



COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

CASTELLO CARRARESI INTERVENTO DI RESTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE STRALCI

PROGETTO ESECUTIVO

IMPORTO COMPLESSIVO: Euro 5.400.00,00

Progetto: LLPP_EDP_2018/137

Nome File: APPR_32

Luglio 2018

ELABORATO:

RELAZIONE GEOTECNICA

Scala

Fase progetto

Codice elaborato

P

E

ST

RG

Progettisti e Collaboratori

Progettista e Coordinatore alla Prog.: Arch. Domenico Lo Bosco

Collaboratori alla Progettazione:

Arch. Giacomo Peruzzi

Arch. Luisa Tonietto

Arch. Arianna Garbin

Progettazione specialistica:

Per.Ind. Enrico Boscaro

Per. Ind. Fabio Cappellato

SM Ingegneria S.r.l. Prof. Ing. Claudio Modena

Capo Settore

Arch, Luigino Gennaro

RUP

Arch. Stefano Benvegnù

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato: APPR_32_ST_RG
		File: APPR_32_ST_RG.doc
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 del Luglio 2018
		Pagina 1 di 12

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO.....	3
2.1	METODO DI CALCOLO.....	3
3	PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO.....	4
4	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	5
4.1	CAPACITÀ PORTANTE DEI MICROPALI.....	5
4.1.1	Verifica palo "A" - L = 15,0 m.....	7
4.1.2	Verifica palo "B" - L = 11,0 m.....	8
4.1.3	Verifica palo "C" - L = 8,0 m.....	9
4.1.4	Verifica palo ascensore.....	10
4.2	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	11
4.2.1	Portata platea vasca antincendio.....	12

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG		
		File:	APPR_32_ST_RG.doc		
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del	Luglio 2018
		Pagina	2	di	12

1 INTRODUZIONE

.La presente relazione ha come oggetto gli aspetti geotecnici inerenti il progetto di riqualificazione dell'ala sud del Castello Carrarese a Padova. Per lo svolgimento dell'incarico è stata redatta dal Dott. Geol. Sergio Drago la "Relazione geologica e di caratterizzazione geotecnica" in data aprile 2018.

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG		
		File:	APPR_32_ST_RG.doc		
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del	Luglio 2018
		Pagina	3	di	12

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Si è fatto riferimento in generale per quanto possibile alla normativa italiana ed alle norme ed istruzioni elencate nel seguito:

- D.M. 17/01/2018, “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 02 febbraio 2009, Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- Eurocodice UNI EN 1990:2006 “Criteri generali di progettazione strutturale”
- Eurocodice n. 1 UNI EN 1991-1-1:2004 “Azioni sulle strutture”. Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
- Eurocodice n. 3 UNI EN 1993-1-1:2005 “Progettazione delle strutture in acciaio”. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Eurocodice n. 6 UNI EN 1996-1-1:2006 “Progettazione delle strutture in muratura”. Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- Eurocodice n. 7 UNI EN 1997-1:2005 “Progettazione geotecnica”. Parte 1: Regole generali.
- Eurocodice n. 8 UNI EN 1998-1:2005 “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- Eurocodice n. 8 UNI EN 1998-3:2005 "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica". Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.

2.1 METODO DI CALCOLO

Le analisi e le verifiche strutturali sono state eseguite seguendo le istruzioni previste nelle NTC 2018 e nella circolare applicativa n. 617 del 2 febbraio 2009. La valutazione del rischio sismico ha seguito inoltre le indicazioni riportate nelle Linee Guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale. La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata eseguita considerando le disposizioni di carico più gravose ed avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale.

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche.

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG	
		File:	APPR_32_ST_RG.doc	
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del Luglio 2018
		Pagina	4	di 12

3 PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO

Si fornisce di seguito una schematizzazione delle caratteristiche dei terreni, attraverso i principali parametri geotecnici caratteristici estrapolati dalla relazione geologica. Tale determinazione è stata eseguita applicando il metodo della discretizzazione degli strati di terreno, suddividendo cioè la sequenza stratigrafica in strati omogenei con caratteristiche assimilabili e attribuendo gli specifici parametri a seguito di una stima ragionata e cautelativa sulla base delle principali correlazioni presenti in bibliografia.

- **RIPORTO** – da p.c. a 3.80 m da p.c.

Limo sabbioso argilloso frammisto a materiale di riporto grossolano di varia natura e pezzatura

- **STRATO 1** – Argille e limi argillosi con poca sabbia – da 3.80 a 6.30 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	coesivo
Ang. di attrito φ' (°)	27
Cu (Kg/cm ²)	0.4-0.5
C'	0.28
Modulo M (Kg/cm ²)	30-40
Modulo E (Kg/cm ²)	-

- **STRATO 2** – Limo sabbioso debolmente argilloso – da 6.30 a 8.10 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	granulare
Ang. di attrito φ' (°)	31
Cu (Kg/cm ²)	-
Modulo M (Kg/cm ²)	-
Modulo E (Kg/cm ²)	180

- **STRATO 3** Argilla – da 8.10 a 9.4 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	coesivo
Ang. di attrito φ' (°)	-
Cu (Kg/cm ²)	0.6
Modulo M (Kg/cm ²)	45
Modulo E (Kg/cm ²)	-

- **STRATO 4** – Sabbia fine limosa – da 9.4 a 11.6 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	granulare
Ang. di attrito φ' (°)	31
Cu (Kg/cm ²)	-
Modulo M (Kg/cm ²)	-
Modulo E (Kg/cm ²)	200

- **STRATO 5** Argilla – da 11.6 a 14.2 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	coesivo
Ang. di attrito φ' (°)	-
Cu (Kg/cm ²)	0.5
Modulo M (Kg/cm ²)	40
Modulo E (Kg/cm ²)	-

- **STRATO 6** – Sabbia fine - media – da 14.2 a 15.0 metri da p.c.

Parametri geotecnici

Comportamento prevalente	granulare
Ang. di attrito φ' (°)	33
Cu (Kg/cm ²)	-
Modulo M (Kg/cm ²)	-
Modulo E (Kg/cm ²)	250

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG	
		File:	APPR_32_ST_RG.doc	
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del Luglio 2018
		Pagina	5	di 12

4 VERIFICHE GEOTECNICHE

4.1 CAPACITÀ PORTANTE DEI MICROPALI

Le resistenze limite per attrito laterale $Q_{L,limite}$ e di punta $Q_{L,punta}$ (indicate nel D.M 17/01/2018 come “resistenze calcolate” R_{cal}) sono state determinate con il seguente consolidato metodo di Bustamante Doix (1985) :

$$Q_{L,lim} = \tau \cdot A_{lat}$$

dove:

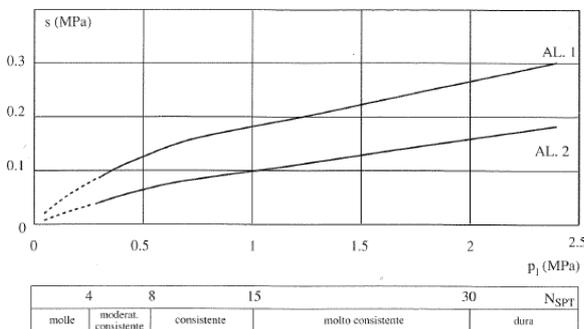
- $A_{lat} = \pi \alpha D_{perf} L_{bulbo}$ è la superficie laterale del bulbo del tirante in corrispondenza di ogni strato;
- τ è la resistenza laterale all’interfaccia tra tratto iniettato e terreno e dipende sia dalla natura del terreno, sia dalla tecnologia costruttiva del tirante. Vengono forniti degli abachi per il calcolo di τ .
- α : il metodo prevede che al diametro di perforazione si applichi un coefficiente maggiorativo in funzione del tipo di iniezione; nel caso specifico, l’iniezione a gravità non produce uno sbulbo significativo, perciò a favore di sicurezza si considera il valore di $\alpha=1$

$$Q_{B,lim} = 0.15 \cdot Q_{L,lim}$$

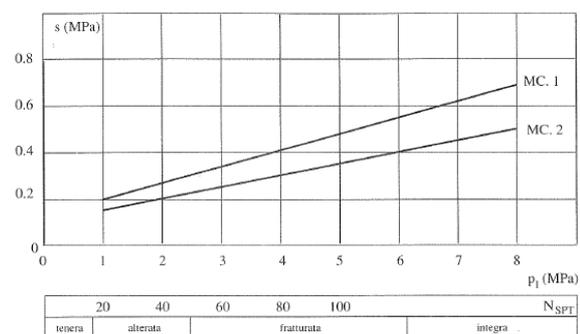
A favore di sicurezza, vista a tipologia di terreno in oggetto, si trascura le resistenza di punta.

Il Metodo analitico di Bustamante Doix (1985) per il calcolo della capacità portante per forze assiali applicate ai micropali, risulta tuttora uno dei più validi tra quelli proposti in letteratura. Gli autori hanno elaborato dei grafici (sulla scorta dell’analisi dei risultati sperimentali di una notevole mole di prove di carico) che forniscono il valore della resistenza al taglio limite τ lungo la superficie laterale del micropalo, in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni e delle modalità esecutive dei micropali.

La resistenza laterale all’interfaccia tra tratto iniettato e terreno τ si ricava da abachi come quelli sottostanti, entrando in ascissa con il valore di N_{SPT} dello strato di terreno interessato ed intercettando la curva AL2 (per gli strati di terreno prevalentemente limosi o argillosi) o MC2 (per strati in tufo o arenarie) considerando che il palo verrà gettato con un’iniezione a gravità.



Abaco per il calcolo di τ (s) per limi e argille



Abaco per il calcolo di τ (s) marne e calcari fratturati

Nel caso dei sondaggi stratigrafici S1, S2, n°1-1998 i valori di N_{SPT} sono stati ricavati direttamente dalle prove penetrometriche SPT eseguite in foro.

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG	
		File:	APPR_32_ST_RG.doc	
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del Luglio 2018
		Pagina	6	di 12

In presenza di falda i valori di N_{SPT} misurati in sito sono stati corretti, secondo la nota formula:

$$N_{SPT \text{ corretto}} = 15 + 0.5 \times (N_{SPT} - 15)$$

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda). Qualora i valori della tensione di resistenza laterale superassero i valori medi indicati in bibliografia per tipologia di terreni analoghi, si è proceduto ad una diminuzione degli stessi all'interno del range considerato.

Le resistenze caratteristiche per attrito laterale $Q_{L,k}$ e di punta $Q_{P,k}$ sono state a loro volta ricavate applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 (tab. 6.4.IV del D.M. 14/01/2008) alle resistenze calcolate $Q_{L,lim}$ e $Q_{P,lim}$, in funzione del numero di verticali indagate:

$$Q_k = \min \{ (Q_{lim})_{media} / \xi_3 ; (Q_{lim})_{min} / \xi_4 \}$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

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

Le verifiche di collasso per carico limite sono state effettuate secondo l'Approccio 2 (A1+ M1 + R3).

La resistenza di progetto del palo Q_{Rd} è stata ottenuta a partire dai valori caratteristici Q_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II del D.M. 14/01/2008, e considerando il contributo del peso del palo W'_{palo} (peso del palo, immerso o meno, a seconda della posizione della falda):

- resistenza di progetto a compressione $Q_{TOT,Rd,compr} = Q_{L,Rd,compr} + Q_{P,Rd,compr} - W'_{palo}$
 $Q_{L,Rd,compr} = Q_{L,k} / \gamma_s$
 $Q_{P,Rd,compr} = Q_{P,k} / \gamma_b$
- resistenza di progetto a trazione $Q_{TOT,Rd,traz} = Q_{L,Rd,traz} + W'_{palo}$
 $Q_{L,Rd,traz} = Q_{L,k} / \gamma_{st}$

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

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

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato: APPR_32_ST_RG
		File: APPR_32_ST_RG.doc
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 del Luglio 2018
		Pagina 7 di 12

4.1.1 Verifica palo "A" - L = 15,0 m

DATI GENERALI		
Tipologia	Micropalo	
L perf (m)	15,00	Lunghezza di perforazione totale
D perf (m)	0,20	Diametro di perforazione
L bulbo (m)	15,00	Lunghezza del bulbo di ancoraggio

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO NELLA ZONA DI ANCORAGGIO

N° strato	Terreno	Tipo di iniezione	Z _{sup} [m]	Z _{inf} [m]	h _{strato} [m]	Coeff. sbulbo α	NsPT
1	AL2	IGU	0,00	3,80	3,80	1,00	0,00
2	AL2	IGU	3,80	9,40	5,60	1,00	12,75
3	SG2	IGU	9,40	11,80	2,40	1,00	15,90
4	AL2	IGU	11,80	14,20	2,40	1,00	12,75
5	SG2	IGU	14,20	15,00	0,80	1,00	18,00

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE LATERALE

N° strato	D _{efficace} [m]	A _{laterale} [mq]	T _{lim} [kPa]	Q _{LAT,limite, strato} [kN]
1	0,20	2,39	0,00	0,00
2	0,20	3,52	89,95	316,50
3	0,20	1,51	79,50	119,88
4	0,20	1,51	89,95	135,64
5	0,20	0,50	90,00	45,24
Q _{LAT,limite} =				617,26

STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE DI PUNTA

15% Q _{LAT,limite} [kN]	Tieni conto della portata di punta	Q _{P,limite} [kN]
92,59	NO	0,00

COEFF. DI SICUREZZA

		(R3)
Base	γ _b	1,35
Laterale compressione	γ _s	1,15
Laterale in trazione	γ _{st}	1,25
Fattori di correlazione	ξ ₃	1,70
	ξ ₄	1,70

PORTATA IN COMPRESSIONE CON N°1 SONDAGGIO

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	617,26
Punta limite	Q _{P,limite}	0,00
Laterale caratt.	Q _{L,k}	363,09
Punta caratt.	Q _{P,k}	0,00
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,C}	315,73
Punta di progetto	Q _{P,Rd,C}	0,00
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	11,78
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,30
Peso palo	W _{palo}	15,32
TOTALE	Q _{TOT,Rd,C}	300,42

PORTATA IN TRAZIONE

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	617,26
Laterale caratt.	Q _{L,k}	363,09
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,T}	290,48
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	11,78
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,00
Peso palo	W _{palo}	11,78
TOTALE	Q _{TOT,Rd,T}	302,26

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato: APPR_32_ST_RG
		File: APPR_32_ST_RG.doc
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev. 00 del Luglio 2018
		Pagina 8 di 12

4.1.2 Verifica palo "B" - L = 11,0 m

DATI GENERALI		
Tipologia	Micropalo	
L perf (m)	11,00	Lunghezza di perforazione totale
D perf (m)	0,20	Diametro di perforazione
L bulbo (m)	11,00	Lunghezza del bulbo di ancoraggio

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO NELLA ZONA DI ANCORAGGIO

N° strato	Terreno	Tipo di iniezione	Z _{sup} [m]	Z _{inf} [m]	h _{strato} [m]	Coeff. sbulbo α	NsPT
1	AL2	IGU	0,00	3,80	3,80	1,00	0,00
2	AL2	IGU	3,80	9,40	5,60	1,00	12,75
3	SG2	IGU	9,40	11,00	1,60	1,00	15,90
4	AL2	IGU	11,00	11,00	0,00	1,00	12,75
5	SG2	IGU	11,00	11,00	0,00	1,00	0,00

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE LATERALE

N° strato	D _{efficace} [m]	A _{laterale} [mq]	T _{lim} [kPa]	Q _{LAT,limite, strato} [kN]
1	0,20	2,39	0,00	0,00
2	0,20	3,52	89,95	316,50
3	0,20	1,01	79,50	79,92
4	0,20	0,00	89,95	0,00
5	0,20	0,00	0,00	0,00
Q _{LAT,limite} =				396,42

STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE DI PUNTA

15% Q _{LAT,limite} [kN]	Tieni conto della portata di punta	Q _{P,limite} [kN]
59,46	NO	0,00

COEFF. DI SICUREZZA

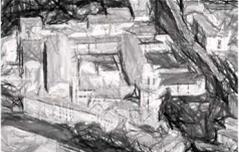
		(R3)
Base	γ _b	1,35
Laterale compressione	γ _s	1,15
Laterale in trazione	γ _{st}	1,25
Fattori di correlazione	ξ ₃	1,70
	ξ ₄	1,70

PORTATA IN COMPRESSIONE CON N°1 SONDAGGIO

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	396,42
Punta limite	Q _{P,limite}	0,00
Laterale caratt.	Q _{L,k}	233,19
Punta caratt.	Q _{P,k}	0,00
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,C}	202,77
Punta di progetto	Q _{P,Rd,C}	0,00
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	8,64
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,30
Peso palo	W _{palo}	11,23
TOTALE	Q _{TOT,Rd,C}	191,54

PORTATA IN TRAZIONE

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	396,42
Laterale caratt.	Q _{L,k}	233,19
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,T}	186,55
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	8,64
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,00
Peso palo	W _{palo}	8,64
TOTALE	Q _{TOT,Rd,T}	195,19

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato: APPR_32_ST_RG
		File: APPR_32_ST_RG.doc
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA		Rev. 00 del Luglio 2018
		Pagina 9 di 12

4.1.3 Verifica palo "C" - L = 8,0 m

DATI GENERALI		
Tipologia	Micropalo	
L perf (m)	8,00	Lunghezza di perforazione totale
D perf (m)	0,20	Diametro di perforazione
L bulbo (m)	8,00	Lunghezza del bulbo di ancoraggio

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO NELLA ZONA DI ANCORAGGIO

N° strato	Terreno	Tipo di iniezione	Z _{sup} [m]	Z _{inf} [m]	h _{strato} [m]	Coeff. sbulbo α	NsPT
1	AL2	IGU	0,00	3,80	3,80	1,00	0,00
2	AL2	IGU	3,80	8,00	4,20	1,00	12,75
3	SG2	IGU	8,00	8,00	0,00	1,00	15,90
4	AL2	IGU	8,00	8,00	0,00	1,00	12,75
5	SG2	IGU	8,00	8,00	0,00	1,00	0,00

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE LATERALE

N° strato	D _{efficace} [m]	A _{laterale} [mq]	T _{lim} [kPa]	Q _{LAT,limite, strato} [kN]
1	0,20	2,39	0,00	0,00
2	0,20	2,64	89,95	237,37
3	0,20	0,00	79,50	0,00
4	0,20	0,00	89,95	0,00
5	0,20	0,00	0,00	0,00
Q _{LAT,limite} =				237,37

STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE DI PUNTA

15% Q _{LAT,limite} [kN]	Tieni conto della portata di punta	Q _{P,limite} [kN]
35,61	NO	0,00

COEFF. DI SICUREZZA

		(R3)
Base	γ _b	1,35
Laterale compressione	γ _s	1,15
Laterale in trazione	γ _{st}	1,25
Fattori di correlazione	ξ ₃	1,70
	ξ ₄	1,70

PORTATA IN COMPRESSIONE CON N°1 SONDAGGIO

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	237,37
Punta limite	Q _{P,limite}	0,00
Laterale caratt.	Q _{L,k}	139,63
Punta caratt.	Q _{P,k}	0,00
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,C}	121,42
Punta di progetto	Q _{P,Rd,C}	0,00
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	6,28
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,30
Peso palo	W _{palo}	8,17
TOTALE	Q _{TOT,Rd,C}	113,25

PORTATA IN TRAZIONE

	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	237,37
Laterale caratt.	Q _{L,k}	139,63
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,T}	111,70
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	6,28
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,00
Peso palo	W _{palo}	6,28
TOTALE	Q _{TOT,Rd,T}	117,99

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato: APPR_32_ST_RG
		File: APPR_32_ST_RG.doc
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA		Rev. 00 del Luglio 2018
		Pagina 10 di 12

4.1.4 Verifica palo ascensore

Il presente palo alla quota della platea della fossa ascensore, a circa -1,20 m dal piano campagna.

DATI GENERALI								
Tipologia	Micropalo							
L perf (m)	15,00	Lunghezza di perforazione totale						
D perf (m)	0,20	Diametro di perforazione						
L bulbo (m)	15,00	Lunghezza del bulbo di ancoraggio						
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO NELLA ZONA DI ANCORAGGIO								
N° strato	Terreno	Tipo di iniezione	Z _{sup} [m]	Z _{inf} [m]	h _{strato} [m]	Coeff. sbulbo α	NsPT	
1	AL2	IGU	0,00	2,60	2,60	1,00	0,00	
2	AL2	IGU	2,60	8,20	5,60	1,00	12,75	
3	SG2	IGU	8,20	10,60	2,40	1,00	15,90	
4	AL2	IGU	10,60	13,00	2,40	1,00	12,75	
5	SG2	IGU	13,00	15,00	2,00	1,00	18,00	
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE LATERALE								
N° strato	D _{efficace} [m]	A _{laterale} [mq]	T _{lim} [kPa]	Q _{LAT,limite, strato} [kN]				
1	0,20	1,63	0,00	0,00				
2	0,20	3,52	89,95	316,50				
3	0,20	1,51	79,50	119,88				
4	0,20	1,51	89,95	135,64				
5	0,20	1,26	90,00	113,10				
				Q_{LAT,limite} =	685,12			
STIMA DELLA CAPACITA' PORTANTE DI PUNTA								
15% Q _{LAT,limite} [kN]	Tieni conto della portata di punta	Q _{P,limite} [kN]						
102,77	NO	0,00						
COEFF. DI SICUREZZA								
		(R3)						
Base	γ _b	1,35						
Laterale compressione	γ _s	1,15						
Laterale in trazione	γ _{st}	1,25						
Fattori di correlazione	ξ ₃	1,70						
	ξ ₄	1,70						

PORTATA IN COMPRESSIONE CON N°1 SONDAGGIO		
	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	685,12
Punta limite	Q _{P,limite}	0,00
Laterale caratt.	Q _{L,k}	403,01
Punta caratt.	Q _{P,k}	0,00
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,C}	350,44
Punta di progetto	Q _{P,Rd,C}	0,00
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	11,78
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,30
Peso palo	W _{palo}	15,32
TOTALE	Q_{TOT,Rd,C}	335,13

PORTATA IN TRAZIONE		
	[kN]	APP.2GEO (R3)
Laterale limite	Q _{L,limite}	685,12
Laterale caratt.	Q _{L,k}	403,01
Laterale di progetto	Q _{L,Rd,T}	322,41
Peso nominale palo	W _{palo,nom}	11,78
Coeff. peso palo	γ _{palo}	1,00
Peso palo	W _{palo}	11,78
TOTALE	Q_{TOT,Rd,T}	334,19

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG		
		File:	APPR_32_ST_RG.doc		
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del	Luglio 2018
		Pagina	11	di	12

4.2 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI

Nell'ambito del metodo degli stati limite la misura della sicurezza si ottiene con il "Metodo semi-probabilistico dei Coefficienti Parziali" di sicurezza espresso dall'equazione:

$$R_d \geq E_d \quad \text{ovvero} \quad R_d - E_d \geq 0$$

dove:

R_d = valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico;

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

L'effetto delle azioni e resistenza sono espresse in funzione:

- delle azioni di progetto γ_{FFk}
- dei parametri di progetto X_k/γ_M
- e dalla geometria di progetto.

L'effetto delle azioni può essere valutato direttamente come $E_d = E_k \cdot \gamma_E$. Nella formulazione della resistenza R_d , compare esplicitamente un coefficiente γ_R che opera direttamente sulla resistenza del sistema.

La verifica della suddetta condizione ($E_d \leq R_d$) è stata effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R3).

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_R)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(0)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Figura 1: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (tab. 6.2.I)

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Figura 2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (tab. 6.2.II)

	CASTELLO CARRARESI – INTERVENTO DI RSTAURO E RIQUALIFICAZIONE FUNZIONALE	Elaborato:	APPR_32_ST_RG	
		File:	APPR_32_ST_RG.doc	
	PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOTECNICA	Rev.	00	del Luglio 2018
		Pagina	12	di 12

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Figura 3: Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite di fondazioni superficiali (tab. 6.4.I)

4.2.1 Portata platea vasca antincendio

La verifica per il raggiungimento del carico limite è stata eseguita applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

N° strato	Terreno	Z _{sup} [m]	Z _{inf} [m]	h _{strato} [m]	γ_t [kN/m ³]	γ'_t [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	c _u [kPa]	$\sigma_{v, strato}$ [kN/m ³]	$\sigma'_{v, strato}$ [kN/m ³]
1	tipo di terreno	0,00	3,20	3,20	19,00	19,00	-	-	-	60,80	60,80
2	tipo di terreno	3,20	3,20	0,00	19,00	19,00	-	-	-	60,80	60,80
3	tipo di terreno	3,20	3,20	0,00	19,00	19,00	-	-	-	60,80	60,80
4	tipo di terreno	3,20	3,20	0,00	19,00	19,00	-	-	-	60,80	60,80
5	tipo di terreno	3,20	3,20	0,00	19,00	19,00	-	-	-	60,80	60,80
5 - Posa	tipo di terreno	3,20	3,20	0,00	19,00	19,00	25,00	0,00	0,30	60,80	60,80

PORTANZA		
[MPa]		
APP.2 GEO (A1-M1-R3)		
Portanza limite	q _{cp,LIM}	1,36
Portanza di progetto	q_{cp,Rd}	0,59

Il carico limite di progetto è pari a:
 $q_{lim,Rd} = 0,59 \text{ MPa} = 5,90 \text{ daN} / \text{cm}^2$

Verona, Luglio 2018

Prof. Ing. Claudio Modena