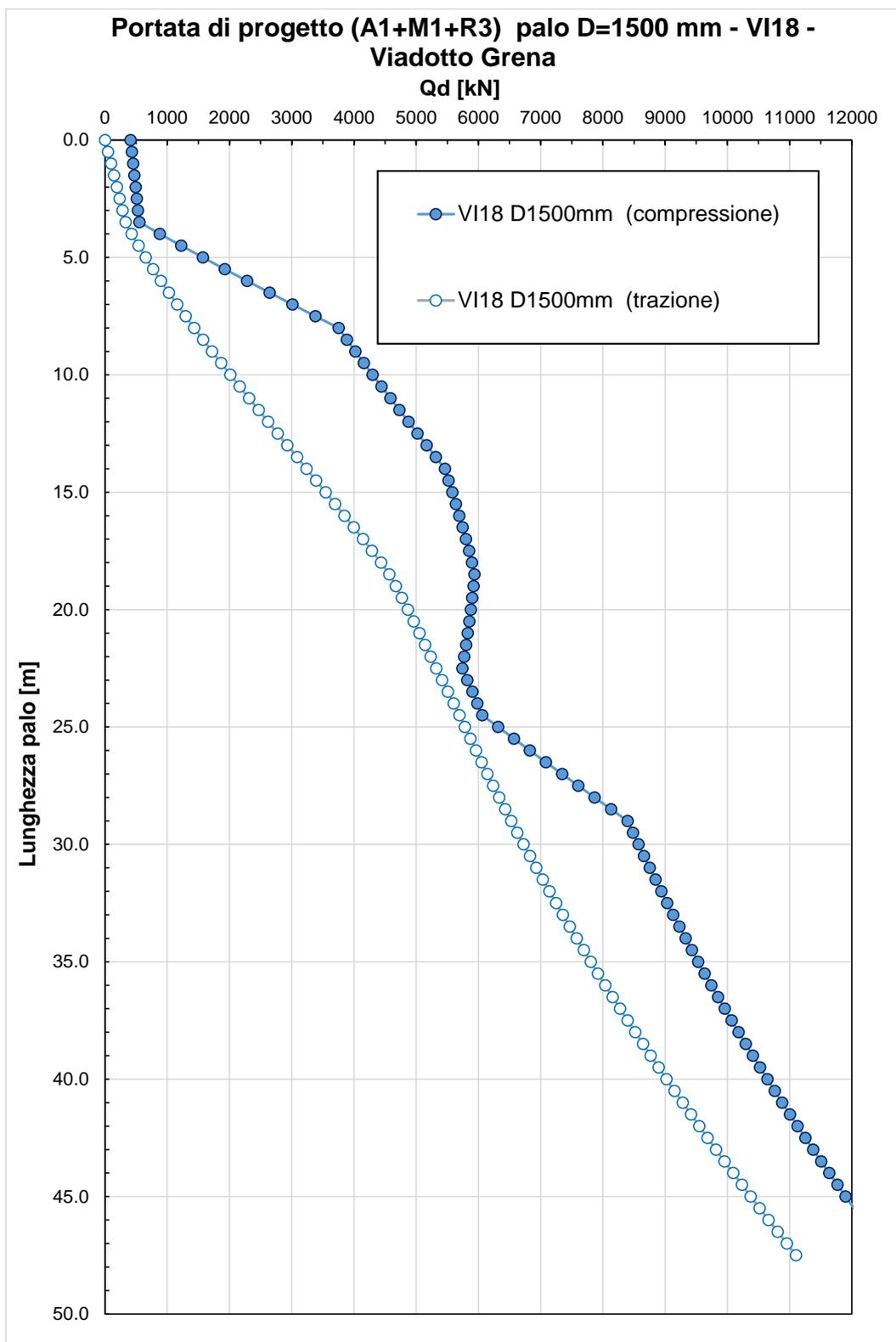


Figura 7 – Capacità portante palo di progetto

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 29 di 55

6 APPENDICE A. ANALISI CAPACITA' PORTANTE PALO. Tabulati di calcolo PAL

6.1 Palo D=1500 mm - Capacità portante in compressione

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacità portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag./ 2

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c.	=	2.50 m
Quota falda da p.c.	=	.00 m
Peso di volume del palo	=	8.10 kN/m ³
Fattore di sicurezza portata laterale	=	1.78 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base	=	2.09 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile e' superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso e' piu' debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 6.00 m

$G_n = 18.5$ kN/m³ $G_e = 8.5$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito



4 "A	"	1.00	1.00	1.00
5 "S	"	1.00	1.00	-

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu	alfa
kPa	-
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

pag./ 6

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
2.50	21.3	46.3	53.8	1.39	29.6	484.
3.00	25.5	55.5	52.5	1.13	28.9	473.
3.50	29.8	64.8	51.3	.95	28.2	461.
4.00	34.0	74.0	50.0	.81	27.5	450.
4.50	38.3	83.3	48.8	.70	26.8	439.
5.00	42.5	92.5	47.5	.61	26.1	428.
5.50	46.8	101.8	46.3	.54	25.4	416.
6.00	51.0	111.0	45.0	.46	24.7	405.
6.50	55.5	120.5	--	1.40	77.8	693.
7.00	60.0	130.0	--	1.37	82.0	982.
7.50	64.5	139.5	--	1.33	86.0	1270.
8.00	69.0	149.0	--	1.30	89.8	1558.
8.50	73.5	158.5	--	1.27	93.2	1847.
9.00	78.0	168.0	--	1.24	96.4	2135.
9.50	82.5	177.5	--	1.20	99.4	2423.
10.00	87.0	187.0	--	1.17	102.1	2712.
10.50	91.5	196.5	--	1.14	104.5	3000.
11.00	96.0	206.0	--	1.11	106.8	3000.
11.50	100.5	215.5	--	1.08	108.7	3000.
12.00	105.0	225.0	--	1.05	110.5	3000.
12.50	109.5	234.5	--	1.02	112.0	3000.
13.00	114.0	244.0	--	.99	113.3	3000.
13.50	118.5	253.5	--	.96	114.3	3000.
14.00	123.0	263.0	--	.94	115.1	3000.
14.50	127.5	272.5	--	.91	115.7	3000.
15.00	132.0	282.0	--	.88	116.1	3000.
15.50	136.5	291.5	--	.85	116.3	3000.
16.00	141.0	301.0	--	.82	116.2	3000.
16.50	145.5	310.5	--	.80	115.9	3000.
17.00	150.0	320.0	--	.77	115.4	2897.

pag./ 7

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante



zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
17.50	154.5	329.5	--	.74	114.7	2795.
18.00	159.0	339.0	--	.72	113.7	2692.
18.50	163.5	348.5	--	.69	112.6	2589.
19.00	168.0	358.0	--	.66	111.3	2486.
19.50	172.5	367.5	--	.64	109.7	2384.
20.00	177.0	377.0	--	.61	107.9	2281.
20.50	181.5	386.5	--	.58	106.0	2178.
21.00	186.0	396.0	--	.47	87.0	2076.
21.50	190.5	405.5	--	.36	69.3	1951.
22.00	195.0	415.0	--	.35	68.4	1827.
22.50	199.5	424.5	--	.34	67.4	1702.
23.00	204.0	434.0	--	.33	66.3	1578.
23.50	208.5	443.5	--	.31	65.1	1453.
24.00	213.0	453.0	--	.30	63.8	1329.
24.50	217.5	462.5	--	.29	62.5	1204.
25.00	222.0	472.0	--	.29	63.5	1080.
25.50	226.5	481.5	120.0	.29	66.0	1080.
26.00	231.0	491.0	120.0	.29	66.0	1080.
26.50	235.5	500.5	120.0	.28	66.0	1080.
27.00	240.0	510.0	120.0	.26	63.0	1080.
27.50	244.5	519.5	--	.25	61.1	1293.
28.00	249.0	529.0	--	.25	62.3	1507.
28.50	253.5	538.5	--	.25	63.4	1720.
29.00	258.0	548.0	--	.25	64.5	1933.
29.50	262.5	557.5	--	.25	65.6	2147.
30.00	267.0	567.0	--	.25	66.8	2360.
30.50	271.5	576.5	--	.25	67.9	2573.
31.00	276.0	586.0	--	.25	69.0	2787.
31.50	280.5	595.5	--	.25	70.1	3000.
32.00	285.0	605.0	--	.25	71.3	3000.

pag./ 8

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	289.5	614.5	--	.25	72.4	3000.
33.00	294.0	624.0	--	.25	73.5	3000.
33.50	298.5	633.5	--	.25	74.6	3000.
34.00	303.0	643.0	--	.25	75.8	3000.
34.50	307.5	652.5	--	.25	76.9	3000.
35.00	312.0	662.0	--	.25	78.0	3000.
35.50	316.5	671.5	--	.25	79.1	3000.
36.00	321.0	681.0	--	.25	80.3	3000.
36.50	325.5	690.5	--	.25	81.4	3000.
37.00	330.0	700.0	--	.25	82.5	3000.
37.50	334.5	709.5	--	.25	83.6	3000.
38.00	339.0	719.0	--	.25	84.8	3000.
38.50	343.5	728.5	--	.25	85.9	3000.
39.00	348.0	738.0	--	.25	87.0	3000.
39.50	352.5	747.5	--	.25	88.1	3000.
40.00	357.0	757.0	--	.25	89.3	3000.
40.50	361.5	766.5	--	.25	90.4	3000.
41.00	366.0	776.0	--	.25	91.5	3000.
41.50	370.5	785.5	--	.25	92.6	3000.
42.00	375.0	795.0	--	.25	93.8	3000.
42.50	379.5	804.5	--	.25	94.9	3000.
43.00	384.0	814.0	--	.25	96.0	3000.
43.50	388.5	823.5	--	.25	97.1	3000.
44.00	393.0	833.0	--	.25	98.3	3000.
44.50	397.5	842.5	--	.25	99.4	3000.
45.00	402.0	852.0	--	.25	100.5	3000.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE										
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	<table border="1"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica Documento</td> <td>Rev.</td> <td>Foglio</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2 RB VI 18 0 0 001</td> <td>B</td> <td>33 di 55</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio	IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	33 di 55
Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio							
IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	33 di 55							

45.50	406.5	861.5	--	.25	101.6	3000.
46.00	411.0	871.0	--	.25	102.8	3000.
46.50	415.5	880.5	--	.25	103.9	3000.
47.00	420.0	890.0	--	.25	105.0	3000.

pag./ 9

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	424.5	899.5	--	.25	106.1	3000.
48.00	429.0	909.0	--	.25	107.3	3000.
48.50	433.5	918.5	--	.25	108.4	3000.
49.00	438.0	928.0	--	.25	109.5	3000.
49.50	442.5	937.5	--	.25	110.6	3000.
50.00	447.0	947.0	--	.25	111.8	3000.

zz = Profondita' da piano campagna
 S'v = Tensione verticale efficace
 Sv = Tensione verticale totale
 Cu = Coesione non drenata
 Tau = Tensione di adesione laterale limite
 qb = Portata di base limite unitaria

pag./ 10

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	855.	0.	855.	409.
.50	69.	835.	7.	897.	431.
1.00	136.	815.	14.	937.	452.
1.50	202.	795.	21.	975.	472.
2.00	266.	775.	29.	1012.	492.
2.50	328.	755.	36.	1048.	510.
3.00	389.	736.	43.	1081.	527.
3.50	462.	716.	50.	1128.	552.
4.00	626.	1225.	57.	1794.	881.
4.50	814.	1735.	64.	2485.	1223.
5.00	1012.	2244.	72.	3185.	1571.
5.50	1219.	2754.	79.	3894.	1924.
6.00	1435.	3263.	86.	4612.	2282.
6.50	1658.	3773.	93.	5338.	2644.
7.00	1889.	4282.	100.	6071.	3010.
7.50	2127.	4792.	107.	6811.	3380.
8.00	2370.	5301.	115.	7557.	3754.
8.50	2619.	5301.	122.	7799.	3886.
9.00	2873.	5301.	129.	8045.	4022.
9.50	3131.	5301.	136.	8297.	4160.
10.00	3393.	5301.	143.	8552.	4300.
10.50	3659.	5301.	150.	8810.	4442.
11.00	3927.	5301.	157.	9071.	4585.
11.50	4197.	5301.	165.	9334.	4730.
12.00	4469.	5301.	172.	9599.	4876.
12.50	4742.	5301.	179.	9865.	5022.
13.00	5016.	5301.	186.	10132.	5169.



13.50	5290.	5301.	193.	10398.	5315.
14.00	5563.	5301.	200.	10665.	5462.
14.50	5836.	5120.	208.	10748.	5521.

pag./ 11

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	6107.	4938.	215.	10831.	5579.
15.50	6376.	4757.	222.	10911.	5636.
16.00	6643.	4575.	229.	10989.	5692.
16.50	6907.	4394.	236.	11064.	5746.
17.00	7167.	4212.	243.	11136.	5799.
17.50	7423.	4031.	250.	11204.	5849.
18.00	7675.	3849.	258.	11267.	5896.
18.50	7913.	3668.	265.	11316.	5935.
19.00	8087.	3448.	272.	11263.	5921.
19.50	8249.	3228.	279.	11198.	5900.
20.00	8409.	3008.	286.	11131.	5877.
20.50	8567.	2788.	293.	11061.	5853.
21.00	8722.	2568.	301.	10989.	5828.
21.50	8874.	2348.	308.	10914.	5801.
22.00	9022.	2128.	315.	10836.	5772.
22.50	9169.	1909.	322.	10756.	5742.
23.00	9323.	1909.	329.	10903.	5822.
23.50	9479.	1909.	336.	11051.	5902.
24.00	9634.	1909.	344.	11199.	5982.
24.50	9788.	1909.	351.	11346.	6061.
25.00	9933.	2286.	358.	11860.	6316.
25.50	10078.	2662.	365.	12376.	6571.
26.00	10226.	3039.	372.	12893.	6827.
26.50	10377.	3416.	379.	13414.	7085.
27.00	10530.	3793.	386.	13937.	7344.
27.50	10686.	4170.	394.	14463.	7605.
28.00	10845.	4547.	401.	14991.	7867.
28.50	11006.	4924.	408.	15522.	8131.
29.00	11170.	5301.	415.	16056.	8397.
29.50	11336.	5301.	422.	16215.	8483.

pag./ 12

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	11505.	5301.	429.	16377.	8571.
30.50	11677.	5301.	437.	16542.	8660.
31.00	11852.	5301.	444.	16709.	8751.
31.50	12029.	5301.	451.	16879.	8844.
32.00	12209.	5301.	458.	17052.	8937.
32.50	12391.	5301.	465.	17227.	9033.
33.00	12576.	5301.	472.	17405.	9130.
33.50	12764.	5301.	480.	17586.	9228.
34.00	12954.	5301.	487.	17769.	9328.
34.50	13148.	5301.	494.	17955.	9429.
35.00	13343.	5301.	501.	18144.	9532.

GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	35 di 55

35.50	13542.	5301.	508.	18335.	9636.
36.00	13743.	5301.	515.	18529.	9742.
36.50	13946.	5301.	522.	18725.	9849.
37.00	14153.	5301.	530.	18924.	9958.
37.50	14362.	5301.	537.	19126.	10068.
38.00	14573.	5301.	544.	19331.	10180.
38.50	14787.	5301.	551.	19538.	10293.
39.00	15004.	5301.	558.	19748.	10408.
39.50	15224.	5301.	565.	19960.	10524.
40.00	15446.	5301.	573.	20175.	10642.
40.50	15671.	5301.	580.	20393.	10761.
41.00	15899.	5301.	587.	20613.	10881.
41.50	16129.	5301.	594.	20836.	11004.
42.00	16362.	5301.	601.	21062.	11127.
42.50	16597.	5301.	608.	21290.	11252.
43.00	16835.	5301.	615.	21521.	11379.
43.50	17076.	5301.	623.	21755.	11507.
44.00	17319.	5301.	630.	21991.	11637.
44.50	17565.	5301.	637.	22230.	11768.

pag. / 13

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	17814.	5301.	644.	22471.	11900.
45.50	18066.	5301.	651.	22716.	12034.
46.00	18320.	5301.	658.	22963.	12170.
46.50	18576.	5301.	666.	23212.	12307.
47.00	18836.	5301.	673.	23464.	12446.
47.50	19098.	5301.	680.	23719.	12586.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q1l = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q1l/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 36 di 55

6.2 Palo D=1500 mm - Capacità portante in trazione

*** P A L ***
Programma per l'analisi della capacità portante
assiale di un palo di fondazione

(C) G.Guiducci - Studio SINTESI (RN - Italy)
ottobre 2006

pag./ 2

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = -15.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.94 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 1.00 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1500. mm

Criterio per la determinazione della portata di base in uno strato "i"
quando la $Q_{b,i}$ ad esso attribuibile è superiore a quella degli
strati adiacenti:

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
entro lo strato se quello sovrastante è più debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.500 = 4.50$ m
sopra lo strato sottostante se esso è più debole

La variazione di Q_b viene assunta lineare dal passaggio di strato

pag./ 3

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacità portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "A" (Coesivo) da .00 a 6.00 m

$G_n = 18.5$ kN/m³ $G_e = 8.5$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 100.0$ kPa
Criterio $\alpha(C_u)$ nel seguito

$\tau > .23 * S'v$

Q_b variabile lin. da 0. a 0. kPa

C_u variabile lin. da 60.0 a 45.0 kPa



Strato 2 "G" (Incoerente) da 6.00 a 21.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = beta * S'v < 150.0 kPa
 beta = 2.00 - .147 Z^{.75}
 Z = profondita da piano campagna
 Tau > .25 * S'v
 Tau < 1.80 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 3 "S" (Incoerente) da 21.00 a 25.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = beta * S'v < 120.0 kPa
 beta = 1.50 - .245 Z^{.50}
 Z = profondita da piano campagna
 Tau > .25 * S'v
 Tau < 1.20 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Strato 4 "A" (Coesivo) da 25.00 a 27.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = alfa * Cu < 100.0 kPa
 Criterio alfa(Cu) nel seguito
 Tau > .23 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

Cu variabile lin. da 120.0 a 120.0 kPa

Strato 5 "S" (Incoerente) da 27.00 a 50.00 m

Gn = 19.0 kN/m³ Ge = 9.0 kN/m³

Tau = beta * S'v < 120.0 kPa
 beta = 1.50 - .245 Z^{.50}
 Z = profondita da piano campagna
 Tau > .25 * S'v
 Tau < 1.20 * S'v

Qb variabile lin. da 0. a 0. kPa

pag./ 5

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

MULTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "A"	1.00	1.00	1.00
2 "G"	1.00	1.00	-
3 "S"	1.00	1.00	-
4 "A"	1.00	1.00	1.00
5 "S"	1.00	1.00	-

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE										
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	<table border="1"> <tr> <td>Progetto</td> <td>Lotto</td> <td>Codifica Documento</td> <td>Rev.</td> <td>Foglio</td> </tr> <tr> <td>IN17</td> <td>12</td> <td>EI2 RB VI 18 0 0 001</td> <td>B</td> <td>38 di 55</td> </tr> </table>	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio	IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	38 di 55
Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio							
IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	38 di 55							

NOTA: i moltiplicatori non influenzano le limitazioni superiori o inferiori dei parametri

Per terreni coesivi: Criterio $\tau = \alpha \cdot C_u$

Cu kPa	alfa -
.0	.55
150.0	.55
250.0	.45
400.0	.45

pag./ 6

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
2.50	21.3	46.3	53.8	1.39	29.6	0.
3.00	25.5	55.5	52.5	1.13	28.9	0.
3.50	29.8	64.8	51.3	.95	28.2	0.
4.00	34.0	74.0	50.0	.81	27.5	0.
4.50	38.3	83.3	48.8	.70	26.8	0.
5.00	42.5	92.5	47.5	.61	26.1	0.
5.50	46.8	101.8	46.3	.54	25.4	0.
6.00	51.0	111.0	45.0	.96	49.0	0.
6.50	55.5	120.5	--	1.40	77.8	0.
7.00	60.0	130.0	--	1.37	82.0	0.
7.50	64.5	139.5	--	1.33	86.0	0.
8.00	69.0	149.0	--	1.30	89.8	0.
8.50	73.5	158.5	--	1.27	93.2	0.
9.00	78.0	168.0	--	1.24	96.4	0.
9.50	82.5	177.5	--	1.20	99.4	0.
10.00	87.0	187.0	--	1.17	102.1	0.
10.50	91.5	196.5	--	1.14	104.5	0.
11.00	96.0	206.0	--	1.11	106.8	0.
11.50	100.5	215.5	--	1.08	108.7	0.
12.00	105.0	225.0	--	1.05	110.5	0.
12.50	109.5	234.5	--	1.02	112.0	0.
13.00	114.0	244.0	--	.99	113.3	0.
13.50	118.5	253.5	--	.96	114.3	0.
14.00	123.0	263.0	--	.94	115.1	0.
14.50	127.5	272.5	--	.91	115.7	0.
15.00	132.0	282.0	--	.88	116.1	0.
15.50	136.5	291.5	--	.85	116.3	0.
16.00	141.0	301.0	--	.82	116.2	0.
16.50	145.5	310.5	--	.80	115.9	0.
17.00	150.0	320.0	--	.77	115.4	0.

pag./ 7

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz	S'v	Sv	Cu	Tau/S'v	Tau	qb
----	-----	----	----	---------	-----	----

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 39 di 55

m	kPa	kPa	kPa	-	kPa	kPa
17.50	154.5	329.5	--	.74	114.7	0.
18.00	159.0	339.0	--	.72	113.7	0.
18.50	163.5	348.5	--	.69	112.6	0.
19.00	168.0	358.0	--	.66	111.3	0.
19.50	172.5	367.5	--	.64	109.7	0.
20.00	177.0	377.0	--	.61	107.9	0.
20.50	181.5	386.5	--	.58	106.0	0.
21.00	186.0	396.0	--	.47	87.0	0.
21.50	190.5	405.5	--	.36	69.3	0.
22.00	195.0	415.0	--	.35	68.4	0.
22.50	199.5	424.5	--	.34	67.4	0.
23.00	204.0	434.0	--	.33	66.3	0.
23.50	208.5	443.5	--	.31	65.1	0.
24.00	213.0	453.0	--	.30	63.8	0.
24.50	217.5	462.5	--	.29	62.5	0.
25.00	222.0	472.0	--	.29	63.5	0.
25.50	226.5	481.5	120.0	.29	66.0	0.
26.00	231.0	491.0	120.0	.29	66.0	0.
26.50	235.5	500.5	120.0	.28	66.0	0.
27.00	240.0	510.0	120.0	.26	63.0	0.
27.50	244.5	519.5	--	.25	61.1	0.
28.00	249.0	529.0	--	.25	62.3	0.
28.50	253.5	538.5	--	.25	63.4	0.
29.00	258.0	548.0	--	.25	64.5	0.
29.50	262.5	557.5	--	.25	65.6	0.
30.00	267.0	567.0	--	.25	66.8	0.
30.50	271.5	576.5	--	.25	67.9	0.
31.00	276.0	586.0	--	.25	69.0	0.
31.50	280.5	595.5	--	.25	70.1	0.
32.00	285.0	605.0	--	.25	71.3	0.

pag. / 8

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
32.50	289.5	614.5	--	.25	72.4	0.
33.00	294.0	624.0	--	.25	73.5	0.
33.50	298.5	633.5	--	.25	74.6	0.
34.00	303.0	643.0	--	.25	75.8	0.
34.50	307.5	652.5	--	.25	76.9	0.
35.00	312.0	662.0	--	.25	78.0	0.
35.50	316.5	671.5	--	.25	79.1	0.
36.00	321.0	681.0	--	.25	80.3	0.
36.50	325.5	690.5	--	.25	81.4	0.
37.00	330.0	700.0	--	.25	82.5	0.
37.50	334.5	709.5	--	.25	83.6	0.
38.00	339.0	719.0	--	.25	84.8	0.
38.50	343.5	728.5	--	.25	85.9	0.
39.00	348.0	738.0	--	.25	87.0	0.
39.50	352.5	747.5	--	.25	88.1	0.
40.00	357.0	757.0	--	.25	89.3	0.
40.50	361.5	766.5	--	.25	90.4	0.
41.00	366.0	776.0	--	.25	91.5	0.
41.50	370.5	785.5	--	.25	92.6	0.
42.00	375.0	795.0	--	.25	93.8	0.
42.50	379.5	804.5	--	.25	94.9	0.
43.00	384.0	814.0	--	.25	96.0	0.
43.50	388.5	823.5	--	.25	97.1	0.
44.00	393.0	833.0	--	.25	98.3	0.
44.50	397.5	842.5	--	.25	99.4	0.
45.00	402.0	852.0	--	.25	100.5	0.
45.50	406.5	861.5	--	.25	101.6	0.
46.00	411.0	871.0	--	.25	102.8	0.
46.50	415.5	880.5	--	.25	103.9	0.
47.00	420.0	890.0	--	.25	105.0	0.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 40 di 55

pag. / 9

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA parametri per valutazione capacita' portante

zz m	S'v kPa	Sv kPa	Cu kPa	Tau/S'v -	Tau kPa	qb kPa
47.50	424.5	899.5	--	.25	106.1	0.
48.00	429.0	909.0	--	.25	107.3	0.
48.50	433.5	918.5	--	.25	108.4	0.
49.00	438.0	928.0	--	.25	109.5	0.
49.50	442.5	937.5	--	.25	110.6	0.
50.00	447.0	947.0	--	.25	111.8	0.

zz = Profondita' da piano campagna
S'v = Tensione verticale efficace
Sv = Tensione verticale totale
Cu = Coesione non drenata
Tau = Tensione di adesione laterale limite
qb = Portata di base limite unitaria

pag. / 10

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	0.	0.	0.	0.
.50	69.	0.	-13.	82.	49.
1.00	136.	0.	-27.	163.	97.
1.50	202.	0.	-40.	241.	144.
2.00	266.	0.	-53.	319.	190.
2.50	328.	0.	-66.	394.	235.
3.00	389.	0.	-80.	468.	280.
3.50	462.	0.	-93.	555.	331.
4.00	626.	0.	-106.	732.	429.
4.50	814.	0.	-119.	934.	539.
5.00	1012.	0.	-133.	1145.	654.
5.50	1219.	0.	-146.	1365.	774.
6.00	1435.	0.	-159.	1594.	899.
6.50	1658.	0.	-172.	1831.	1027.
7.00	1889.	0.	-186.	2075.	1159.
7.50	2127.	0.	-199.	2325.	1295.
8.00	2370.	0.	-212.	2582.	1434.
8.50	2619.	0.	-225.	2844.	1575.
9.00	2873.	0.	-239.	3111.	1719.
9.50	3131.	0.	-252.	3383.	1866.
10.00	3393.	0.	-265.	3658.	2014.
10.50	3659.	0.	-278.	3937.	2164.
11.00	3927.	0.	-292.	4218.	2316.
11.50	4197.	0.	-305.	4502.	2468.
12.00	4469.	0.	-318.	4787.	2622.
12.50	4742.	0.	-331.	5074.	2776.
13.00	5016.	0.	-345.	5361.	2930.
13.50	5290.	0.	-358.	5648.	3085.
14.00	5563.	0.	-371.	5935.	3239.
14.50	5836.	0.	-384.	6220.	3393.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 41 di 55

pag./ 11

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	6107.	0.	-398.	6505.	3546.
15.50	6376.	0.	-411.	6787.	3698.
16.00	6643.	0.	-424.	7067.	3848.
16.50	6907.	0.	-437.	7344.	3997.
17.00	7167.	0.	-451.	7618.	4145.
17.50	7423.	0.	-464.	7887.	4290.
18.00	7675.	0.	-477.	8153.	4434.
18.50	7913.	0.	-490.	8403.	4569.
19.00	8087.	0.	-504.	8591.	4672.
19.50	8249.	0.	-517.	8766.	4769.
20.00	8409.	0.	-530.	8939.	4865.
20.50	8567.	0.	-543.	9110.	4959.
21.00	8722.	0.	-557.	9278.	5052.
21.50	8874.	0.	-570.	9443.	5144.
22.00	9022.	0.	-583.	9606.	5234.
22.50	9169.	0.	-596.	9766.	5323.
23.00	9323.	0.	-610.	9933.	5416.
23.50	9479.	0.	-623.	10102.	5509.
24.00	9634.	0.	-636.	10271.	5602.
24.50	9788.	0.	-649.	10438.	5695.
25.00	9933.	0.	-663.	10595.	5783.
25.50	10078.	0.	-676.	10754.	5871.
26.00	10226.	0.	-689.	10915.	5960.
26.50	10377.	0.	-702.	11079.	6051.
27.00	10530.	0.	-716.	11246.	6144.
27.50	10686.	0.	-729.	11415.	6237.
28.00	10845.	0.	-742.	11587.	6332.
28.50	11006.	0.	-755.	11761.	6429.
29.00	11170.	0.	-769.	11938.	6526.
29.50	11336.	0.	-782.	12118.	6625.

pag./ 12

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
30.00	11505.	0.	-795.	12301.	6726.
30.50	11677.	0.	-808.	12486.	6828.
31.00	11852.	0.	-822.	12674.	6931.
31.50	12029.	0.	-835.	12864.	7035.
32.00	12209.	0.	-848.	13057.	7141.
32.50	12391.	0.	-861.	13253.	7249.
33.00	12576.	0.	-875.	13451.	7357.
33.50	12764.	0.	-888.	13652.	7467.
34.00	12954.	0.	-901.	13856.	7579.
34.50	13148.	0.	-914.	14062.	7692.
35.00	13343.	0.	-928.	14271.	7806.
35.50	13542.	0.	-941.	14483.	7921.
36.00	13743.	0.	-954.	14697.	8038.
36.50	13946.	0.	-968.	14914.	8156.
37.00	14153.	0.	-981.	15133.	8276.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA

Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
IN17	12	EI2 RB VI 18 0 0 001	B	42 di 55

37.50	14362.	0.	-994.	15356.	8397.
38.00	14573.	0.	-1007.	15580.	8519.
38.50	14787.	0.	-1021.	15808.	8643.
39.00	15004.	0.	-1034.	16038.	8768.
39.50	15224.	0.	-1047.	16271.	8894.
40.00	15446.	0.	-1060.	16506.	9022.
40.50	15671.	0.	-1074.	16745.	9151.
41.00	15899.	0.	-1087.	16985.	9282.
41.50	16129.	0.	-1100.	17229.	9414.
42.00	16362.	0.	-1113.	17475.	9547.
42.50	16597.	0.	-1127.	17724.	9682.
43.00	16835.	0.	-1140.	17975.	9818.
43.50	17076.	0.	-1153.	18229.	9955.
44.00	17319.	0.	-1166.	18486.	10094.
44.50	17565.	0.	-1180.	18745.	10234.

pag. / 13

LINEA AV/AC VERONA PADOVA VI18
 Capacita' portante palo D=1500 mm-SLU A1+M1+R3 trazione

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
45.00	17814.	0.	-1193.	19007.	10375.
45.50	18066.	0.	-1206.	19272.	10518.
46.00	18320.	0.	-1219.	19539.	10662.
46.50	18576.	0.	-1233.	19809.	10808.
47.00	18836.	0.	-1246.	20081.	10955.
47.50	19098.	0.	-1259.	20357.	11103.

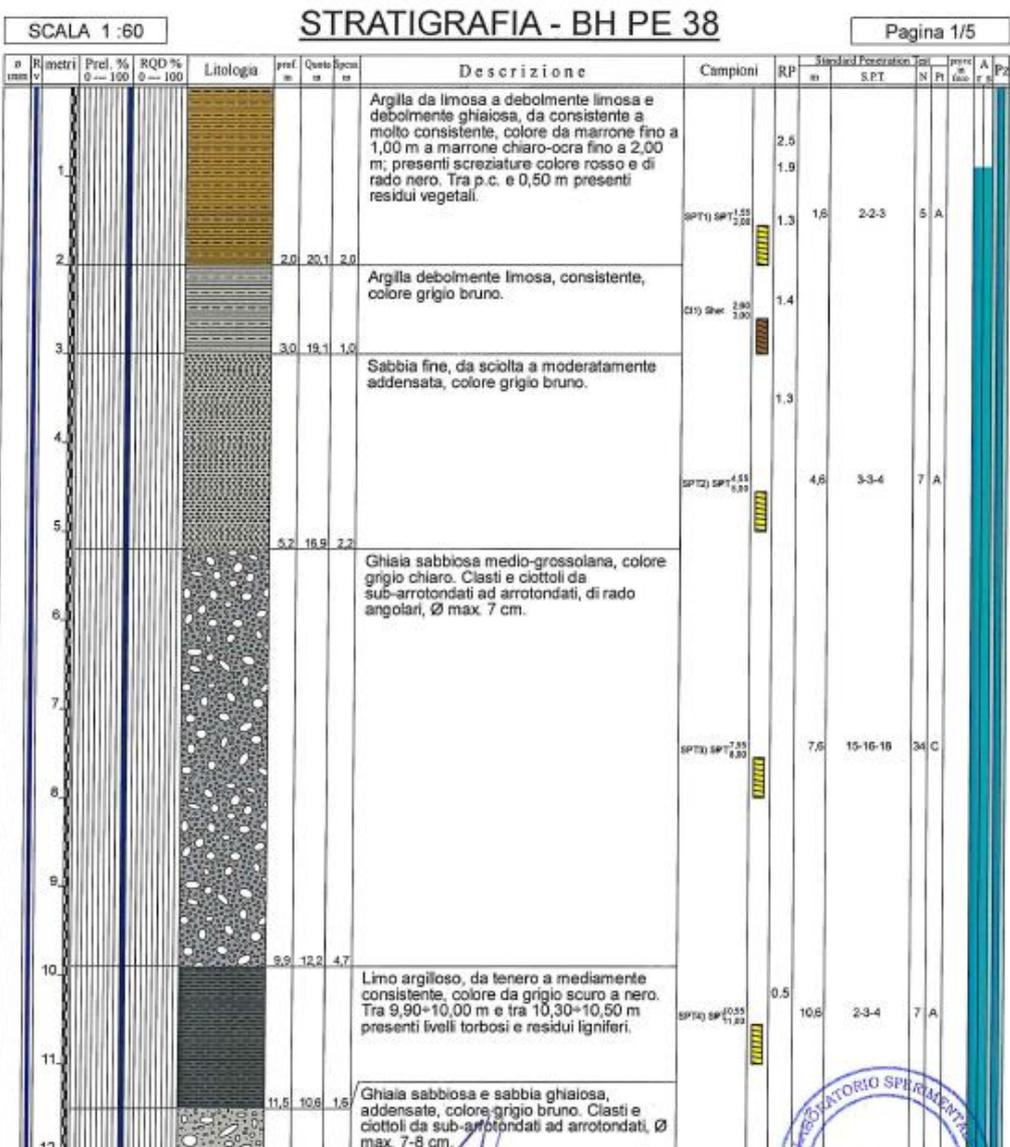
Lp = Lunghezza utile del palo
 Ql1 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$



7 APPENDICE B. CERTIFICATI STRATIGRAFICI SONDAGGI

GEOSERVING S.r.l.
Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Colaneroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 38 del 04/02/2021	Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020
Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 38
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 26/11/2020 - 29/11/2020
Coordinate: 45° 23' 19.50" N - 11° 14' 47.77" E	Quota: 22,0580 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 18+850	



Il Geologo di Cantiere
dott.geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott.geol. Giuseppe Patiti





Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Colaninori, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 38 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 38

Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza

Data: 26/11/2020 - 29/11/2020

Coordinate: 45° 23' 19.50" N - 11° 14' 47.77" E

Quota: 22,0580 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 18+850

SCALA 1 : 60

STRATIGRAFIA - BH PE 38

Pagina 2/5

a metri	R metri	Prel. % 0 - 100	RQD % 0 - 100	Litologia	prec. m	Quota m	Spess. m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test			Pz
											m	S.P.T.	N	
13				Ghiaia sabbiosa e sabbia ghiaiosa, addensate, colore grigio bruno. Clasti e ciottoli da sub-arrotondati ad arrotondati, Ø max. 7-8 cm.										
14									SPT(1) SP 13.98 14.28					
15										15,6	16-15-16	31	C	
16														
17									SPT(2) SP 15.35 17.25					
18										16,6	17-17-16	33	C	
19														
20				Sabbia fine, da sciolta a moderatamente addensata, colore grigio. Tra 25,20+27,60 m livello argiloso, consistente, colore grigio con screziature colore verde e nero.	20,0	2,1	8,5							
21														
22														
23										SPT(3) SP 22.95 23.20				
24										22,6	11-12-12	24	A	

Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Pacitti





Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
Via Colonnatori, 3 - San Vittore del Lazio (PR)
e-mail: info@geoserving.it

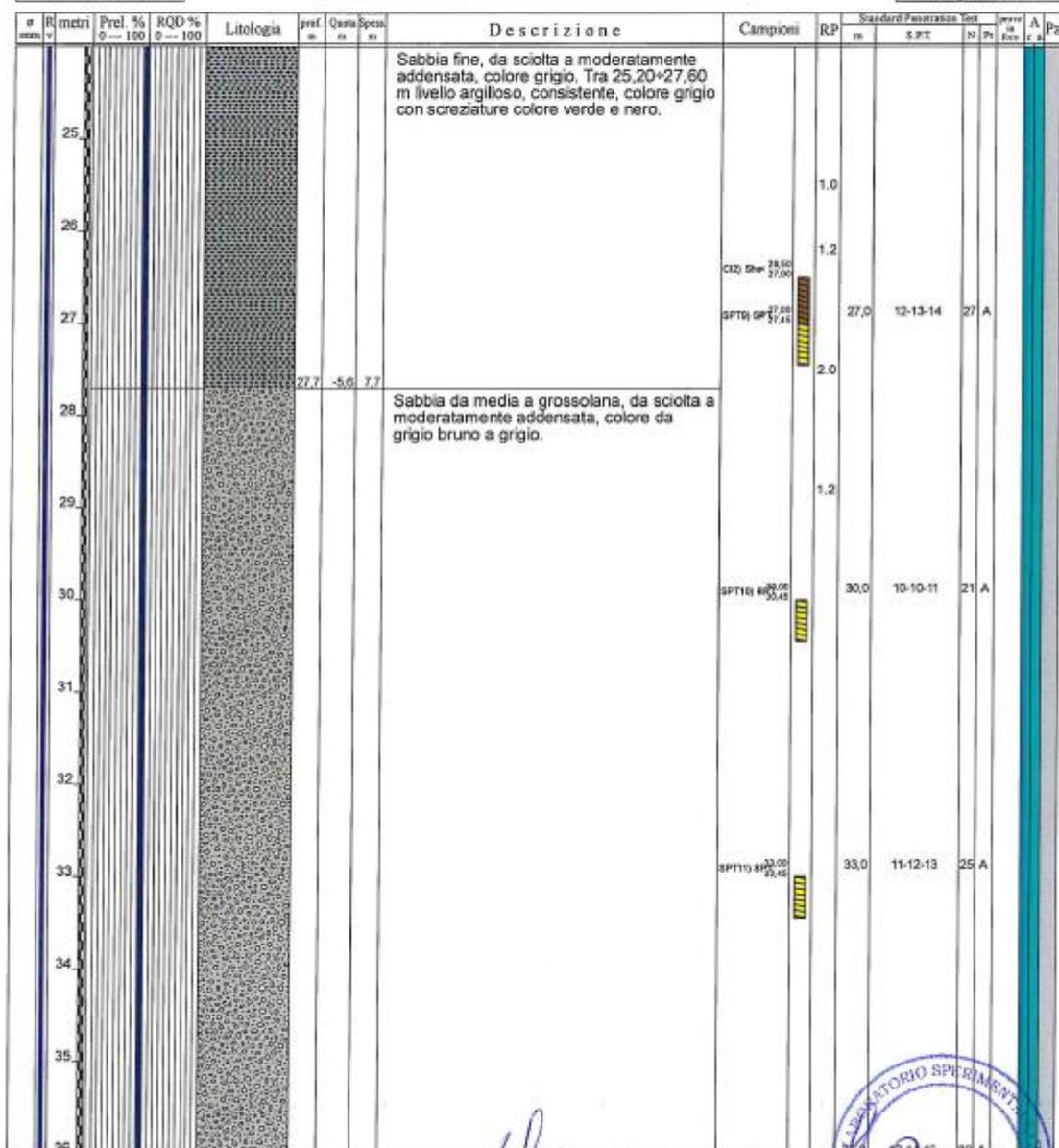
Certificato n° V5845/21 BH PE 38 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due	Sondaggio: BH PE 38
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza	Data: 26/11/2020 - 29/11/2020
Coordinate: 45° 23' 19.50" N - 11° 14' 47.77" E	Quota: 22,0580 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 18+850	

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 38

Pagina 3/5



Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Gerardo Barrasso

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Pacitti



GENERAL CONTRACTOR



IRICAV2

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

VI18 - RELAZIONE GEOTECNICA

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica Documento

EI2 RB VI 18 0 0 001

Rev.

B

Foglio

46 di 55

GEOSERVING S.r.l.

 Laboratorio Sperimentale
 per prove geotecniche terre, rocce e prove in situ
 Via Collameroni, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
 e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 38 del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 38

Riferimento: Linea AVIAC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza

Data: 26/11/2020 - 29/11/2020

Coordinate: 45° 23' 19.50" N - 11° 14' 47.77" E

Quota: 22,0580 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 18+850

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 38

Pagina 4/5

m	R metri	Prel. % 0 - 100	RQD % 0 - 100	Litologia	pass m	Quota m	Spesi m	Descrizione	Campioni	RP	Standard Penetration Test		Cl.	prop. in SPT	A r g.	Pz
											Bl	S.P.T.				
37								Sabbia da media a grossolana, da sciolta a moderatamente addensata, colore da grigio bruno a grigio.	SP112) 81,20 82,45							
38																
39									SP113) 82,00 83,45		39,0	12-14-14	28	A		
40																
41																
42									SP114) 83,00 84,45		42,0	11-13-12	25	A		
43																
44																
45									SP115) 84,00 85,45		45,0	15-15-20	38	A		
46																
47																
48																

 Il Geologo di Cantiere
 dott.geol. Garaldo Barrasso

 Il Responsabile della Commessa
 dott.geol. Giuseppe Pacitti

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
VI18 – RELAZIONE GEOTECNICA	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2 RB VI 18 0 0 001	Rev. B	Foglio 47 di 55	

GEOSERVING S.r.l. Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Colonnese, 3 - San Vittore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 38 del 04/02/2021		Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020	
Committente: IricAV Due		Sondaggio: BH PE 38	
Riferimento: Linea AV/AC Verona-Padova 1° Lotto Verona-Bivio Vicenza		Data: 26/11/2020 - 29/11/2020	
Coordinate: 45° 23' 19.50" N - 11° 14' 47.77" E		Quota: 22,0580 m s.l.m.	
Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 18+850			

SCALA 1:60 **STRATIGRAFIA - BH PE 38** Pagina 5/5

Ø mm	R m	Prof. % 0-100	RQD % 0-100	Litologia	prof. m	Quota m	Spesi m	Descrizione	Campioni	RP	Standard m	Penetrazione S.P.T.	Test N	Test Pi	prove in situ	A r s	Pz
100	50				50,0	-27,9	22,3	Sabbia da media a grossolana, da sciolta a moderatamente addensata, colore da grigio bruno a grigio.	SP1100 SP1145								

Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.
Prelevati n. 16 campioni rimaneggiati S.P.T.
Eseguite n. 16 prove S.P.T.
Installato tubo piezometrico a tubo aperto da 2" fino a 15,00 m da p.c.
Installato pozzetto carrabile.



Laboratorio Sperimentale
per prove geotecniche terra, rocce e prove in situ
Via Collematori, 3 - San Vitore del Lazio (FR)
e-mail: info@geoserving.it

Certificato n° V5845/21 BH PE 38 bis del 04/02/2021 Acceptance note n° V5845 del 29/10/2020

Committente: IricAV Due

Sondaggio: BH PE 38 bis

Riferimento: Integrazione AV/AC VR-VI

Data: 02/02/2021

Coordinate: 45° 23' 19.07" N - 11° 14' 53.16" E

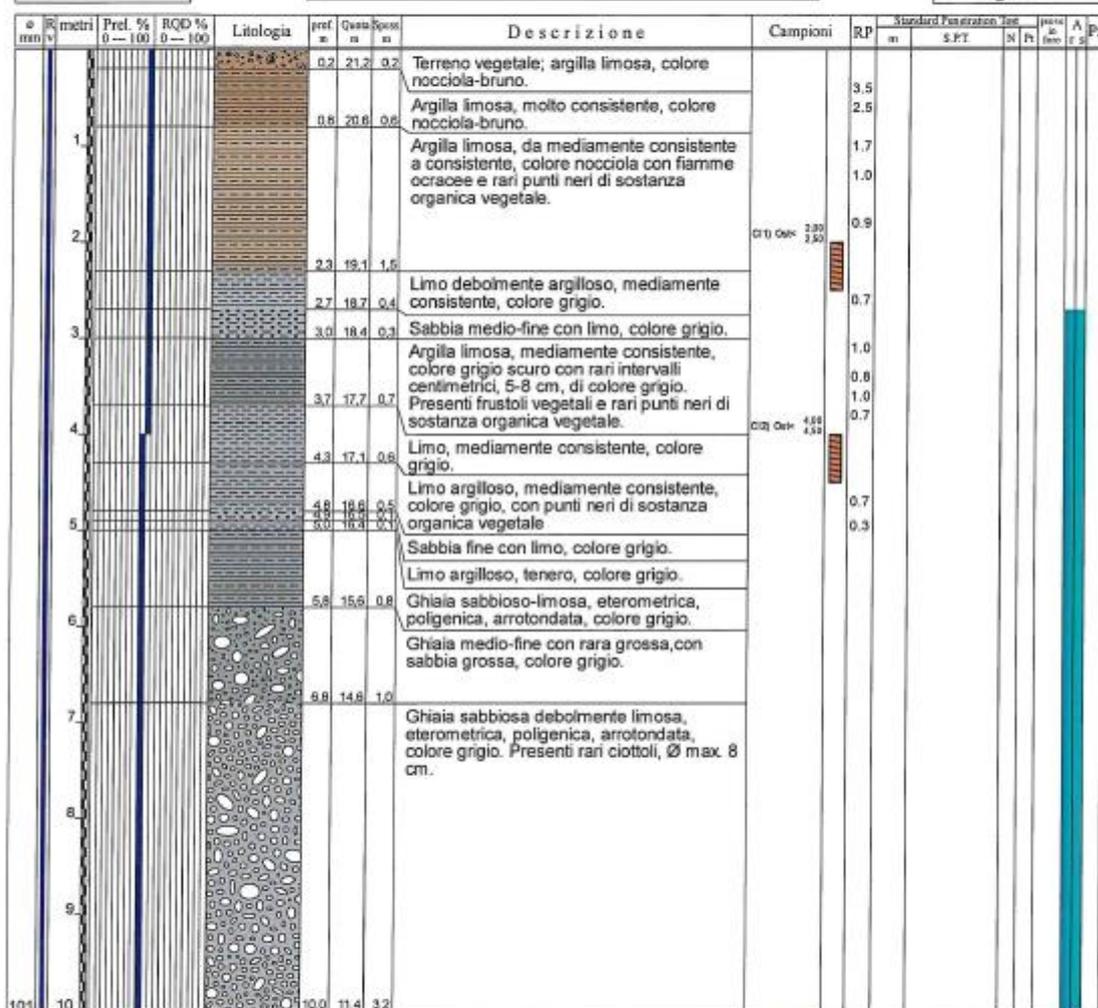
Quota: 21,374 m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo, sonda: NENZI, prog. km 19+050

SCALA 1:60

STRATIGRAFIA - BH PE 38 bis

Pagina 1/1



Utilizzato carotiere semplice.
Prelevati n. 2 campioni indisturbati.



Il Geologo di Cantiere
dott. geol. Alessio Sacchi

Il Responsabile della Commessa
dott. geol. Giuseppe Pacifici

