

ARCA CAPITANATA

AGENZIA REGIONALE per la CASA e l'ABITARE

FONDO DI SVILUPPO E COESIONE 2007-2013

Regione Puglia - "Settore Aree Urbane - Città"

Finanziamento: € 2.000.000,00

Finanziamento integrativo: € 600.000,00 (Economie rivenienti dalle Leggi 457/78, 67/88 e 179/92)

Realizzazione di n° 18 alloggi di edilizia residenziale pubblica
nel Comune di San Giovanni Rotondo in Via Antonio Massa

Finanziamento complessivo: € 2.600.000,00

TIMBRO	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	ing. Vincenzo De Devitiis (Dirigente del Settore Tecnico)
	I PROGETTISTI DELL'ARCHITETTONICO:	arch. Anna Maria Tomasulo u.o. Progettazione / Appalti geom. Pietro Lorusso u.o. Progettazione / Appalti
	IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI:	arch. Antonio Palma Via P. Cascavilla n. 2 - 71013 San Giovanni Rotondo

TAVOLA	TITOLO Progetto: Relazione Generale di Calcolo	SCALA
		DATA
AGGIORNAMENTI	L'IMPRESA	IL DIRETTORE DEI LAVORI
RIF.		

INDICE

- 1. DESCRIZIONE DEL MANUFATTO**
- 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- 3. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE OPERE IN PROGETTO**
- 4. AZIONI SULLE STRUTTURE**
- 5. CALCOLO DEL GIUNTO TECNICO TRA DUE STRUTTURE ADIACENTI**
- 6. SCHEMI E MODELLAZIONI**

1. DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

La presente relazione è svolta a corredo del progetto di realizzazione delle strutture di un complesso di n°3 edifici adibiti a civile abitazione, sito nel comune di L'Aquila (AQ) in località Poggio di Roio individuato in Catasto al fg.15 p.lla 1544. Gli edifici sono distanziati e giuntati tra di loro da un giunto tecnico idoneamente dimensionato e sono dei condomini.

Estratto Ortofotocarta – individuazione degli edifici (●)



Strutturalmente è composto da n°3 piani (terra, primo e secondo), le dimensioni massime in pianta sono di metri 18,90x12,10 e altezza massima lorda di metri 12,70 ed hanno una superficie coperta di piano pari a circa 240,60 mq.

La struttura portante sarà realizzata in c.a.o con telai longitudinali e trasversali, con un nucleo centrale per il vano ascensore e solai in grado di assolvere alla funzione di diaframmi rigidi.

Le fondazioni saranno del tipo dirette realizzate su platea gettata in opera.

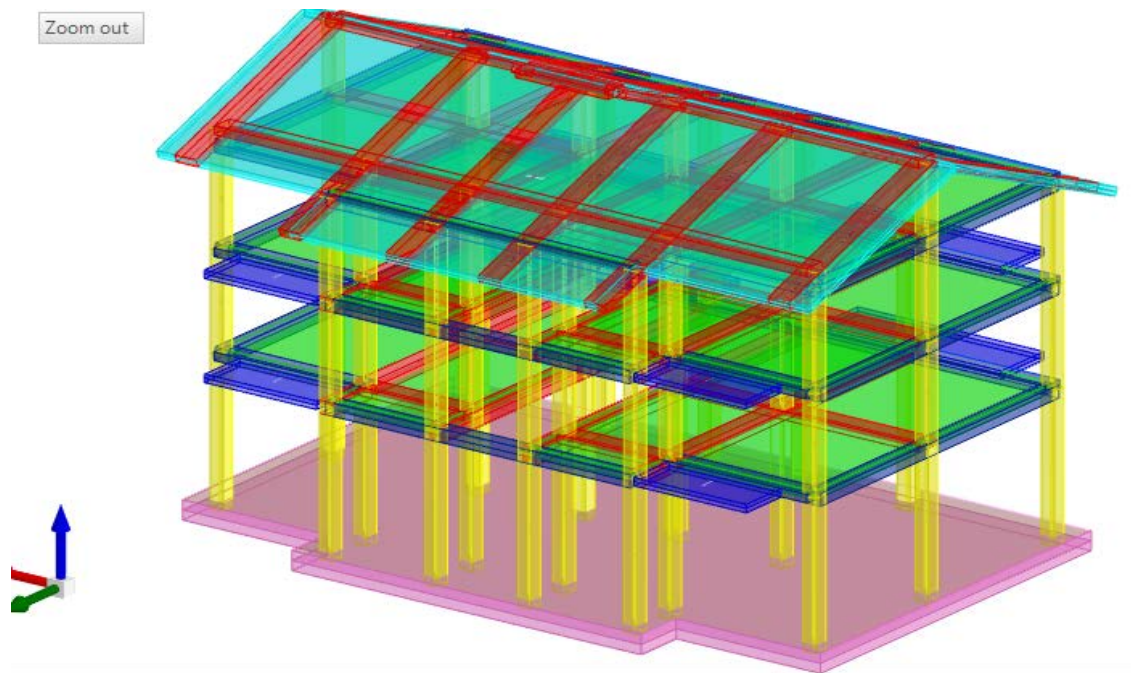
Le caratteristiche costruttive sono:

- fondazioni: in c.a. del tipo dirette a platea dello spessore di 60cm;
- strutture verticali: pilastri in c.a., pareti in c.a.;
- strutture orizzontali: sono realizzate con solai misti in latero-cemento e travi portanti;
- chiusure verticali: tamponatura in muratura del tipo massiva in laterizio;
- tramezzature: sono costituite da elementi di laterizio;

- copertura: tetto inclinato a due falde realizzato con solai misti in latero-cemento, isolante termico, strato impermeabile e infine il manto di copertura con tegole in laterizio;

Per la realizzazione delle strutture suddette si prescrive l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio classe C25/30 per le opere in c.c.a;
- Acciaio per c.a. B450C controllato in stabilimento per le armature delle strutture gettate in opera in c.c.a.



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- **D.M. LL. PP. 11-03-88**

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

- **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88**

Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- **Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08**

Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

3. CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere strutturali in c.a. consistono essenzialmente nella realizzazione dello scheletro portante del fabbricato. I materiali utilizzati sono descritti nella relazione sui materiali costituente parte integrante del progetto ed alla quale si rimanda.

Le fondazioni dell'edificio saranno realizzate mediante la messa in opera di una platea di fondazione adeguatamente dimensionata.

Le strutture in elevazione sono costituite da pareti per quanto riguarda il vano ascensore e da pilastri e travi dimensionati in maniera da garantire, anche nelle condizioni più sfavorevoli, il rispetto delle verifiche agli stati limite di progetto.

I solai sono realizzati mediante travetti ed interposte pignatte di alleggerimento di altezza pari $h = \text{cm } 20+5$, in conformità a quanto prescritto dalla vigente normativa.

Le compagnature saranno realizzate con laterizi alleggeriti "tipo Alveolater" a fori verticali con percentuale di foratura superiore al 55% ed inferiore al 70%, ed in grado di garantire un elevato isolamento termico ed acustico.

Attesa la configurazione dell'opera, ai sensi e per gli effetti delle norme di riferimento per la valutazione dell'azione sismica sono le NTC 2008 con l'ausilio delle Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico.

La valutazione delle accelerazioni sismiche è stata condotta utilizzando il seguente input con struttura in oggetto analizzata secondo la norma D.M. 14-01-08 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione **2**. In particolare si è prevista, una vita nominale dell'opera di **V_n=50** anni per una classe d'uso **II**, e quindi una vita di riferimento di 50 anni (§2.4.3).

L'opera è edificata in località:

- **San Giovanni Rotondo (FG);**
- **Latitudine (deg) 41,706°;**
- **Longitudine (deg) 15,7196°**
- **punto che risulta corrispondere come zonazione sismica ad una Zona 2.**

Dall'applicazione della procedura si ottengono i seguenti parametri sismici:

Tipo di costruzione	2
Vn	Default (50)
Classe d'uso	II
Località: Foggia, San Giovanni Rotondo Latitudine ED50 41,706° (41° 42' 22") Longitudine ED50 15,7196° (15° 43' 11") Altitudine s.l.m. 552,22 m	Dettagli...
Zona sismica	Zona 2
Vr	50.0

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(sec)
SLO	Default (81)	30	0.0566	2.48	0.28
SLD	Default (63)	50	0.0746	2.5	0.29
SLV	Default (10)	475	0.2058	2.453	0.33
SLC	Default (5)	975	0.2718	2.432	0.34

La struttura non viene classificata come "esistente" (vedi § 8) essendo presenti solo elementi strutturali con Livello di conoscenza = Nuovo.

Scelta della classe di duttilità:

Classe di duttilità	CD"B"
Regolarità in pianta	<input type="checkbox"/>
Regolarità in elevazione	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio C.A.	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio $q_0=3.0 \cdot \alpha_U / \alpha_1$
α_U / α_1 C.A.	Strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_U / \alpha_1 = (1.0 + 1.3) / 2$

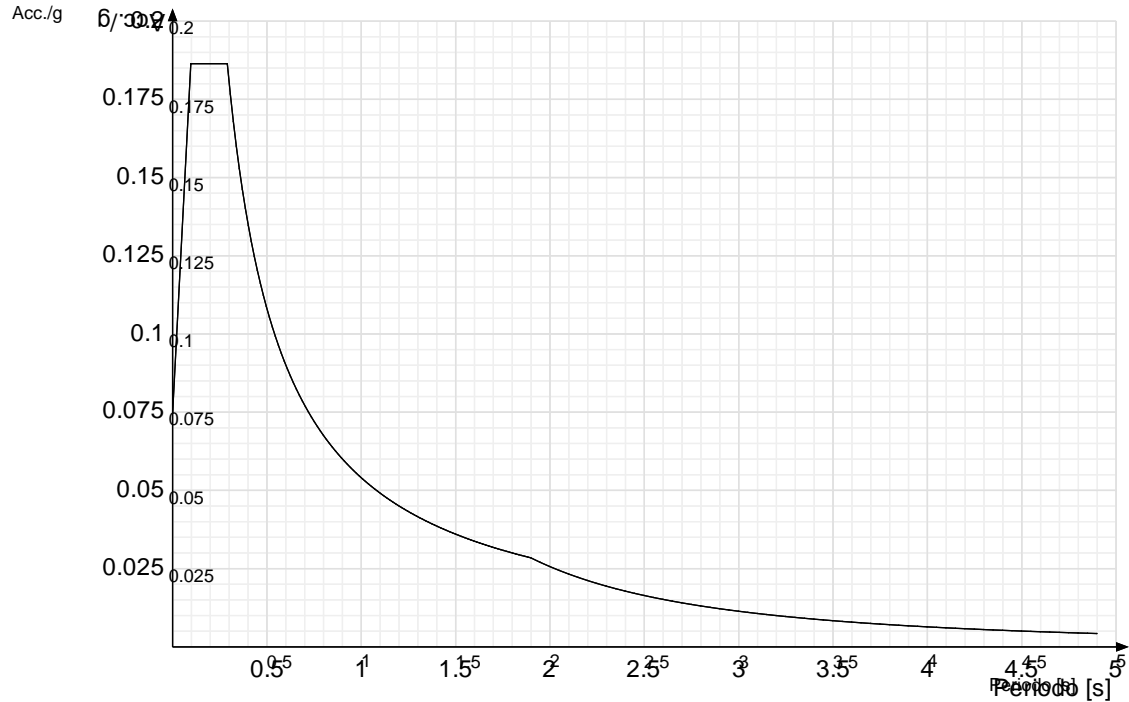
Tipo di analisi e fattore di struttura

Tipo di analisi	Lineare dinamica
Rotazione del sisma	deg 0
Quota dello '0' sismico	cm -100
Smorzamento viscoso (%)	5
Limite spostamenti interpiano	Default (0.005)
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	Default (1.000)
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	Default (1.000)
Fattore di struttura per sisma X	Default (2.76)
Fattore di struttura per sisma Y	Default (2.76)
Fattore di struttura per sisma Z	Default (1.50)

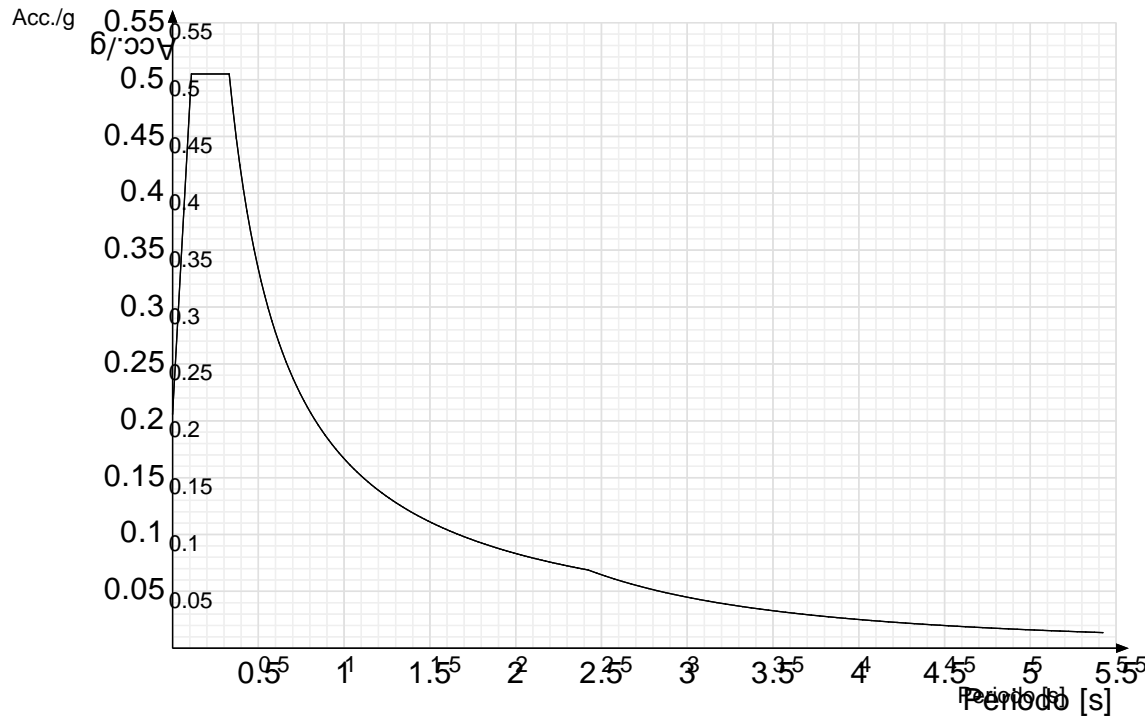
Tipo di suolo e amplificazioni sismiche Ss e St

Categoria del suolo		A - roccia o terreni molto rigidi	
SLO		SLD	
Ss orizzontale SLO	Default (1.00)	Ss orizzontale SLD	Default (1.00)
Tb orizzontale SLO	s Default (0.093)	Tb orizzontale SLD	s Default (0.097)
Tc orizzontale SLO	s Default (0.280)	Tc orizzontale SLD	s Default (0.290)
Td orizzontale SLO	s Default (1.826)	Td orizzontale SLD	s Default (1.898)
SLV		SLC	
Ss orizzontale SLV	Default (1.00)	Ss orizzontale SLC	Default (1.00)
Tb orizzontale SLV	s Default (0.110)	Tb orizzontale SLC	s Default (0.113)
Tc orizzontale SLV	s Default (0.330)	Tc orizzontale SLC	s Default (0.340)
Td orizzontale SLV	s Default (2.423)	Td orizzontale SLC	s Default (2.687)
Verticale			
Ss verticale	Default (1.00)		
Tb verticale	s Default (0.050)		
Tc verticale	s Default (0.150)		
Td verticale	s Default (1.000)		
Categoria topografica		T1	
St		Default (1.00)	
<div>Statica non lineare (pushover) Verifiche geotecniche</div>			
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali		Default (2.30)	
Coefficiente di sicurezza scomimento fondazioni superficiali		Default (1.10)	

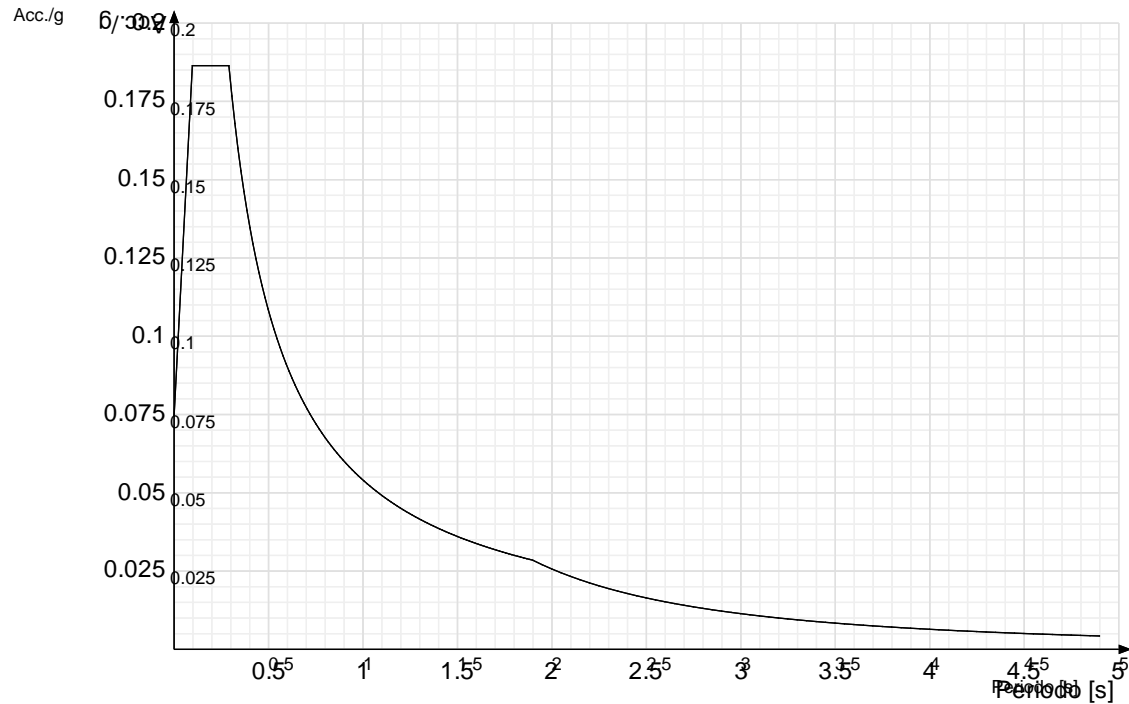
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



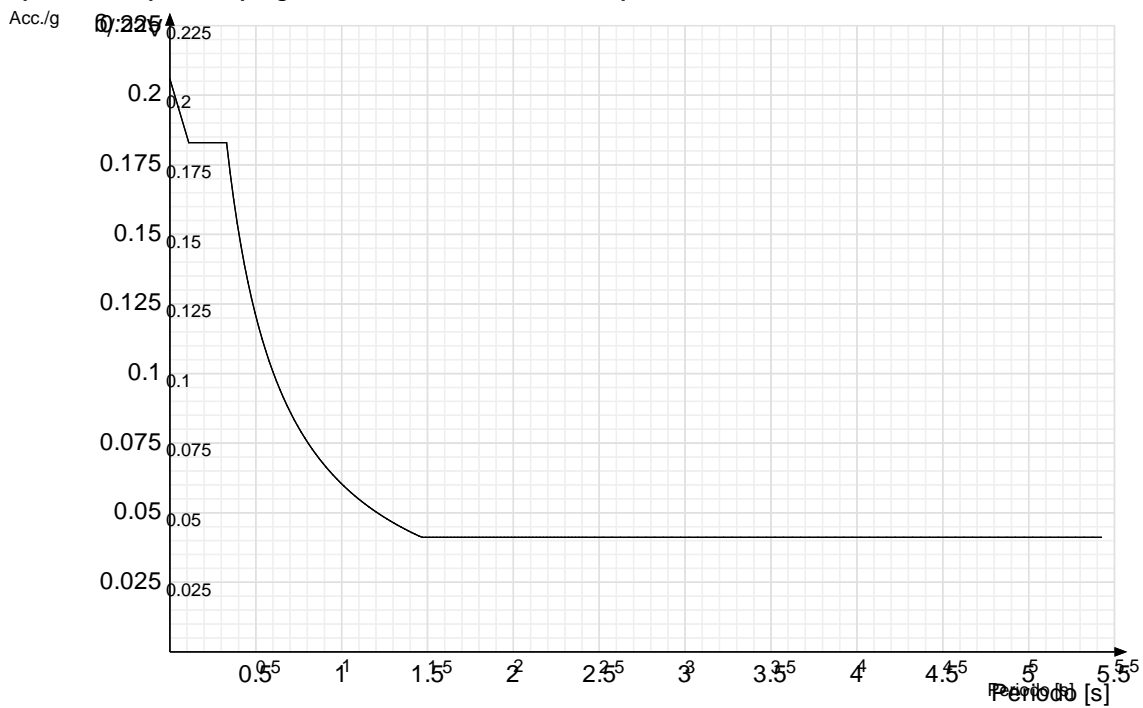
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)



Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.4



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X E Y SLV § 3.2.3.5



Il calcolo è stato condotto tenendo conto delle diverse combinazioni di carico relative alle varie disposizioni del sovraccarico neve sulla copertura, così come disposto dal D.M. 14/01/2008. Tali verifiche sono state condotte con il metodo agli stati limite.

4. AZIONI SULLE STRUTTURE

4.1 Calcolo carico neve

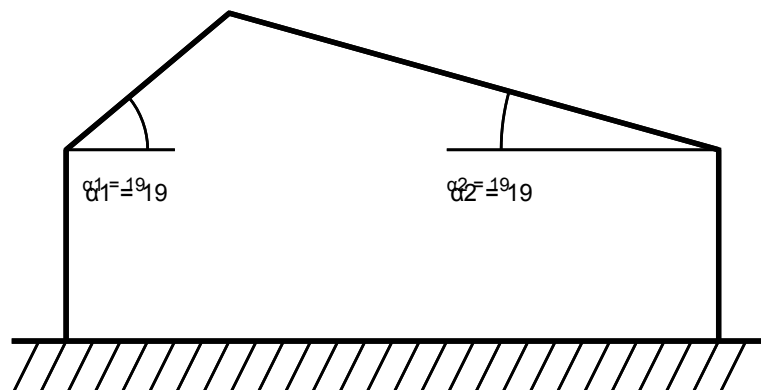
Tale calcolo viene effettuato secondo le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Zona	Zona II	
Classe topografica	Battuta dai venti	
Ce	0.9	
Ct	1	
qsk	0.0197	[daN/cm ²]

Copertura a due falde § 3.4.5.3 DM14-01-2008

α_1	19	[deg]
α_2	19	[deg]
$\mu_{1,I}$	0.8	
$\mu_{2,I}$	0.8	
$\mu_{1,II}$	0.4	
$\mu_{2,II}$	0.8	
$\mu_{1,III}$	0.8	
$\mu_{2,III}$	0.4	
$q_{1,I}$	0.0142	[daN/cm ²]
$q_{2,I}$	0.0142	[daN/cm ²]
$q_{1,II}$	0.0071	[daN/cm ²]
$q_{2,II}$	0.0142	[daN/cm ²]
$q_{1,III}$	0.0142	[daN/cm ²]
$q_{2,III}$	0.0071	[daN/cm ²]

$\mu_{1,I} = 0.8$		$\mu_{2,I} = 0.8$
$q_{1,I} = 0.0142$		$q_{2,I} = 0.0142$
$\mu_{1,II} = 0.4$		$\mu_{2,II} = 0.8$
$q_{1,II} = 0.0071$		$q_{2,II} = 0.0142$
$\mu_{1,III} = 0.8$		$\mu_{2,III} = 0.4$
$q_{1,III} = 0.0142$		$q_{2,III} = 0.0071$



4.2 Calcolo del vento

Tale calcolo viene effettuato secondo le "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

L'azione è riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni.

Zona	Zona 3	
Rugosità	B	
Categoria esposizione	III	
Vb	2804	[cm/s]
Ct	1	
qb	0.00492	[daN/cm ²]

La pressione massima esercitata sulle falde di copertura, per quanto riguarda la decompressione, è pari a 50daN/m², quindi risulta inferiore al peso proprio del manto di copertura, pertanto la verifica a scoperchiamento dello stesso è soddisfatta.

Nel calcolo, data la configurazione geometrica dell'opera, per via della non contemporaneità fra le azioni derivanti dal sisma e quelle dovute al vento, essendo le sollecitazioni indotte da queste ultime di diversi ordini di grandezza inferiori rispetto alle altre forze applicate alla struttura, si ritiene trascurabile il carico sulle tompagnature dovuto al vento.

4.3 ANALISI DEI CARICHI

Nelle seguenti tabelle vengono valutati i pesi propri dei diversi elementi strutturali presenti nell'edificio allo stato di progetto; in ogni tabella viene riportato il peso dei diversi componenti a metro quadro.

▪ **Solaio interpiano in laterocemento $h_{tot}=20+5\text{cm}$ (abitazione)**

Peso proprio solaio e cappa in cls armata		325	daN/m ²
Intonaco intradosso		30	daN/m ²
Massetto e pavimento		170	daN/m ²
Incidenza tramezzi		100	daN/m ²
TOTALE		625	daN/m²
Sovraccarico accidentale (folla)		200	daN/m²

▪ **Solaio copertura in laterocemento $h_{tot}=20+5\text{cm}$**

Peso proprio solaio e cappa in cls armata		325	daN/m ²
Intonaco intradosso		15	daN/m ²
Isolante e guaina bituminosa		55	daN/m ²
Tegole e massetto		230	daN/m ²
TOTALE		625	daN/m²
Sovraccarico accidentale (neve)		142	daN/m²

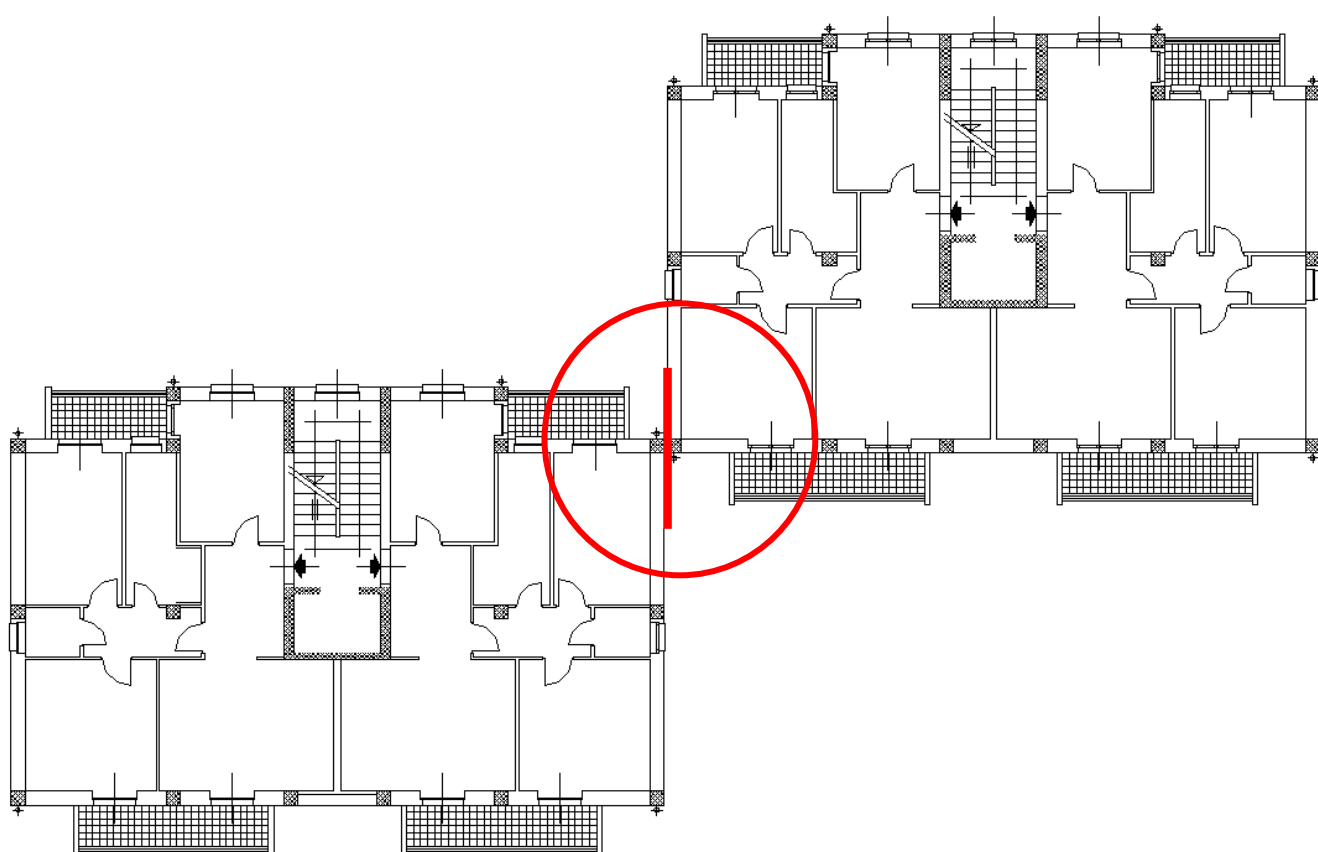
▪ **Soletta in c.a.o. per balconi e scale $h_{tot}=25\text{cm}$**

Peso proprio soletta armata		625	daN/m ²
Intonaco intradosso		30	daN/m ²
Massetto e pavimento		170	daN/m ²
TOTALE		825	daN/m²
Sovraccarico accidentale (balconi/scale)		400	daN/m²

▪ **Tamponatura perimetrale $s_{tot}=40\text{cm}$**

Intonaco esterno e interno		60	daN/m ²
Muratura spessore 40cm		275	daN/m ²
TOTALE		335	daN/m²

5 CALCOLO DEL GIUNTO TECNICO TRA DUE STRUTTURE



Il D.M. 14.01.2008 (*"Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"*) al § 7.2.2 prescrive che "la distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare); in ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad $1/100$ della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $a_g \cdot S/0,5g \leq 1$. Qualora non si eseguano calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base, può essere stimato in $1/100$ dell'altezza della costruzione moltiplicata per $a_g \cdot S/0,5g$ ".

La Circolare 02.02.2009 n° 617 (*"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008"*) al § C7.2.2 recita testualmente: "Relativamente all'ultimo capoverso del § 7.2.2 delle NTC, sottoparagrafo "Distanza tra costruzioni contigue" si precisa che quanto indicato vale esclusivamente per le costruzioni esistenti, sussistendo, comunque, l'obbligo per le nuove costruzioni del calcolo degli spostamenti".

STATO LIMITE DI RIFERIMENTO	SLV	
Accelerazione orizzontale massima al suolo	a_g	0,206 g
Valore massimo del fattore di	F_0	2,453

amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale		
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	T_C^*	0,330 s
Vita nominale	V_N	50
Quota s.l.m. del sito	q	552 m
Classe d'uso	C	II
Coefficiente d'uso	C_U	1,00
Periodo di riferimento dell'azione sismica	V_R	50
Probabilità di superamento	P_{VR}	10%
Tempo di ritorno dell'azione sismica	T_R	475
Categoria di sottosuolo	A	
Coefficienti di amplificazione stratigrafica	S_S	1,00
	C_C	1,00
Categoria topografica	T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1,00
Coefficiente per categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S	1,00
Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	T_B	0,110 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	T_C	0,330 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a	T_D	2,424 s

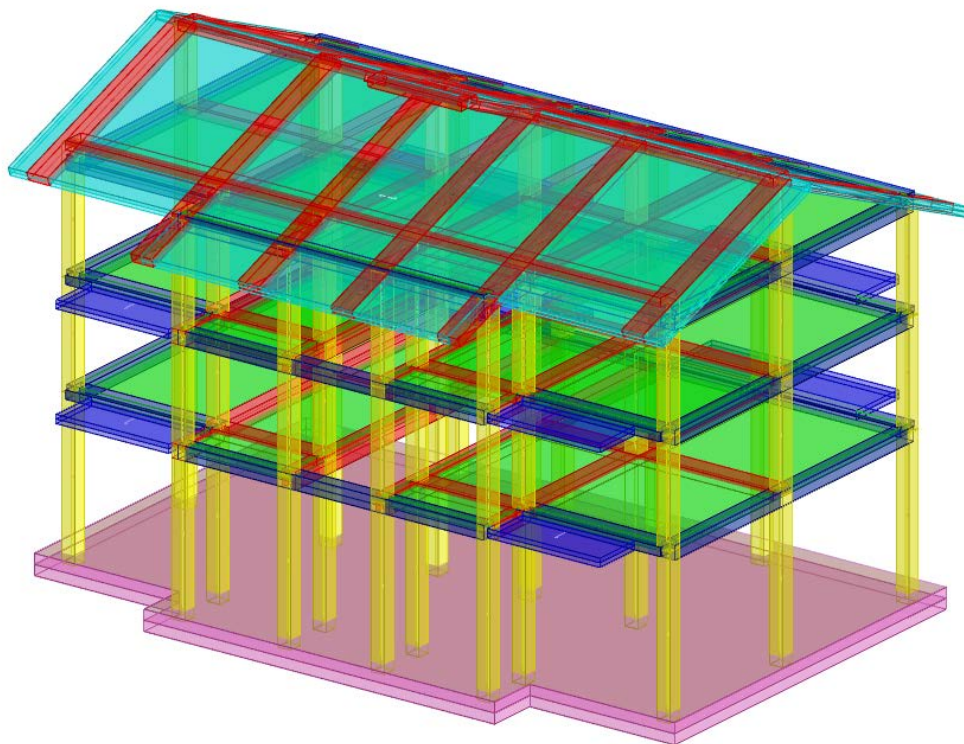
spostamento costante dello spettro		
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	T_D	11,412 s
Quota dei punti che si fronteggiano misurata dal piano delle fondazioni	H	11,91 m
Tipologia del fabbricato	Costruzioni a telaio in c.a.	
Coefficiente per tipologia di fabbricato	C_1	0,075
Periodo modo principale della struttura	T_1	0,481 s
Struttura regolare in pianta?	No	
Struttura regolare in altezza?	No	
Fattore di struttura massimo (Calcolato come indicato al § 7.4.3.2 - Tabella 7.4.I)	q_0	2,76
Fattore riduttivo	K_R	0,80
Fattore di struttura di calcolo	q	2,21
Fattore moltiplicativo spostamenti	μ_d	2,21
Spostamento massimo del nuovo fabbricato ottenuto dall'analisi lineare	d_{Ee}	2,25 cm
Spostamento massimo del nuovo fabbricato sotto azione sismica valutato allo SLV	d_E	4,97 cm
Spostamento massimo del fabbricato esistente valutato allo SLV	$d_{esistente}$	4,91 cm
Dimensione minima del giunto	$d_{giunto,min}$	4,91 cm

Dimensione da calcolo del giunto ($d_{\text{giunto}} = d_E + d_{\text{esistente}}$)	d_{giunto}	9,87 cm
---------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	---------

Dimensione consigliata per il giunto ($d_{\text{giunto}} > d_E + d_{\text{esistente}}$)	d_{giunto}	10,00 cm
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	-----------------

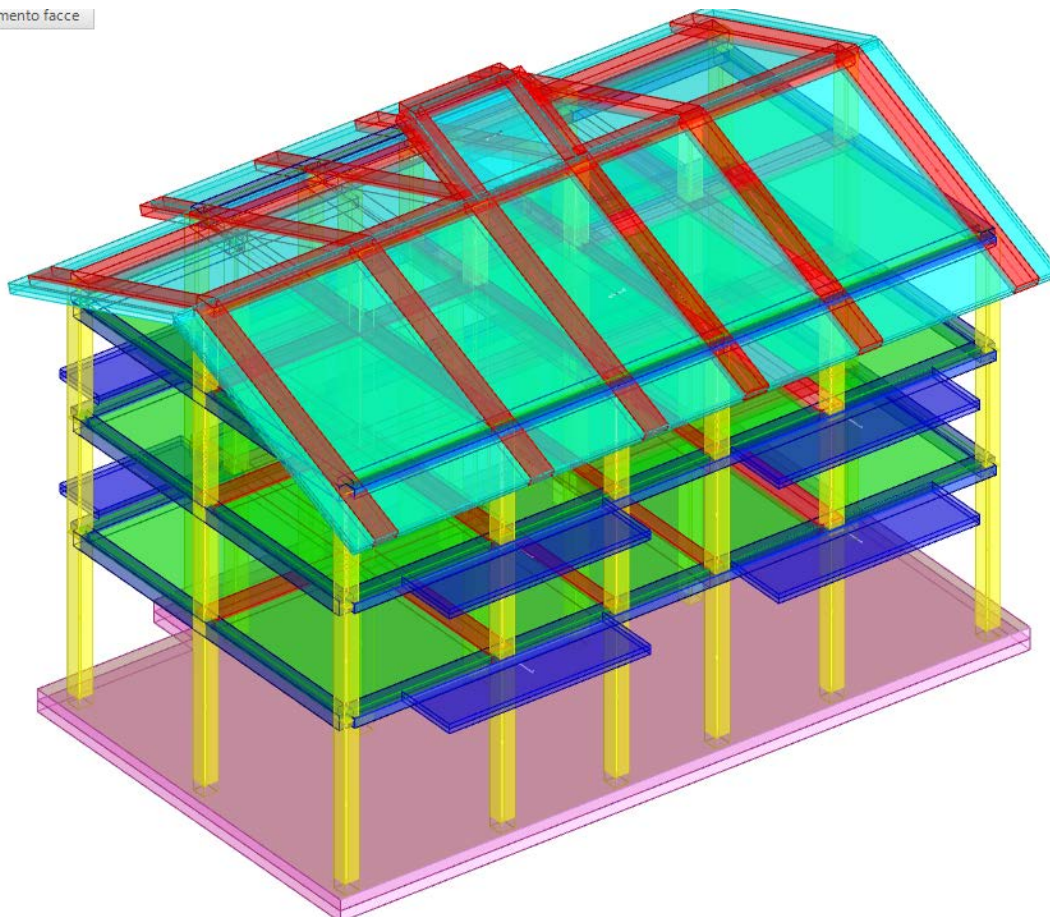
6 SCHEMI E MODELLAZIONE

Modello assonometrico frontale

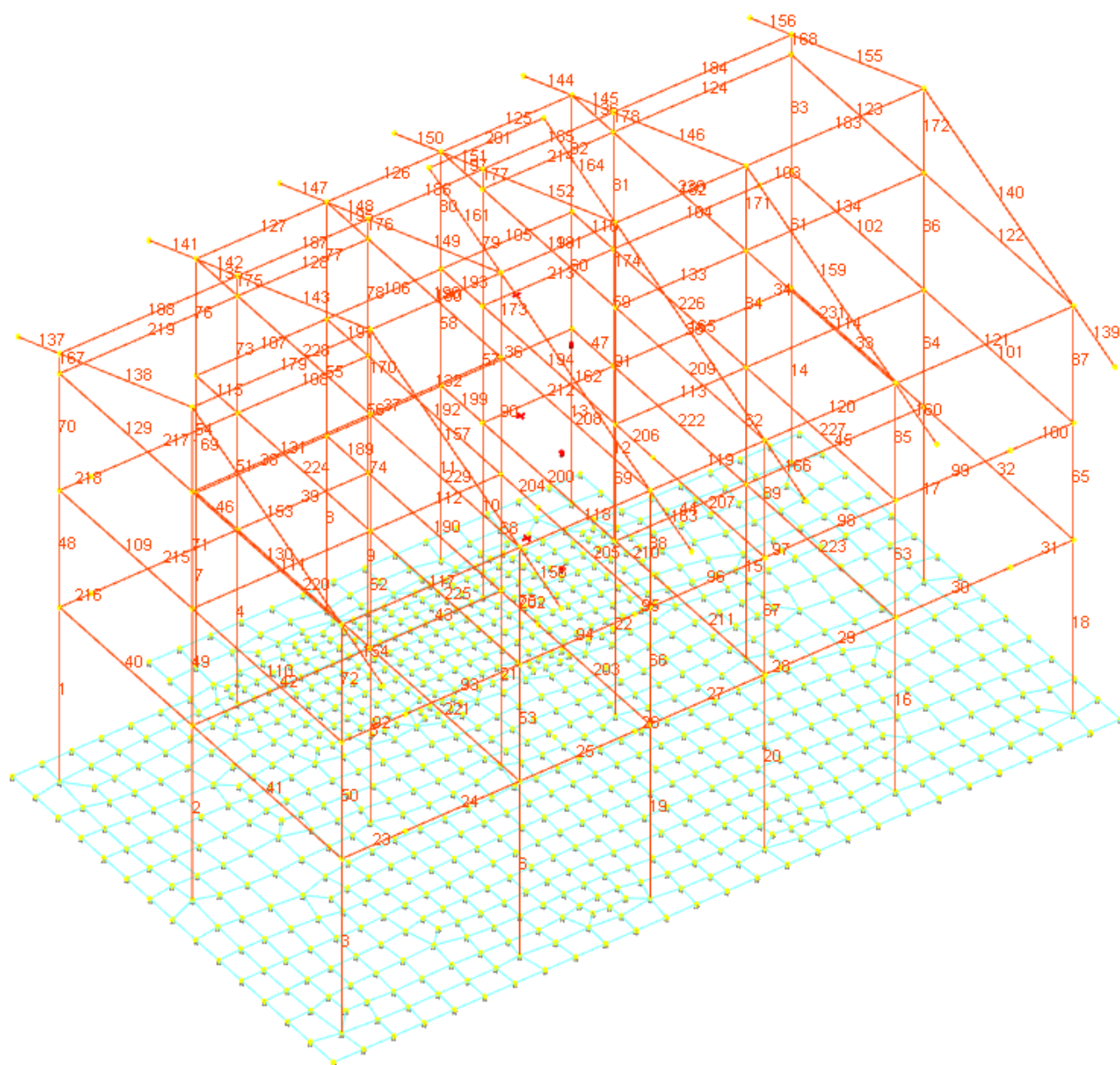


Modello assonometrico posteriore

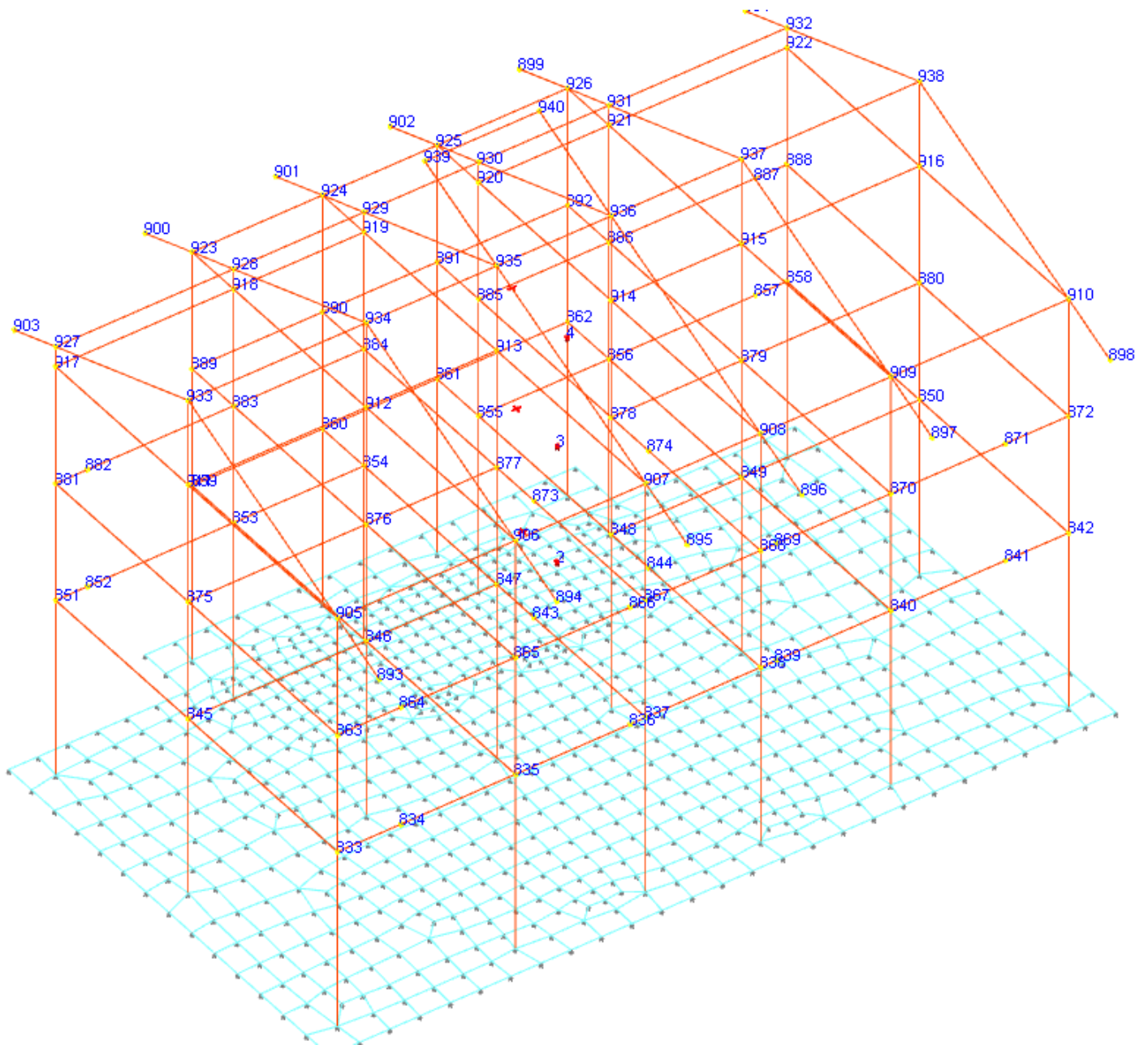
Riempimento facce



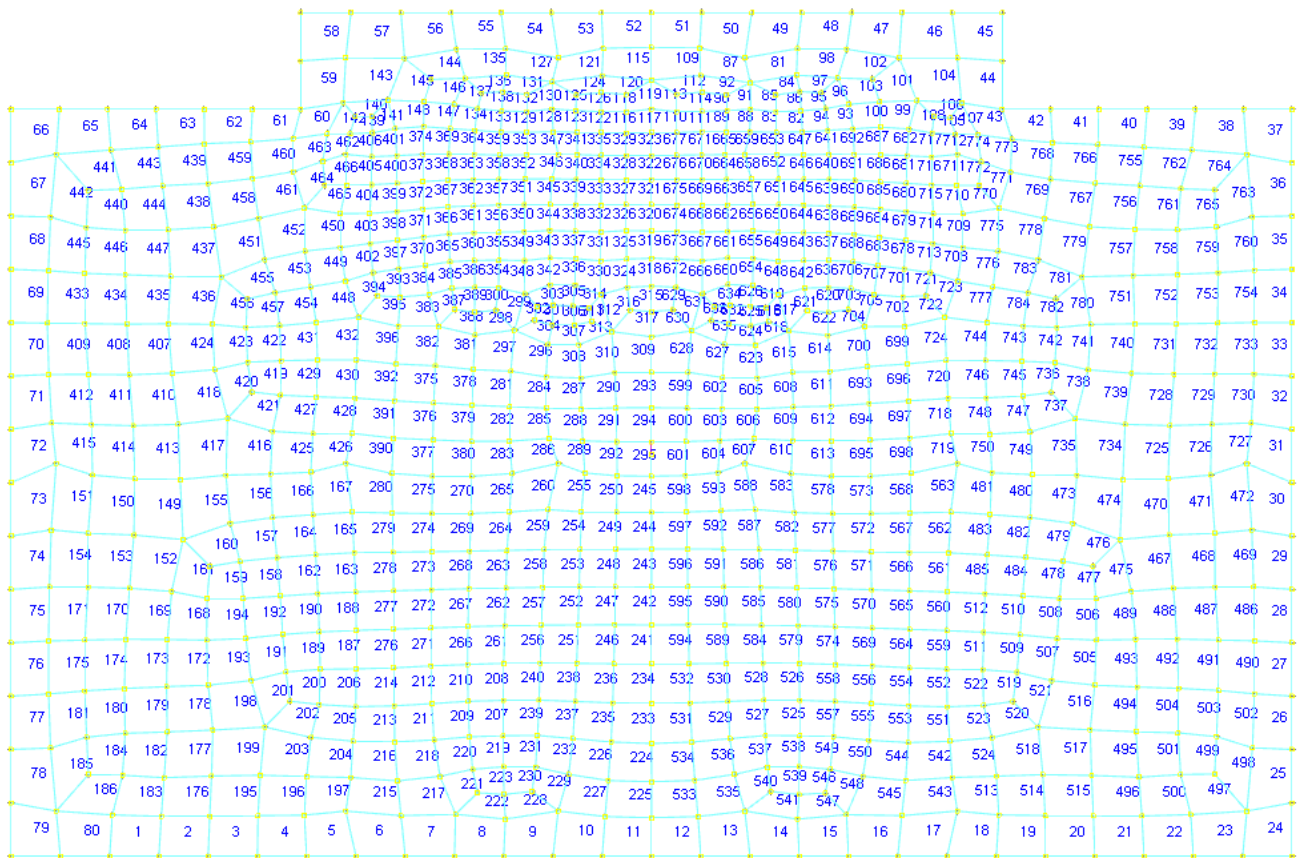
Modello con numerazione aste



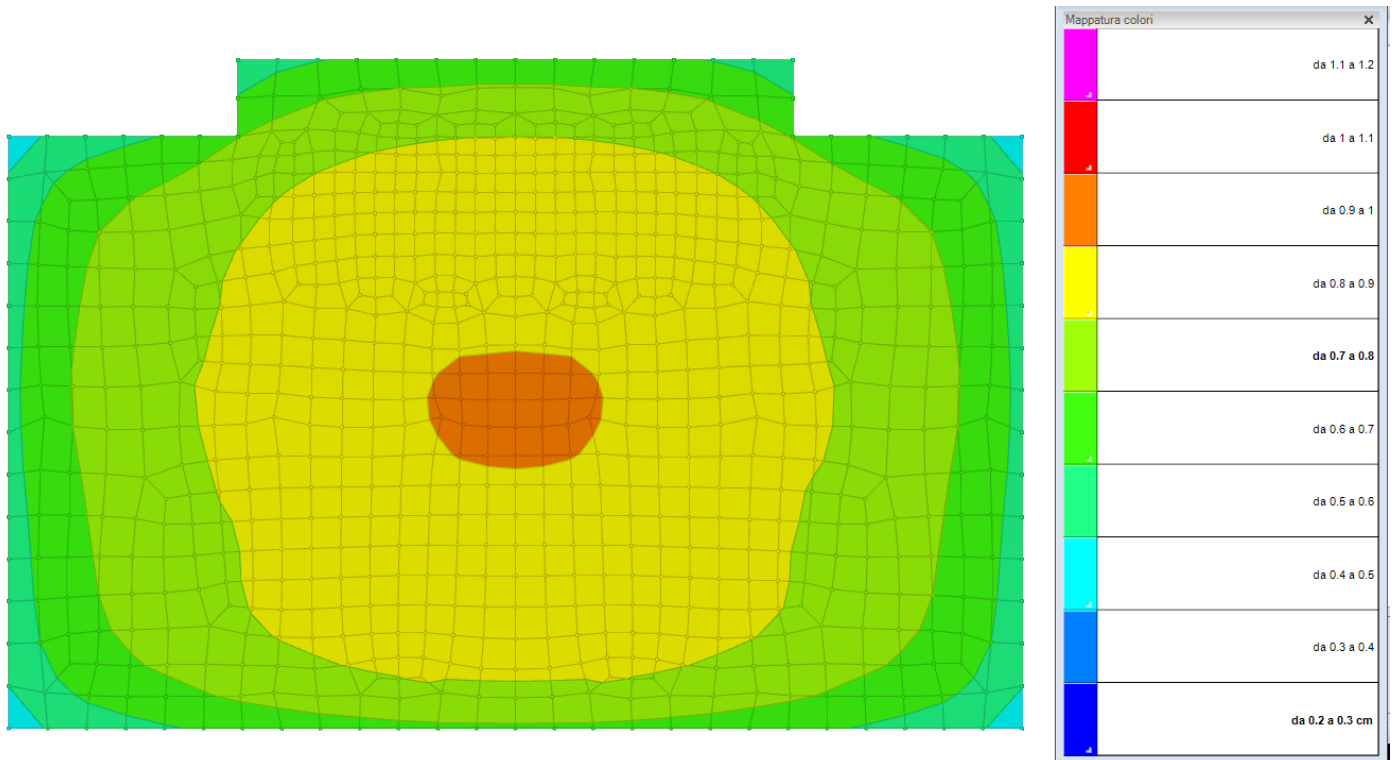
Modello con numerazione nodi



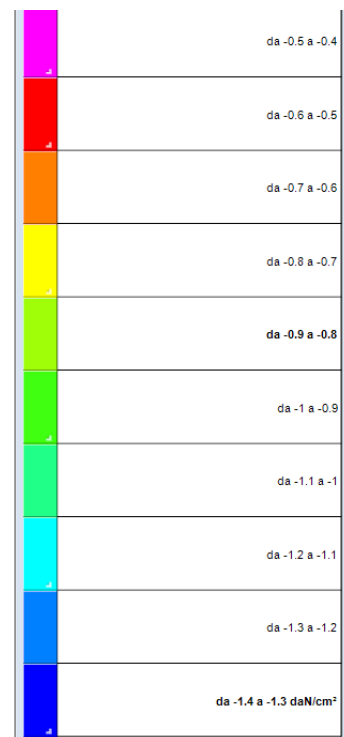
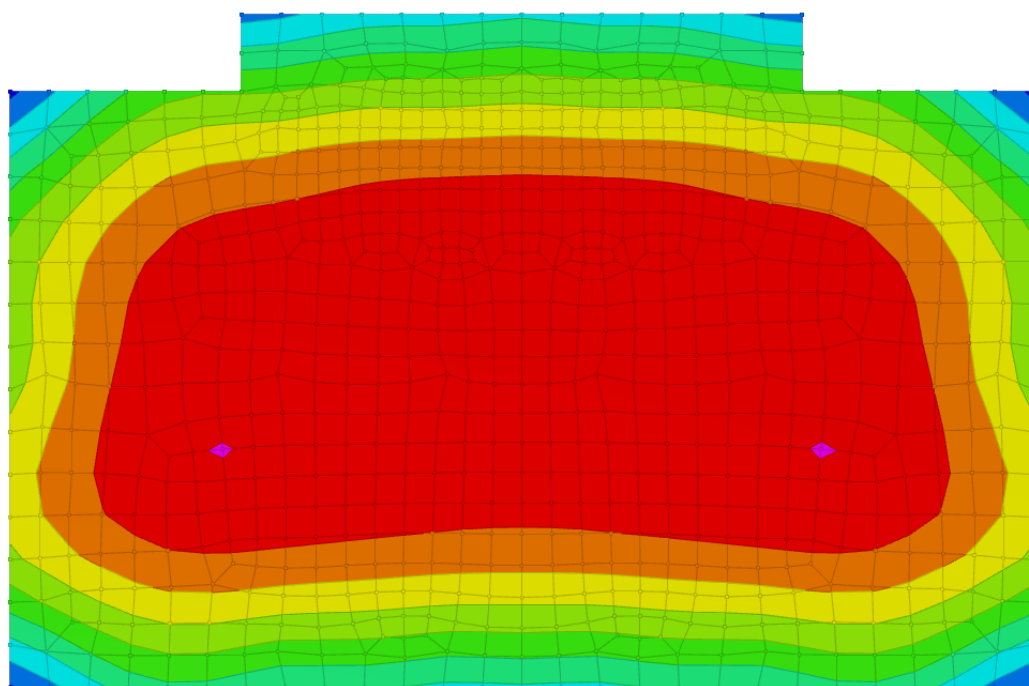
Modello della platea con numerazione dei nodi dei gusci



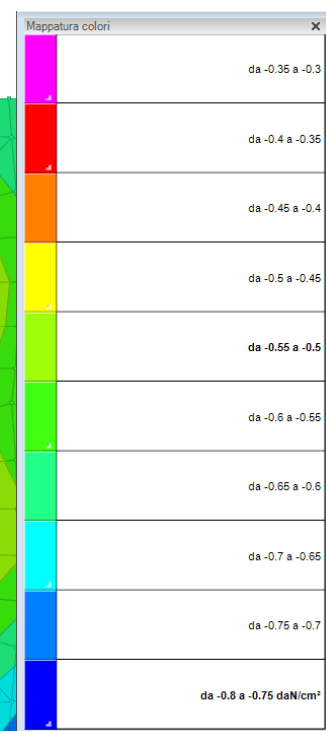
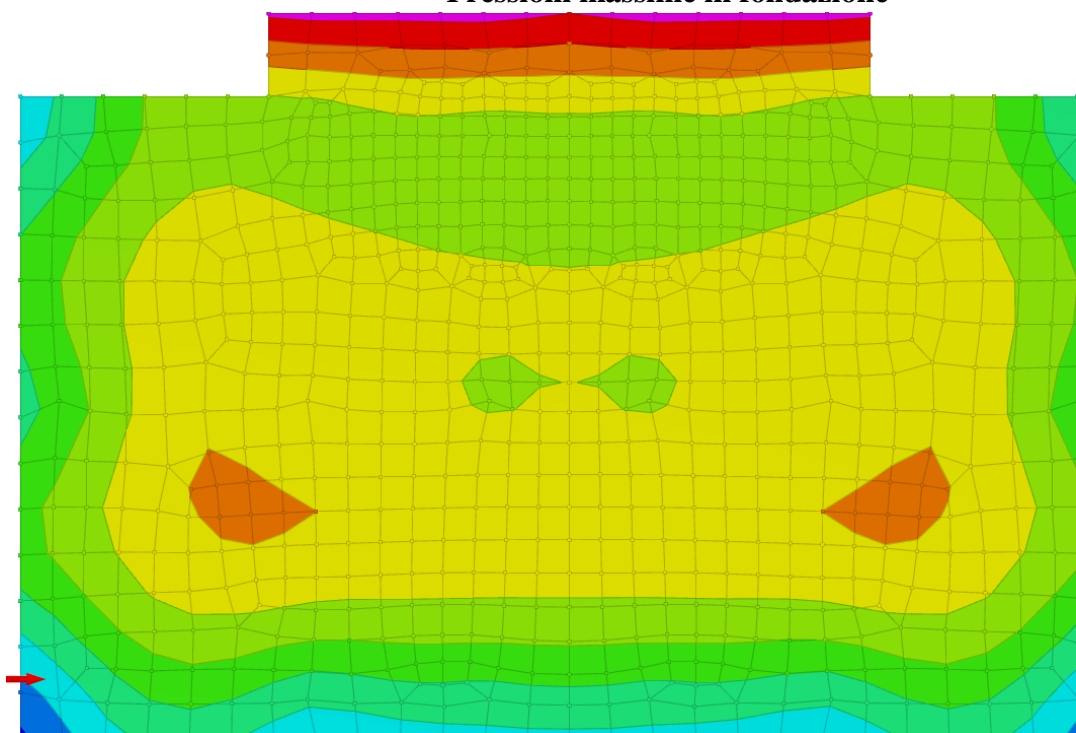
Cedimenti elastici massimi



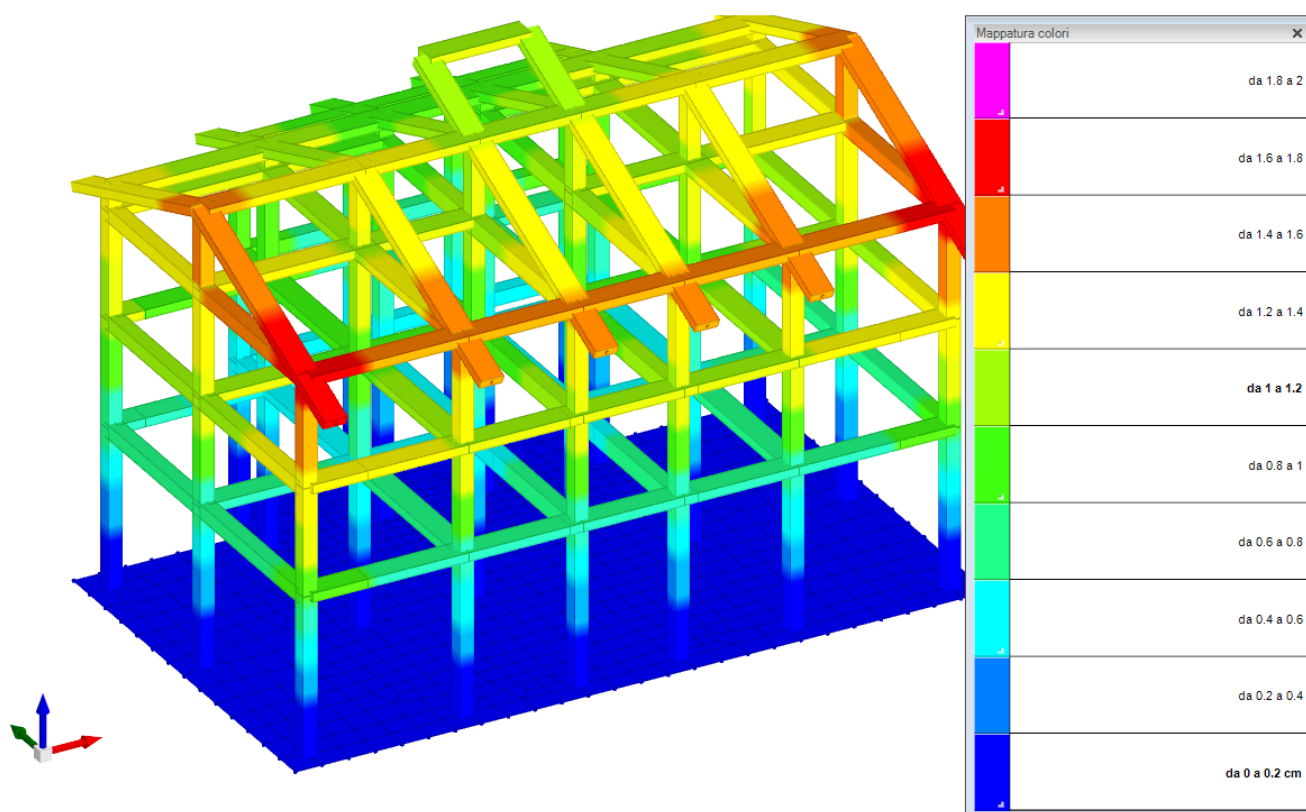
Pressioni minime in fondazione



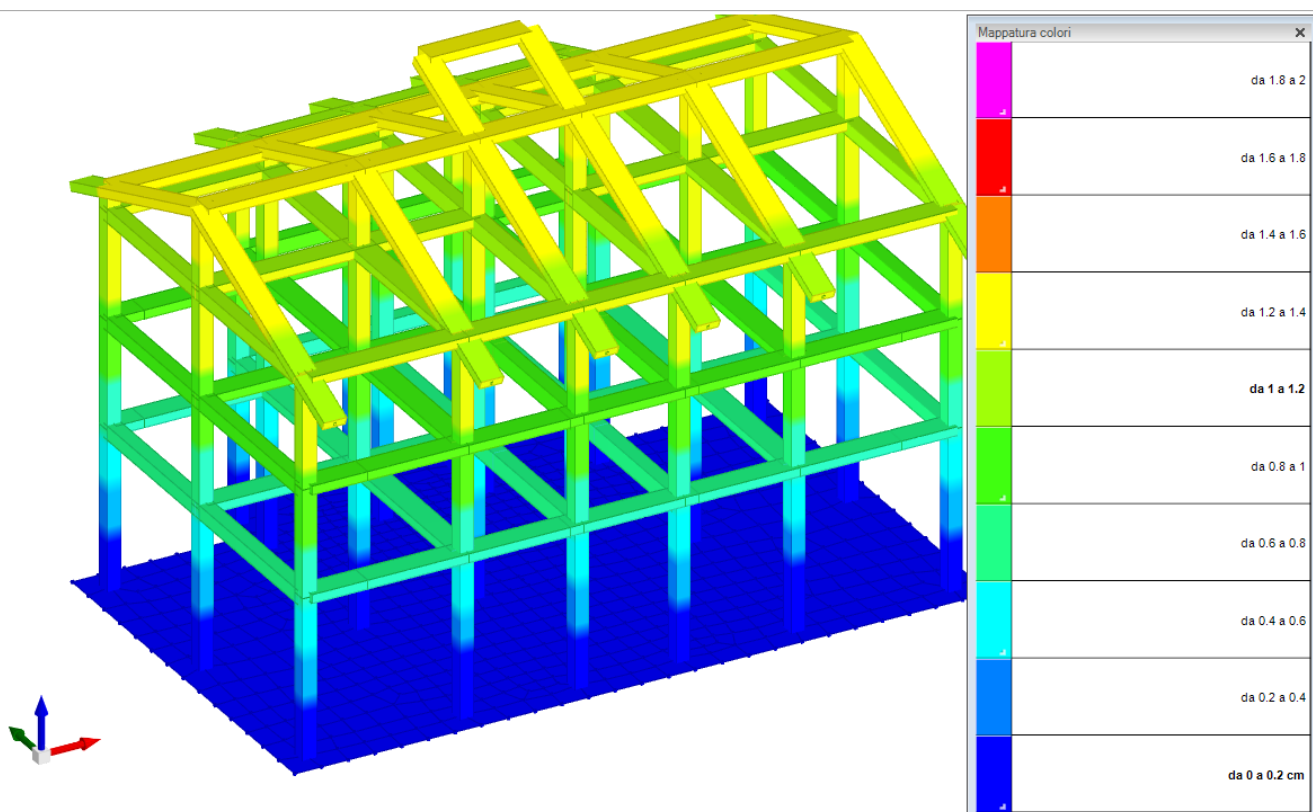
Pressioni massime in fondazione



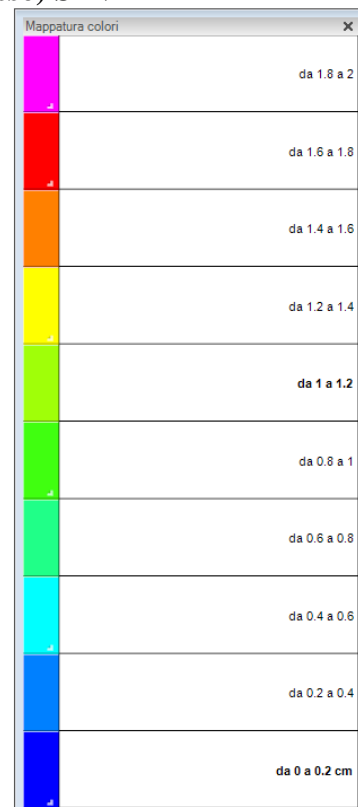
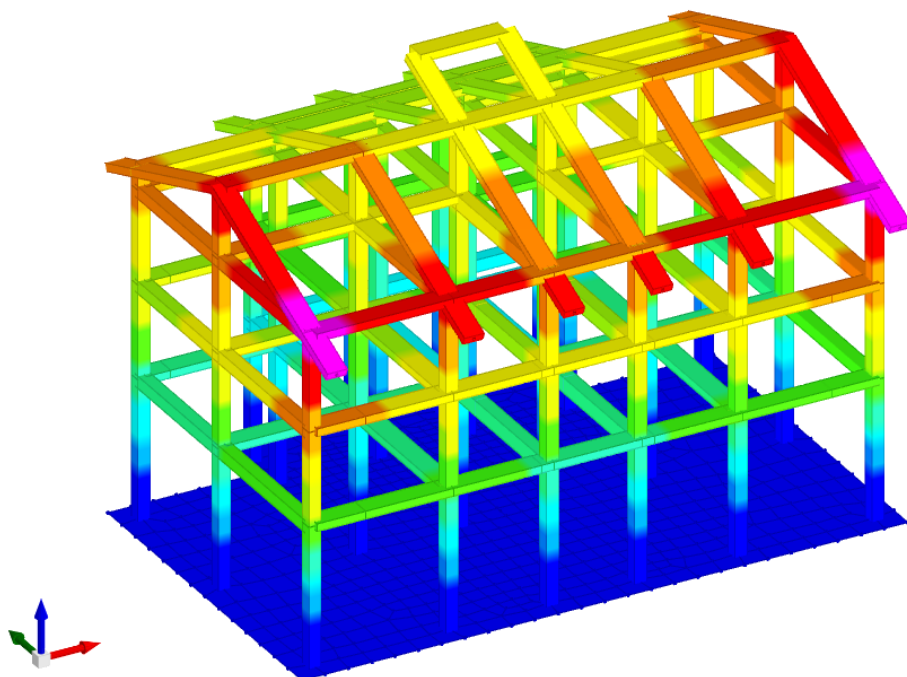
Spostamenti massimi in condizione sisma X (asse rosso) SLD



Spostamenti massimi in condizione sisma Y (asse verde) SLD



Spostamenti massimi in condizione sisma X (asse rosso) SLV



Spostamenti massimi in condizione sisma Y (asse verde) SLV

