

# Comune di Capistrello

Provincia dell'Aquila



## REALIZZAZIONE DEL NUOVO CORPO DI FABBRICA PER L'AMPLIAMENTO DELLA PALESTRA DELL'EDIFICIO SCOLASTICO A.B. SABIN

0	11/07/2023	CONSEGNA	FL	FL	FL
INDICE	DATA	EMISSIONI	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



**ALC Engineering S.r.l.**  
V.le Bruno Buozzi 99 - 00197 ROMA  
Sede operativa: Via delle Rose n.5  
00019 Tivoli (RM)  
Tel 0774.330966  
E-mail: info@alcengineering.it  
C.F/P. IVA 12790191006

DIREZIONE TECNICA:

Ing. Pierluigi Di Felice

Ing. Federico Lazzaro

COLLABORAZIONI:

Ing. Roberta Colasi

Geom. Valentin Gavrila

TAV. N.  
**R18**

OGGETTO:

**Progetto Definitivo-Esecutivo**

ELABORATO:

**RELAZIONE GEOTECNICA**

RELAZIONE:	SCALA:	DATA:	FILE:	REVISIONE:
-	-	Luglio 2023	-	-

# RELAZIONE GEOTECNICA

## 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:

NUOVO CORPO DI FABBRICA PER L'AMPLIAMENTO DELLA PALESTRA (CORPO -1-)

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 allegata.

**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:**

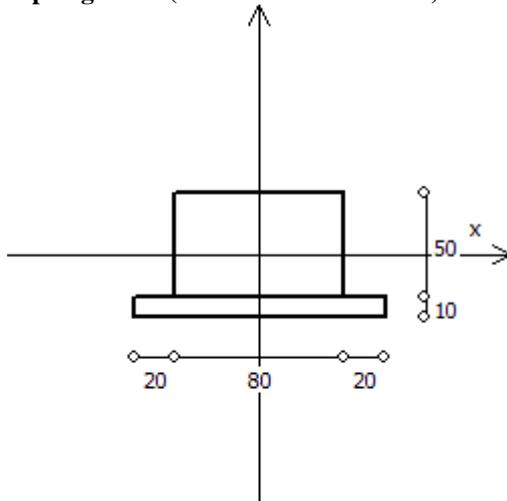
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da un reticolo di travi rovesce.

### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

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

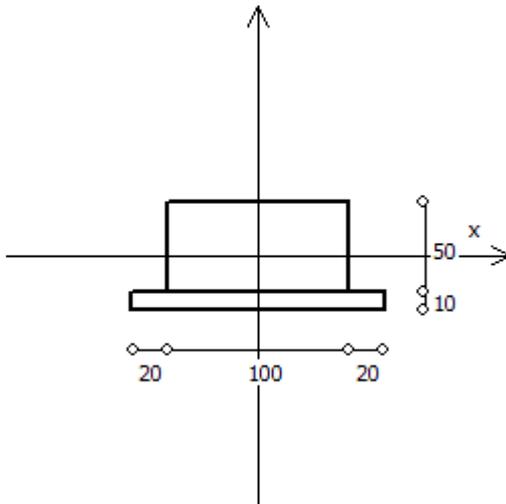
### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

#### Tipologia N.5 (Sezione di Fondazione)



A	= 4000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 833333 cm <sup>4</sup>
Jy	= 2133333 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2027083 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 1000 daN/ml

#### Tipologia N.11 (Sezione di Fondazione)



A = 5000 cm<sup>2</sup>  
 Jx = 1041667 cm<sup>4</sup>  
 Jy = 4166667 cm<sup>4</sup>  
 Jt = 2860417 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = Cls1  
 Peso = 1250 daN/ml

#### Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta : numerazione dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;  
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;  
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;  
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	1, 2	1	2	11	377,17	FOND.	5,00	2,50
2	4, 1	4	1	5	352,86	FOND.	5,00	2,50
3	2, 3	2	3	11	377,17	FOND.	5,00	2,50
4	5, 2	5	2	5	352,29	FOND.	5,00	2,50
5	6, 3	6	3	5	352,86	FOND.	5,00	2,50
6	4, 5	4	5	5	397,17	FOND.	5,00	2,50
7	7, 4	7	4	5	332,29	FOND.	5,00	2,50
8	5, 6	5	6	5	397,17	FOND.	5,00	2,50
9	8, 5	8	5	5	337,29	FOND.	5,00	2,50
10	9, 6	9	6	5	332,29	FOND.	5,00	2,50
11	7, 8	7	8	5	397,20	FOND.	5,00	2,50
12	10, 7	10	7	11	355,53	FOND.	5,00	2,50
13	8, 9	8	9	5	397,20	FOND.	5,00	2,50
14	11, 9	11	9	11	355,53	FOND.	5,00	2,50
15	10, 11	10	11	11	794,33	FOND.	5,00	2,50

## 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 presenta un'inclinazione media della superficie topografica  $\geq$  a  $15^\circ$ , caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T2. Nella valutazione del coefficiente di amplificazione topografica St si è fatto quindi riferimento ai valori riportati nelle N.T.C., in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento in oggetto.

### 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
1	Colonna 1	Limi argillosi	Limi argillosi
		Limi sabbiosi	Limi sabbiosi

#### - 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
1	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-

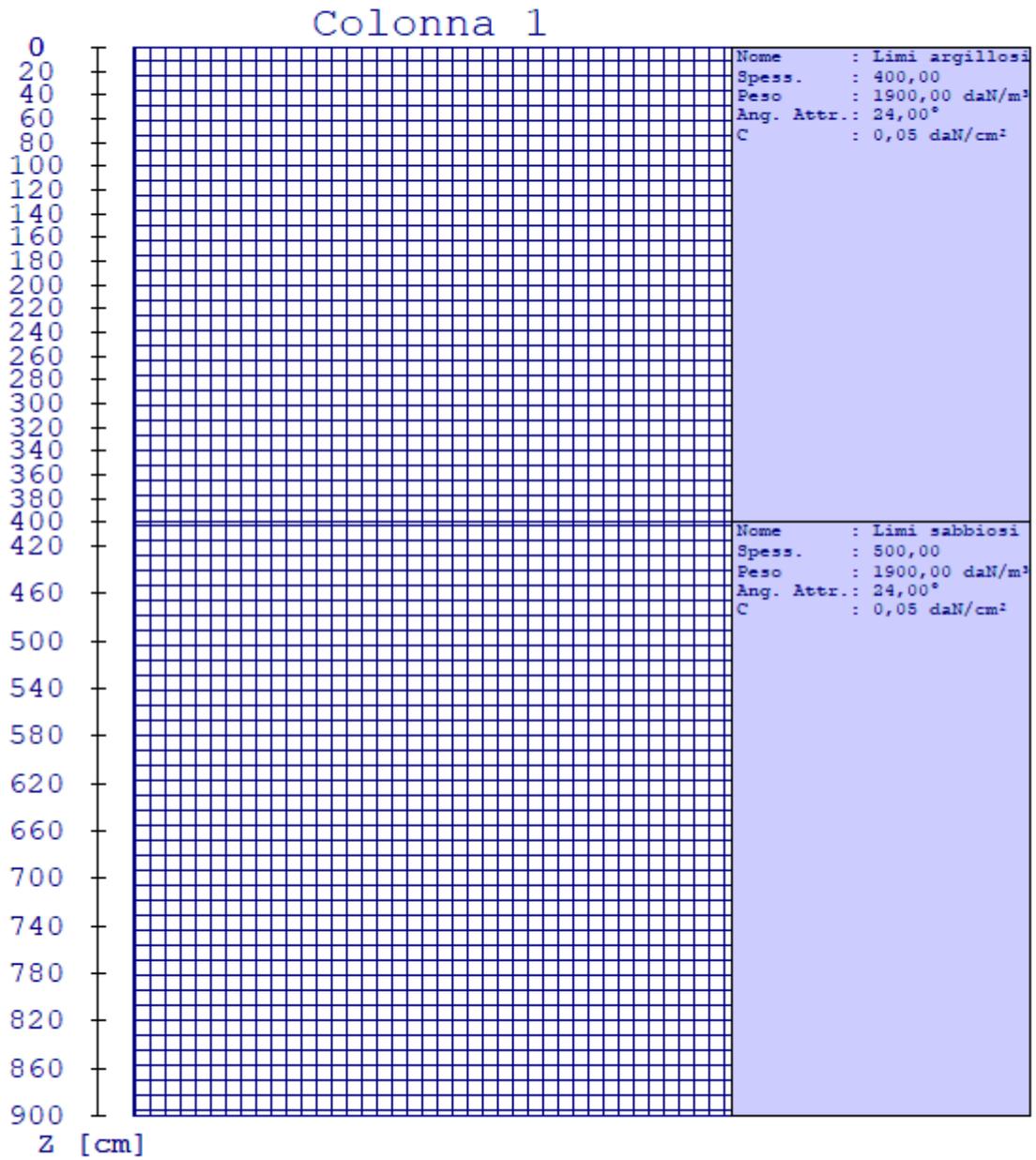
2	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
3	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
4	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
5	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
6	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
7	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
8	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
9	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
10	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
11	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	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;
$\phi$	: 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;
$\nu_t$	: Coefficiente di Poisson;
$E_{ed}$	: Modulo Edometrico;
OCR	: Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OC R
<b>Colonna 1</b>	Limi argillosi	400,0	1900,0	1800,0	6	-	24,0	0,05	0,40	74,00	0,00	0,35	77,00	1,00
	Limi sabbiosi	500,0	1900,0	900,0	12	-	24,0	0,05	0,80	128,00	0,00	0,35	132,00	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 forniteci, 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  $k_o = 2,50 \text{ daN/cm}^3$ .

Le travi rovesce di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito di tipo BEAM vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali diffuse atte a simulare l'iterazione terreno-fondazione.

In pratica viene aggiunto alla matrice di rigidità elastica dell'asta il contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematici unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:

### **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.

$\gamma_1$  è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2$  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 Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>
27	1	1-2	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sq	S <sub>γ</sub>	Sc	Sq	S <sub>γ</sub>	Sc	Sq	S <sub>γ</sub>	Sc	Sq	S <sub>γ</sub>
27	1	1-2	1,18	1,16	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,17	1,15	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,18	1,16	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,17	1,15	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,17	1,15	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,19	1,17	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,19	1,17	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,09	1,08	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità														
			A1						A2					

Campata	Asta	Fili	Lt			Bt			Lt			Bt		
			Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy
27	1	1-2	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa														
Campata	Asta	Fili	A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
			Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna														
Campata	Asta	Fili	A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
			Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi														
Campata	Asta	Fili	A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
			Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy
27	1	1-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
27	1	1-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
28	2	4-1	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
29	3	2-3	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
30	4	5-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
31	5	6-3	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
32	6	4-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
33	7	7-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
34	8	5-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
35	9	8-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
36	10	9-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
37	11	7-8	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
38	12	10-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
39	13	8-9	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
40	14	11-9	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
41	15	10-11	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	

### Fattori di portanza Travi di fondazione. SLD

- Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
Asta : numerazione interna dell'asta;  
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
A1 : verifica della combinazione di carico A1;  
Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny	Nc	Nq	Ny
27	1	1-2	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-

33	7	7-4	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	19,32	9,60	5,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy	Sc	Sq	Sy
27	1	1-2	1,18	1,16	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,17	1,15	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,18	1,16	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,17	1,15	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,17	1,15	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,18	1,16	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,19	1,17	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,15	1,13	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,19	1,17	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,09	1,08	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy	Dc	Dq	Dy
27	1	1-2	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,37	1,29	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,32	1,25	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By	Bc	Bq	By
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy	Gc	Gq	Gy
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy
27	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy
27	1	1-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	4	5-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)										
			A1				A2			
			Lt							
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi
27	1	1-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
28	2	4-1	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
29	3	2-3	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-

30	4	5-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
31	5	6-3	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
32	6	4-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
33	7	7-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
34	8	5-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
35	9	8-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
36	10	9-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
37	11	7-8	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
38	12	10-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
39	13	8-9	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
40	14	11-9	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-
41	15	10-11	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-

### 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	$\gamma_{G1ns}$	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	$\gamma_{G2ns}$	1.5
VARIABILI	$\gamma_{Qi}$	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	$\gamma$	1.0

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  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.

### Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
 Asta : numerazione interna dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
 A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 B : larghezza piano di appoggio;  
 D : profondità del piano di posa;  
 X : ascissa di verifica;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Combinazione A1 - Lt						
			B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
27	1	1-2	140,00	110,00	0,00	2,58	1,23	2,10	V
28	2	4-1	120,00	110,00	352,29	2,63	1,23	2,14	V
29	3	2-3	140,00	110,00	377,17	2,58	1,23	2,10	V
30	4	5-2	120,00	110,00	352,29	2,63	0,80	3,29	V
31	5	6-3	120,00	110,00	352,60	2,63	1,23	2,14	V
32	6	4-5	120,00	110,00	0,00	2,59	0,86	3,01	V
33	7	7-4	120,00	110,00	0,00	2,65	0,93	2,85	V
34	8	5-6	120,00	110,00	397,17	2,59	0,86	3,01	V
35	9	8-5	120,00	110,00	0,00	2,65	0,54	4,91	V
36	10	9-6	120,00	110,00	0,00	2,65	0,93	2,85	V
37	11	7-8	120,00	110,00	0,00	2,59	0,93	2,78	V
38	12	10-7	140,00	110,00	0,00	2,60	1,37	1,90	V
39	13	8-9	120,00	110,00	397,17	2,59	0,93	2,78	V
40	14	11-9	140,00	110,00	0,00	2,60	1,37	1,90	V
41	15	10-11	140,00	110,00	0,00	2,40	1,37	1,75	V

### Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;  
 Asta : numerazione interna dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;  
 A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 B : larghezza piano di appoggio;  
 D : profondità del piano di posa;  
 X : ascissa di verifica;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Combinazione A1 - Lt						
			B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
27	1	1-2	140,00	110,00	0,00	2,58	1,31	1,97	V
28	2	4-1	120,00	110,00	352,29	2,63	1,31	2,01	V
29	3	2-3	140,00	110,00	377,17	2,58	1,31	1,97	V
30	4	5-2	120,00	110,00	352,29	2,63	0,66	3,98	V
31	5	6-3	120,00	110,00	352,60	2,63	1,31	2,01	V
32	6	4-5	120,00	110,00	0,00	2,59	0,92	2,82	V
33	7	7-4	120,00	110,00	332,29	2,65	0,92	2,88	V
34	8	5-6	120,00	110,00	397,17	2,59	0,92	2,82	V
35	9	8-5	120,00	110,00	0,00	2,65	0,46	5,76	V
36	10	9-6	120,00	110,00	332,29	2,65	0,92	2,88	V
37	11	7-8	120,00	110,00	0,00	2,59	0,82	3,16	V
38	12	10-7	140,00	110,00	0,00	2,60	1,40	1,86	V
39	13	8-9	120,00	110,00	397,17	2,59	0,82	3,16	V

<b>40</b>	14	11-9	140,00	110,00	0,00	2,60	1,40	1,86	V
<b>41</b>	15	10-11	140,00	110,00	0,00	2,39	1,40	1,71	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

### Travi di fondazione.

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta 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

Campa ta	As ta	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Max			Min			Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
					Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]				
<b>27</b>	1	1-2	Q. Perm.	377,2	-0,1129	-5,4444	-5,5572	-0,0985	-5,3539	-5,4524	0,1048	1,5087	14,40	V
<b>28</b>	2	4-1	Q. Perm.	352,9	-0,1129	-4,8738	-4,9867	-0,1060	-4,8353	-4,9413	0,0454	1,4114	31,11	V
<b>29</b>	3	2-3	Q. Perm.	377,2	-0,1129	-5,4444	-5,5573	-0,0985	-5,3539	-5,4524	0,1048	1,5087	14,39	V
<b>30</b>	4	5-2	Q. Perm.	352,3	-0,0985	-4,7931	-4,8916	-0,0543	-4,5448	-4,5992	0,2925	1,4092	4,82	V
<b>31</b>	5	6-3	Q. Perm.	352,9	-0,1129	-4,8740	-4,9869	-0,1060	-4,8354	-4,9415	0,0454	1,4114	31,09	V
<b>32</b>	6	4-5	Q. Perm.	397,2	-0,1060	-4,8512	-4,9572	-0,0543	-4,5530	-4,6073	0,3499	1,5887	4,54	V
<b>33</b>	7	7-4	Q. Perm.	332,3	-0,1127	-4,8641	-4,9768	-0,1060	-4,8270	-4,9330	0,0438	1,3292	30,35	V
<b>34</b>	8	5-6	Q. Perm.	397,2	-0,1060	-4,8512	-4,9573	-0,0543	-4,5530	-4,6073	0,3499	1,5887	4,54	V
<b>35</b>	9	8-5	Q. Perm.	337,3	-0,0617	-4,5826	-4,6442	-0,0543	-4,5417	-4,5960	0,0482	1,3492	27,96	V
<b>36</b>	10	9-6	Q. Perm.	332,3	-0,1127	-4,8641	-4,9768	-0,1060	-4,8270	-4,9330	0,0438	1,3292	30,37	V
<b>37</b>	11	7-8	Q. Perm.	397,2	-0,1127	-4,8898	-5,0025	-0,0617	-4,5954	-4,6571	0,3454	1,5888	4,60	V
<b>38</b>	12	10-7	Q. Perm.	355,5	-0,1338	-5,5644	-5,6982	-0,1127	-5,4333	-5,5460	0,1521	1,4221	9,35	V
<b>39</b>	13	8-9	Q. Perm.	397,2	-0,1127	-4,8898	-5,0026	-0,0617	-4,5954	-4,6571	0,3454	1,5888	4,60	V
<b>40</b>	14	11-9	Q. Perm.	355,5	-0,1338	-5,5644	-5,6982	-0,1127	-5,4333	-5,5460	0,1521	1,4221	9,35	V
<b>41</b>	15	10-11	Q. Perm.	0,0	-0,1338	-5,6868	-5,8206	-0,1338	-5,6868	-5,8206	0,0000	0,0000	-	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.

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

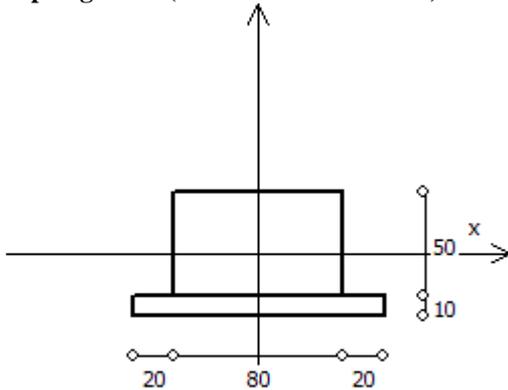
### Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

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

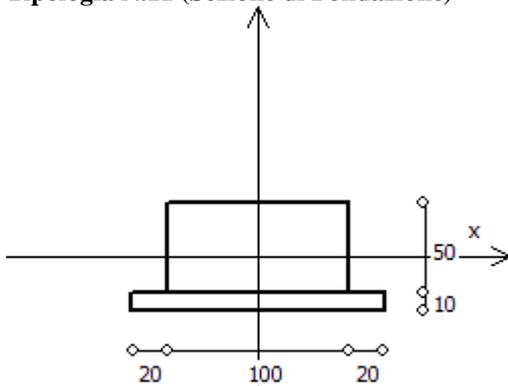
#### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

##### Tipologia N.5 (Sezione di Fondazione)



A	= 4000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 833333 cm <sup>4</sup>
Jy	= 2133333 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2027083 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 1000 daN/ml

##### Tipologia N.11 (Sezione di Fondazione)



A	= 5000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 1041667 cm <sup>4</sup>
Jy	= 4166667 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2860417 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1

Peso = 1250 daN/ml

**Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.**

- Asta : numerazione dell'asta;
- Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;
- Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;
- Nodo Finale : nodo finale dell'asta;
- SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;
- L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
- Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;
- KwN : modulo di Winkler normale;
- KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	1, 2	1	2	11	377,17	FOND.	5,00	2,50
2	4, 1	4	1	5	352,86	FOND.	5,00	2,50
3	2, 3	2	3	11	377,17	FOND.	5,00	2,50
4	5, 2	5	2	5	352,29	FOND.	5,00	2,50
5	6, 3	6	3	5	352,86	FOND.	5,00	2,50
6	4, 5	4	5	5	397,17	FOND.	5,00	2,50
7	7, 4	7	4	5	332,29	FOND.	5,00	2,50
8	5, 6	5	6	5	397,17	FOND.	5,00	2,50
9	8, 5	8	5	5	337,29	FOND.	5,00	2,50
10	9, 6	9	6	5	332,29	FOND.	5,00	2,50
11	7, 8	7	8	5	397,20	FOND.	5,00	2,50
12	10, 7	10	7	11	355,53	FOND.	5,00	2,50
13	8, 9	8	9	5	397,20	FOND.	5,00	2,50
14	11, 9	11	9	11	355,53	FOND.	5,00	2,50
15	10, 11	10	11	11	794,33	FOND.	5,00	2,50

**Tensioni sul Terreno.**

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

- Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.
- X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.
- Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.
- Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 34.I

Tensioni Terreno							
				SLU	SLE		
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Caratteristiche $\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Frequenti $\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Quasi Permanenti $\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	FOND.	1-2	0,00	1,23(2)	0,64(2)	0,57(4)	0,56(1)
			188,58	0,76(2)	0,54(2)	0,47(4)	0,47(1)
			377,17	0,80(2)	0,57(2)	0,49(4)	0,49(1)
2	FOND.	4-1	0,00	0,86(11)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)
			176,43	0,86(11)	0,54(1)	0,47(3)	0,47(1)
			352,86	1,23(11)	0,64(1)	0,57(3)	0,56(1)
3	FOND.	2-3	0,00	0,80(6)	0,57(1)	0,49(3)	0,49(1)
			188,58	0,76(6)	0,54(1)	0,47(3)	0,47(1)
			377,17	1,23(6)	0,64(1)	0,57(3)	0,56(1)
4	FOND.	5-2	0,00	0,51(2)	0,36(2)	0,27(4)	0,27(1)
			176,15	0,54(2)	0,39(2)	0,31(4)	0,31(1)
			352,29	0,80(2)	0,57(2)	0,49(4)	0,49(1)
5	FOND.	6-3	0,00	0,86(6)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)

			176,43	0,86(6)	0,54(1)	0,47(3)	0,47(1)
			352,86	1,23(6)	0,64(1)	0,57(3)	0,56(1)
<b>6</b>	FOND.	4-5	0,00	0,86(2)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)
			198,58	0,52(2)	0,37(1)	0,30(3)	0,30(1)
			397,17	0,51(2)	0,36(1)	0,27(3)	0,27(1)
<b>7</b>	FOND.	7-4	0,00	0,93(2)	0,67(1)	0,56(3)	0,56(1)
			166,15	0,87(2)	0,63(1)	0,53(3)	0,53(1)
			332,29	0,86(2)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)
<b>8</b>	FOND.	5-6	0,00	0,51(2)	0,36(1)	0,27(3)	0,27(1)
			198,58	0,52(2)	0,37(1)	0,30(3)	0,30(1)
			397,17	0,86(2)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)
<b>9</b>	FOND.	8-5	0,00	0,54(2)	0,38(1)	0,31(3)	0,31(1)
			168,65	0,47(2)	0,34(1)	0,26(3)	0,26(1)
			337,29	0,51(2)	0,36(1)	0,27(3)	0,27(1)
<b>10</b>	FOND.	9-6	0,00	0,93(2)	0,67(1)	0,56(3)	0,56(1)
			166,15	0,87(2)	0,63(1)	0,53(3)	0,53(1)
			332,29	0,86(2)	0,62(1)	0,53(3)	0,53(1)
<b>11</b>	FOND.	7-8	0,00	0,93(2)	0,67(2)	0,56(4)	0,56(1)
			198,60	0,56(2)	0,40(2)	0,34(4)	0,34(1)
			397,20	0,54(2)	0,38(2)	0,31(4)	0,31(1)
<b>12</b>	FOND.	10-7	0,00	1,37(3) *	0,81(2) *	0,67(4) *	0,67(1) *
			177,76	0,88(3)	0,64(2)	0,53(4)	0,53(1)
			355,53	0,93(3)	0,67(2)	0,56(4)	0,56(1)
<b>13</b>	FOND.	8-9	0,00	0,54(3)	0,38(2)	0,31(4)	0,31(1)
			198,60	0,56(3)	0,40(2)	0,34(4)	0,34(1)
			397,20	0,93(3)	0,67(2)	0,56(4)	0,56(1)
<b>14</b>	FOND.	11-9	0,00	1,37(3) *	0,81(2) *	0,67(4) *	0,67(1) *
			177,76	0,88(3)	0,64(2)	0,53(4)	0,53(1)
			355,53	0,93(3)	0,67(2)	0,56(4)	0,56(1)
<b>15</b>	FOND.	10-11	0,00	1,37(19) *	0,81(1) *	0,67(3) *	0,67(1) *
			397,17	0,13(19)	0,10(1)	0,08(3)	0,08(1)
			794,33	1,37(19) *	0,81(1) *	0,67(3) *	0,67(1) *

\* valore massimo.

### Descrizione del suolo di fondazione.

#### - 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
1	Colonna 1	Limi argillosi	Limi argillosi
		Limi sabbiosi	Limi sabbiosi

#### - 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]

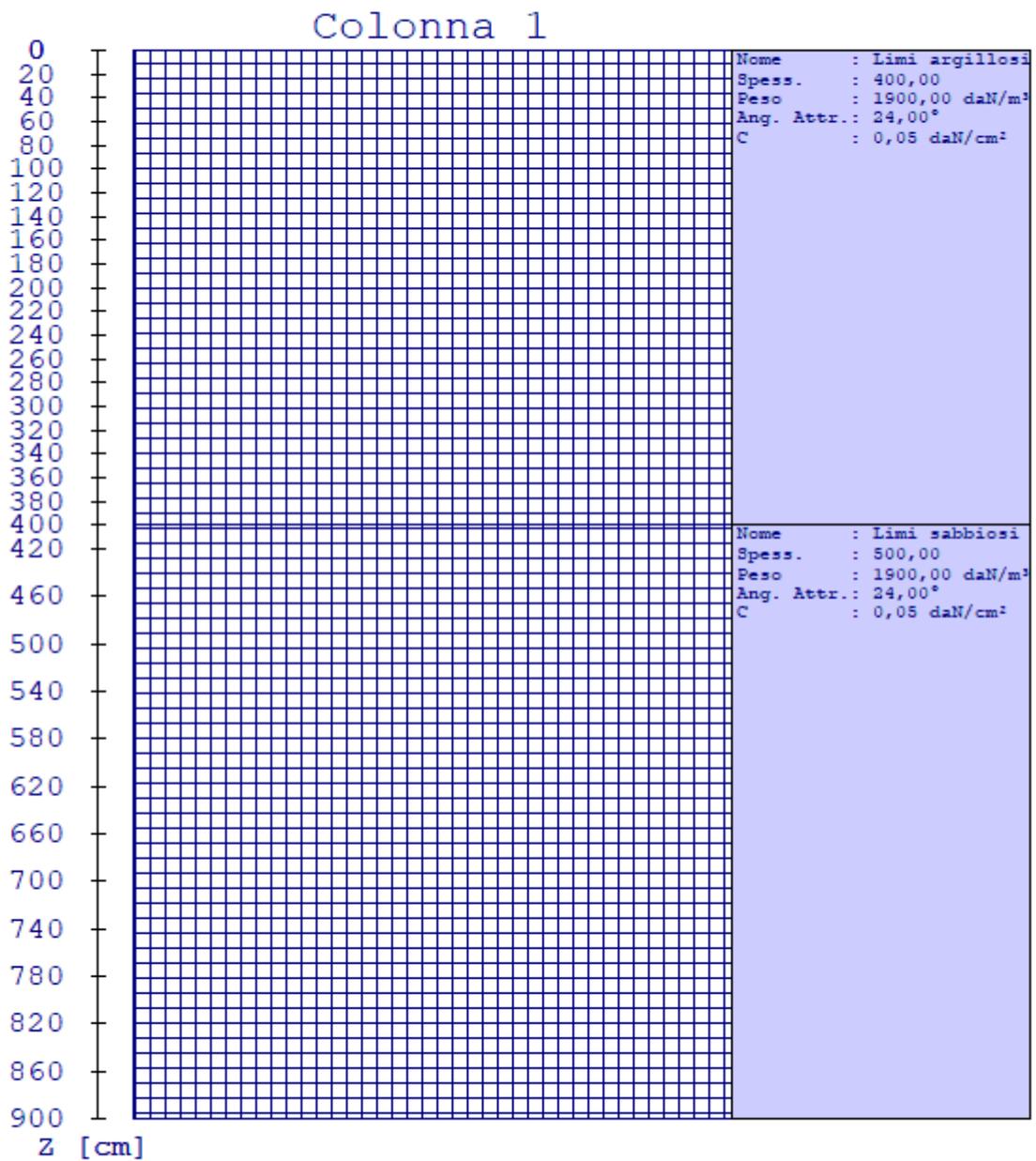
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
2	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
3	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
4	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
5	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
6	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
7	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
8	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
9	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
10	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
11	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	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;  
 $\phi$  : 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;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	E <sub>ed</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
<b>Colonna 1</b>	Limi argillosi	400,0	1900,0	1800,0	6	-	24,0	0,05	0,40	74,00	0,00	0,35	77,00	1,00
	Limi sabbiosi	500,0	1900,0	900,0	12	-	24,0	0,05	0,80	128,00	0,00	0,35	132,00	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

## Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018)

### Scelta del tipo di fondazioni.

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

### Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Travi di fondazione	Capacità portante SLU-SLV	1,75	4,91
	Capacità portante SLD	1,71	5,76
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	4,54	-

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica allegata per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

# RELAZIONE GEOTECNICA

## 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:

NUOVO CORPO DI FABBRICA AMPLIAMENTO DELLA PALESTRA (CORPO -2-)

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 allegata.

**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:**

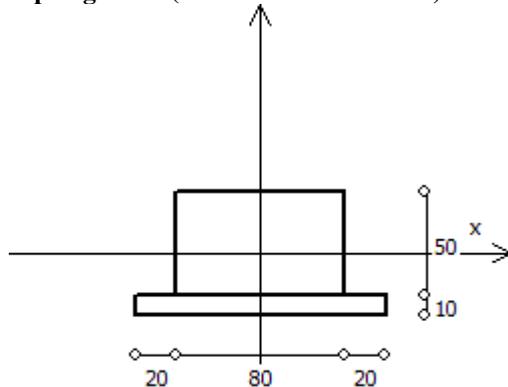
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da un reticolo di travi rovesce.

### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

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

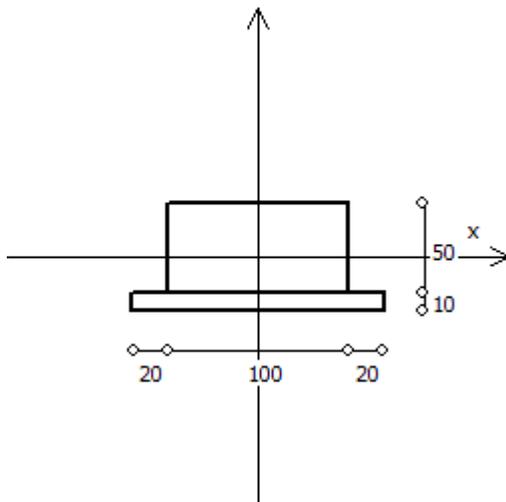
### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

#### Tipologia N.5 (Sezione di Fondazione)



A	= 4000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 833333 cm <sup>4</sup>
Jy	= 2133333 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2027083 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 1000 daN/ml

#### Tipologia N.16 (Sezione di Fondazione)



A = 5000 cm<sup>2</sup>  
 Jx = 1041667 cm<sup>4</sup>  
 Jy = 4166667 cm<sup>4</sup>  
 Jt = 2860417 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = Cls1  
 Peso = 1250 daN/ml

### Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

Asta : numerazione dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;  
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;  
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;  
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	1, 2	1	2	16	158,07	FOND.	5,00	2,50
2	1, 7	1	6	16	158,78	FOND.	5,00	2,50
3	2, 4	2	3	16	329,61	FOND.	5,00	2,50
4	4, 5	3	4	16	229,16	FOND.	5,00	2,50
5	11, 4	8	3	5	320,45	FOND.	5,00	2,50
6	5, 12	4	9	5	314,42	FOND.	5,00	2,50
7	6, 7	5	6	16	199,46	FOND.	5,00	2,50
8	13, 6	10	5	5	343,23	FOND.	5,00	2,50
9	7, 8	6	7	5	170,93	FOND.	5,00	2,50
10	8, 11	7	8	5	370,30	FOND.	5,00	2,50
11	8, 14	7	11	5	167,98	FOND.	5,00	2,50
12	11, 12	8	9	5	248,04	FOND.	5,00	2,50
13	12, 17	9	14	5	554,11	FOND.	5,00	2,50
14	13, 14	10	11	5	214,43	FOND.	5,00	2,50
15	15, 13	12	10	5	361,78	FOND.	5,00	2,50
16	14, 16	11	13	5	415,36	FOND.	5,00	2,50
17	16, 15	13	12	16	171,13	FOND.	5,00	2,50
18	17, 16	14	13	16	466,92	FOND.	5,00	2,50

## 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 presenta un'inclinazione media della superficie topografica  $\geq 15^\circ$ , caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T2. Nella valutazione del coefficiente di amplificazione topografica St si è fatto quindi riferimento ai valori riportati nelle N.T.C., in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento in oggetto.

### 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
1	Colonna 1	Limi argillosi	Limi argillosi
		Limi sabbiosi	Limi sabbiosi

#### - 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
------	---------	-----------	-------	---------------------	----------------------	------------	-----

1	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
2	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
4	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
5	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
6	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
7	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
8	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
11	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
12	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
13	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
14	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
15	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
16	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
17	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-

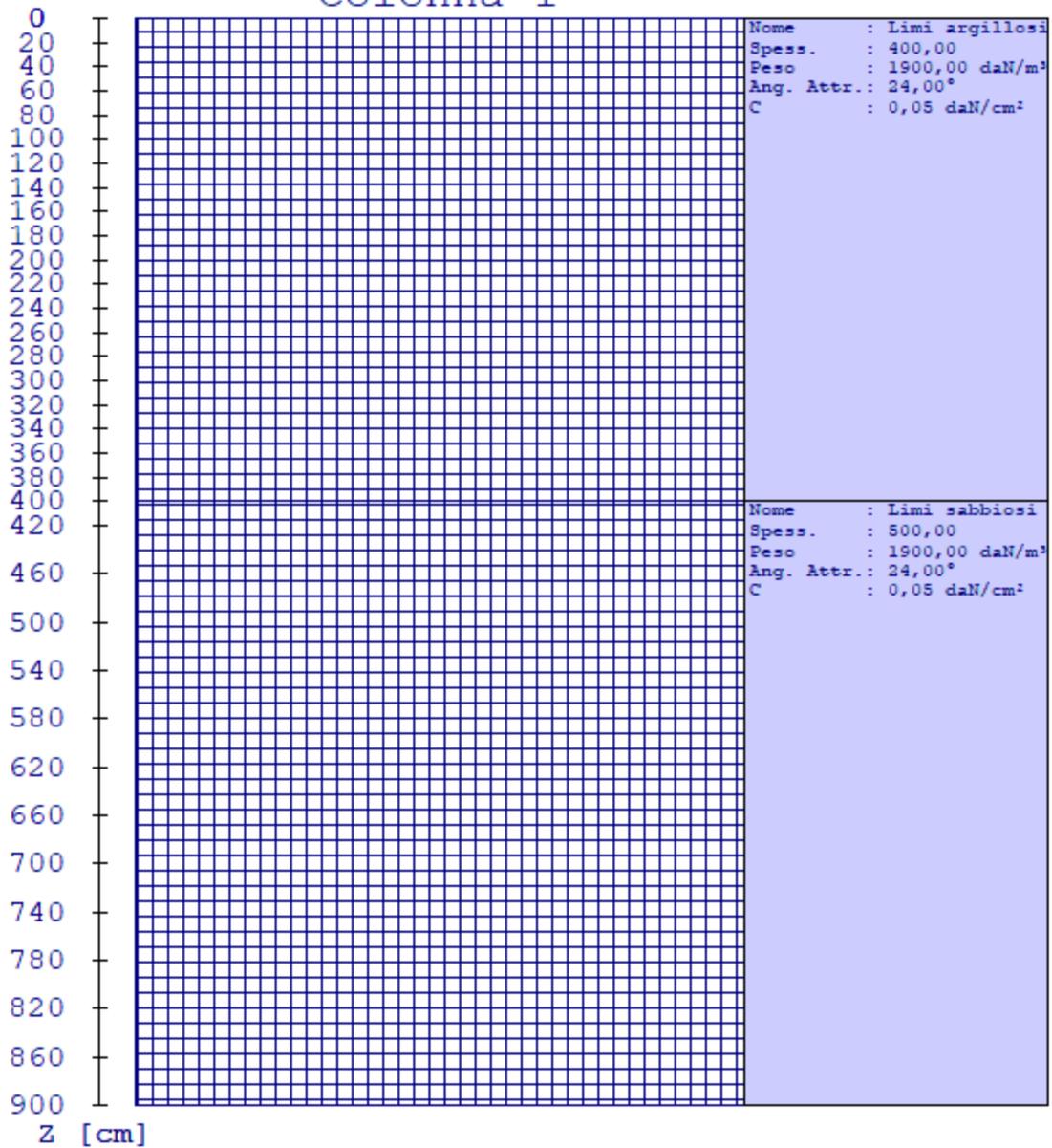
### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

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;
$\phi$	: 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;
$\nu_t$	: Coefficiente di Poisson;
$E_{ed}$	: Modulo Edometrico;
OCR	: Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OC R
Colonna 1	Limi argillosi	400,0	1900,0	1800,0	6	-	24,0	0,05	0,40	74,00	0,00	0,35	77,00	1,00
	Limi sabbiosi	500,0	1900,0	900,0	12	-	24,0	0,05	0,80	128,00	0,00	0,35	132,00	1,00

- Sezioni Geologiche:

### Colonna 1



## - 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 fornitici, 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  $k_o = 2,50 \text{ daN/cm}^3$ .

Le travi rovesce di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito di tipo BEAM vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali diffuse atte a simulare l'interazione terreno-fondazione.

In pratica viene aggiunto alla matrice di rigidezza elastica dell'asta il contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematici unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:

### **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;





53	18	17-16	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----	----	-------	------	------	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fattori di inclinazione dei carichi														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy	Ic	Iq	Iy
36	1	1-2	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	2	1-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	3	2-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	4	4-5	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	5	11-4	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	6	5-12	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	7	6-7	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	8	13-6	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	9	7-8	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	10	8-11	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	11	8-14	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	12	11-12	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	13	12-17	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	14	13-14	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	15	15-13	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	16	14-16	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	17	16-15	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	18	17-16	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy	Zc	Zq	Zy
36	1	1-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	2	1-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	3	2-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	4	4-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	5	11-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	6	5-12	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	7	6-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	8	13-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	9	7-8	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	10	8-11	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	11	8-14	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	12	11-12	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	13	12-17	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	14	13-14	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	15	15-13	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	16	14-16	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	17	16-15	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	18	17-16	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
36	1	1-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
37	2	1-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
38	3	2-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
39	4	4-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
40	5	11-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
41	6	5-12	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
42	7	6-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
43	8	13-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
44	9	7-8	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
45	10	8-11	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
46	11	8-14	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
47	12	11-12	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
48	13	12-17	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
49	14	13-14	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
50	15	15-13	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
51	16	14-16	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
52	17	16-15	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
53	18	17-16	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	





46	11	8-14	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	12	11-12	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	13	12-17	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	14	13-14	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	15	15-13	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	16	14-16	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	17	16-15	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	18	17-16	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ
36	1	1-2	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	2	1-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	3	2-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	4	4-5	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	5	11-4	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	6	5-12	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	7	6-7	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	8	13-6	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	9	7-8	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	10	8-11	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	11	8-14	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	12	11-12	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	13	12-17	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
49	14	13-14	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	15	15-13	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	16	14-16	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	17	16-15	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	18	17-16	0,97	0,92	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
36	1	1-2	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
37	2	1-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
38	3	2-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
39	4	4-5	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
40	5	11-4	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
41	6	5-12	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
42	7	6-7	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
43	8	13-6	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
44	9	7-8	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
45	10	8-11	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
46	11	8-14	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
47	12	11-12	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
48	13	12-17	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
49	14	13-14	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
50	15	15-13	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
51	16	14-16	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
52	17	16-15	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	
53	18	17-16	0,61	0,31	-	-	-	-	-	-	

### 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	$\gamma_{G1ns}$	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	$\gamma_{G2ns}$	1.5
VARIABILI	$\gamma_{Qi}$	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	$\gamma$	1.0

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  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.

### Travi di fondazione. SLU-SLV

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;

A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;

B : larghezza piano di appoggio;

D : profondità del piano di posa;

X : ascissa di verifica;

qlimd : carico limite di calcolo;

$\sigma$  : tensione di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Combinazione A1 - Lt						
			B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
36	1	1-2	140,00	110,00	0,00	3,08	1,34	2,30	V
37	2	1-7	140,00	110,00	0,00	3,07	1,34	2,29	V
38	3	2-4	140,00	110,00	0,00	2,63	0,97	2,71	V
39	4	4-5	140,00	110,00	227,79	2,81	1,24	2,27	V
40	5	11-4	120,00	110,00	320,14	2,67	0,90	2,97	V
41	6	5-12	120,00	110,00	0,00	2,67	1,24	2,15	V
42	7	6-7	140,00	110,00	0,00	2,90	0,97	2,99	V
43	8	13-6	120,00	110,00	343,23	2,64	0,97	2,72	V
44	9	7-8	120,00	110,00	0,00	2,99	0,84	3,56	V
45	10	8-11	120,00	110,00	369,98	2,62	0,83	3,16	V
46	11	8-14	120,00	110,00	21,06	3,00	0,72	4,17	V
47	12	11-12	120,00	110,00	0,00	2,78	0,83	3,35	V
48	13	12-17	120,00	110,00	554,11	2,51	1,10	2,28	V
49	14	13-14	120,00	110,00	174,44	2,97	0,49	6,06	V
50	15	15-13	120,00	110,00	0,00	2,62	1,13	2,32	V
51	16	14-16	120,00	110,00	414,01	2,58	0,85	3,04	V
52	17	16-15	140,00	110,00	171,13	3,00	1,13	2,65	V
53	18	17-16	140,00	110,00	0,00	2,51	1,10	2,28	V

### Travi di fondazione. SLD

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

A1 - Bt : verifica della combinazione di carico A1 a breve termine;

A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;

B : larghezza piano di appoggio;

D : profondità del piano di posa;

X : ascissa di verifica;

qlimd : carico limite di calcolo;

$\sigma$  : tensione di calcolo;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Combinazione A1 - Lt						
			B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
36	1	1-2	140,00	110,00	0,00	3,08	1,34	2,30	V
37	2	1-7	140,00	110,00	0,00	3,07	1,34	2,29	V
38	3	2-4	140,00	110,00	0,00	2,63	1,01	2,60	V
39	4	4-5	140,00	110,00	227,79	2,81	1,28	2,20	V
40	5	11-4	120,00	110,00	320,14	2,66	0,96	2,77	V
41	6	5-12	120,00	110,00	0,00	2,67	1,28	2,09	V
42	7	6-7	140,00	110,00	0,00	2,90	1,02	2,84	V
43	8	13-6	120,00	110,00	343,23	2,64	1,02	2,59	V
44	9	7-8	120,00	110,00	0,00	2,99	0,76	3,93	V
45	10	8-11	120,00	110,00	369,98	2,62	0,82	3,20	V
46	11	8-14	120,00	110,00	21,06	3,00	0,68	4,41	V

47	12	11-12	120,00	110,00	0,00	2,77	0,82	3,38	V
48	13	12-17	120,00	110,00	554,11	2,51	1,18	2,13	V
49	14	13-14	120,00	110,00	0,00	2,97	0,51	5,82	V
50	15	15-13	120,00	110,00	0,00	2,62	1,11	2,36	V
51	16	14-16	120,00	110,00	414,01	2,58	0,69	3,74	V
52	17	16-15	140,00	110,00	171,13	3,00	1,11	2,70	V
53	18	17-16	140,00	110,00	0,00	2,51	1,18	2,13	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

### Travi di fondazione.

Campata : campata alla quale appartengono le aste riportate;

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;

Comb. : tipo inviluppo;

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

Campa ta	As ta	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Max			Min			Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
					Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]				
36	1	1-2	Q. Perm.	158,1	-0,1130	-5,2632	-5,3762	-0,1002	-5,2030	-5,3032	0,0730	0,6323	8,66	V
37	2	1-7	Q. Perm.	158,8	-0,1130	-5,2674	-5,3804	-0,1027	-5,2186	-5,3213	0,0591	0,6351	10,75	V
38	3	2-4	Q. Perm.	329,6	-0,1002	-5,3431	-5,4433	-0,0973	-5,3260	-5,4233	0,0199	1,3184	66,10	V
39	4	4-5	Q. Perm.	229,2	-0,1023	-5,2896	-5,3920	-0,0973	-5,2626	-5,3600	0,0320	0,9166	28,65	V
40	5	11-4	Q. Perm.	320,4	-0,0980	-4,7778	-4,8759	-0,0973	-4,7740	-4,8714	0,0045	1,2818	285,00	V
41	6	5-12	Q. Perm.	314,4	-0,1023	-4,7987	-4,9010	-0,0995	-4,7835	-4,8830	0,0180	1,2577	69,88	V
42	7	6-7	Q. Perm.	199,5	-0,1027	-5,2652	-5,3679	-0,0959	-5,2303	-5,3262	0,0417	0,7979	19,14	V
43	8	13-6	Q. Perm.	343,2	-0,0959	-4,7753	-4,8713	-0,0563	-4,5537	-4,6100	0,2613	1,3729	5,25	V
44	9	7-8	Q. Perm.	170,9	-0,1027	-4,7001	-4,8028	-0,0856	-4,6233	-4,7089	0,0939	0,6837	7,28	V
45	10	8-11	Q. Perm.	370,3	-0,0980	-4,7966	-4,8947	-0,0856	-4,7257	-4,8113	0,0834	1,4812	17,77	V
46	11	8-14	Q. Perm.	168,0	-0,0856	-4,6211	-4,7067	-0,0481	-4,4540	-4,5020	0,2046	0,6719	3,28	V
47	12	11-12	Q. Perm.	248,0	-0,0995	-4,7482	-4,8478	-0,0980	-4,7406	-4,8386	0,0091	0,9922	108,63	V
48	13	12-17	Q. Perm.	554,1	-0,1340	-5,0592	-5,1931	-0,0995	-4,8485	-4,9480	0,2451	2,2164	9,04	V
49	14	13-14	Q. Perm.	214,4	-0,0563	-4,4939	-4,5502	-0,0481	-4,4569	-4,5050	0,0452	0,8577	19,00	V
50	15	15-13	Q. Perm.	361,8	-0,0967	-4,7859	-4,8825	-0,0563	-4,5575	-4,6138	0,2687	1,4471	5,38	V
51	16	14-16	Q. Perm.	415,4	-0,1014	-4,8297	-4,9312	-0,0481	-4,5193	-4,5674	0,3638	1,6614	4,57	V
52	17	16-15	Q. Perm.	171,1	-0,1014	-5,2278	-5,3292	-0,0967	-5,2045	-5,3012	0,0280	0,6845	24,42	V
53	18	17-16	Q. Perm.	466,9	-0,1340	-5,6166	-5,7506	-0,1014	-5,4020	-5,5035	0,2471	1,8677	7,56	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.

## RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

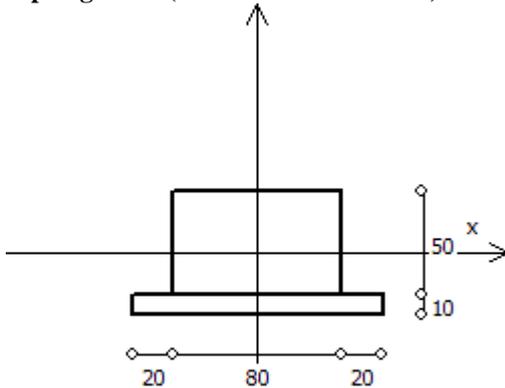
### Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

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

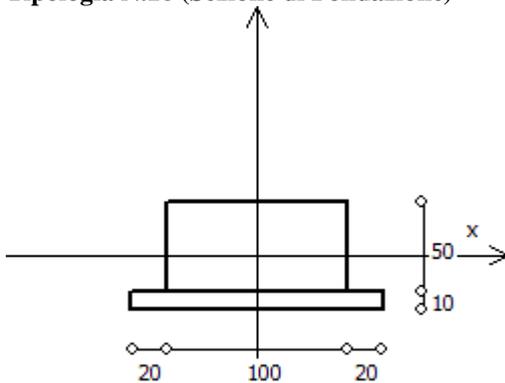
#### Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

##### Tipologia N.5 (Sezione di Fondazione)



A	= 4000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 833333 cm <sup>4</sup>
Jy	= 2133333 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2027083 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 1000 daN/ml

##### Tipologia N.16 (Sezione di Fondazione)



A	= 5000 cm <sup>2</sup>
Jx	= 1041667 cm <sup>4</sup>
Jy	= 4166667 cm <sup>4</sup>
Jt	= 2860417 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Cls1
Peso	= 1250 daN/ml

**Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.**

Asta : numerazione dell'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;  
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;  
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;  
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	1, 2	1	2	16	158,07	FOND.	5,00	2,50
2	1, 7	1	6	16	158,78	FOND.	5,00	2,50
3	2, 4	2	3	16	329,61	FOND.	5,00	2,50
4	4, 5	3	4	16	229,16	FOND.	5,00	2,50
5	11, 4	8	3	5	320,45	FOND.	5,00	2,50
6	5, 12	4	9	5	314,42	FOND.	5,00	2,50
7	6, 7	5	6	16	199,46	FOND.	5,00	2,50
8	13, 6	10	5	5	343,23	FOND.	5,00	2,50
9	7, 8	6	7	5	170,93	FOND.	5,00	2,50
10	8, 11	7	8	5	370,30	FOND.	5,00	2,50
11	8, 14	7	11	5	167,98	FOND.	5,00	2,50
12	11, 12	8	9	5	248,04	FOND.	5,00	2,50
13	12, 17	9	14	5	554,11	FOND.	5,00	2,50
14	13, 14	10	11	5	214,43	FOND.	5,00	2,50
15	15, 13	12	10	5	361,78	FOND.	5,00	2,50
16	14, 16	11	13	5	415,36	FOND.	5,00	2,50
17	16, 15	13	12	16	171,13	FOND.	5,00	2,50
18	17, 16	14	13	16	466,92	FOND.	5,00	2,50

## Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.

X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.

Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 68.I

Tensioni Terreno							
				SLU	SLE		
					Caratteristi che	Frequenti	Quasi Permanenti
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_T$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	FOND.	1-2	0,00	1,34(16) *	0,66(1)	0,56(1)	0,56(1)
			79,04	1,14(16)	0,62(1)	0,53(1)	0,53(1)
			158,07	0,97(16)	0,59(1)	0,50(1)	0,50(1)
2	FOND.	1-7	0,00	1,34(1) *	0,66(1)	0,56(1)	0,56(1)
			79,39	1,01(1)	0,63(1)	0,54(1)	0,54(1)
			158,78	0,84(1)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)
3	FOND.	2-4	0,00	0,97(6)	0,59(1)	0,50(1)	0,50(1)
			164,81	0,77(6)	0,53(1)	0,45(1)	0,45(1)
			329,61	0,90(6)	0,58(1)	0,49(1)	0,49(1)
4	FOND.	4-5	0,00	0,90(7)	0,58(1)	0,49(1)	0,49(1)
			114,58	1,06(7)	0,58(1)	0,49(1)	0,49(1)
			229,16	1,24(7)	0,59(1)	0,51(1)	0,51(1)
5	FOND.	11-4	0,00	0,83(6)	0,60(1)	0,49(1)	0,49(1)
			160,22	0,75(6)	0,54(1)	0,44(1)	0,44(1)
			320,45	0,90(6)	0,58(1)	0,49(1)	0,49(1)
6	FOND.	5-12	0,00	1,24(1)	0,59(1)	0,51(1)	0,51(1)
			157,21	0,83(1)	0,57(1)	0,48(1)	0,48(1)
			314,42	0,82(1)	0,59(1)	0,50(1)	0,50(1)
7	FOND.	6-7	0,00	0,97(1)	0,56(1)	0,48(1)	0,48(1)
			99,73	0,82(1)	0,58(1)	0,49(1)	0,49(1)
			199,46	0,84(1)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)
8	FOND.	13-6	0,00	0,47(17)	0,33(1)	0,28(1)	0,28(1)
			171,62	0,56(17)	0,40(1)	0,34(1)	0,34(1)
			343,23	0,97(17)	0,56(1)	0,48(1)	0,48(1)
9	FOND.	7-8	0,00	0,84(20)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)
			85,46	0,78(20)	0,57(1)	0,48(1)	0,48(1)
			170,93	0,71(20)	0,51(1)	0,43(1)	0,43(1)
10	FOND.	8-11	0,00	0,71(1)	0,51(1)	0,43(1)	0,43(1)
			185,15	0,67(1)	0,48(1)	0,39(1)	0,39(1)
			370,30	0,83(1)	0,60(1)	0,49(1)	0,49(1)
11	FOND.	8-14	0,00	0,71(20)	0,51(1)	0,43(1)	0,43(1)
			83,99	0,65(20)	0,40(1)	0,33(1)	0,33(1)
			167,98	0,49(20)	0,29(1)	0,24(1)	0,24(1)
12	FOND.	11-12	0,00	0,83(1)	0,60(1)	0,49(1)	0,49(1)
			124,02	0,80(1)	0,58(1)	0,48(1)	0,48(1)
			248,04	0,82(1)	0,59(1)	0,50(1)	0,50(1)
13	FOND.	12-17	0,00	0,82(1)	0,59(1)	0,50(1)	0,50(1)
			277,06	0,53(1)	0,38(1)	0,33(1)	0,33(1)
			554,11	1,10(1)	0,79(1) *	0,67(1) *	0,67(1) *
14	FOND.	13-14	0,00	0,47(20)	0,33(1)	0,28(1)	0,28(1)
			107,22	0,42(20)	0,31(1)	0,26(1)	0,26(1)
			214,43	0,49(20)	0,29(1)	0,24(1)	0,24(1)
15	FOND.	15-13	0,00	1,13(13)	0,58(1)	0,48(1)	0,48(1)
			180,89	0,60(13)	0,34(1)	0,29(1)	0,29(1)
			361,78	0,47(13)	0,33(1)	0,28(1)	0,28(1)
16	FOND.	14-16	0,00	0,49(1)	0,29(1)	0,24(1)	0,24(1)
			207,68	0,37(1)	0,27(1)	0,22(1)	0,22(1)
			415,36	0,85(1)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)
17	FOND.	16-15	0,00	0,85(11)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)
			85,57	0,84(11)	0,61(1)	0,50(1)	0,50(1)
			171,13	1,13(11)	0,58(1)	0,48(1)	0,48(1)
18	FOND.	17-16	0,00	1,10(1)	0,79(1) *	0,67(1) *	0,67(1) *
			233,46	0,67(1)	0,48(1)	0,40(1)	0,40(1)
			466,92	0,85(1)	0,61(1)	0,51(1)	0,51(1)

\* valore massimo.

### Descrizione del suolo di fondazione.

#### - 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
1	Colonna 1	Limi argillosi	Limi argillosi
		Limi sabbiosi	Limi sabbiosi

#### - 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
1	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
2	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
4	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
5	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
6	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
7	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
8	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
11	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
12	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
13	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
14	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
15	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
16	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-
17	Colonna 1	FOND.	Non Presente	-	-50,00	2	-

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

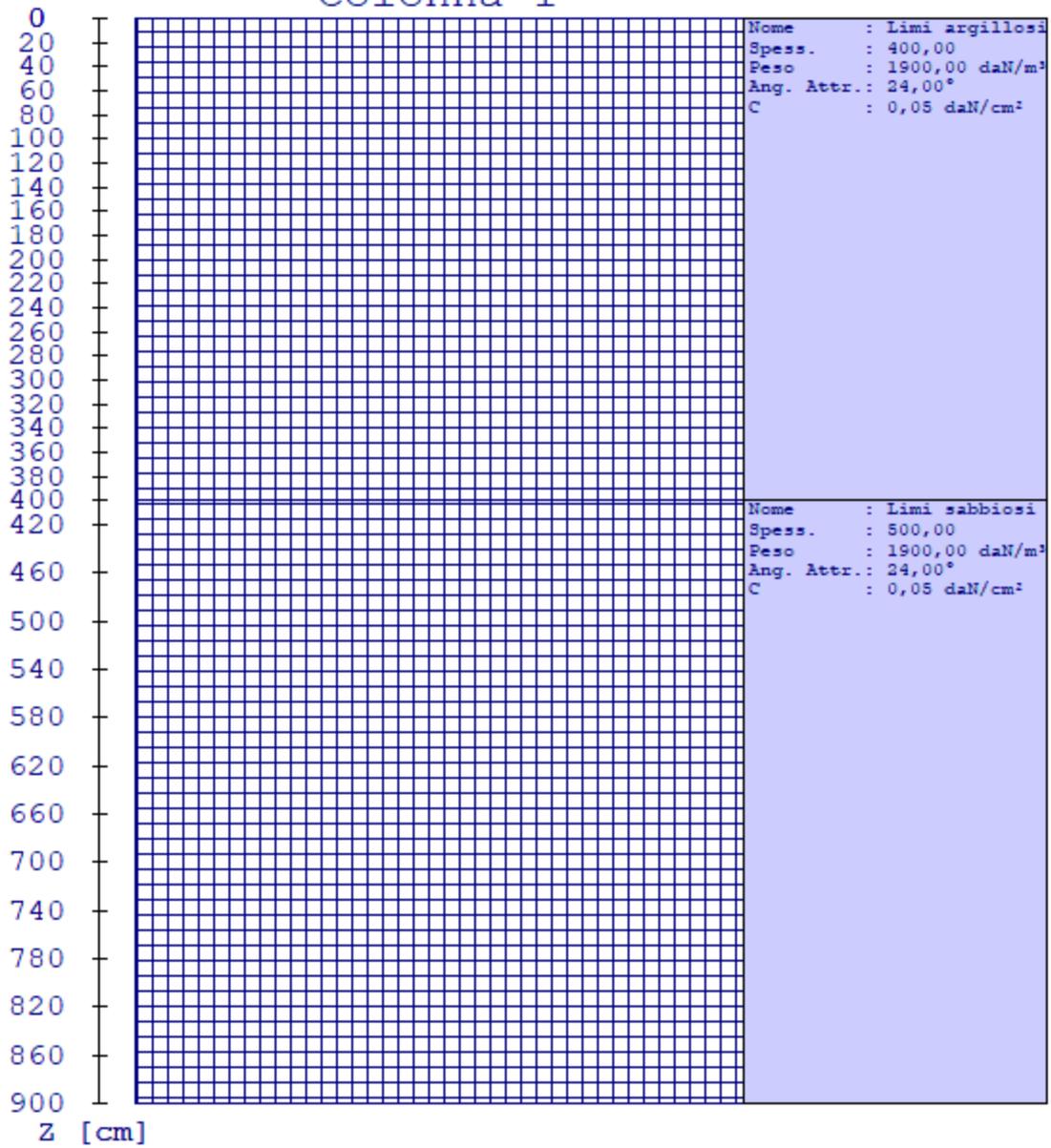
Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
Spess. : Spessore dello strato;  
Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;

**Qc** : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 **$\phi$**  : 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;  
 **$\nu_t$**  : Coefficiente di Poisson;  
 **$E_{ed}$**  : Modulo Edometrico;  
**OCR** : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSP T	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OC R
<b>Colonna 1</b>	Limi argillosi	400,0	1900,0	1800,0	6	-	24,0	0,05	0,40	74,00	0,00	0,35	77,00	1,00
	Limi sabbiosi	500,0	1900,0	900,0	12	-	24,0	0,05	0,80	128,00	0,00	0,35	132,00	1,00

- Sezioni Geologiche:

### Colonna 1



## - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

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

## Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018)

### Scelta del tipo di fondazioni.

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

### Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Travi di fondazione	Capacità portante SLU-SLV	2,15	6,06
	Capacità portante SLD	2,09	5,82
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	3,28	285,00

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica allegata per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.