

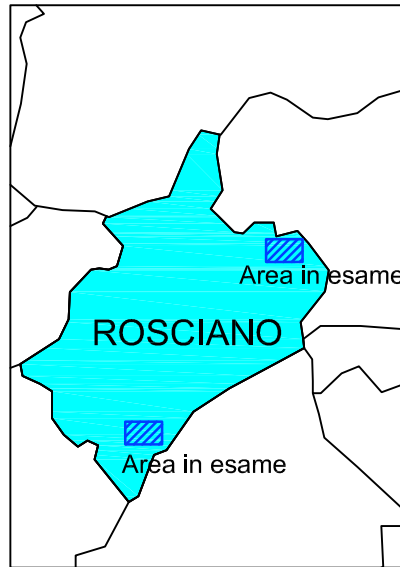


AZIENDA COMPRESORIALE ACQUEDOTTISTICA S.p.A.
SOCIETA' IN HOUSE PROVIDING

REGIONE
ABRUZZO



Comune di Rosciano



INTERVENTO REALIZZAZIONE SISTEMA DEPURATIVO IN LOCALITÀ VILLA OLIVETI E RETE FOGNARIA PER COLLEGAMENTO NUOVO DEPURATORE

PROGETTO ESECUTIVO

Commessa	<p>RELAZIONE sintetica del progetto strutturale</p>	Tavola N°
		STR.B.1.a
Data		Scala
		Formato
Agg.		
<p>Questo elaborato grafico e tutte le sue informazioni sono strettamente riservate, pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta dei redattori, da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui sono state fornite.</p>		<p>IL PROGETTISTA</p> <p>Dott. Ing. Eraldo Mammarella</p>

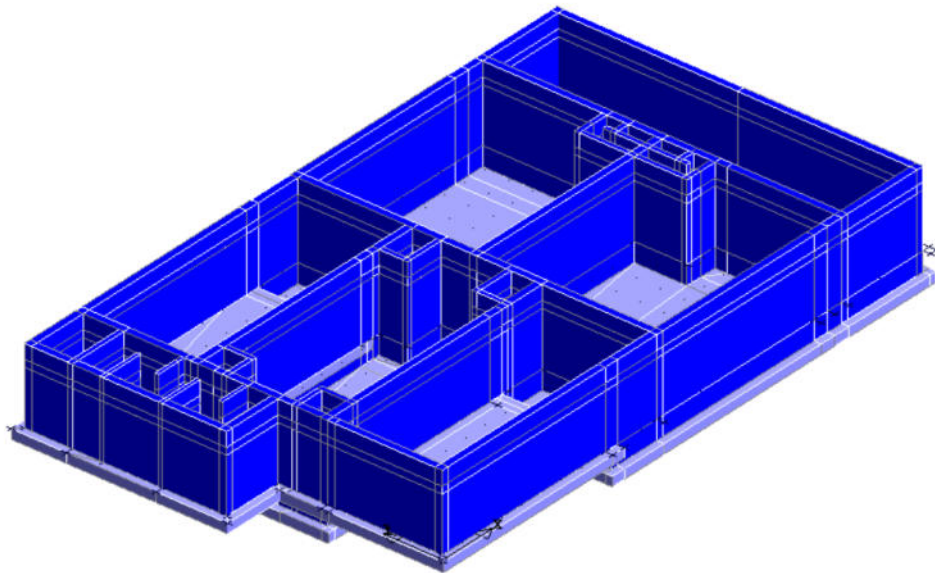
REGIONE ABRUZZO

RELAZIONE SINTETICA DEL PROGETTO STRUTTURALE

Oggetto: Progetto per la realizzazione nuovo depuratore comunale in localita'
Villa Oliveti

Committente: Amministrazione Comunale di Rosciano (PE)

Progettista strutture: Ing. Eraldo Mammarella



PREMESSA

La presente “Relazione sintetica del progetto strutturale” viene redatta ai sensi dell’art. 4 comma 6, punto B) del Regolamento n. 3/2016 attuativo della legge regionale 11 agosto 2011, n. 28.

Nello specifico, detta “Relazione sintetica del progetto strutturale” ha lo scopo di specificare, in maniera unitaria, gli elementi essenziali che illustrano, in modo chiaro e sintetico, le modalità con le quali è stato redatto il progetto delle strutture, tramite la sintetica indicazione delle motivazioni delle scelte progettuali e con un rimando espresso alle restanti parti della relazione di calcolo strutturale e agli altri elaborati costituenti il progetto, nelle quali possono rilevarsi gli elementi e le spiegazioni di dettaglio.

ELEMENTI RELAZIONE SINTETICA

Di seguito si dettagliano i contenuti della Relazione sintetica del progetto strutturale” relativa al progetto in oggetto.

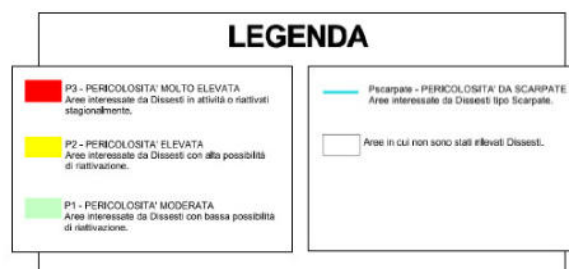
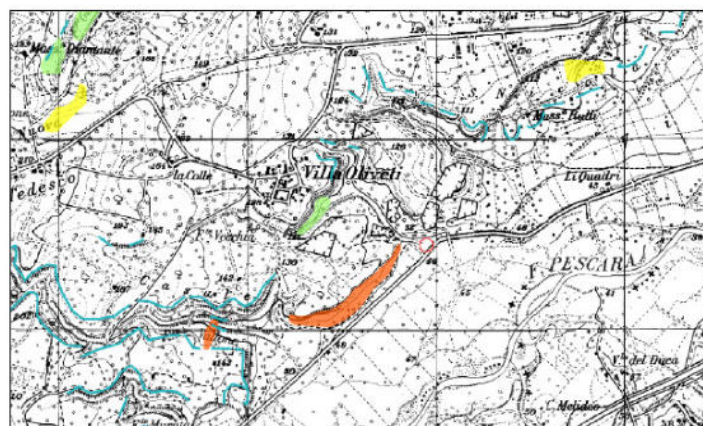
a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento


Il progetto in esame è relativo alla realizzazione di un nuovo impianto di depurazione sito in località Villa Oliveti nel comune di Rosciano, in provincia di Pescara.

Nello specifico, si fa riferimento a opere strutturali in calcestruzzo armato di seguito distinte:

- 1) fondazione in c.a. di un box ad uso servizi;
- 2) struttura in c.a. a servizio di un box idratazione metallica dei fanghi;
- 3) struttura in c.a. per il pretrattamento;
- 4) struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione.
- 5) struttura in c.a. per sostegno microfiltri
- 6) fondazione in c.a. per sostegno box lavaocchi
- 7) fondazione in c.a. per locale compressori
- 8) fondazione in c.a. per locale quadro generale
- 9) fondazione in c.a. per ispessitore

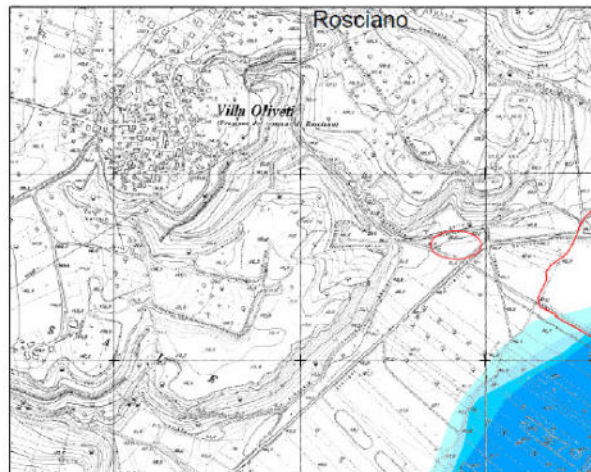
Secondo il Piano di Stralcio di Bacino Idrogeologico redatto secondo la L 183/1989 e il DL 180/1998 l'area interessata dal progetto non ricade in zone a pericolosità o rischio elevato per cui non sono presenti vincoli per la destinazione d'uso del territorio. L'area di intervento è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art.1 del








 ubicazione nuovo depuratore

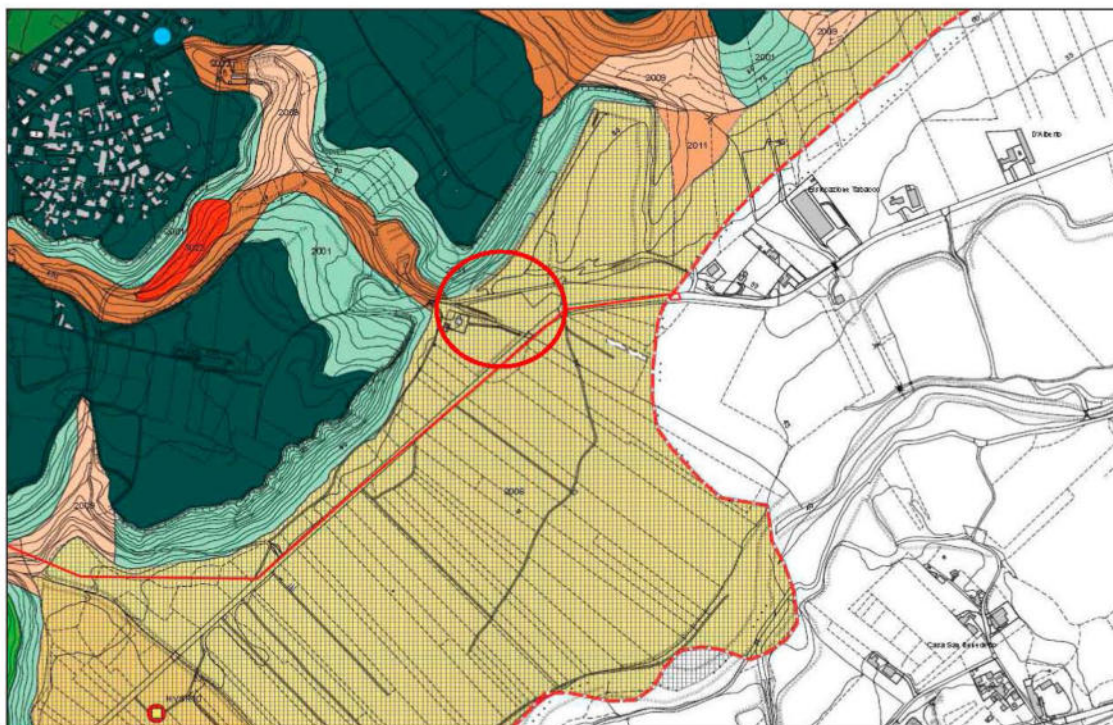
R.D.30/12/23 n.3267

Secondo il PSDA vigente, l'area del futuro impianto non ricade in zona pericolosa..



Classi di pericolosità idraulica (Q250 - Q100 - Q200) (*)	
 Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1m$ $v_{50} > 1m/s$	 Retinale idrografico
 Pericolosità elevata $1m > h_{50} > 0,5 m$ $v_{100} > 1m/s$	
 Pericolosità media $h_{100} > 0m$	
 Pericolosità moderata $h_{200} > 0m$	

Si riporta la localizzazione delle opere sulla carta di Microzonazione sismica:



Nello studio di MZS viene prescritto, nelle zone suscettibili a liquefazione, la necessità di approfondimento per la verifica di detta instabilità. La verifica è stata eseguita (relazione geologica del Dott Geol G Ciccone allegata al progetto) , mediante il metodo proposto da Andrus e Stokoe (1997) è l'indice di suscettibilità a liquefazione è risultato molto basso.

b) Descrizione generale della struttura, sia in elevazione che in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione di un nuovo impianto di depurazione sito in località Villa Oliveti nel comune di Rosciano, in provincia di Pescara.

Nello specifico, si fa riferimento a opere strutturali in calcestruzzo armato di seguito distinte:

- 1) fondazione in c.a. di un box ad uso servizi;
- 2) struttura in c.a. a servizio di un box idratazione metallica dei fanghi;
- 3) struttura in c.a. per il pretrattamento;
- 4) struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione.
- 5) struttura in c.a. per sostegno microfiltri
- 6) fondazione in c.a. per sostegno box lavaocchi
- 7) fondazione in c.a. per locale compressori
- 8) fondazione in c.a. per locale quadro generale
- 9) fondazione in c.a. per ispessitore

Relativamente alla struttura n°1, si tratta di una platea in c.a. di dimensioni 260x350x25 cm, sulla quale poggia il sopracitato box ad uso servizi.

La struttura n°2 è composta da un basamento in c.a. 700x700x50 cm, sul quale poggiano 4 pilastri in c.a. con relative travi e solaio di copertura in latero- cemento 20+4 cm.

La struttura n°3 è invece composta da un insieme di vasche in c.a., con fondazione di spessore 30 cm, pareti perimetrali (parzialmente controterra) da 25 cm di spessore, e setti interni di separazione da 20 cm. Gli orizzontamenti (ove presenti) sono previsti in solette piene in c.a. da 20 cm di spessore. La struttura n°4 è simile alla n°3, ma di dimensioni estremamente superiori; è composta da un insieme di vasche in c.a., con fondazioni di spessore 40 cm (su due diversi livelli distanti 80 cm), pareti perimetrali (parzialmente controterra) da 3 cm di spessore, e setti interni di separazione da 30, 20 e 15 cm. Gli orizzontamenti (ove presenti) sono previsti in solette piene in c.a. da 20 cm di spessore

La struttura n°5 è una platea in c.a. di dimensioni 500x600x30 cm con nervature esterne, giuntata sismicamente dalla n°4, a sostegno di microfiltri

Relativamente alla struttura n°6, si tratta di una platea in c.a. di dimensioni 530x200x25 cm, sulla quale poggia il sopracitato box lavaocchi.

Relativamente alla struttura n°7, si tratta di una platea in c.a. di dimensioni 800x260x25 cm, sulla quale poggia un box prefabbricato con all'interno dei compressori

Relativamente alla struttura n°8, si tratta di una platea in c.a. di dimensioni 380x260x25 cm, sulla quale poggia un box prefabbricato con all'interno il locale quadro generale.

Relativamente alla struttura n°9, si tratta di una platea in c.a. di dimensioni 350x350x30 cm, sulla quale poggia un ispessitore.

Relativamente ai materiali, per tutte le opere il calcestruzzo sarà di classe C25/30 e l'acciaio B450C.

c) Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

Le normative utilizzate per il progetto in oggetto sono le seguenti:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- Ordinanza n. 3316 del 2/10/2003 - Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003.
- Ordinanza n. 3431 del 3/5/2005 - Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza n. 3274 del 20/3/2003.
- Testo Unitario - Norme Tecniche per le costruzioni 17/01/2018

- Circolare applicativa 2019
- Legge Regionale 28 del 11/08/2011.

d) Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito e delle azioni considerate sulla costruzione e degli eventuali scenari di azioni eccezionali.

Di seguito è riportata l'analisi dei carichi agenti sulle strutture in oggetto, da sommarsi al peso proprio degli elementi strutturali, il quale viene stimato dal programma di calcolo secondo i valori riportati nella tab. 3.1.I del DM2018:

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

Peso proprio + permanente box uso servizi

Il box uso servizi è stato considerato avente un peso proprio **G1** pari a *200 kg/mq*, mentre il permanente **G2** considerato è di *150 kg/mq*.

Sovraccarico accidentale neve

Il carico neve è funzione della zona in cui ricade il comune in questione.

$$q_{sk} = 1.07 \text{ kN/m}^2$$

valore caratteristico carico

$$\mu = 0.80$$

coefficiente di forma copertura

$$C_e = 1$$

coefficiente di esposizione

$$C_t = 1$$

coefficiente termico

$$q = q_{sk} \times \mu \times C_e \times C_t = 85 \text{ kg/mq}$$

carico di progetto

A favore di sicurezza è stato considerato un carico di *100 kg/mq*.

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a *200 kg/mq* (categoria **B**).

2) Struttura in c.a. a servizio di un box didratazione metallica dei fanghi

Peso proprio + permanente solaio in l.c. di copertura

Il solaio in latero-cemento 20+4 di copertura presnetta un peso proprio **G1** pari a *300 kg/mq*, mentre il permanente **G2** considerato è di *150 kg/mq*.

Sovraccarico accidentale neve

Il carico neve è funzione della zona in cui ricade il comune in questione.

$$q_{sk} = 1.07 \text{ kN/m}^2$$

valore caratteristico carico

$$\mu = 0.80$$

coefficiente di forma copertura

$$C_e = 1$$

coefficiente di esposizione

$$C_t = 1$$

coefficiente termico

$$q = q_{sk} \times \mu \times C_e \times C_t = 85 \text{ kg/mq}$$

carico di progetto

A favore di sicurezza è stato considerato un carico di *100 kg/mq*.

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a *200 kg/mq* (categoria **B**).

Macchinari sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un doppio carico concentrato di 375 kg, determinato dal disidratatore.

3) Struttura in c.a. per il pretrattamento

Peso permanente fondo vasca

Sul fondo della vasca è stato considerato il peso dell'acqua contenuta nella stessa, con un peso proprio di *1000 kg/mc*.

Peso permanente pareti vasca

Relativamente alle pareti della vasca, è stato applicato il carico dovuto alla spinta del terreno, senza considerare (a favore di sicurezza) la spinta dovuta all'acqua, di verso contrario al terreno stesso.

Per i setti interni, invece, è stata applicata la spinta orizzontale dell'acqua.

Permanente sulle piastre orizzontali

Sulle piastre orizzontali sono stati considerati un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

4) *Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione*

Peso permanente fondo vasca

Sul fondo della vasca è stato considerato il peso dell'acqua contenuta nella stessa, con un peso proprio di 1000 kg/mc.

Peso permanente pareti vasca

Relativamente alle pareti della vasca, è stato applicato il carico dovuto alla spinta del terreno, senza considerare (a favore di sicurezza) la spinta dovuta all'acqua, di verso contrario al terreno stesso.

Per i setti interni, invece, è stata applicata la spinta orizzontale dell'acqua.

Permanente sulle piastre orizzontali

Sulle piastre orizzontali sono stati considerati un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

5) *Struttura in c.a. per microfiltri*

Peso proprio + permanente microfiltri

I microfiltri hanno un peso lineare **G2** di *200 kg/ml*.

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a 200 kg/mq (categoria **B**).

6) fondazione in c.a. per box lavaocchi

Peso proprio + permanente copertura box prefabbricato

Il solaio di copertura del box un peso proprio **G1** pari a 150 kg/mq , mentre il permanente **G2** considerato è di 150 kg/mq .

Sovraccarico accidentale neve

Il carico neve è funzione della zona in cui ricade il comune in questione.

$$q_{sk} = 1.07 \text{ kN/m}^2$$

valore caratteristico carico

$$\mu = 0.80$$

coefficiente di forma copertura

$$C_e = 1$$

coefficiente di esposizione

$$C_t = 1$$

coefficiente termico

$$q = q_{sk} \times \mu \times C_e \times C_t = 85 \text{ kg/mq}$$

carico di progetto

A favore di sicurezza è stato considerato un carico di 100 kg/mq .

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di 200 kg/mq .

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a 200 kg/mq (categoria **B**).

7) fondazione in c.a. per box locale compressori

Peso proprio + permanente copertura box prefabbricato

Il solaio di copertura del box un peso proprio **G1** pari a 150 kg/mq , mentre il permanente **G2** considerato è di 150 kg/mq .

Sovraccarico accidentale neve

Il carico neve è funzione della zona in cui ricade il comune in questione.

$$q_{sk} = 1.07 \text{ kN/m}^2$$

valore caratteristico carico

$$\mu = 0.80$$

coefficiente di forma copertura

$C_e = 1$ coefficiente di esposizione
 $C_t = 1$ coefficiente termico
 $q = q_{sk} \times \mu \times C_e \times C_t = 85 \text{ kg/mq}$ carico di progetto
A favore di sicurezza è stato considerato un carico di 100 kg/mq .

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente (comprensivo del peso dei compressori) **G2** di 400 kg/mq .

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a 200 kg/mq (categoria **B**).

8) fondazione in c.a. per box quadro generale

Peso proprio + permanente copertura box prefabbricato

Il solaio di copertura del box un peso proprio **G1** pari a 150 kg/mq , mentre il permanente **G2** considerato è di 150 kg/mq .

Sovraccarico accidentale neve

Il carico neve è funzione della zona in cui ricade il comune in questione.

$q_{sk} = 1.07 \text{ kN/m}^2$ valore caratteristico carico
 $\mu = 0.80$ coefficiente di forma copertura
 $C_e = 1$ coefficiente di esposizione
 $C_t = 1$ coefficiente termico
 $q = q_{sk} \times \mu \times C_e \times C_t = 85 \text{ kg/mq}$ carico di progetto
A favore di sicurezza è stato considerato un carico di 100 kg/mq .

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di 200 kg/mq .

Accidentale sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a 200 kg/mq (categoria **B**).

9) Struttura in c.a. per ispessitore

Peso permanente ispessitore

Sulla base della scheda tecnica il carico permanente agente nell'ispessitore è dato dalla somma dei 1500 litri di capacità e dal peso proprio dell'ispessitore (circa 1000 kg), per un totale di *16000 kg*.

Permanente sulla fondazione

Sulla fondazione è stato considerato un peso permanente **G2** di *200 kg/mq*.

Accidentale sulla fondazione

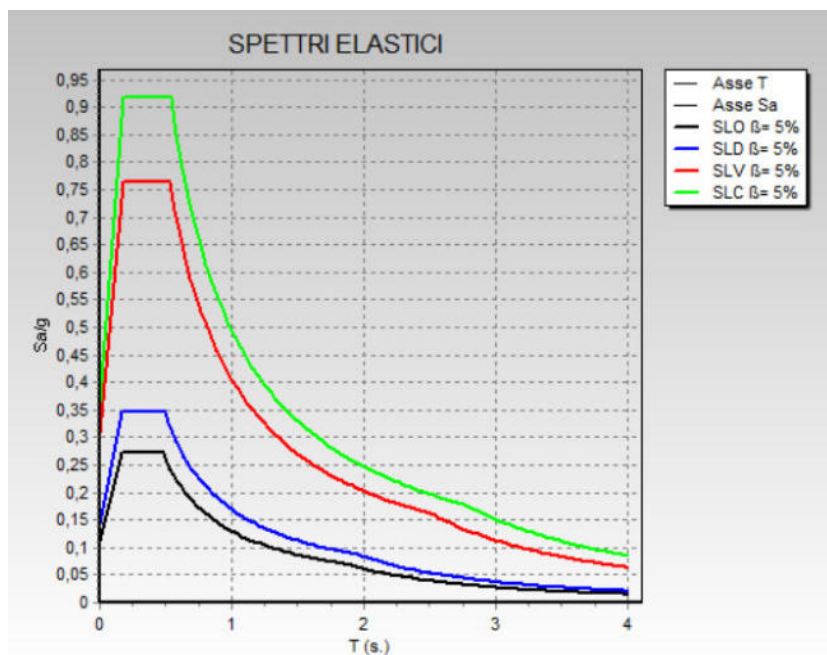
Sulla fondazione è stato considerato un carico accidentale è pari a *200 kg/mq* (categoria **B**).

Input sismico (per tutte le strutture)

In base alle coordinate di latitudine e di longitudine del sito in questione, pari a **42.333515** e **14.07709** considerando un tempo di vita della struttura di 50 anni ed una classe d'uso IV (Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti), sono stati individuati i periodi di ritorno degli input sismici per la verifica allo Stato Limite di Danno (101 anni), per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (949 anni) e per lo Stato Limite di Collasso (1950 anni); infatti, secondo il paragrafo 8.7.2.1 della Circolare Esplicativa del D.M.2018, gli elementi strutturali principali vanno analizzati nei confronti di questi tre stati limite.

Oltre alla verifica di tali tre stati limite, il paragrafo 7.1 stabilisce che per gli edifici di classe d'uso III e IV vada anche effettuata la verifica allo Stato limite di Operatività (per tali strutture con tempo di ritorno 60 anni); in particolare si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

In base a quanto stabilito dalla relazione geologica, è stato considerato un terreno di classe C, ed una categoria topografica T1 (sito pianeggiante); di seguito sono quindi riportati gli spettri con i quali è stata effettuata la verifica:



Spettri di verifica

I parametri base per gli spettri sopra riportati sono:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ag	0.074	0.094	0.225	0.287
F₀	2.446	2.450	2.495	2.533
Tc*	0.308	0.32	0.359	0.367

e) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerate

Calcestruzzo:

Per la realizzazione di opere in c.a. viene utilizzato calcestruzzo **C (25/30)**

CLASSE DI RESISTENZA	C25/30
Resistenza caratteristica R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza caratteristica f_{ck}	25 N/mm ²
CLASSE DI CONSISTENZA al getto	S4 (slump 16 - 20 cm)
CLASSE DI ESPOSIZIONE	XC2 (Fondazioni) – XC1 (Elevazione)
a/c ..	≤0,60
CEMENTO.	CEM II/A-L 42.5 R

Come coefficienti di sicurezza, per il calcestruzzo si utilizzano i seguenti valori:

- Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_c = 1,5$;
- Modulo $E_c = 32230$ N/mmq;
- Deformazioni del cls ϵ_{c2} ed ϵ_{cu} pari, rispettivamente, a 0.20% e 0.35%.

Acciaio per cemento armato

L'acciaio per cemento armato utilizzato è il tipo **B450C**, il quale è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

L'acciaio B450C deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{vk}	$> f_{u\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$> f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$>1,15 <1,35$	10.0
$(f_{tk}/f_{vnom})_k$	$< 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$> 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento		

a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$		4 ϕ
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$		5 ϕ
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$		8 ϕ
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$		10 ϕ

Come coefficienti di sicurezza, per l'acciaio da c.a. utilizzato si utilizzano i seguenti valori:

- Coefficiente parziale di sicurezza $\gamma_s = 1,15$;
- Modulo $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$;
- Deformazioni acciaio ϵ_{yd} pari a 0.21%

f) **Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione**

Come sopra illustrato, tutte le opere sono in calcestruzzo armato.

In base a quanto previsto al punto 4.1.1 del D.M.2018, è stata effettuata un'analisi elastica lineare, adottando un diagramma tensioni-deformazioni del tipo parabola-rettangolo per il calcestruzzo, e del tipo elastico-perfettamente plastico per l'acciaio da armatura, secondo quanto prescritto ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3.

Nella modellazione non sono stati tenuti in conto gli effetti globali del secondo ordine, essendo soddisfatta la formula riportata nel paragrafo 4.1.2.1.7.2:

$$P_{ED} \leq 0.31 \times \frac{n}{n+1.6} \times \frac{\sum (E_{CD} \times I_C)}{L^2}$$

dove P_{ED} è il carico totale verticale, n il numero dei piani, L l'altezza totale dell'edificio, E_{CD} il valore di calcolo del modulo elastico del calcestruzzo e I_C il momento di inerzia della sezione di calcestruzzo degli elementi di controvento.

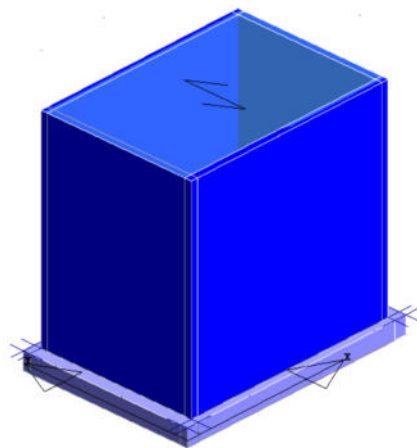
L'analisi sismica effettuata è stata un'analisi dinamica modale, applicata stimando i modi propri della struttura con massa partecipante superiore al 5%, per un totale di modi in grado di attivare almeno l'85% della massa totale; la combinazione degli effetti indotti dai singoli modi è stata effettuata secondo il metodo CQC (combinazione quadratica).

Gli orizzontamenti, quali il solaio in latero-cemento e le solette in c.a., sono stati considerati indeformabili nel piano, in base a quanto prescritto nel paragrafo 7.2.6 del DM 2018; inoltre, secondo quanto previsto al paragrafo 7.2.1 del DM2018, non è stata considerata la presenza di sisma verticale.

Di seguito il dettaglio della modellazione delle 4 opere.

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

In merito al box-servizi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box didratazione metallica dei fanghi

In merito alla struttura a servizio del box disidratazione fanghi, l'edificio rientra nella categoria di *strutture a telaio*, poiché i telai spaziali assorbono a ciascun piano un'aliquota di taglio superiore al 75% del totale.

La struttura risulta regolare sia in pianta che in elevazione, secondo quanto stabilito al paragrafo 7.2.2.; la formula per la stima del fattore di struttura è la seguente:

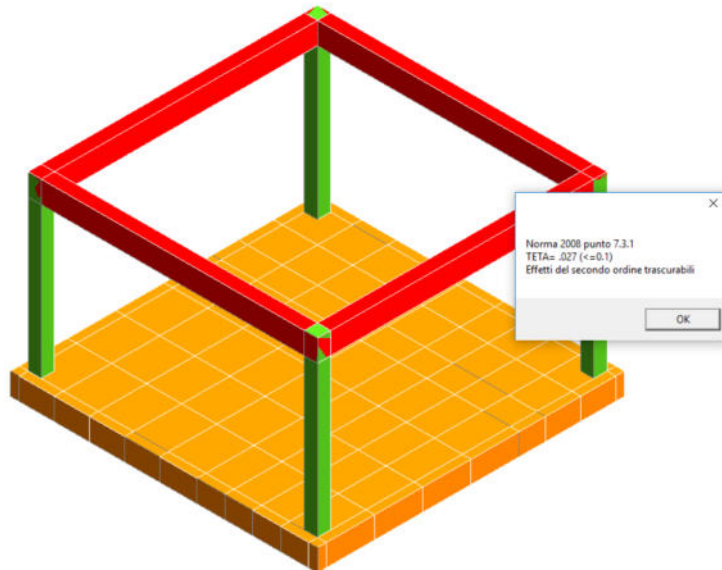
$$q = q_0 \times K_R$$

dove K_r è pari a 0.8 per strutture non regolari in altezza, ed 1 per quelle regolari. Il coefficiente q_0 è funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità dell'edificio; per l'edificio in questione è stata prevista una classe B di duttilità (da espletarsi mediante alcuni accorgimenti costruttivi). Di conseguenza il valore di q_0 è risultato pari a 3.3, il quale moltiplicato per il valore di K_r , ovvero 1, ha portato alla definizione di un fattore di struttura q pari a **3.3** (paragrafo 7.4.3.2).

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.



Verifica fattore teta

3) *Struttura in c.a. per il pretrattamento*

In merito alla struttura per il pretrattamento, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

4) Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione

In merito alla struttura per il monoblocco disinfezione, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

5) Struttura in c.a. per i microfiltri

In merito alla struttura per i microfiltri, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

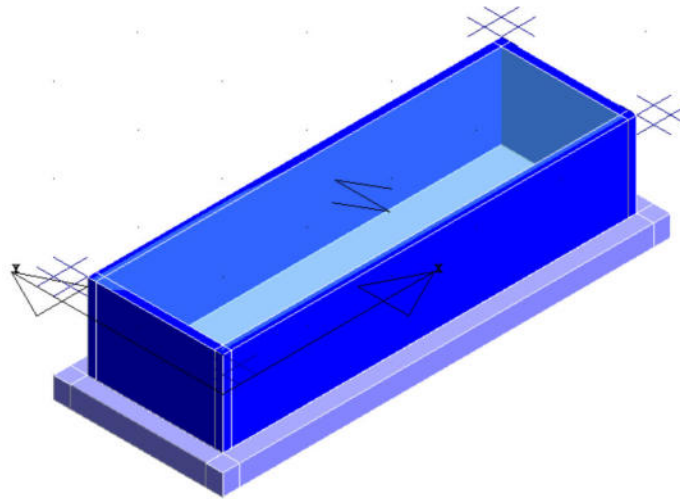
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

6) Fondazione in c.a. di un box per lavaocchi

In merito al box-lavaocchi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

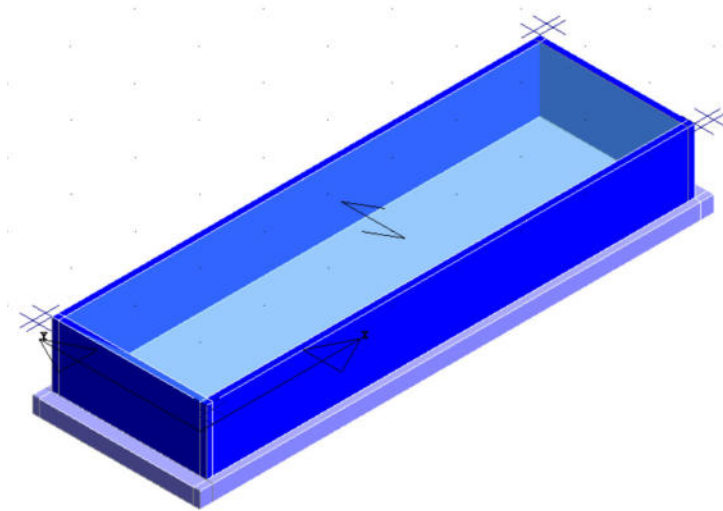
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

7) Fondazione in c.a. di un box locale compressori

In merito al box locale compressori, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

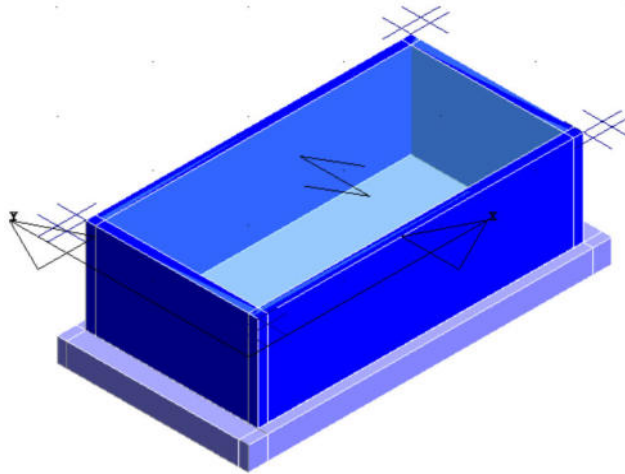
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

8) Fondazione in c.a. di un box locale quadro generale

In merito al box locale quadro generale, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

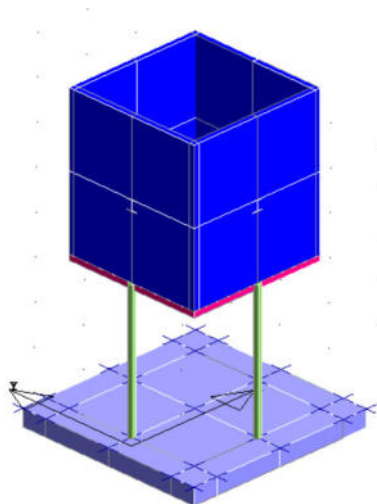
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

9) Fondazione in c.a. a sostegno di un ispessitore

In merito alla fondazione dell'ispessitore, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stata modellata una struttura di dimensioni identiche allo stesso ispessitore, inserendo a metà altezza (a favore di sicurezza) un carico concentrato pari al peso dell'intero ispessitore:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

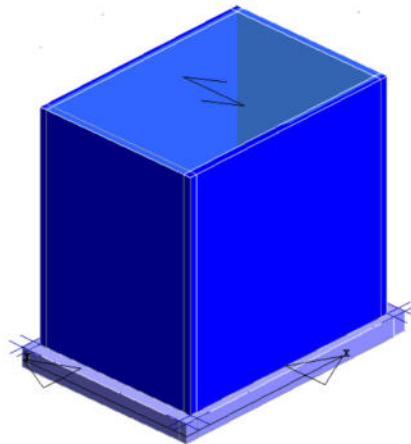
$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

g) Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

In merito al box-servizi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata

singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

$$- SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$$

$$- SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box disidratazione metallica dei fanghi

In merito alla struttura a servizio del box disidratazione fanghi, l'edificio rientra nella categoria di *strutture a telaio*, poiché i telai spaziali assorbono a ciascun piano un'aliquota di taglio superiore al 75% del totale.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = 1*(Pp + Perm. non str.) + 1*(Accidentale) + 1*(Neve)
- *SLE (frequente)* = 1*(Pp + Perm.e non str.) + 0,5*(Accidentale) + 0,2*(Neve)
- *SLE (quasi perm.)* = 1*(Pp + Perm non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)
- *SLD* = E_k + 1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

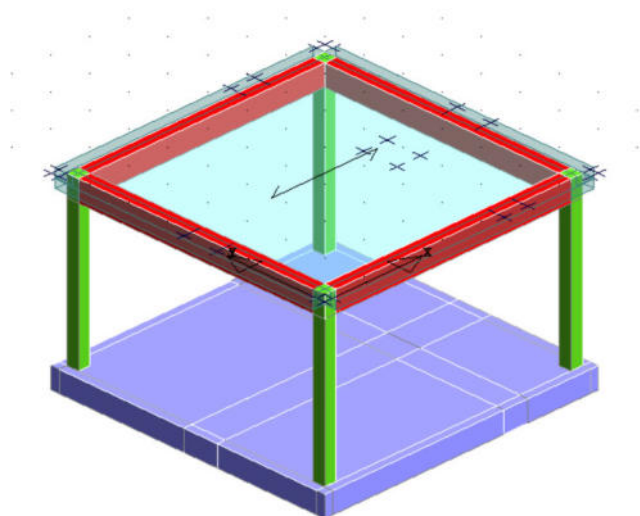
- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

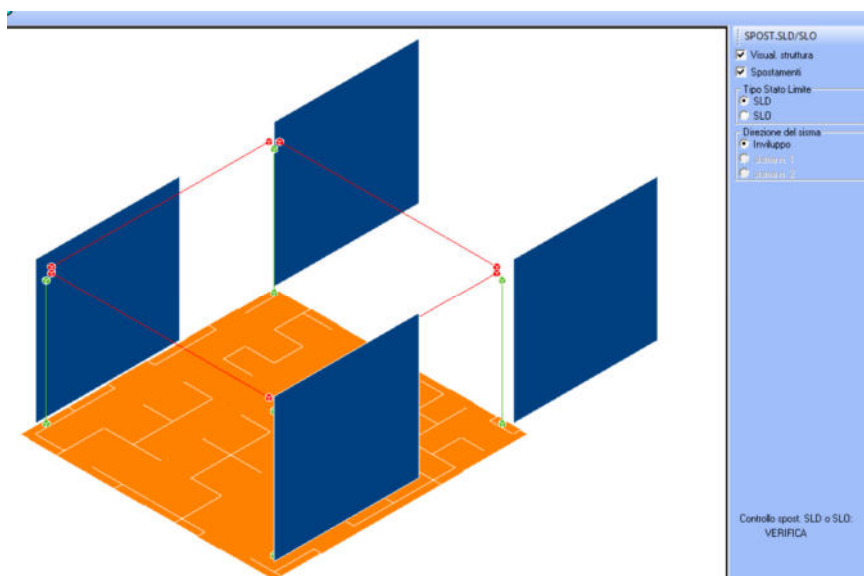
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

3) **Struttura in c.a. per il pretrattamento**

In merito alla struttura per il pretrattamento, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$

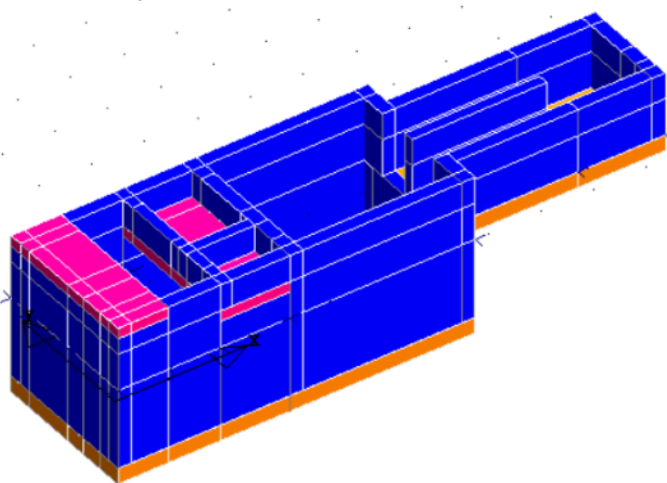
- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

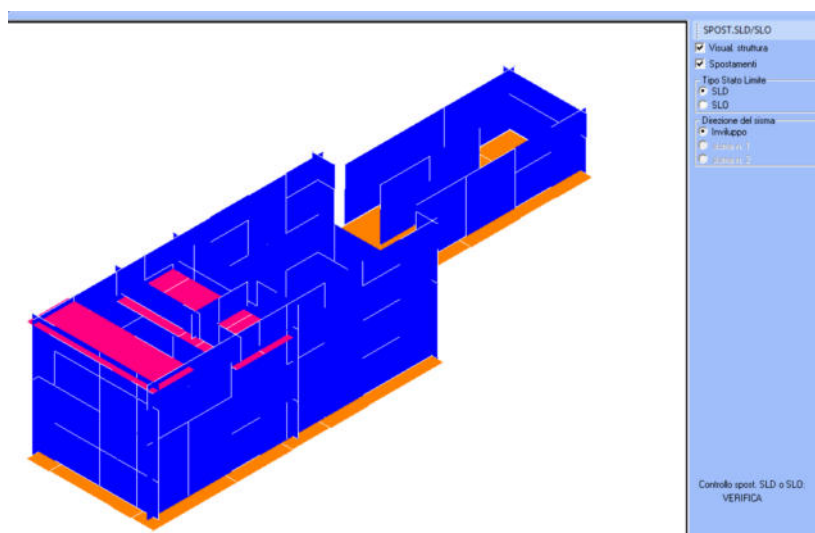
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

4) **Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione**

In merito alla struttura per il monoblocco disinfezione, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$

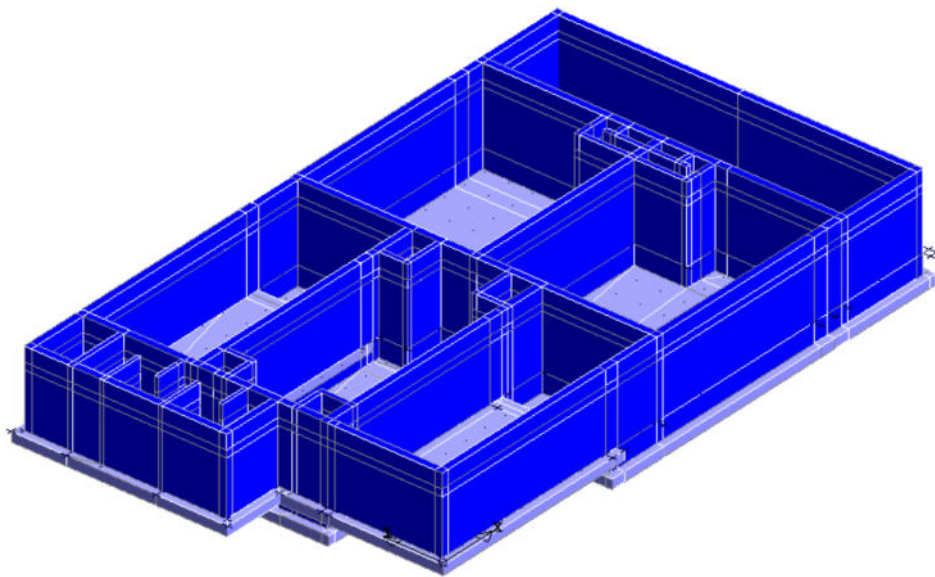
- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

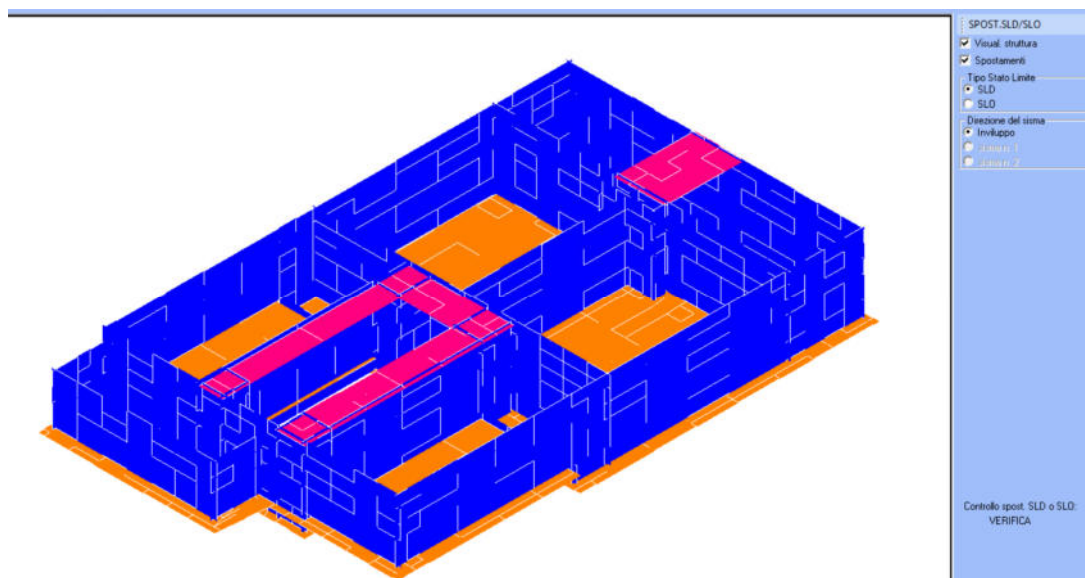
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

In allegato sono riportati i listati di input e verifica di tutte e quattro le strutture in oggetto.

5) Struttura in c.a. per i microfiltri

In merito alla struttura per i microfiltri, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

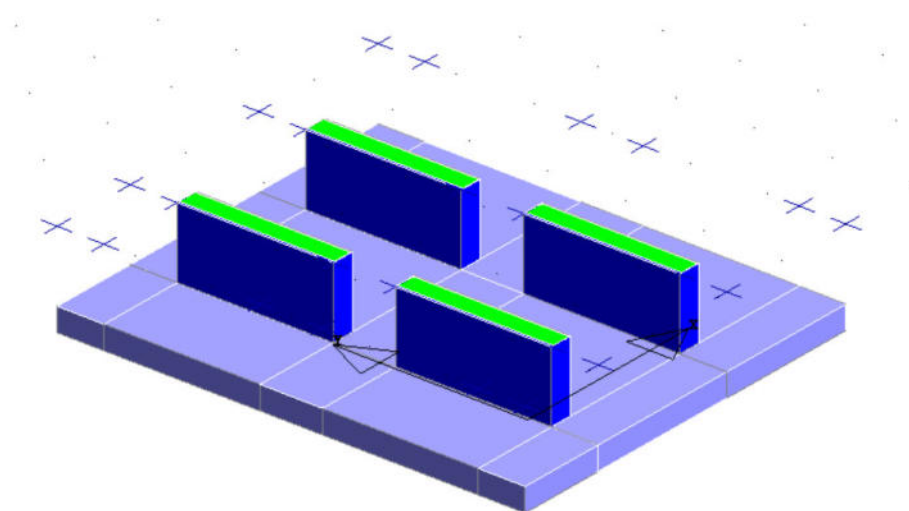
- $SLU = 1,3*(P_p) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$
- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.})$$

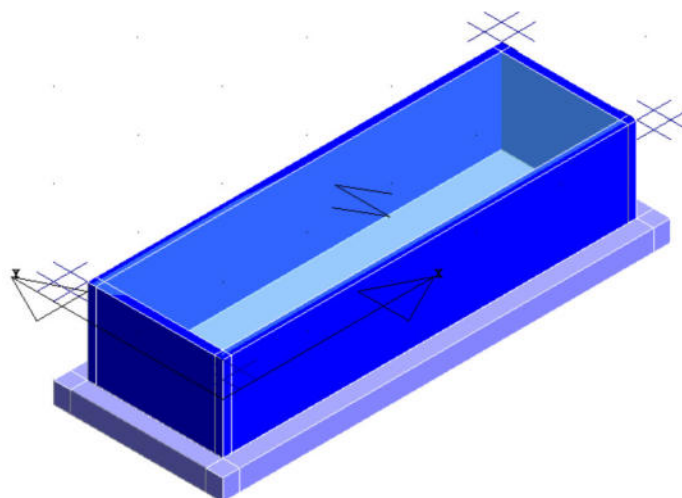
Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM

6) Fondazione in c.a. di un box per lavaocchi

In merito al box-lavaocchi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = 1*(Pp + Perm. non str.) + 1*(Accidentale) + 1*(Neve)
- *SLE (frequente)* = 1*(Pp + Perm.e non str.) + 0,5*(Accidentale) + 0,2*(Neve)
- *SLE (quasi perm.)* = 1*(Pp + Perm non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)
- *SLD* = E_k + 1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

7) Fondazione in c.a. di un box locale compressori

In merito al box locale compressori, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm. e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$
- *SLV* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLV* così ottenute sono 32.

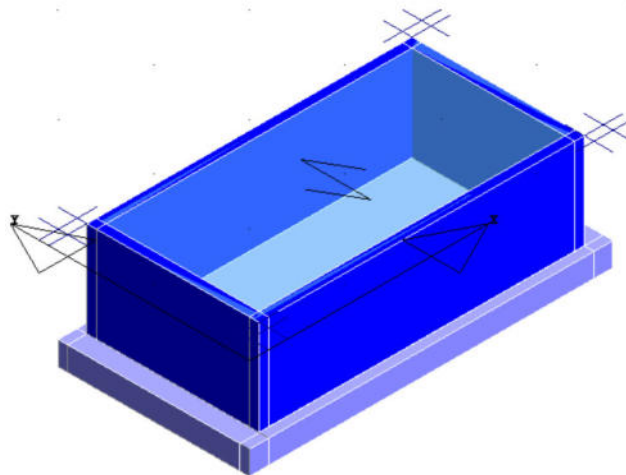
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

8) Fondazione in c.a. di un box locale quadro generale

In merito al box locale quadro generale, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.}) + 1 \cdot (\text{Accidentale}) + 1 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. e non str.}) + 0,5 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,2 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata

singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

$$- SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$$

$$- SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

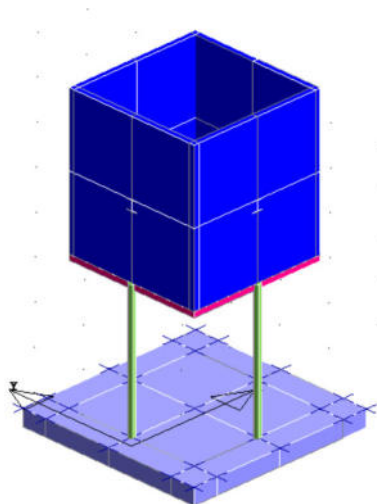
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

9) Fondazione in c.a. a sostegno di un ispessitore

In merito alla fondazione dell'ispessitore, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stata modellata una struttura di dimensioni identiche allo stesso ispessitore, inserendo a metà altezza (a favore di sicurezza) un carico concentrato pari al peso dell'intero ispessitore:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);

- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

h) Indicazione motivata del metodo di analisi e principali risultati

Come sopra illustrato, tutte le opere sono in calcestruzzo armato.

In base a quanto previsto al punto 4.1.1 del D.M.2018, è stata effettuata un'analisi elastica lineare, adottando un diagramma tensioni-deformazioni del tipo parabola-rettangolo per il calcestruzzo, e del tipo elastico–perfettamente plastico per l'acciaio da armatura, secondo quanto prescritto ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3.

Nella modellazione non sono stati tenuti in conto gli effetti globali del secondo ordine, essendo soddisfatta la formula riportata nel paragrafo 4.1.2.1.7.2:

$$P_{ED} \leq 0.31 \times \frac{n}{n+1.6} \times \frac{\sum (E_{CD} \times I_C)}{L^2}$$

dove P_{ED} è il carico totale verticale, n il numero dei piani, L l'altezza totale dell'edificio, E_{CD} il valore di calcolo del modulo elastico del calcestruzzo e I_C il momento di inerzia della sezione di calcestruzzo degli elementi di controvento.

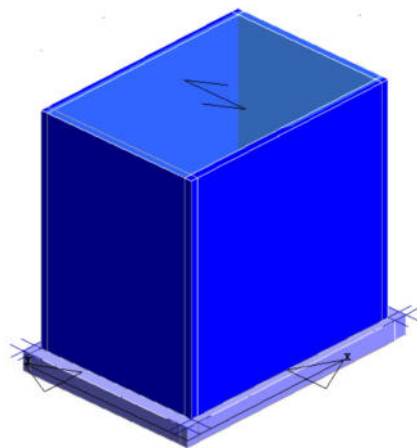
L'analisi sismica effettuata è stata un'analisi dinamica modale, applicata stimando i modi propri della struttura con massa partecipante superiore al 5%, per un totale di modi in grado di attivare almeno l'85% della massa totale; la combinazione degli effetti indotti dai singoli modi è stata effettuata secondo il metodo CQC (combinazione quadratica).

Gli orizzontamenti, quali il solaio in latero-cemento e le solette in c.a., sono stati considerati indeformabili nel piano, in base a quanto prescritto nel paragrafo 7.2.6 del DM 2018; inoltre, secondo quanto previsto al paragrafo 7.2.1 del DM2018, non è stata considerata la presenza di sisma verticale.

Di seguito il dettaglio della modellazione delle 4 opere.

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

In merito al box-servizi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box didratazione metallica dei fanghi

In merito alla struttura a servizio del box disidratazione fanghi, l'edificio rientra nella categoria di *strutture a telaio*, poiché i telai spaziali assorbono a ciascun piano un'aliquota di taglio superiore al 75% del totale.

La struttura risulta regolare sia in pianta che in elevazione, secondo quanto stabilito al paragrafo 7.2.2.; la formula per la stima del fattore di struttura è la seguente:

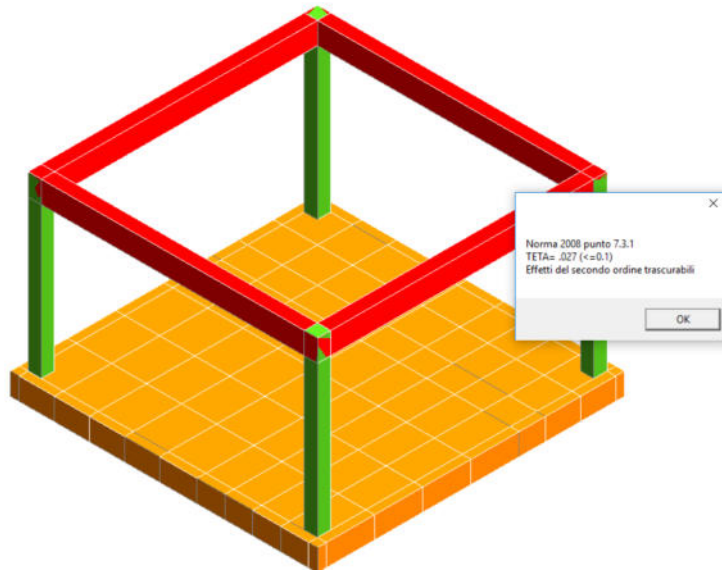
$$q = q_0 \times K_R$$

dove K_r è pari a 0.8 per strutture non regolari in altezza, ed 1 per quelle regolari. Il coefficiente q_0 è funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità dell'edificio; per l'edificio in questione è stata prevista una classe B di duttilità (da espletarsi mediante alcuni accorgimenti costruttivi). Di conseguenza il valore di q_0 è risultato pari a 3.3, il quale moltiplicato per il valore di K_r , ovvero 1, ha portato alla definizione di un fattore di struttura q pari a **3.3** (paragrafo 7.4.3.2).

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.



Verifica fattore teta

3) **Struttura in c.a. per il pretrattamento**

In merito alla struttura per il pretrattamento, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

4) Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione

In merito alla struttura per il monoblocco disinfezione, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

5) Struttura in c.a. per i microfiltri

In merito alla struttura per i microfiltri, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

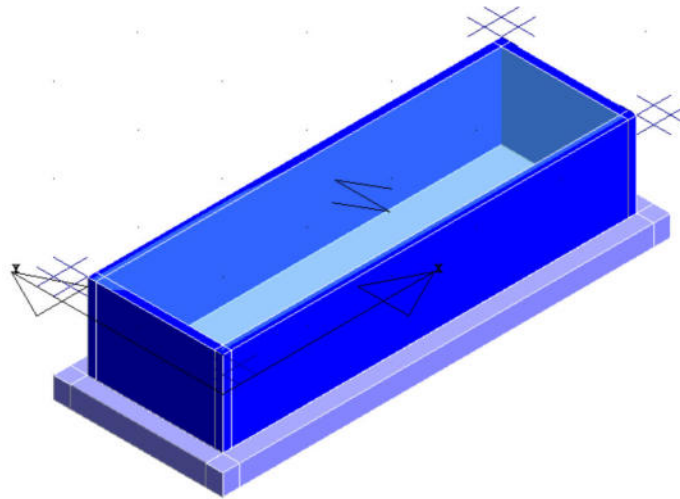
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

6) Fondazione in c.a. di un box per lavaocchi

In merito al box-lavaocchi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

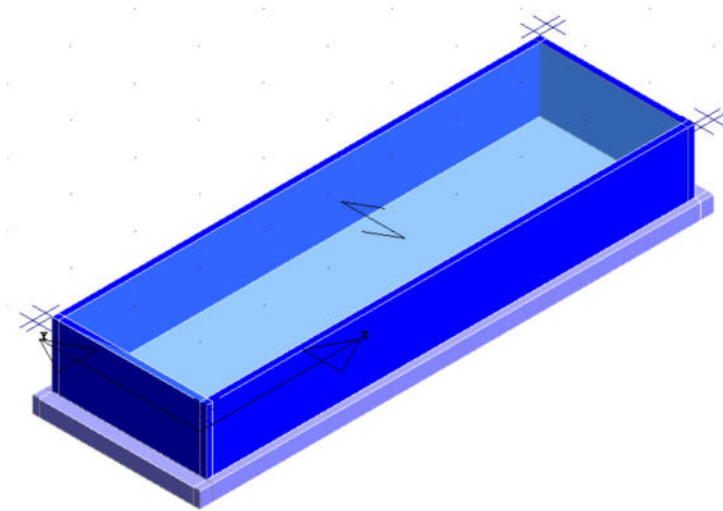
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

7) Fondazione in c.a. di un box locale compressori

In merito al box locale compressori, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

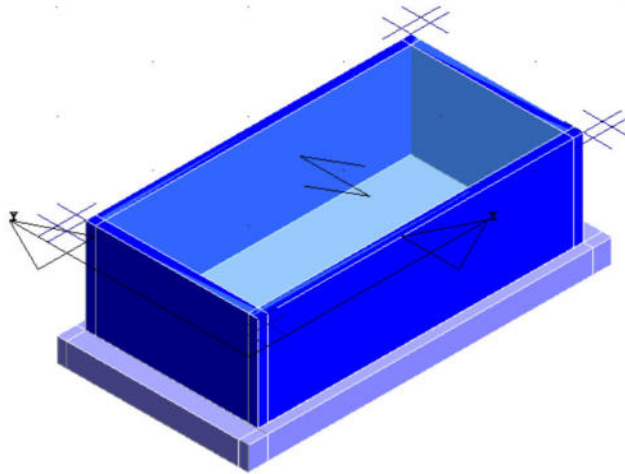
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

8) Fondazione in c.a. di un box locale quadro generale

In merito al box locale quadro generale, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

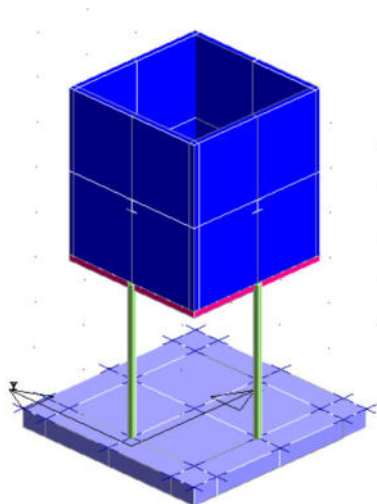
Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

9) Fondazione in c.a. a sostegno di un ispessitore

In merito alla fondazione dell'ispessitore, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stata modellata una struttura di dimensioni identiche allo stesso ispessitore, inserendo a metà altezza (a favore di sicurezza) un carico concentrato pari al peso dell'intero ispessitore:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

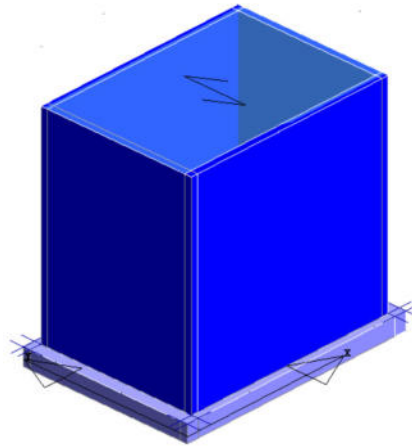
$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

i) Criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

In merito al box-servizi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.}) + 1 \cdot (\text{Accidentale}) + 1 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. e non str.}) + 0,5 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,2 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box disidratazione metallica dei fanghi

In merito alla struttura a servizio del box disidratazione fanghi, l'edificio rientra nella categoria di *strutture a telaio*, poiché i telai spaziali assorbono a ciascun piano un'aliquota di taglio superiore al 75% del totale.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

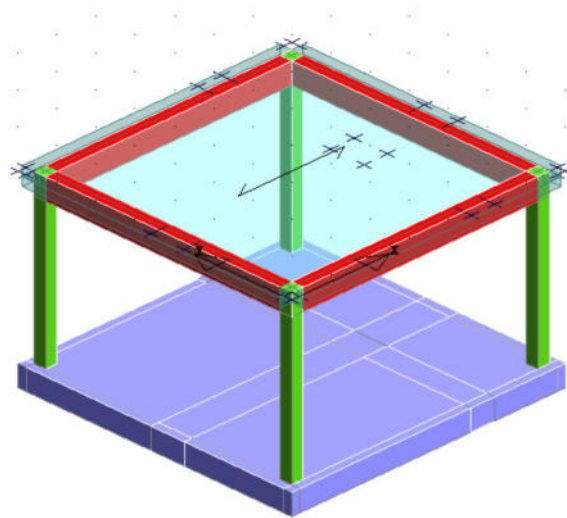
- *SLU* = $1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$
- *SLV* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

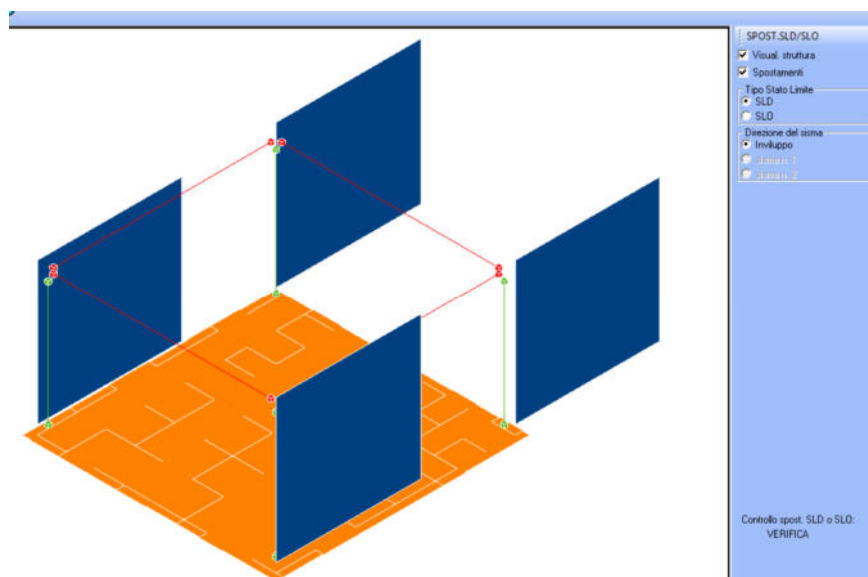
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

3) Struttura in c.a. per il pretrattamento

In merito alla struttura per il pretrattamento, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3 \cdot (P_p) + 1,5 \cdot (\text{Permanente non str.})$

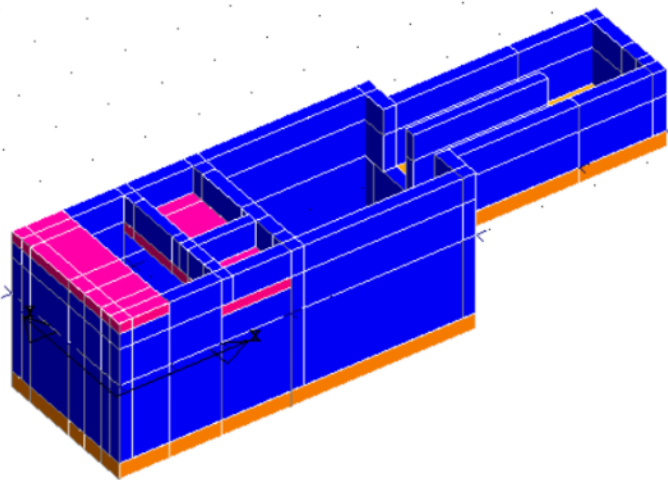
- $SLV = E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

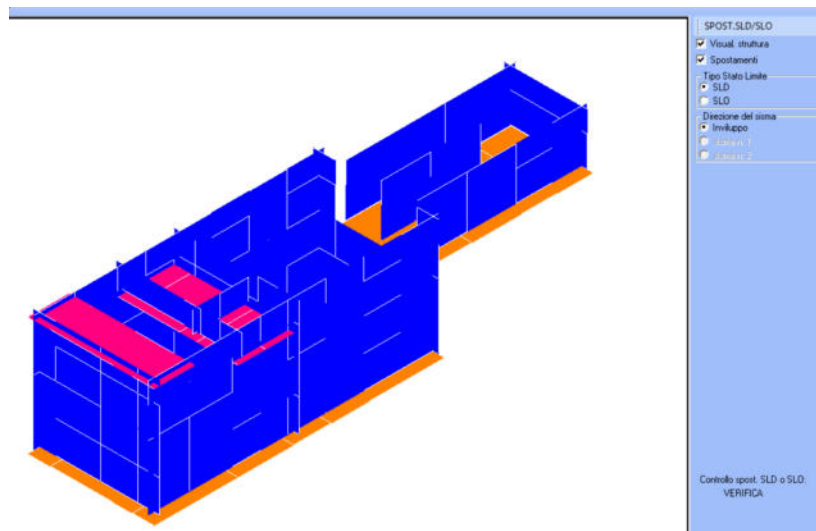
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

4) **Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione**

In merito alla struttura per il monoblocco disinfezione, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$

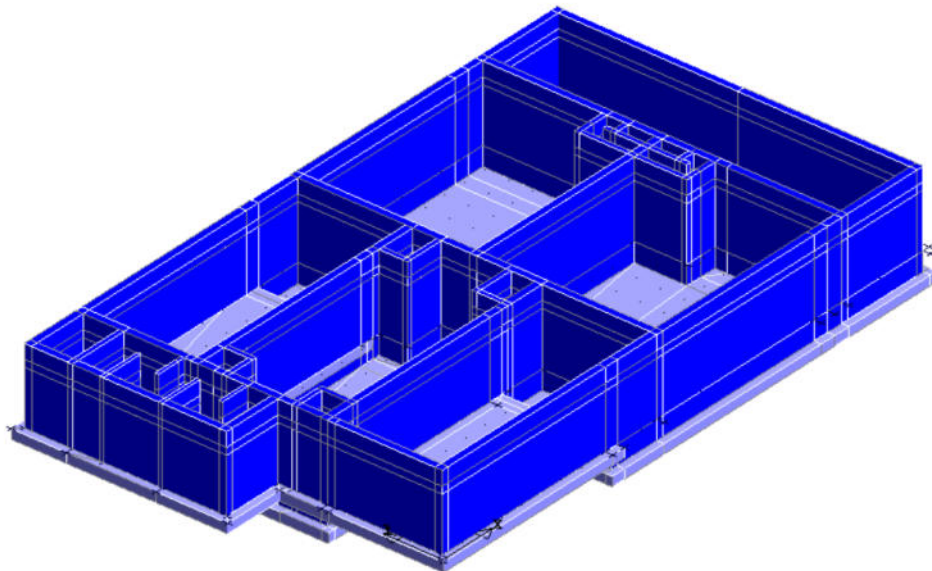
- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

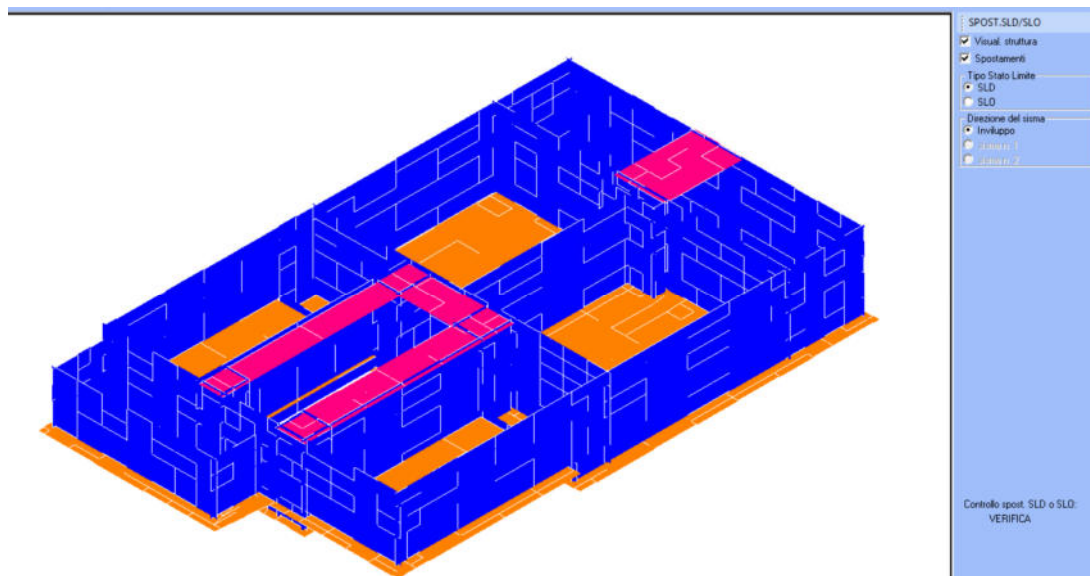
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

In allegato sono riportati i listati di input e verifica di tutte e quattro le strutture in oggetto.

5) Struttura in c.a. per i microfiltri

In merito alla struttura per i microfiltri, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$

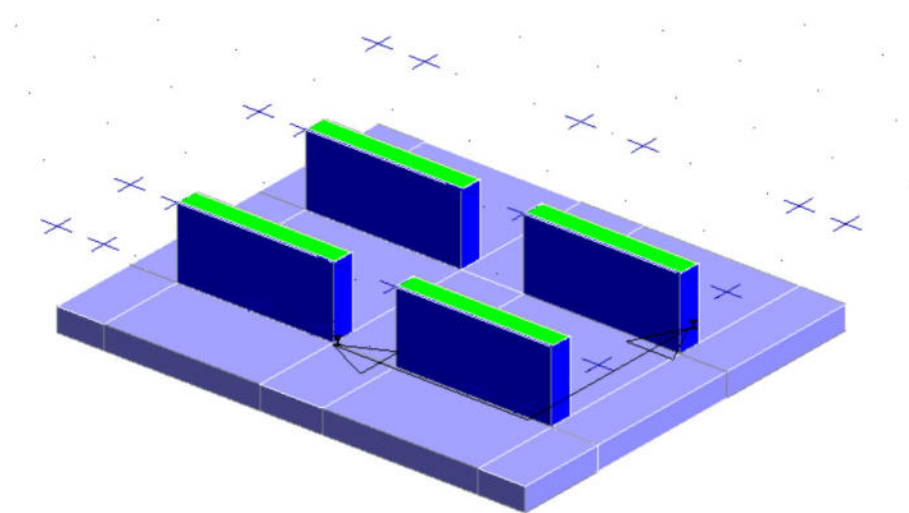
- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

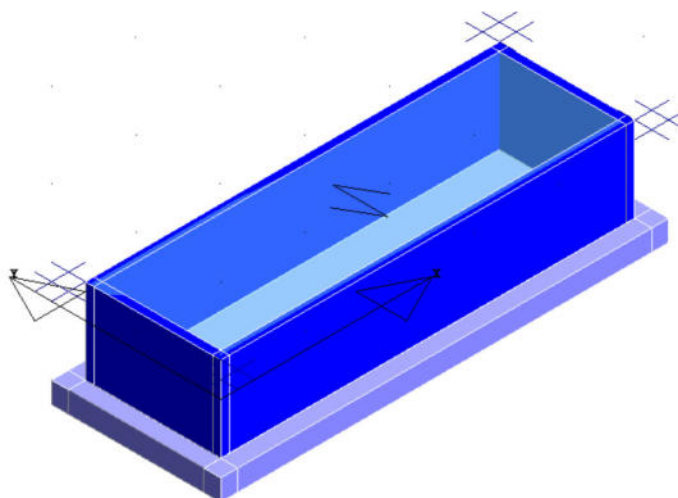
Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM

6) Fondazione in c.a. di un box per lavaocchi

In merito al box-lavaocchi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

7) Fondazione in c.a. di un box locale compressori

In merito al box locale compressori, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm. e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$
- *SLV* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLV* così ottenute sono 32.

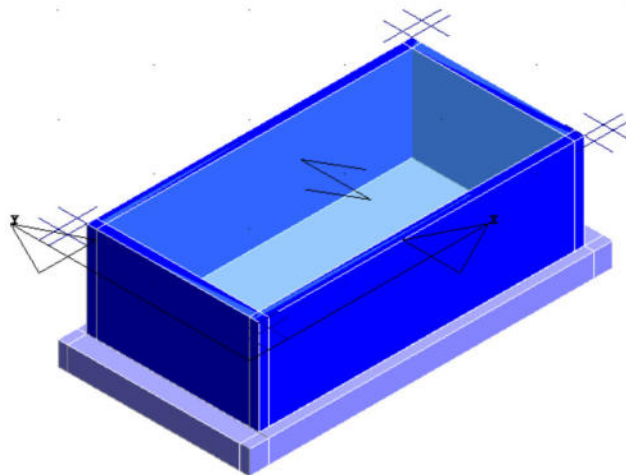
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

8) Fondazione in c.a. di un box locale quadro generale

In merito al box locale quadro generale, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata

singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

$$- SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$$

$$- SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

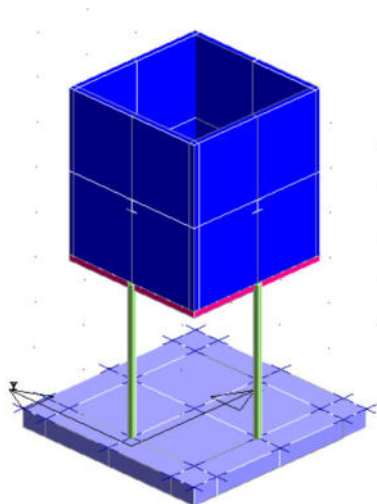
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

9) Fondazione in c.a. a sostegno di un ispessitore

In merito alla fondazione dell'ispessitore, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stata modellata una struttura di dimensioni identiche allo stesso ispessitore, inserendo a metà altezza (a favore di sicurezza) un carico concentrato pari al peso dell'intero ispessitore:



Modello FEM

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);

- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

j) Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Come sopra illustrato, tutte le opere sono in calcestruzzo armato.

In base a quanto previsto al punto 4.1.1 del D.M.2018, è stata effettuata un'analisi elastica lineare, adottando un diagramma tensioni-deformazioni del tipo parabola-rettangolo per il calcestruzzo, e del tipo elastico-perfettamente plastico per l'acciaio da armatura, secondo quanto prescritto ai paragrafi 4.1.2.1.2.2 e 4.1.2.1.2.3.

Nella modellazione non sono stati tenuti in conto gli effetti globali del secondo ordine, essendo soddisfatta la formula riportata nel paragrafo 4.1.2.1.7.2:

$$P_{ED} \leq 0.31 \times \frac{n}{n+1.6} \times \frac{\sum (E_{CD} \times I_C)}{L^2}$$

dove P_{ED} è il carico totale verticale, n il numero dei piani, L l'altezza totale dell'edificio, E_{CD} il valore di calcolo del modulo elastico del calcestruzzo e I_C il momento di inerzia della sezione di calcestruzzo degli elementi di controvento.

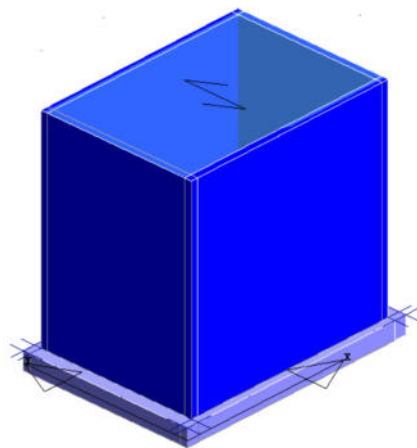
L'analisi sismica effettuata è stata un'analisi dinamica modale, applicata stimando i modi propri della struttura con massa partecipante superiore al 5%, per un totale di modi in grado di attivare almeno l'85% della massa totale; la combinazione degli effetti indotti dai singoli modi è stata effettuata secondo il metodo CQC (combinazione quadratica).

Gli orizzontamenti, quali il solaio in latero-cemento e le solette in c.a., sono stati considerati indeformabili nel piano, in base a quanto prescritto nel paragrafo 7.2.6 del DM 2018; inoltre, secondo quanto previsto al paragrafo 7.2.1 del DM2018, non è stata considerata la presenza di sisma verticale.

Di seguito il dettaglio della modellazione delle 4 opere.

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

In merito al box-servizi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.}) + 1 \cdot (\text{Accidentale}) + 1 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,2 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLD così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

$$- SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$$

$$- SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box disidratazione metallica dei fanghi

In merito alla struttura a servizio del box disidratazione fanghi, l'edificio rientra nella categoria di *strutture a telaio*, poiché i telai spaziali assorbono a ciascun piano un'aliquota di taglio superiore al 75% del totale.

La struttura risulta regolare sia in pianta che in elevazione, secondo quanto stabilito al paragrafo 7.2.2.; la formula per la stima del fattore di struttura è la seguente:

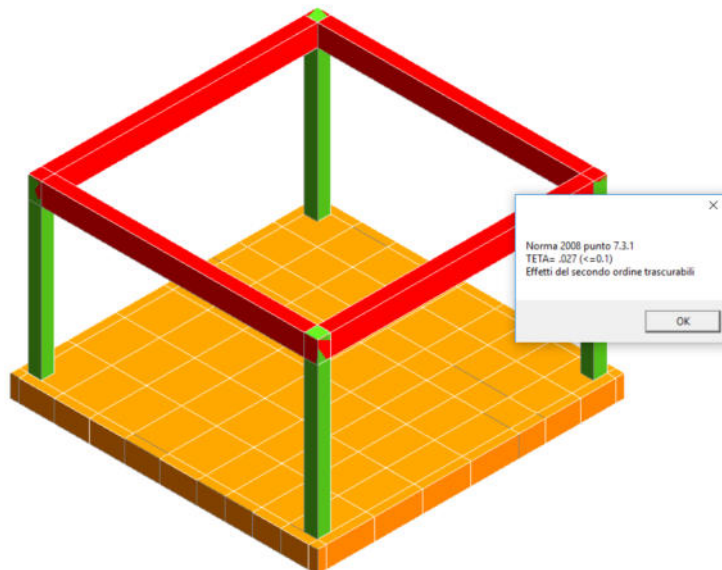
$$q = q_0 \times K_R$$

dove K_r è pari a 0.8 per strutture non regolari in altezza, ed 1 per quelle regolari. Il coefficiente q_0 è funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità dell'edificio; per l'edificio in questione è stata prevista una classe B di duttilità (da espletarsi mediante alcuni accorgimenti costruttivi). Di conseguenza il valore di q_0 è risultato pari a 3.3, il quale moltiplicato per il valore di K_r , ovvero 1, ha portato alla definizione di un fattore di struttura q pari a **3.3** (paragrafo 7.4.3.2).

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$\vartheta = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.



Verifica fattore teta

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che

venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(Pp + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(Pp + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(Pp + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3*(Pp) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale} - \text{Neve})$
- *SLV* = $E_k + 1*(Pp + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

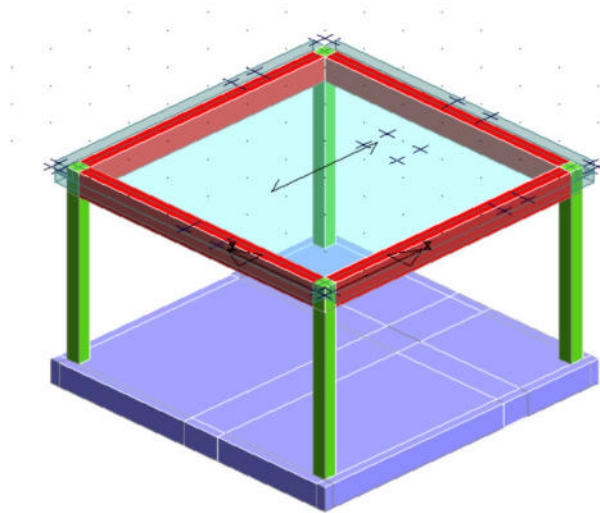
dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata

singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

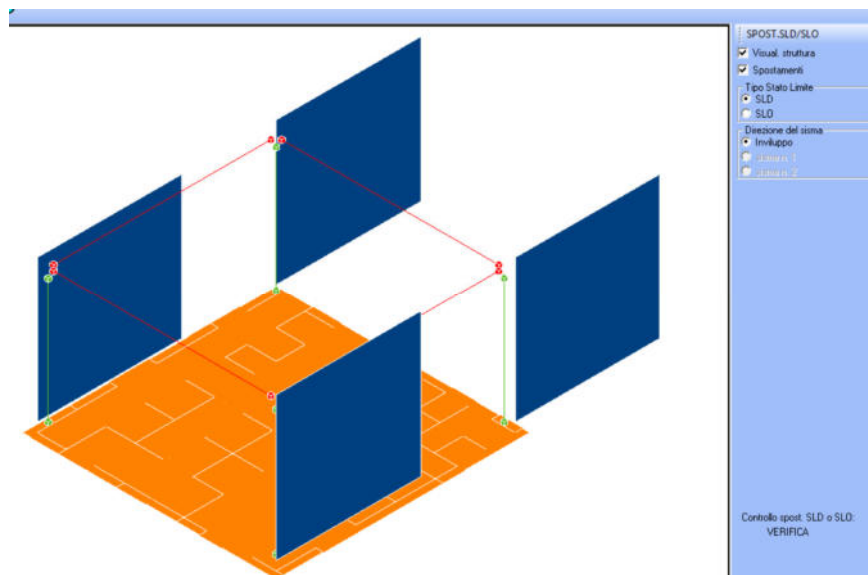
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

3) **Struttura in c.a. per il pretrattamento**

In merito alla struttura per il pretrattamento, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = 1*(P_p + Perm. non str.)

- *SLD* = E_k + 1*(P_p + Permanente non str.)

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

1*(P_p + Permanente non str.)

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1.5*(\text{Permanente non str.})$

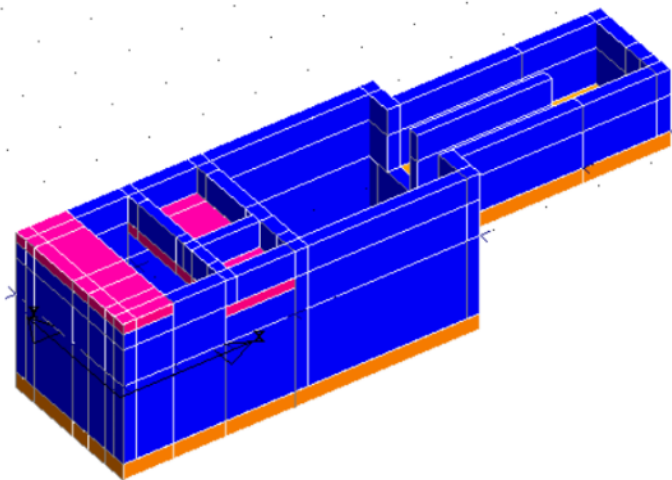
- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

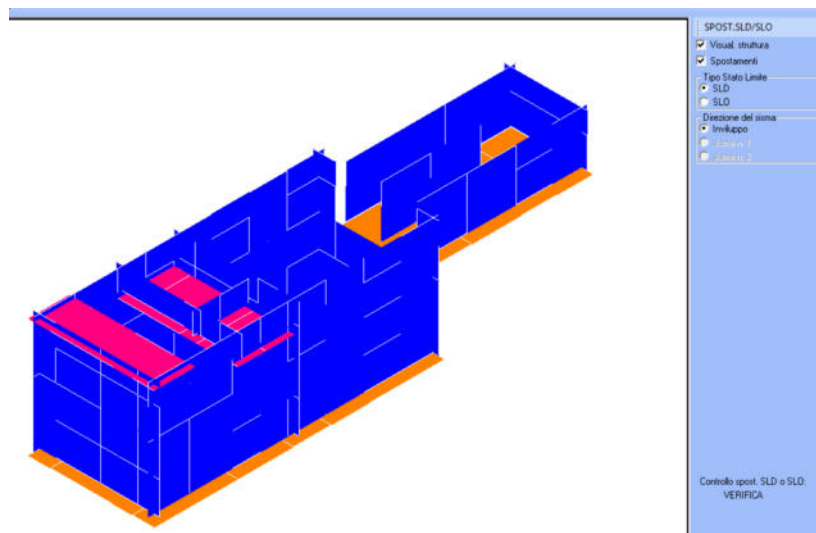
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

4) Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione

In merito alla struttura per il monoblocco disinfezione, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);
- *Spostamenti d'interpiano* (paragrafo 7.3.7.2 D.M.2018).

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3 \cdot (P_p) + 1,5 \cdot (\text{Permanente non str.})$

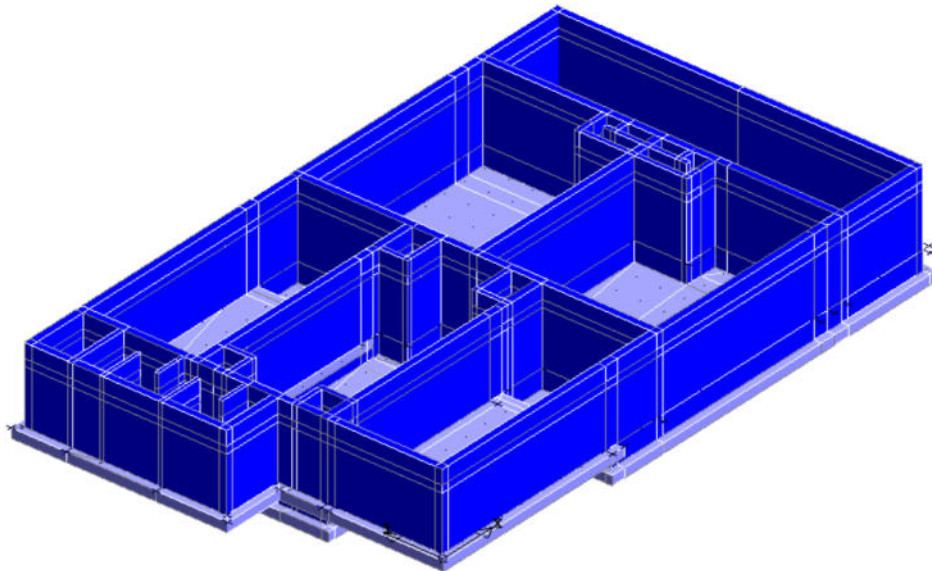
- *SLV* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLV* così ottenute sono 32.

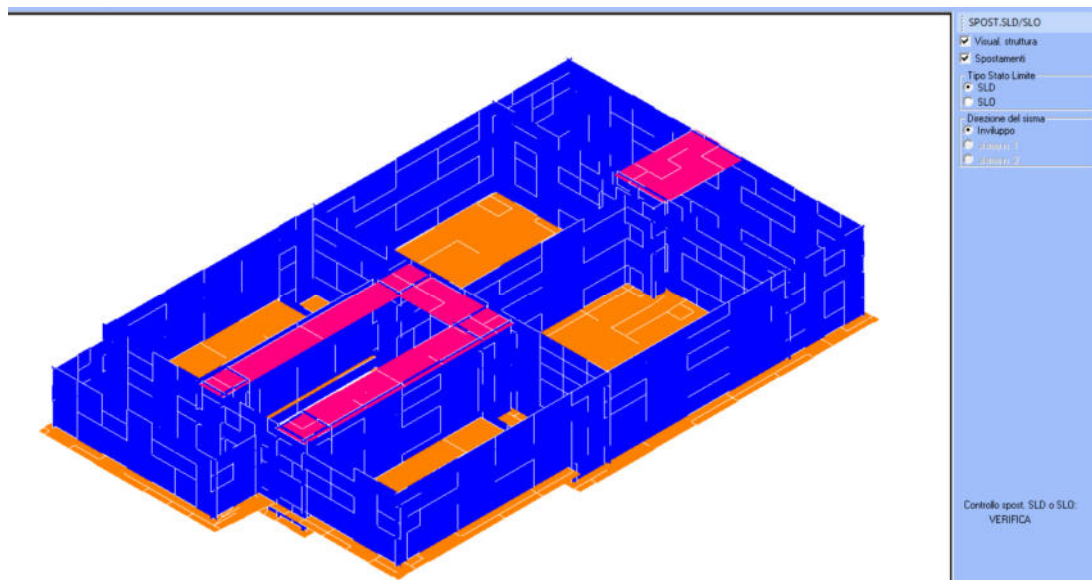
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM



Verifica SLD-SLO

In allegato sono riportati i listati di input e verifica di tutte e quattro le strutture in oggetto.

5) Struttura in c.a. per i microfiltri

In merito alla struttura per i microfiltri, il fattore di struttura q è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara-frequ.-quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.})$

- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- *SLU* = $1,3 \cdot (P_p) + 1,5 \cdot (\text{Permanente non str.})$

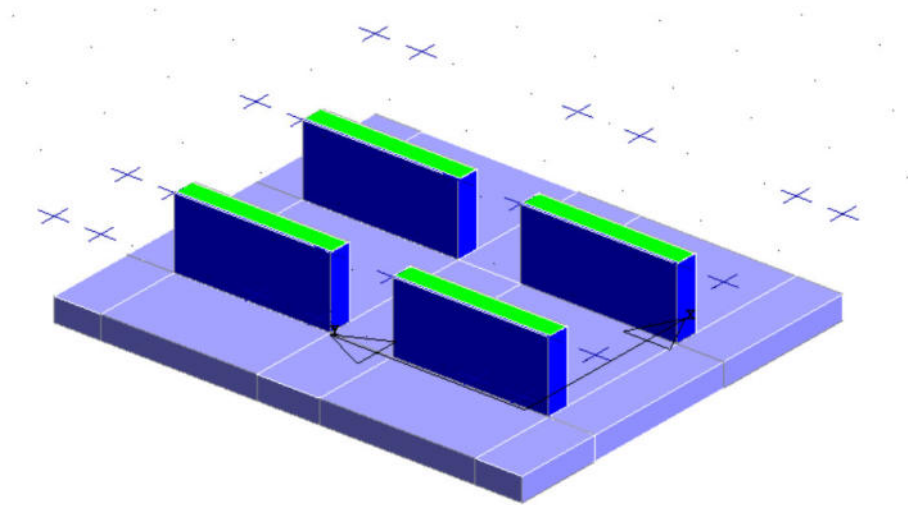
- $SLV = E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.})$

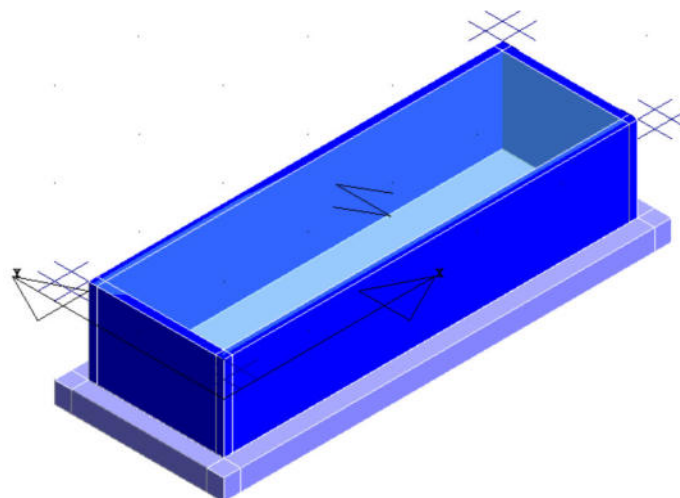
Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.



Modello FEM

6) Fondazione in c.a. di un box per lavaocchi

In merito al box-lavaocchi, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = 1*(Pp + Perm. non str.) + 1*(Accidentale) + 1*(Neve)
- *SLE (frequente)* = 1*(Pp + Perm.e non str.) + 0,5*(Accidentale) + 0,2*(Neve)
- *SLE (quasi perm.)* = 1*(Pp + Perm non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)
- *SLD* = E_k + 1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(Pp + Permanente non str.) + 0,3*(Accidentale) + 0,0*(Neve)$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);

- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

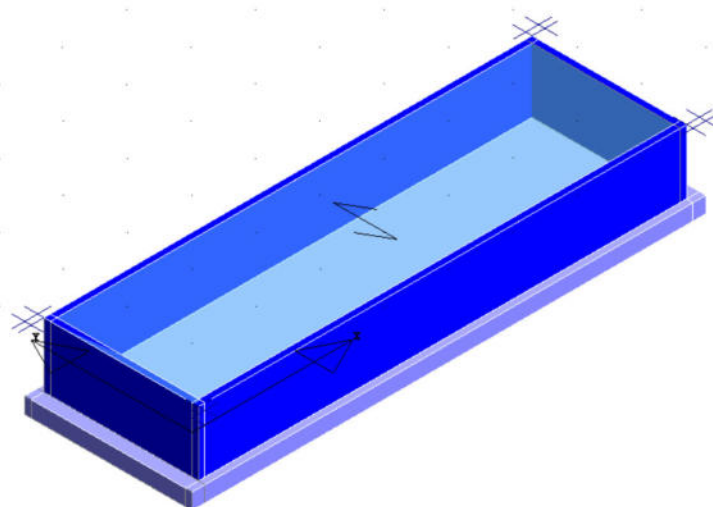
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

7) Fondazione in c.a. di un box locale compressori

In merito al box locale compressori, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);

- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

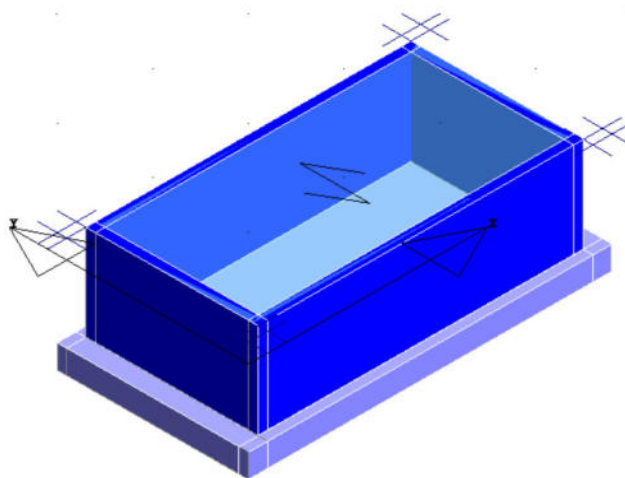
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

8) *Fondazione in c.a. di un box locale quadro generale*

In merito al box locale quadro generale, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stato modellato un box avente le dimensioni della struttura prefabbricata:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. non str.}) + 1 \cdot (\text{Accidentale}) + 1 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm. e non str.}) + 0,5 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,2 \cdot (\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1 \cdot (P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1 \cdot (P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3 \cdot (\text{Accidentale}) + 0,0 \cdot (\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);
- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

$$- SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$$

$$- SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

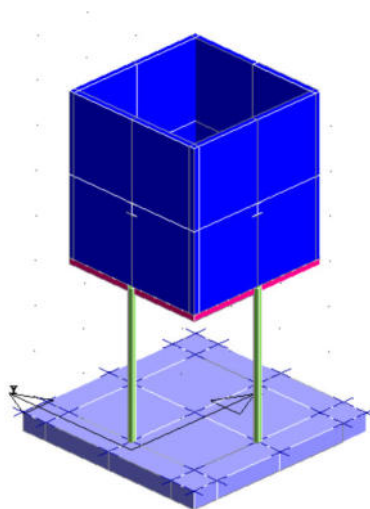
La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

9) Fondazione in c.a. a sostegno di un ispessitore

In merito alla fondazione dell'ispessitore, al fine di cogliere le sollecitazioni agenti sulla fondazione, è stata modellata una struttura di dimensioni identiche allo stesso ispessitore, inserendo a metà altezza (a favore di sicurezza) un carico concentrato pari al peso dell'intero ispessitore:



Modello FEM

In merito al fattore di struttura q , lo stesso è stato considerato pari ad 1, ipotizzando quindi il completo assorbimento dell'input sismico in fase elastica.

Sono state trascurate le non-linearità geometriche, cosa possibile qualora si soddisfi ad ogni piano la condizione (par. 7.3.1, *analisi lineare*):

$$g = \frac{P \times d}{V \times h} \leq 0.1$$

dove P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame, d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, V è la forza orizzontale totale per l'orizzontamento considerato ed h è la distanza tra questo e quello immediatamente sottostante.

Sono di seguito illustrate le combinazioni utilizzate per le verifiche allo stato limite elastico ed ultimo della struttura.

Verifiche SLE - SLO

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

Le combinazioni da utilizzare per effettuare tali verifiche sono quelle *rara*, *frequente*, *quasi-permanente* e quella con lo spettro *SLD*; esse sono di seguito riportate:

- *SLE (rara)* = $1*(P_p + \text{Perm. non str.}) + 1*(\text{Accidentale}) + 1*(\text{Neve})$
- *SLE (frequente)* = $1*(P_p + \text{Perm.e non str.}) + 0,5*(\text{Accidentale}) + 0,2*(\text{Neve})$
- *SLE (quasi perm.)* = $1*(P_p + \text{Perm non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$
- *SLD* = $E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche *SLD* così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche degli elementi della struttura nei confronti:

- *Fessurazione* (paragrafo 4.1.2.2.4 D.M.2018 e C4.1.2.2.4 Circolare esplicativa);
- *Limiti tensionali* (paragrafo 4.1.2.2.5 D.M.2018);

- *Deformabilità* (paragrafo 4.1.2.2.2 D.M.2018 e C4.1.2.2.2 Circolare esplicativa);

Verifiche SLU - SLC

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi SLU, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto dei vari elementi strutturali.

Le combinazioni da utilizzare per tali verifiche sono le seguenti:

- $SLU = 1,3*(P_p) + 1,5*(\text{Permanente non str.}) + 1,5*(\text{Accidentale - Neve})$

- $SLV = E_k + 1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

dove E_k è il sisma combinato al 100% della sua intensità in una direzione e al 30% in quella ortogonale, con segni alternati e con una eccentricità del centro delle masse applicata singolarmente in entrambe le direzioni e versi, pari al 5% del lato dell'edificio considerato; in totale le combinazioni sismiche SLV così ottenute sono 32.

La massa sismica viene definita secondo quanto riportato al paragrafo 3.2.4:

$1*(P_p + \text{Permanente non str.}) + 0,3*(\text{Accidentale}) + 0,0*(\text{Neve})$

Le combinazioni sopra riportate vengono utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza dei vari elementi strutturali, secondo quanto stabilito ai capitoli 4 e 7 del D.M.2018.

k) Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

Le analisi di cui in oggetto nella presente relazione sono state effettuate utilizzando il software CDSWin, prodotto dalla:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

Via Tre Torri n°11 – Compl. Tre Torri

95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI

Come previsto al punto **10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 17.01.2018** l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l. a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti fornisce direttamente on-line i test sui casi prova (<http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm>)

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

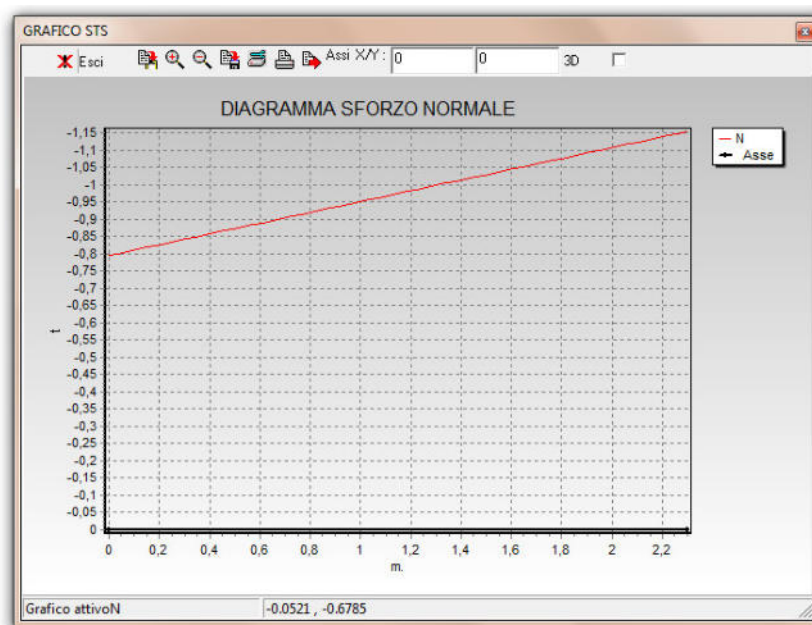
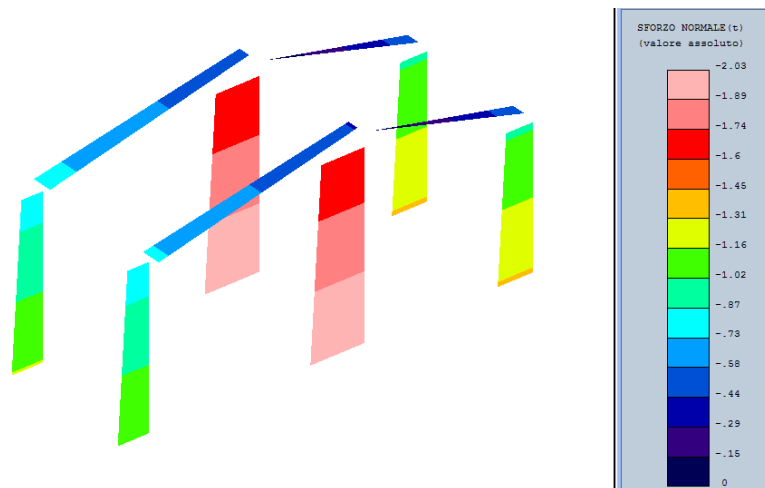
- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

VERIFICA MANUALE DELL'AFFIDABILITA' DEL CALCOLO

Per effettuare una validazione del software è stato preso in considerazione un semplice modello di calcolo, composto da sei pilastri in c.a.; il carico considerato è pari a 300 (Pp) + 100 (Perm) + 100 (Neve) kg/mq, mentre la campata considerata ha una dimensione di 275x220 cm.

Considerando quindi la combinazione statica, con coefficienti parziali pari ad 1: 1*(Pp + Permanente non str.) + 1*(Neve), e calcolando l'area di influenza del pilastro d'angolo, pari a

138x110 cm, si ha che lo sforzo normale in testa a tale pilastro deve risultare pari a circa **759 kg** ($500 \text{ kg/mq} * 1.38 \text{ m} * 1.1 \text{ m}$):



Sforzo normale su pilastro d'angolo

Da quanto sopra riportato si evince che il programma FEM stima sulla testa del pilastro in oggetto una compressione pari a circa 780 kg, sostanzialmente identica a quella valutata per via analitica a mano. Ciò testimonia quindi la validità del software.

I) Strutture di fondazione

In base alla raccolta storica dei dati disponibili, e con l'ausilio della relazione geologica, è stato possibile ricostruire la stratigrafia della zona in questione, che risulta così composta:

Litologie	Prof. (m)	Gam (T/m ³)	Gams (T/m ³)	Fi (°)	cu (Kg/cm ²)	Ey (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)	Ni
Terreno vegetale	0.40	1.39	1.83	-	-	-	-	0.35
Limo sabbioso	0.80	1.63	1.86	20.86	0.19	14.1	37.5	0.35
Ghiaie fluviali	10.00	2.09	2.25	34.43	1.76	307.5	80.87	0.3

Non è stata riscontrata alle profondità interessate dal progetto presenza di falde freatiche (profondità di circa 4 m dal p.c.).

In base ai valori riportati nella relazione geologica, il terreno di fondazione rientra nella categoria "terreno di classe C", per una categoria topografica T1.

Per le opere n°1 e n°2, e parzialmente per le opere n°3 e n°4, essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

Il progetto delle fondazioni dell'opera è stato concepito in relazione sia allo sviluppo delle strutture in elevazione e alle modalità costruttive dell'opera stessa, sia alle particolari condizioni idrogeologiche e morfologiche del lotto.

La soluzione scelta tiene in conto dei carichi trasmessi dalle opere al terreno di fondazione, le cui tensioni generate sono al di sotto di quelli ammissibili.

Comunque le opere di fondazione possiedono i seguenti requisiti:

- lo stato di tensione indotto nel terreno è compatibile con le caratteristiche di resistenza del terreno stesso, nella situazione iniziale ed in quelle che potranno presumibilmente svilupparsi nel tempo ($P_{max} < P_{amm}$);
- gli spostamenti delle strutture di fondazione sono compatibili con i prefissati livelli di sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione.

Verifiche SLU

Si è proceduto alla verifica del collasso per carico limite del terreno di fondazione nei

confronti dello stato limite ultimo (SLU), secondo quanto stabilito dalle norme tecniche del D.M.17.01.2018; in particolare, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e R_d il valore di progetto della resistenza del terreno. Sono definiti tre gruppi di coefficienti: i coefficienti tipo A (A1 e A2) per le azioni (o i loro effetti), i coefficienti M (M1 ed M2) per i parametri geotecnici del terreno, ed i coefficienti R (R1, R2 ed R3) per le resistenze del terreno.

La normativa prevede due possibili approcci per la verifica di tale stato limite ultimo: un *approccio 1*, nel quale si utilizza la combinazione 1 (A1 – M1 – R1) per il dimensionamento strutturale e la combinazione 2 (A2 – M2 – R2) per quello geotecnico; un *approccio 2* nel quale la combinazione (A1 – M1 – R3) è valevole per entrambe tali verifiche.

Per l'intervento in questione è stato scelto di applicare l'approccio 2, il quale prevede di combinare le azioni secondo i coefficienti γ del gruppo A1 (i quali sono gli stessi utilizzati per le verifiche SLU della sovrastruttura, riportate nella relazione di calcolo), di ridurre i parametri geotecnici del terreno secondo i coefficienti M1 (tutti pari ad 1) e di dividere la capacità portante del terreno secondo il coefficiente R3, pari a 2.3.

Le combinazioni sismiche SLV vanno considerate sempre con i coefficienti parziali γ pari ad 1 (vedere relazione tecnica).

Per quanto concerne la verifica SLU di tipo geotecnico nei confronti della stabilità globale e della traslazione, a causa delle dimensioni della struttura e dell'assenza di scarpate e pendii sul sito in questione essa è stata considerata automaticamente verificata.

Il D.M.2018 prevede, al capitolo 6 relativo alle opere geotecniche, che vadano effettuate anche delle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi idraulici, in particolare nei confronti dei possibili fenomeni di sollevamento o di sifonamento. Tuttavia, a causa dell'assenza della falda per le profondità interessanti le fondazioni, non risultano possibili tali fenomeni.

Verifiche SLE

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, il D.M.2018 prevede che venga rispettata la condizione:

$$E_d \leq C_d$$

dove E_d è il valore dell'azione di progetto e C_d il valore limite dell'effetto delle azioni.

A tale scopo sono state applicate alla struttura le combinazioni previste per la verifica SLD/SLE (tutte riportate nella relazione di calcolo); il programma F.E.M. utilizzato per il calcolo ha di conseguenza stimato spostamenti e distorsioni verificandone la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione.

Eventuali cedimenti delle strutture di fondazione sono compatibili con i prefissati livelli di

sicurezza e con la funzionalità delle strutture in elevazione.

L'opera in progetto non ha alcuna influenza negativa sulle fondazioni e sulle costruzioni esistenti nelle vicinanze, garantendo sicurezza e funzionalità degli edifici presenti nella zona ed in generale del territorio interessato dal progetto in questione.

Il sito indagato non presenta segni di cedimento in atto o potenziale, non sono presenti segni di dissesto idrogeologico o di movimenti franosi pregressi e i fabbricati posti nelle immediate vicinanze non mostrano fenomeni di cedimenti strutturali.

1) Fondazione in c.a. di un box ad uso servizi

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.35 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.33 \quad s_\gamma = 0.71 \quad s_c = 1.37$$

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

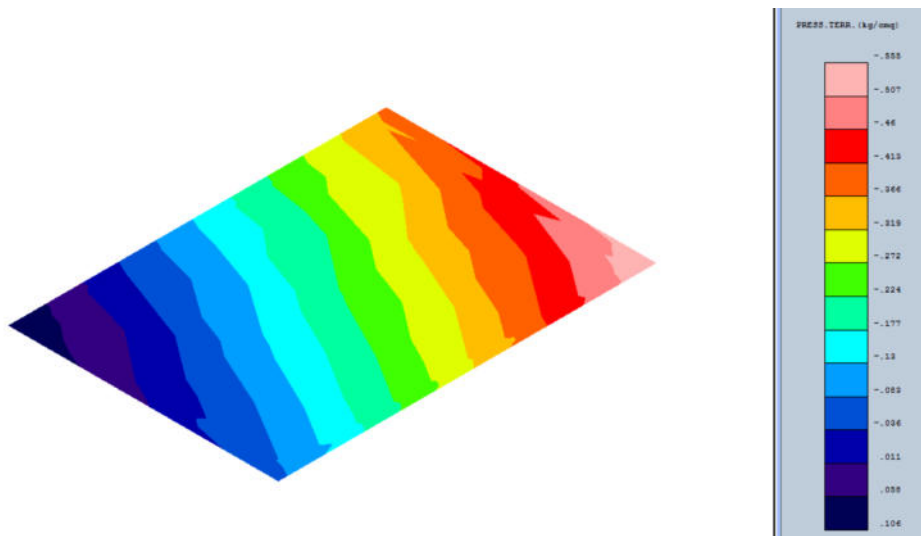
$$q_{max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 2.62 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = 1.14 \text{ kg/cm}^2$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involucrando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

2) Struttura in c.a. a servizio di un box idratazione metallica dei fanghi

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.47 \quad s_\gamma = 0.60 \quad s_c = 1.51$$

$$q_{lim} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma}$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

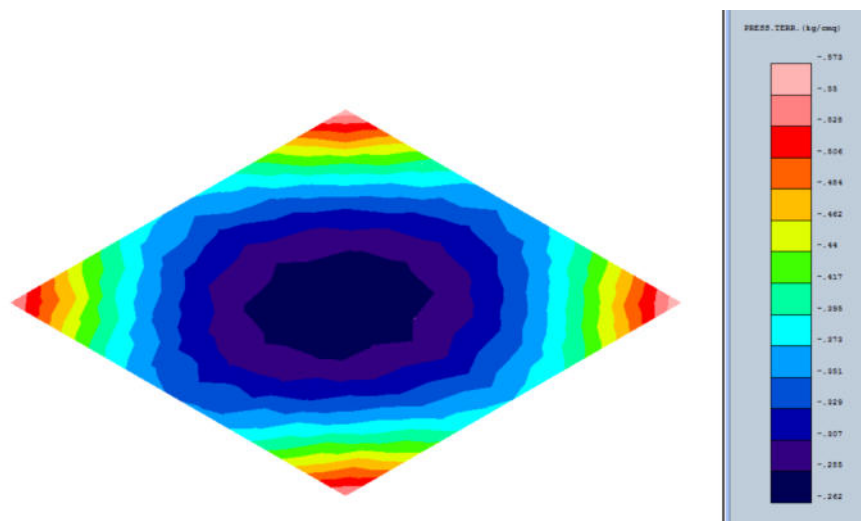
$$q_{max} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma} = 5.76 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = \mathbf{2.50 \text{ kg/cm}^2}$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involucrando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

3) Struttura in c.a. per il pretrattamento

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea (considerando trascurabile la coesione non drenata). Ai fini del calcolo è stata considerata:

- una platea in c.a. con un piano di posa a circa -1.25 m dal p.c. per la porzione di vasca a quota maggiore; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di

posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato;

- una platea in c.a. con un piano di posa a circa -2.75 m dal p.c. per la porzione di vasca a quota inferiore.

Nel primo caso, le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.22 \quad s_\gamma = 0.81 \quad s_c = 1.25$$

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

$$q_{max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 4.41 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = \mathbf{1.92 \text{ kg/cm}^2}$$

Nel secondo caso, le caratteristiche di tale terreno sono state considerate pari a $\Phi=20^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.7 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.16 \quad s_\gamma = 0.83 \quad s_c = 1.19$$

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

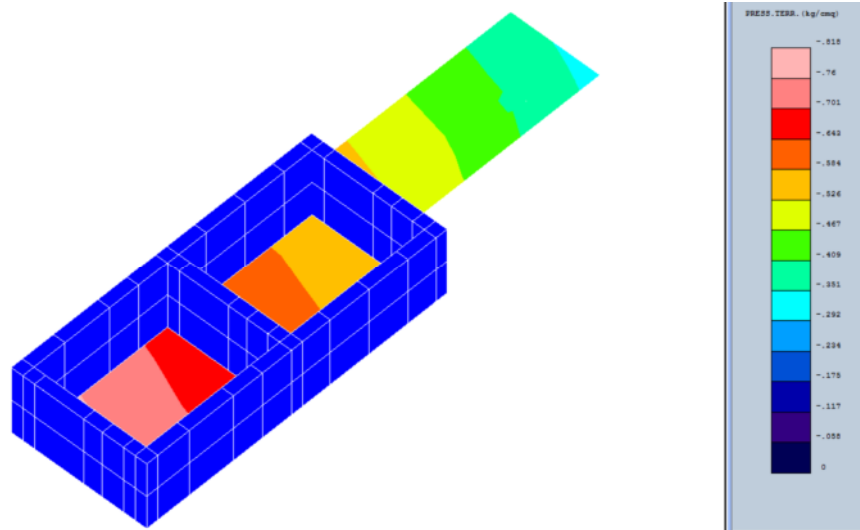
$$q_{max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 4.56 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = \mathbf{1.98 \text{ kg/cm}^2}$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto inviluppando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

4) Struttura in c.a. per il monoblocco disinfezione

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea (considerando trascurabile la coesione non drenata). Ai fini del calcolo è stata considerata:

- una platea in c.a. con un piano di posa a circa -1.65 m dal p.c. per la porzione di vasca a quota maggiore; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato;
- una platea in c.a. con un piano di posa a circa -2.45 m dal p.c. per la porzione di vasca a quota inferiore.

Nel primo caso, le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.25 \quad s_\gamma = 0.78 \quad s_c = 1.28$$

$$q_{lim} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

$$q_{\max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 7.59 \text{ kg/cmq}$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{\text{lim}} = q_{\max} / 2.3 = \mathbf{3.30 \text{ kg/cmq}}$$

Nel secondo caso, le caratteristiche di tale terreno sono state considerate pari a $\Phi=20^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.7 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.23 \quad s_\gamma = 0.74 \quad s_c = 1.28$$

$$q_{\text{lim}} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

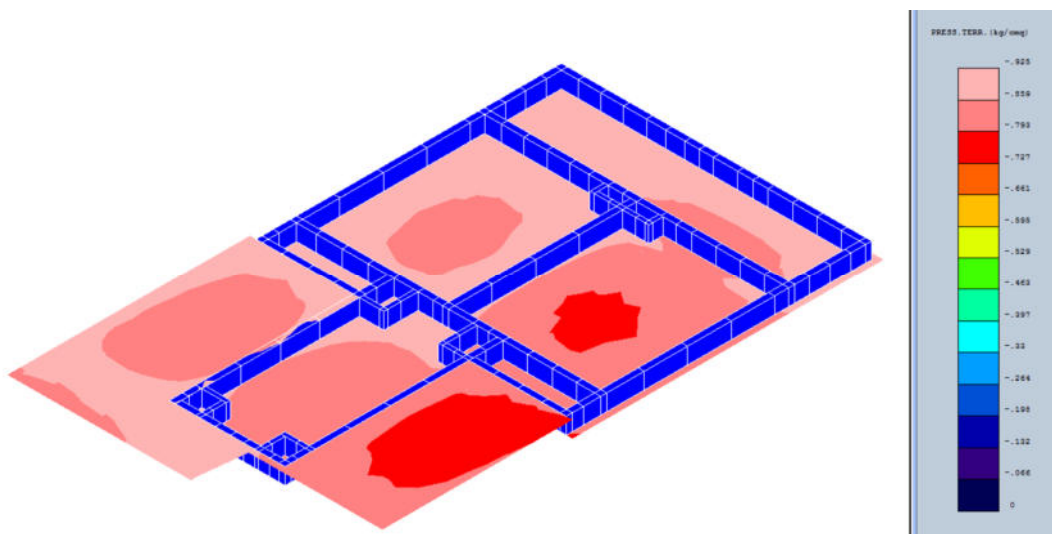
$$q_{\max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 8.70 \text{ kg/cmq}$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{\text{lim}} = q_{\max} / 2.3 = \mathbf{3.78 \text{ kg/cmq}}$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involupando le combinazioni ora descritte:



La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

5) Struttura in c.a. per microfiltri

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.39 \quad s_\gamma = 0.67 \quad s_c = 1.43$$

$$q_{lim} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

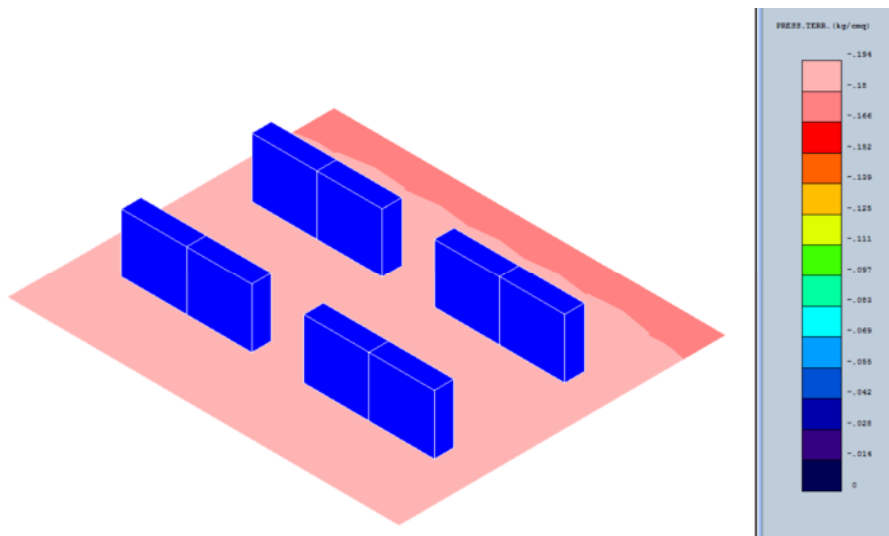
$$q_{max} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma = 4.83 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = \mathbf{2.10 \text{ kg/cm}^2}$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involupando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

6) Struttura in c.a. a servizio di un box lavaocchi

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.18 \quad s_\gamma = 0.85 \quad s_c = 1.19$$

$$q_{lim} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma}$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

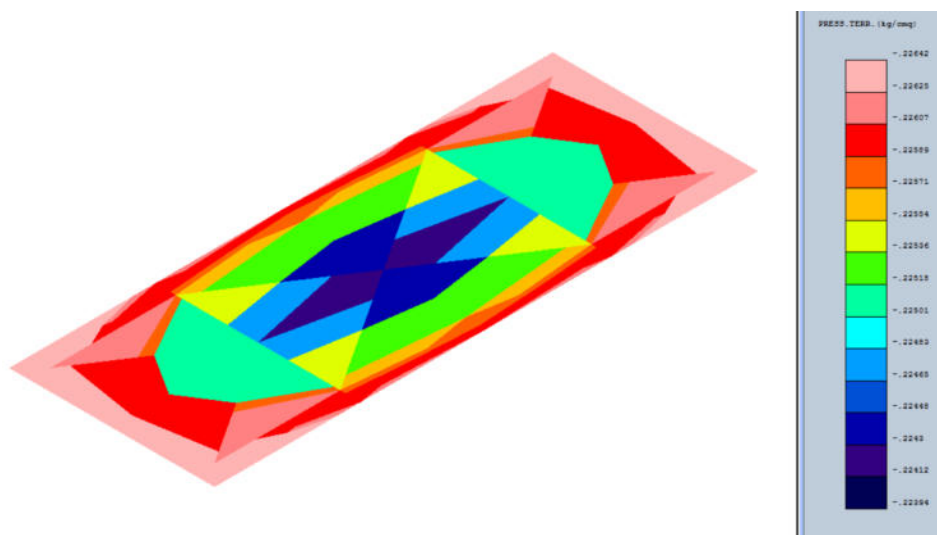
$$q_{max} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_{\gamma} * s_{\gamma} = 2.99 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = 1.30 \text{ kg/cm}^2$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involupando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

7) Struttura in c.a. a servizio di un box compressori

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare

lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.15 \quad s_\gamma = 0.85 \quad s_c = 1.17$$

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

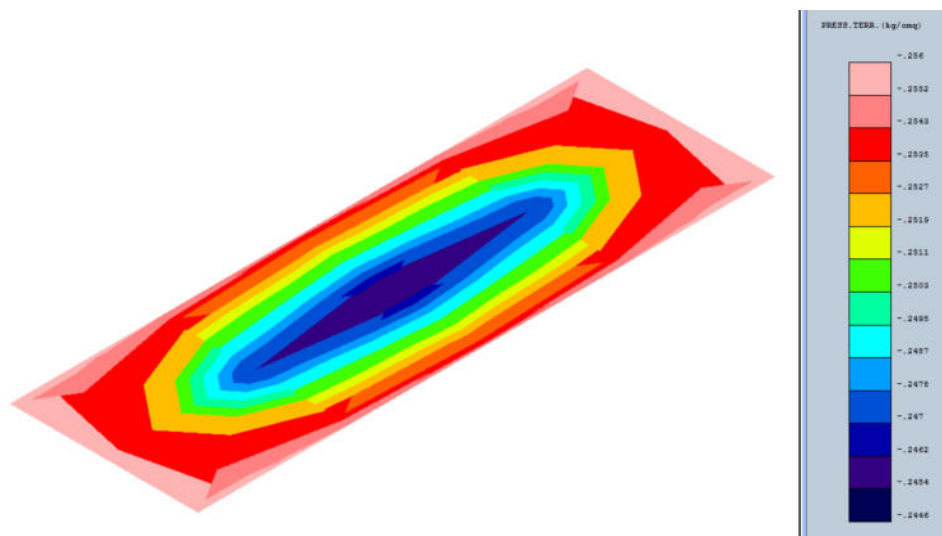
$$q_{max} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma = 3.51 \text{ kg/cm}^2$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = 1.53 \text{ kg/cm}^2$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto inviluppando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

8) Struttura in c.a. a servizio di un box locale quadro generale

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.35 \quad s_\gamma = 0.73 \quad s_c = 1.32$$

$$q_{lim} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente illustrato, e di conseguenza il carico limite del terreno è pari a:

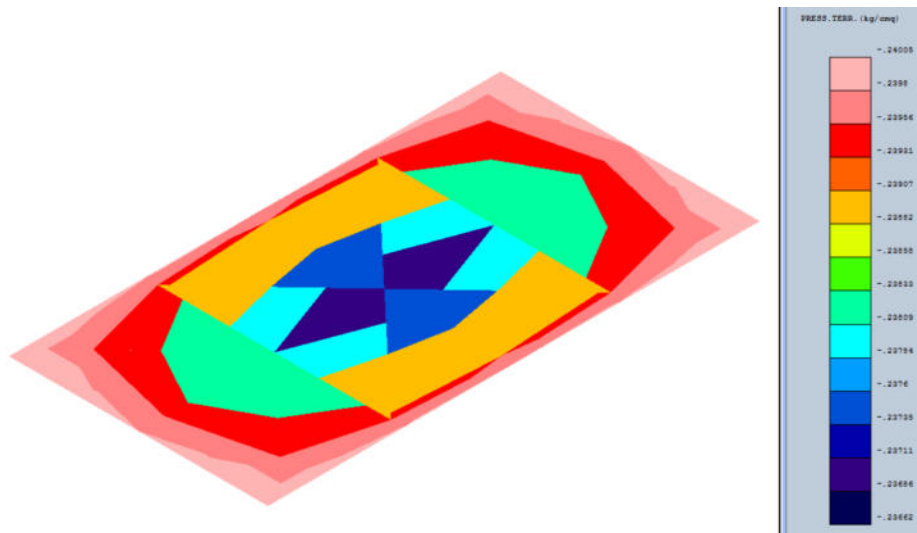
$$q_{max} = \gamma * D * N_q * s_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma = 3.35 \text{ kg/cmq}$$

La massima tensione applicabile sul terreno risulta quindi essere (coefficienti R3):

$$q_{lim} = q_{max} / 2.3 = 1.45 \text{ kg/cmq}$$

Come precedentemente riportato, le azioni vanno combinate secondo i coefficienti γ del gruppo A1, ad esclusione delle combinazioni sismiche per lo SLV, i cui coefficienti parziali γ sono pari all'unità.

Nella figura è riportato graficamente l'andamento delle tensioni sul terreno ottenuto involupando le combinazioni ora descritte:



Distribuzione tensioni sul terreno

La massima tensione agente sul terreno è inferiore alla resistenza di progetto; la verifica a carico limite si ritiene quindi soddisfatta.

Il terreno di fondazione non subirà rimaneggiamenti e deterioramenti durante i lavori.

9) Struttura in c.a. a sostegno dell'ispessitore

La verifica della portanza del terreno è stata quindi condotta in condizioni drenate e in termini di tensioni efficaci per una fondazione del tipo platea.

Ai fini del calcolo è stata considerata una platea in c.a. con un piano di posa a circa -0.6 m dal p.c.; come sopra riportato, per tale opera essendo il piano di posa tale da non superare lo strato vegetale, e raggiungere quindi il limo sabbioso, è stato realizzato uno strato di spessore idoneo di sottofondo misto di fiume costipato.

Nello specifico, sarà utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ presenterà un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Le caratteristiche di tale terreno sono state considerate, a favore di sicurezza, pari a $\Phi=25^\circ$ e peso specifico $\gamma=1.8 \text{ t/m}^3$.

In base al metodo di Brinch-Hansen:

$$N_q = 10.66 \quad N_c = 20.72 \quad N_\gamma = 10.88$$

$$s_q = 1.47 \quad s_\gamma = 0.73 \quad s_c = 1.51$$

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q \cdot s_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

I coefficienti γ_m del gruppo M1 (*Approccio 2*) sono pari ad 1, come precedentemente

