

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

MIGLIORAMENTO SISMICO E OPERE DI COMPLETAMENTO DEI VIADOTTI ESISTENTI DELLA LINEA FERRANDINA - MATERA

GEOTECNICA

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni VI06

SCALA:

-

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

I A 5 F 0 3 D 0 9 G E V I 0 6 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	S. Gasperoni	Aprile 2019	M.E. D'Effremo	Aprile 2019	F. Gernone	Aprile 2019	A. Vittozzi Aprile 2019
								ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti Oper. Linea Ferrandina - Matera Direzione degli ingegneri della Provincia di Roma N° 42378

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	6
3.3	SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO.....	8
3.4	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	17
4.	PALIFICATE DI FONDAZIONE	18
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI.....	18
	4.1.1 Stratigrafia e parametri geotecnici di calcolo.....	18
	4.1.2 Calcolo della capacità portante	18
4.2	MODULO DI REAZIONE ORIZZONTALE DEL TERRENO	21
4.3	PARAMETRO A_M E ANDAMENTO DEL MOMENTO LUNGO IL PALO.....	21
4.4	CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI.....	22
5.	FONDAZIONI DIRETTE	23
6.	VERIFICA RISCHIO POTENZIALE LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	25
7.	APPENDICE A: VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI PALI. TABULATI DI CALCOLO PAL ..	27
7.1	SPALLA B - PALO D=1200 MM.....	27
8.	APPENDICE B: PARAMETRO A_M E ANDAMENTO DEL MOMENTO LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO LPAL.....	32
8.1	D=1200 MM.....	32
9.	APPENDICE C: CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONI DIRETTE. TABULATI DI CALCOLO FOND.....	33
9.1	PILA P3 – ANALISI A1+M1+R3	33

1. PREMESSA

Nella presente relazione si riporta la caratterizzazione geotecnica finalizzata alla verifica delle fondazioni del Viadotto esistente Dragone (VI06) 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;
- dimensionamento fondazioni dirette;
- 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;

[DC2]. IA5F03D09RGVI0000001A – Relazione descrittiva sulle fondazioni.

[DC1]. B1. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Relazione geologica geotecnica idrogeologica sugli studi per la scelta del tracciato e per il progetto definitivo. Dicembre, 1984.

[DC2]. B2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Planimetria ubicazione tracciati ed indagini. Dicembre, 1984.

[DC3]. B5.1. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Stratigrafie dei sondaggi A. Dicembre, 1984.

[DC4]. B5.2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Stratigrafie dei sondaggi S. Dicembre, 1984.

[DC5]. B6.1 e B6.2. Linea Ferrandina – Matera Centrale. Profilo geologico del tracciato definitivo Tav. 1 e Tav. 2. Dicembre, 1984.

[DC6]. IA5F03D09CLVI0100006 - Relazione di calcolo – Analisi con isolamento VI06

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 13+571.095 e km 13+750.849.

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.

Sondaggi / Indagine sismica	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
S8_PZ_50	41.0	125.934	1	5	3	2	1	2	TA[3;18]
MASW8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]									

Il sondaggio S8_PZ_50 è stato eseguito in prossimità della SPB del viadotto.

Inoltre in prossimità dell'opera è disponibile un sondaggio della vecchia campagna indagine del 1984 (sondaggio S8).

Il piezometro installato nel sondaggio S8_PZ_50 non rileva falda.

Nella seguente tabella si riassumono i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel sondaggio della campagna 2018/2019.

Tabella 1 – Laboratorio indagini 2018/2019

Sondaggio	-	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50	S8_PZ_50
Campione	-	CR2	CR3	CR4	CR5	Cl1	CR1	Spt1	Spt2
Tipo	-	rim	rim	rim	rim	ind	rim	rim	rim
Unità	-	GRA	Cc	Cc	Cc	ASP	ASP	ASP	ASP
Prof.	m	11.90	19.75	27.30	35.35	6.25	3.40	1.70	4.60
Granulometria									
G	%					0.0	0.0	3.0	0.0
S	%					1.0	2.0	14.0	2.0
L +A	%					99.0	98.0	83.0	98.0
L	%					38.0		39.0	44.0
A	%					61.0		44.0	54.0
Limiti di Atterberg									
W _L	%					68.0			
W _P	%					32.0			
I _p	-					1.04			
I _p	%					36.0			
Caratteristiche fisiche									
γ _N	kN/m ³	16.0	26.4	27.0	27.4	17.9			
γ _S	kN/m ³								
G _s	-								
w _N	%					30.5			
Resistenza a compressione monoassiale									
σ _c	MPa	2.0	23.5	54.6					
Resistenza drenata									
(TD) c	kPa					29.4			
(TD) f	°					20.3			
(TX-CIU) c	kPa					39.3			
(TX-CIU) f	°					25.4			

3.2 Stratigrafia

Il sondaggio della campagna integrativa del 2018/2019 evidenzia la presenza di argille limose da consistenti a molto consistenti dell'unità ASP (Argille subappennine) fino a 8.5 m, poi le calcareniti di gravina (unità GRA) fino a 17.8 m con alterazione da debole a media, poco fratturate ed a seguire calcilutite (unità Cc – Calcarea di Altamura) a struttura compatta con alterazione da media ad elevata fino alla massima profondità investigata (41 m). La stratigrafia del sondaggio del 2018/2019 è in accordo con l'andamento stratigrafico-geologico del progetto del 1984, basato sul sondaggio S8 ubicato al km 13+020 circa (vedasi Figura 2).

STRATIGRAFIA		
Unità geotecnica	Descrizione	Profondità [m] da p.c.
ASP	Argille limose-argille marnose Argille subappennine	0.0÷9.0
GRA	Calcareniti Calcareniti di Gravina	9.0÷18.0
Cc	Calcarea Calcarea di Altamura	18.0÷41.0
FALDA di calcolo: piano campagna		

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geologico del presente progetto.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	7 di 47

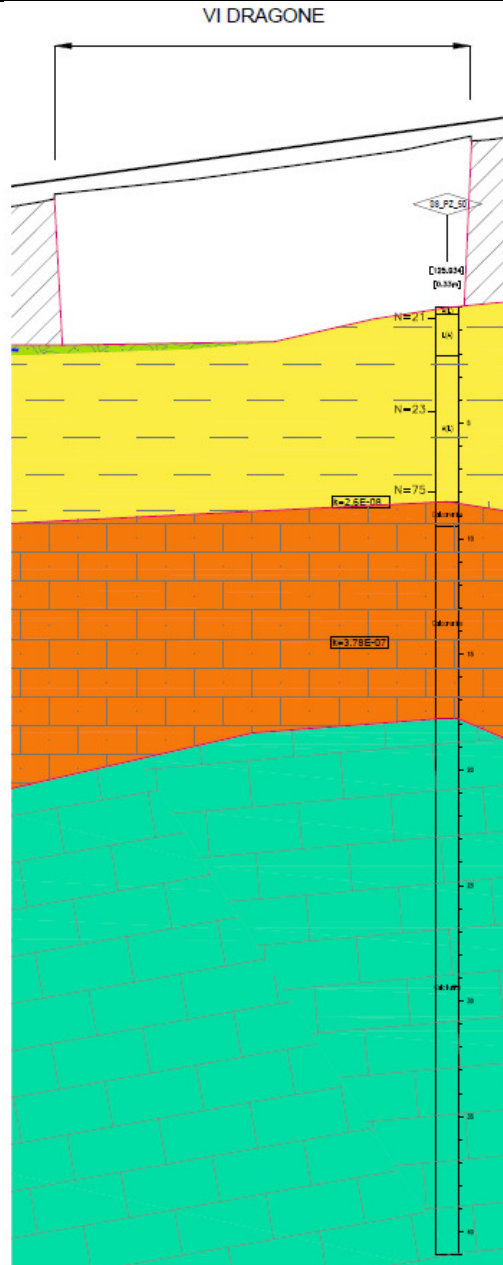


Figura 1 – Stralcio geologico

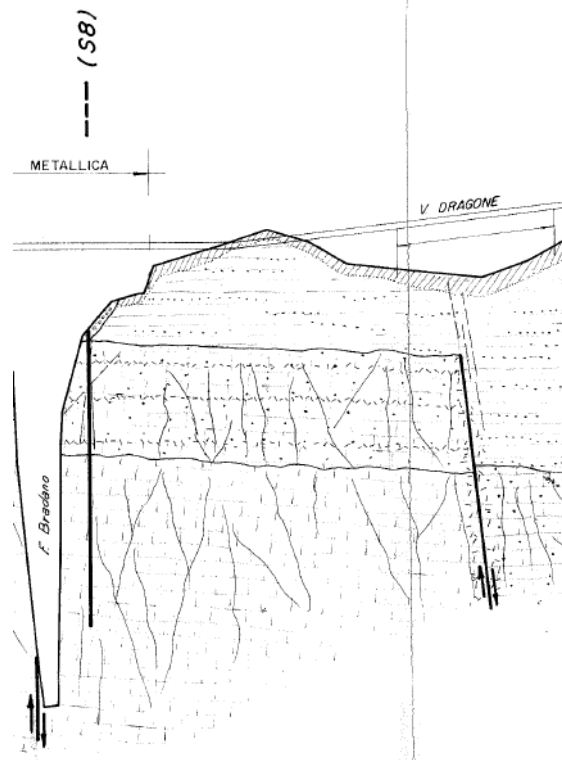


Figura 2 – Stralcio Profilo geologico 1984

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
$c_u = 100 \div 300 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$V_s = 150 \div 200 \text{ m/s}$	velocità delle onde di taglio
$G_o = 70 \div 260 \text{ MPa}$	modulo di deformazione a taglio iniziale

$$E_0 = G_0 \cdot 2 \cdot (1+\nu)$$

modulo di deformazione elastico iniziale

Unità GRA – Calcareniti di Gravina

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

$$\sigma_c = 0.7 \div 5 \text{ (2.5) MPa}$$

resistenza a compressione monoassiale (valore medio)

$$V_s > 500 \text{ m/s}$$

velocità delle onde di taglio

Unità Cc – Calcere di Altamura

$$\gamma = 26.0 \text{ kN/m}^3$$

peso di volume naturale

$$\sigma_c = 24 \div 54 \text{ (38) MPa}$$

resistenza a compressione monoassiale (valore medio)

$$V_s > 500 \text{ m/s}$$

velocità delle onde di taglio

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le unità intercettate.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	10 di 47

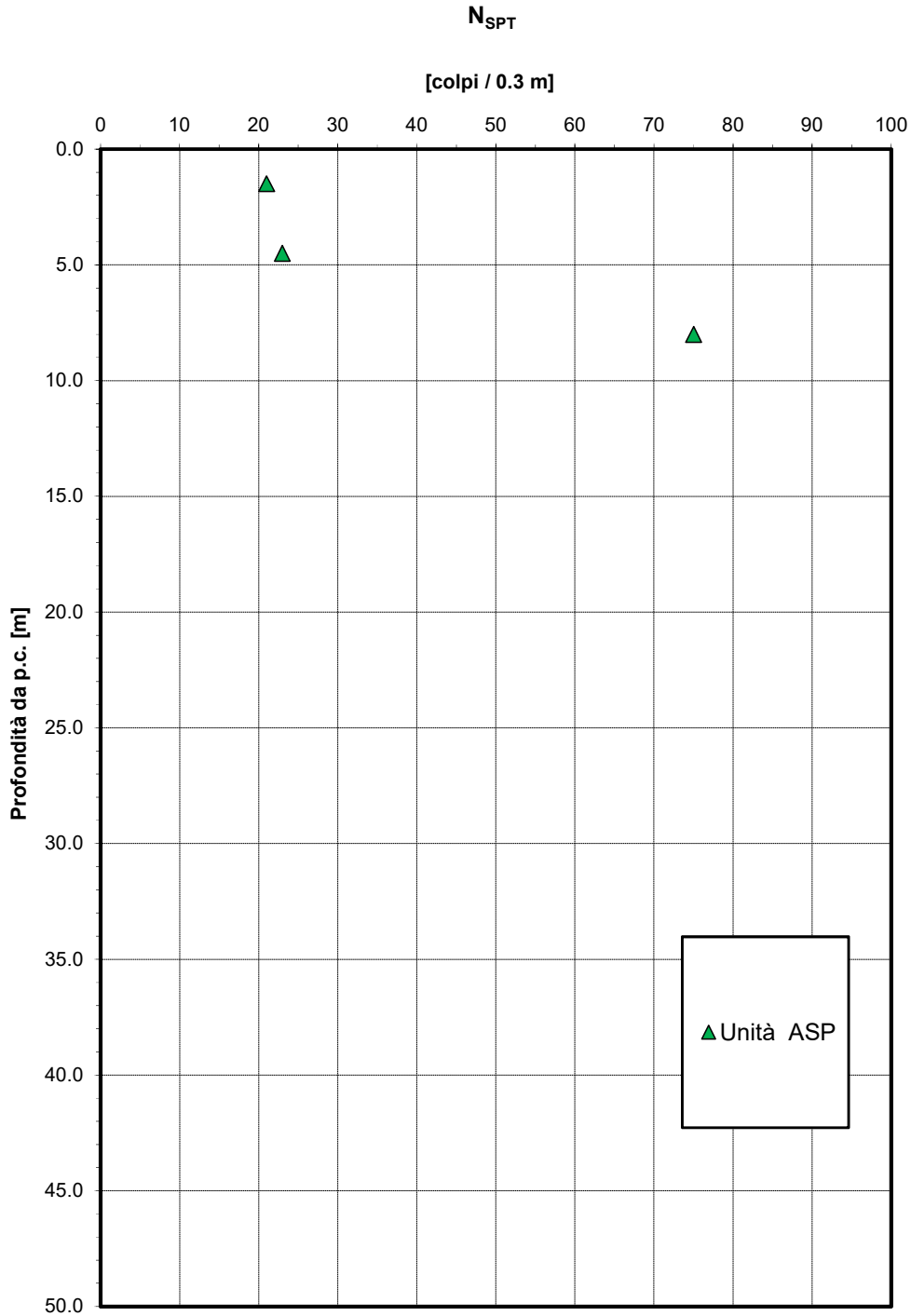


Figura 3 – Valori di N_{SPT}

Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT e sismiche

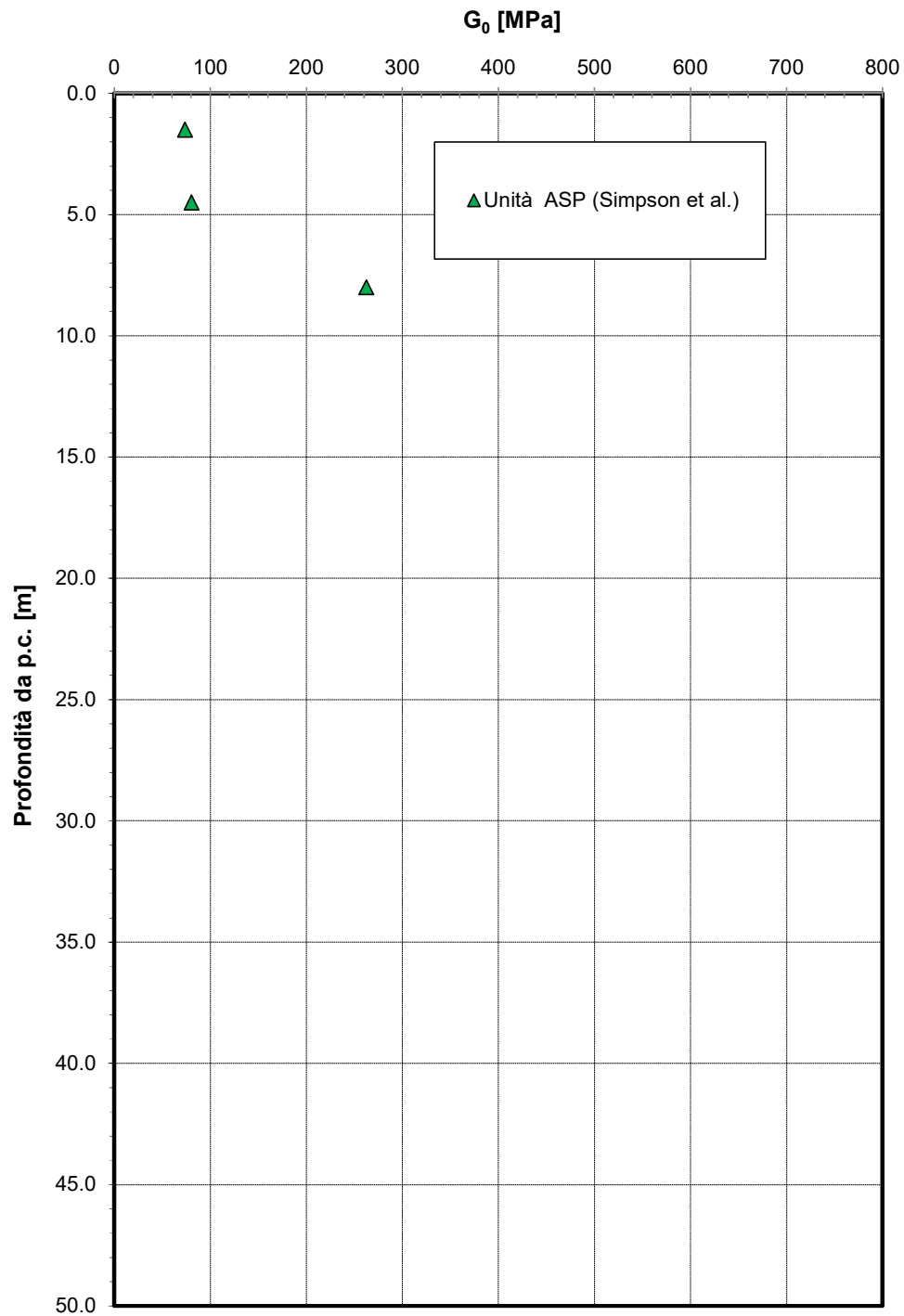


Figura 4 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT

Granulometria unità ASP

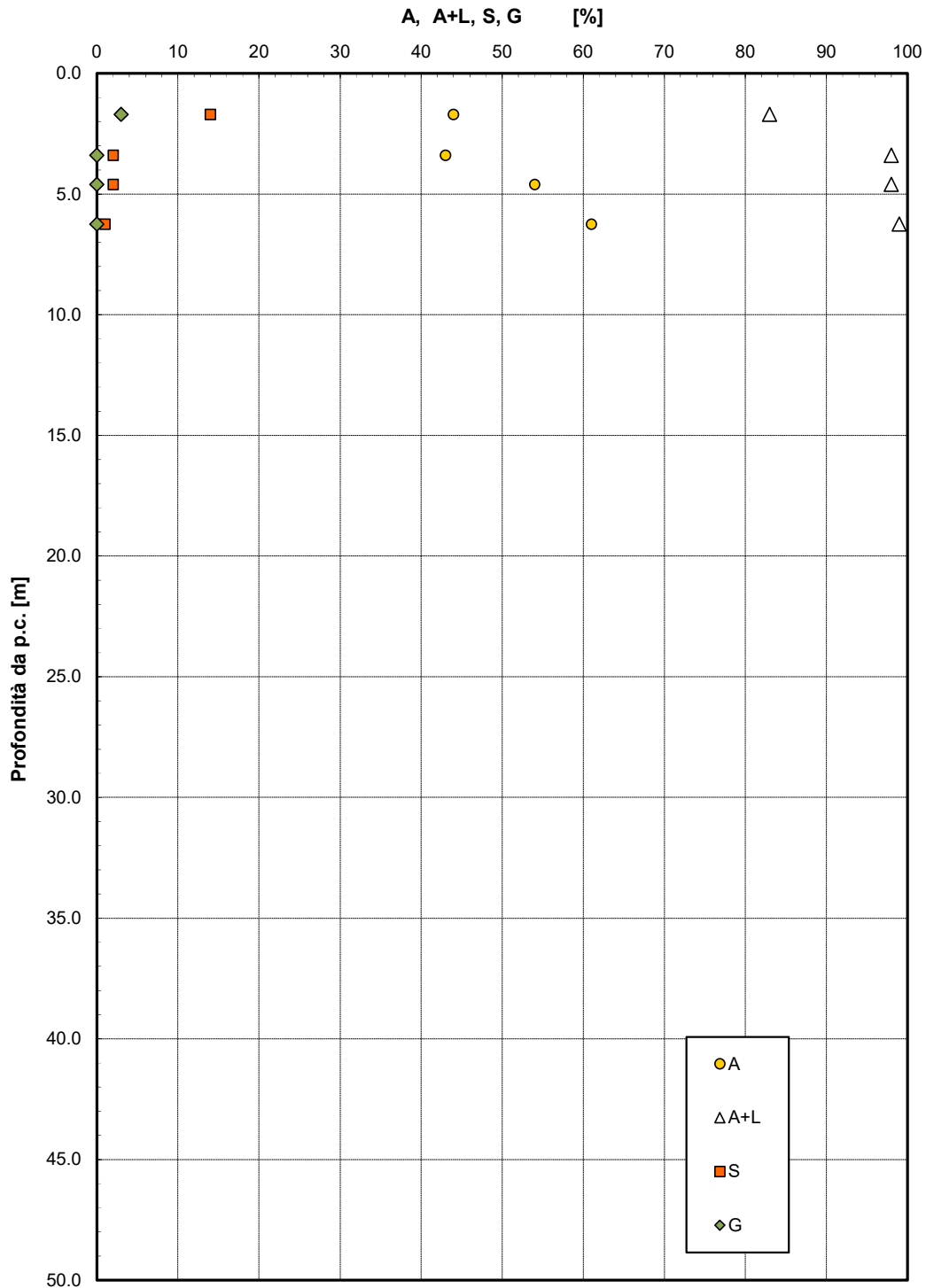


Figura 5 – Granulometria - Unità ASP

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	13 di 47

Peso di volume

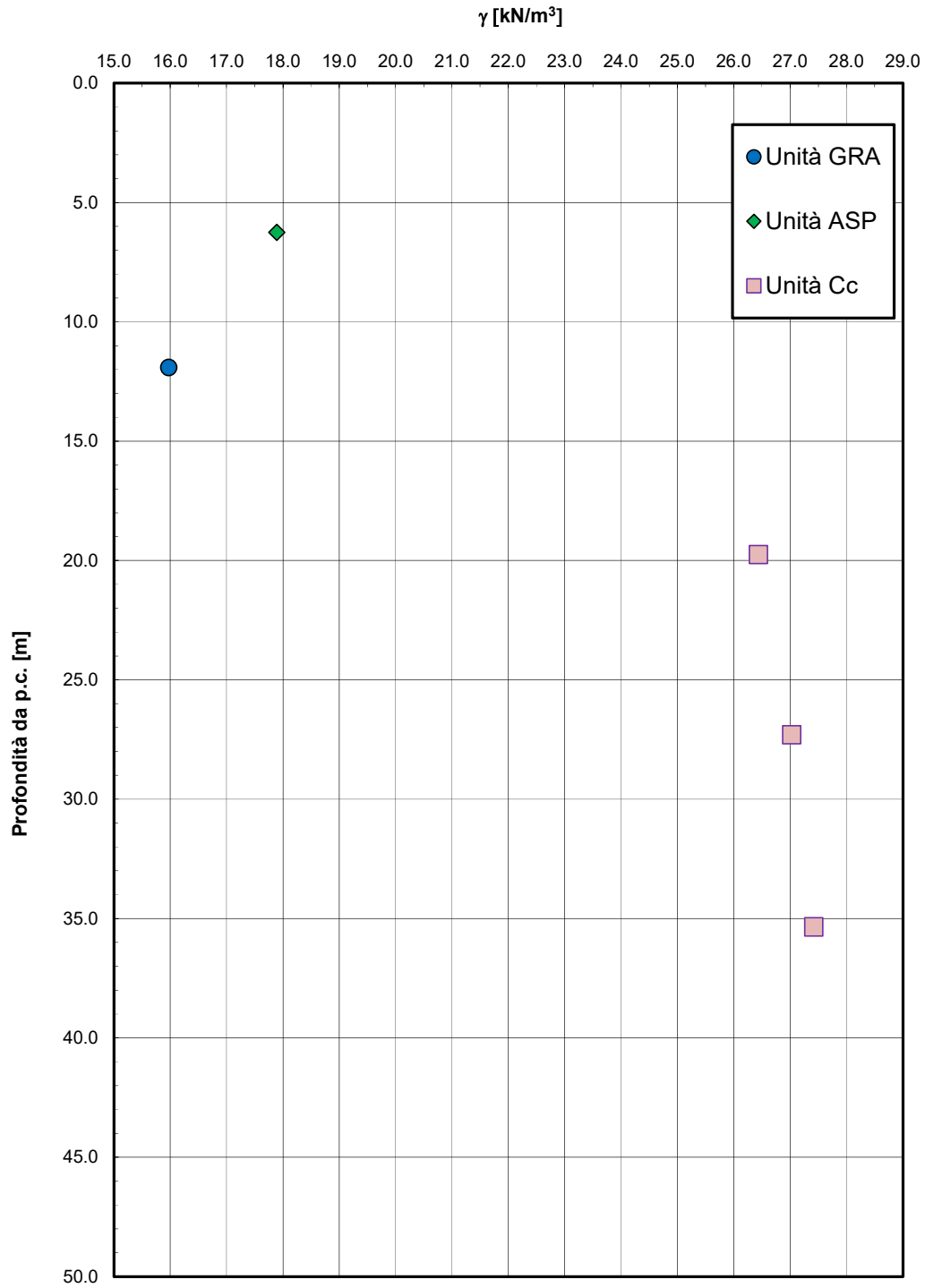


Figura 6 – Peso di volume

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

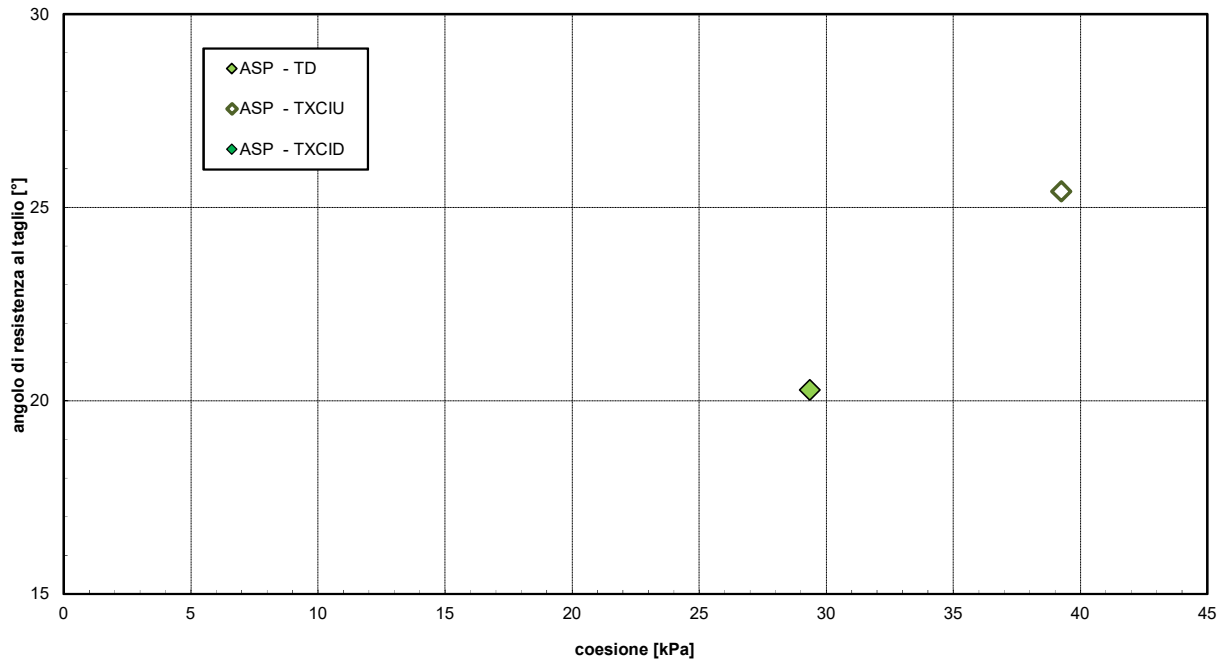


Figura 7 – Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio – Unità ASP

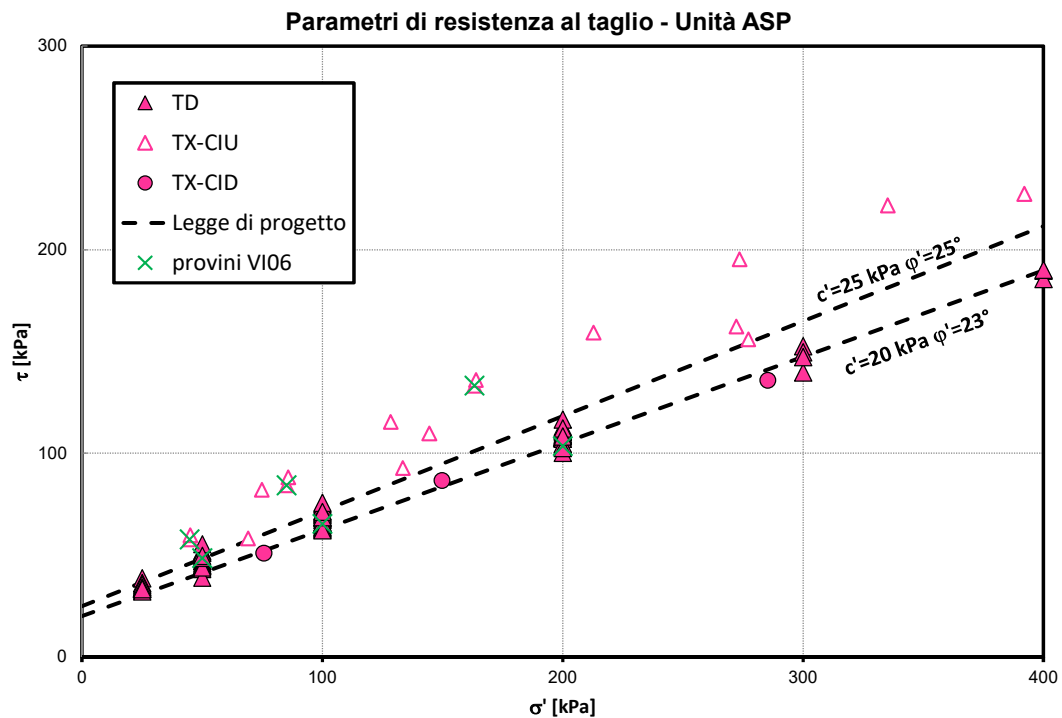


Figura 8 – Parametri di resistenza (tutti i valori dei sondaggi della linea, in verde i soli campioni del viadotto)

Andamento della resistenza al taglio non drenata

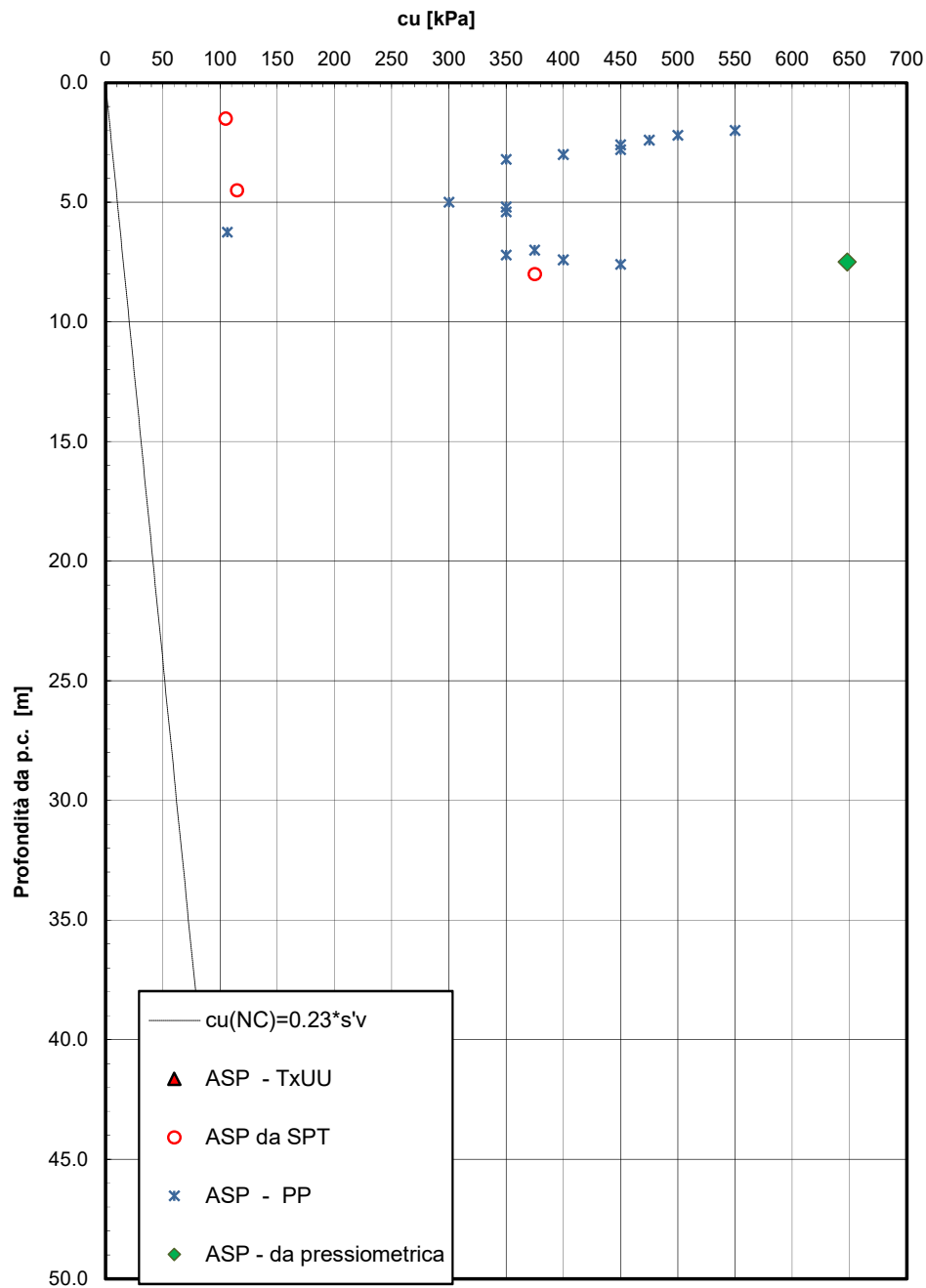


Figura 9 – Resistenza al taglio in condizioni non drenate

Resistenza a compressione monoassiale

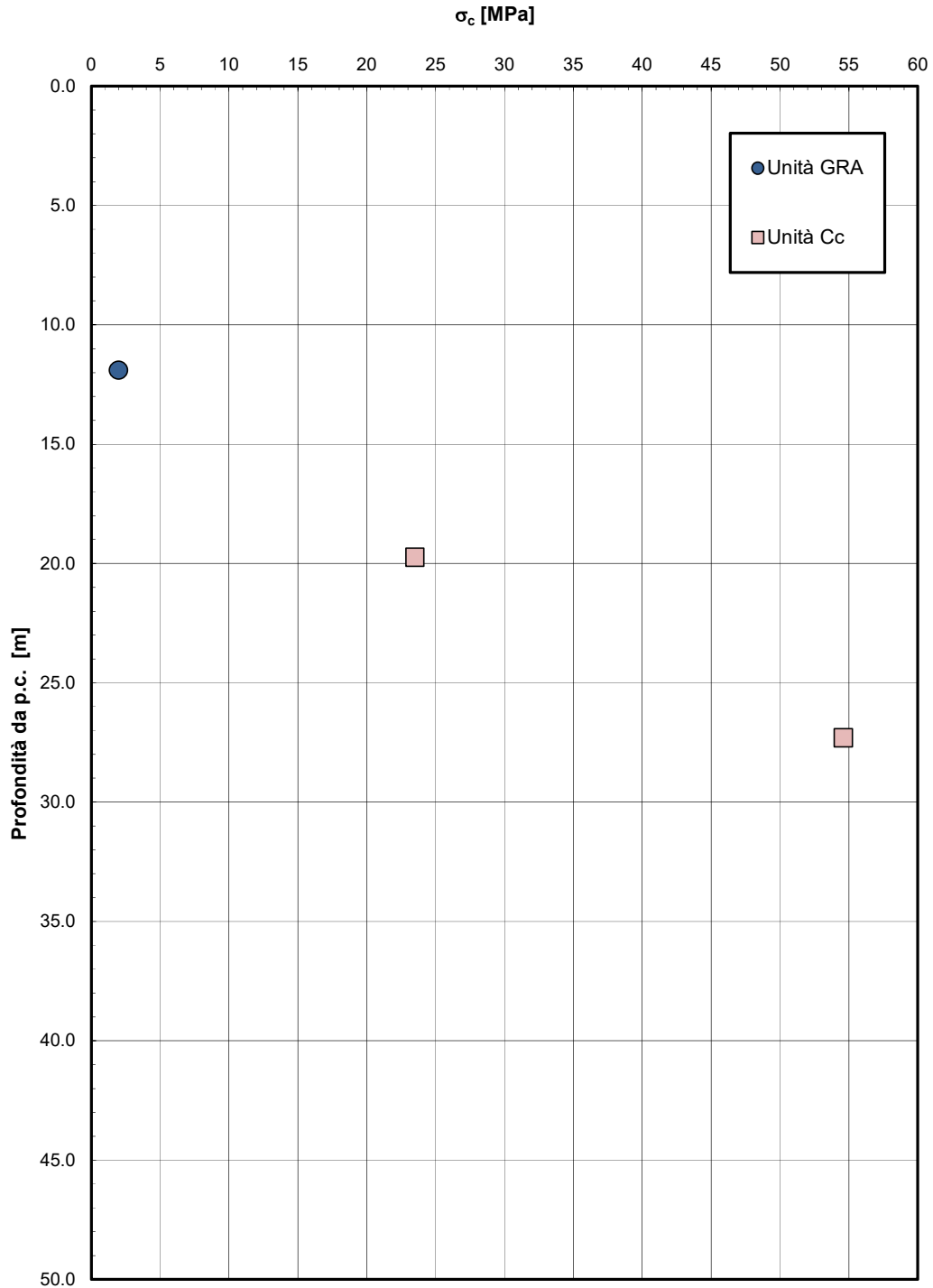


Figura 10 – Resistenza a compressione monoassiale

PROGETTO DEFINITIVO

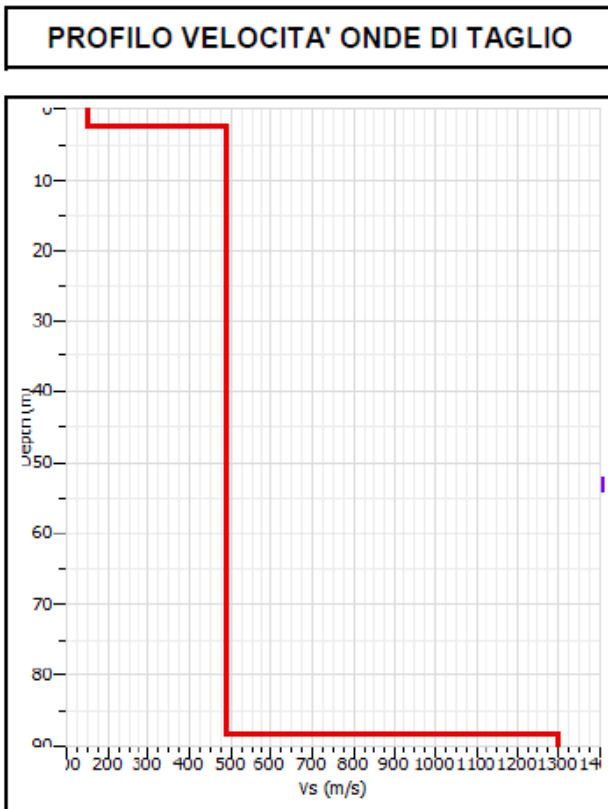
Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	17 di 47

3.4 Categoria di sottosuolo

Dall'indagine sismica MASW8 si definisce una categoria di sottosuolo sismica di tipo B ($V_{s,eq} = 578$ m/s, vedasi tabella seguente).

Tabella 2 – Masw8



CALCOLO VS₃₀

SPESSORE	PROFONDITA'	Vs	SPESSORE/Vs
2.3	0	151	0.015231788
27.7	2.3	484	0.057231405
	30		0.072463193

$V_{S_{eq\ 6}} = 578$

Seismic classification of soils
(It. D.M. 17/01/2018) **B**

4. PALIFICATE DI FONDAZIONE

4.1 Capacità portante dei pali

Nel presente capitolo si riporta il calcolo della capacità portante dei pali dell'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 dal sondaggio eseguito per la spalla B, che individua la presenza delle calcareniti (unità GRA) a partire da 9 m di profondità da p.c..

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

Tabella 3 - VI06 - Spalla B – stratigrafia e parametri di calcolo

Profondità [m]	Unità geotecnica	γ [kN/m ³]	c_u [kPa]	τ [kPa]	q_b [kPa]
da 0.0 a 9.0	ASP	19.0	100 (0.0 < z < 5.0m) 300 (5.0 < z < 9m)	-	$9 \cdot c_u + \sigma_v$
da 9.0 a 20.0	GRA	19.0	-	200	5000

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
 τ = tensione di adesione laterale limite
 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. 1 verticale di indagine, da cui $\xi_3 = 1.70$,
- F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s = 1.96$).
- F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b = 2.3$).

Inoltre si è considerato cautelativamente:

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	19 di 47

- testa palo a 2.0 m di profondità dal p.c.;
- falda a p.c.

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

Tabella 4 – VI06 - Capacità portante palo SPB D=1200 mm - A1+M1+R3

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

STAMPA capacità portante e relativi contributi

Lp m	Ql1 kN	Qb1 kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
.00	0.	1061.	0.	1061.	461.
.50	21.	1072.	3.	1089.	473.
1.00	47.	1082.	7.	1122.	488.
1.50	77.	1093.	10.	1160.	504.
2.00	112.	1104.	14.	1202.	523.
2.50	152.	1115.	17.	1249.	545.
3.00	196.	1125.	20.	1301.	569.
3.50	245.	3172.	24.	3393.	1480.
4.00	299.	3183.	27.	3454.	1509.
4.50	357.	3193.	31.	3520.	1540.
5.00	420.	3204.	34.	3590.	1573.
5.50	488.	3215.	37.	3665.	1609.
6.00	560.	3226.	41.	3745.	1647.
6.50	637.	3236.	44.	3829.	1688.
7.00	755.	3247.	48.	3955.	1749.
7.50	1095.	5655.	51.	6699.	2967.
8.00	1472.	5655.	54.	7073.	3156.
8.50	1849.	5655.	58.	7447.	3345.
9.00	2226.	5655.	61.	7820.	3533.
9.50	2603.	5655.	64.	8194.	3722.
10.00	2980.	5655.	68.	8567.	3911.
10.50	3357.	5655.	71.	8941.	4100.
11.00	3734.	5655.	75.	9315.	4289.
11.50	4111.	5655.	78.	9688.	4478.
12.00	4488.	5655.	81.	10062.	4667.
12.50	4865.	5655.	85.	10435.	4856.
13.00	5242.	5655.	88.	10809.	5045.
13.50	5619.	5655.	92.	11183.	5234.
14.00	5996.	5655.	95.	11556.	5423.
14.50	6373.	5655.	98.	11930.	5612.
15.00	6750.	5655.	102.	12303.	5801.
15.50	7127.	5655.	105.	12677.	5990.
16.00	7504.	5655.	109.	13051.	6179.
16.50	7881.	5655.	112.	13424.	6368.
17.00	8258.	5655.	115.	13798.	6557.
17.50	8635.	5655.	119.	14171.	6746.
18.00	9012.	5655.	122.	14545.	6935.

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 = $Ql1/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

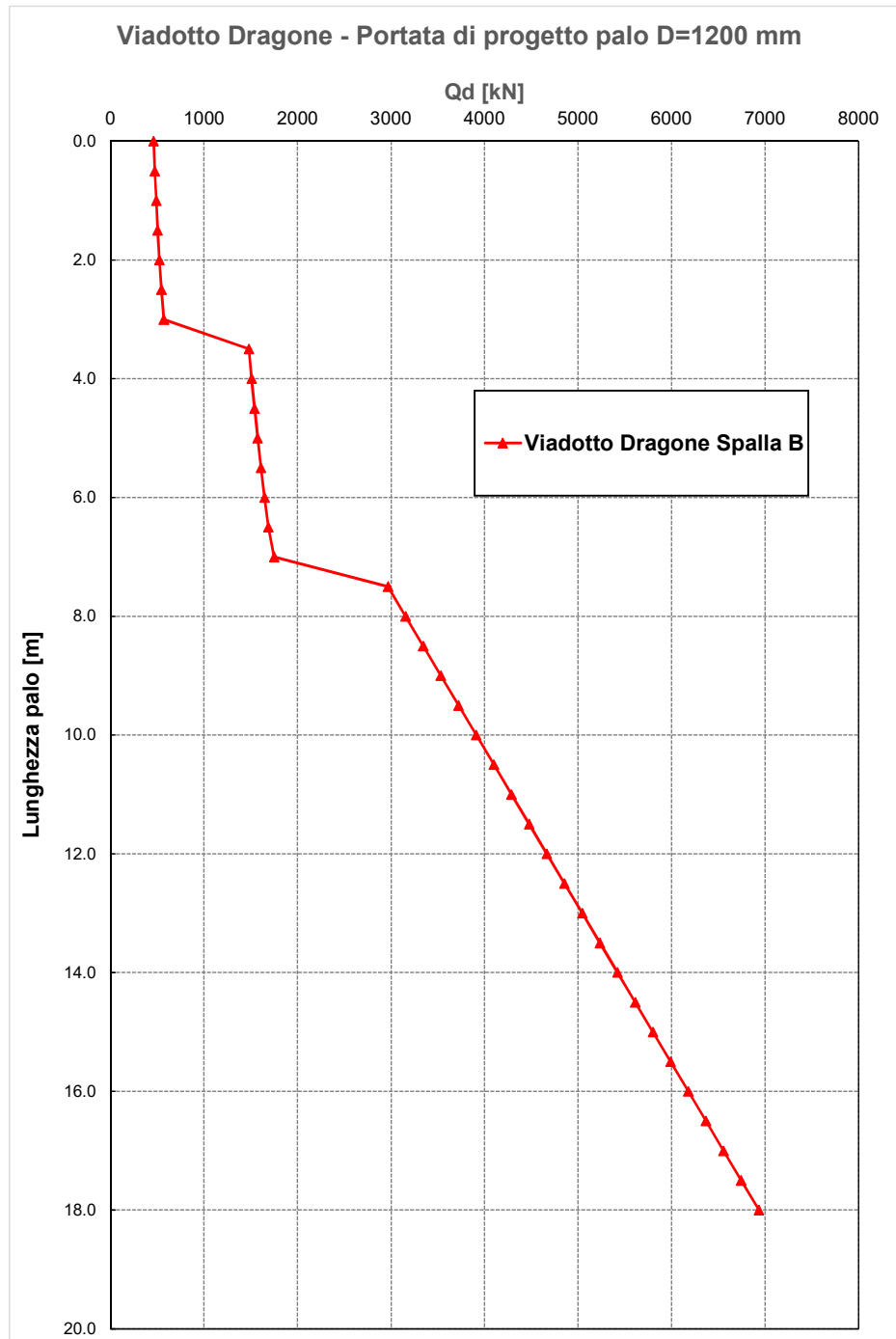


Figura 11 – Capacità portante palo D=1200 mm _ SPB

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	21 di 47

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;

$$E_{MR,max} = 120000 \text{ kN/m}^2.$$

Si riporta di seguito il profilo del modulo di reazione orizzontale palo-terreno, definito da testa palo:

Prof. m	E kN/m ²
.00	35000.0
3.00	35000.0
3.10	105000.0
7.00	105000.0
7.10	120000.0
40.00	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_0 = azione tagliante in testa palo [F];

M_0 = azione flettente, conseguente ad H_0 , 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 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 17.5 m e applicando un taglio a testa palo $H_o=100$ kN.

 Tabella 5 – VI06 - Valori di α_m

VI06	α_m [m]
D=1200mm	-2.2

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 6 – Andamento di taglio e momento lungo il palo D=1200 mm – VI06

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	100.02	-224.20	.527	.000	18.43
.55	90.08	-172.23	.517	.035	18.08
1.09	80.53	-125.60	.489	.062	17.13
1.64	71.59	-84.04	.450	.081	15.75
2.19	63.53	-47.17	.402	.092	14.08
2.73	56.43	-14.44	.350	.098	12.25
3.28	46.97	14.53	.296	.098	31.11
3.83	31.48	35.77	.244	.093	25.60
4.38	18.06	49.35	.195	.086	20.46
5.25	4.19	58.76	.127	.070	13.29
6.13	-4.90	57.91	.073	.053	7.65
7.00	-9.71	51.12	.033	.037	3.52
7.88	-11.64	41.53	.007	.024	.82
8.75	-11.36	31.24	-.009	.014	-1.12
10.21	-8.68	16.22	-.020	.002	-2.42
11.67	-5.16	6.16	-.019	-.003	-2.31
13.13	-2.09	.94	-.014	-.004	-1.65
15.31	.09	-.73	-.004	-.004	-.49
17.50	.00	.00	.005	-.004	.57

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 $FS = \gamma_T \cdot \xi_3 = 1.30 \cdot 1.7 = 2.21$ (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: $H_d = H_{lim} / 2.21$.

Il valore caratteristico della resistenza (H_{max}) è stato valutato con riferimento al seguente momento di plasticizzazione:

- Spalla B (D=1200mm, armatura 28 ϕ 30): M_y pari a 3925.7 kNm

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

Fondazioni	Diametro palo [mm]	L palo [m]	C_u [kPa] (media)	H_{lim} [kN]	H_d [kN]
Spalla B	1200	17.5	250	3265.09	1477.4

5. FONDAZIONI DIRETTE

Nel presente capitolo si riportano le verifiche delle fondazioni dirette esistenti.

Le metodologie di calcolo sono illustrate nel documento [DC1].

L'analisi della fondazione diretta è stata eseguita considerando la quota di imposta a 2.5 m da p.c. con falda a p.c., tensione di confinamento laterale al piano di posa di 22.5 kPa e per il terreno di fondazione sono stati assunti i parametri geotecnici dell'unità geotecnica ASP (argille subappenniniche).

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

$c' = 20 \text{ kPa}$ coesione drenata

$\varphi = 23^\circ$ angolo di resistenza al taglio

Nelle seguenti tabelle si riassumono i risultati dell'analisi da cui si evince che:

- la capacità portante delle fondazioni dirette è soddisfatta per tutte le condizioni di carico, in quanto $FS > 2.3$ (A1+M1+R3);
- le pressioni di contatto in fondazione sono sempre positive per tutte le condizioni di carico, quindi non ci sono parzializzazioni;
- la pressione massima di Meyerhoff è di 247 kPa allo SLU, quindi compatibile con i terreni in fondazione.

I tabulati di calcolo completi sono in Appendice C.

Le azioni sono riportate nella relazione [DC6].

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	24 di 47

Tabella 7 – VI06 fondazione diretta

 LINEA FERRANDINA MATERA
 Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

Verifica Fondazione Superficiale Rettangolare

 Lato parallelo asse X Box = 7.50 m
 Lato parallelo asse Y Boy = 11.00 m

Riassunto fattori di sicurezza per tutte le condizioni di carico

cond.	Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m	FS
1	15287.0	1423.0	14234.0	.0	.0	2.91
2	15287.0	1423.0	.0	1356.0	17234.0	3.46
3	16034.0	-62.0	-388.0	-320.0	-2739.0	4.61
4	15288.0	-219.0	-2157.0	-41.0	-632.0	4.64
5	15520.0	145.0	1516.0	939.0	10948.0	3.99
6	15600.0	958.0	9127.0	187.0	2093.0	3.45
7	15549.0	162.0	1712.0	922.0	11091.0	4.17

- 1: SLU1 rottura fus
- 2: SLU2 rottura fus
- 3: SLU1 post rott fus
- 4: SLU2 post rott fus
- 5: SLU3 post rott fus
- 6: SLU4 post rott fus
- 7: SLU6 post rott fus

Riassunto pressioni di contatto per tutte le condizioni di carico

cond.	pA kPa	pB kPa	pC kPa	pD kPa	pO kPa	pMey kPa
1	323.3	47.3	47.3	323.3	185.3	246.5
2	299.2	299.2	71.4	71.4	185.3	233.1
3	172.5	180.0	216.2	208.7	194.4	201.9
4	160.2	202.0	210.4	168.6	185.3	194.0
5	275.2	245.8	101.0	130.4	188.1	221.6
6	291.4	114.4	86.7	263.8	189.1	229.6
7	278.4	245.2	98.5	131.7	188.5	223.1

- 1: SLU1 rottura fus
- 2: SLU2 rottura fus
- 3: SLU1 post rott fus
- 4: SLU2 post rott fus
- 5: SLU3 post rott fus
- 6: SLU4 post rott fus
- 7: SLU6 post rott fus

 Per $M_x > 0$ ed $M_y > 0$ si ha:

- A - vertice quadrante X+ Y+
- B - vertice quadrante X- Y+
- C - vertice quadrante X- Y-
- D - vertice quadrante X+ Y-
- O - centro dell'impronta

$$p_{Mey} = F_z / A_{ef}$$

6. 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 $U_c > 3.5$.

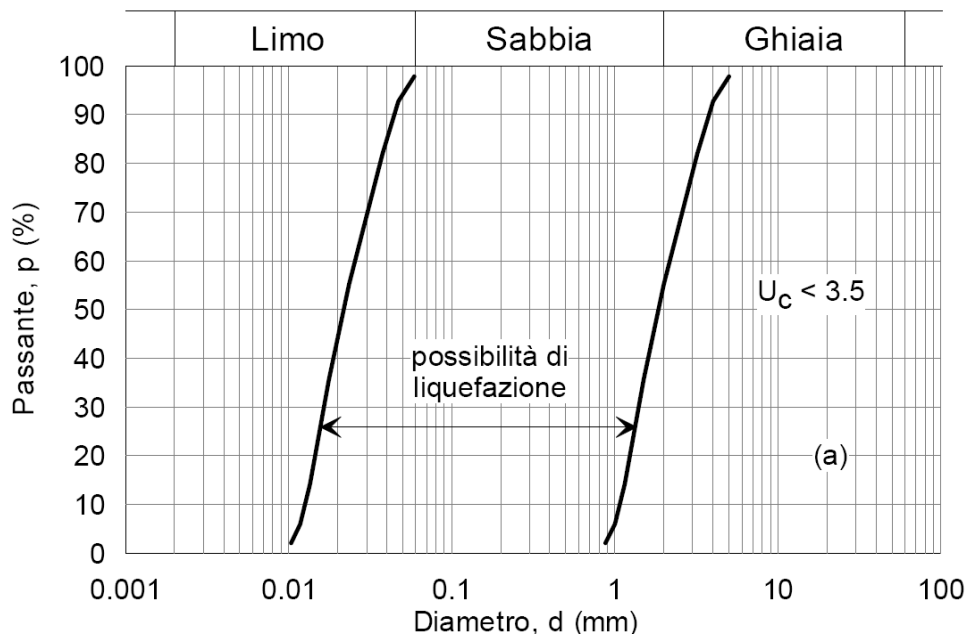


Figura 12. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c < 3.5$

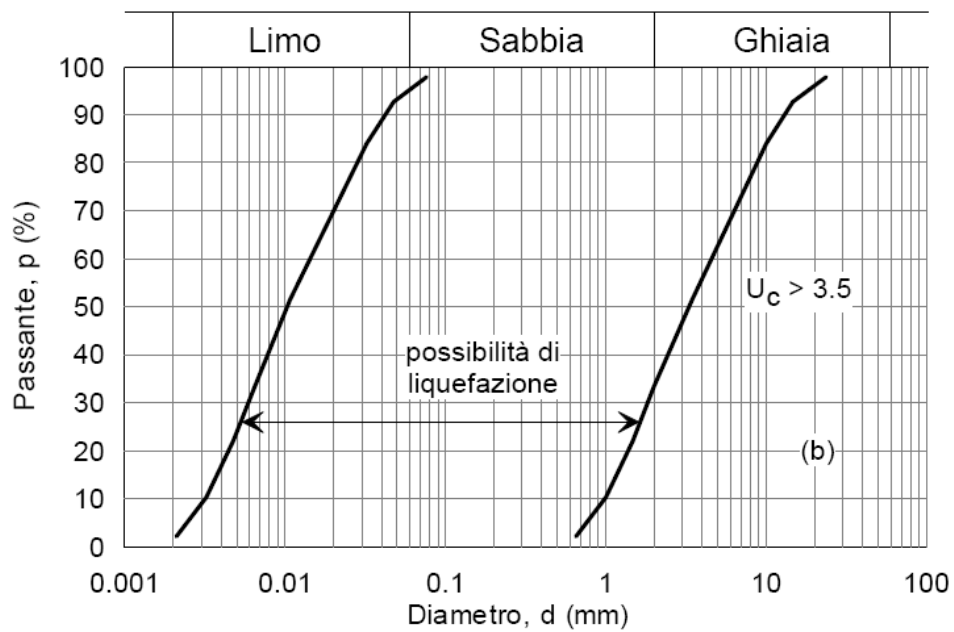


Figura 13. Fusi granulometrici di terreni suscettibili alla liquefazione per $U_c > 3.5$

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 consistente ed a seguire substrato roccioso.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	27 di 47

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

7.1 Spalla B - Palo D=1200 mm

*** 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 DRAGONE PORTANZA PALO D=1200- A1+M1+R3

Quota testa palo da p.c. = 2.00 m
Quota falda da p.c. = .00 m
Peso di volume del palo = 6.00 kN/m³
Fattore di sicurezza portata laterale = 1.96 (FS,l)
Fattore di sicurezza portata di base = 2.30 (FS,b)

Elemento cilindrico, Diametro fusto = 1200. mm

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	28 di 47

pag./ 3

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO DRAGONE 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

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$T_{\text{au}} > .23 \cdot S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 \cdot S'v$$

$$Q_b = 9.0 \cdot C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 100.0 \text{ a } 100.0 \text{ kPa}$$

Strato 2 "ASP " (Coesivo) da 5.00 a 9.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} = \alpha \cdot C_u < 120.0 \text{ kPa} \quad \text{Criterio } \alpha(C_u) \text{ nel seguito}$$

$$T_{\text{au}} > .23 \cdot S'v$$

$$T_{\text{au}} < .55 \cdot S'v$$

$$Q_b = 9.0 \cdot C_u + S_v$$

$$C_u \text{ variabile lin. da } 300.0 \text{ a } 300.0 \text{ kPa}$$

Strato 3 "GRA " (Incoerente) da 9.00 a 20.00 m

$$G_n = 19.0 \text{ kN/m}^3 \quad G_e = 9.0 \text{ kN/m}^3$$

$$T_{\text{au}} \text{ variabile lin. da } 200.0 \text{ a } 200.0 \text{ kPa}$$

$$Q_b \text{ variabile lin. da } 5000. \text{ a } 5000. \text{ kPa}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	29 di 47

pag./ 4

LINEA FS FERRANDINA MATERA
VIADOTTO DRAGONE 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 "GRA "	1.00	1.00	-

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

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

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

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	30 di 47

pag./ 5

 LINEA FS FERRANDINA MATERA
 VIADOTTO DRAGONE 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
2.00	18.0	38.0	100.0	.55	9.9	938.
2.50	22.5	47.5	100.0	.55	12.4	948.
3.00	27.0	57.0	100.0	.55	14.9	957.
3.50	31.5	66.5	100.0	.55	17.3	967.
4.00	36.0	76.0	100.0	.55	19.8	976.
4.50	40.5	85.5	100.0	.55	22.3	986.
5.00	45.0	95.0	100.0	.55	24.8	995.
5.50	49.5	104.5	300.0	.55	27.2	2805.
6.00	54.0	114.0	300.0	.55	29.7	2814.
6.50	58.5	123.5	300.0	.55	32.2	2824.
7.00	63.0	133.0	300.0	.55	34.7	2833.
7.50	67.5	142.5	300.0	.55	37.1	2843.
8.00	72.0	152.0	300.0	.55	39.6	2852.
8.50	76.5	161.5	300.0	.55	42.1	2862.
9.00	81.0	171.0	300.0	1.51	122.3	2871.
9.50	85.5	180.5	--	2.34	200.0	5000.
10.00	90.0	190.0	--	2.22	200.0	5000.
10.50	94.5	199.5	--	2.12	200.0	5000.
11.00	99.0	209.0	--	2.02	200.0	5000.
11.50	103.5	218.5	--	1.93	200.0	5000.
12.00	108.0	228.0	--	1.85	200.0	5000.
12.50	112.5	237.5	--	1.78	200.0	5000.
13.00	117.0	247.0	--	1.71	200.0	5000.
13.50	121.5	256.5	--	1.65	200.0	5000.
14.00	126.0	266.0	--	1.59	200.0	5000.
14.50	130.5	275.5	--	1.53	200.0	5000.
15.00	135.0	285.0	--	1.48	200.0	5000.
15.50	139.5	294.5	--	1.43	200.0	5000.
16.00	144.0	304.0	--	1.39	200.0	5000.
16.50	148.5	313.5	--	1.35	200.0	5000.
17.00	153.0	323.0	--	1.31	200.0	5000.
17.50	157.5	332.5	--	1.27	200.0	5000.
18.00	162.0	342.0	--	1.23	200.0	5000.
18.50	166.5	351.5	--	1.20	200.0	5000.
19.00	171.0	361.0	--	1.17	200.0	5000.
19.50	175.5	370.5	--	1.14	200.0	5000.
20.00	180.0	380.0	--	1.11	200.0	5000.

 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

PROGETTO DEFINITIVO

 Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
 VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	31 di 47

pag./ 7

 LINEA FS FERRANDINA MATERA
 VIADOTTO DRAGONE 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
.00	0.	1061.	0.	1061.	461.
.50	21.	1072.	3.	1089.	473.
1.00	47.	1082.	7.	1122.	488.
1.50	77.	1093.	10.	1160.	504.
2.00	112.	1104.	14.	1202.	523.
2.50	152.	1115.	17.	1249.	545.
3.00	196.	1125.	20.	1301.	569.
3.50	245.	3172.	24.	3393.	1480.
4.00	299.	3183.	27.	3454.	1509.
4.50	357.	3193.	31.	3520.	1540.
5.00	420.	3204.	34.	3590.	1573.
5.50	488.	3215.	37.	3665.	1609.
6.00	560.	3226.	41.	3745.	1647.
6.50	637.	3236.	44.	3829.	1688.
7.00	755.	3247.	48.	3955.	1749.
7.50	1095.	5655.	51.	6699.	2967.
8.00	1472.	5655.	54.	7073.	3156.
8.50	1849.	5655.	58.	7447.	3345.
9.00	2226.	5655.	61.	7820.	3533.
9.50	2603.	5655.	64.	8194.	3722.
10.00	2980.	5655.	68.	8567.	3911.
10.50	3357.	5655.	71.	8941.	4100.
11.00	3734.	5655.	75.	9315.	4289.
11.50	4111.	5655.	78.	9688.	4478.
12.00	4488.	5655.	81.	10062.	4667.
12.50	4865.	5655.	85.	10435.	4856.
13.00	5242.	5655.	88.	10809.	5045.
13.50	5619.	5655.	92.	11183.	5234.
14.00	5996.	5655.	95.	11556.	5423.
14.50	6373.	5655.	98.	11930.	5612.
15.00	6750.	5655.	102.	12303.	5801.
15.50	7127.	5655.	105.	12677.	5990.
16.00	7504.	5655.	109.	13051.	6179.
16.50	7881.	5655.	112.	13424.	6368.
17.00	8258.	5655.	115.	13798.	6557.
17.50	8635.	5655.	119.	14171.	6746.
18.00	9012.	5655.	122.	14545.	6935.

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 = $Q11/FS,1 + Qb1/FS,b - Wp$

8. APPENDICE B: PARAMETRO α_M E ANDAMENTO DEL MOMENTO LUNGO IL PALO. TABULATI DI CALCOLO LPAL

8.1 D=1200 mm

 LINEA FERRANDINA MATERA
 VI DRAGONE D1200

Lunghezza palo	Lp =	17.50 m
Diametro palo	D =	1.20 m
Modulo elastico palo	Ep =	30000000. kPa
Rigidezza flessionale palo	EJ =	3053629. kN*m ²

Definizione del modulo di reazione del terreno E

Prof. m	E kN/m ²
.00	35000.0
3.00	35000.0
3.10	105000.0
7.00	105000.0
7.10	120000.0
40.00	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	100.02	-224.20	.527	.000	18.43
.55	90.08	-172.23	.517	.035	18.08
1.09	80.53	-125.60	.489	.062	17.13
1.64	71.59	-84.04	.450	.081	15.75
2.19	63.53	-47.17	.402	.092	14.08
2.73	56.43	-14.44	.350	.098	12.25
3.28	46.97	14.53	.296	.098	31.11
3.83	31.48	35.77	.244	.093	25.60
4.38	18.06	49.35	.195	.086	20.46
5.25	4.19	58.76	.127	.070	13.29
6.13	-4.90	57.91	.073	.053	7.65
7.00	-9.71	51.12	.033	.037	3.52
7.88	-11.64	41.53	.007	.024	.82
8.75	-11.36	31.24	-.009	.014	-1.12
10.21	-8.68	16.22	-.020	.002	-2.42
11.67	-5.16	6.16	-.019	-.003	-2.31
13.13	-2.09	.94	-.014	-.004	-1.65
15.31	.09	-.73	-.004	-.004	-.49
17.50	.00	.00	.005	-.004	.57

9. APPENDICE C: CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI DIRETTE. TABULATI DI CALCOLO FOND

9.1 Pila P3 – Analisi A1+M1+R3

pag. 1

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

Verifica Capacita' Portante Fondazione Superficiale Rettangolare

Lato parallelo asse X	Box =	7.50	m
Profondita' piano di posa	Dfx =	2.50	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwx =	.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qox =	22.50	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Betx =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfx =	.00	gradi

Lato parallelo asse Y	Boy =	11.00	m
Profondita' piano di posa	Dfy =	2.50	m
Profondita' falda (dal p.c.)	Dwy =	.00	m
Pressione efficace laterale di confinamento	qoy =	22.50	kPa
Angolo di inclinazione del p.c.	Bety =	.00	gradi
Angolo di inclinazione del piano di posa	Alfy =	.00	gradi

Caratteristiche del terreno

Peso di volume naturale	Gn =	19.00	kN/mc
Peso di volume efficace	Gef =	9.00	kN/mc
Angolo di resistenza al taglio	Fi =	23.00	gradi
Coesione	C =	20.00	kPa
Coesione di adesione	Ca =	.00	kPa

Formula Generale per la Pressione Limite in Condizioni Drenate
Metodo di Hansen

$$q_{lim} = 0.5 G_{eq} B N_g S_g D_g I_g G_g B_g + C N_c S_c D_c I_c G_c B_c +$$

$$+ q_0 N_q S_q D_q I_q G_q B_q$$

Parameters for settlements evaluation

Vertical:	Ev =	40000. kPa	v =	.30	Def =	.00 m
Horizontal:	Eh =	40000. kPa	v =	.30	Def =	.00 m
Rotation:	Er =	40000. kPa	v =	.30	Def =	.00 m

E = elastic modulus
v = Poisson coeff.
Def = depth inside elastic half-space

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	34 di 47

pag. 2

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 1
SLU1 rottura fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15287.0	1423.0	14234.0	.0	.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15287.	1423.	14234.	0.	0.

Dimensioni efficaci

Bx = 5.64 m

By = 11.00 m

Area efficace

Aef = 62.02 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	35 di 47

pag. 3

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 1
SLU1 rottura fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
32.362	3.648	2.236	.000	.000

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx C qo	25.370	20.000	22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.795	1.246	1.200
D	1.000	1.133	1.105
I	.790	.826	.846
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	77.715	421.188	218.763

Pressione limite $q_{lim} = 717.67$ kPa
Carico limite $Fz_{lim} = 44506.37$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 2.91$
 $FS = Fz_{lim} / Fz$

$q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	36 di 47

pag. 4

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 2
SLU2 rottura fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15287.0	1423.0	.0	1356.0	17234.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15287.	1423.	0.	1356.	17234.

Dimensioni efficaci

Bx = 7.50 m

By = 8.75 m

Area efficace

Aef = 65.59 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	37 di 47

pag. 5

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 2
SLU2 rottura fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
32.362	3.648	.000	3.593	1.545

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx C qo	33.750	20.000	22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.657	1.412	1.335
D	1.000	1.133	1.105
I	.790	.826	.846
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	85.435	477.168	243.338

Pressione limite $q_{lim} = 805.94$ kPa
Carico limite $Fz_{lim} = 52861.33$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 3.46$
 $FS = Fz_{lim} / Fz$

$q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	38 di 47

pag. 6

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 3
SLU1 post rott fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	16034.0	-62.0	-388.0	-320.0	-2739.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
16034.	-62.	-388.	-320.	-2739.

Dimensioni efficaci

Bx = 7.45 m

By = 10.66 m

Area efficace

Aef = 79.42 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	39 di 47

pag. 7

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 3
SLU1 post rott fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
33.943	-.159	-.061	-.848	-.246

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	33.532		
C		20.000	
qo			22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.720	1.336	1.273
D	1.000	1.133	1.105
I	.991	.992	.993
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	116.715	542.191	272.327

Pressione limite $q_{lim} = 931.23$ kPa
Carico limite $Fz_{lim} = 73960.24$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 4.61$
 $FS = Fz_{lim} / Fz$

$q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	40 di 47

pag. 8

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 4
SLU2 post rott fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15288.0	-219.0	-2157.0	-41.0	-632.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15288.	-219.	-2157.	-41.	-632.

Dimensioni efficaci

Bx = 7.22 m

By = 10.92 m

Area efficace

Aef = 78.80 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	41 di 47

pag. 9

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 4
SLU2 post rott fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
32.364	-0.561	-0.339	-0.109	-0.057

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx	32.480		
C		20.000	
qo			22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.736	1.317	1.258
D	1.000	1.133	1.105
I	.965	.972	.975
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	112.500	523.765	264.248

Pressione limite qlim = 900.51 kPa
Carico limite Fzlim = 70959.69 kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza FS = 4.64
FS = Fzlim / Fz

qo = qox * cos(Betx); se Betx > 0.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	42 di 47

pag. 10

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 5
SLU3 post rott fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15520.0	145.0	1516.0	939.0	10948.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15520.	145.	1516.	939.	10948.

Dimensioni efficaci

Bx = 7.30 m
By = 9.59 m

Area efficace

Aef = 70.05 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc
Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	43 di 47

pag. 11

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 5
SLU3 post rott fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
32.855	.372	.238	2.488	.982

	g (y)	c (y)	q (y)
0.5 Geq By	43.151		
C		20.000	
qo			22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.600	1.480	1.391
D	1.000	1.091	1.072
I	.859	.885	.898
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	108.545	515.606	260.829

Pressione limite qlim = 884.98 kPa
Carico limite Fzlim = 61988.88 kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza FS = 3.99
FS = Fzlim / Fz

qo = qoy * cos(Bety); se Bety > 0.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	44 di 47

pag. 12

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 6
SLU4 post rott fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15600.0	958.0	9127.0	187.0	2093.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15600.	958.	9127.	187.	2093.

Dimensioni efficaci

Bx = 6.33 m

Area efficace

By = 10.73 m

Peso di volume equivalente del terreno

Aef = 67.93 m²

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	45 di 47

pag. 13

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 6
SLU4 post rott fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
33.024	2.456	1.434	.495	.188

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx C qo	28.484	20.000	22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.764	1.283	1.230
D	1.000	1.133	1.105
I	.857	.883	.897
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	91.032	463.540	237.580

Pressione limite qlim = 792.15 kPa
Carico limite Fzlim = 53810.93 kN (qlim * Aef)

Fattore di sicurezza FS = 3.45
FS = Fzlim / Fz

qo = qox * cos(Betx); se Betx > 0.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	46 di 47

pag. 14

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 7
SLU6 post rott fus

Coordinate Centri di Carico (c.c.)

c.c.	Xc m	Yc m	Zc m
1	.000	.000	.000

Componenti di Azioni riferite ai Centri di Carico

c.c.	Fzc kN	Fxc kN	Mxc kN*m	Fyc kN	Myc kN*m
1	15549.0	162.0	1712.0	922.0	11091.0

Componenti delle Azioni risultanti sul piano di posa della fondazione

Fz kN	Fx kN	Mx kN*m	Fy kN	My kN*m
15549.	162.	1712.	922.	11091.

Dimensioni efficaci

Bx = 7.28 m

By = 9.57 m

Area efficace

Aef = 69.69 m²

Peso di volume equivalente del terreno

Geqx = 9.00 kN/mc

Geqy = 9.00 kN/mc

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
VI06

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENT	REV.	FOGLIO
IA5F	03	D09 GE	VI 0600001	A	47 di 47

pag. 15

LINEA FERRANDINA MATERA
Viadotto DRAGONE P3-Analisi SLU

CONDIZIONE DI CARICO 7
SLU6 post rott fus

Componenti di Spostamento del Plinto (asse Z verticale)

dz mm	dx mm	rx mRad	dy mm	ry mRad
32.916	.415	.269	2.443	.995

	g (x)	c (x)	q (x)
0.5 Geq Bx C qo	32.759	20.000	22.500
N	4.878	18.049	8.661
S	.696	1.365	1.297
D	1.000	1.133	1.105
I	.975	.980	.982
G	1.000	1.000	1.000
B	1.000	1.000	1.000
	-----	-----	-----
	108.381	546.958	274.274

Pressione limite $q_{lim} = 929.61$ kPa
Carico limite $Fz_{lim} = 64787.03$ kN ($q_{lim} * A_{ef}$)

Fattore di sicurezza $FS = 4.17$
 $FS = Fz_{lim} / Fz$

$q_o = q_{ox} * \cos(\text{Betx});$ se $\text{Betx} > 0.$