Comune di Castenaso

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU
PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE
RELAZIONE GEOTECNICA

Committente:

Comune di Castenaso
Piazza Bassi, 1, 40055, Castenaso (BO)

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Silvia Malaguti

Città di Castenaso

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Progettista Esecutivo Incaricato e DL generale e Strutture:
Ing. Alessandro Cesanelli
cf: CSN LSN 70S18 A944G

Coordinamento della Sicurezza PSC_CSE
Ing. Enrico Pennisi
cf: PNN NRC 86B17 C265Y

Progetto Definitivo Architettonico e DO edile:
Federico Scagliarini Architetto cf: SCG FRC 71C25 A944M
Cristina Tartari Architetto cf: TRT CST 72P51 A944J

Progetto Definitivo Impianti Meccanici e DO meccanici:
Per. Ind. Davide Guidotti
cf: GDT DVD 88M23 A944G

Progetto Definitivo Impianti Elettrici e Speciali e DO Elettrici e Speciali:
Per.ind. Daniele Franchini
cf: FRN DNL 84D26 G467N

Progetto Prevenzione Incendi e SCIA VVF:
Ing. Alessio Amorati
cf: MRT LSS 75R31 A944B

DIS. n°	Archivio	Data	Aggiornamenti	Disegni scala
PE-S-REL-003	233	Luglio 2023 Settembre 2023	R0 R1	Fascicolo A4

INDICE DEGLI ELABORATI

INTRODUZIONE 2
CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO 5
CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO 5
ANALISI DELLE OPERE DI FONDAZIONE 7
PLATEA EDIFICIO PRINCIPALE 7
CALCOLO DELLA PORTANZA 9
DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI NEL TERRENO 10
CALCOLO DEI CEDIMENTI: 11
TRAVE DI FONDAZIONE PERGOLATO 12
CALCOLO DELLA PORTANZA 14
DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI NEL TERRENO 15
CALCOLO DEI CEDIMENTI: 15
LIQUEFAZIONE DEI TERRENI 16

INTRODUZIONE

La presente consulenza geotecnica è orientata alla individuazione di eventuali problematiche riconducibili all'esecuzione dell'intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

Il presente elaborato è stato eseguito per conto del Comune di castenaso, committente dell'opera, per il progetto finanziato dall'unione europea – nextgenerationeu, PNRR - missione 4: istruzione e ricerca. Componente 1 – potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università. investimento 1.1: piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia
Nel seguito la presente relazione si pone l'obiettivo di approfondire la caratterizzazione geotecnica del primo sottosuolo dell'area interessata dagli interventi in progetto.

In particolare, il presente documento fa riferimento alla progettazione geotecnica delle fondazioni del nuovo edificio adibito a nido d'infanzia da realizzarsi nell'area adiacente al plesso scolastico attuale.
La zona in cui sorgerà l'unità è attualmente adibita a giardino della scuola ed è pianeggiante in zona prospicente la Via Roma, a Granarolo dell'Emilia.
Per l'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla normativa "Nuove norme tecniche per le costruzioni", D.M. 17 Gennaio 2018.

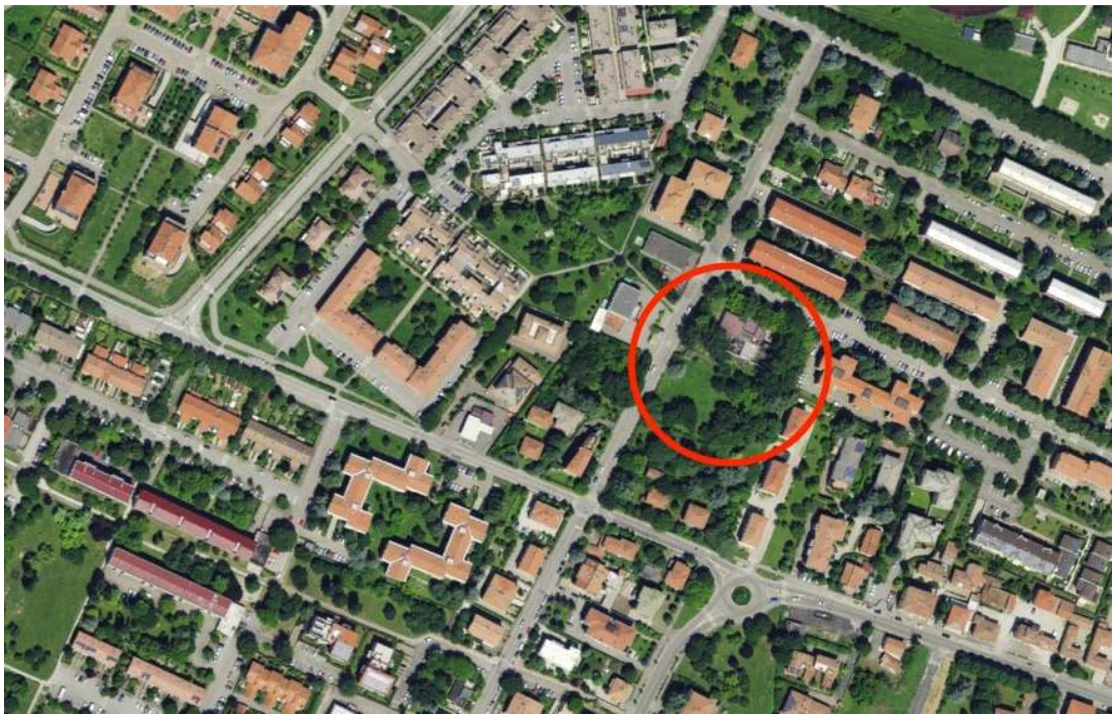


Figura 1: Ubicazione intervento (Google earth).

Le fondazioni saranno realizzate in opera tramite una platea di spessore 40 cm dove sarà presente un cordolo sommitale in corrispondenza delle pareti xlam di dimensione 20x20 cm.

Si riportano qui di seguito alcune immagini dell'edificio in progetto:

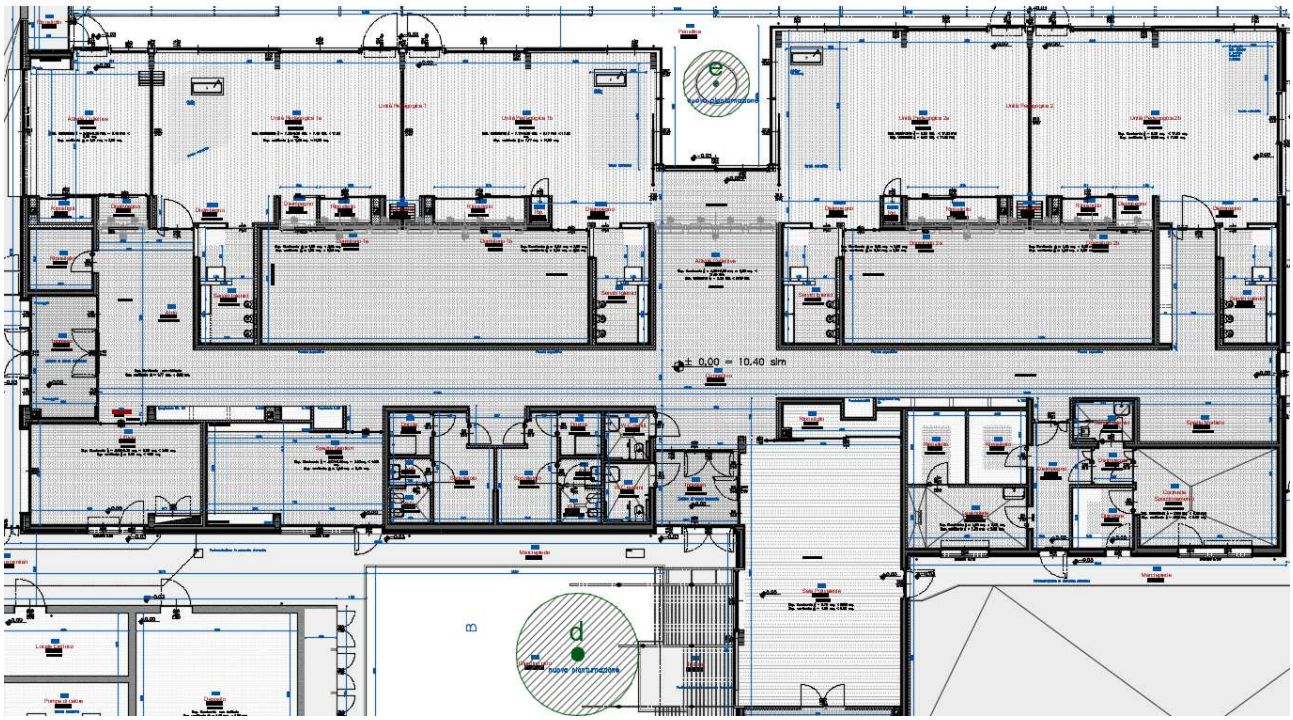


Figura 2: Pianta piano terreno edificio nido.

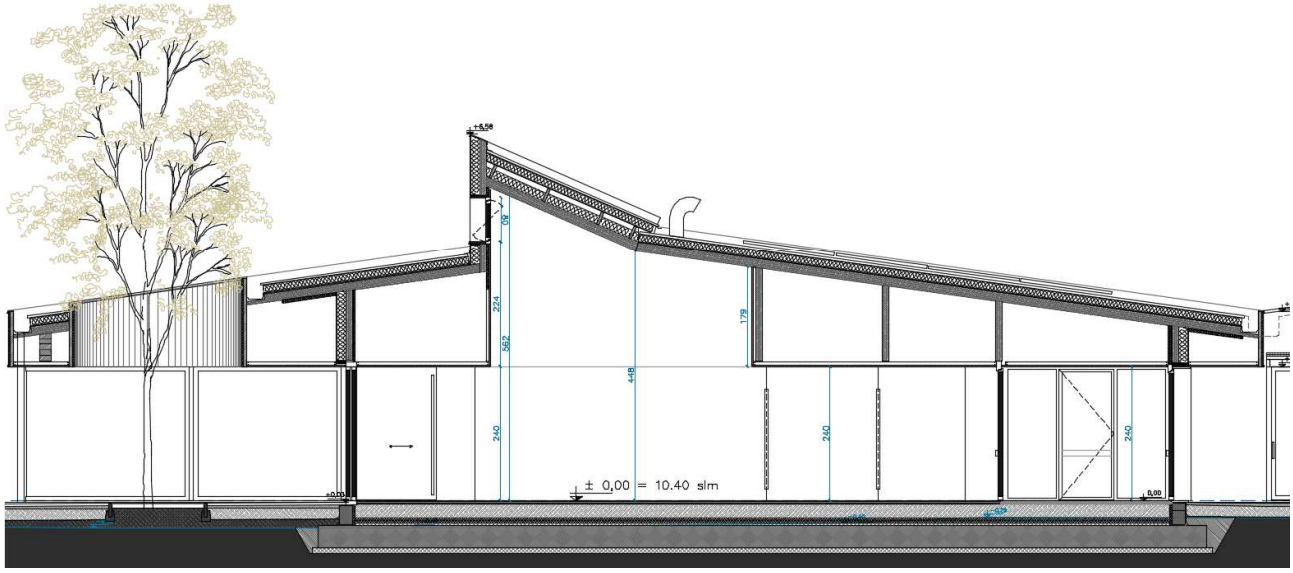


Figura 3: Sezione longitudinale.

Le fondazioni saranno realizzate in opera tramite una platea di spessore 40 cm.

- I pergolati esterni metallici sono costituiti da profili di carpenteria metallica tipo scatolari 60x120 spessore 6 mm per i montanti e per le travi principali; gli arcarecci saranno in WPC con sezione 5x15 cm con inclinazione 15°.

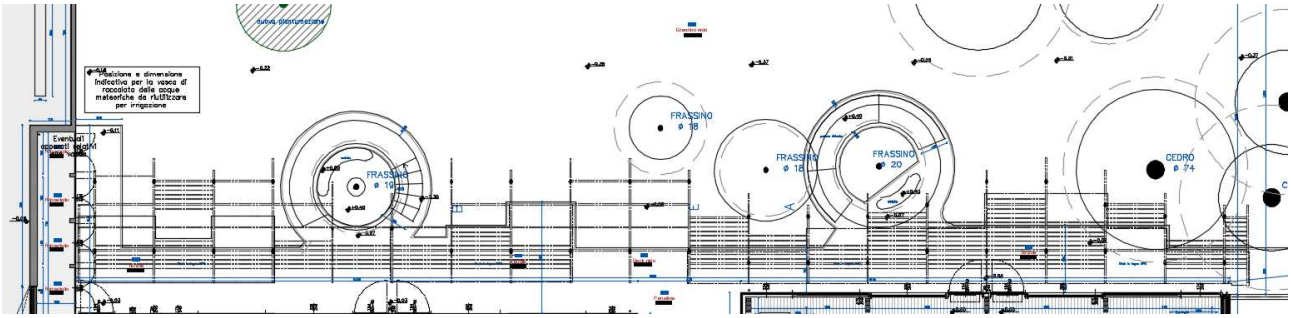


Figura 4: Pianta piano terreno zona tettoia.

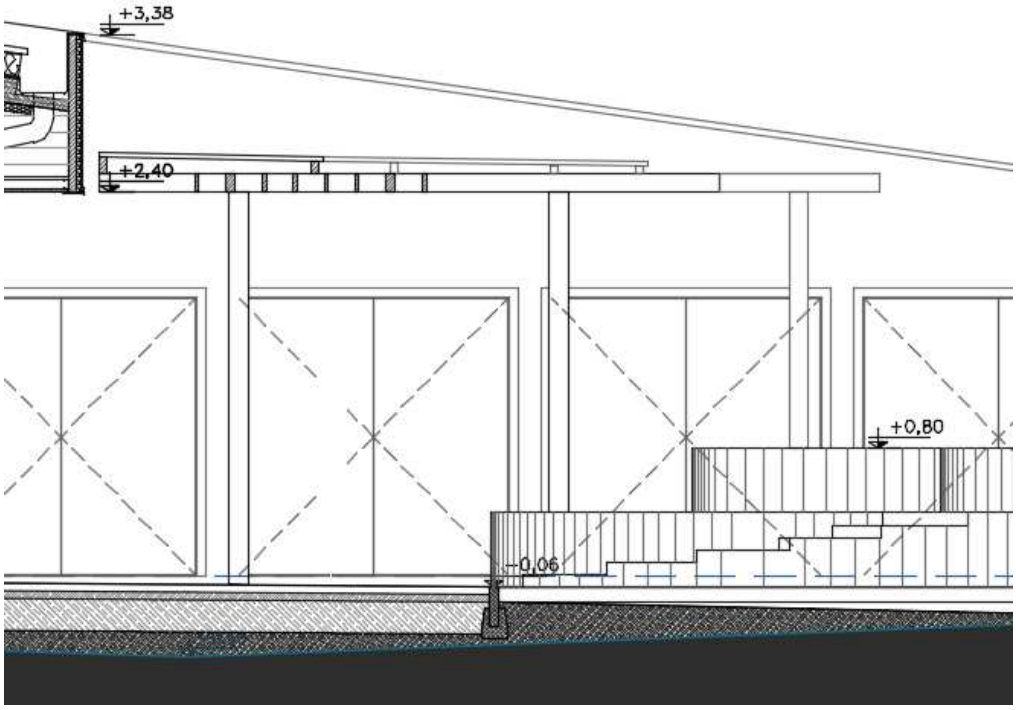


Figura 5: Sezione longitudinale.

La loro fondazione è di tipo nastriforme ampiamente sufficiente a garantire la stabilità delle strutture leggere in progetto.

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

In allegato al progetto è riportata copia della relazione geologica riguardante il sito in esame, redatta a cura di dello studio Dott. Geol. Luca Tondi.

In tale relazione è riportata anche la verifica alla liquefazione dei terreni.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO

Si riporta di seguito la caratterizzazione geotecnica del suolo del sito in accordo con relazione geologica a firma del Dott. Geol. Luca Tondi, che viene allegata alla presente.

Da tale documento si evince che il terreno sui cui dovrà sorgere il manufatto è costituito da depositi di argille e limi compatti.

Sintetizzando le caratteristiche dei terreni studiati, si possono individuare le seguenti unità litologiche:

PARAMETRI GEOTECNICI CPT 1								
Unità litostr.	Descrizione litologica	Id.Prova	Quota (m)	Y (kN/m^3)	Cu kPa	C' kPa	M_0 Mpa	ϕ (°)
T/R	Terreno con frammenti di laterizio.	CPT1	0.0 ÷ -0.6	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -
A	Alternanze di limi argillosi e limi sabbiosi. Terreni sovraconsolidati per essiccamento.	CPT1	-0.6 ÷ -1.8	18.5 ÷ 19.5	75 ÷ 110	3 ÷ 5	6.8 ÷ 18.0	24 ÷ 28
B	Alternanze di livelli di argille limose e limi argillosi con rari livelli di limi.	CPT1	-1.8 ÷ -9.6	18.5 ÷ 19.0	34 ÷ 70	2 ÷ 4	3.2 ÷ 5.9	21 ÷ 23
C	Livelli di limi sabbiosi con intercalazione di limi argillosi e sabbie limose in subordine.	CPT1	-9.6 ÷ -17.6	19.0 ÷ 19.5	44 ÷ 70	1 ÷ 2	3.4 ÷ 9.0	20 ÷ 25
D	Alternanze di limi argillosi e argille limose.	CPT1	-17.6 ÷ -20.0	19.0 ÷ 19.5	44 ÷ 56	2 ÷ 3	3.7 ÷ 4.4	20 ÷ 22

I parametri geotecnici delle varie unità sono riassunti nella seguente tabella:

PARAMETRI GEOTECNICI CPT 2								
Unità litostr.	Descrizione litologica	Id.Prova	Quota (m)	Υ (kN/m³)	Cu kPa	C' kPa	M_0 Mpa	ϕ (°)
T/R	Terreno con frammenti di laterizio.	CPT2	0.0 ÷ -0.8	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -	- ÷ -
A1	Alternanze di livelli di limi argillosi e limi sabbiosi con rare intercalazioni di argille limose. Terreni sovraconsolidati per essiccamento.	CPT2	-0.8 ÷ -3.8	18.5 ÷ 19.5	127 ÷ 176	2 ÷ 4	11.5 ÷ 36.0	24 ÷ 28
B1	Alternanze di livelli di argille limose e limi argillosi con intercalati livelli di limi sabbiosi e rare sabbie.	CPT2	-3.8 ÷ -8.2	18.5 ÷ 19.0	44 ÷ 80	1 ÷ 2	3.7 ÷ 7.6	20 ÷ 22
C1	Alternanze di livelli di sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di sabbie.	CPT2	-8.2 ÷ -17.2	19.0 ÷ 19.5	34 ÷ 70	1 ÷ 2	3.2 ÷ 21.0	22 ÷ 26
D1	Alternanze di livelli di limi sabbiosi e sabbie limose con rare intercalazioni di sabbie e limi argillosi.	CPT2	-17.2 ÷ -20.0	19.0 ÷ 19.5	34 ÷ 59	1 ÷ 2	3.4 ÷ 4.5	20 ÷ 22

Tabella 2: Parametri geotecnici estrapolati dall'elaborazione delle indagini.

γ= peso di volume del terreno **Cu** = coesione non drenata **C'** = coesione drenata
M_0 = modulo edometrico ϕ = angolo di attrito interno

Per quanto riguarda le condizioni idrogeologiche è stata effettuata un'apposita misura del livello piezometrico mediante freatimetro, ottenendo i seguenti risultati:

MISURA DEL LIVELLO DI FALDA		
Posizione	Data	Livello da p.c. (m)
CPT1	17/11/2022	- 5,80
CPT2	17/11/2022	- 5,70

Tabella 3: Misure del livello di falda in situ.

Il livello freatico riscontrato alla data dell'esecuzione delle prove penetrometriche rivelano la presenza della falda ad una quota di circa -5,7 m dal p.c.
Si segnala che la prima falda superficiale è legala al ciclo meteo-climatico stagionale; pertanto, presenterà livelli statici a quote più alte in corrispondenza di periodi con maggiore incidenza di eventi meteorici (mesi primaverili), e livelli più bassi in corrispondenza di assenza di manifestazioni atmosferiche (periodo fine state/inizio delle piogge autunnali).

L'unità interferente con le strutture di fondazione in progetto risulta essere la Unità A per quanto riguarda la platea di fondazione.

Si considera una costante di sottofondo (di Winkler) a favore di sicurezza pari a 1 kg/cm^3.

ANALISI DELLE OPERE DI FONDAZIONE

Platea edificio principale

La struttura di fondazione del fabbricato principale è costituita da una platea opportunamente sagomata di spessore 40 cm, su cui poggiano le strutture principali in legno lamellare ed in Xlam.

Al fine di valutare la capacità portante della struttura ed i cedimenti geotecnici dell'opera si considerano le pressioni agenti in fondazione che sono determinate dal modello di calcolo.

Tramite un modello di calcolo dedicato, con l'uso del software Carl 16.0 di Aztec Informatica, che è dedicato all'analisi di fondazioni superficiali e fondazioni profonde.

In particolare per le fondazioni superficiali il programma determina il carico limite, l'andamento delle tensioni indotte nel sottosuolo dai carichi agenti ed i cedimenti provocati dagli stessi.

È possibile analizzare le seguenti geometrie di fondazioni:

– fondazione nastriforme;

– fondazione circolare;

– fondazione rettangolare.

La fondazione in esame può essere soggetta ad un carico verticale, eventualmente eccentrico sia lungo B sia lungo L, e un carico orizzontale nelle due direzioni X e Y.

Il terreno può essere stratificato e per ogni strato, in dipendenza del problema che si intende risolvere, occorre definire le grandezze fisiche e meccaniche necessarie, ottenute da prove di laboratorio o in sito.

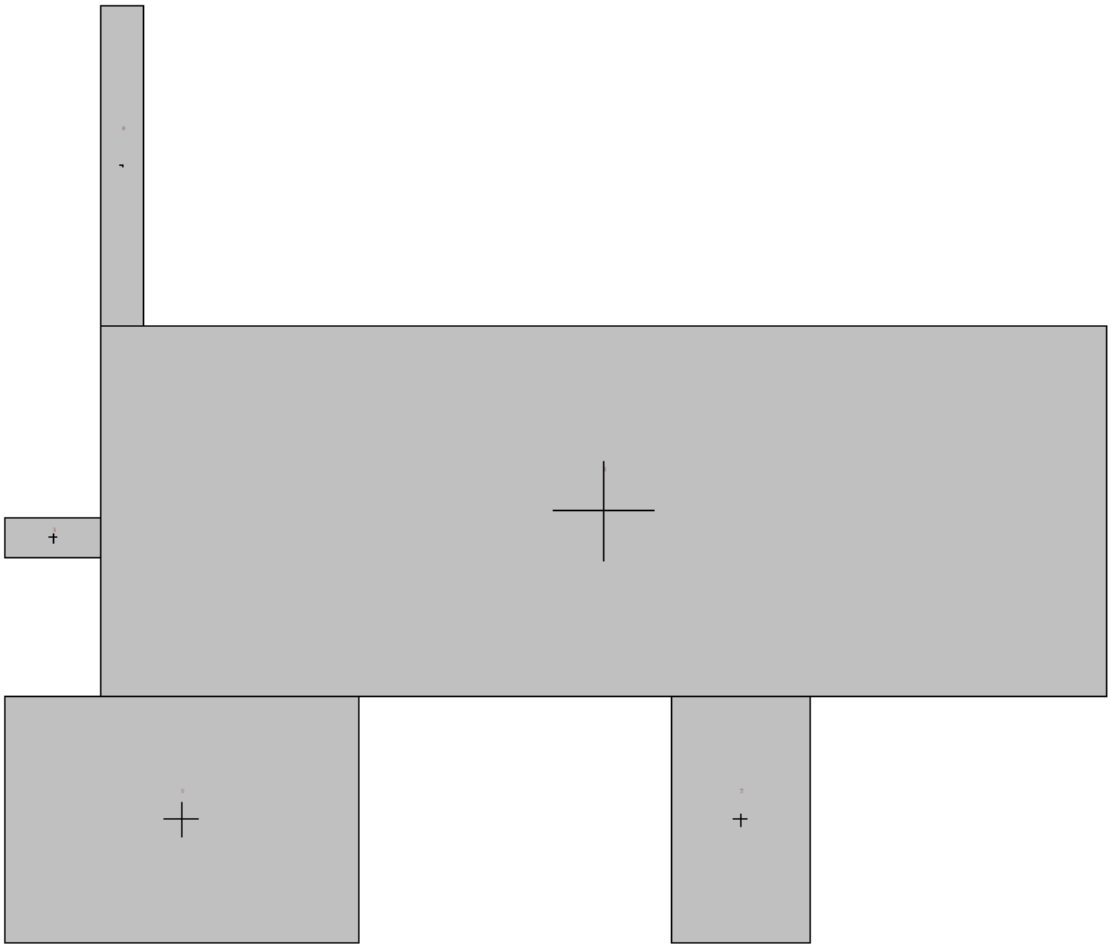
Può essere messa in conto la falda impostandone la quota rispetto al piano campagna.

CARL mette a disposizione diverse metodi per il calcolo della portanza, delle tensioni e dei cedimenti.

Nel caso in esame la fondazione è stata modellata con aree di fondazione che sono in grado di simulare la reale area di impronta della fondazione, in modo da rendere coerente l'interazione tra le diverse zone, in particolare per quanto riguarda il cedimento in fondazione.

Di seguito si riporta l'area di impronta delle fondazioni, composta dalle 5 zone omogenee relative alle diverse parti della fondazione.

Su tali aree sono applicati i carichi relativi alle pressioni sul terreno determinate dalla relazione di calcolo di progetto.



La stratigrafia del terreno esistente è possibile modellarla all'interno del programma in modo da determinare la capacità portante ed i cedimenti sulle verticali di calcolo.

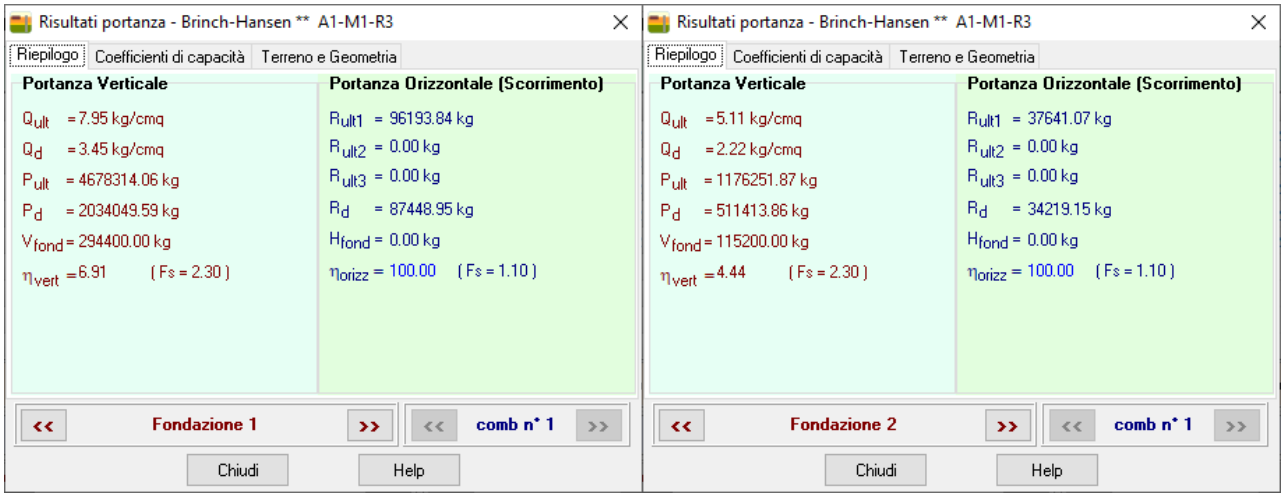
Stratigrafia

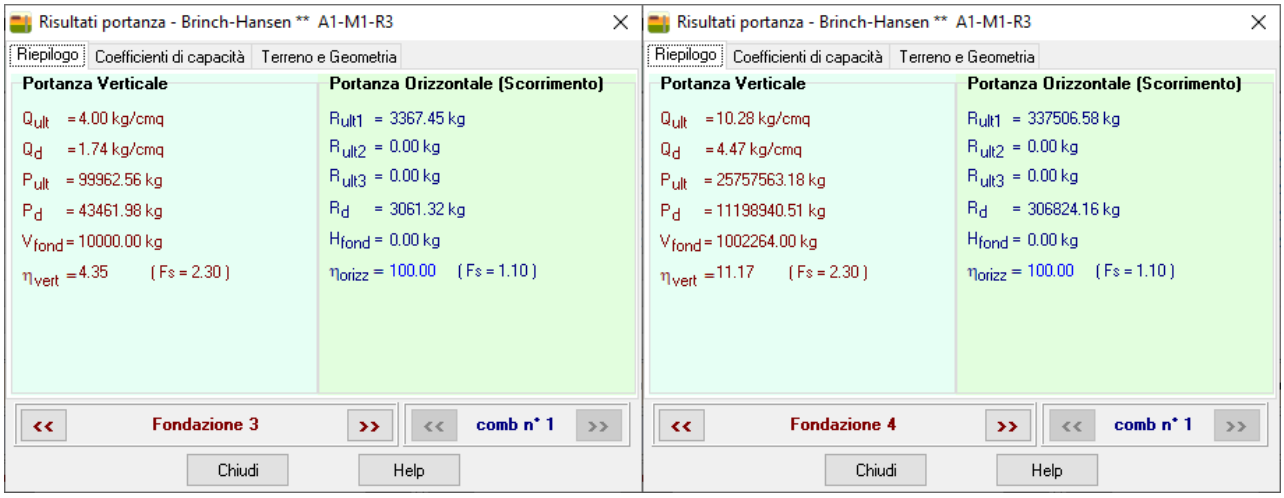
Colonna 1		Colonna 2		Colonna 3	
X [m]	4.60	X [m]	15.00	X [m]	3.10
Y [m]	3.20	Y [m]	11.00	Y [m]	19.65

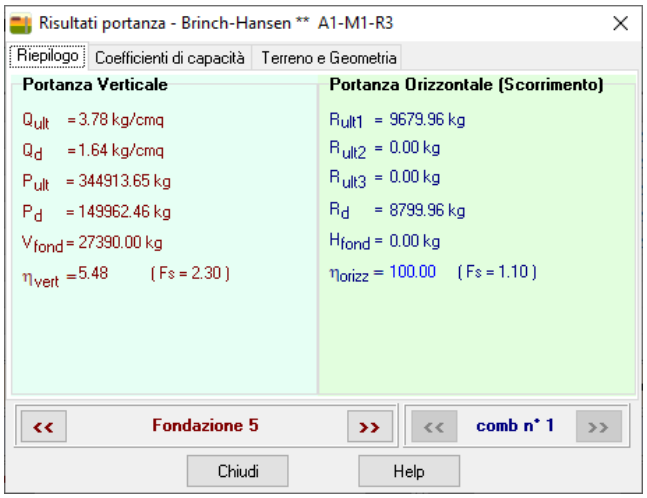
n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	kh
1	-2.80	-2.80	-2.80	[A] Limi argillosi e sabbiosi	0.00
2	-6.00	-6.00	-6.00	[B] Argille limose e limi argillosi	0.00
3	-7.00	-7.00	-7.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
4	-9.00	-9.00	-9.00	[B] Argille limose e limi argillosi	0.00
5	-16.00	-16.00	-16.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
6	-17.00	-17.00	-17.00	[D] Limi argillosi	0.00
7	-18.00	-18.00	-18.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
8	-20.00	-20.00	-20.00	[D] Limi argillosi	0.00

CALCOLO DELLA PORTANZA

Il calcolo della portanza in condizioni drenate del terreno è stato condotto seguendo la teoria di Brinch-Hansen, da cui si ottiene il carico limite q_{lim}: $q_{\lim} = \frac{1}{2}\gamma' B' N_\gamma \alpha_\gamma + c' N_c \alpha_c + q N_q \alpha_q$



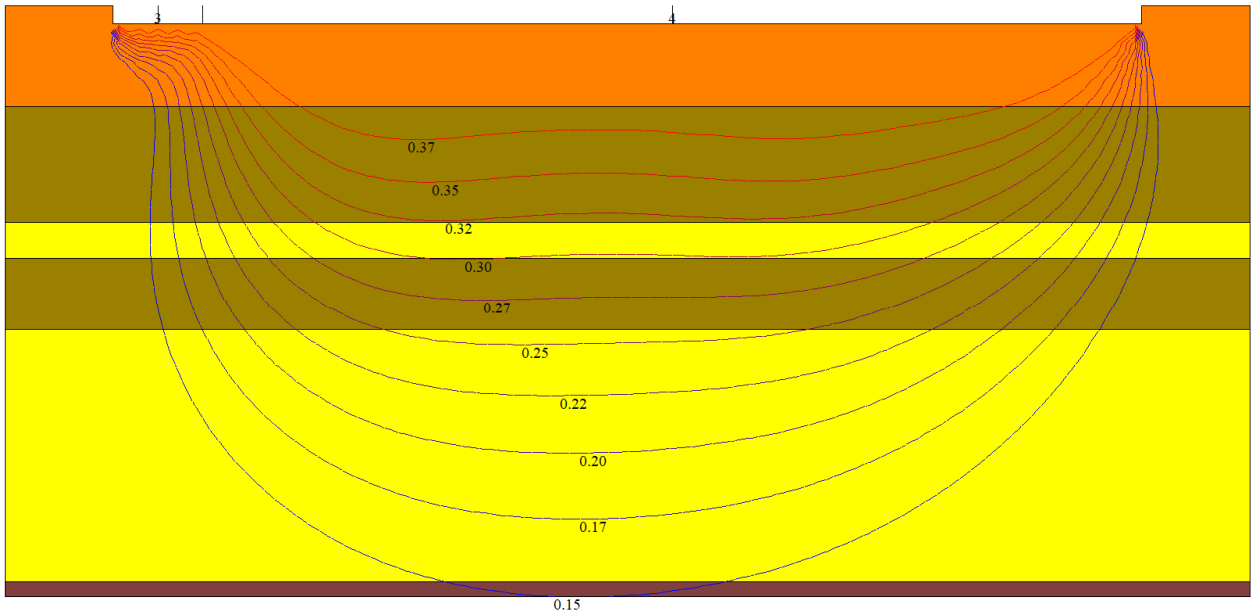




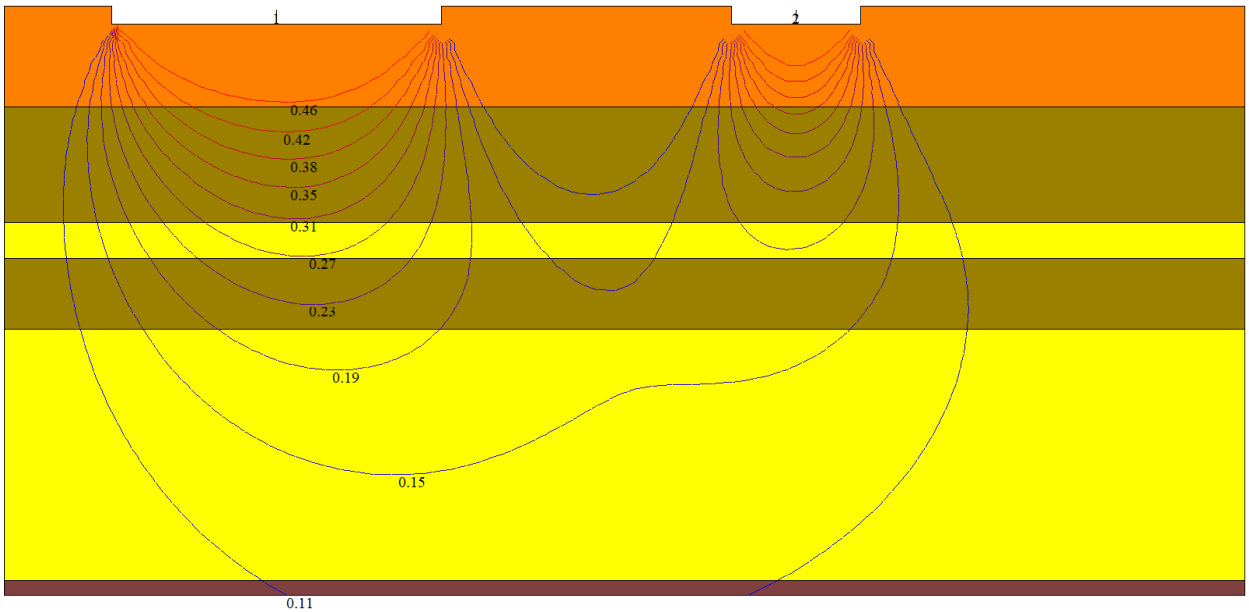
Considerando la pressione massima agente agli SLU pari a 0.75 Kg/cm^2 distribuita uniformemente nella platea di fondazione (si veda capitolo relativo alla verifica delle fondazioni) si ha che la verifica effettuata risulta soddisfatta essendo la portanza minima pari a 1.64 kg/cm^2.

DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI NEL TERRENO

La distribuzione delle pressioni nel terreno sono quelle di seguito indicate, lungo due sezioni che intersecano la parte principale delle fondazioni (Sezione A) e la parte delle due appendici denominate fondazione 1 e 2. (Sezione B)



Sezione A

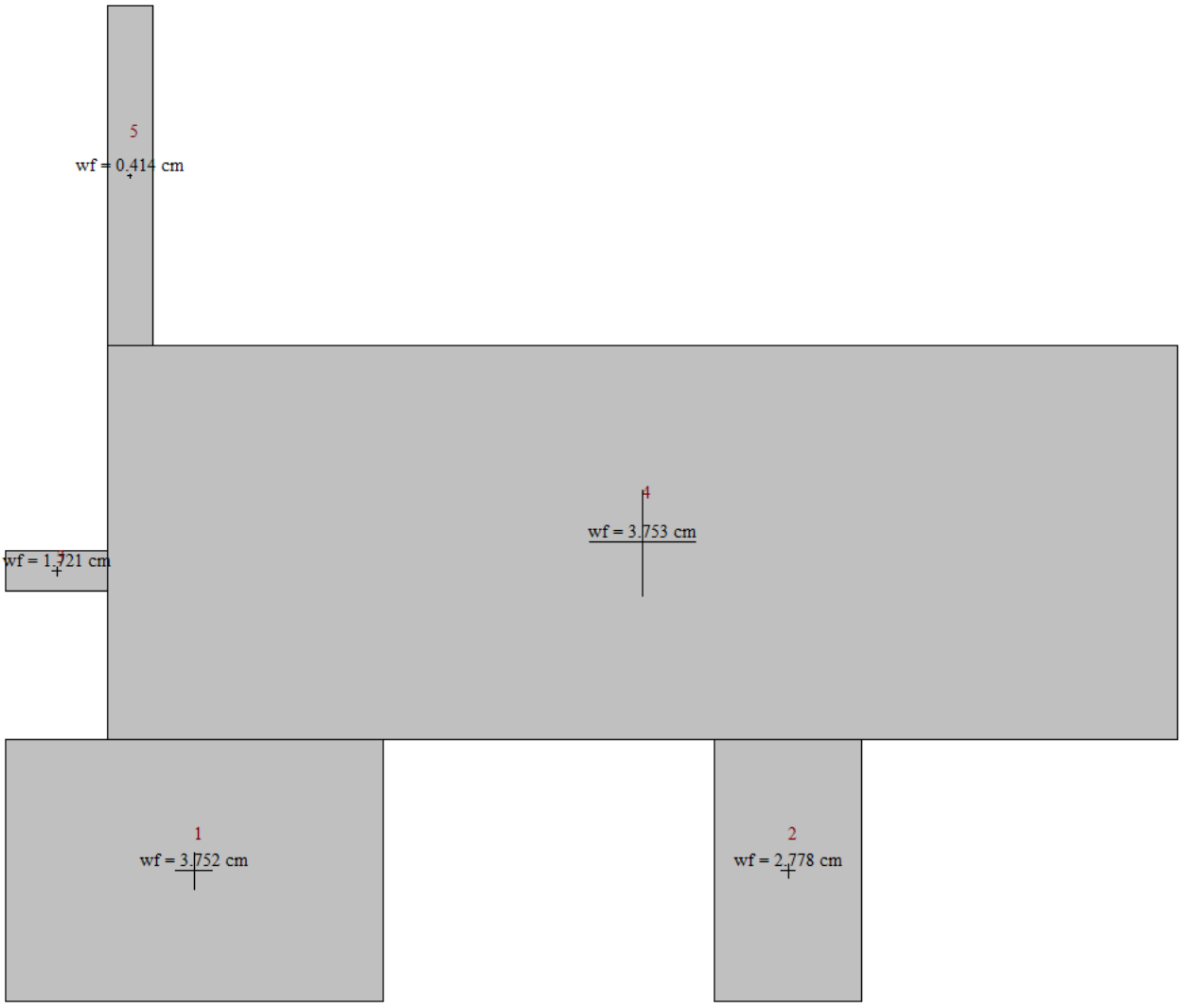


Sezione B

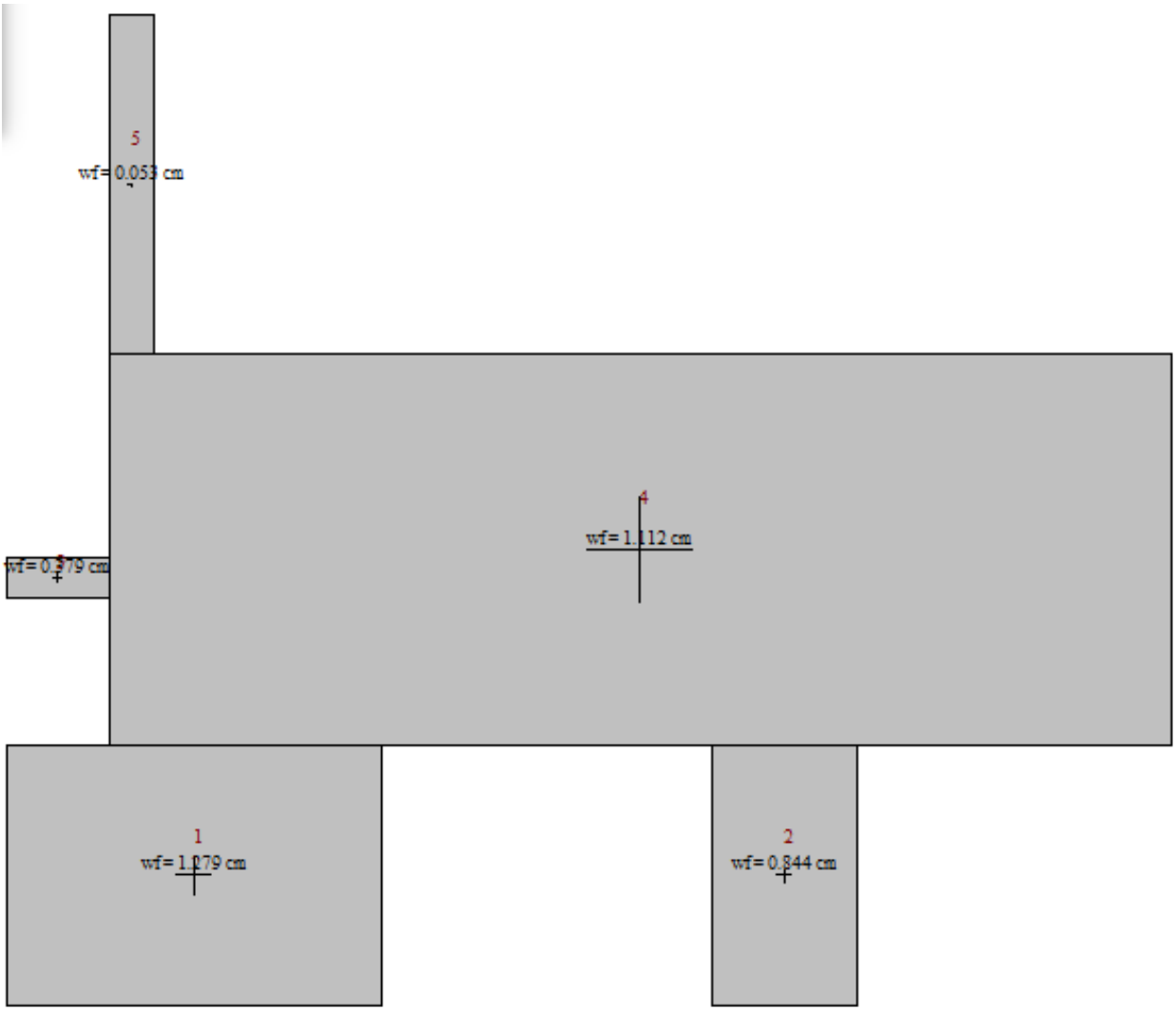
CALCOLO DEI CEDIMENTI:

Si riporta di seguito il risultato delle verifiche sui cedimenti della struttura avendo considerato i cedimenti di consolidazione sulle diverse aree di fondazione considerate.

Calcolando i cedimenti con il metodo edometrico, i cedimenti massimi in condizioni drenate sono pari a 3.75 cm per le aree di fondazione 1 e 4.



Per ciò che riguarda i cedimenti in condizioni non drenate, quelli massimi risultano pari a 1.28 cm nell'ipotesi cautelativa di considerare anche il cedimento per le unità più sabbiose, dove il cedimento sarà molto limitato.



Per quanto riguarda i cedimenti post sismici, tipologia di cedimento che si sviluppa in particolare su terreni granulari in falda, si ritiene che nel caso specifico possano considerarsi quasi nulli.

Vista la tipologia strutturale dove i carichi statici permanenti della struttura fondale sono preponderanti e vista la presenza di livelli sabbioso-limosi diffusi, che riducono il percorso di consolidamento dei terreni, si ritiene che buona parte dei cedimenti si possano sviluppare già in fase di costruzione dell'opera.

Ciò ridurrà i già esigui cedimenti differenziali tra le varie aree di fondazione.

Trave di fondazione pergolato

La struttura di fondazione del pergolato è costituita da travi nastriformi di spessore 30 cm e larghezza 30 cm, su cui poggiano le strutture principali in acciaio.

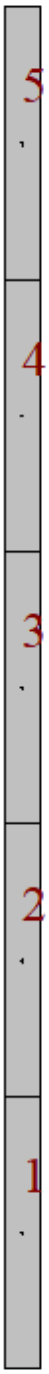
Al fine di valutare la capacità portante della struttura ed i cedimenti geotecnici dell'opera si considerano le pressioni agenti in fondazione che sono determinate dal modello di calcolo.

Tramite un modello di calcolo dedicato, con l'uso del software Carl 16.0 di Aztec Informatica, che è dedicato all'analisi di fondazioni superficiali e fondazioni profonde.

Nel caso in esame la fondazione è stata modellata con aree di fondazione che sono in grado di simulare la reale area di impronta della fondazione, in modo da rendere coerente l'interazione tra le diverse zone, in particolare per quanto riguarda il cedimento in fondazione.

Di seguito si riporta l'area di impronta delle fondazioni, composta dalle 5 zone omogenee relative alle diverse parti della fondazione su cui scaricano i montanti della strutura.

Su tali aree sono applicati i carichi derivanti dalla struttura in elevazione



La stratigrafia del terreno esistente è possibile modellarla all'interno del programma in modo da determinare la capacità portante ed i cedimenti sulle verticali di calcolo.

Stratigrafia

Colonna 1		Colonna 2		Colonna 3	
X [m]	4.60	X [m]	15.00	X [m]	3.10
Y [m]	3.20	Y [m]	11.00	Y [m]	19.65

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	kh
1	-2.80	-2.80	-2.80	[A] Limi argillosi e sabbiosi	0.00
2	-6.00	-6.00	-6.00	[B] Argille limose e limi argillosi	0.00
3	-7.00	-7.00	-7.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
4	-9.00	-9.00	-9.00	[B] Argille limose e limi argillosi	0.00
5	-16.00	-16.00	-16.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
6	-17.00	-17.00	-17.00	[D] Limi argillosi	0.00
7	-18.00	-18.00	-18.00	[C] Limi sabbiosi e argillosi	0.00
8	-20.00	-20.00	-20.00	[D] Limi argillosi	0.00

CALCOLO DELLA PORTANZA

Il calcolo della portanza in condizioni drenate del terreno è stato condotto seguendo la teoria di Brinch-Hansen, da cui si ottiene il carico limite q_{lim}: $q_{\lim} = \frac{1}{2}\gamma' B' N_\gamma \alpha_\gamma + c' N_c \alpha_c + q N_q \alpha_q$

Risultati portanza - Brinch-Hansen ** A1-M1-R3

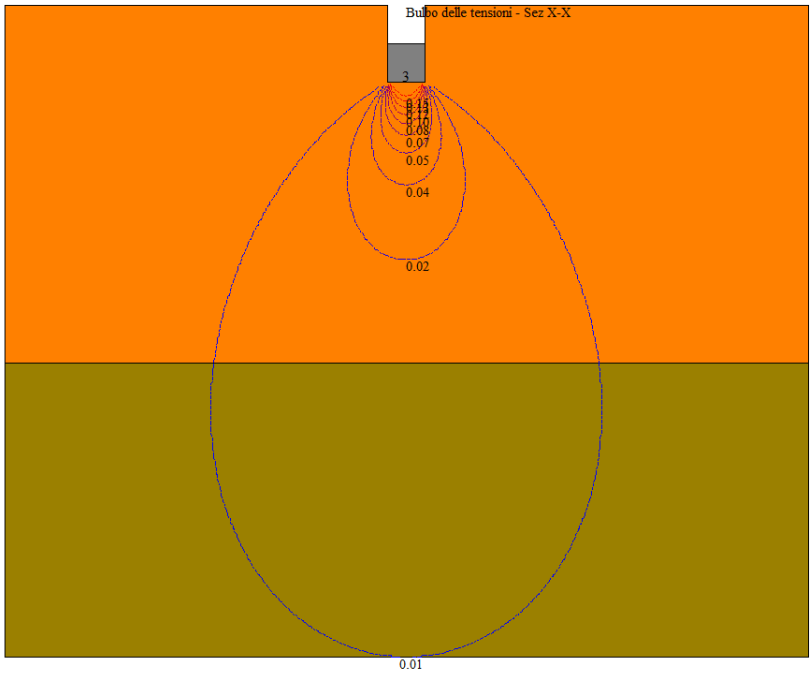
Riepilogo | Coefficienti di capacità | Terreno e Geometria

Portanza Verticale		Portanza Orizzontale (Scorrimento)	
Q_{ult}	= 2.40 kg/cmq	R_{ult1}	= 459.87 kg
Q_d	= 1.04 kg/cmq	R_{ult2}	= 0.00 kg
P_{ult}	= 16545.00 kg	R_{ult3}	= 0.00 kg
P_d	= 7193.48 kg	R_d	= 418.07 kg
V_{fond}	= 1122.50 kg	H_{fond}	= 252.69 kg
η_{vert}	= 6.41 (Fs = 2.30)	η_{orizz}	= 1.65 (Fs = 1.10)

Considerando la pressione massima agente agli SLU pari a 0.16 Kg/cm^2 si ha che la verifica effettuata risulta soddisfatta essendo la portanza minima pari a 1.04 kg/cm^2.

DISTRIBUZIONE DELLE TENSIONI NEL TERRENO

La distribuzione delle pressioni nel terreno sono quelle di seguito indicate, lungo la sezione trasversale XX.

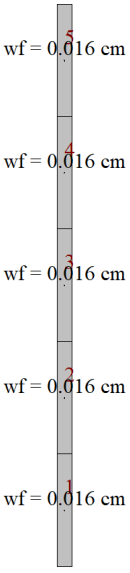


Sezione X-X

CALCOLO DEI CEDIMENTI:

Si riporta di seguito il risultato delle verifiche sui cedimenti della struttura avendo considerato i cedimenti di consolidazione sulle diverse aree di fondazione considerate.

Calcolando i cedimenti con il metodo edometrico, i cedimenti massimi in condizioni drenate sono pari a 0.016 cm per le aree di fondazione da 1 a 5.



Per ciò che riguarda i cedimenti in condizioni non drenate, saranno ancora inferiori e quindi di una magnitudo che non è sisgnificativa.

Per quanto riguarda i cedimenti post sismici, tipologia di cedimento che si sviluppa in particolare su terreni granulari in falda, si ritiene che nel caso specifico possano considerarsi quasi nulli.

LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per quanto concerne il rischio di liquefazione, si rimanda al calcolo eseguito nella relazione geologica a firma del tecnico Dott. Geol. Luca Tondi che riporta un di valore bassa probabilità di liquefazione dei terreni presenti in sito.