



Comune di
STORNARA

BANDO PUBBLICO

APQ "Benessere e Salute" - FSC 2007 – 2013 (Del. CIPE n. 72 – 92/2012)
Piano di Investimenti per infrastrutture sociali e sociosanitarie.



PROGETTO ESECUTIVO

"L'ALBERO DELLA VITA".
REALIZZAZIONE DI UNA RESIDENZA
SOCIO-SANITARIA ASSISTENZIALE E DI UN CENTRO DIURNO INTEGRATO PER IL
SUPPORTO COGNITIVO E COMPORTAMENTALE AI SOGGETTI AFFETTI DA
DEMENTIA (ART. 66 E ART. 60 TER REG. R. N. 4/2007)

TAVOLA:

R03

TITOLO ELABORATO

Strutture: Relazione geotecnica e sulle fondazioni

SCALA:

Rev.	Data	Note	

PROGETTISTA U.T.C.: Arch. Michele De Cotiis

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Salvatore Pizzi

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

(Blocco 1)

6 RELAZIONE GEOTECNICA

6.1 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:

R.S.S.A. blocco 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 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:

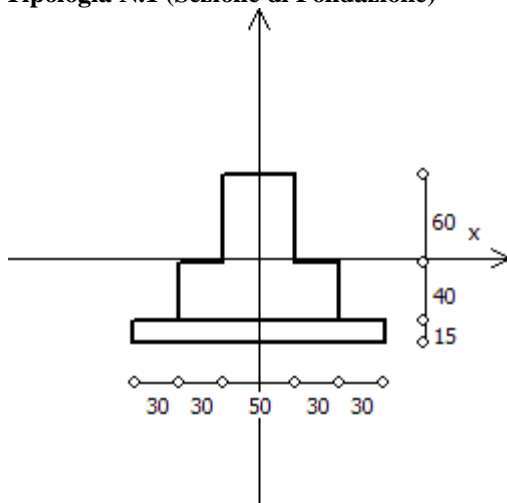
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da un reticolo di travi rovesce.

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.

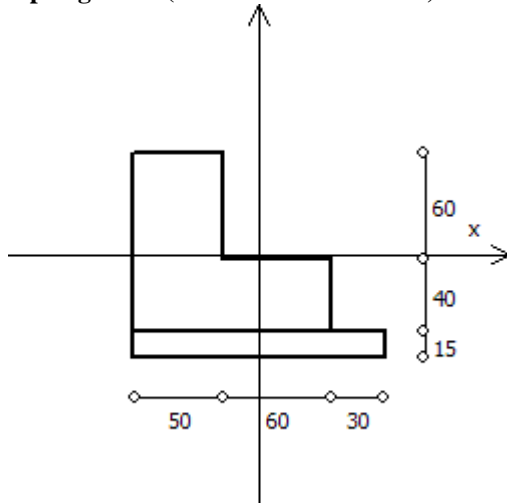
Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



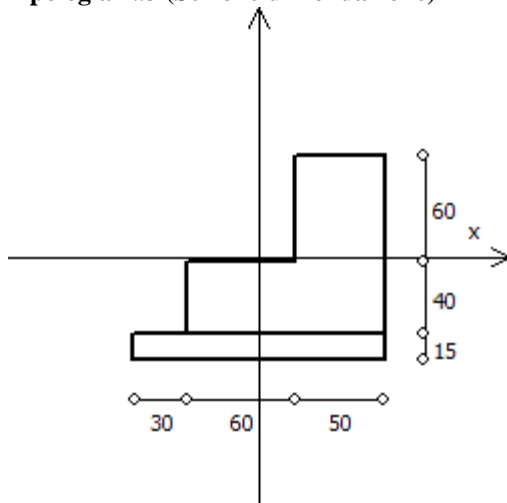
A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 5061667 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.2 (Sezione di Fondazione)



A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 6667072 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.3 (Sezione di Fondazione)



A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 6667072 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

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

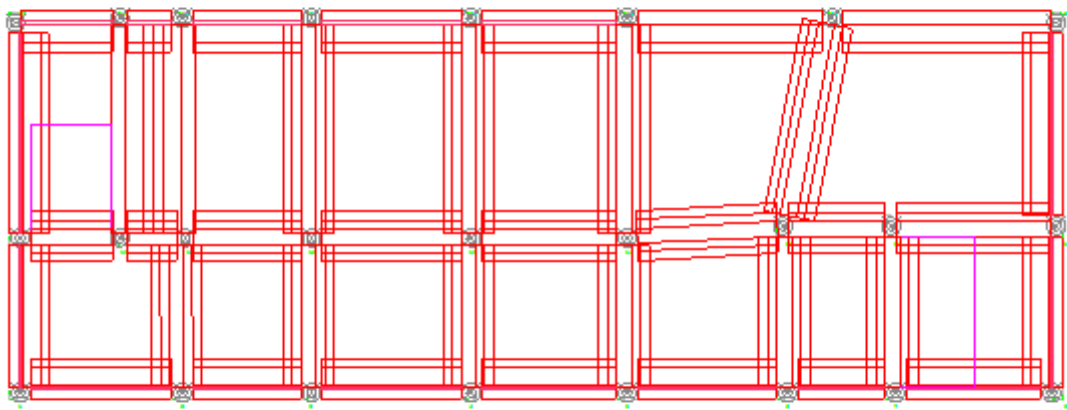
Asta	: numerazione dell'asta;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene l'asta;
Nodo Iniziale	: nodo iniziale dell'asta;
Nodo Finale	: nodo finale dell'asta;
SEZIONE	: sezione trasversale associata all'asta;

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 ³]	KwT [daN/cm ³]
1	1, 2	1	2	3	546.00	Fond.	5.00	2.50
2	1, 9	1	9	2	520.00	Fond.	5.00	2.50
3	2, 3	2	3	3	435.00	Fond.	5.00	2.50
4	2, 11	2	11	1	520.10	Fond.	5.00	2.50
5	3, 4	3	4	3	537.00	Fond.	5.00	2.50
6	3, 12	3	12	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
7	4, 5	4	5	3	524.00	Fond.	5.00	2.50
8	4, 13	4	13	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
9	5, 6	5	6	3	539.00	Fond.	5.00	2.50
10	5, 14	5	14	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
11	6, 7	6	7	3	364.00	Fond.	5.00	2.50
12	6, 15	6	15	1	562.20	Fond.	5.00	2.50
13	7, 8	7	8	3	526.00	Fond.	5.00	2.50
14	7, 16	7	16	1	562.20	Fond.	5.00	2.50
15	8, 17	8	17	3	562.20	Fond.	5.00	2.50
16	9, 10	9	10	1	336.00	Fond.	5.00	2.50
17	9, 18	9	18	2	725.16	Fond.	5.00	2.50
18	10, 11	10	11	1	220.00	Fond.	5.00	2.50
19	10, 19	10	19	2	740.00	Fond.	5.00	2.50
20	11, 12	11	12	1	425.00	Fond.	5.00	2.50
21	11, 20	11	20	3	740.07	Fond.	5.00	2.50
22	12, 13	12	13	1	537.00	Fond.	5.00	2.50
23	12, 21	12	21	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
24	13, 14	13	14	1	524.00	Fond.	5.00	2.50
25	13, 22	13	22	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
26	14, 15	14	15	1	525.68	Fond.	5.00	2.50
27	14, 23	14	23	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
28	15, 16	15	16	1	364.00	Fond.	5.00	2.50
29	15, 24	15	24	1	717.24	Fond.	5.00	2.50
30	16, 17	16	17	1	556.00	Fond.	5.00	2.50
31	17, 25	17	25	3	683.00	Fond.	5.00	2.50
32	18, 19	18	19	2	351.32	Fond.	5.00	2.50
33	19, 20	19	20	2	210.00	Fond.	5.00	2.50
34	20, 21	20	21	2	435.00	Fond.	5.00	2.50
35	21, 22	21	22	2	537.00	Fond.	5.00	2.50
36	22, 23	22	23	2	524.00	Fond.	5.00	2.50
37	23, 24	23	24	2	689.00	Fond.	5.00	2.50
38	24, 25	24	25	2	755.15	Fond.	5.00	2.50

Piante fondazioni.

Fond.



6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (DM 14/01/2008 CAP. 6 e CIRCOLARE 617/2009 punto C6.2.2.5)

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
1	Sorn_N-E	terr. copertura	terreno di copertura
		sub. sab-ghiaia	Substrato sabbioso - ghiaioso: ciottoli e ghiaia immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, avana giallastra

- 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	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
2	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
3	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
4	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
5	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
6	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
7	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
8	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
9	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
10	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
11	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
12	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
13	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
14	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
15	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
16	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
17	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
18	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
19	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
20	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
21	Sorn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-

22	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
23	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
24	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
25	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-

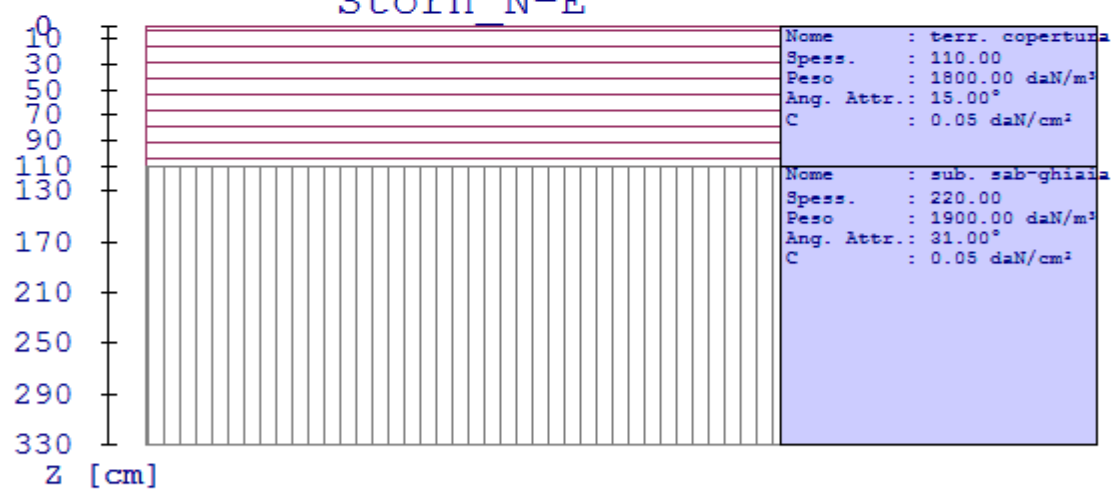
Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

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]	OC R
Storn_N-E	terr. copertura	110.0	1800.0	800.0	5	-	15.0	0.05	0.30	163.15	401.64	0.35	36.00	0.00
	sub. sab-ghiaia	220.0	1900.0	900.0	55	-	31.0	0.05	1.94	530.24	2484.81	0.35	350.00	1.00

- Sezioni Geologiche:

Storn N-E



- 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 cinematismi 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 (SLU).

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste 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;

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

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 EQU: L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. La verifica a ribaltamento consiste nel valutare l'eventuale perdita di equilibrio della struttura, considerata come corpo rigido, determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

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;

189	20	11-12	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	21	11-20	1.44	1.31	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	22	12-13	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	23	12-21	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193	24	13-14	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	25	13-22	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	26	14-15	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	27	14-23	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
197	28	15-16	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
198	29	15-24	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
199	30	16-17	1.37	1.26	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	31	17-25	1.44	1.31	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	32	18-19	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	33	19-20	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	34	20-21	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	35	21-22	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	36	22-23	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	37	23-24	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
207	38	24-25	1.38	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ
170	1	1-2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
171	2	1-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
172	3	2-3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
173	4	2-11	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
174	5	3-4	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	6	3-12	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
176	7	4-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177	8	4-13	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	9	5-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
179	10	5-14	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	11	6-7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181	12	6-15	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	13	7-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	14	7-16	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184	15	8-17	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	16	9-10	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
186	17	9-18	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
187	18	10-11	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
188	19	10-19	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
189	20	11-12	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	21	11-20	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	22	12-13	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	23	12-21	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193	24	13-14	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	25	13-22	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	26	14-15	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	27	14-23	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
197	28	15-16	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
198	29	15-24	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
199	30	16-17	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	31	17-25	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	32	18-19	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	33	19-20	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	34	20-21	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	35	21-22	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	36	22-23	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	37	23-24	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
207	38	24-25	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[illegible]

203	34	20-21	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	35	21-22	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	36	22-23	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	37	23-24	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
207	38	24-25	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
170	1	1-2	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
171	2	1-9	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
172	3	2-3	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
173	4	2-11	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
174	5	3-4	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	6	3-12	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
176	7	4-5	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177	8	4-13	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	9	5-6	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
179	10	5-14	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	11	6-7	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181	12	6-15	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	13	7-8	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	14	7-16	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184	15	8-17	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	16	9-10	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
186	17	9-18	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
187	18	10-11	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
188	19	10-19	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
189	20	11-12	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	21	11-20	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
191	22	12-13	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
192	23	12-21	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
193	24	13-14	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
194	25	13-22	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
195	26	14-15	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
196	27	14-23	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
197	28	15-16	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
198	29	15-24	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
199	30	16-17	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	31	17-25	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
201	32	18-19	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	33	19-20	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	34	20-21	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	35	21-22	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	36	22-23	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	37	23-24	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
207	38	24-25	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
170	1	1-2	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
171	2	1-9	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
172	3	2-3	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
173	4	2-11	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
174	5	3-4	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
175	6	3-12	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
176	7	4-5	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
177	8	4-13	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
178	9	5-6	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
179	10	5-14	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
180	11	6-7	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
181	12	6-15	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
182	13	7-8	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
183	14	7-16	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
184	15	8-17	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
185	16	9-10	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
186	17	9-18	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-
187	18	10-11	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-	-

188	19	10-19	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
189	20	11-12	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
190	21	11-20	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
191	22	12-13	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
192	23	12-21	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
193	24	13-14	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
194	25	13-22	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
195	26	14-15	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
196	27	14-23	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
197	28	15-16	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
198	29	15-24	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
199	30	16-17	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
200	31	17-25	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
201	32	18-19	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
202	33	19-20	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
203	34	20-21	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
204	35	21-22	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
205	36	22-23	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
206	37	23-24	0.85	0.52	-	-	-	-	-	-
207	38	24-25	0.85	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 del DM 14/01/2008 e 6.4.3 per fondazioni su pali del DM 14/01/2008)

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	Cu	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.

			Combinazione A1 - Lt						
Campata	Asta	Fili	B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm²]	σt [daN/cm²]	S	Esito
170	1	1-2	140.00	225.00	0.00	7.42	1.60	4.64	V
171	2	1-9	140.00	225.00	0.00	7.67	1.60	4.79	V
172	3	2-3	140.00	225.00	380.63	7.62	1.16	6.57	V
173	4	2-11	170.00	225.00	0.00	7.70	1.13	6.81	V
174	5	3-4	140.00	225.00	537.00	7.43	1.18	6.30	V
175	6	3-12	170.00	225.00	0.00	7.70	1.16	6.64	V
176	7	4-5	140.00	225.00	0.00	7.45	1.18	6.31	V
177	8	4-13	170.00	225.00	0.00	7.70	1.18	6.53	V
178	9	5-6	140.00	225.00	539.00	7.43	1.26	5.90	V
179	10	5-14	170.00	225.00	0.00	7.70	1.17	6.58	V
180	11	6-7	140.00	225.00	364.00	7.80	1.39	5.61	V
181	12	6-15	170.00	225.00	0.00	7.62	1.26	6.05	V
182	13	7-8	140.00	225.00	526.00	7.45	2.13	3.50	V
183	14	7-16	170.00	225.00	0.00	7.61	1.39	5.47	V
184	15	8-17	140.00	225.00	0.00	7.40	2.13	3.47	V
185	16	9-10	170.00	225.00	0.00	8.30	1.25	6.64	V
186	17	9-18	140.00	225.00	725.00	7.37	2.05	3.60	V
187	18	10-11	170.00	225.00	0.00	9.19	0.90	10.21	V
188	19	10-19	140.00	225.00	740.00	7.35	1.53	4.80	V
189	20	11-12	170.00	225.00	425.00	7.95	0.83	9.58	V
190	21	11-20	140.00	225.00	740.00	7.22	1.47	4.91	V
191	22	12-13	170.00	225.00	537.00	7.67	0.88	8.72	V
192	23	12-21	170.00	225.00	740.00	7.37	1.37	5.38	V
193	24	13-14	170.00	225.00	524.00	7.69	0.92	8.36	V
194	25	13-22	170.00	225.00	740.00	7.37	1.37	5.38	V
195	26	14-15	170.00	225.00	525.45	7.69	0.95	8.09	V
196	27	14-23	170.00	225.00	740.00	7.37	1.30	5.67	V
197	28	15-16	170.00	225.00	364.00	8.17	1.23	6.64	V
198	29	15-24	170.00	225.00	716.79	7.39	1.08	6.84	V
199	30	16-17	170.00	225.00	556.00	7.63	1.47	5.19	V
200	31	17-25	140.00	225.00	683.00	7.26	1.72	4.22	V
201	32	18-19	140.00	225.00	0.00	8.19	2.05	4.00	V
202	33	19-20	140.00	225.00	0.00	9.26	1.53	6.05	V
203	34	20-21	140.00	225.00	0.00	7.89	1.47	5.37	V
204	35	21-22	140.00	225.00	0.00	7.64	1.37	5.58	V
205	36	22-23	140.00	225.00	0.00	7.67	1.37	5.60	V
206	37	23-24	140.00	225.00	0.00	7.41	1.30	5.70	V
207	38	24-25	140.00	225.00	755.00	7.33	1.72	4.26	V

6.4.2.2 VERIFICA A SCORRIMENTO.

TEORIA DI CALCOLO

La verifica allo scorrimento sul piano di posa delle fondazione della struttura in oggetto consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti che intervengono nel problema.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale γ_R pari ad 1.1.

La verifica a scorrimento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali. Considerando inoltre i dati geometrici delle strutture di fondazione, i dati geologici ed i parametri geotecnici, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punti 6.4.2.1 e 7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008) si valutano le azioni resistenti allo scorrimento.

Si definisce V_d la risultante delle forze agenti e R_d la risultante delle forze resistenti, entrambi agenti in direzione parallela al piano di posa. Il valore di calcolo di R_d è ottenuto dalla relazione:

$$R_d = N \cdot \tan(\delta) + \text{Aderenza} \cdot \text{Area di base} + \%Sp \cdot Sp$$

dove:

- N = risultante delle azioni normali al piano di posa;
- δ = angolo di attrito tra l'intradosso delle fondazioni ed il piano di posa delle stesse;
- Aderenza = adesione tra fondazione-terreno su tutta l'area di base;
- Area di base = area di base di tutte le fondazioni superficiali;
- %Sp = percentuale di spinta passiva considerata pari a 50%;

sp = spinta passiva discorde al sisma considerato;

Dati:

- Parametri

PARAMETRO	VALORE ASSUNTO PER IL PARAMETRO
Angolo di attrito δ [°]	24.00
Adesione drenata Ad [daN/cm ²]	0.00
Adesione non drenata And [daN/cm ²]	0.00

- Coefficienti parziali γ_i dei carichi verticali

γ_i	VALORE ASSUNTO γ_i
γ_{G1}	1.00
γ_{G2}	0.00
γ_Q	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A SCORRIMENTO

Direzione	Vd [KN]	Area Totale [m ²]	N [KN]	Sp [KN]	Aderenza [daN/cm ²]	Attrito [°]	Rd [KN]	S	Esito
Sisma X+	3700.26	226.30	13542.45	0.00	0.00	24.00	6029.49	1.63	V
Sisma X-	3700.26	226.30	13542.45	0.00	0.00	24.00	6029.49	1.63	V
Sisma Y+	2472.83	226.30	13542.45	0.00	0.00	24.00	6029.49	2.44	V
Sisma Y-	2472.83	226.30	13542.45	0.00	0.00	24.00	6029.49	2.44	V

6.4.2.3 EQU - VERIFICA A RIBALTAMENTO.

TEORIA DI CALCOLO

La verifica a ribaltamento consiste nel valutare lo stato limite di equilibrio come corpo rigido della struttura determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti rispetto a quelle ribaltanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale γ_R pari ad 1.0 dato del rapporto tra (MStab/ γ_R) e MRib.

La verifica a ribaltamento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punto 2.6.1 del DM 14/01/2008).

Il momento ribaltante totale MRib è definito come:

$$MRib = Vd \cdot bra.Vd + Sa \cdot bra.Sa$$

dove:

- Vd = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- bra.Vd = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- Sa = risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sa = braccio risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Il momento stabilizzante totale MStab è definito come:

$$MStab = N \cdot bra.N + \%SpPass \cdot Sp \cdot bra.Sp$$

dove:

- N = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- bra.N = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- %SpPass = percentuale della spinta passiva considerata nei contributi delle azioni stabilizzanti pari a

50%;

- sp = risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sp = braccio risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Dati:

- Coefficienti parziali γ_i dei carichi verticali

γ_i	VALORE ASSUNTO γ_i
γ_{G1}	0.90
γ_{G2}	0.00
γ_Q	0.00

- Punti di rotazione

Direzione	Ascissa punto di rotazione [cm]	Quota [cm]
Sisma X+	0.00	0.00
Sisma X-	0.00	0.00
Sisma Y+	1300.00	0.00
Sisma Y-	0.00	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A RIBALTAMENTO

Direzione	N [KN]	Bra.N [m]	Vd [KN]	Bra.Vd [m]	Sp [KN]	Bra.Sp [m]	Sa [KN]	Bra.Sa [m]	MRib [KNm]	MStab [KNm]	S	Esito
Sisma X+	12188.20	17.50	3700.26	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	21767.12	213301.39	9.80	V
Sisma X-	12188.20	17.50	3700.26	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	21767.12	213301.39	9.80	V
Sisma Y+	12188.20	6.83	2472.83	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	14546.66	83230.87	5.72	V
Sisma Y-	12188.20	6.17	2472.83	5.88	0.00	0.00	0.00	0.00	14546.66	75215.78	5.17	V

Verifiche allo Stato Limite di Danno per le fondazioni superficiali (7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008).

Per l'analisi della sicurezza del complesso fondazione-terreno verranno condotte le verifiche nei confronti dello stato limite di danno.

In particolare, saranno valutati gli spostamenti permanenti indotti dal sisma, verificando che essi siano accettabili per la fondazione e siano compatibili con la funzionalità SLD dell'intera opera in oggetto.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua un'analisi del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo Pressione-Spostamento di tipo iperbolico mediante la seguente relazione:

$$P(u) = \frac{u}{\frac{1}{Es} + \frac{u}{Pu}}$$

dove:

$P(u)$ = pressione di contatto;

u = cedimento del terreno;

Es = rigidità tangente all'origine del terreno di fondazione valutato come ue/p ovvero rapporto tra il cedimento elastico

istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca;

Pu = pressione ultima valutata per i valori caratteristici del terreno di fondazione;

Lo spostamento permanente $U_{residuo}$ sarà quindi valutato dallo spostamento complessivo U_{sld} depurato della parte reversibile elastica:

$$U_{residuo} = U_{sld} - \frac{P_{sld}}{Es}$$

Travi di fondazione.

Asta : numerazione interna dell'asta;

Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta considerata;
 Psld : pressione di contatto SLD;
 Plim : pressione ultima del terreno di fondazione;
 Usld : cedimento sld del terreno;
 Usld_res : cedimento residuo sld del terreno;
 ULim. : cedimento residuo limite;
 S : Coefficiente di sicurezza;
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Psld [daN/cm ²]	Plim [daN/cm ²]	Usld [mm]	Usld_res [mm]	ULim. [mm]	S	Esito
170	1	1-2	1.47	17.07	3.217	0.277	50.000	180.49	V
171	2	1-9	1.47	17.64	3.207	0.267	50.000	187.15	V
172	3	2-3	0.92	17.53	1.940	0.102	50.000	491.62	V
173	4	2-11	0.87	17.71	1.829	0.090	50.000	556.96	V
174	5	3-4	0.92	17.09	1.942	0.104	50.000	478.68	V
175	6	3-12	0.92	17.71	1.939	0.101	50.000	497.07	V
176	7	4-5	0.91	17.14	1.932	0.103	50.000	484.80	V
177	8	4-13	0.91	17.71	1.929	0.100	50.000	501.98	V
178	9	5-6	1.00	17.09	2.127	0.125	50.000	401.40	V
179	10	5-14	0.90	17.71	1.899	0.097	50.000	517.25	V
180	11	6-7	1.11	17.94	2.367	0.147	50.000	341.24	V
181	12	6-15	1.00	17.53	2.123	0.121	50.000	412.31	V
182	13	7-8	1.97	17.14	4.461	0.514	50.000	97.29	V
183	14	7-16	1.11	17.50	2.371	0.150	50.000	332.38	V
184	15	8-17	1.97	17.02	4.465	0.518	50.000	96.55	V
185	16	9-10	1.07	19.09	2.264	0.127	50.000	394.52	V
186	17	9-18	1.91	16.95	4.304	0.485	50.000	103.12	V
187	18	10-11	0.69	21.14	1.419	0.046	50.000	1085.28	V
188	19	10-19	1.30	16.91	2.828	0.218	50.000	229.10	V
189	20	11-12	0.62	18.28	1.274	0.043	50.000	1165.95	V
190	21	11-20	1.20	16.61	2.598	0.188	50.000	265.32	V
191	22	12-13	0.64	17.64	1.318	0.047	50.000	1054.15	V
192	23	12-21	1.06	16.95	2.256	0.141	50.000	355.25	V
193	24	13-14	0.66	17.69	1.374	0.051	50.000	973.57	V
194	25	13-22	1.00	16.95	2.117	0.124	50.000	401.71	V
195	26	14-15	0.70	17.69	1.464	0.058	50.000	859.10	V
196	27	14-23	0.98	16.95	2.078	0.120	50.000	416.51	V
197	28	15-16	0.91	18.79	1.922	0.094	50.000	534.44	V
198	29	15-24	0.78	17.00	1.628	0.074	50.000	671.69	V
199	30	16-17	1.13	17.55	2.408	0.155	50.000	323.40	V
200	31	17-25	1.58	16.70	3.485	0.329	50.000	151.81	V
201	32	18-19	1.91	18.84	4.250	0.431	50.000	116.06	V
202	33	19-20	1.30	21.30	2.780	0.170	50.000	293.62	V
203	34	20-21	1.20	18.15	2.581	0.171	50.000	291.86	V
204	35	21-22	1.06	17.57	2.251	0.135	50.000	369.13	V
205	36	22-23	1.00	17.64	2.112	0.119	50.000	419.09	V
206	37	23-24	0.98	17.04	2.078	0.119	50.000	418.91	V
207	38	24-25	1.58	16.86	3.482	0.326	50.000	153.43	V

Dall'analisi delle tabelle relative alle verifiche dei cedimenti SLD per le fondazioni superficiali si evince che i cedimenti permanenti massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto e sensibilmente inferiori ai valori assunti come ammissibili per la letteratura tecnica.

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

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 del DM 14/01/2008) 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]				
170	1	1-2	Q. Perm.	546.0	-0.1943	-0.2103	-0.4046	-0.1508	-0.1813	-0.3321	0.0725	2.1840	30.12	V
171	2	1-9	Q. Perm.	520.0	-0.1943	-0.2103	-0.4046	-0.1638	-0.1899	-0.3538	0.0508	2.0800	40.95	V
172	3	2-3	Q. Perm.	435.0	-0.1562	-0.1847	-0.3409	-0.1508	-0.1811	-0.3319	0.0090	1.7400	193.89	V
173	4	2-11	Q. Perm.	520.1	-0.1508	-0.1853	-0.3362	-0.1011	-0.1507	-0.2517	0.0844	2.0804	24.64	V
174	5	3-4	Q. Perm.	537.0	-0.1578	-0.1851	-0.3429	-0.1562	-0.1841	-0.3403	0.0026	2.1480	823.15	V
175	6	3-12	Q. Perm.	520.0	-0.1562	-0.1891	-0.3453	-0.1097	-0.1567	-0.2663	0.0790	2.0800	26.34	V
176	7	4-5	Q. Perm.	524.0	-0.1578	-0.1859	-0.3437	-0.1558	-0.1846	-0.3404	0.0033	2.0960	626.48	V
177	8	4-13	Q. Perm.	520.0	-0.1578	-0.1901	-0.3479	-0.1170	-0.1618	-0.2788	0.0692	2.0800	30.07	V
178	9	5-6	Q. Perm.	539.0	-0.1676	-0.1916	-0.3592	-0.1558	-0.1838	-0.3396	0.0196	2.1560	109.93	V
179	10	5-14	Q. Perm.	520.0	-0.1558	-0.1888	-0.3445	-0.1223	-0.1655	-0.2878	0.0567	2.0800	36.66	V
180	11	6-7	Q. Perm.	364.0	-0.1852	-0.2027	-0.3878	-0.1676	-0.1911	-0.3586	0.0292	1.4560	49.89	V
181	12	6-15	Q. Perm.	562.2	-0.1676	-0.1971	-0.3647	-0.1260	-0.1681	-0.2941	0.0706	2.2488	31.86	V
182	13	7-8	Q. Perm.	526.0	-0.2763	-0.2639	-0.5402	-0.1852	-0.2033	-0.3885	0.1517	2.1040	13.87	V
183	14	7-16	Q. Perm.	562.2	-0.1852	-0.2093	-0.3945	-0.1591	-0.1912	-0.3503	0.0442	2.2488	50.92	V
184	15	8-17	Q. Perm.	562.2	-0.2763	-0.2639	-0.5402	-0.1983	-0.2121	-0.4104	0.1298	2.2488	17.33	V
185	16	9-10	Q. Perm.	336.0	-0.1638	-0.1917	-0.3555	-0.1200	-0.1618	-0.2818	0.0737	1.3440	18.23	V
186	17	9-18	Q. Perm.	725.2	-0.2615	-0.2542	-0.5157	-0.1638	-0.1893	-0.3532	0.1625	2.9006	17.85	V
187	18	10-11	Q. Perm.	220.0	-0.1200	-0.1610	-0.2810	-0.1011	-0.1483	-0.2494	0.0316	0.8800	27.83	V
188	19	10-19	Q. Perm.	740.0	-0.2047	-0.2175	-0.4222	-0.1200	-0.1607	-0.2807	0.1415	2.9600	20.92	V
189	20	11-12	Q. Perm.	425.0	-0.1097	-0.1565	-0.2662	-0.1011	-0.1505	-0.2516	0.0146	1.7000	116.56	V
190	21	11-20	Q. Perm.	740.1	-0.1940	-0.2103	-0.4043	-0.1011	-0.1480	-0.2491	0.1552	2.9603	19.07	V
191	22	12-13	Q. Perm.	537.0	-0.1170	-0.1605	-0.2775	-0.1097	-0.1555	-0.2651	0.0124	2.1480	173.52	V
192	23	12-21	Q. Perm.	740.0	-0.1808	-0.2044	-0.3851	-0.1097	-0.1556	-0.2653	0.1199	2.9600	24.69	V
193	24	13-14	Q. Perm.	524.0	-0.1223	-0.1655	-0.2878	-0.1170	-0.1618	-0.2788	0.0090	2.0960	231.92	V
194	25	13-22	Q. Perm.	740.0	-0.1819	-0.2051	-0.3870	-0.1170	-0.1606	-0.2776	0.1094	2.9600	27.07	V
195	26	14-15	Q. Perm.	525.7	-0.1260	-0.1681	-0.2940	-0.1223	-0.1655	-0.2879	0.0062	2.1027	340.54	V
196	27	14-23	Q. Perm.	740.0	-0.1701	-0.1971	-0.3672	-0.1223	-0.1643	-0.2866	0.0806	2.9600	36.73	V
197	28	15-16	Q. Perm.	364.0	-0.1591	-0.1906	-0.3497	-0.1260	-0.1676	-0.2936	0.0561	1.4560	25.95	V
198	29	15-24	Q. Perm.	717.2	-0.1430	-0.1784	-0.3215	-0.1260	-0.1667	-0.2927	0.0288	2.8689	99.76	V
199	30	16-17	Q. Perm.	556.0	-0.1983	-0.2184	-0.4168	-0.1591	-0.1911	-0.3503	0.0665	2.2240	33.45	V
200	31	17-25	Q. Perm.	683.0	-0.2090	-0.2203	-0.4292	-0.1983	-0.2131	-0.4115	0.0177	2.7320	153.95	V
201	32	18-19	Q. Perm.	351.3	-0.2615	-0.2542	-0.5156	-0.2047	-0.2165	-0.4212	0.0945	1.4053	14.87	V
202	33	19-20	Q. Perm.	210.0	-0.2047	-0.2125	-0.4172	-0.1940	-0.2056	-0.3996	0.0176	0.8400	47.63	V
203	34	20-21	Q. Perm.	435.0	-0.1940	-0.2099	-0.4039	-0.1808	-0.2010	-0.3818	0.0221	1.7400	78.84	V
204	35	21-22	Q. Perm.	537.0	-0.1819	-0.2011	-0.3830	-0.1808	-0.2004	-0.3812	0.0018	2.1480	1169.61	V
205	36	22-23	Q. Perm.	524.0	-0.1819	-0.2020	-0.3839	-0.1701	-0.1942	-0.3643	0.0196	2.0960	106.95	V
206	37	23-24	Q. Perm.	689.0	-0.1701	-0.1943	-0.3644	-0.1430	-0.1761	-0.3192	0.0452	2.7560	60.93	V
207	38	24-25	Q. Perm.	755.1	-0.2090	-0.2193	-0.4283	-0.1430	-0.1755	-0.3185	0.1098	3.0206	27.52	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.

7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

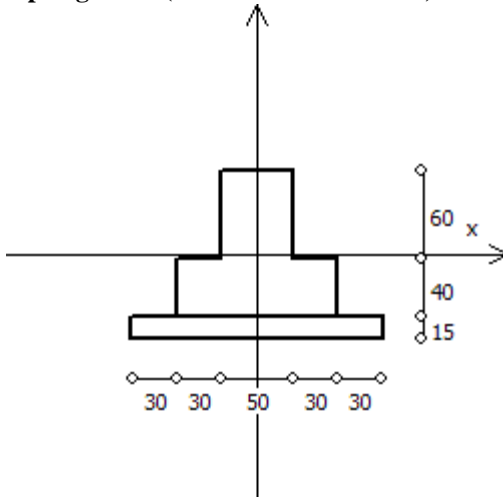
7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

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.

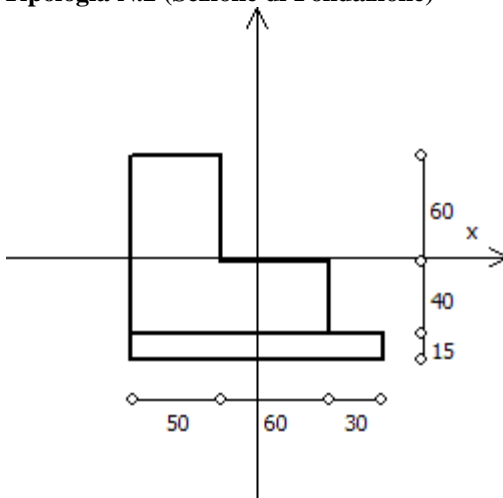
Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



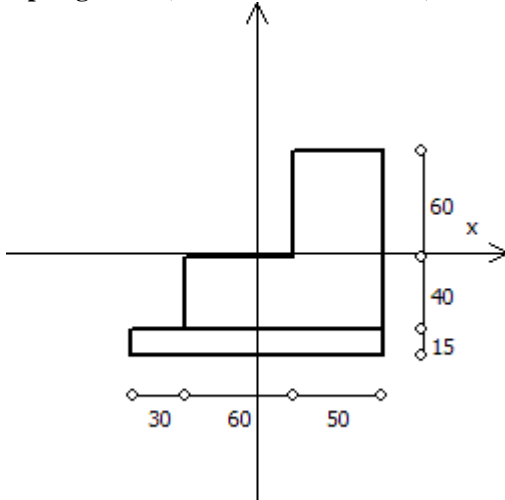
A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 5061667 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.2 (Sezione di Fondazione)



A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 6667072 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.3 (Sezione di Fondazione)



A = 7400 cm²
J_x = 5946126 cm⁴
J_y = 6667072 cm⁴
J_t = 5742987 cm⁴
Materiale = Cls_C25/30
Peso = 1850 daN/ml

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

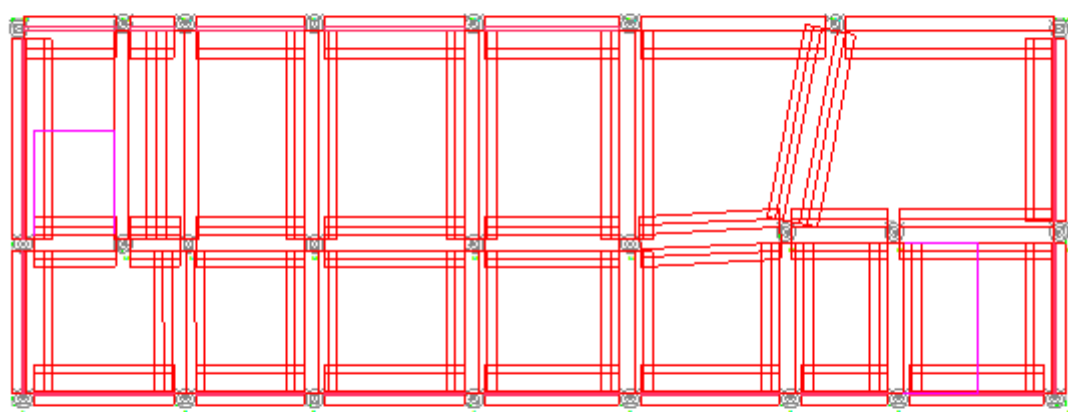
Asta : numerazione dell'asta;
Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;
Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;
Nodo Finale : nodo finale dell'asta;
SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;
L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;
KwN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

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm ³]	KwT [daN/cm ³]
1	1, 2	1	2	3	546.00	Fond.	5.00	2.50
2	1, 9	1	9	2	520.00	Fond.	5.00	2.50
3	2, 3	2	3	3	435.00	Fond.	5.00	2.50
4	2, 11	2	11	1	520.10	Fond.	5.00	2.50
5	3, 4	3	4	3	537.00	Fond.	5.00	2.50
6	3, 12	3	12	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
7	4, 5	4	5	3	524.00	Fond.	5.00	2.50
8	4, 13	4	13	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
9	5, 6	5	6	3	539.00	Fond.	5.00	2.50
10	5, 14	5	14	1	520.00	Fond.	5.00	2.50
11	6, 7	6	7	3	364.00	Fond.	5.00	2.50
12	6, 15	6	15	1	562.20	Fond.	5.00	2.50
13	7, 8	7	8	3	526.00	Fond.	5.00	2.50
14	7, 16	7	16	1	562.20	Fond.	5.00	2.50
15	8, 17	8	17	3	562.20	Fond.	5.00	2.50
16	9, 10	9	10	1	336.00	Fond.	5.00	2.50
17	9, 18	9	18	2	725.16	Fond.	5.00	2.50
18	10, 11	10	11	1	220.00	Fond.	5.00	2.50
19	10, 19	10	19	2	740.00	Fond.	5.00	2.50
20	11, 12	11	12	1	425.00	Fond.	5.00	2.50
21	11, 20	11	20	3	740.07	Fond.	5.00	2.50
22	12, 13	12	13	1	537.00	Fond.	5.00	2.50

23	12, 21	12	21	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
24	13, 14	13	14	1	524.00	Fond.	5.00	2.50
25	13, 22	13	22	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
26	14, 15	14	15	1	525.68	Fond.	5.00	2.50
27	14, 23	14	23	1	740.00	Fond.	5.00	2.50
28	15, 16	15	16	1	364.00	Fond.	5.00	2.50
29	15, 24	15	24	1	717.24	Fond.	5.00	2.50
30	16, 17	16	17	1	556.00	Fond.	5.00	2.50
31	17, 25	17	25	3	683.00	Fond.	5.00	2.50
32	18, 19	18	19	2	351.32	Fond.	5.00	2.50
33	19, 20	19	20	2	210.00	Fond.	5.00	2.50
34	20, 21	20	21	2	435.00	Fond.	5.00	2.50
35	21, 22	21	22	2	537.00	Fond.	5.00	2.50
36	22, 23	22	23	2	524.00	Fond.	5.00	2.50
37	23, 24	23	24	2	689.00	Fond.	5.00	2.50
38	24, 25	24	25	2	755.15	Fond.	5.00	2.50

Piante fondazioni.

Fond.



7.5 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 (σ_T) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 21.I

Tensioni Terreno								
				SLV	SLD	SLE		
				A1	A1	Caratt.	Freq.	Q. Perm.
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]
1	Fond.	1-2	0.00	1.60(40)	1.47(20)	1.11(29)	1.00(1)	0.97(1)
			273.00	1.11(40)	0.95(20)	0.79(29)	0.74(1)	0.73(1)
			546.00	1.13(40)	0.87(20)	0.81(29)	0.76(1)	0.75(1)
2	Fond.	1-9	0.00	1.60(40)	1.47(11)	1.11(29)	1.00(1)	0.97(1)
			260.00	1.27(40)	1.11(11)	0.90(29)	0.84(1)	0.83(1)
			520.00	1.25(40)	1.07(11)	0.89(29)	0.83(1)	0.82(1)
3	Fond.	2-3	0.00	1.13(40)	0.87(18)	0.81(29)	0.76(1)	0.75(1)
			217.50	1.13(40)	0.87(18)	0.81(29)	0.77(1)	0.76(1)
			435.00	1.16(40)	0.92(18)	0.84(29)	0.79(1)	0.78(1)
4	Fond.	2-11	0.00	1.13(25)	0.87(8)	0.81(9)	0.76(1)	0.75(1)
			260.05	0.81(25)	0.60(8)	0.59(9)	0.56(1)	0.55(1)
			520.10	0.76(25)	0.62(8)	0.55(9)	0.52(1)	0.51(1)
5	Fond.	3-4	0.00	1.16(40)	0.92(18)	0.84(29)	0.79(1)	0.78(1)
			268.50	1.09(40)	0.86(18)	0.79(29)	0.74(1)	0.73(1)
			537.00	1.18(40)	0.91(18)	0.85(29)	0.80(1)	0.79(1)
6	Fond.	3-12	0.00	1.16(25)	0.92(1)	0.84(9)	0.79(1)	0.78(1)
			260.00	0.86(25)	0.62(1)	0.62(9)	0.59(1)	0.58(1)
			520.00	0.83(25)	0.59(1)	0.60(9)	0.56(1)	0.55(1)
7	Fond.	4-5	0.00	1.18(40)	0.91(21)	0.85(29)	0.80(1)	0.79(1)
			262.00	1.12(40)	0.86(21)	0.81(29)	0.76(1)	0.75(1)
			524.00	1.17(40)	0.90(21)	0.84(29)	0.79(1)	0.78(1)
8	Fond.	4-13	0.00	1.18(25)	0.91(1)	0.85(9)	0.80(1)	0.79(1)
			260.00	0.89(25)	0.64(1)	0.65(9)	0.61(1)	0.60(1)
			520.00	0.88(25)	0.64(1)	0.64(9)	0.60(1)	0.59(1)
9	Fond.	5-6	0.00	1.17(40)	0.90(21)	0.84(29)	0.79(1)	0.78(1)
			269.50	1.10(40)	0.87(21)	0.79(29)	0.74(1)	0.74(1)
			539.00	1.26(40)	1.00(21)	0.91(29)	0.85(1)	0.84(1)
10	Fond.	5-14	0.00	1.17(25)	0.90(1)	0.84(9)	0.79(1)	0.78(1)
			260.00	0.91(25)	0.65(1)	0.66(9)	0.62(1)	0.61(1)
			520.00	0.92(25)	0.66(1)	0.66(9)	0.62(1)	0.61(1)
11	Fond.	6-7	0.00	1.26(40)	1.00(19)	0.91(29)	0.85(1)	0.84(1)
			182.00	1.33(40)	1.04(19)	0.96(29)	0.90(1)	0.89(1)
			364.00	1.39(40)	1.11(19)	1.00(29)	0.94(1)	0.93(1)
12	Fond.	6-15	0.00	1.26(22)	1.00(10)	0.91(5)	0.85(1)	0.84(1)
			281.10	0.90(22)	0.67(10)	0.65(5)	0.61(1)	0.60(1)
			562.20	0.95(22)	0.70(10)	0.68(5)	0.64(1)	0.63(1)
13	Fond.	7-8	0.00	1.39(19)	1.11(19)	1.00(29)	0.94(1)	0.93(1)
			263.00	1.45(19)	1.27(19)	1.04(29)	0.99(1)	0.97(1)
			526.00	2.13(19) *	1.97(19) *	1.48(29) *	1.40(1) *	1.38(1) *
14	Fond.	7-16	0.00	1.39(22)	1.11(14)	1.00(5)	0.94(1)	0.93(1)
			281.10	1.00(22)	0.73(14)	0.72(5)	0.67(1)	0.66(1)
			562.20	1.23(22)	0.91(14)	0.88(5)	0.81(1)	0.80(1)
15	Fond.	8-17	0.00	2.13(22) *	1.97(6) *	1.48(5) *	1.40(1) *	1.38(1) *
			281.10	1.53(22)	1.27(6)	1.11(5)	1.06(1)	1.05(1)
			562.20	1.47(22)	1.13(6)	1.06(5)	1.01(1)	0.99(1)
16	Fond.	9-10	0.00	1.25(43)	1.07(18)	0.89(33)	0.83(1)	0.82(1)
			168.00	1.04(43)	0.74(18)	0.74(33)	0.70(1)	0.69(1)
			336.00	0.90(43)	0.69(18)	0.65(33)	0.61(1)	0.60(1)
17	Fond.	9-18	0.00	1.25(10)	1.07(10)	0.89(29)	0.83(1)	0.82(1)
			362.58	1.00(10)	0.88(10)	0.72(29)	0.67(1)	0.66(1)
			725.16	2.05(10)	1.91(10)	1.40(29)	1.33(1)	1.31(1)
18	Fond.	10-11	0.00	0.90(25)	0.69(8)	0.65(9)	0.61(1)	0.60(1)
			110.00	0.82(25)	0.66(8)	0.59(9)	0.56(1)	0.55(1)
			220.00	0.76(25)	0.62(8)	0.55(9)	0.52(1)	0.51(1)
19	Fond.	10-19	0.00	0.90(22)	0.69(17)	0.65(5)	0.61(1)	0.60(1)
			370.00	0.60(22)	0.43(17)	0.43(5)	0.41(1)	0.41(1)

			740.00	1.53(22)	1.30(17)	1.10(5)	1.04(1)	1.02(1)
20	Fond.	11-12	0.00	0.76(25)	0.62(1)	0.55(9)	0.52(1)	0.51(1)
			212.50	0.74(25)	0.54(1)	0.54(9)	0.51(1)	0.49(1)
			425.00	0.83(25)	0.59(1)	0.60(9)	0.56(1)	0.55(1)
21	Fond.	11-20	0.00	0.76(22)	0.62(15)	0.55(5)	0.52(1)	0.51(1)
			370.03	0.60(22)	0.47(15)	0.44(5)	0.41(1)	0.40(1)
			740.07	1.47(22)	1.20(15)	1.06(5)	0.99(1)	0.97(1)
22	Fond.	12-13	0.00	0.83(25)	0.59(1)	0.60(9)	0.56(1)	0.55(1)
			268.50	0.79(25)	0.57(1)	0.57(9)	0.54(1)	0.53(1)
			537.00	0.88(25)	0.64(1)	0.64(9)	0.60(1)	0.59(1)
23	Fond.	12-21	0.00	0.83(22)	0.59(15)	0.60(5)	0.56(1)	0.55(1)
			370.00	0.55(22)	0.40(15)	0.40(5)	0.38(1)	0.37(1)
			740.00	1.37(22)	1.06(15)	0.98(5)	0.92(1)	0.90(1)
24	Fond.	13-14	0.00	0.88(25)	0.64(1)	0.64(9)	0.60(1)	0.59(1)
			262.00	0.85(25)	0.61(1)	0.61(9)	0.58(1)	0.56(1)
			524.00	0.92(25)	0.66(1)	0.66(9)	0.62(1)	0.61(1)
25	Fond.	13-22	0.00	0.88(22)	0.64(15)	0.64(5)	0.60(1)	0.59(1)
			370.00	0.58(22)	0.42(15)	0.42(5)	0.40(1)	0.39(1)
			740.00	1.37(22)	1.00(15)	0.98(5)	0.92(1)	0.91(1)
26	Fond.	14-15	0.00	0.92(22)	0.66(10)	0.66(5)	0.62(1)	0.61(1)
			262.84	0.83(22)	0.60(10)	0.60(5)	0.56(1)	0.55(1)
			525.68	0.95(22)	0.70(10)	0.68(5)	0.64(1)	0.63(1)
27	Fond.	14-23	0.00	0.92(22)	0.66(7)	0.66(5)	0.62(1)	0.61(1)
			370.00	0.58(22)	0.42(7)	0.42(5)	0.40(1)	0.39(1)
			740.00	1.30(22)	0.98(7)	0.93(5)	0.87(1)	0.85(1)
28	Fond.	15-16	0.00	0.95(22)	0.70(14)	0.68(5)	0.64(1)	0.63(1)
			182.00	1.10(22)	0.81(14)	0.79(5)	0.74(1)	0.72(1)
			364.00	1.23(22)	0.91(14)	0.88(5)	0.81(1)	0.80(1)
29	Fond.	15-24	0.00	0.95(22)	0.70(1)	0.68(5)	0.64(1)	0.63(1)
			358.62	0.63(22)	0.47(1)	0.46(5)	0.43(1)	0.42(1)
			717.24	1.08(22)	0.78(1)	0.78(5)	0.73(1)	0.72(1)
30	Fond.	16-17	0.00	1.23(22)	0.91(6)	0.88(5)	0.81(1)	0.80(1)
			278.00	1.07(22)	0.79(6)	0.77(5)	0.72(1)	0.70(1)
			556.00	1.47(22)	1.13(6)	1.06(5)	1.01(1)	0.99(1)
31	Fond.	17-25	0.00	1.47(14)	1.13(14)	1.06(9)	1.01(5)	0.99(1)
			341.50	1.10(14)	0.88(14)	0.79(9)	0.75(5)	0.74(1)
			683.00	1.72(14)	1.58(14)	1.16(9)	1.06(5)	1.04(1)
32	Fond.	18-19	0.00	2.05(22)	1.91(17)	1.40(5)	1.33(1)	1.31(1)
			175.66	1.64(22)	1.49(17)	1.18(5)	1.13(1)	1.11(1)
			351.32	1.53(22)	1.30(17)	1.10(5)	1.04(1)	1.02(1)
33	Fond.	19-20	0.00	1.53(22)	1.30(15)	1.10(5)	1.04(1)	1.02(1)
			105.00	1.50(22)	1.23(15)	1.08(5)	1.01(1)	0.99(1)
			210.00	1.47(22)	1.20(15)	1.06(5)	0.99(1)	0.97(1)
34	Fond.	20-21	0.00	1.47(22)	1.20(15)	1.06(5)	0.99(1)	0.97(1)
			217.50	1.37(22)	1.10(15)	0.99(5)	0.92(1)	0.90(1)
			435.00	1.37(22)	1.06(15)	0.98(5)	0.92(1)	0.90(1)
35	Fond.	21-22	0.00	1.37(22)	1.06(15)	0.98(5)	0.92(1)	0.90(1)
			268.50	1.26(22)	0.94(15)	0.91(5)	0.85(1)	0.84(1)
			537.00	1.37(22)	1.00(15)	0.98(5)	0.92(1)	0.91(1)
36	Fond.	22-23	0.00	1.37(22)	1.00(7)	0.98(5)	0.92(1)	0.91(1)
			262.00	1.29(22)	0.95(7)	0.93(5)	0.87(1)	0.86(1)
			524.00	1.30(22)	0.98(7)	0.93(5)	0.87(1)	0.85(1)
37	Fond.	23-24	0.00	1.30(22)	0.98(1)	0.93(5)	0.87(1)	0.85(1)
			344.50	0.99(22)	0.72(1)	0.72(5)	0.67(1)	0.65(1)
			689.00	1.08(22)	0.78(1)	0.78(5)	0.73(1)	0.72(1)
38	Fond.	24-25	0.00	1.08(14)	0.78(14)	0.78(9)	0.73(5)	0.72(1)
			377.57	0.77(14)	0.63(14)	0.56(9)	0.52(5)	0.51(1)
			755.15	1.72(14)	1.58(14)	1.16(9)	1.06(5)	1.04(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	Storn_N-E	terr. copertura	terreno di copertura
		sub. sab-ghiaia	Substrato sabbioso - ghiaioso: ciottoli e ghiaia immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, avana giallastra

- 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	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
2	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
3	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
4	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
5	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
6	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
7	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
8	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
9	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
10	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
11	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
12	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
13	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
14	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
15	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
16	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
17	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
18	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
19	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
20	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
21	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
22	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
23	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
24	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
25	Storn_N-E	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-

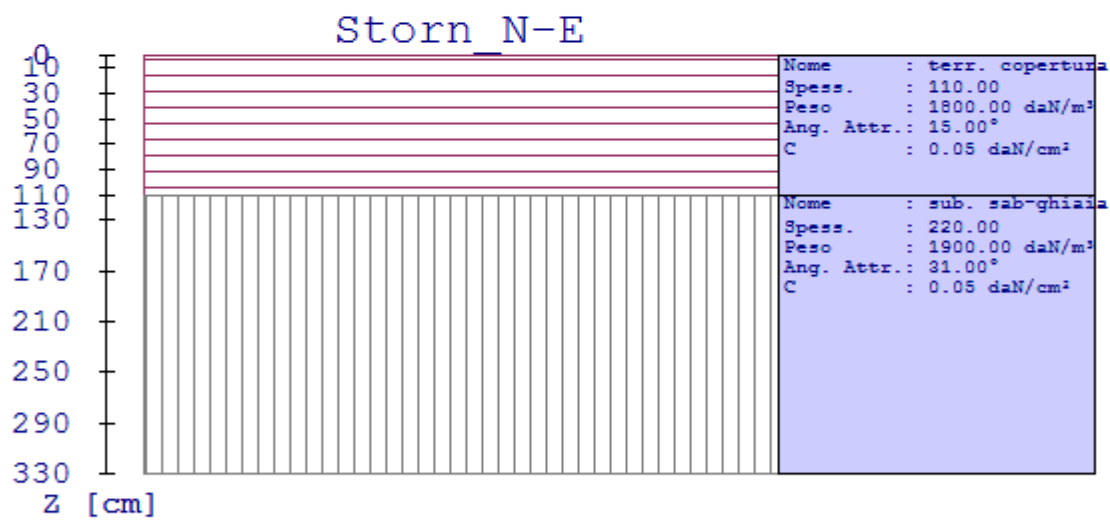
Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

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]]	NSP T	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]]	OC R
Storn_N-E	terr. copertura	110.0	1800.0	800.0	5	-	15.0	0.05	0.30	163.15	401.64	0.35	36.00	0.00
	sub. sab-ghiaia	220.0	1900.0	900.0	55	-	31.0	0.05	1.94	530.24	2484.81	0.35	350.00	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

7.2 Relazione sulle fondazioni (DM 14/01/2008 e CIRCOLARE 617/2009)

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	3.47	10.21
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	13.87	1169.61
ANALISI GLOBALI			
Verifica Scorrimento Fond. Superficiali		1.63	2.44
Verifica Ribaltamento		5.17	9.80

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 redatta dal Dott. Geologo 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 E SULLE FONDAZIONI

blocco 2

6 RELAZIONE GEOTECNICA

6.1 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:

R.S.S.A. blocco 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 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:

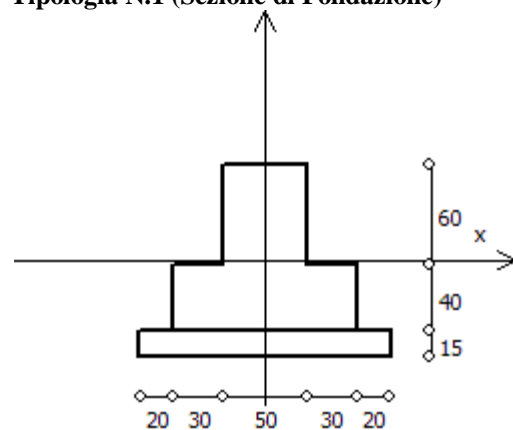
Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da un reticolo di travi rovesce.

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.

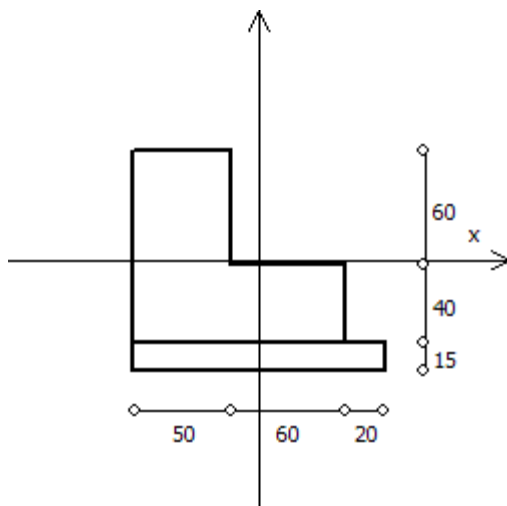
Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



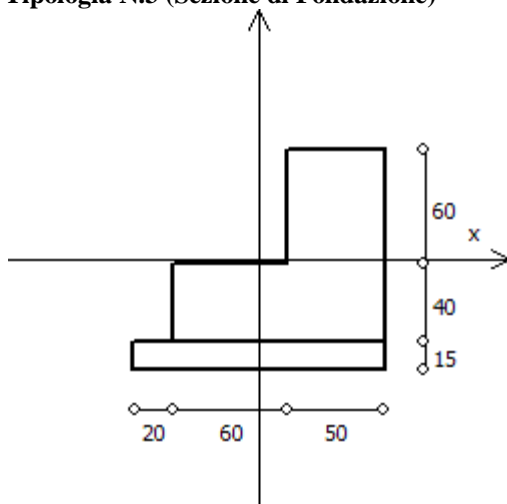
A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 5061667 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.2 (Sezione di Fondazione)



A = 7400 cm²
 J_x = 5946126 cm⁴
 J_y = 6667072 cm⁴
 J_t = 5742987 cm⁴
 Materiale = Cls_C25/30
 Peso = 1850 daN/ml

Tipologia N.3 (Sezione di Fondazione)



A = 7400 cm²
 J_x = 5946126 cm⁴
 J_y = 6667072 cm⁴
 J_t = 5742987 cm⁴
 Materiale = Cls_C25/30
 Peso = 1850 daN/ml

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

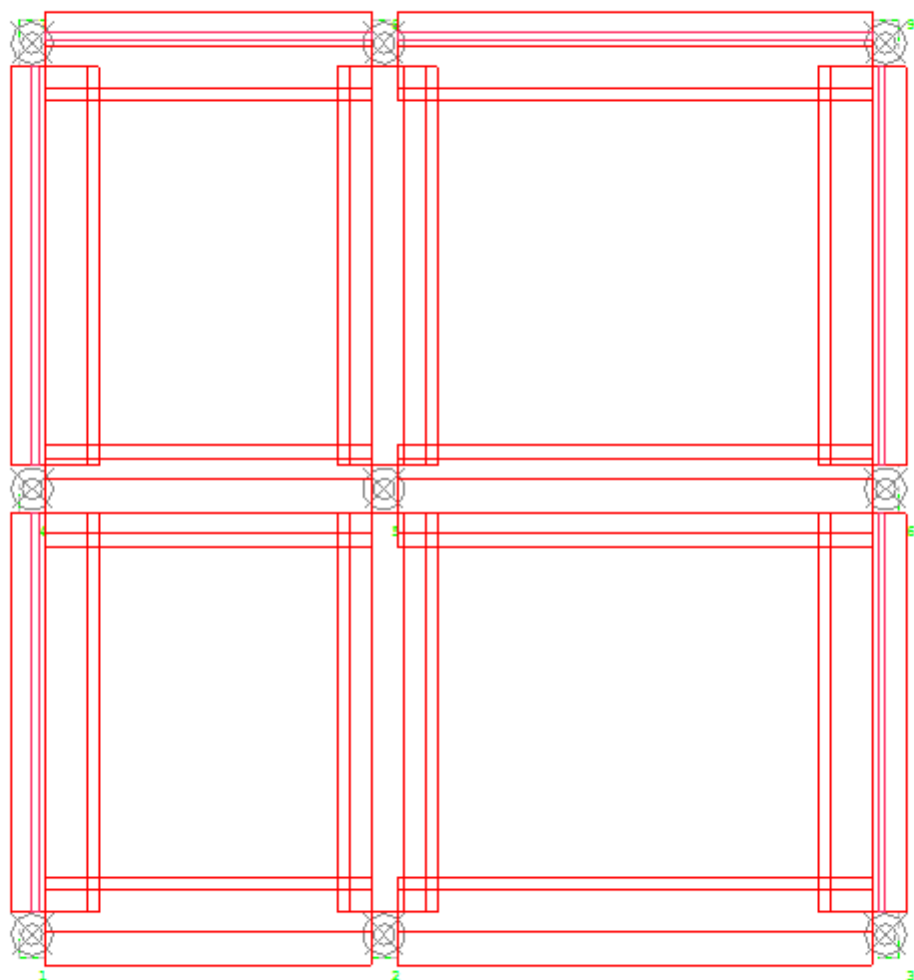
Asta : numerazione dell'asta;
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;
 Nodo Iniziale : nodo iniziale dell'asta;
 Nodo Finale : nodo finale dell'asta;
 SEZIONE : sezione trasversale associata all'asta;
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta;
 Impalcato : impalcato di appartenenza dell'asta;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

KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	Nodo Iniziale	Nodo Finale	SEZIONE	L [cm]	Impalcato	KwN [daN/cm ³]	KwT [daN/cm ³]
1	1, 2	1	2	3	520.00	Fond.	3.50	1.50
2	1, 4	1	4	2	658.00	Fond.	3.50	1.50
3	2, 3	2	3	3	740.00	Fond.	3.50	1.50
4	2, 5	2	5	1	658.00	Fond.	3.50	1.50
5	3, 6	3	6	3	658.00	Fond.	3.50	1.50
6	4, 5	4	5	1	520.00	Fond.	3.50	1.50
7	4, 7	4	7	2	658.00	Fond.	3.50	1.50
8	5, 6	5	6	1	740.00	Fond.	3.50	1.50
9	5, 8	5	8	1	658.00	Fond.	3.50	1.50
10	6, 9	6	9	3	658.00	Fond.	3.50	1.50
11	7, 8	7	8	2	520.00	Fond.	3.50	1.50
12	8, 9	8	9	2	740.00	Fond.	3.50	1.50

Piante fondazioni.

Fond.



6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (DM 14/01/2008 CAP. 6 e CIRCOLARE 617/2009 punto C6.2.2.5)

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 alla colonna stratigrafica;
Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
1	Storn_N-E_b	terr. copertura	terreno di copertura
		sub. sab-ghiaia	Substrato sabbioso - ghiaioso: ciottoli e ghiaia immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, avana giallastra

- 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
------	---------	-----------	-------	---------------------	----------------------	------------	-----

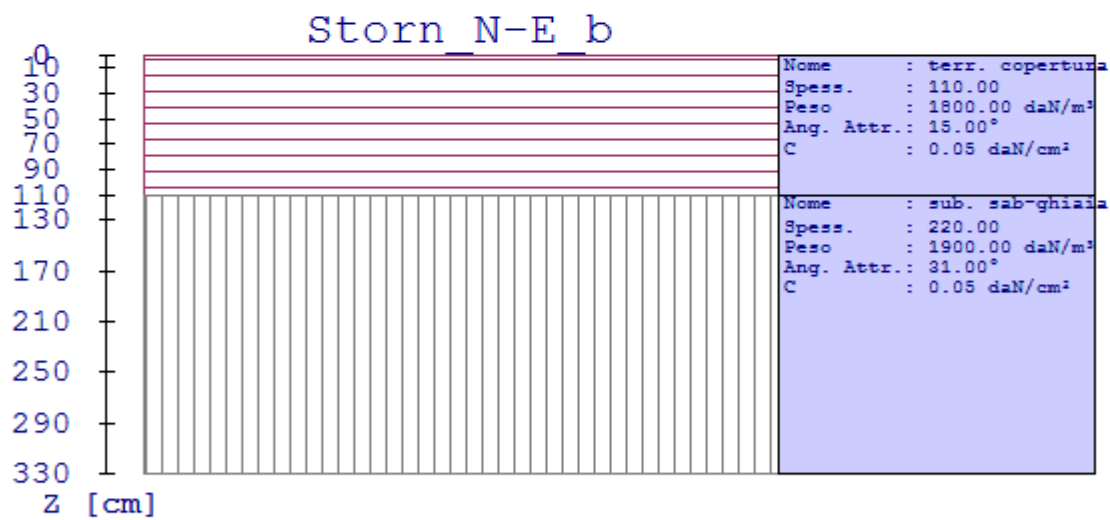
1	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
2	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
3	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
4	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
5	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
6	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
7	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
8	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
9	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	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]	OC R
Storn_N-E_b	terr. copertura	110.0	1800.0	800.0	5	-	15.0	0.05	0.30	163.15	401.64	0.35	36.00	0.00
	sub. sab-ghiaia	220.0	1900.0	900.0	55	-	31.0	0.05	1.94	530.24	2484.81	0.35	350.00	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 ($k_v = 3.50 \text{ daN/cm}^3$), 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 $k_o = 1.50 \text{ daN/cm}^3$.

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 cinematismi 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 (SLU).

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste 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;

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

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 EQU: L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. La verifica a ribaltamento consiste nel valutare l'eventuale perdita di equilibrio della struttura, considerata come corpo rigido, determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

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:

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

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 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;

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 γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ
37	1	1-2	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	32.67	20.63	17.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ	Sc	Sq	S γ
37	1	1-2	1.13	1.12	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	1.15	1.14	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	1.09	1.09	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	1.14	1.14	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	1.10	1.10	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	1.18	1.17	0.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	1.15	1.14	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	1.13	1.12	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	1.14	1.14	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	1.10	1.10	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	1.19	1.18	0.88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	1.13	1.13	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità														
			A1						A2					

			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ	Dc	Dq	Dγ
37	1	1-2	1.45	1.32	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	1.39	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	1.45	1.32	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	1.39	1.28	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	1.45	1.32	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	1.39	1.28	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	1.39	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	1.39	1.28	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	1.39	1.28	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	1.45	1.32	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	1.39	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	1.39	1.27	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ	Bc	Bq	Bγ
37	1	1-2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ	Gc	Gq	Gγ
37	1	1-2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi														
			A1						A2					
			Lt			Bt			Lt			Bt		
Campata	Asta	Fili	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ	Ic	Iq	Iγ
37	1	1-2	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	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	Z γ	Zc	Zq	Z γ	Zc	Zq	Z γ	Zc	Zq	Z γ
37	1	1-2	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	0.99	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)											
			A1				A2				
			Lt								
Campata	Asta	Fili	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	eyk	eyi	
37	1	1-2	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
38	2	1-4	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
39	3	2-3	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
40	4	2-5	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
41	5	3-6	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
42	6	4-5	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
43	7	4-7	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
44	8	5-6	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
45	9	5-8	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
46	10	6-9	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
47	11	7-8	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-
48	12	8-9	0.88	0.58	-	-	-	-	-	-	-

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 del DM 14/01/2008 e 6.4.3 per fondazioni su pali del DM 14/01/2008)

$A1 + M1 + R3$

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	Cu	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.

			Combinazione A1 - Lt						
Campata	Asta	Fili	B [cm]	D [cm]	X [cm]	qlimd [daN/cm ²]	σt [daN/cm ²]	S	Esito
37	1	1-2	130.00	225.00	0.00	7.46	1.28	5.83	V
38	2	1-4	130.00	225.00	0.00	7.48	1.28	5.84	V
39	3	2-3	130.00	225.00	740.00	7.24	1.43	5.06	V
40	4	2-5	150.00	225.00	0.00	7.47	1.01	7.40	V
41	5	3-6	130.00	225.00	0.00	7.31	1.43	5.11	V
42	6	4-5	150.00	225.00	0.00	7.68	1.10	6.98	V
43	7	4-7	130.00	225.00	658.00	7.48	1.51	4.95	V
44	8	5-6	150.00	225.00	740.00	7.38	1.25	5.90	V
45	9	5-8	150.00	225.00	658.00	7.47	1.24	6.02	V
46	10	6-9	130.00	225.00	658.00	7.31	1.62	4.51	V
47	11	7-8	130.00	225.00	0.00	7.70	1.51	5.10	V
48	12	8-9	130.00	225.00	740.00	7.39	1.62	4.56	V

6.4.2.2 VERIFICA A SCORRIMENTO.

TEORIA DI CALCOLO

La verifica allo scorrimento sul piano di posa delle fondazione della struttura in oggetto consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti che intervengono nel problema.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale γ_R pari ad 1.1.

La verifica a scorrimento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali. Considerando inoltre i dati geometrici delle strutture di fondazione, i dati geologici ed i parametri geotecnici, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punti 6.4.2.1 e 7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008) si valutano le azioni resistenti allo scorrimento.

Si definisce V_d la risultante delle forze agenti e R_d la risultante delle forze resistenti, entrambi agenti in direzione parallela al piano di posa. Il valore di calcolo di R_d è ottenuto dalla relazione:

$$R_d = N \cdot \tan(\delta) + \text{Aderenza} \cdot \text{Area di base} + \%Sp \cdot Sp$$

dove:

N	= risultante delle azioni normali al piano di posa;
δ	= angolo di attrito tra l'intradosso delle fondazioni ed il piano di posa delle stesse;
Aderenza	= adesione tra fondazione-terreno su tutta l'area di base;
Area di base	= area di base di tutte le fondazioni superficiali;
%Sp	= percentuale di spinta passiva considerata pari a 50%;
sp	= spinta passiva discorde al sisma considerato;

Dati:

- Parametri

PARAMETRO	VALORE ASSUNTO PER IL PARAMETRO
Angolo di attrito δ [°]	24.00
Adesione drenata Ad [daN/cm ²]	0.00
Adesione non drenata And [daN/cm ²]	0.00

- Coefficienti parziali γ_i dei carichi verticali

γ_i	VALORE ASSUNTO γ_i
γ_{G1}	1.00
γ_{G2}	0.00
γ_Q	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A SCORRIMENTO

Direzione	Vd [KN]	Area Totale	N [KN]	Sp [KN]	Aderenza	Attrito [°]	Rd [KN]	S	Esito
-----------	---------	-------------	--------	---------	----------	-------------	---------	---	-------

		[m ²]			[daN/cm ²]				
Sisma X+	791.52	85.01	4780.90	0.00	0.00	24.00	2128.60	2.69	V
Sisma X-	791.52	85.01	4780.90	0.00	0.00	24.00	2128.60	2.69	V
Sisma Y+	1075.01	85.01	4780.90	0.00	0.00	24.00	2128.60	1.98	V
Sisma Y-	1075.01	85.01	4780.90	0.00	0.00	24.00	2128.60	1.98	V

6.4.2.3 EQU - VERIFICA A RIBALTAMENTO.

TEORIA DI CALCOLO

La verifica a ribaltamento consiste nel valutare lo stato limite di equilibrio come corpo rigido della struttura determinando il margine di sicurezza alla rotazione intorno ad un punto esterno della struttura.

La verifica risulta soddisfatta se le azioni stabilizzanti rispetto a quelle ribaltanti garantiscono un margine di sicurezza maggiore o uguale al coefficiente parziale γ_R pari ad 1.0 dato del rapporto tra (MStab/ γ_R) e MRib.

La verifica a ribaltamento è stata effettuata sulla base delle azioni di calcolo agenti sulla struttura considerando il sisma agente rispettivamente lungo due direzioni ortogonali, seguendo le indicazioni della normativa di riferimento (punto 2.6.1 del DM 14/01/2008).

Il momento ribaltante totale MRib è definito come:

$$MRib = Vd \cdot bra.Vd + Sa \cdot bra.Sa$$

dove:

- Vd = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- bra.Vd = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione parallela al piano di posa;
- Sa = risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sa = braccio risultante delle spinte attive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Il momento stabilizzante totale MStab è definito come:

$$MStab = N \cdot bra.N + \%SpPass \cdot Sp \cdot bra.Sp$$

dove:

- N = risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- bra.N = braccio della risultante delle forze agenti sulla struttura in direzione normale al piano di posa;
- %SpPass = percentuale della spinta passiva considerata nei contributi delle azioni stabilizzanti pari a 50%;
- sp = risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;
- bra.Sp = braccio risultante delle spinte passive, di eventuali pareti contro terra ed ortogonali al sisma agente;

Dati:

- Coefficienti parziali γ_i dei carichi verticali

γ_i	VALORE ASSUNTO γ_i
γ_{G1}	0.90
γ_{G2}	0.00
γ_Q	0.00

- Punti di rotazione

Direzione	Ascissa punto di rotazione [cm]	Quota [cm]
Sisma X+	1300.00	0.00
Sisma X-	0.00	0.00
Sisma Y+	1386.00	0.00
Sisma Y-	0.00	0.00

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle

- VERIFICA A RIBALTAMENTO

Direzione	N [KN]	Bra.N [m]	Vd [KN]	Bra.Vd [m]	Sp [KN]	Bra.Sp [m]	Sa [KN]	Bra.Sa [m]	MRib [KNm]	MStab [KNm]	S	Esito
-----------	--------	-----------	---------	------------	---------	------------	---------	------------	------------	-------------	---	-------

Sisma X+	4302.81	6.60	791.52	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00	4257.63	28418.79	6.67	V
Sisma X-	4302.81	6.40	791.52	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00	4257.63	27517.78	6.46	V
Sisma Y+	4302.81	6.63	1075.01	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5782.57	28515.57	4.93	V
Sisma Y-	4302.81	7.23	1075.01	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00	5782.57	31121.41	5.38	V

Verifiche allo Stato Limite di Danno per le fondazioni superficiali (7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008).

Per l'analisi della sicurezza del complesso fondazione-terreno verranno condotte le verifiche nei confronti dello stato limite di danno.

In particolare, saranno valutati gli spostamenti permanenti indotti dal sisma, verificando che essi siano accettabili per la fondazione e siano compatibili con la funzionalità SLD dell'intera opera in oggetto.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno si effettua un'analisi del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo Pressione-Spostamento di tipo iperbolico mediante la seguente relazione:

$$P(u) = \frac{u}{\frac{1}{Es} + \frac{u}{Pu}}$$

dove:

P(u) = pressione di contatto;

u = cedimento del terreno;

Es = rigidità tangente all'origine del terreno di fondazione valutato come u_e/p ovvero rapporto tra il cedimento elastico

istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca;

Pu = pressione ultima valutata per i valori caratteristici del terreno di fondazione;

Lo spostamento permanente Uresiduo sarà quindi valutato dallo spostamento complessivo Usld depurato della parte reversibile elastica:

$$U_{residuo} = Usld - \frac{Psld}{Es}$$

Travi di fondazione.

Asta : numerazione interna dell'asta;

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

Psld : pressione di contatto SLD;

Plim : pressione ultima del terreno di fondazione;

Usld : cedimento sld del terreno;

Usld_res : cedimento residuo sld del terreno;

ULim. : cedimento residuo limite;

S : Coefficiente di sicurezza;

Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Campata	Asta	Fili	Psld [daN/cm ²]	Plim [daN/cm ²]	Usld [mm]	Usld_res [mm]	ULim. [mm]	S	Esito
37	1	1-2	1.22	17.16	3.757	0.267	50.000	186.98	V
38	2	1-4	1.22	17.20	3.756	0.267	50.000	187.52	V
39	3	2-3	1.35	16.65	4.197	0.340	50.000	146.96	V
40	4	2-5	0.79	17.18	2.356	0.108	50.000	463.51	V
41	5	3-6	1.35	16.81	4.193	0.337	50.000	148.50	V
42	6	4-5	0.87	17.66	2.605	0.128	50.000	391.13	V
43	7	4-7	1.44	17.20	4.493	0.376	50.000	132.87	V
44	8	5-6	0.92	16.97	2.771	0.150	50.000	333.91	V
45	9	5-8	0.96	17.18	2.905	0.162	50.000	307.95	V
46	10	6-9	1.52	16.81	4.768	0.431	50.000	116.14	V
47	11	7-8	1.44	17.71	4.481	0.365	50.000	137.13	V
48	12	8-9	1.52	17.00	4.763	0.425	50.000	117.53	V

Dall'analisi delle tabelle relative alle verifiche dei cedimenti SLD per le fondazioni superficiali si evince che i cedimenti permanenti massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto e sensibilmente inferiori ai valori assunti come ammissibili per la letteratura tecnica.

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

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 del DM 14/01/2008) 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]				
37	1	1-2	Q. Perm.	520.0	-0.2485	-0.1940	-0.4425	-0.1919	-0.1681	-0.3600	0.0825	2.0800	25.20	V
38	2	1-4	Q. Perm.	658.0	-0.2485	-0.1947	-0.4432	-0.2132	-0.1784	-0.3915	0.0517	2.6320	50.93	V
39	3	2-3	Q. Perm.	740.0	-0.2757	-0.2072	-0.4829	-0.1919	-0.1686	-0.3606	0.1224	2.9600	24.19	V
40	4	2-5	Q. Perm.	658.0	-0.1919	-0.1709	-0.3628	-0.1828	-0.1666	-0.3494	0.0134	2.6320	196.65	V
41	5	3-6	Q. Perm.	658.0	-0.2757	-0.2072	-0.4829	-0.2403	-0.1908	-0.4311	0.0518	2.6320	50.82	V
42	6	4-5	Q. Perm.	520.0	-0.2132	-0.1817	-0.3949	-0.1828	-0.1673	-0.3501	0.0448	2.0800	46.48	V
43	7	4-7	Q. Perm.	658.0	-0.2835	-0.2107	-0.4942	-0.2132	-0.1784	-0.3915	0.1026	2.6320	25.64	V
44	8	5-6	Q. Perm.	740.0	-0.2403	-0.1948	-0.4351	-0.1828	-0.1675	-0.3503	0.0848	2.9600	34.90	V
45	9	5-8	Q. Perm.	658.0	-0.2400	-0.1935	-0.4335	-0.1828	-0.1666	-0.3494	0.0841	2.6320	31.30	V
46	10	6-9	Q. Perm.	658.0	-0.3150	-0.2252	-0.5403	-0.2403	-0.1908	-0.4311	0.1092	2.6320	24.11	V
47	11	7-8	Q. Perm.	520.0	-0.2835	-0.2100	-0.4934	-0.2400	-0.1901	-0.4300	0.0634	2.0800	32.81	V
48	12	8-9	Q. Perm.	740.0	-0.3150	-0.2253	-0.5403	-0.2400	-0.1907	-0.4307	0.1096	2.9600	27.01	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.

7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

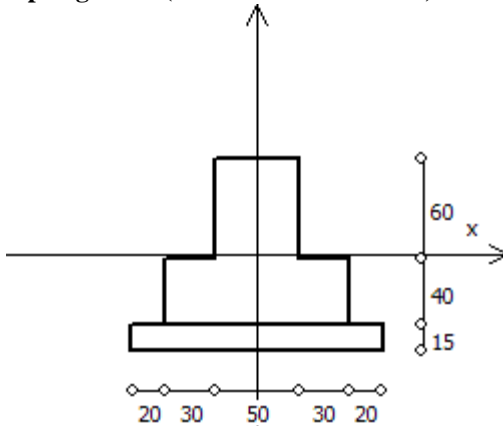
7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

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.

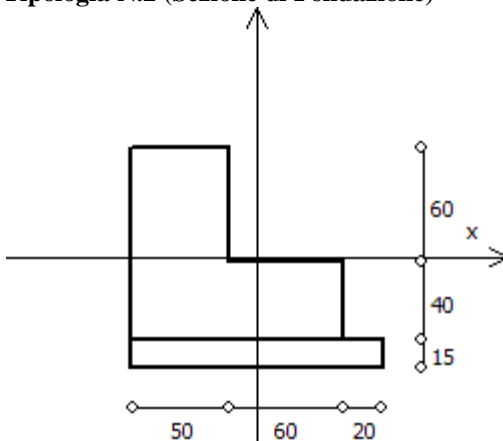
Descrizione delle tipologie di travi di fondazione utilizzate.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



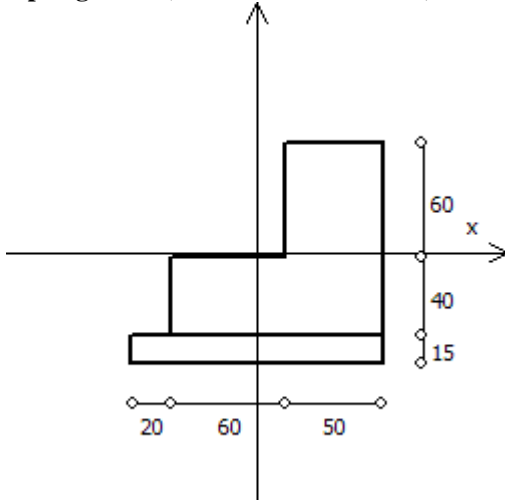
A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 5061667 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.2 (Sezione di Fondazione)



A	= 7400 cm ²
J _x	= 5946126 cm ⁴
J _y	= 6667072 cm ⁴
J _t	= 5742987 cm ⁴
Materiale	= Cls_C25/30
Peso	= 1850 daN/ml

Tipologia N.3 (Sezione di Fondazione)



A = 7400 cm²
 J_x = 5946126 cm⁴
 J_y = 6667072 cm⁴
 J_t = 5742987 cm⁴
 Materiale = Cls_C25/30
 Peso = 1850 daN/ml

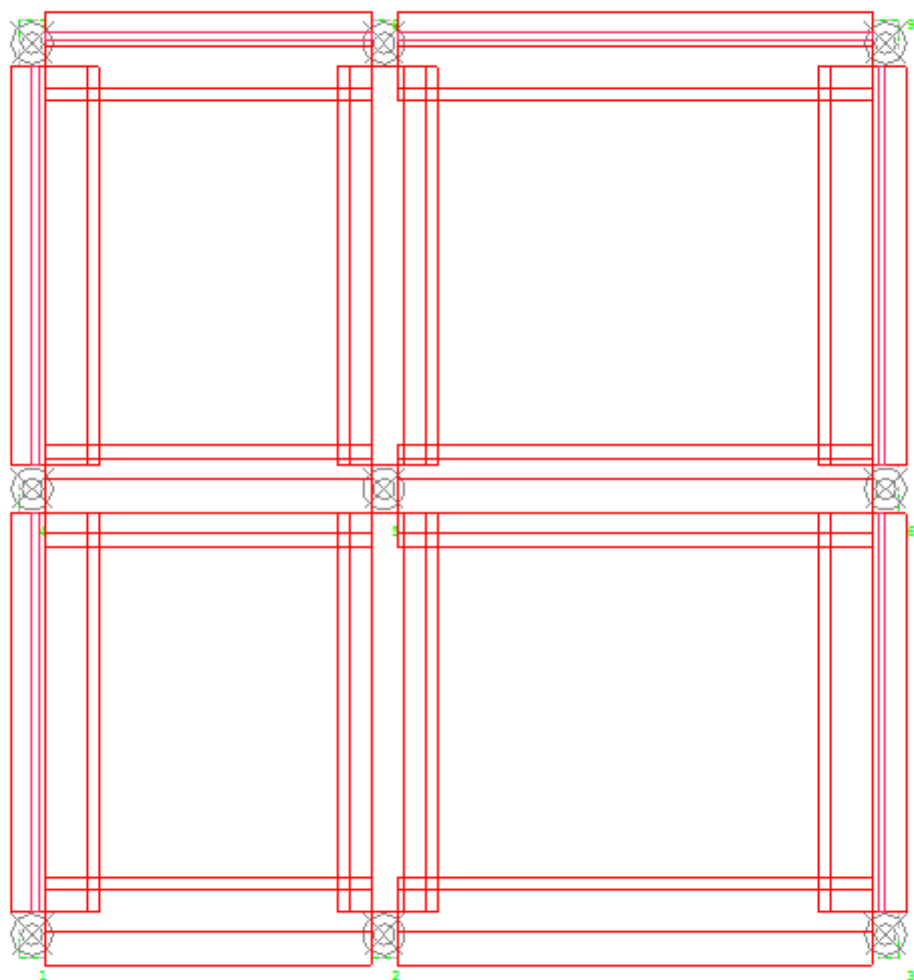
Caratteristiche delle travi di fondazione con la loro ubicazione in pianta.

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 ³]	KwT [daN/cm ³]
1	1, 2	1	2	3	520.00	Fond.	3.50	1.50
2	1, 4	1	4	2	658.00	Fond.	3.50	1.50
3	2, 3	2	3	3	740.00	Fond.	3.50	1.50
4	2, 5	2	5	1	658.00	Fond.	3.50	1.50
5	3, 6	3	6	3	658.00	Fond.	3.50	1.50
6	4, 5	4	5	1	520.00	Fond.	3.50	1.50
7	4, 7	4	7	2	658.00	Fond.	3.50	1.50
8	5, 6	5	6	1	740.00	Fond.	3.50	1.50
9	5, 8	5	8	1	658.00	Fond.	3.50	1.50
10	6, 9	6	9	3	658.00	Fond.	3.50	1.50
11	7, 8	7	8	2	520.00	Fond.	3.50	1.50
12	8, 9	8	9	2	740.00	Fond.	3.50	1.50

Piante fondazioni.

Fond.



7.5 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 (σ_T) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 41.I

				Tensioni Terreno				
				SLV	SLD	SLE		
				A1	A1	Caratt.	Freq.	Q. Perm.
Asta	Imp.	Fili	X [cm]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]	σ_T [daN/cm ²]
1	Fond.	1-2	0.00	1.28(22)	1.22(18)	0.93(5)	0.88(1)	0.87(1)
			260.00	1.06(22)	0.89(18)	0.77(5)	0.73(1)	0.72(1)
			520.00	1.01(22)	0.79(18)	0.73(5)	0.69(1)	0.67(1)
2	Fond.	1-4	0.00	1.28(22)	1.22(11)	0.93(5)	0.88(1)	0.87(1)
			329.00	1.00(22)	0.81(11)	0.72(5)	0.69(1)	0.68(1)
			658.00	1.10(22)	0.87(11)	0.79(5)	0.76(1)	0.75(1)
3	Fond.	2-3	0.00	1.01(22)	0.79(19)	0.73(5)	0.69(1)	0.67(1)
			370.00	0.82(22)	0.68(19)	0.60(5)	0.56(1)	0.55(1)
			740.00	1.43(22)	1.35(19)	1.03(5)	0.98(1)	0.97(1)
4	Fond.	2-5	0.00	1.01(22)	0.79(1)	0.73(5)	0.69(1)	0.67(1)
			329.00	0.81(22)	0.59(1)	0.59(5)	0.55(1)	0.54(1)
			658.00	0.97(22)	0.70(1)	0.71(5)	0.65(1)	0.64(1)
5	Fond.	3-6	0.00	1.43(22)	1.35(8)	1.03(5)	0.98(1)	0.97(1)
			329.00	1.12(22)	0.87(8)	0.81(5)	0.77(1)	0.76(1)
			658.00	1.25(22)	0.92(8)	0.90(5)	0.85(1)	0.84(1)
6	Fond.	4-5	0.00	1.10(22)	0.87(1)	0.79(5)	0.76(1)	0.75(1)
			260.00	0.97(22)	0.69(1)	0.70(5)	0.66(1)	0.64(1)
			520.00	0.97(22)	0.70(1)	0.71(5)	0.65(1)	0.64(1)
7	Fond.	4-7	0.00	1.10(11)	0.87(11)	0.79(5)	0.76(1)	0.75(1)
			329.00	1.05(11)	0.91(11)	0.76(5)	0.73(1)	0.72(1)
			658.00	1.51(11)	1.44(11)	1.04(5)	1.00(1)	0.99(1)
8	Fond.	5-6	0.00	0.97(22)	0.70(8)	0.71(5)	0.65(1)	0.64(1)
			370.00	0.73(22)	0.53(8)	0.53(5)	0.50(1)	0.49(1)
			740.00	1.25(22)	0.92(8)	0.90(5)	0.85(1)	0.84(1)
9	Fond.	5-8	0.00	0.97(22)	0.70(15)	0.71(5)	0.65(1)	0.64(1)
			329.00	0.88(22)	0.63(15)	0.63(5)	0.60(1)	0.59(1)
			658.00	1.24(22)	0.96(15)	0.89(5)	0.85(1)	0.84(1)
10	Fond.	6-9	0.00	1.25(22)	0.92(14)	0.90(5)	0.85(1)	0.84(1)
			329.00	1.17(22)	0.94(14)	0.85(5)	0.81(1)	0.80(1)
			658.00	1.62(22) *	1.52(14) *	1.16(5) *	1.12(1) *	1.10(1) *
11	Fond.	7-8	0.00	1.51(22)	1.44(15)	1.04(5)	1.00(1)	0.99(1)
			260.00	1.27(22)	1.07(15)	0.91(5)	0.87(1)	0.86(1)
			520.00	1.24(22)	0.96(15)	0.89(5)	0.85(1)	0.84(1)
12	Fond.	8-9	0.00	1.24(22)	0.96(14)	0.89(5)	0.85(1)	0.84(1)
			370.00	1.02(22)	0.84(14)	0.74(5)	0.71(1)	0.70(1)
			740.00	1.62(22) *	1.52(14) *	1.16(5) *	1.12(1) *	1.10(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	Storn_N-E_b	terr. copertura	terreno di copertura
		sub. sab-ghiaia	Substrato sabbioso - ghiaioso: ciottoli e ghiaia immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, avana giallastra

- 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]

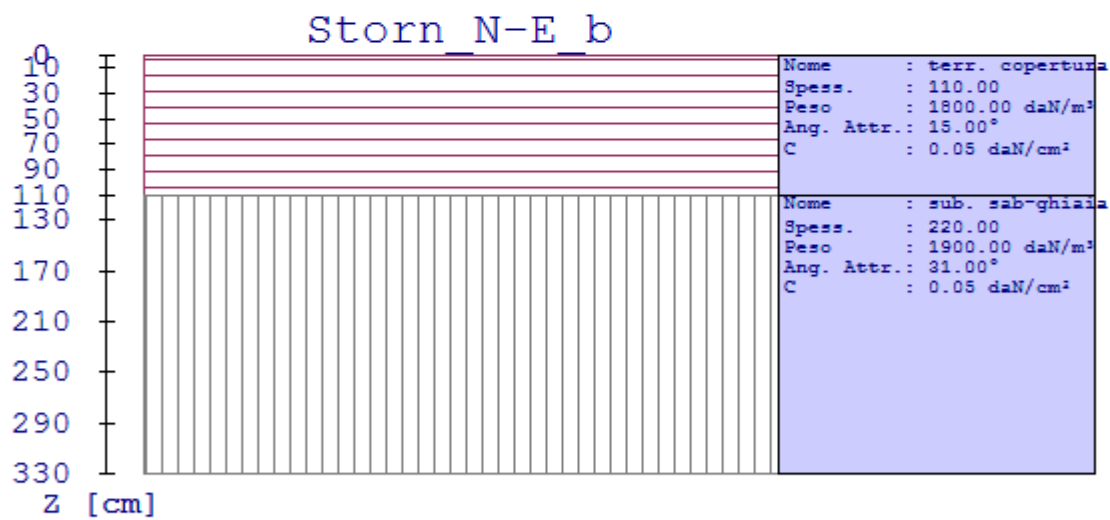
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
1	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
2	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
3	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
4	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
5	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
6	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
7	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
8	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	2	-
9	Storn_N-E_b	Fond.	Non Presente	-	-110.00	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 T	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]	OC R
Storn_N-E_b	terr. copertura	110.0	1800.0	800.0	5	-	15.0	0.05	0.30	163.15	401.64	0.35	36.00	0.00
	sub. sab-ghiaia	220.0	1900.0	900.0	55	-	31.0	0.05	1.94	530.24	2484.81	0.35	350.00	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

7.2 Relazione sulle fondazioni (DM 14/01/2008 e CIRCOLARE 617/2009)

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	4.51	7.40
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	24.11	196.65
ANALISI GLOBALI			
Verifica Scorrimento Fond. Superficiali		1.98	2.69
Verifica Ribaltamento		4.93	6.67

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 redatta dal Dott. Geologo 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.

Il progettista delle strutture