

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI

cell. 3356070878

e-mail: stalandi@libero.it

p.e.c.: giacomo.land@ingpec.eu

Ing. Roberto ORTOLANI

cell. 3472611195

e-mail: ingroberto68@hotmail.it

p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu

Ing. Michele SANTINELLI

cell. 3470477164

e-mail: santinellim@gmail.com

p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

COMUNE di ANCONA

Committente:

Comune di Ancona – Direzione Manutenzione, Frana e Protezione Civile, U.O. Immobili Comunali, Servizi Cimiteriali, Spp, Servizio Edilizia Cimiteriale

Lavori di realizzazione della serie 7bis all'interno del cimitero di Tavernelle

*****ELABORATO - RF - Relazione tecnica sulle fondazioni***
ELABORATO – RGT – Relazione Geotecnica**

Sindaco. : avv. Valeria MANCINELLI

Assessore LL.PP. : dott. ing. Paolo MANARINI

Dirigente Direzione : dott. ing. Ermanno FRONTALONI

Responsabile del Procedimento : dott. ing. Maurizio RONCONI

Progetto Strutturale : dott. ing. Roberto ORTOLANI

Ancona li Dicembre 2017

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI	cell. 3356070878	e-mail: stalandi@libero.it	p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI	cell. 3472611195	e-mail: ingroberto68@hotmail.it	p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI	cell. 3470477164	e-mail: santinellim@gmail.com	p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

SOMMARIO:

1	RELAZIONE TECNICA SULLE FONDAZIONI	1
1.1	DATI DI CARATTERE GENERALE	1
1.2	CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN PROGETTO	1
1.3	CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE	1
1.4	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	1
2	RELAZIONE GEOTECNICA	2
2.1	PARAMETRI GEOTECNICI	2
2.2	CALCOLO PORTANZA PALO DI FONDAZIONE	3
2.2.1	CALCOLO PORTANZA PALO $\Phi 50$ L=10.00 ml	4
2.3	PROVE DI CARICO	5
2.3.1	MODALITA DI PROVA	5

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI	cell. 3356070878	e-mail: stalandi@libero.it	p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI	cell. 3472611195	e-mail: ingroberto68@hotmail.it	p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI	cell. 3470477164	e-mail: santinellim@gmail.com	p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

1 RELAZIONE TECNICA SULLE FONDAZIONI

1.1 DATI DI CARATTERE GENERALE

L'area in esame, situata all'interno del cimitero di Tavernelle nel Comune di Ancona, insiste su di un versante, con componente di discesa a N.E., caratterizzato da pendenze medie originarie di circa 10°-12°, modificate, nel tempo, da vari interventi costruttivi.

La stratigrafia locale, rilevata dai dati penetrometrici e dal sondaggio stratigrafico, è costituita da un substrato geologico plio-pleistocenico di origine marina composto da peliti con intercalazioni millimetriche pelitico-sabbiose in strati sottili

Per avere dati sulle caratteristiche geologiche e stratigrafiche della zona si fa riferimento alla relazione geologica allegata alla presente e redatta dal dott. geol. Massimo MOSCA.

Attorno al manufatto saranno realizzate tutte le opere necessarie per regolare lo smaltimento delle acque meteoriche.

Si precisa inoltre che le strutture fondative non interferiranno con i sottoservizi.

1.2 CARATTERISTICHE DELLE OPERE IN PROGETTO

Come già specificato nelle premesse della relazione di calcolo, lo studio strutturale analizzato riguarda la realizzazione di un colombario nel cimitero di Tavernelle, del Comune di Ancona.

Il manufatto sarà realizzato con fondazioni su pali collegati da cordoli in c.a. e struttura di elevazione realizzata in acciaio. I loculi sono del tipo autoportante.

Le principali opere previste sono le seguenti:

- Realizzazione di pali $\phi 50$ L=10m collegati in testa nelle due direzioni principali da cordoli in cemento armato 30x50; in più verrà realizzato un palo per effettuare la prova di carico;
- Realizzazione di soletta di piano terra di spessore 25cm;
- Realizzazione e montaggio di struttura in acciaio S235, che prevede pilastri in tubolari 120x120x4, travi di copertura in tubolari 120x120x4, e tiranti $\phi 12$;
- La copertura sarà realizzata con pannello sandwich.

1.3 CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Come descritto nella relazione geologica allegata alla presente e redatta dal dott. geol. Massimo MOSCA, la successione stratigrafica del terreno di fondazione presenta un primo strato di argille limose alterate, seguito da uno strato di argille di media consistenza fino ad arrivare allo strato di argille marnose.

Per l'esatta successione dei terreni ed i relativi spessori si rimanda alla tavola allegata nella relazione geologica ove sono illustrate le colonne lito-stratigrafiche ricavate dalle indagini geologiche.

1.4 CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.

In riferimento alle N.T.C., considerando la successione stratigrafica del sottosuolo, è possibile classificare il terreno di **classe "C"**.

Per la sima della categoria sismica del terreno di fondazione eseguita secondo quanto dettato dal D.M. 14/01/2008, si rimanda alla relazione geologica redatta dal dott. Geol. Massimo MOSCA ed allegata alla presente.

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI	cell. 3356070878	e-mail: stalandi@libero.it	p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI	cell. 3472611195	e-mail: ingroberto68@hotmail.it	p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI	cell. 3470477164	e-mail: santinellim@gmail.com	p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

2 RELAZIONE GEOTECNICA

La presente relazione Geotecnica è redatta al fine di valutare le capacità portanti dei pali di fondazione per la realizzazione di colombari all'interno del Cimitero di Tavernelle.

Come già specificato saranno realizzati pali di diametro \varnothing 50 cm di lunghezza complessiva pari a L = 10.00ml..

Tutti i pali saranno collegati fra loro da cordoli in c.a. disposti nelle due direzioni principali.

Si riportano di seguito le valutazioni delle portanze dei pali per i quali i valori geotecnici del terreno di fondazione sono stati desunti dalla relazione Geologica allegata alla presente.

2.1 PARAMETRI GEOTECNICI

Dalla relazione geologica sono desunti i seguenti parametri geotecnici del terreno di fondazione, in relazione alla stratigrafia esistente:

ARGILLE ALTERATE

⇒ Peso di volume $\Gamma = 1.90$ g/cm³

ARGILLE MEDIA CONSISTENZA

⇒ Peso di volume $\Gamma = 2.00$ g/cm³
⇒ Coesione NON drenata $C_u = 0.70$ Kg/cm²
⇒ Modulo edometrico $E_d = 150$ Kg/cm²

ARGILLE MARNOSE

⇒ Peso di volume $\Gamma = 2.10$ g/cm³
⇒ Coesione NON drenata $C_u = 1.00$ Kg/cm²
⇒ Modulo edometrico $E_d = 170$ Kg/cm²

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI	cell. 3356070878	e-mail: stalandi@libero.it	p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI	cell. 3472611195	e-mail: ingroberto68@hotmail.it	p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI	cell. 3470477164	e-mail: santinellim@gmail.com	p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

2.2 CALCOLO PORTANZA PALO DI FONDAZIONE

Il calcolo della portanza dei pali, sarà eseguito utilizzando la formula di Tersaghi, considerando collaborante alla portanza laterale, solo la porzione di palo che oltrepassa la coltre colluviale.

Dalla relazione geologica si desumono i valori necessari per il calcolo della portanza.

In riferimento al D.M. 14/01/2008, le verifiche agli stati limite considerati, saranno eseguite secondo il metodo d'Approccio 2 considerando la combinazione di carico secondo i coefficienti A1+M1+R3 (vedi D.M. 14/01/2008 cap. 6.4.3).

In riferimento alla tab. 6.4. II considerando il gruppo dei coefficienti R3 per i pali trivellati si ha:

Coefficiente di sicurezza per la portanza alla base $\gamma_b = 1.35$

Coefficiente di sicurezza per la portanza laterale $\gamma_s = 1.15$

Inoltre considerando che i valori geotecnici, per i quali si applicano i coefficienti correttivi di cui alla tab.6.2. II secondo il gruppo M1, sono stati desunti da 2 sondaggi, in riferimenti alla tabella 6.4. IV si applicheranno i seguenti fattori di correlazione per la stima della resistenza caratteristica:

$$\xi_3 = 1.70$$

$$\xi_4 = 1.70$$

Si precisa inoltre che l'insieme delle verifiche delle opere di fondazioni strutturali (STR) sono insite nelle elaborazioni elettroniche eseguite.

Portanza alla punta

$$q_{punta} = 9 \cdot C_u + \gamma_t \cdot t$$

$$Q_{punta} = q_{punta} \times \pi \times d^2 / 4$$

Portanza laterale

Si considera il contributo della portanza laterale per il solo strato della formazione:

$$q_{laterale} = \alpha \cdot C_u$$

$$Q_{laterale} = \pi \cdot D \cdot \int_0^L q_{laterale} \cdot dz$$

Portanza ammissibile.

$$Q_{totale} = Q_{punta} + Q_{laterale}$$

$$Q_{ammissibile} = \frac{Q_{totale}}{\eta} - (\pi \cdot r^2 \cdot l \cdot 2.5)$$

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n° 9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI

cell. 3356070878

e-mail: stalandi@libero.it

p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu

Ing. Roberto ORTOLANI

cell. 3472611195

e-mail: ingroberto68@hotmail.it

p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu

Ing. Michele SANTINELLI

cell. 3470477164

e-mail: santinellim@gmail.com

p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

2.2.1 CALCOLO PORTANZA PALO $\Phi 50$ L=10.00 ml

DATI DI INPUT				COEFF. CORRETTIVI	
Diametro del Palo in ml	D =	0,50	Coeff. parziale per parametri del terreno Comb.1 (M1) (Tab 6.2.II)		1,0
Lunghezza del Palo in ml	L =	10,00	Coeff. Parz. da applicare alla base Comb.1 (R3) (Tab 6.4.II)		1,35
Peso Specifico cls in ton/mc	g =	2,50	Coeff. Parz. Da applicare alla portanza laterale Comb.2 (R3) (Tab 6.4.II)		1,15
Peso palo	ton	4,91	Fattore di Correlazione ξ 3 per Cu media		1,70
STRATIGRAFIA			Fattore di Correlazione ξ 4 per Cu minima		1,70
Strato n°1			PORTANZA ALLA PUNTA		
<i>Riporto</i>			APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (A1+M1+R3)		
Spessore strato in ml	L1 =	3,00	q.unitaria media=	230,80	ton/mq
PesoSpecifico in ton/mc	g1 =	0,00	Q.Totale media=	26,66	ton
Coes. non Drenata media in ton/mq	Cu media =	0,00	q.unitaria min=	230,80	ton/mq
Coes. non Drenata minima in ton/mq	Cu min =	0,00	Q.Totale min=	26,66	ton
Fattore di riduzione	α =	0,40	Q MINORE		26,66 ton
Strato n°2			PORTANZA LATERALE STRATO n°1		
<i>Argilla</i>			APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (A1+M1+R3)		
Spessore strato in ml	L2 =	2,90	q.laterale unit. media	0,00	ton/mq
PesoSpecifico in ton/mc	g2 =	2,00	Q.laterale st.1 media	0,00	ton
Coes. non Drenata media in ton/mq	Cu media =	7,00	q.laterale unit. minimo	0,00	ton/mq
Coes. non Drenata minima in ton/mq	Cu min =	7,00	Q.laterale st.1 minimo	0,00	ton
Fattore di riduzione	α =	0,40	Q MINORE		0,00 ton
Strato n°3			PORTANZA LATERALE STRATO n°2		
<i>Argilla Marnosa</i>			APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (A1+M1+R3)		
Spessore strato in ml	L3 =	4,10	q.laterale unit. media	2,80	ton/mq
PesoSpecifico in ton/mc	g3 =	0,00	Q.laterale st.1 media	7,50	ton
Coes. non Drenata media in ton/mq	Cu media =	10,00	q.laterale unit. minimo	2,80	ton/mq
Coes. non Drenata minima in ton/mq	Cu min =	10,00	Q.laterale st.1 minimo	7,50	ton
Fattore di riduzione	α =	0,40	Q MINORE		7,50 ton
Strato n°4			PORTANZA LATERALE STRATO n°3		
<i>xxx</i>			APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (A1+M1+R3)		
Spessore strato in ml	L4 =	0,00	q.laterale unit. media	4,00	ton/mq
PesoSpecifico in ton/mc	g4 =	0,00	Q.laterale st.1 media	15,15	ton
Coes. non Drenata media in ton/mq	Cu media =	0,00	q.laterale unit. minimo	4,00	ton/mq
Coes. non Drenata minima in ton/mq	Cu min =	0,00	Q.laterale st.1 minimo	15,15	ton
Fattore di riduzione	α =	0,40	Q MINORE		15,15 ton
Strato di terreno alla punta			PORTANZA LATERALE STRATO n°4		
Coesione Non Drenata media alla punta del palo in ton/mq	Cup media =	25,00	APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1 (A1+M1+R3)		
Coesione Non Drenata minima alla punta del palo in ton/mq	Cup min =	25,00	q.laterale unit. media	0,00	ton/mq
PORTANZA ALLA PUNTA			Q.laterale st.1 media	0,00	ton
APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1			q.laterale unit. minimo	0,00	ton/mq
PORTANZA LATERALE TOTALE			Q.laterale st.1 minimo	0,00	ton
APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1			Q MINORE		0,00 ton
RESISTENZA DI PROGETTO "Rd" PALO DI FONDAZIONE					
APPROCCIO 2 COMBINAZIONE 1		34,54	ton		

Come è possibile osservare nei listati degli elaborati di calcolo riportati nella relazione di calcolo al capitolo di verifica dei pali, il massimo carico assiale agente in testa al palo nei confronti degli SLU è pari a $E_d = 28961$ daN riscontrato secondo la combinazione n°130.

Considerando che la $R_d = 34540$ daN la condizione $E_d \leq R_d$ di cui al § 6.2.3.1 delle NTC risulta soddisfatta.

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI cell. 3356070878 e-mail: stalandi@libero.it p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI cell. 3472611195 e-mail: ingroberto68@hotmail.it p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI cell. 3470477164 e-mail: santinellim@gmail.com p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

2.3 PROVE DI CARICO

La stima della Resistenza caratteristica del singolo palo è stata valutata al cap. 2.2 con metodi analitici da valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Il progetto di ristrutturazione dei manufatti prevede la realizzazione di 10 pali più il palo di prova.

In relazione a quanto riportato al § 6.4.3.7.2 delle NTC di cui al D.M.14/01/2008 relativamente alle prove di verifica in corso d'opera, e constatata la natura omogenea sia della fondazione che del volume di terreno interessato dalla stessa, si prescrive l'esecuzione di n°1 **prova di carico**.

In particolare si prescrive l'esecuzione di una prova di carico sul palo Ø50 L=10.00ml.

Il valore del carico di prova, stimabile in 1.5 volte l'azione massima di progetto utilizzata per le verifiche agli S.L.E. è ricavata dagli elaborati di calcolo.

Nel palo n°4 si stima un carico assiale massimo pari a N=20464 daN secondo la combinazione n°19 del SLE rara e pertanto il massimo carico di prova risulta essere pari a:

$$N_{PROVA} = (20464 \times 1.50) \cong 30696 \text{ daN}$$

2.3.1 MODALITÀ DI PROVA

Sulla testa del palo in prova dovrà essere realizzato un dado in calcestruzzo sulla superficie sulla quale sarà sistemata una piastra di distribuzione del carico dove poggia il martinetto.

Il martinetto sarà posizionato fra la piastra di distribuzione e la struttura di contrasto che è costituita da una capriata in acciaio opportunamente ancorata ai due pali laterali.

I tre trasduttori di spostamento sono disposti sulla testa del palo a 120° tra loro per la misura dei cedimenti del complesso palo terreno.

Per le prove di verifica in corso d'opera si prescrive il seguente protocollo di carico:

Palo Prova										
Carico massimo secondo lo S.L.E. = ton		20,46								
Cicli di carico		carico iniziale	carico finale	Pressione Iniziale	Pressione Finale	Lecture Trasduttori di Spostamento				
		[ton]	[ton]	[bar]	[bar]	n°1	n°2	n°3	n°4	Media Aritmetica
1°	Carico di taratura	0,0	→ 5,1		→					
2°	Carico fino a 1/2 azione massima di progetto	5,1	→ 10,2		→					
3°	Scarico fino al Carico di taratura	10,2	→ 5,1		→					
4°	Carico fino alla massima azione prevista di progetto in S.L.E.	5,1	→ 20,5		→					
5°	Scarico fino al Carico di taratura	20,5	→ 5,1		→					
6°	Carico fino alla massima azione prevista di progetto in S.L.E.	5,1	→ 20,5		→					
7°	Carico fino al carico di collaudo (1,5 volte azione massima di progetto in S.L.E.)	20,5	→ 30,7		→					
8°	Scarico fino alla massima azione prevista di progetto in S.L.E.	30,7	→ 20,5		→					
9°	Scarico fino al Carico di taratura	20,5	→ 5,1		→					
10°	Scarico Totale	5,1	→ 0,0		→					

Nota Bene: La durata di ciascuna fase di carico e/o scarico è stata fissata con il criterio di attendere l'esaurimento del cedimento; in pratica il cedimento si considera convenzionalmente esaurito quando l'incremento di cedimento in 15-20' non superi 0,01 mm per pali di piccolo diametro (d < 300 mm); 0,02 mm per pali di medio diametro (300 < d < 600 mm); 0,03 mm per quelli di grande diametro (d > 600 mm).

S.T.A. LANDI di Landi – Ortolani - Santinelli

Via Arsilli n°9 – 60019 Senigallia (AN) tel e fax 071/60152

Ing. Giacomo LANDI	cell. 3356070878	e-mail: stalandi@libero.it	p.e.c.: giacomo.landi@ingpec.eu
Ing. Roberto ORTOLANI	cell. 3472611195	e-mail: ingroberto68@hotmail.it	p.e.c.: roberto.ortolani@ingpec.eu
Ing. Michele SANTINELLI	cell. 3470477164	e-mail: santinellim@gmail.com	p.e.c.: michele.santinelli@ingpec.eu

*** REALIZZAZIONE DI COLOMBARI ALL'INTERNO DEL CIMITERO DI TAVERNELLE ***

Nota:

La durata di ciascuna fase di carico e/o scarico è stata fissata con il criterio di attendere l'esaurimento del cedimento; in pratica il cedimento si considera convenzionalmente esaurito quando l'incremento di cedimento in 15-20' non superi 0,01 mm per pali di piccolo diametro ($d < 300$ mm); 0,02 mm per pali di medio diametro ($300 < d < 600$ mm); 0,03 mm per quelli di grande diametro ($d > 600$ mm).

In ogni caso al fine di poter meglio valutare il comportamento del palo ai carichi di esercizio e di prova i suddetti carichi vengono mantenuti per almeno 30' indipendentemente dal cedimento registrato.