

Comune : MARINEO

PROVINCIA : PALERMO

Relazione Geotecnica

Progetto ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Oggetto: Progetto per l'abbattimento delle barriere architettoniche nel Santuario Madonna della Dajana in Marineo, consistente nell'istallazione di un' ascensore con strutture in acciaio e fondazione in c.a.

Committente:	Progettista:	Progettista Strutturale:	
Fratelli Minori Conventuali del Santuario Madonna della Dajana in Marineo	Arch. Antonella Callari Ing. Michele Macaluso	Ing. Giuseppe A. Fantauzzo	

1 RELAZIONE GEOTECNICA

1.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori di:

Progetto per l'abbattimento delle barriere architettoniche nel Santuario Madonna della Dajana in Marineo, consistente nell'installazione di un' ascensore con strutture in acciaio e fondazione in c.a.

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica redatta dal dott. geol.

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

TIPOLOGIA FONDAZIONI:

Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da platee di fondazione.

Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: , platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

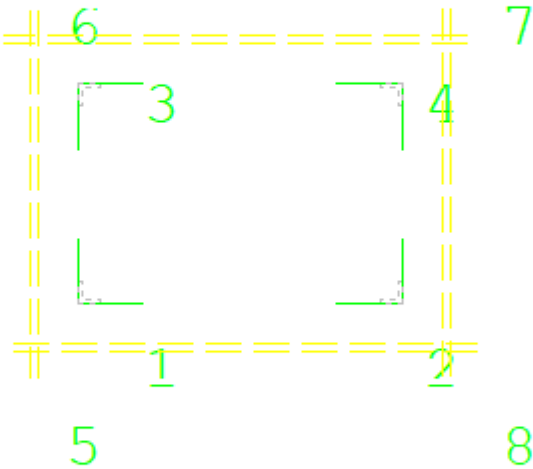
Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;
Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;
Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;
Spessore : spessore della Piastra;
KwN : modulo di Winkler normale;
KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm³]	KwT [daN/cm³]
1	Fondazione	6, 7, 8, 5	30	5.00	2.50

Piante fondazioni.

Fondazione



1.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.)

Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

- Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Colonna : nome della colonna stratigrafica;
Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
5	Colonna 1	Strato 1	Strato 1
		Argilla	Argilla

- Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;
Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Falda : Presenza della falda;
Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);
Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.
RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

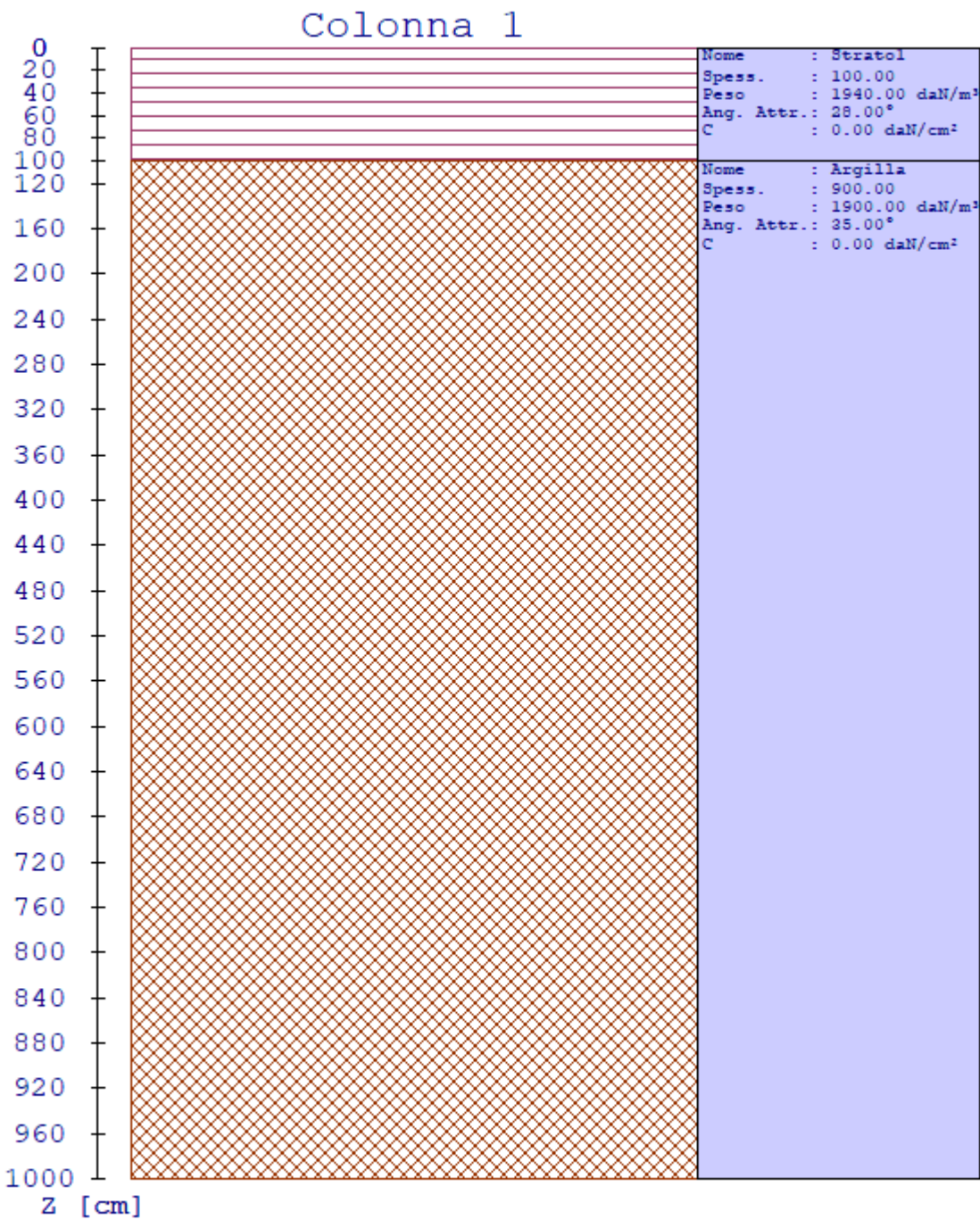
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
5	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	2	-
6	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	2	-
7	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	2	-
8	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	2	-

Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;
Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;
Spess. : Spessore dello strato;
Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;
Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;
NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;
Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;
 ϕ : Angolo di attrito del terreno;
C : Coesione drenata del terreno;
Cu : Coesione non drenata del terreno;
E : Modulo elastico del terreno;
G : Modulo di taglio del terreno;
 ν_t : Coefficiente di Poisson;
 E_{ed} : Modulo Edometrico;
OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m ³]	Peso eff. [daN/m ³]	NSPT	Qc [daN/cm ²]	ϕ [°]	C [daN/cm ²]	Cu [daN/cm ²]	E [daN/cm ²]	G [daN/cm ²]	ν_t	E_{ed} [daN/cm ²]	OCR
Colonna 1	Strato 1	100.0	1940.0	940.0	10	15.00	28.0	0.00	0.56	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00
	Argilla	900.0	1900.0	900.0	-	-	35.0	0.00	1.81	300.00	150.00	0.35	-	1.00

- Sezioni Geologiche:



- Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: B

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove K_v è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e w è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante. Il valore di tale coefficiente k adottato nel lavoro in oggetto ($k_v = 5.00 \text{ daN/cm}^3$), con riferimento ai dati geologico-geotecnici forniti, è stato desunto da valori tabellati riportati in letteratura. Tale modello viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento, utilizzando un valore della costante orizzontale pari a $k_h = 2.50 \text{ daN/cm}^3$.

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio). La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari. La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi. Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite.

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio. Le verifiche nei riguardi degli stati limite previsti dalla Normativa ed eseguite sono:

- STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;
- GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;
- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B' \cdot \gamma_2 \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot g_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot z_{\gamma} \cdot c_{\gamma} \cdot k \cdot e_{\gamma} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q$$

Dove:
 B' = $B - 2 \cdot e_B$
 B è il lato minore della fondazione.
 e_B è l'eccentricità del carico lungo B.
 D è la profondità del piano di posa della fondazione.
 γ_1 è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.
 γ_2 è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.
 C è la coesione del terreno.
 q è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

Fattori di portanza Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;
Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;
A1 : verifica della combinazione di carico A1;
Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ
I	6, 7, 8, 5	34.52	22.29	19.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ
I	6, 7, 8, 5	1.51	1.48	0.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	D γ	Dc	Dq	D γ	Dc	Dq	D γ	Dc	Dq	D γ

1	6, 7, 8, 5	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
---	------------	------	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ
1	6, 7, 8, 5	0.98	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
		A1				A2					
		Lt		Bt		Lt		Bt		Lt	
Platea	Fili	eyk	eyl	eyk	eyl	eyk	eyl	eyk	eyl	eyk	eyl
1	6, 7, 8, 5	0.86	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza Platee. SLD

Platea : numero della platea;
Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;
A1 : verifica della combinazione di carico A1;
Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	Nγ	Nc	Nq	Nγ	Nc	Nq	Nγ	Nc	Nq	Nγ
1	6, 7, 8, 5	34.52	22.29	19.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	Sγ	Sc	Sq	Sγ	Sc	Sq	Sγ	Sc	Sq	Sγ
1	6, 7, 8, 5	1.51	1.48	0.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ
1	6, 7, 8, 5	1.07	1.05	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ
1	6, 7, 8, 5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ
1	6, 7, 8, 5	0.98	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
		A1				A2					

Platea	Fili	Lt		Bt		Lt		Bt	
		e_{yk}	e_{yi}	e_{yk}	e_{yi}	e_{yk}	e_{yi}	e_{yk}	e_{yi}
1	6, 7, 8, 5	0.86	0.52	-	-	-	-	-	-

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 delle N.T.C. e 6.4.3 per fondazioni su pali)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	γ_{G1ns}	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	γ_{G2ns}	1.5
VARIABILI	γ_{Qi}	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	C_u	1.0
Peso dell'unità di volume	γ	1.0

- Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE R3
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.

Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;
 D : profondità del piano di posa;
 qlimd : carico limite di calcolo;
 σ_t : tensione di calcolo;
 S : Coefficiente di sicurezza;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]	S	Esito
1	6, 7, 8, 5	30.00	2.02	0.64	3.16	V

Platee. SLD

Platea : numero della platea;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;
 D : profondità del piano di posa;
 qlimd : carico limite di calcolo;
 σ_t : tensione di calcolo;
 S : Coefficiente di sicurezza;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm ²]	σ_t [daN/cm ²]	S	Esito
1	6, 7, 8, 5	30.00	2.02	0.52	3.88	V

Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 delle N.T.C.) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio, quasi permanente

Platee.

Platea : numero della platea;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;
 Comb. : tipo involucro;
 Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;
 Istant. : cedimento istantaneo;
 Consol. : cedimento di consolidamento;
 Tot. : cedimento totale;
 Diff. : cedimento differenziale;
 Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);
 S : Coefficiente di sicurezza;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Max			Min			Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
				Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]				
1	6, 7, 8, 5	Q. Perm.	142.7	-0.0772	-0.2280	-0.3052	-0.0761	-0.2260	-0.3021	0.0031	0.5710	184.55	V

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.

