



## COMMISSARIO DELEGATO

per i Primi Interventi Urgenti di Protezione Civile in Conseguenza della Contaminazione da sostanze perfluoro-alchiliche (PFAS)

DCM del 21.03.2018/OCDPC n. 519 del 28.05.2018






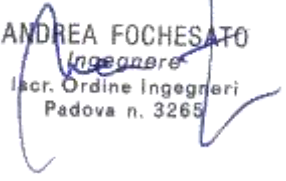
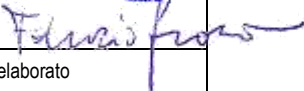


### MODELLO STRUTTURALE DEGLI ACQUEDOTTI DEL VENETO (MO.S.A.V.)

INTERVENTI FINALIZZATI ALLA SOSTITUZIONE DELLE FONTI IDROPOTABILI CONTAMINATE DA SOSTANZE PERFLUORO-ALCHILICHE (PFAS)

## ESTENSIONE DELLO SCHEMA NELL'AREA MONSELICENSE - ESTENSE - MONTAGNANESE

### PROGETTO DEFINITIVO

<p>PROGETTISTI</p>	<p>Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche Ing. Luca Fresia</p> 	<p>Geologia Dott. geol. Fabrizio Grosso</p> 
<p>CAPOGRUPPO MANDATARIA:</p>  <p>MANDANTI:</p>   <p>Arch. Iunior Doris Castello</p>	<p>Coordinatore sicurezza in fase di progettazione Ing. Andrea Fochesato</p> 	<p>Progettista responsabile elaborato</p> 

### 3 – GEOTECNICA E DIMENSIONAMENTI STRUTTURALI 3.01 - RELAZIONE GEOTECNICA SERBATOIO

00	SET. 19	L. FRESIA	S. CHIAPPINO	L.FRESIA	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE



## INDICE

1. GENERALITÀ	1
2. NORMATIVA VIGENTE	1
3. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE	2
4. STATI LIMITE	2
5. PARAMETRI GEOTECNICI	2
6. PARAMETRI SISMICI	4
7. METODO DI CALCOLO SERBATOI ED EDIFICIO CENTRALE	4

ALLEGATO 1 - Analisi e verifiche serbatoio tipologico

ALLEGATO 2 - Analisi e verifiche edificio centrale



## 1. GENERALITÀ

Oggetto della presente relazione è il calcolo geotecnico dei manufatti previsti nel Progetto Definitivo e relativi al serbatoio in Comune di Montagnana (PD) a servizio del sistema Mosav – asse Monselice-Montagnana.

Nello specifico l'intervento in progetto, prevede la realizzazione di un edificio costituito da tre blocchi strutturalmente svincolati: n°2 serbatoi gemelli di raggio esterno 22.0 m ed altezza complessiva 7.90 m, e un corpo centrale – tecnico interposto tra questi ultimi, di dimensioni in pianta 14.80 x 37.20 ed altezza variabile da un minimo di 8.30 m sino ad un massimo di 15.50 m:

- Serbatoi in c.a. costituiti da una soletta di copertura in predalles alleggerite di spessore complessivo 40 cm su travi in c.a. di sezione variabile da un minimo di 30x40 cm sino ad un massimo di 60x40 cm. Tale soletta di copertura, dimensionata per sopportare un sovraccarico trasmesso da un ricoprimento massimo di 30 cm di terreno ed un sovraccarico variabile di 5.0 kN/m<sup>2</sup>, è incastrata su pareti interne a pianta circolare, di spessore 40 cm e su pareti esterne di spessore 60 cm. Tali pareti sono a loro volta incastrate all'interno di una platea di spessore variabile da un minimo di 80 cm sino ad un massimo di 100 cm. Tale platea appoggia su pali trivellati di diametro  $\Phi 800$  e lunghezza 18.0 m (Allegato 1)
- Edificio centrale costituito da solette di copertura in tegole alveolari in c.a.p. di spessore variabile da un minimo di 35 cm (soletta copertura locale uffici) sino ad un massimo di 49.5 cm (copertura edificio centrale). Tali solette sono appoggiate sulle pareti perimetrali in c.a. di spessore 50 cm, incastrate a loro volta all'interno di una platea in c.a. di spessore 80 cm. Tale platea appoggia su pali trivellati di diametro  $\Phi 600$  e lunghezza 18.0 m.  
Al piano terreno vi è una soletta in c.a. di spessore 40 cm, incastrata perimetralmente all'interno delle pareti in c.a. di spessore 50 cm ed appoggiata su pilastri in c.a. di sezione 50x50 cm, su cui è previsto il transito di mezzi pesanti schematizzati come carichi tandem di 1° categoria. (Allegato 2)

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche geotecniche, in condizioni statiche e sismiche, ai sensi delle normative vigenti, dei manufatti maggiormente significativi. I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il comune dove vengono realizzate le opere in progetto è quello di Montagnana (PD), sito in zona sismica 4, a bassa sismicità.

## 2. NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 17 gennaio 2018 – “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”
- Circolare 11 febbraio 2019, n. 7 - “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.

### 3. PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

Classe d'uso : per i manufatti definitivi : IV (*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.*) ed è di tipo 2 (*opere ordinarie*) con vita nominale  $\geq 50$  anni,  $C_U =$  coefficiente d'uso = 2.0,  $V_R =$  vita di riferimento =  $C_U \times V_N = 100$  anni.

### 4. STATI LIMITE

La sicurezza e le prestazioni dei manufatti sono state valutate in relazione agli Stati Limite che si possono verificare durante la loro vita nominale. In particolare le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- *sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU), sia di tipo geotecnico (GEO e di equilibrio di corpo rigido (EQU,) che di tipo strutturale (STR)*
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

$R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto  $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$  delle azioni o direttamente  $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$

Inoltre si è considerata:

$V_N =$  vita nominale dell'opera  $\geq 50$  anni

Classe d'uso di tipo IV con coefficiente  $C_U = 2.0$

$V_R =$  periodo di riferimento =  $V_N \cdot C_U = 100$  anni

### 5. PARAMETRI GEOTECNICI

Nella tabella vengono schematizzate le caratteristiche delle unità litotecniche individuate alle differenti quote di indagine.

Codice livello	Profondità (m)	Tipologia unità litologica	Caratteristiche
A	0.00 - 3.00	sabbia limosa - limi sabbiosi	Prevalente sabbia medio fine su limo sabbioso fine.
B	3.00 - 10.00	Argille limose - limi sabbiosi	prevalenza di argille debolmente limose intercalate da livelli limoso sabbiosi di potenza decimetrica e da livelli sabbiosi di spessore ancora inferiore.
C	>10.00 - 12.50	Sabbia limosa	sabbie da fine a medio fine limosa.

**Caratteristiche delle unità litotecniche individuate.**

Sui sondaggi geognostici S1 e S4 sono state eseguite complessivamente 7 prove SPT (Standard Penetration Test) in corrispondenza delle sabbie più consistenti osservate a profondità maggiori di 10 m. I risultati sono riepilogati nelle tabelle successive.

I test evidenziano sabbie compatte in considerazione del numero di colpi ottenuto per la penetrazione della punta nel terreno per 30 cm. L'incremento del grado di addensamento avviene tra 14 e 15 m di profondità su S1 e tra 15.45 e 16.50 su S4, nelle prove più profonde non si osservano invece ulteriori incrementi.

Sondaggio S1						
Nr. prova	Da m	A m	N1	N2	N3	NSPT
1	13.50	13.95	9	12	18	30
2	15.00	15.45	10	21	28	49
3	16.50	16.95	12	19	27	46
4	18.00	18.45	11	21	28	49

Prove SPT su sondaggio S 1.

Sondaggio S4						
Nr. prova	Da m	A m	N1	N2	N3	NSPT
1	15.00	15.45	9	12	18	30
2	16.50	16.95	10	21	28	49
3	18.00	18.45	12	19	27	46

Prove SPT su sondaggio S 4.

Nella tabella seguente vengono stimati, sulla base di quanto mediamente emerso dalle prove SPT e dalle prove CPTU, i parametri geotecnici dei terreni oggetto di intervento.

Unità litologica	Codice livello	$\gamma$	$\sigma'$	Cu media	M	$\varphi'$	Dr	E
		(t/m <sup>3</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	(°)	(%)	(kg/cm <sup>2</sup> )
sabbia limosa – limi sabbiosi	A	1.5 - 1.7	0.3 - 0.4			30 - 32	60 - 80	180
Argille limose – limi sabbiosi	B	1.7 - 1.8	0.5 - 1	0.05 - 0.10	40 - 60	20 - 22	40 - 60	40 - 60
sabbie	C	1.9 - 2.1	1.4 - 1.8			32 - 34	40 - 60	290

$\gamma$  = peso di volume

$\sigma'$  = stima delle tensioni litostatiche

Cu media = coesione non drenata

M = modulo edometrico

$\varphi'$  = angolo di attrito interno efficace

Dr = densità relativa

## 6. PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto è effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato ( SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita e SLD = Stato Limite di Danno).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "Accelerazione orizzontale massima al sito" ( $a_g$ ), del "Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione" ( $F_o$ ) e del "Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione" ( $T_C$ ) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito. L'azione sismica non è tenuta in conto nella valutazione delle sollecitazioni relative ai manufatti "provvisori" come le camere di spinta.

Il Comune dove saranno realizzate le opere in progetto è quello di Montagnana (PD) ed è posizionato secondo i seguenti valori:

Latitudine: 45.230836  
Longitudine: 11.462409

Si hanno i seguenti parametri sismici:

in particolare per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

$P_r$  = periodo di ritorno = 949 anni  
 $a_g$  = accelerazione massima del sito = 0.102 g  
 $F_o$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.601  
 $T^*_C$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.331

Ai fini della definizione sismica di progetto, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di categoria "C"

<b>C</b>	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---

## 7. METODO DI CALCOLO SERBATOI ED EDIFICIO CENTRALE

Le strutture sono state modellate con il software agli elementi finiti "Mastersap Top 2019" della AMV Software.



Le strutture e il loro comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche sono state adeguatamente valutate, interpretate e trasferite nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale.

A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevalente sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Eventuali elementi soggetti a solo sforzo normale possono essere trattati come elementi "truss" oppure con elementi "beam" opportunamente svincolati. Piastre, muri e volte, ovvero elementi di tipo bidimensionale, sono modellati con elementi di tipo shell.

I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidità nello spazio. Questi elementi consentono di modellare i casi più complessi ma più frequenti di interazione con il terreno, realizzabile tipicamente mediante fondazioni travi di fondazione. Al di sotto delle platee di fondazione il terreno si è modellato come un letto di molle alla Winkler. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse.

Sulla base di dati di bibliografia, per terreni analoghi a quelli in situ si adotta coefficiente di Winkler pari a 20000 kN/m<sup>3</sup>.

Al di sotto dei setti in c.a., a simulazione della presenza di pali di fondazione in c.a. trivellati, di grande diametro, si sono inseriti vincoli di tipo rigido.

I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidità flessionale e tagliente dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali.

Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine e si può simulare il comportamento di elementi resistenti a sola trazione o compressione.

La presenza di diaframmi orizzontali, se rigidi, nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Relazioni analoghe possono essere impostate anche fra elementi contigui.

E' stata impiegata un'analisi dinamica in campo lineare con adozione di spettro di risposta conforme al D.M. 17.01.2018. Agli effetti del dimensionamento è stato quindi impiegato il metodo degli stati limite.

La struttura è stata analizzata e verificata in condizioni elastiche applicando al modello un coefficiente di struttura  $q = 1.0$

Si è eseguita la valutazione della capacità portante delle platee di fondazione mediante l'approccio 2 DA2 (A1+M1+R3) in condizioni statiche e sismiche, attraverso il metodo proposto dal Eurocodice 7.

La formula trinomia indicata all'interno dell'EC7 per il calcolo del carico limite è:

$$q_{ult} = \frac{c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c}{\gamma_{Mc}} + \frac{\gamma'_{terreno} \cdot D \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q}{\gamma_{M\gamma}} + \frac{0.5 \cdot \gamma'_{terreno} \cdot B \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma}{\gamma_{M\gamma}}$$

Il carico limite dei terreni posti al di sotto delle opere di fondazione, in condizioni sismiche, è stato adeguatamente valutato dal programma attraverso l'analisi dell'inclinazione del carico a seguito di azioni orizzontali e l'utilizzo dei coefficienti correttivi, fattori di inclinazione  $K_{hk}$  (effetto cinematico) e  $K_{hi}$  (effetto inerziale).

- $K_{hk}$ : (effetto cinematico) produce la variazione del contributo associato a  $N_\gamma$  e si riflette sul coefficiente  $i_\gamma$ , il quale deve anche tener conto dell'effetto inerziale  $K_{hi}$ ;
- $K_{hi}$ : (effetto inerziale) produce le variazioni dei termini a cui partecipano  $N_c$  e  $N_q$  perché si riflette nell'inclinazione del carico attraverso i coefficienti  $i_c$  e  $i_q$ .

Per considerare entrambi gli effetti  $K_{hk}$  e  $K_{hi}$  all'interno della formula trinomia che include  $N_\gamma$ , in base alla formulazione di Carfi, Maugeri e Motta ("Effetto dell'inerzia del terreno sul fattore di capacità portante  $N_\gamma$ " Incontro Annuale dei Ricercatori di Geotecnica 2004 - IARG 2004 Trento, 7-9 luglio 2004), si calcolano due coefficienti correttivi:

$$e_{\gamma k} = (1 - K_{hk}/\tan\Phi)^{0.45}$$

$$e_{\gamma i} = (1 - 0.7 \times K_{hi})^5$$

All'interno del software FEM Mastersap TOP 2019, le pressioni triangolari causate dalla presenza del terreno all'esterno dei serbatoi e dall'acqua all'interno degli stessi sono stati applicati manualmente, secondo le seguenti relazioni della geotecnica e dell'idraulica:

#### TERRENO - Condizioni di spinta a riposo: (terreno spingente con caratteristiche inferiori)

$$\gamma = \text{peso specifico terreno} = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\Phi = \text{angolo di attrito interno} = 28^\circ$$

$$c = \text{coesione} = 0 \text{ kPa}$$

$$k_0 = \text{coefficiente di spinta a riposo} = 1 - \sin \Phi = 0.53$$

La spinta in terreni non in falda vale:

$$e = \gamma \times h \times k_0$$

#### ACQUA

La pressione idrostatica applicata alle strutture vale:

$$e_{H_2O} = \gamma_w \times h_w$$

dove:

$$\gamma_w = \text{peso specifico dell'acqua} = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$h_w = \text{altezza acqua}$$

Sono stati inoltre valutati tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

Si ritiene che i modelli utilizzati siano sufficientemente rappresentativi del comportamento reale delle strutture.

**ALLEGATO 1 - Analisi e verifiche serbatoio tipologico**



## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	<b>Blocco serbatoio</b>
Intestazione del lavoro	<b>Blocco serbatoio</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Luogo	Montagnana - (PD)
Longitudine (WGS84)	11.467
Latitudine (WGS84)	45.234
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	60	0.039	2.54	0.27	1.63	1.50	0.058
SLD	101	0.047	2.53	0.29	1.58	1.50	0.071
SLV	949	0.102	2.60	0.33	1.51	1.50	0.153
SLC	1950	0.129	2.58	0.34	1.50	1.50	0.193

Comportamento strutturale	Dissipativo
---------------------------	-------------

### STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.500
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.500

### PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3

## RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

### SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	0.600	0.400
2	0.400	0.400
3	1.000	0.400
4	0.300	0.300
5	0.400	0.220
7	0.400	1.100
8	0.300	0.400

## CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

### Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso proprio solaio copertura+pendenze	4	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	6.500000	0.000	6.500000	0.000	1.0000	1.0000
Peso terreno ricoprimento h. 30 cm	5	Condizione 3	Permanente: Permanente portato	5.700000	0.000	5.700000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio copertura	6	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	5.000000	0.000	5.000000	0.000	0.0000	0.0000
Carico neve	7	Condizione 5	Variabile: Neve	1.300000	0.000	1.300000	0.000	0.0000	0.0000
Peso proprio solaio uffici+pendenze	8	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	5.500000	0.000	5.500000	0.000	1.0000	1.0000

## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione locale z, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Pressione idrostatica	1	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.2000	1.2000
Pressione terreno	3	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	1.000000	1.0000	1.0000

### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Carico idrostatico fondazione	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	42.000000	1.0000	1.0000

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000
2	Statica - serbatoio pieno	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.300
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.500
7	Statica - serbatoio vuoto	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.300
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.500

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 5	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000

## COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 2	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 3	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 5	0.000

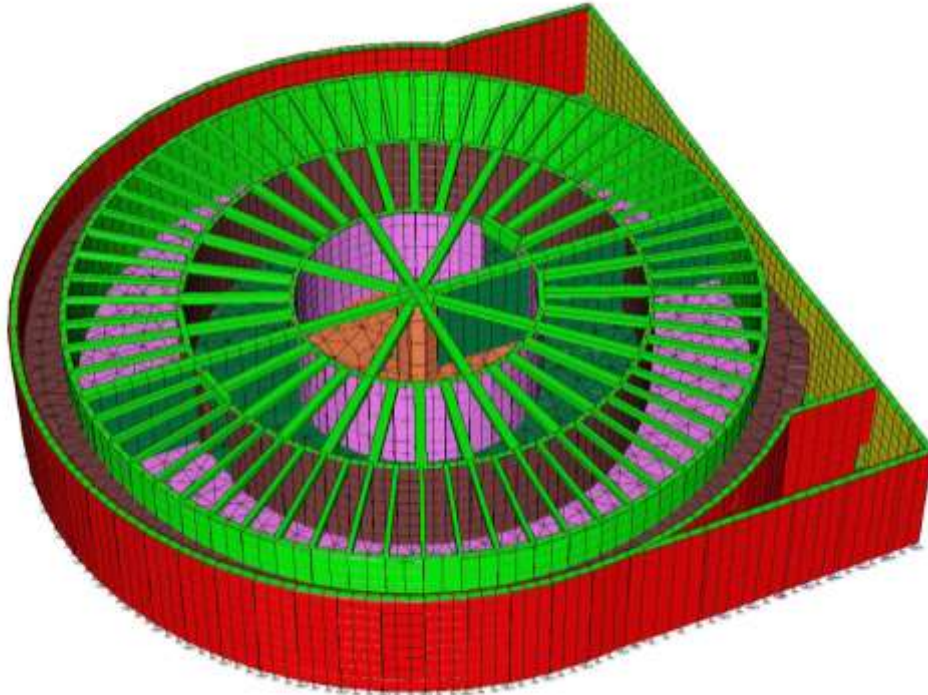


Figura 1 – Modello FEM 3D



## 1.1 Analisi e verifiche geotecniche elementi strutturali in c.a.

Si riportano nel seguito, le analisi e le verifiche degli elementi strutturali in c.a., nello specifico:

- Platea di spessore 80 cm;
- Platea di spessore 100 cm;
- Pali di fondazione  $\Phi 800$
- 

## 1.2 Platea in c.a. di spessore 80 cm

### Sollecitazioni

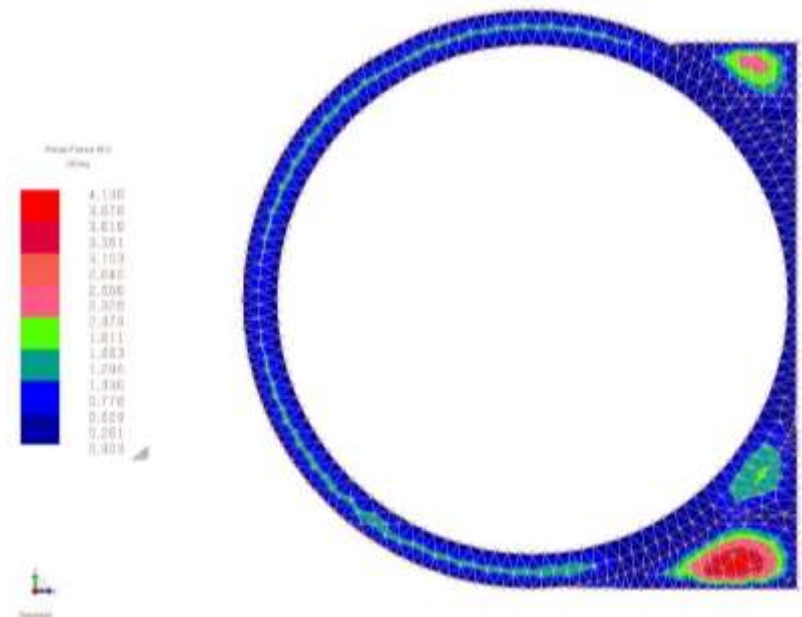


Figura 2 – Involuppo pressioni allo SLU su terreno [kN/mq]

## Verifiche

### • Verifica a capacità portante

#### Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	17000	N/m <sup>3</sup>	Cu, coesione:	0.010	N/mm <sup>2</sup>
Angolo di attrito:	22.00	gradi	Profondità di posa:	330.0	cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	19.80	gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.013	N/mm <sup>2</sup>

#### Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Eurocodice7

#### Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.248  
Coefficiente sismico [khiY]: 0.248  
Coefficiente sismico [khk]: 0.037

Tipo fondazione: platea

Area: 18037342 cmq

Lato medio: 4247 cm

Fattore di riduzione (Bowles)  $\gamma_f$ : 0.668, Base ridotta B': 2838 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Dinamica azione sismica PRESENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.75	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.72	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.37
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.75	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.72	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.37
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di profondità [dy]:	0.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.96	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.39	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.39

#### Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 943.490 kN/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 943.490 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 5.358 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.01

#### Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 24586.46 kN  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 24586.46 kN  
Carico verticale agente sulla fondazione: 99137.42 kN  
Forza resistente per attrito: 59500.96 kN  
Indice di resistenza: 0.45

Combinazione: 2 Descrizione: Statica - serbatoio pieno azione sismica ASSENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1937.222 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 6.248 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 3 Descrizione: Rara azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1937.222 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 4.805 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 4 Descrizione: Frequente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1937.222 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 4.802 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 5 Descrizione: Quasi permanente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny: 5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1937.222 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 4.801 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 7      Descrizione: **Statica - serbatoio vuoto**      azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny: 5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma [sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1937.222 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 2.562 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.00

### 1.3 Platea in c.a. di spessore 100 cm

#### Sollecitazioni

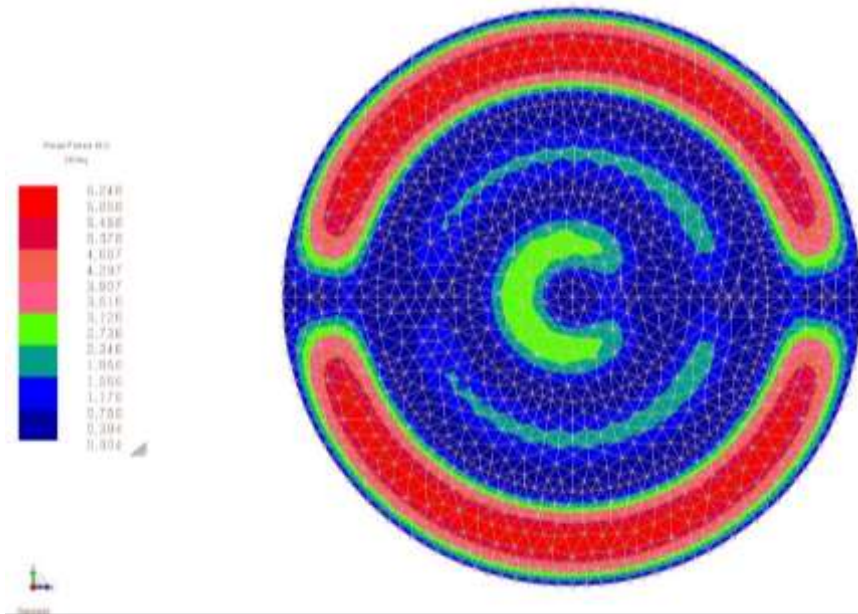


Figura 3 – Involuppo pressioni allo SLU su terreno [kN/mq]

## Verifiche

### • Verifica a capacità portante

#### Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	17000	N/m <sup>3</sup>	Cu, coesione:	0.010	N/mm <sup>2</sup>
Angolo di attrito:	22.00	gradi	Profondità di posa:	250.0	cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	19.80	gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.013	N/mm <sup>2</sup>

#### Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Eurocodice7

#### Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.248  
Coefficiente sismico [khiY]: 0.248  
Coefficiente sismico [khk]: 0.037

Tipo fondazione: platea

Area: 18037342 cmq

Lato medio: 4247 cm

Fattore di riduzione (Bowles)  $\gamma_r$ : 0.668, Base ridotta B': 2838 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Dinamica azione sismica PRESENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.75	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.72	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.37
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.75	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.72	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.37
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di profondità [dy]:	0.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.96	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.39	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.39

#### Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 863.204 kN/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 863.204 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 5.358 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.01

#### Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 24586.46 kN  
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 24586.46 kN  
Carico verticale agente sulla fondazione: 99137.42 kN  
Forza resistente per attrito: 59500.96 kN  
Indice di resistenza: 0.45

Combinazione: 2 Descrizione: Statica - serbatoio pieno azione sismica ASSENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1830.855 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 6.248 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 3 Descrizione: Rara azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1830.855 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 4.805 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 4 Descrizione: Frequente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1830.855 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 4.802 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 5 Descrizione: Quasi permanente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny:  
5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma  
[sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita'  
[dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo  
[eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 1830.855 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 4.801 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 7      Descrizione: **Statica - serbatoio vuoto**      azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny:  
5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma  
[sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita'  
[dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo  
[eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 1830.855 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 2.562 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.00



#### 1.4 Pali di fondazione $\Phi 800$ – L = 18.0 m

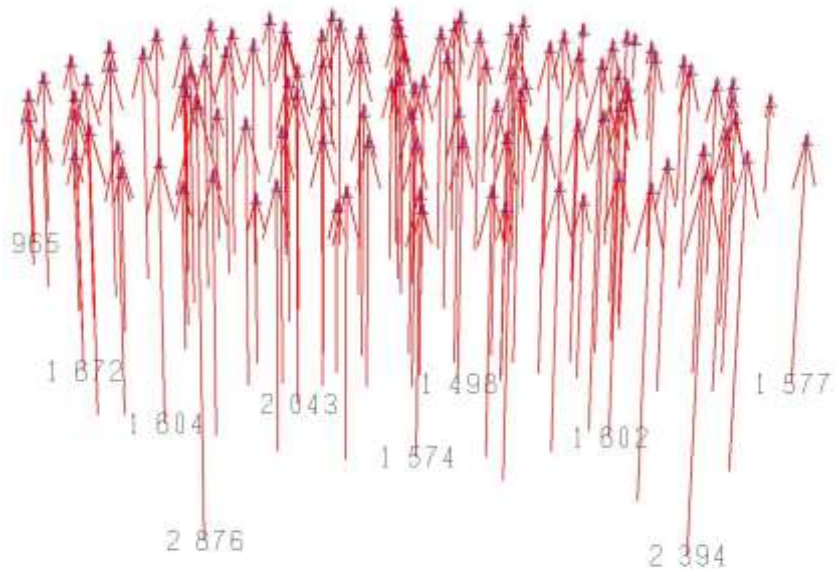


Figura 4 – Involuppo reazioni testa palo  $\Phi 800$  [kN]

La massima reazione in testa ai pali di fondazione  $\Phi 800$ , vale:

$R_{max} = 2876$  kN

## PALI TRIVELLATI - massimo nove strati differenti

Simone Caffè

### DATI DI INGRESSO

D	diámetro del palo	0.80	[m]	FS	coeff. sicurezza	1.35	[-]
L	lunghezza massima di calcolo	18.00	[m]				
z <sub>w</sub>	profondità della falda dal p.c.	0.00	[m]				
f <sub>cd</sub>	resistenza di calcolo del c.l.s.	13.20	[Mpa]				

**NOTA**

Devono essere compilati tutti i campi in azzurro

NOTA: è sempre necessario inserire uno strato avente profondità uguale alla falda

n° strato	tipo	ΔH <sub>i</sub> [m]	H <sub>f</sub> [m]	γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [-]	φ [°]	K [-]	c <sub>u</sub> [kPa]	α [-]	c <sub>a</sub> [kPa]
1	Strato B	7.00	10.00	17.00	7.00		22.00	0.70	10.00	0.70	7.00
2	Strato C	11.00	18.00	19.00	9.00		34.00	0.70	0.00	0.00	0.00
3					0.00					0.00	0.00
4					0.00					0.00	0.00
5					0.00					0.00	0.00

LEGENDA	
ΔH <sub>i</sub>	spessore dello strato
H <sub>f</sub>	profondità dello strato dal p.c.
γ <sub>n</sub>	peso specifico del terreno naturale
γ'	peso specifico efficace
N <sub>SPT</sub>	Numero colpi al piede (solo granuli)
φ	angolo di attrito (solo granulari)
K	rapporto tra α <sub>v</sub> /α <sub>v</sub>
c <sub>u</sub>	coesione non drenata (solo coesivi)
c <sub>a</sub>	adesione (solo coesivi)

### Congruenza dei dati

Congruenza sulla lunghezza: OK  
 Congruenza sulla stratigrafia: OK

### PORTATA ALLA BASE - protocollo di Berenzantzev

n° strato	tipo	ΔH <sub>i</sub> [m]	H <sub>f</sub> [m]	γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [-]	φ [°]	K [-]	c <sub>u</sub> [kPa]	α [-]	c <sub>a</sub> [kPa]
2		11.00	18.00	19.00	9.00	0.00	34.00	0.70	0.00	0.00	0.00

A <sub>b</sub>	Area della base del palo	0.50	[m <sup>2</sup> ]	φ	26	30	34	37	40
σ <sub>vL</sub>	Pressione geostatica di base	148	[kPa]	B <sub>k</sub>	20.00	33.00	63.00	104.00	186.00
N <sub>q</sub> =uB <sub>k</sub>	Coeff. di pressione geostatica	40							
c	Coazione alla base	0.00	[kPa]	H/D	26	30	34	37	40
N <sub>c</sub>	Coeff. di coazione	10		5.00	0.75	0.77	0.81	0.83	0.85
				10.00	0.62	0.67	0.73	0.76	0.79
Q <sub>b,lim</sub>	Portata limite di base	2975.72	[kN]	15.00	0.55	0.61	0.68	0.73	0.77
Q <sub>b,amm</sub>	Portata amm. di base	2204.23	[kN]	20.00	0.49	0.57	0.65	0.71	0.75
				25.00	0.44	0.53	0.63	0.70	0.74

Tabella per il calcolo di B<sub>k</sub>

Tabella per il calcolo di u

### PORTATA LATERALE - protocollo di Viggiani

σ <sub>h,i</sub>	tensione laterale strato i°	σ <sub>v,i</sub>	σ <sub>v,(i+1)</sub>	σ <sub>v,med</sub>	σ <sub>h,med</sub>	C <sub>a</sub>	s
σ <sub>h,1</sub>	tensione laterale strato 1°	0	49	24.5	17.15	7.00	13.93
σ <sub>h,2</sub>	tensione laterale strato 2°	49	148	98.5	68.95	0.00	46.51
σ <sub>h,3</sub>	tensione laterale strato 3°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,4</sub>	tensione laterale strato 4°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,5</sub>	tensione laterale strato 5°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,6</sub>	tensione laterale strato 6°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,7</sub>	tensione laterale strato 7°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,8</sub>	tensione laterale strato 8°	0	0	0	0	0.00	0.00
σ <sub>h,9</sub>	tensione laterale strato 9°	0	0	0	0	0.00	0.00

$$s = C_{a,i} + \sigma_{h,med,i} \tan \phi$$

Q <sub>l,lim</sub>	Portata limite laterale	1530.80	[kN]	Peso proprio palo	226.19	[kN]	tenere in conto nel calcolo della portata
Q <sub>l,amm</sub>	Portata amm. laterale	1133.92	[kN]				non tenere in conto nel calcolo della portata

PORTATA TOTALE LIMITE	4507	[kN]
PORTATA TOTALE AMMISSIBILE	3338	[kN]

R<sub>Rd</sub> = 3338 kN > R<sub>max</sub> = 2876 kN

## **ALLEGATO 2 - Analisi e verifiche edificio centrale**



## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	<b>Blocco centrale</b>
Intestazione del lavoro	<b>Blocco centrale</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Luogo	Montagnana - Strada Regionale Padana Inferiore 97
Longitudine (WGS84)	11.4645
Latitudine (WGS84)	45.2313
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1

### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	60	0.039	2.54	0.27	1.63	1.50	0.058
SLD	101	0.047	2.53	0.29	1.58	1.50	0.071
SLV	949	0.102	2.60	0.33	1.51	1.50	0.153
SLC	1950	0.129	2.58	0.34	1.50	1.50	0.193

Comportamento strutturale	Dissipativo
---------------------------	-------------

### STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	0%
Numero di frequenze	50
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=1
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Periodo proprio T1 in direzione X	0.500
Periodo proprio T1 in direzione Y	0.500

### PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Presente
Fattore di struttura qv per sisma verticale	1.5
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3

## CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

### Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Peso predalle 30 cm-uffici	1	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	4.300000	0.000	4.300000	0.000	1.0000	1.0000
Permanenti portati copertura uffici	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.000000	0.000	2.000000	0.000	1.0000	1.0000
Carico neve	3	Condizione 2	Variabile: Neve	1.300000	0.000	1.300000	0.000	0.0000	0.0000
Peso spiroll h.43+5 cm	4	Condizione peso proprio	Permanente: Peso Proprio	7.650000	0.000	7.650000	0.000	1.0000	1.0000
Peso massetti esterni	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.500000	0.000	2.500000	0.000	1.0000	1.0000
Peso pavimentazione	6	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.500000	0.000	0.500000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio uffici	7	Condizione 3	Variabile: Uffici	2.000000	0.000	2.000000	0.000	0.0000	0.0000
Carico esercizio copertura	8	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	5.000000	0.000	5.000000	0.000	0.0000	0.0000
Peso tamponamenti esterni	9	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	10.000000	0.000	10.000000	0.000	1.0000	1.0000
Carico esercizio interno centrale	10	Condizione 5	Variabile: Magazzini	10.000000	0.000	10.000000	0.000	0.0000	0.0000
Peso massetti interno centrale	11	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	2.000000	0.000	2.000000	0.000	1.0000	1.0000
Peso soletta predalles h. 40	14	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.250000	0.000	5.250000	0.000	1.0000	1.0000
Peso terreno h. 30 cm	15	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.400000	0.000	5.400000	0.000	1.0000	1.0000
Permanenti portati uffici	16	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	1.500000	0.000	1.500000	0.000	1.0000	1.0000

## CARICHI PER ELEMENTI BIDIMENSIONALI

### Carico di superficie nella direzione globale V, agente sulla superficie reale

Descrizione	Codice	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Valore	Aliq.inerziale	Aliq.inerz.SLD
Permanenti portati soletta carrabile	12	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	5.000000	1.0000	1.0000
q1k	13	Condizione 4	Variabile: Autorimesse	9.000000	0.0000	0.0000

## CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

Num.cond.carico	Descrizione	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	Carichi tandem 1 cat - cond 1	531			-1.50e+02			
		771			-1.50e+02			
		980			-1.50e+02			
		2235			-1.50e+02			
2	Carichi tandem 1 cat - cond 2	542			-1.50e+02			
		984			-1.50e+02			
		1134			-1.50e+02			

Num.cond.carico	Descrizione							
		2305			-1.50e+02			
3	Carichi tandem 1 cat - cond 3	Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		991			-1.50e+02			
		2283			-1.50e+02			
		2284			-1.50e+02			
		2285			-1.50e+02			
		2286			-1.50e+02			
		2352			-1.50e+02			
		2355			-1.50e+02			

## COMBINAZIONI DI CARICO

### NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 ITALIA

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
2	Statica - condizione 1	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
7	Statica - condizione 2	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
8	Statica - condizione 3	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.500
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.500
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500

#### COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	1.000
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	1.000
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.500
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.900
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.700
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000



## COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Uffici	Condizione 3	0.300
			Variabile: Magazzini	Condizione 5	0.800
			Variabile: Autorimesse	Condizione 4	0.600
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

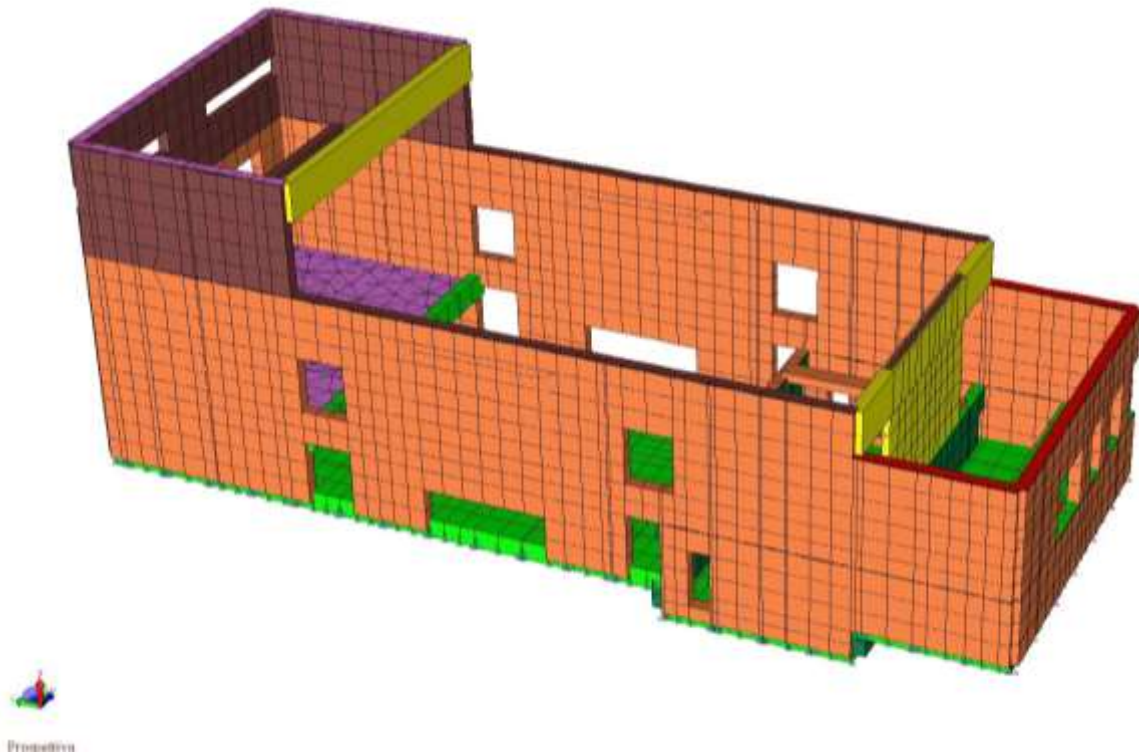


Figura 5 – Modello FEM 3D

## 1.5 Analisi e verifiche elementi strutturali in c.a.

Si riportano nel seguito, le analisi e le verifiche degli elementi strutturali in c.a., nello specifico:

- Platea di spessore 80 cm;
- Pali di fondazione  $\Phi 600$

## 1.6 Platea in c.a. di spessore 80 cm

### Sollecitazioni

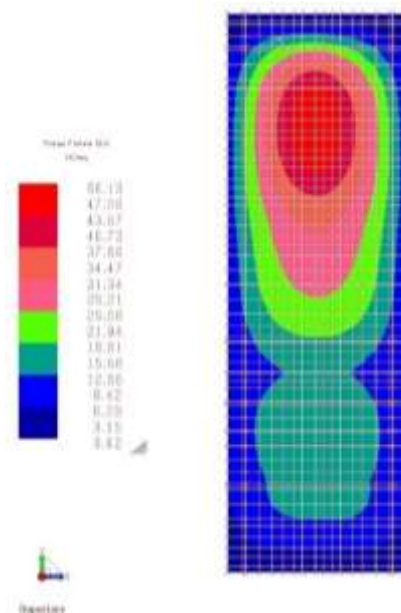


Figura 6 – Involuppo pressioni allo SLU su terreno [kN/mq]

## Verifiche

### • Verifica a capacità portante

#### Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	17000	N/m <sup>3</sup>	Cu, coesione:	0.010	N/mm <sup>2</sup>
Angolo di attrito:	22.00	gradi	Profondità di posa:	330.0	cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	19.80	gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.013	N/mm <sup>2</sup>

#### Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Eurocodice7

#### Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.325  
Coefficiente sismico [khiY]: 0.325  
Coefficiente sismico [khk]: 0.037

Tipo fondazione: platea

Area: 5464391 cmq

Lato medio: 2338 cm

Fattore di riduzione (Bowles)  $\gamma_r$ : 0.733, Base ridotta B': 1714 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Dinamica azione sismica PRESENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità' di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.70	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.65	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.26
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.70	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.65	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.26
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di profondità [dy]:	0.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.96	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.28	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.28

#### Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 628.354 kN/m<sup>2</sup>  
QUlt (sisma in dir.Y): 628.354 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 32.365 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.12

#### Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	8361.51	kN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	8361.51	kN
Carico verticale agente sulla fondazione:	25729.80	kN
Forza resistente per attrito:	16476.29	kN
Indice di resistenza:	0.56	

Combinazione: 2 Descrizione: Statica - condizione 1 azione sismica ASSENTE

#### Coefficienti parziali $\gamma_M$ di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unità' di volume: 1.00

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	7.82	Fattore Nc:	16.88	Fattore Ny:	
5.51					

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 50.130 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.08

Combinazione: 3 Descrizione: Rara azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 29.747 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.06

Combinazione: 4 Descrizione: Frequente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
 Coesione efficace: 1.00  
 Resistenza non drenata: 1.00  
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82 Fattore Nc: 16.88 Fattore Ny: 5.51  
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00  
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00  
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00  
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00  
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
 Max pressione suolo: 29.743 kN/m<sup>2</sup>  
 Indice di resistenza: 0.06

Combinazione: 5 Descrizione: Quasi permanente azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny:  
5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma  
[sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita'  
[dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo  
[eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 29.743 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.06

Combinazione: 7      Descrizione: **Statica - condizione 2**      azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny:  
5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyY]: 1.00  
Fattore di forma [sq]: 1.00      Fattore di forma [sc]: 1.00      Fattore di forma  
[sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00      Fattore di profondita' [dc]: 0.00      Fattore di profondita'  
[dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00      Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00      Coefficiente correttivo  
[eyiY]: 0.00

**Verifica della capacita' portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 45.380 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.07

Combinazione: 8      Descrizione: **Statica - condizione 3**      azione sismica **ASSENTE**

**Coefficienti parziali  $\gamma_M$  di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00  
Coesione efficace: 1.00  
Resistenza non drenata: 1.00  
Peso dell'unita' di volume: 1.00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  di sicurezza per le verifiche SLU**

Capacita' portante: 2.30  
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 7.82      Fattore Nc: 16.88      Fattore Ny:  
5.51  
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyX]: 1.00  
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00      Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00      Fatt. inclinazione del  
carico [iyY]: 1.00

Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma  
[sy]: 1.00  
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita'  
[dy]: 0.00  
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo  
[eyiY]: 0.00

**Verifica della capacità portante**

QUlt: 1410.431 kN/m<sup>2</sup>  
Max pressione suolo: 43.601 kN/m<sup>2</sup>  
Indice di resistenza: 0.07

1.7 Pali di fondazione  $\Phi 600$  – L = 18.0 m

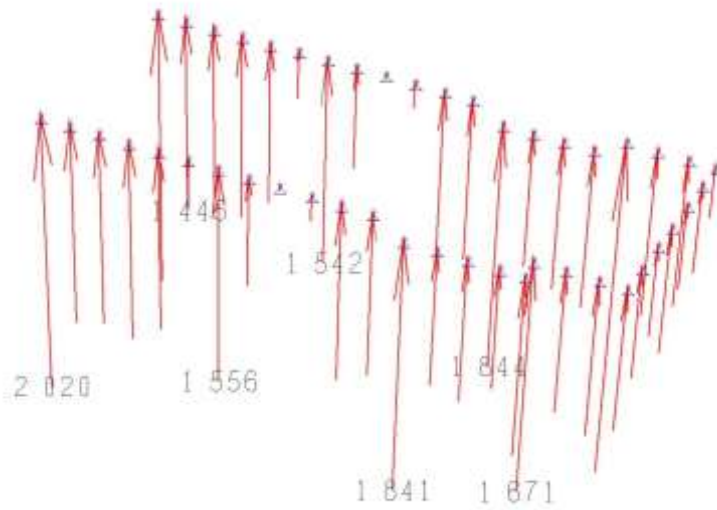


Figura 7 – Involuppo reazioni testa palo  $\Phi 600$  [kN]

La massima reazione in testa ai pali di fondazione  $\Phi 600$ , vale:

$R_{max} = 2020$  kN

## PALI TRIVELLATI - massimo nove strati differenti

Simone Caffè

### DATI DI INGRESSO

D	di diametro del palo	0.60	[m]	FS	coeff. sicurezza	1.35	[-]
L	lunghezza massima di calcolo	18.00	[m]				
z <sub>w</sub>	profondità della falda dal p.c.	0.00	[m]				
f <sub>cd</sub>	resistenza di calcolo del c.l.s.	13.20	[Mpa]				

**NOTA**

Devono essere compilati tutti i campi in azzurro

NOTA: è sempre necessario inserire uno strato avente profondità uguale alla falda

n° strato	tipo	ΔH <sub>i</sub> [m]	H <sub>i</sub> [m]	γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [-]	φ [°]	K [-]	c <sub>u</sub> [kPa]	α [-]	c <sub>a</sub> [kPa]
1	Strato B	7.00	7.00	17.00	7.00		22.00	0.70	10.00	0.70	7.00
2	Strato C	11.00	18.00	19.00	9.00		34.00	0.70	0.00	0.00	0.00
3					0.00					0.00	0.00
4					0.00					0.00	0.00
5					0.00					0.00	0.00

LEGENDA	
ΔH <sub>i</sub>	spessore dello strato
H <sub>i</sub>	profondità dello strato dal p.c.
γ <sub>n</sub>	peso specifico del terreno naturale
γ'	peso specifico efficace
N <sub>SPT</sub>	Numero colpi al piede (solo granula)
φ	angolo di attrito (solo granulari)
K	rapporto tra σ <sub>v</sub> /σ <sub>v</sub>
c <sub>u</sub>	coesione non drenata (solo coesivi)
c <sub>a</sub>	adesione (solo coesivi)

### Congruenza dei dati

Congruenza sulla lunghezza: **OK**  
 Congruenza sulla stratigrafia: **OK**

### PORTATA ALLA BASE - protocollo di Berenzantzev

n° strato	tipo	ΔH <sub>i</sub> [m]	H <sub>i</sub> [m]	γ <sub>n</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	N <sub>SPT</sub> [-]	φ [°]	K [-]	c <sub>u</sub> [kPa]	α [-]	c <sub>a</sub> [kPa]
2		11.00	18.00	19.00	9.00	0.00	34.00	0.70	0.00	0.00	0.00

A <sub>b</sub>	Area della base del palo	0.28	[m <sup>2</sup> ]
σ <sub>vL</sub>	Pressione geostatica di base	148	[kPa]
N <sub>q</sub> =uB <sub>k</sub>	Coeff. di pressione geostatica	40	
c	Coesione alla base	0.00	[kPa]
N <sub>c</sub>	Coeff. di coesione	10	

Q <sub>b,lim</sub>	Portata limite di base	1673.84	[kN]
Q <sub>b,amm</sub>	Portata amm. di base	1239.88	[kN]

Tabella per il calcolo di B<sub>k</sub>

Tabella per il calcolo di u

### PORTATA LATERALE - protocollo di Viggiani

σ <sub>h,i</sub>	σ <sub>h,i+1</sub>	σ <sub>v,med</sub>	σ <sub>h,med</sub>	C <sub>a</sub>	s
0	49	24.5	17.15	7.00	13.93
49	148	98.5	68.95	0.00	46.51
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00
0	0	0	0	0.00	0.00

Q <sub>l,lim</sub>	Portata limite laterale	1148.10	[kN]	Peso proprio palo	127.23	[kN]	tenere in conto nel calcolo della portata
Q <sub>l,amm</sub>	Portata amm. laterale	850.44	[kN]				non tenere in conto nel calcolo della portata

PORTATA TOTALE LIMITE	2822	[kN]
PORTATA TOTALE AMMISSIBILE	2090	[kN]

$$s = C_{a,i} + \sigma_{h,med,i} \tan \phi$$

R<sub>Rd</sub> = 2090 kN > R<sub>max</sub> = 2020 kN