

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	5
3.1	INDAGINI GEOTECNICHE ESEGUITE.....	5
3.2	STRATIGRAFIA	7
3.3	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	9
3.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	18
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE	19
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	19
	4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	19
	4.1.2 Calcolo della capacità portante	20
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO	24
4.3	PARAMETRO A_M E ANDAMENTO DEL MOMENTO LUNGO IL PALO.....	24
4.4	CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI.....	26
5.	VERIFICA RISCHIO POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	27
6.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	29
6.1	PALO D=1200 MM (STRATIGRAFIA 1) SPA	29
6.2	PALO D=1200 MM (STRATIGRAFIA 2) – P1.....	34
7.	APPENDICE B: PARAMETRO A_M E MOMENTO LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO LPAL	39
7.1	D=1200 MM	39

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI11

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	3 di 39

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la caratterizzazione geotecnica finalizzata alla verifica delle fondazioni del Viadotto esistente mirogallo (VI11) nell'ambito del miglioramento sismico dei viadotti esistenti della linea Ferrandina – Matera.

In particolare verranno affrontati i seguenti aspetti:

- condizioni geotecniche: stratigrafia, parametri geotecnici e falda;
- valutazione della capacità portante verticale dei pali di fondazione;
- definizione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno;
- valutazione del parametro alfa (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita) e andamento del momento e taglio lungo il palo;
- valutazione del carico limite orizzontale dei pali;
- verifica rischio potenziale liquefazione dei terreni.

Tutte le analisi svolte nel seguito sono eseguite in conformità alla normativa italiana vigente sulle opere civili (DM 17/01/2018).

2. **NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa di riferimento**

- [N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- [N.2]. DM 6/5/2008 – Integrazione al D.M. 14-01-2008 di approvazione delle nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- [N.3]. Specifica RFI del 21/12/11 per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie.

2.2 **Documenti di riferimento**

- [DC1]. IA5F03D09RHVI0000001A – Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni;
- [DC1]. IA5F03D09RGVI0000001A – Relazione descrittiva sulle fondazioni.
- [DC2]. B1. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Relazione geologica geotecnica idrogeologica sugli studi per la scelta del tracciato e per il progetto definitivo. Dicembre, 1984.
- [DC3]. B2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Planimetria ubicazione tracciati ed indagini. Dicembre, 1984.
- [DC4]. B5.1. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Stratigrafie dei sondaggi A. Dicembre, 1984.
- [DC5]. B5.2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Stratigrafie dei sondaggi S. Dicembre, 1984.
- [DC6]. B6.1 e B6.2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Profilo geologico del tracciato definitivo Tav. 1 e Tav. 2. Dicembre, 1984.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica per il viadotto in esame, valutata sulla base dell'interpretazione delle indagini geotecniche svolte in prossimità dell'opera. In generale lungo la linea Ferrandina – Matera sono disponibili le indagini del progetto del 1984 e le nuove indagini integrative eseguite per il presente progetto del 2018/2019 (ancora in fase di completamento).

3.1 Indagini geotecniche eseguite

L'opera in esame è ubicata tra le progressive km 17+667.475 e km 17+757.291.

In corrispondenza dell'opera non sono disponibili sondaggi della campagna pregressa (1984); sono state eseguite le indagini integrative nel 2018/2019 elencate nella seguente tabella. I sondaggi S12_PZ_30 e S13_PZ_30 sono ubicati nelle vicinanze dell'opera e sono stati utilizzati per meglio definire i parametri geotecnici di progetto oltre che per il livello di falda. Per la stratigrafia si riferiscono principalmente ai sondaggi appositamente eseguiti in corrispondenza dell'opera (S_CH_VII1_Pila 1 e S_14_DH_50 Spalla A).

Sondaggi / Indagini sismiche	Profondità [m]	Quota boccaforo [m] s.l.m.	n. campioni indisturbati	n. campioni rimaneggiati	N. prove SPT	n. prove Lefranc /Lugeon	n. prove pressiometriche	n. prove dilatometriche	Piezometro TA; CC / Prova DH/CH
S CH VII1	24.0	176.856	2	1	7	2	1	-	CH [24]
S 14 DH 50	50.0	178.185	3	3	8	2	1	1	DH [50]
S12 PZ 30	30.0	187.135	4	-	9	2	2	-	TA[3;12]
S13 PZ 30	30.0	196.053	4	-	9	2	1	-	TA[3;15]
Masw14	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DH [m]: prova Down Hole [profondità prova]
 CH [m]: prova Cross Hole [profondità prova]
 TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]

Dalle misure piezometriche disponibili il livello di falda massimo è a + 181.053 m s.l.m nel piezometro S13_PZ_30 ed a +171.87 m s.l.m. nel piezometro S12_PZ_30. In fase perforazione sondaggi (S_CH_VII1, S_14_DH_50) il livello massimo di falda è segnalato a 2.5 m dal p.c..

Nelle seguenti tabelle si riassumono i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi in esame.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI11

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	7 di 39

3.2 Stratigrafia

I sondaggi e le indagini sismiche della campagna integrativa del 2018/2019, hanno consentito di ricostruire la stratigrafia, evidenziando la predominanza di argille limose e argilloso marnose da molto consistenti a dure dell'unità ASP (Argille subappennine) fino alla profondità di 24 m per il sondaggio S14_DH_50 e 22 m per il sondaggio S_CH_VI11, poi le calcareniti di gravina (unità GRA) caratterizzate da RQD tra 50 e 100%.

Il livello di falda è assunto a 2.5 m dal p.c..

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geologico ad oggi ricostruito e del profilo geologico del 1984

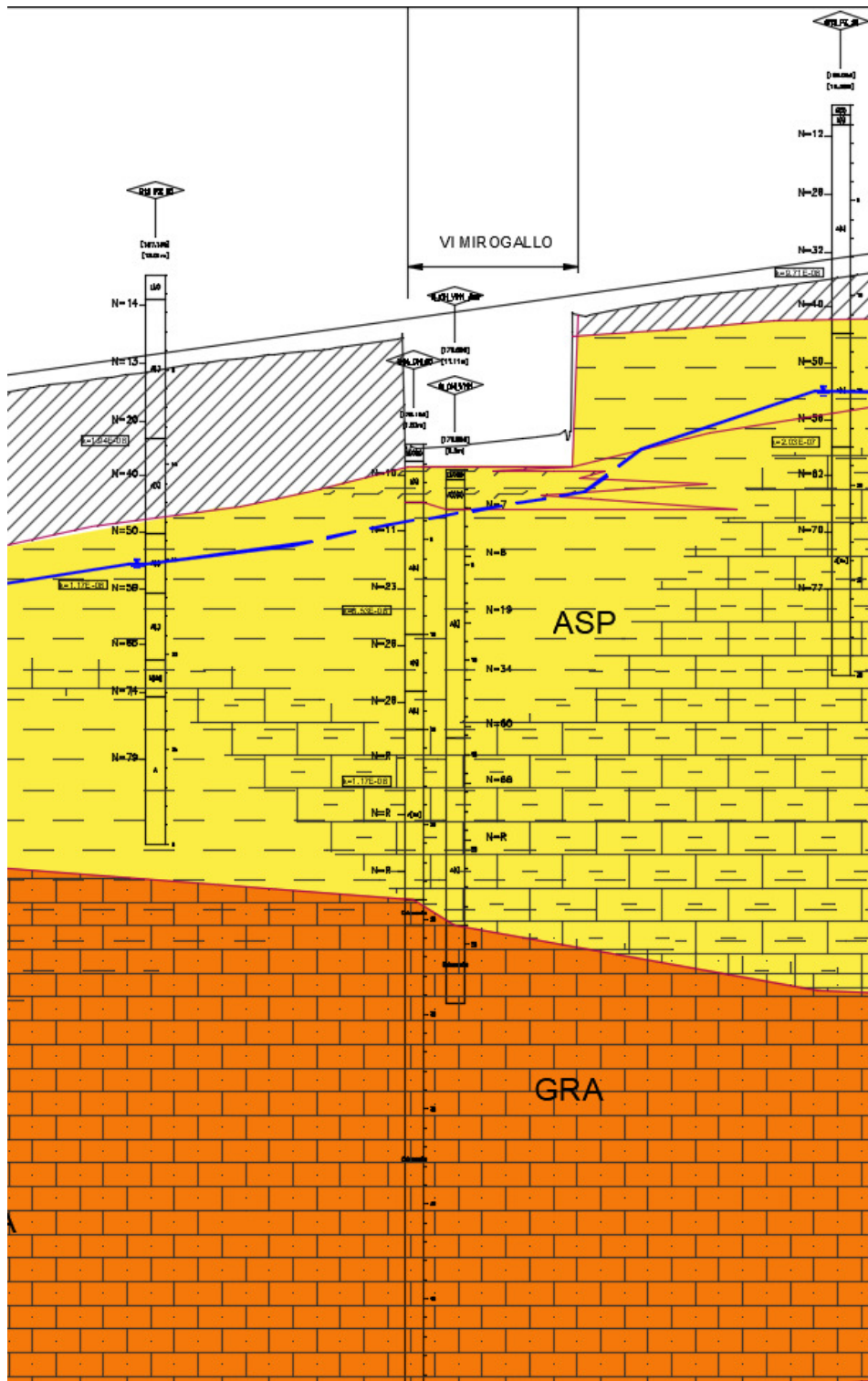


Figura 1 – Stralcio profilo geologico

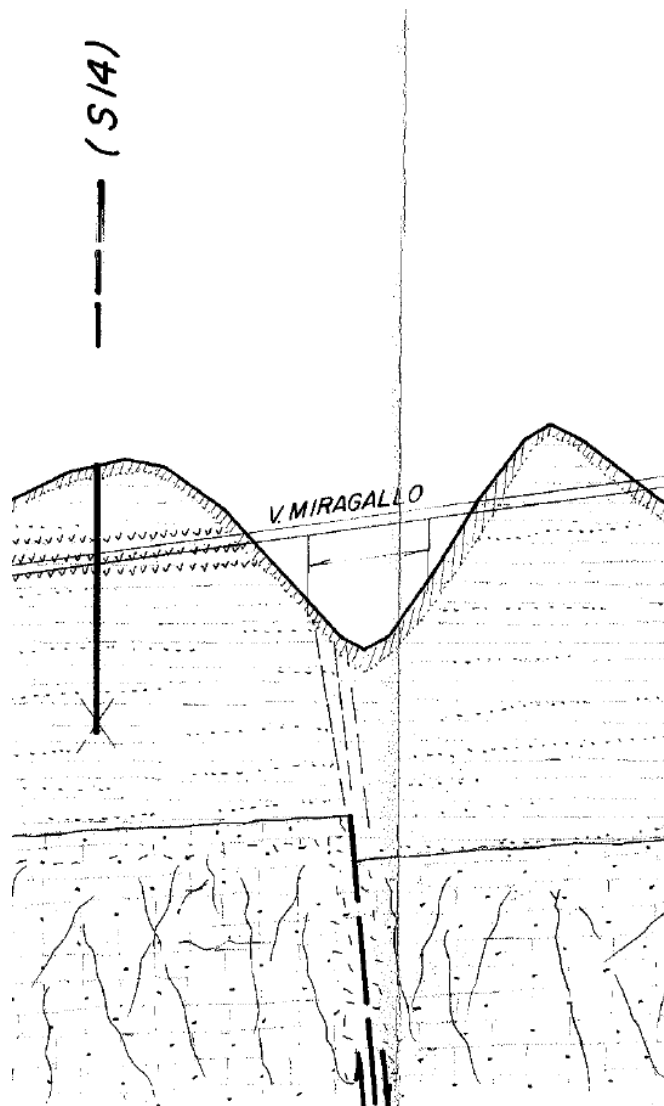


Figura 2 Stralcio profilo geologico 1984

3.3 Sintesi dei parametri geotecnici di progetto

Nelle figure seguenti si riportano i principali risultati delle indagini eseguite per la definizione dei parametri geotecnici di progetto.

Per l'unità GRA (calcareniti di Gravina) i parametri vengono definiti considerando i risultati delle prove di laboratorio eseguite sull'unità geotecnica di tutti i sondaggi del tracciato in esame, per avere un maggior numero di dati a disposizione, in quanto la formazione sostanzialmente è descritta con le medesime caratteristiche nelle varie indagini eseguite.

Nella seguente tabella si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le unità intercettate.

Unità ASP – Argille subappennine

$\gamma = 19.0 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$c' = 20 \div 25 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi' = 23 \div 25^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c_u = 50 \div 400 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 200 \div 600 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 25 \div 350 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1+\nu)$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità GRA – Calcareniti di Gravina

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$RQD = 50 \div 100 \%$	
$\sigma_c = 0.7 \div 5 (2.5) \text{ MPa}$	resistenza a compressione monoassiale (valore medio)
$V_s = 800 \div 1100 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	11 di 39

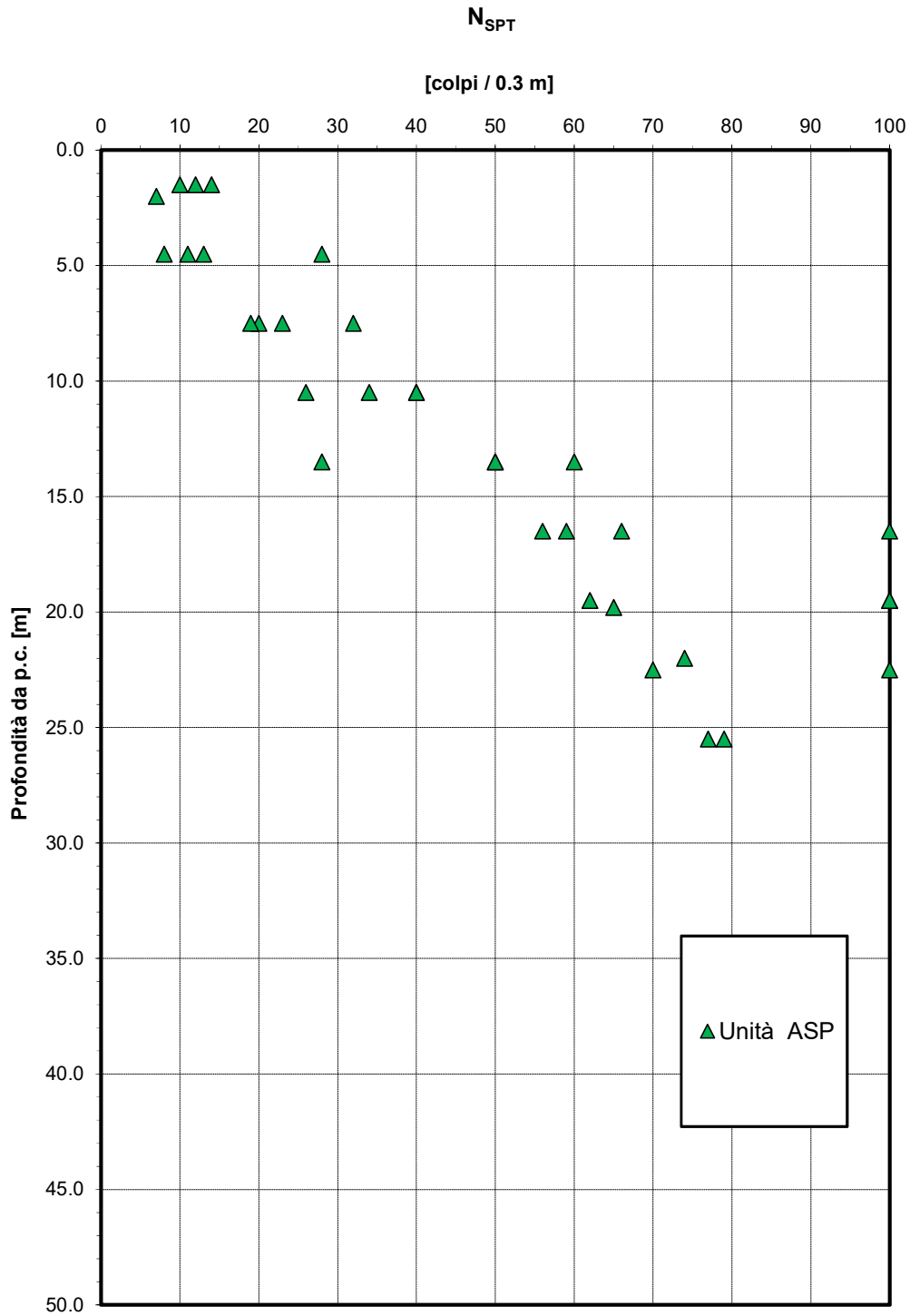


Figura 3 – Valori di N_{SPT}

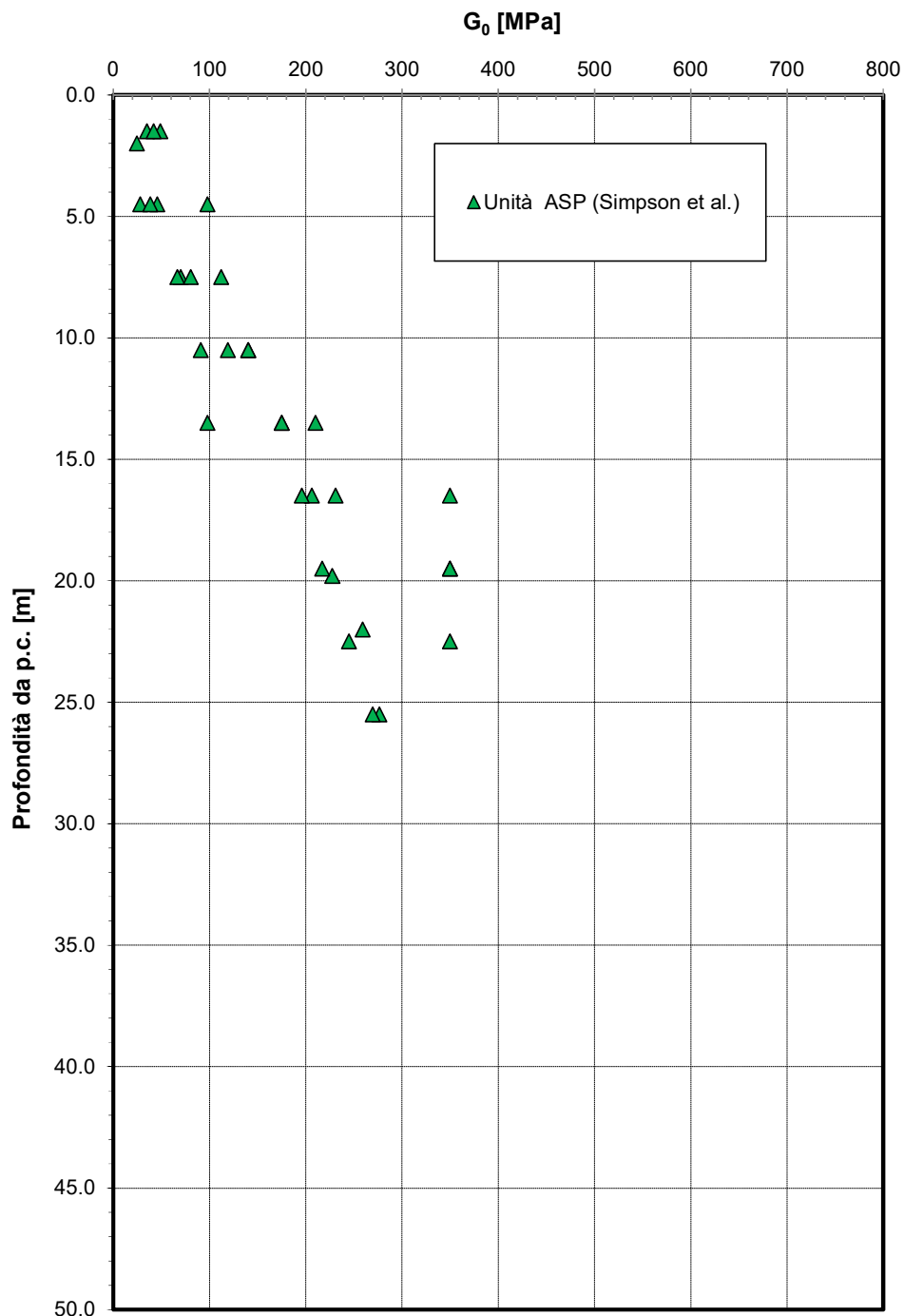


Figura 4 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	13 di 39

Granulometria unità ASP

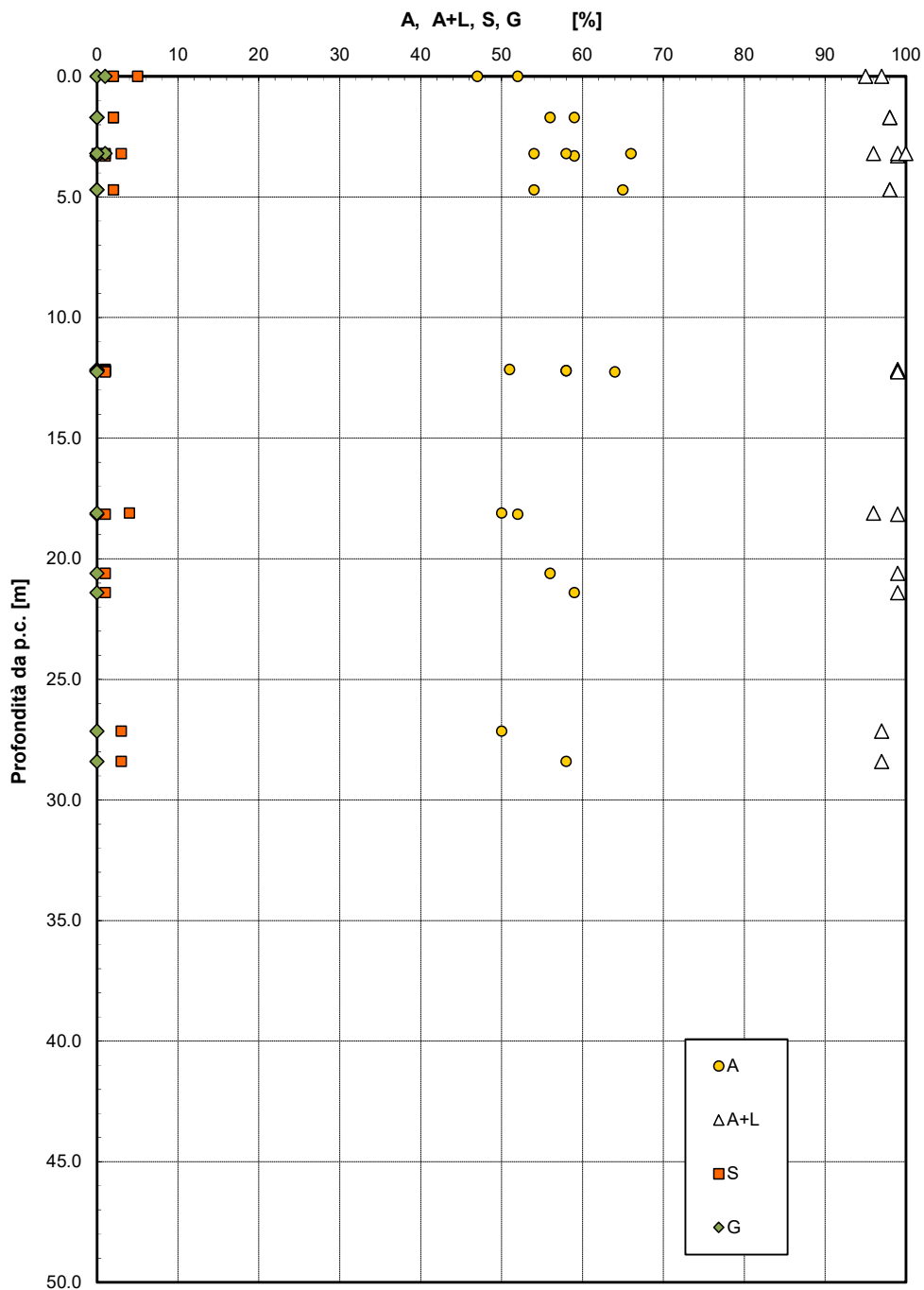


Figura 5 – Granulometria - Unità ASP

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	14 di 39

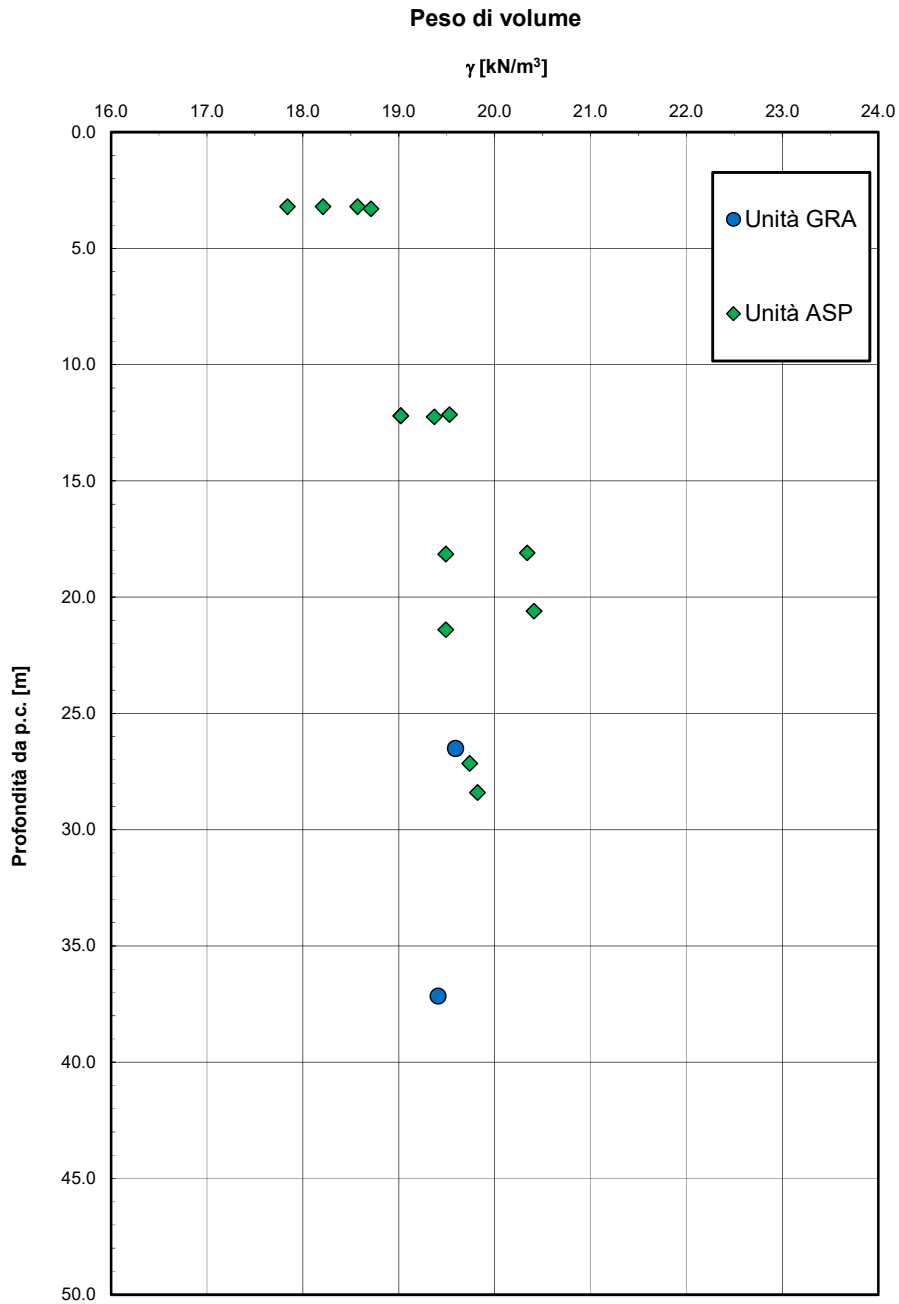


Figura 6 – Peso di volume

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

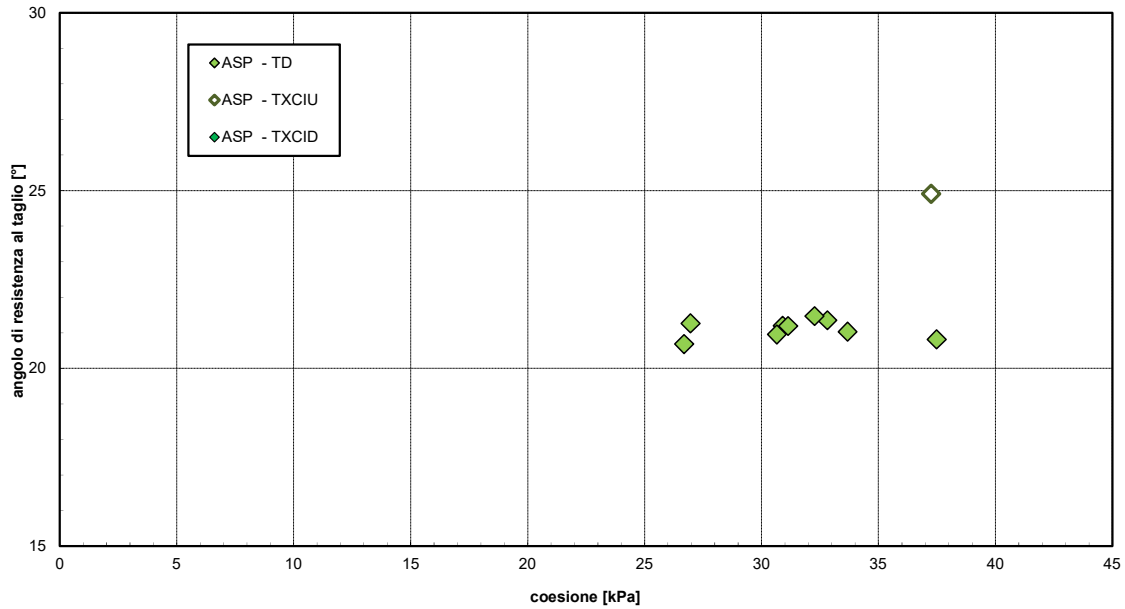


Figura 7 – Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

Parametri di resistenza al taglio - Unità ASP

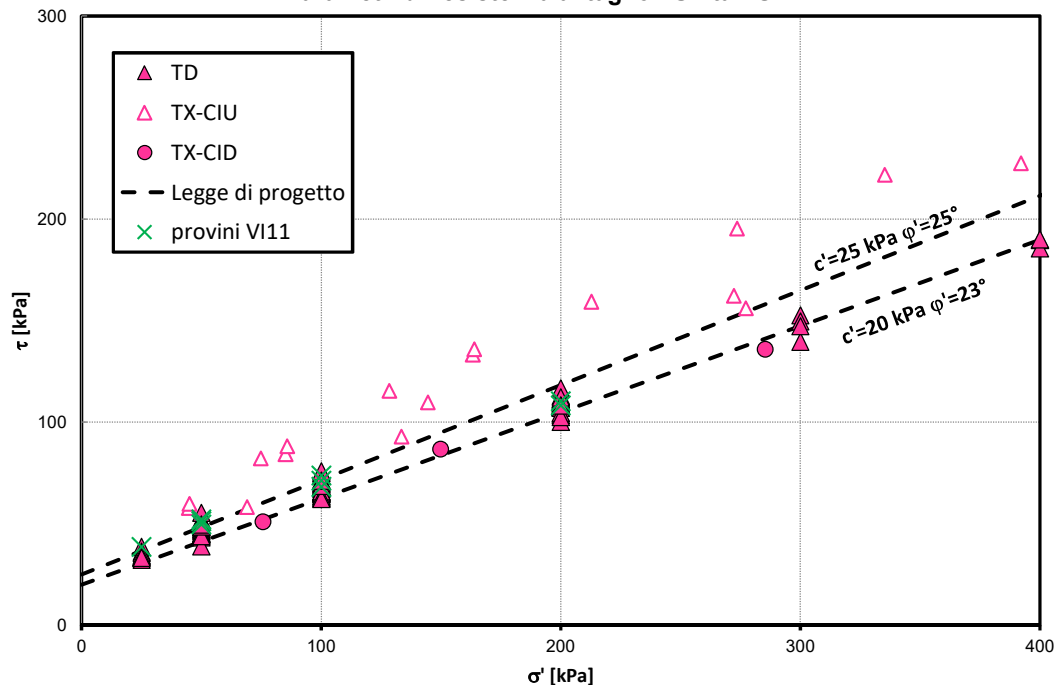


Figura 8 – Parametri di resistenza (tutti i valori dei sondaggi della linea, in verde i soli campioni dei sondaggi del viadotto)

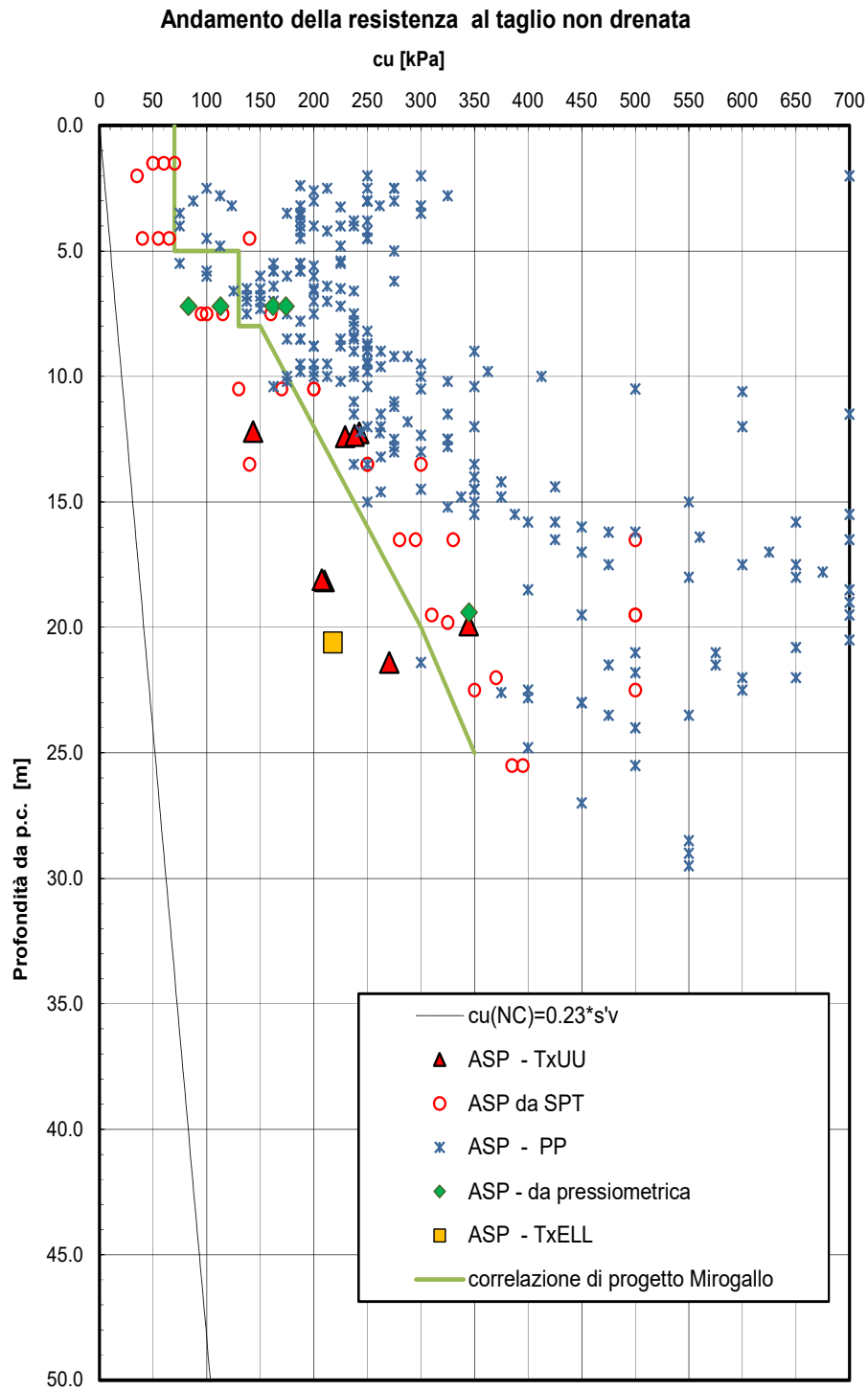


Figura 9 – Resistenza al taglio in condizioni non drenate

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	17 di 39

Resistenza a compressione monoassiale

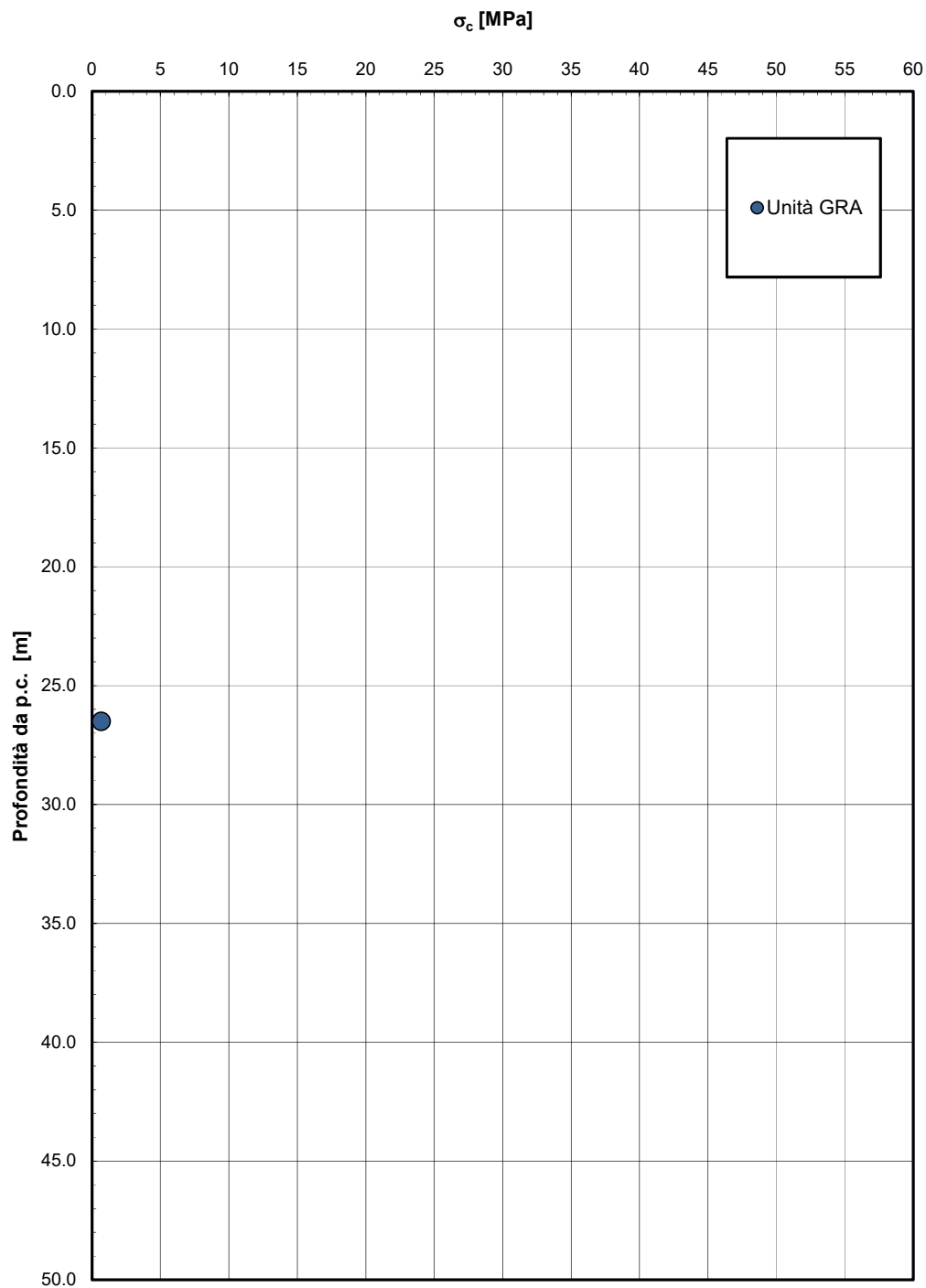


Figura 10 – Resistenza a compressione monoassiale

PROGETTO DEFINITIVO

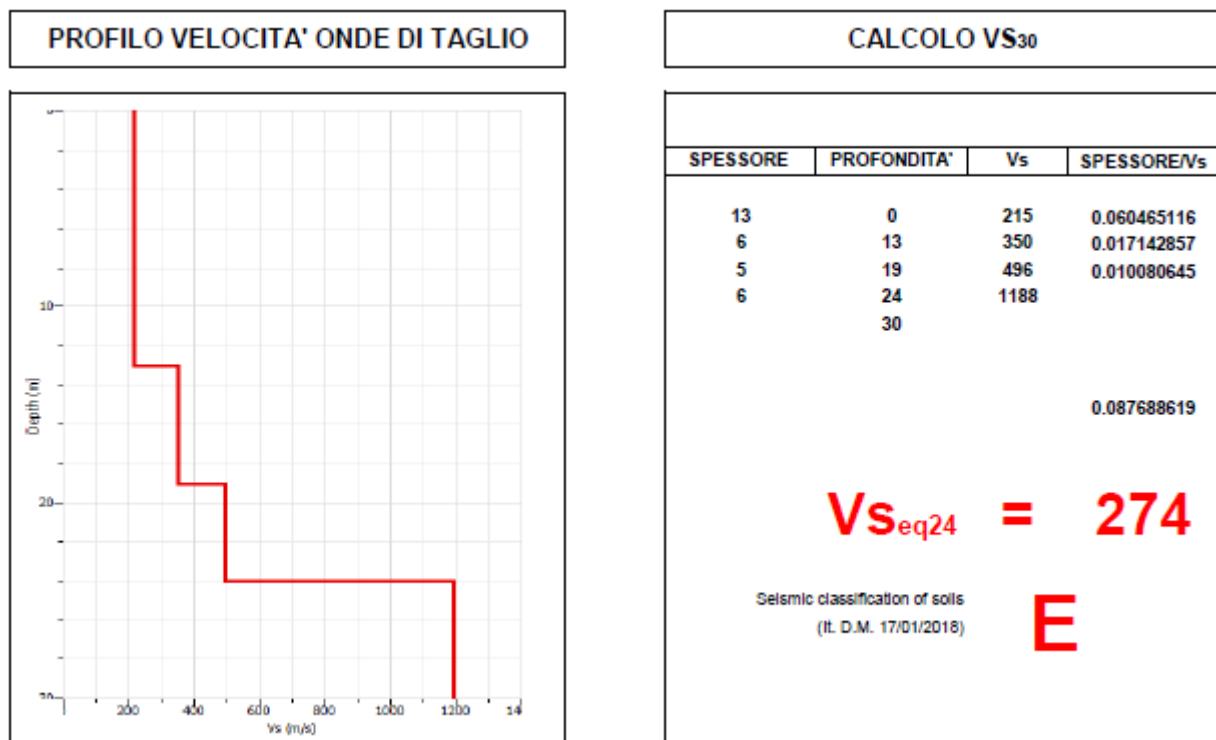
Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	18 di 39

3.4 Categoria di sottosuolo

Al momento i risultati della prova Down-Hole (S14_DH_50) non risultano ancora disponibili. Dall'indagine sismica Masw14 si ha categoria sottosuolo di tipo E ($V_{s,eq} = 274$ m/s, vedasi tabella seguente).

Tabella 2 – Masw14



PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	19 di 39

4. PALIFICATE DI FONDAZIONE

4.1 Capacità portante dei pali

Nel presente capitolo si riporta il calcolo della capacità portante dei pali per l'opera in esame.

Le metodologie di calcolo generali sono illustrate nella Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni (doc. rif. [DC1] a cui si rimanda.

4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo

La capacità portante è definita sulla base della stratigrafia ricostruita dai sondaggi eseguiti appositamente per l'opera che individuano la presenza delle calcareniti a profondità maggiore di 22-25 m dal p.c. rispettivamente sondaggio S_CH_VI11-Pila P1 e S14_DH_50-spalla A.

Nella seguente tabella si riporta la stratigrafia ed i parametri geotecnici principali per il calcolo della capacità portante dei pali.

Tabella 3 - VI11 – stratigrafia e parametri di calcolo Tabella 4 – VI11 - stratigrafia 1 -spalla SPA

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	ϕ' [°]	q_b [kPa]
da 0.0 a 25.0	ASP	19.0 (z < 8m) 19.5 (z > 8m)	70 (0.0 < z < 5.0m) 130 (5.0 < z < 8m) 150÷300 (8 < z < 20 m) 300÷350 (z > 20m)	-	9· c_u + σ_v
Dove: γ = peso di volume naturale c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate ϕ' = angolo di resistenza al taglio q_b = portata limite di base σ_v = tensione verticale totale					

Tabella 5 - VI11 – stratigrafia e parametri di calcolo SPA - stratigrafia 2 – pila P1

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	τ [kPa]	q_b [kPa]
da 0.0 a 22.0	ASP	19.0 (z < 8m) 19.5 (z > 8m)	70 (0.0 < z < 5.0m) 130 (5.0 < z < 8m) 150÷300 (8 < z < 20 m) 300÷350 (z > 20m)	-	9· c_u + σ_v
Da 22.0 a 25.0	GRA	19.0		200	5000
Dove: γ = peso di volume naturale c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate τ = tensione di adesione laterale limite					

qb = portata limite di base
 σ_v = tensione verticale totale

4.1.2 Calcolo della capacità portante

La capacità portante per le fondazioni del viadotto è stata valutata per pali trivellati $D=1200$ mm, considerando l'Approccio 2 (A1+M1+R3) di normativa e quindi con i seguenti coefficienti parziali sulle resistenze di base e laterale:

- N. 2 verticali di indagine, da cui $\xi_3 = 1.65$,
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.9$).
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.23$).

Inoltre si è considerato cautelativamente:

- testa palo a 2.5 m di profondità dal p.c.;
- falda a 1 m da p.c.

In **Appendice A** si riportano i tabulati di calcolo completi.

Tabella 6 – VII1 - Capacità portante palo D=1200 mm - A1+M1+R3 (stratigrafia 1)

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	766.	0.	766.	344.
.50	43.	777.	3.	816.	367.
1.00	91.	788.	7.	872.	394.
1.50	144.	798.	10.	933.	424.
2.00	203.	809.	14.	999.	456.
2.50	272.	820.	17.	1075.	494.
3.00	366.	918.	20.	1264.	584.
3.50	464.	1016.	24.	1456.	676.
4.00	562.	1114.	27.	1649.	768.
4.50	660.	1212.	31.	1841.	860.
5.00	758.	1310.	34.	2034.	952.
5.50	858.	1408.	37.	2229.	1046.
6.00	972.	1524.	41.	2455.	1154.
6.50	1092.	1640.	44.	2688.	1266.
7.00	1217.	1756.	48.	2926.	1380.
7.50	1346.	1873.	51.	3168.	1497.
8.00	1481.	1989.	54.	3415.	1617.
8.50	1620.	2105.	58.	3667.	1739.
9.00	1763.	2221.	61.	3923.	1863.
9.50	1912.	2296.	64.	4143.	1971.
10.00	2065.	2371.	68.	4368.	2082.
10.50	2223.	2445.	71.	4597.	2195.
11.00	2385.	2520.	75.	4830.	2311.
11.50	2553.	2594.	78.	5069.	2429.
12.00	2725.	2669.	81.	5312.	2549.
12.50	2901.	2744.	85.	5560.	2673.
13.00	3083.	2818.	88.	5813.	2798.
13.50	3269.	2893.	92.	6070.	2926.
14.00	3460.	2968.	95.	6332.	3057.
14.50	3655.	3042.	98.	6599.	3190.
15.00	3856.	3117.	102.	6871.	3325.
15.50	4061.	3192.	105.	7147.	3463.
16.00	4270.	3266.	109.	7428.	3604.
16.50	4485.	3341.	112.	7714.	3747.
17.00	4704.	3416.	115.	8004.	3892.
17.50	4928.	3490.	119.	8299.	4040.
18.00	5154.	3552.	122.	8584.	4183.
18.50	5380.	3614.	126.	8869.	4327.
19.00	5606.	3676.	129.	9153.	4470.
19.50	5832.	3738.	132.	9438.	4614.
20.00	6059.	3800.	136.	9723.	4757.
20.50	6285.	3862.	139.	10007.	4900.
21.00	6511.	3924.	143.	10292.	5044.
21.50	6737.	3986.	146.	10577.	5187.
22.00	6963.	4047.	149.	10862.	5331.
22.50	7190.	4109.	153.	11146.	5474.

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 = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

Tabella 7 – VII1 - Capacità portante palo D=1200 mm - A1+M1+R3 (stratigrafia 2)

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	766.	0.	766.	344.
.50	43.	777.	3.	816.	367.
1.00	91.	788.	7.	872.	394.
1.50	144.	798.	10.	933.	424.
2.00	203.	809.	14.	999.	456.
2.50	272.	820.	17.	1075.	494.
3.00	366.	918.	20.	1264.	584.
3.50	464.	1016.	24.	1456.	676.
4.00	562.	1114.	27.	1649.	768.
4.50	660.	1212.	31.	1841.	860.
5.00	758.	1310.	34.	2034.	952.
5.50	858.	1408.	37.	2229.	1046.
6.00	972.	1524.	41.	2455.	1154.
6.50	1092.	1640.	44.	2688.	1266.
7.00	1217.	1756.	48.	2926.	1380.
7.50	1346.	1873.	51.	3168.	1497.
8.00	1481.	1989.	54.	3415.	1617.
8.50	1620.	2105.	58.	3667.	1739.
9.00	1763.	2221.	61.	3923.	1863.
9.50	1912.	2296.	64.	4143.	1971.
10.00	2065.	2371.	68.	4368.	2082.
10.50	2223.	2445.	71.	4597.	2195.
11.00	2385.	2520.	75.	4830.	2311.
11.50	2553.	2594.	78.	5069.	2429.
12.00	2725.	2669.	81.	5312.	2549.
12.50	2901.	2744.	85.	5560.	2673.
13.00	3083.	2818.	88.	5813.	2798.
13.50	3269.	2893.	92.	6070.	2926.
14.00	3460.	2968.	95.	6332.	3057.
14.50	3655.	3042.	98.	6599.	3190.
15.00	3856.	3117.	102.	6871.	3325.
15.50	4061.	3192.	105.	7147.	3463.
16.00	4270.	3266.	109.	7428.	3604.
16.50	4485.	3341.	112.	7714.	3747.
17.00	4704.	3416.	115.	8004.	3892.
17.50	4928.	3490.	119.	8299.	4040.
18.00	5154.	3552.	122.	8584.	4183.
18.50	5380.	3614.	126.	8869.	4327.
19.00	5606.	3676.	129.	9153.	4470.
19.50	5851.	3738.	132.	9457.	4623.
20.00	6209.	4012.	136.	10085.	4931.
20.50	6586.	4286.	139.	10733.	5249.
21.00	6963.	4559.	143.	11380.	5567.
21.50	7340.	4833.	146.	12028.	5885.
22.00	7717.	5107.	149.	12675.	6203.
22.50	8094.	5381.	153.	13323.	6521.

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 = $Ql1/FS,l + Qb1/FS,b - Wp$

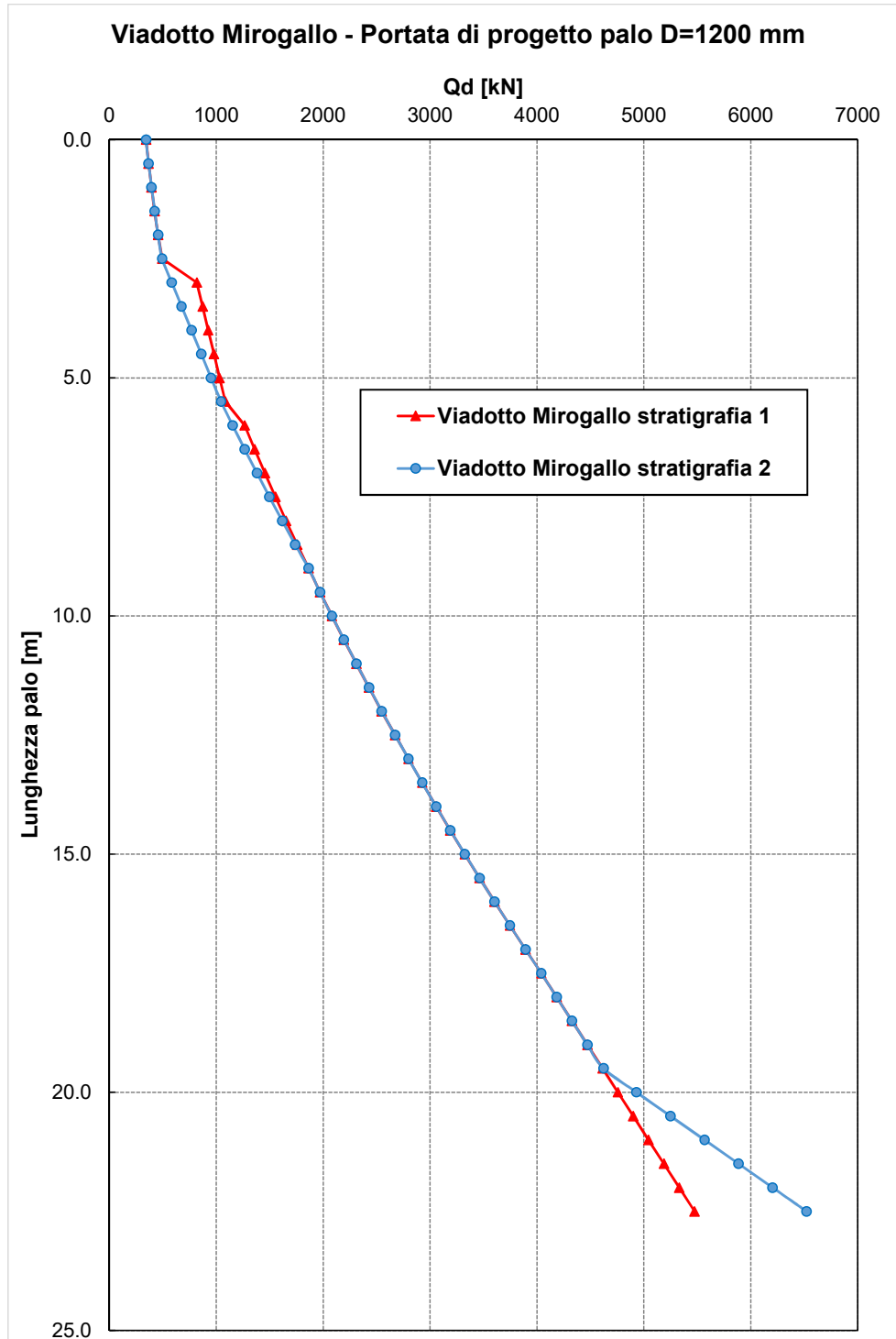


Figura 11 – Capacità portante palo D=1200 mm SPA (stratigrafia 1 e P1 (stratigrafia 2))

4.2 Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno (E_{MR}) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo (p) ed il corrispondente spostamento orizzontale (y): $E_{MR} = p / y$. Definito il coefficiente di sottofondo alla Winkler (K_W), per un palo di diametro D , si ha questa relazione con il modulo di reazione orizzontale palo-terreno:

$$E_{MR} = K_W \cdot D$$

Le metodologie di calcolo sono riportate nella Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni (doc. rif. [DC1]).

In particolare per la valutazione del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, si considera:

$$E_{MR} = \xi * c_u \leq E_{MR,max}$$

dove:

nei depositi coesivi $\xi = 350$;

c_u = definito come da Tabella 3;

$E_{MR,max}$: 120000 kN/m².

Si riporta di seguito il profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo (a 2.5 m da p.c.):

Prof. m	E kN/m ²
.00	24500.0
2.50	24500.0
2.51	45500.0
5.50	45500.0
5.51	52500.0
17.50	105000.0
17.51	120000.0
30.00	120000.0

4.3 Parametro α_m e andamento del momento lungo il palo

Per ricavare il parametro α_m (rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita) si ricorre al metodo di Matlock e Reese (1956) che, utilizzando il metodo delle differenze finite, hanno risolto il problema del palo soggetto ad un carico orizzontale, mediante l'impiego di parametri adimensionali.

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno E_{MR} definito nel precedente paragrafo, si ricava il valore del parametro α_m :

$$\alpha_m = M_0 / H_0$$

essendo:

H_o = azione tagliante in testa palo [F];

M_o = azione flettente, conseguente ad H_o , in testa al palo;

α_m = rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

Le metodologie di calcolo generali sono riportate nella Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni (doc. rif. [DC1]). Nella seguente tabella si riportano i valori del parametro alfa $\alpha_m = M_o / H_o$ ed a seguire l'andamento di taglio e momento lungo il palo. La valutazione è stata fatta con riferimento ad una lunghezza palo indicativa di 20 m e applicando un taglio a testa palo $H_o=100$ kN.

Tabella 8 – VI11 - Valori di α_m

VI11	α_m [m]
D=1200mm	-2.4

Nelle seguenti tabelle si riporta l'andamento di taglio e momento lungo il fusto del palo; tutti i tabulati di calcolo sono riportati in **Appendice B**.

Tabella 9 – Andamento di taglio e momento lungo il palo D=1200 mm – VI11

Sollecitazioni, deformazioni e pressioni mobilitate
lungo il fusto del palo

prof. m	T kN	M kN*m	Yp mm	Rp mRad	Pr kN/m
.00	99.97	-240.08	.714	.000	17.48
.63	89.15	-180.99	.699	.043	17.14
1.25	78.67	-128.61	.662	.075	16.22
1.88	68.81	-82.56	.608	.096	14.90
2.50	59.98	-42.41	.544	.109	13.32
3.13	47.21	-8.50	.474	.114	21.56
3.75	34.62	16.91	.403	.113	18.32
4.38	24.08	35.10	.334	.108	15.18
5.00	14.90	47.31	.269	.099	12.23
6.00	4.96	57.22	.178	.082	9.74
7.00	-3.01	57.76	.106	.063	6.25
8.00	-7.75	52.02	.052	.045	3.32
9.00	-9.89	42.91	.016	.029	1.06
10.00	-10.09	32.70	-.007	.017	-.50
11.67	-8.08	17.08	-.022	.003	-1.78
13.33	-4.93	6.20	-.022	-.003	-1.90
15.00	-1.97	.49	-.015	-.005	-1.43
17.50	.22	-1.10	-.004	-.004	-.43
20.00	.00	.00	.005	-.004	.63

4.4 Carico limite orizzontale dei pali

Per la valutazione del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita. Le metodologie di calcolo sono riportate nella Relazione sui criteri di calcolo delle fondazioni (doc. rif. [DC1]).

Il fattore di sicurezza di normativa per la verifica a carico orizzontale è $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.65 = 2.145$ (da normativa vigente per verifica A1+M1+R3). Quindi la resistenza di progetto è valutata a partire dalla resistenza caratteristica (calcolata con Broms), fattorizzata con FS, da cui: $H_d = H_{max} / 2.145$.

Il valore caratteristico della resistenza (H_{lim}) è stato valutato con riferimento ai seguenti momenti di plasticizzazione:

- Spalle (D=1200mm, armatura 28 ϕ 30): M_y pari a 3925.7 kNm
- Pile (D=1200mm, armatura 18 ϕ 24): M_y pari a 1777.7 kNm

Nella seguente tabella si riportano i valori di progetto del carico limite orizzontale (H_{lim}) e del carico di progetto (H_d) valutati per diverse lunghezze palo.

Fondazioni	Diametro palo [mm]	L palo [m]	Cu [kPa] (media)	H_{lim} [kN]	H_d [kN]
Spalle	1200	21.5	210	3148.08	1467.6
Pile	1200	18.3	190	1619.97	755.2

5. VERIFICA RISCHIO POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

In questo capitolo si valuta il rischio di potenziale liquefazione dei terreni del sito in esame, problematica che si pone quando la falda freatica si trova in prossimità del piano campagna ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Le NTC18 al paragrafo 7.11.3.4.2 affermano che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti una delle seguenti circostanze:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di free-field-campo libero) minori di 0.1 g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cIN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cIN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione verticale efficace di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in Figura 12 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 13 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

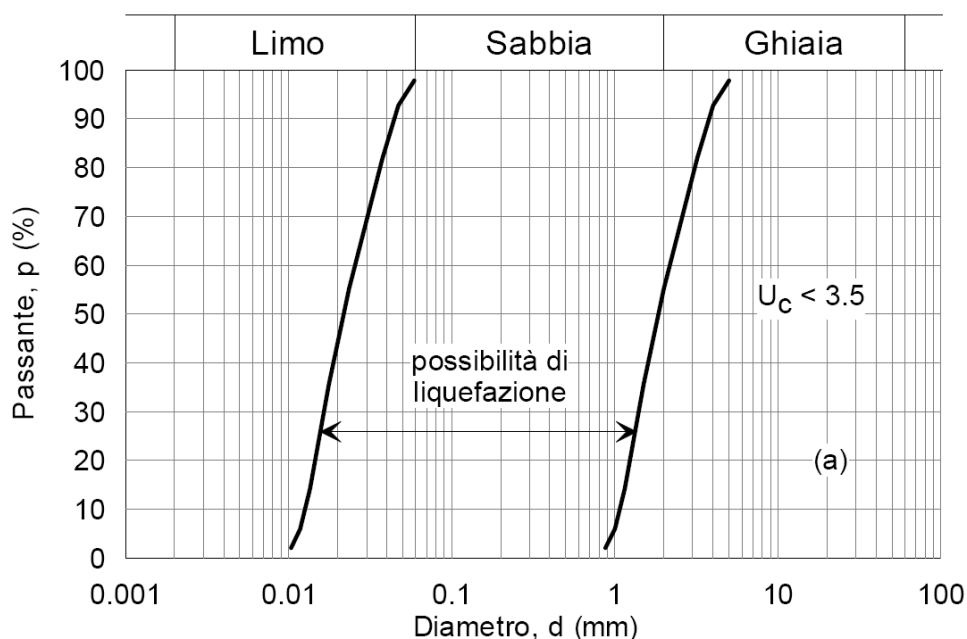


Figura 12. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$

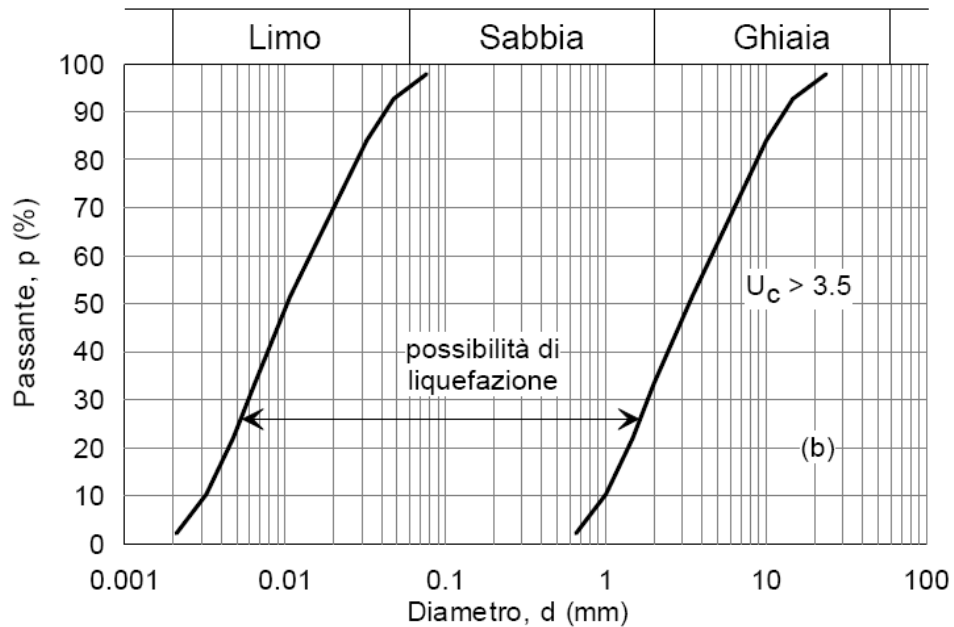


Figura 13. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c > 3.5$

Per il sito in esame si può escludere il rischio di potenziale liquefazione in quanto i terreni di fondazione sono costituiti prevalentemente da deposito argilloso marnoso da consistente a molto duro ed in profondità da calcareniti.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	29 di 39

6. APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL

6.1 Palo D=1200 mm (stratigrafia 1) - SPA

*** P A L ***

Programma per l'analisi della capacita' portante
assiale di un palo di fondazione

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

pag./ 2

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
Quota falda da p.c. = 1.00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,1)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.23 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. 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: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.200 = 3.60$ 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 FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	30 di 39

Strato 1 "ASP " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$$\begin{aligned} G_n &= 19.0 \text{ kN/m}^3 & G_e &= 9.0 \text{ kN/m}^3 \\ \tau &= \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} & \text{Criterio } \alpha(C_u) &\text{ nel seguito} \\ & \tau > .23 \cdot S'v & \\ & \tau < .65 \cdot S'v & \\ Q_b &= 9.0 \cdot C_u + S_v \\ C_u &\text{ variabile lin. da } 70.0 \text{ a } 70.0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Strato 2 "ASP " (Coesivo) da 5.00 a 8.00 m

$$\begin{aligned} G_n &= 19.0 \text{ kN/m}^3 & G_e &= 9.0 \text{ kN/m}^3 \\ \tau &= \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} & \text{Criterio } \alpha(C_u) &\text{ nel seguito} \\ & \tau > .23 \cdot S'v & \\ Q_b &= 9.0 \cdot C_u + S_v \\ C_u &\text{ variabile lin. da } 130.0 \text{ a } 130.0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Strato 3 "ASP " (Coesivo) da 8.00 a 20.00 m

$$\begin{aligned} G_n &= 19.5 \text{ kN/m}^3 & G_e &= 9.5 \text{ kN/m}^3 \\ \tau &= \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} & \text{Criterio } \alpha(C_u) &\text{ nel seguito} \\ & \tau > .23 \cdot S'v & \\ Q_b &= 9.0 \cdot C_u + S_v \\ C_u &\text{ variabile lin. da } 150.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

pag./ 4

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "ASP " (Coesivo) da 20.00 a 25.00 m

$$\begin{aligned} G_n &= 19.5 \text{ kN/m}^3 & G_e &= 9.5 \text{ kN/m}^3 \\ \tau &= \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} & \text{Criterio } \alpha(C_u) &\text{ nel seguito} \\ & \tau > .23 \cdot S'v & \\ Q_b &= 9.0 \cdot C_u + S_v < 3800. \text{ kPa} \\ C_u &\text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 350.0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

pag./ 5

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	31 di 39

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ASP "	1.00	1.00	1.00
2 "ASP "	1.00	1.00	1.00
3 "ASP "	1.00	1.00	1.00
4 "ASP "	1.00	1.00	1.00

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

Per terreni coesivi: Criterio Tau = alfa * Cu

Cu kPa	alfa -
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
300.0	.40

pag./ 6

 LINEA FS FERRANDINA MATERA
 VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- 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
2.50	32.5	47.5	70.0	.65	21.1	678.
3.00	37.0	57.0	70.0	.65	24.0	687.
3.50	41.5	66.5	70.0	.65	27.0	697.
4.00	46.0	76.0	70.0	.65	29.9	706.
4.50	50.5	85.5	70.0	.65	32.8	716.
5.00	55.0	95.0	70.0	.80	43.9	725.
5.50	59.5	104.5	130.0	.87	52.0	812.
6.00	64.0	114.0	130.0	.81	52.0	898.
6.50	68.5	123.5	130.0	.76	52.0	985.
7.00	73.0	133.0	130.0	.71	52.0	1072.
7.50	77.5	142.5	130.0	.67	52.0	1158.
8.00	82.0	152.0	130.0	.68	56.0	1245.
8.50	86.8	161.8	156.3	.72	62.5	1348.
9.00	91.5	171.5	162.5	.71	65.0	1450.
9.50	96.3	181.3	168.8	.70	67.5	1553.
10.00	101.0	191.0	175.0	.69	70.0	1656.
10.50	105.8	200.8	181.3	.69	72.5	1759.
11.00	110.5	210.5	187.5	.68	75.0	1861.
11.50	115.3	220.3	193.8	.67	77.5	1964.
12.00	120.0	230.0	200.0	.67	80.0	2030.
12.50	124.8	239.8	206.3	.66	82.5	2096.
13.00	129.5	249.5	212.5	.66	85.0	2162.
13.50	134.3	259.3	218.8	.65	87.5	2228.
14.00	139.0	269.0	225.0	.65	90.0	2294.
14.50	143.8	278.8	231.3	.64	92.5	2360.
15.00	148.5	288.5	237.5	.64	95.0	2426.
15.50	153.3	298.3	243.8	.64	97.5	2492.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	32 di 39

16.00	158.0	308.0	250.0	.63	100.0	2558.
16.50	162.8	317.8	256.3	.63	102.5	2624.
17.00	167.5	327.5	262.5	.63	105.0	2690.

pag./ 7

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- 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	172.3	337.3	268.8	.62	107.5	2756.
18.00	177.0	347.0	275.0	.62	110.0	2822.
18.50	181.8	356.8	281.3	.62	112.5	2888.
19.00	186.5	366.5	287.5	.62	115.0	2954.
19.50	191.3	376.3	293.8	.61	117.5	3020.
20.00	196.0	386.0	300.0	.61	120.0	3086.
20.50	200.8	395.8	305.0	.60	120.0	3141.
21.00	205.5	405.5	310.0	.58	120.0	3196.
21.50	210.3	415.3	315.0	.57	120.0	3250.
22.00	215.0	425.0	320.0	.56	120.0	3305.
22.50	219.8	434.8	325.0	.55	120.0	3360.
23.00	224.5	444.5	330.0	.53	120.0	3415.
23.50	229.3	454.3	335.0	.52	120.0	3469.
24.00	234.0	464.0	340.0	.51	120.0	3524.
24.50	238.8	473.8	345.0	.50	120.0	3579.
25.00	243.5	483.5	350.0	.49	120.0	3634.

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./ 8

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	766.	0.	766.	344.
.50	43.	777.	3.	816.	367.
1.00	91.	788.	7.	872.	394.
1.50	144.	798.	10.	933.	424.
2.00	203.	809.	14.	999.	456.
2.50	272.	820.	17.	1075.	494.
3.00	366.	918.	20.	1264.	584.
3.50	464.	1016.	24.	1456.	676.
4.00	562.	1114.	27.	1649.	768.
4.50	660.	1212.	31.	1841.	860.
5.00	758.	1310.	34.	2034.	952.
5.50	858.	1408.	37.	2229.	1046.
6.00	972.	1524.	41.	2455.	1154.
6.50	1092.	1640.	44.	2688.	1266.

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	33 di 39

7.00	1217.	1756.	48.	2926.	1380.
7.50	1346.	1873.	51.	3168.	1497.
8.00	1481.	1989.	54.	3415.	1617.
8.50	1620.	2105.	58.	3667.	1739.
9.00	1763.	2221.	61.	3923.	1863.
9.50	1912.	2296.	64.	4143.	1971.
10.00	2065.	2371.	68.	4368.	2082.
10.50	2223.	2445.	71.	4597.	2195.
11.00	2385.	2520.	75.	4830.	2311.
11.50	2553.	2594.	78.	5069.	2429.
12.00	2725.	2669.	81.	5312.	2549.
12.50	2901.	2744.	85.	5560.	2673.
13.00	3083.	2818.	88.	5813.	2798.
13.50	3269.	2893.	92.	6070.	2926.
14.00	3460.	2968.	95.	6332.	3057.
14.50	3655.	3042.	98.	6599.	3190.

pag./ 9

 LINEA FS FERRANDINA MATERA
 VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q11 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
15.00	3856.	3117.	102.	6871.	3325.
15.50	4061.	3192.	105.	7147.	3463.
16.00	4270.	3266.	109.	7428.	3604.
16.50	4485.	3341.	112.	7714.	3747.
17.00	4704.	3416.	115.	8004.	3892.
17.50	4928.	3490.	119.	8299.	4040.
18.00	5154.	3552.	122.	8584.	4183.
18.50	5380.	3614.	126.	8869.	4327.
19.00	5606.	3676.	129.	9153.	4470.
19.50	5832.	3738.	132.	9438.	4614.
20.00	6059.	3800.	136.	9723.	4757.
20.50	6285.	3862.	139.	10007.	4900.
21.00	6511.	3924.	143.	10292.	5044.
21.50	6737.	3986.	146.	10577.	5187.
22.00	6963.	4047.	149.	10862.	5331.
22.50	7190.	4109.	153.	11146.	5474.

Lp = Lunghezza utile del palo
 Q11 = Portata laterale limite
 Qb1 = Portata di base limite
 Wp = Peso efficace del palo
 Qu = Portata totale limite
 Qd = Portata di progetto = $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

6.2 Palo D=1200 mm (stratigrafia 2) – P1

*** 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 FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.50 m
Quota falda da p.c. = 1.00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.90 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.23 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. 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: $3.0 * 1.200 = 3.60$ m
entro lo strato se quello sovrastante e' piu' debole

La base del palo deve essere situata almeno: $3.0 * 1.200 = 3.60$ 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 FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 1 "ASP " (Coesivo) da .00 a 5.00 m

$G_n = 19.0$ kN/m³ $G_e = 9.0$ kN/m³

$\tau = \alpha * C_u < 120.0$ kPa

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	35 di 39

Criterio alfa(Cu) nel seguito

$$\begin{aligned} \text{Tau} &> .23 * S'v \\ \text{Tau} &< .65 * S'v \end{aligned}$$

$$Qb = 9.0 * Cu + Sv$$

Cu variabile lin. da 70.0 a 70.0 kPa

Strato 2 "ASP " (Coesivo) da 5.00 a 8.00 m

$$Gn = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad Ge = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau} = \text{alfa} * Cu < 120.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio alfa(Cu) nel seguito}$$

$$\text{Tau} > .23 * S'v$$

$$Qb = 9.0 * Cu + Sv$$

Cu variabile lin. da 130.0 a 130.0 kPa

Strato 3 "ASP " (Coesivo) da 8.00 a 20.00 m

$$Gn = 19.5 \text{ kN/m}^3 \quad Ge = 9.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau} = \text{alfa} * Cu < 120.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio alfa(Cu) nel seguito}$$

$$\text{Tau} > .23 * S'v$$

$$Qb = 9.0 * Cu + Sv$$

Cu variabile lin. da 150.0 a 300.0 kPa

pag./ 4

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

DEFINIZIONE PARAMETRI E CRITERI DI CALCOLO PER GLI STRATI DI TERRENO

Strato 4 "ASP " (Coesivo) da 20.00 a 22.00 m

$$Gn = 19.5 \text{ kN/m}^3 \quad Ge = 9.5 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Tau} = \text{alfa} * Cu < 120.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio alfa(Cu) nel seguito}$$

$$\text{Tau} > .23 * S'v$$

$$Qb = 9.0 * Cu + Sv < 3800. \text{ kPa}$$

Cu variabile lin. da 300.0 a 320.0 kPa

Strato 5 "GRA " (Incoerente) da 22.00 a 25.00 m

$$Gn = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad Ge = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

Tau variabile lin. da 200.0 a 200.0 kPa

Qb variabile lin. da 5000. a 5000. kPa

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	36 di 39

pag./ 5

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

MOLTIPLICATORI per i parametri di calcolo

strato	Molt. Tau	Molt. Qb	Molt. Cu
1 "ASP "	1.00	1.00	1.00
2 "ASP "	1.00	1.00	1.00
3 "ASP "	1.00	1.00	1.00
4 "ASP "	1.00	1.00	1.00
5 "GRA "	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 kPa	alfa -
.0	.90
25.0	.90
25.1	.80
50.0	.80
51.0	.60
75.0	.60
75.1	.40
400.0	.40

pag./ 6

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- 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
2.50	32.5	47.5	70.0	.65	21.1	678.
3.00	37.0	57.0	70.0	.65	24.0	687.
3.50	41.5	66.5	70.0	.65	27.0	697.
4.00	46.0	76.0	70.0	.65	29.9	706.
4.50	50.5	85.5	70.0	.65	32.8	716.
5.00	55.0	95.0	70.0	.80	43.9	725.
5.50	59.5	104.5	130.0	.87	52.0	812.
6.00	64.0	114.0	130.0	.81	52.0	898.
6.50	68.5	123.5	130.0	.76	52.0	985.
7.00	73.0	133.0	130.0	.71	52.0	1072.
7.50	77.5	142.5	130.0	.67	52.0	1158.
8.00	82.0	152.0	130.0	.68	56.0	1245.
8.50	86.8	161.8	156.3	.72	62.5	1348.
9.00	91.5	171.5	162.5	.71	65.0	1450.
9.50	96.3	181.3	168.8	.70	67.5	1553.
10.00	101.0	191.0	175.0	.69	70.0	1656.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VII1

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 1100001	A	37 di 39

10.50	105.8	200.8	181.3	.69	72.5	1759.
11.00	110.5	210.5	187.5	.68	75.0	1861.
11.50	115.3	220.3	193.8	.67	77.5	1964.
12.00	120.0	230.0	200.0	.67	80.0	2030.
12.50	124.8	239.8	206.3	.66	82.5	2096.
13.00	129.5	249.5	212.5	.66	85.0	2162.
13.50	134.3	259.3	218.8	.65	87.5	2228.
14.00	139.0	269.0	225.0	.65	90.0	2294.
14.50	143.8	278.8	231.3	.64	92.5	2360.
15.00	148.5	288.5	237.5	.64	95.0	2426.
15.50	153.3	298.3	243.8	.64	97.5	2492.
16.00	158.0	308.0	250.0	.63	100.0	2558.
16.50	162.8	317.8	256.3	.63	102.5	2624.
17.00	167.5	327.5	262.5	.63	105.0	2690.
17.50	172.3	337.3	268.8	.62	107.5	2756.
18.00	177.0	347.0	275.0	.62	110.0	2822.
18.50	181.8	356.8	281.3	.62	112.5	2888.
19.00	186.5	366.5	287.5	.62	115.0	2954.
19.50	191.3	376.3	293.8	.61	117.5	3020.
20.00	196.0	386.0	300.0	.61	120.0	3086.
20.50	200.8	395.8	305.0	.60	120.0	3141.
21.00	205.5	405.5	310.0	.58	120.0	3196.
21.50	210.3	415.3	315.0	.57	120.0	3250.
22.00	215.0	425.0	320.0	.74	160.0	3305.
22.50	219.5	434.5	--	.91	200.0	3547.
23.00	224.0	444.0	--	.89	200.0	3789.
23.50	228.5	453.5	--	.88	200.0	4031.
24.00	233.0	463.0	--	.86	200.0	4274.
24.50	237.5	472.5	--	.84	200.0	4516.
25.00	242.0	482.0	--	.83	200.0	4758.

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

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO MIROGALLO PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

STAMPA capacita' portante e relativi contributi

Lp m	Q1l kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	766.	0.	766.	344.
.50	43.	777.	3.	816.	367.
1.00	91.	788.	7.	872.	394.
1.50	144.	798.	10.	933.	424.
2.00	203.	809.	14.	999.	456.
2.50	272.	820.	17.	1075.	494.
3.00	366.	918.	20.	1264.	584.
3.50	464.	1016.	24.	1456.	676.
4.00	562.	1114.	27.	1649.	768.
4.50	660.	1212.	31.	1841.	860.
5.00	758.	1310.	34.	2034.	952.
5.50	858.	1408.	37.	2229.	1046.
6.00	972.	1524.	41.	2455.	1154.
6.50	1092.	1640.	44.	2688.	1266.
7.00	1217.	1756.	48.	2926.	1380.
7.50	1346.	1873.	51.	3168.	1497.
8.00	1481.	1989.	54.	3415.	1617.
8.50	1620.	2105.	58.	3667.	1739.
9.00	1763.	2221.	61.	3923.	1863.
9.50	1912.	2296.	64.	4143.	1971.
10.00	2065.	2371.	68.	4368.	2082.
10.50	2223.	2445.	71.	4597.	2195.
11.00	2385.	2520.	75.	4830.	2311.
11.50	2553.	2594.	78.	5069.	2429.
12.00	2725.	2669.	81.	5312.	2549.
12.50	2901.	2744.	85.	5560.	2673.
13.00	3083.	2818.	88.	5813.	2798.
13.50	3269.	2893.	92.	6070.	2926.
14.00	3460.	2968.	95.	6332.	3057.
14.50	3655.	3042.	98.	6599.	3190.
15.00	3856.	3117.	102.	6871.	3325.
15.50	4061.	3192.	105.	7147.	3463.
16.00	4270.	3266.	109.	7428.	3604.
16.50	4485.	3341.	112.	7714.	3747.
17.00	4704.	3416.	115.	8004.	3892.
17.50	4928.	3490.	119.	8299.	4040.
18.00	5154.	3552.	122.	8584.	4183.
18.50	5380.	3614.	126.	8869.	4327.
19.00	5606.	3676.	129.	9153.	4470.
19.50	5851.	3738.	132.	9457.	4623.
20.00	6209.	4012.	136.	10085.	4931.
20.50	6586.	4286.	139.	10733.	5249.
21.00	6963.	4559.	143.	11380.	5567.
21.50	7340.	4833.	146.	12028.	5885.
22.00	7717.	5107.	149.	12675.	6203.
22.50	8094.	5381.	153.	13323.	6521.

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

7. APPENDICE B: PARAMETRO α_M E MOMENTO LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO LPAL

7.1 D=1200 mm

LINEA FERRANDINA MATERA
VI MIROGALLO D1200

Lunghezza palo Lp = 20.00 m
 Diametro palo D = 1.20 m
 Modulo elastico palo Ep = 30000000. kPa
 Rigidezza flessionale palo EJ = 3053629. kN*m²

Definizione del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
.00	24500.0
2.50	24500.0
2.51	45500.0
5.50	45500.0
5.51	52500.0
17.50	105000.0
17.51	120000.0
30.00	120000.0

Azioni/Spostamenti a testa palo

Forza orizzontale To = 100.00 kN
 Rigidezza a traslazione Kyo = 0. kN/m
 Rotazione Rpo = .000 mRad

Sollecitazioni, deformazioni e pressioni mobilitate
lungo il fusto del palo

prof. m	T kN	M kN*m	Yp mm	Rp mRad	Pr kN/m
.00	99.97	-240.08	.714	.000	17.48
.63	89.15	-180.99	.699	.043	17.14
1.25	78.67	-128.61	.662	.075	16.22
1.88	68.81	-82.56	.608	.096	14.90
2.50	59.98	-42.41	.544	.109	13.32
3.13	47.21	-8.50	.474	.114	21.56
3.75	34.62	16.91	.403	.113	18.32
4.38	24.08	35.10	.334	.108	15.18
5.00	14.90	47.31	.269	.099	12.23
6.00	4.96	57.22	.178	.082	9.74
7.00	-3.01	57.76	.106	.063	6.25
8.00	-7.75	52.02	.052	.045	3.32
9.00	-9.89	42.91	.016	.029	1.06
10.00	-10.09	32.70	-.007	.017	-.50
11.67	-8.08	17.08	-.022	.003	-1.78
13.33	-4.93	6.20	-.022	-.003	-1.90
15.00	-1.97	.49	-.015	-.005	-1.43
17.50	.22	-1.10	-.004	-.004	-.43
20.00	.00	.00	.005	-.004	.63