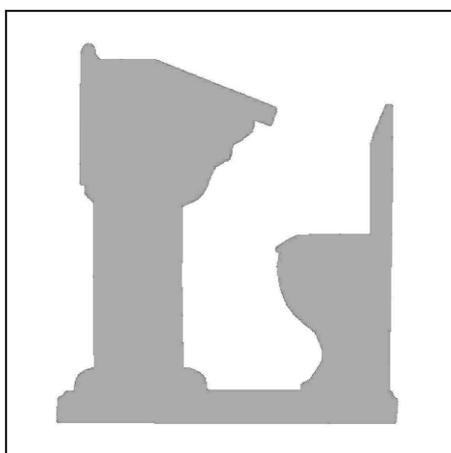




COMUNE  
DI  
PETRIOLO



PROGETTO DEFINITIVO

---

LOCALITA': PETRIOLO

---

OGGETTO: SCUOLA DELL'INFANZIA "PIETRO E SOFIA SAVINI"

---

AMPLIAMENTO

---

RELAZIONE DI CALCOLO

---

SCALA nessuna

DATA NOVEMBRE 2020

AGG.TI

TAV. N°

S1

---

ARCH. TOBIA ORESTI:

PROGETTISTA

---

VIA CASSIANO DA FABRIANO, 80 62100 MACERATA

Tel. 0733 30564

e-mail: tobias@orestiarchitetti.it

P.IVA 00675450431

CONSULENZE SPECIALISTICHE

---

ING. ILARIA TIBERI

STRUTTURE

---

VIA GIOVANNI XXIII, 63 62029 TOLENTINO

Cell. 3276805414

e-mail: ing.ilariatiberi@gmail.com

P.IVA 1977680436

---

ING. ROBERTO FIORETTI:

IMPIANTI

---

P.ZZA DELLA LIBERTA', 23 62010 MACERATA

Cell. 3336474774

e-mail: r.fioretti@yahoo.it

P.IVA 01694680438

## Sommario:

Descrizione generale dell'opera -----	3
Normativa di riferimento -----	6
Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento -----	6
Materiali impiegati e resistenze di calcolo -----	6
Terreno di fondazione -----	8
Analisi dei carichi -----	9
Valutazione dell'azione sismica -----	9
Spettri di risposta -----	10
Elementi di fondazione -----	11
Metodo di analisi e criteri di verifica -----	11
Percentuali Spostamento masse impalcati -----	12
Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale -----	12
Periodi di vibrazione e Masse modali -----	13
Azioni sulla struttura -----	15
Scenario di calcolo -----	16
Codice di calcolo impiegato -----	27
Verifica degli elementi strutturali -----	28
Criteri di verifica -----	29
Validazione del calcolo -----	37
Informazioni dell'elaborazione -----	37
Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza -----	37

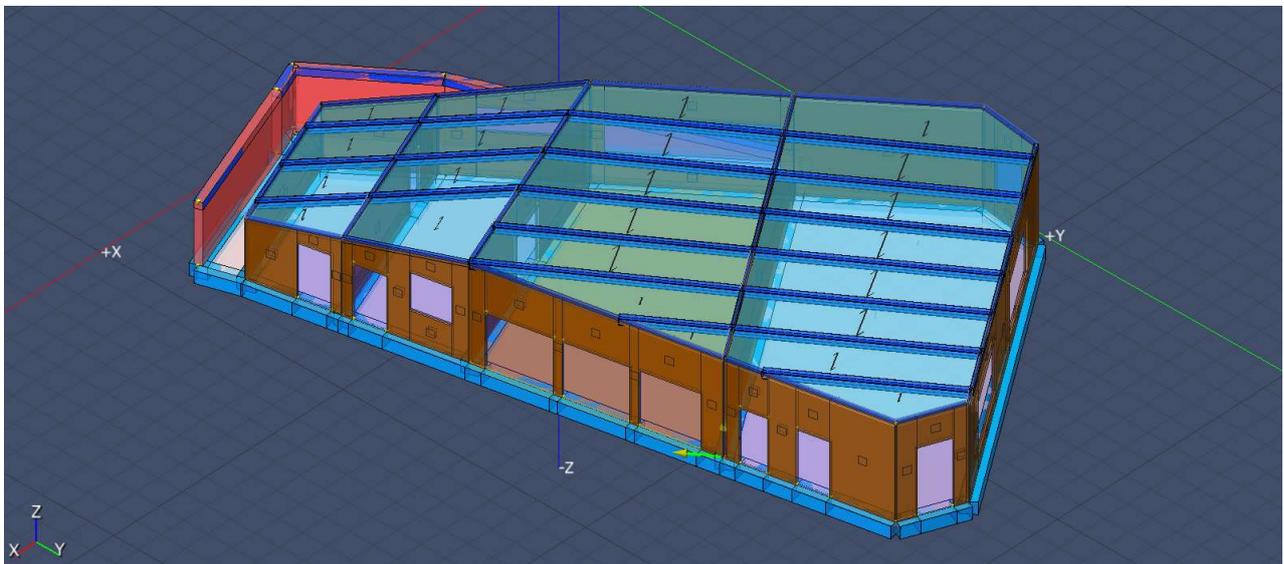
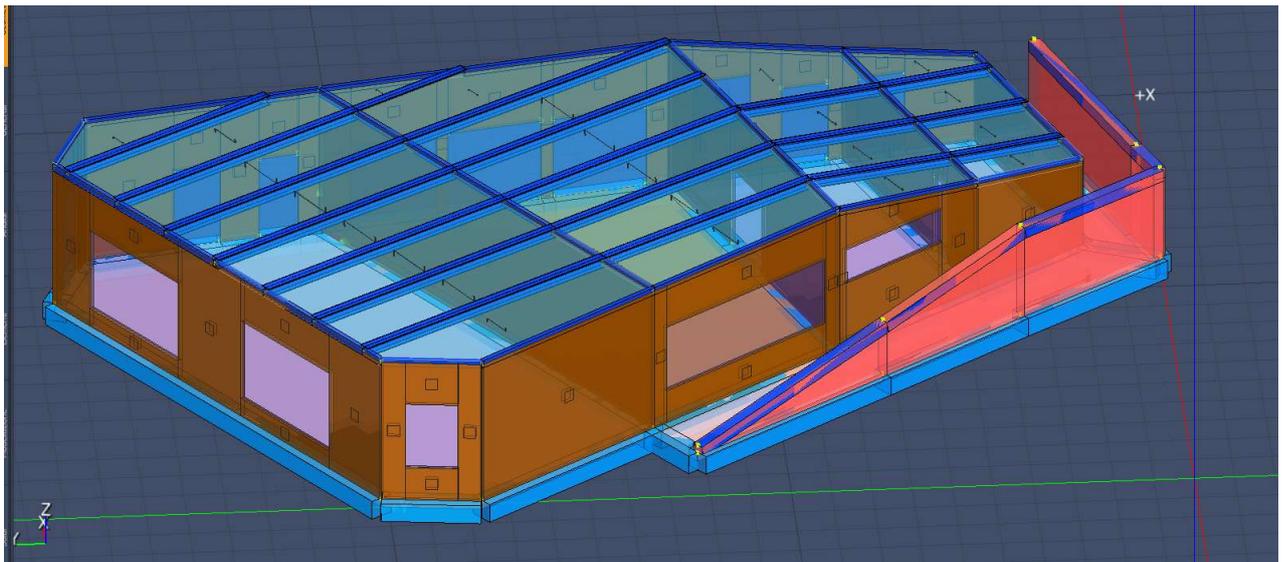
## Descrizione generale dell'opera

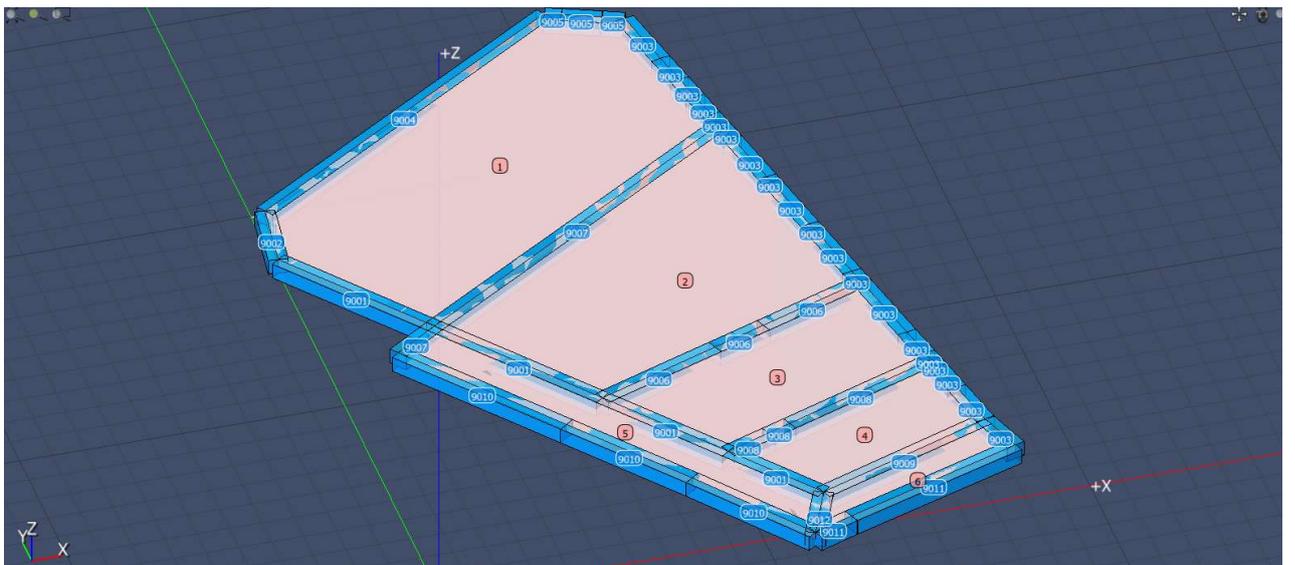
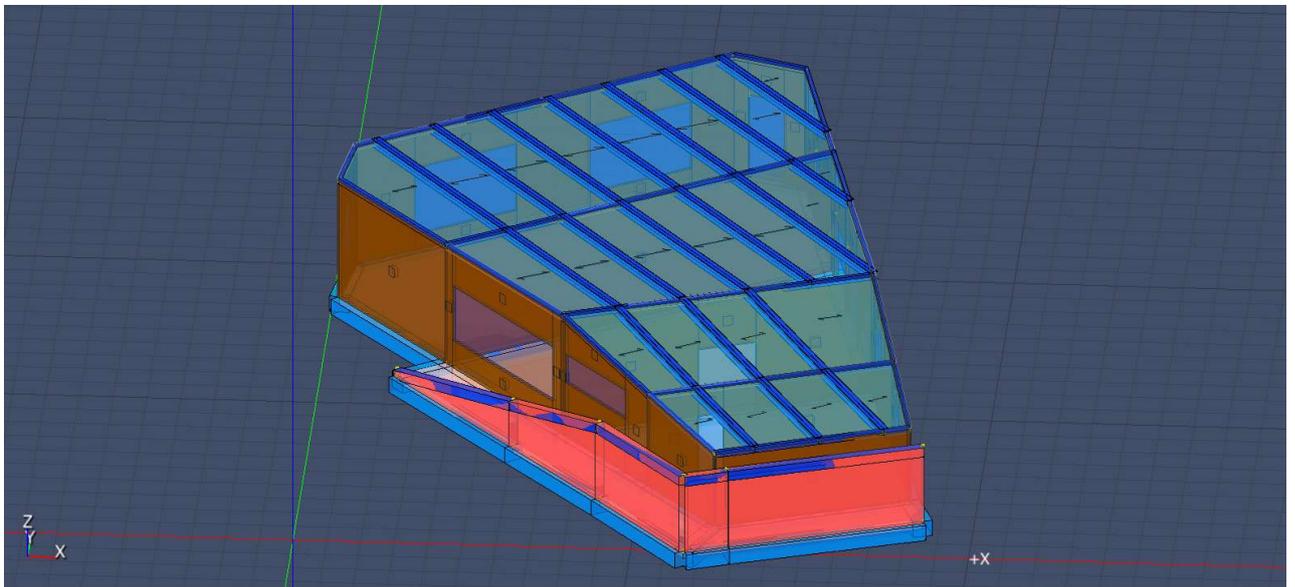
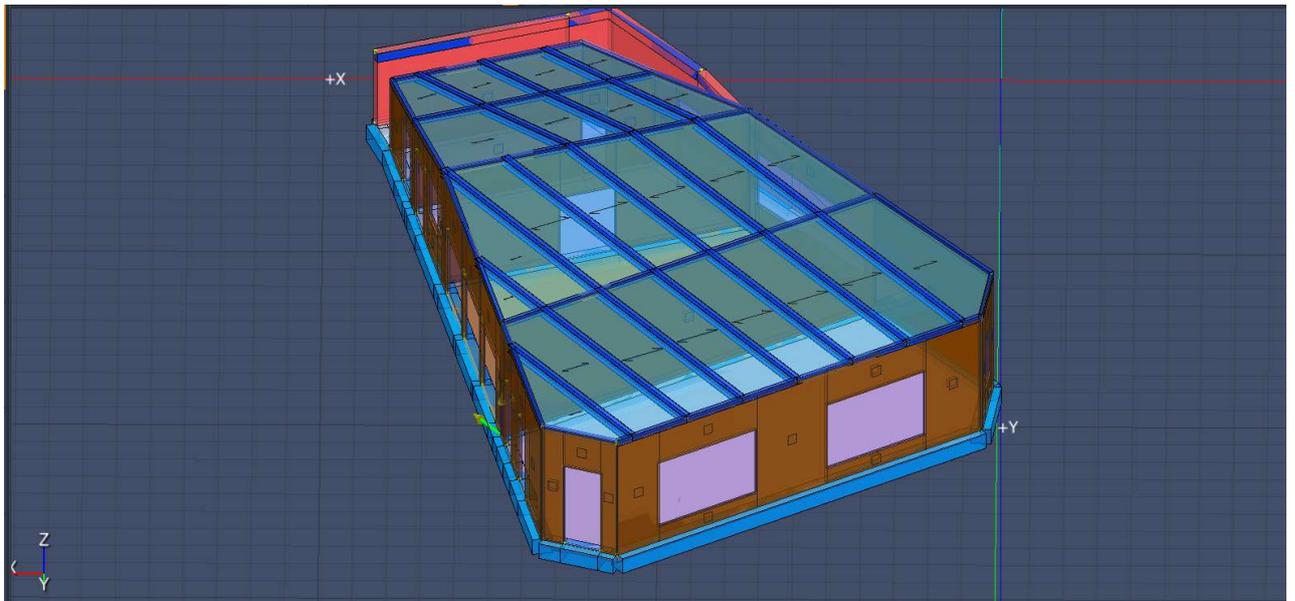
Il tessuto storico del Comune di Petriolo nel margine Nord del costruito a ridosso della piazzetta "Piazza della Croce" era ostruito da un fabbricato spontaneo con una distanza dagli edifici circostanti di appena 2,50 m.

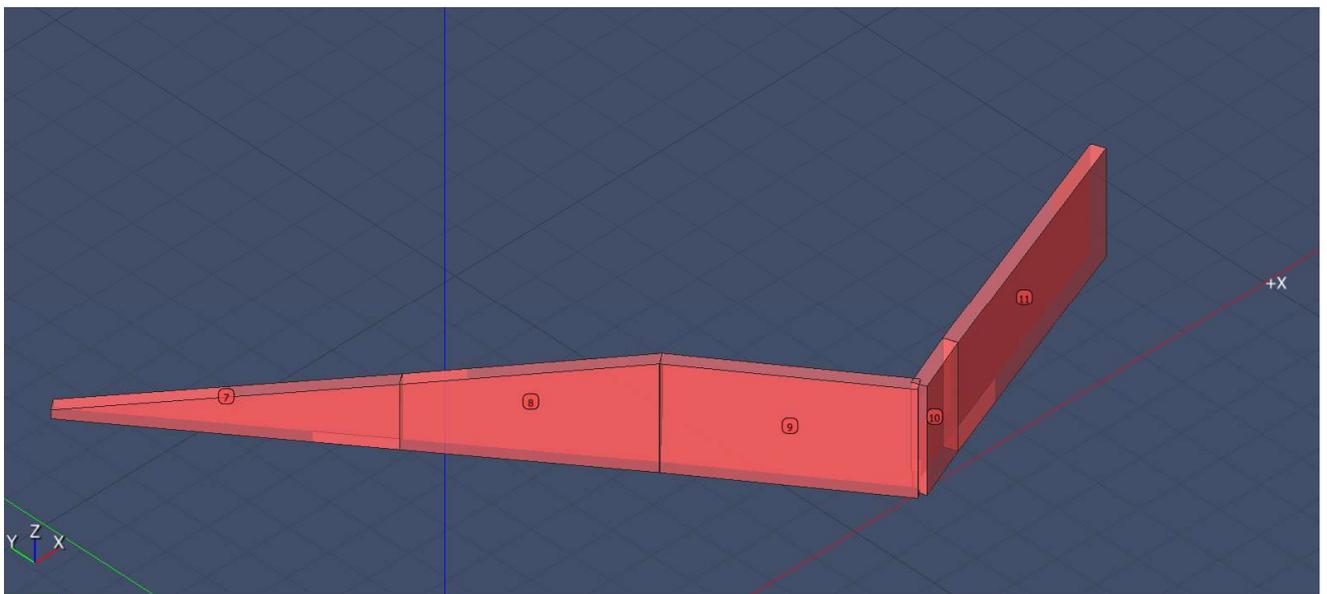
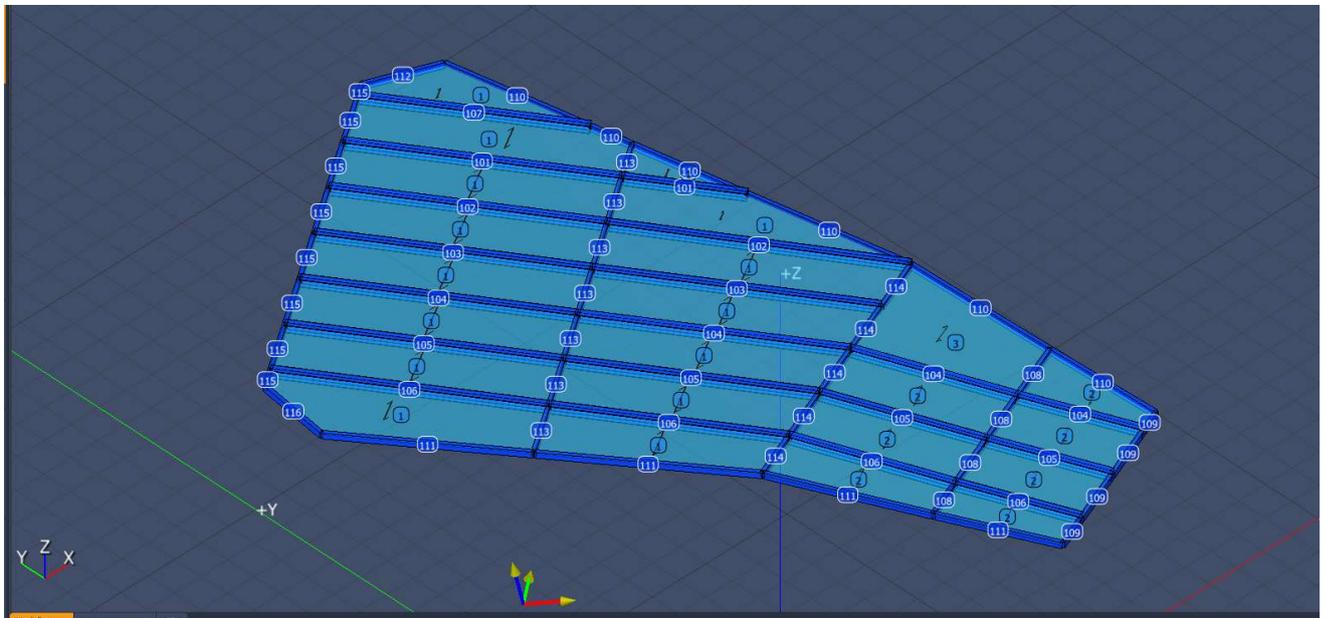
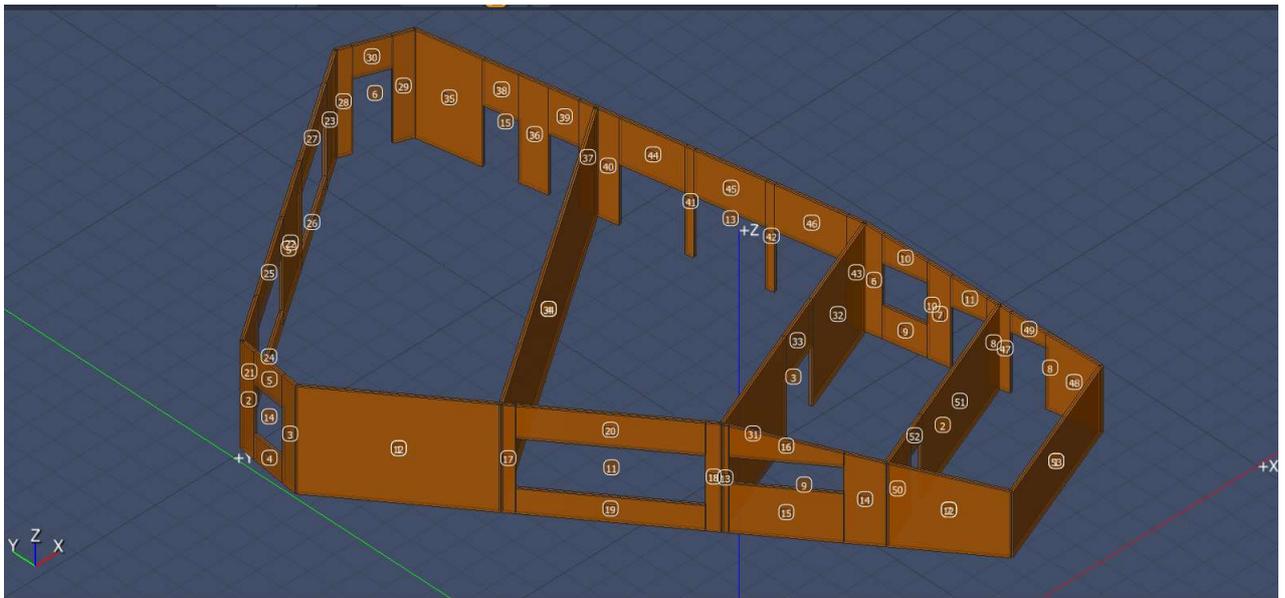
Il fabbricato demolito (sisma 2016) verrà acquistato dall'Amministrazione Comunale per estendere lo spazio urbano e restituire qualità al costruito esistente.

Il nuovo costruito avrà struttura in legno, pannelli XLAM, ancorati ad una base fondale platea e travi in C.A. la copertura avrà una travatura principale in profili di acciaio HEB 260 che sorreggerà un pannello XLAM sp. 12 cm

Vengono riportate di seguito delle viste assometriche, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:







## Normativa di riferimento

Nel seguente elenco sono riportate le norme di riferimento secondo le quali sono state condotte le fasi di calcolo e verifica degli elementi strutturali:

### DM infrastrutture 17 gennaio 2018

DM infrastrutture 17 gennaio 2018

Circolare 21 gennaio 2019 n°7/C.S.LL.PP.

## Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Grandi opere imp. strategica (>100)
Vita nominale VN [anni]	100.0
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso CU	1.500
Periodo di riferimento VR [anni]	150.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLO	81.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLC	5.0%
Periodo di ritorno TR SLO [anni]	90.3
Periodo di ritorno TR SLC [anni]	2475.0

Per maggiori dettagli riguardo l'azione sismica si veda la definizione degli spettri di risposta

## Materiali impiegati e resistenze di calcolo

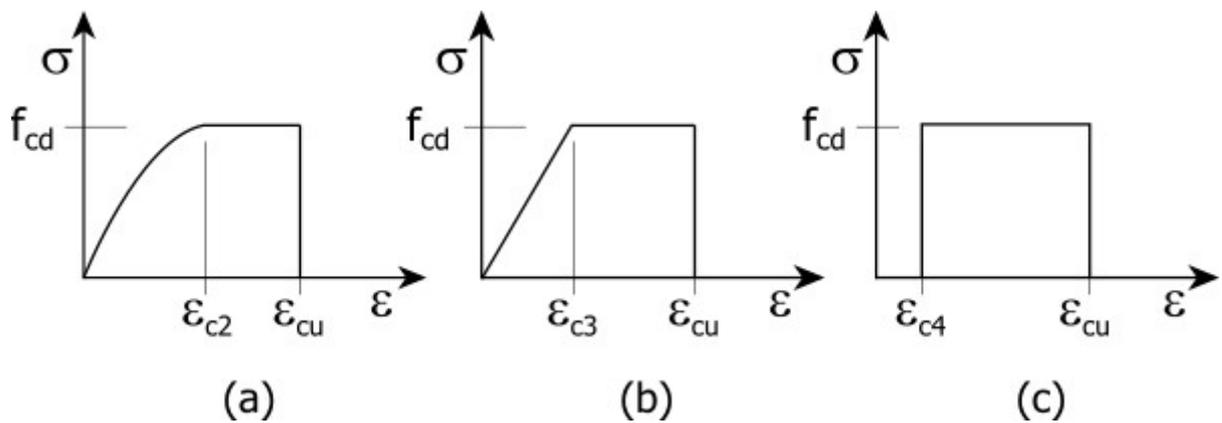
Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

Materiali		
<b>C25/30</b>		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm <sup>2</sup>	3E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-05
<b>C30/37</b>		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm <sup>2</sup>	3E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-05
<b>Acciaio</b>		
Peso specifico	kg/mc	7850
Modulo di Young E	kg/cm <sup>2</sup>	2E06
Modulo di Poisson $\nu$		0.30
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1.2e-05
<b>Legno isotropo</b>		
Peso specifico	kg/mc	700
Modulo di Young E	kg/cm <sup>2</sup>	1E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.30
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	5e-06
<b>Pannello XLAM: Pannello XLAM 12</b>		
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	5e-06
Peso specifico	kg/mc	350
<b>Proprietà della piastra equivalente</b>		
Spessore	cm	12
Modulo di Young Ex	kg/cm <sup>2</sup>	9E04
Modulo di Young Ey	kg/cm <sup>2</sup>	2E04

Modulo tangenziale Gxy	kg/cmq	2E03
Modulo tangenziale Gxz	kg/cmq	1E03
Modulo tangenziale Gyz	kg/cmq	6E02
<b>Proprietà della lastra equivalente</b>		
Spessore	cm	12
Modulo di Young Ex	kg/cmq	7E04
Modulo di Young Ey	kg/cmq	5E04
Modulo tangenziale Gxy	kg/cmq	3E03
<b>Composizione strati</b>		
N°	dir	Nome
1	0°	C24 L.C.
2	90°	C24 L.C.
3	0°	C24 L.C.
4	90°	C24 L.C.
5	0°	C24 L.C.

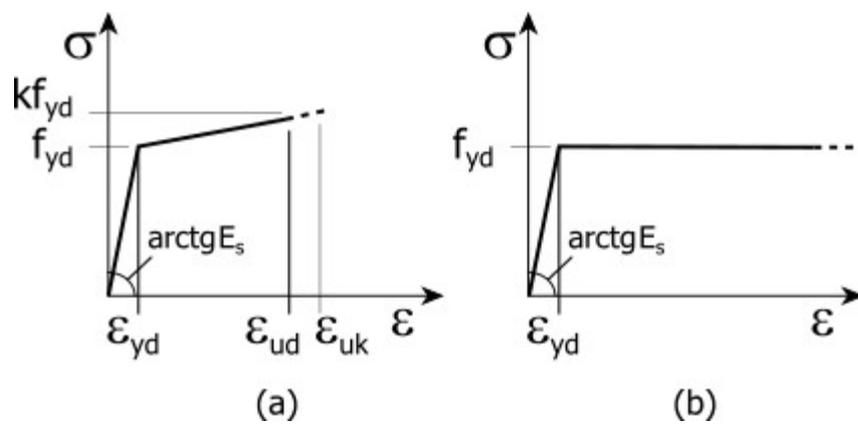
<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in calcestruzzo armato</b>		
CLS_TraviFondazione_Rett		
Classe calcestruzzo		Clc C25/30
Resistenza cubica Rck	kg/cmq	300
Resistenza di calcolo fcd	kg/cmq	141
Resistenza a trazione di calcolo fctd	kg/cmq	12
Resistenza cilindrica fck	kg/cmq	249
Resistenza a trazione media fctm	kg/cmq	26
Classe acciaio		Acciaio B450C
Resistenza allo snervamento fyk	kg/cmq	>=4500
Resistenza alla rottura ftk	kg/cmq	>=5400
<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in acciaio</b>		
Acciaio_Pressflessione		
Classe acciaio		FE430
fyd (t<40mm)	kg/cmq	2750
fyd (t>40mm)	kg/cmq	2500
ft (t<40mm)	kg/cmq	4300
ft (t>40mm)	kg/cmq	4100
<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in legno</b>		
Legno_Arcareccio		
fyd	kg/cmq	140.00
Tipologia legno	Lamellare	
<b>Caratteristiche dei materiali delle parti in pannelli di legno XLAM</b>		
<b>Classe di resistenza C24 L.C.</b>		
Resistenza caratteristica a flessione fmk	kg/cmq	240.00
Resistenza caratteristica a trazione parallela alla fibratura ft0k	kg/cmq	165.00
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare alla fibratura ft90k	kg/cmq	4.00
Resistenza caratteristica a compressione parallela alla fibratura fc0k	kg/cmq	240.00
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare alla fibratura fc90k	kg/cmq	27.00
Resistenza caratteristica a taglio fvk	kg/cmq	27.00

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2 delle NT; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in (a) della figura seguente:



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

ed il modello di acciaio riportato in a) o b) della figura seguente:



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / \gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza è  $\gamma_f$ .

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. Riguardo ai coefficienti di sicurezza parziali, alle deformazioni del calcestruzzo e dell'acciaio (modello incrudente) si faccia riferimento ai criteri di verifica nella sezione "Verifica Elementi Strutturali"

## Terreno di fondazione

Le fondazioni del fabbricato in oggetto sono costituite da un insieme di: travi rovesce in conglomerato cementizio armato, platea in conglomerato cementizio armato. La struttura di fondazione è posta ad una profondità media di m. 1 dal piano campagna e di dimensioni planimetriche massime pari a m.25 x 15. I valori delle tensioni sul piano di posa e le sollecitazioni negli elementi di fondazione, sono riportati nell'allegato 'Calcoli Strutturali'. Dalla Relazione Geologica redatta dal geologo DOTT. FABRIZIO RAFFAELI risulta che nell'area in oggetto, si ha un terreno di tipo B con la seguente stratigrafia:

N°	s	G	GSat.	Ø	A	OCR	c	cu	Eed	nu	Note
	cm	kg/mc	kg/mc	°			kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq		
1	860	2200	2300	28	SI	--	0.2	3	200	0.25	Strato 1

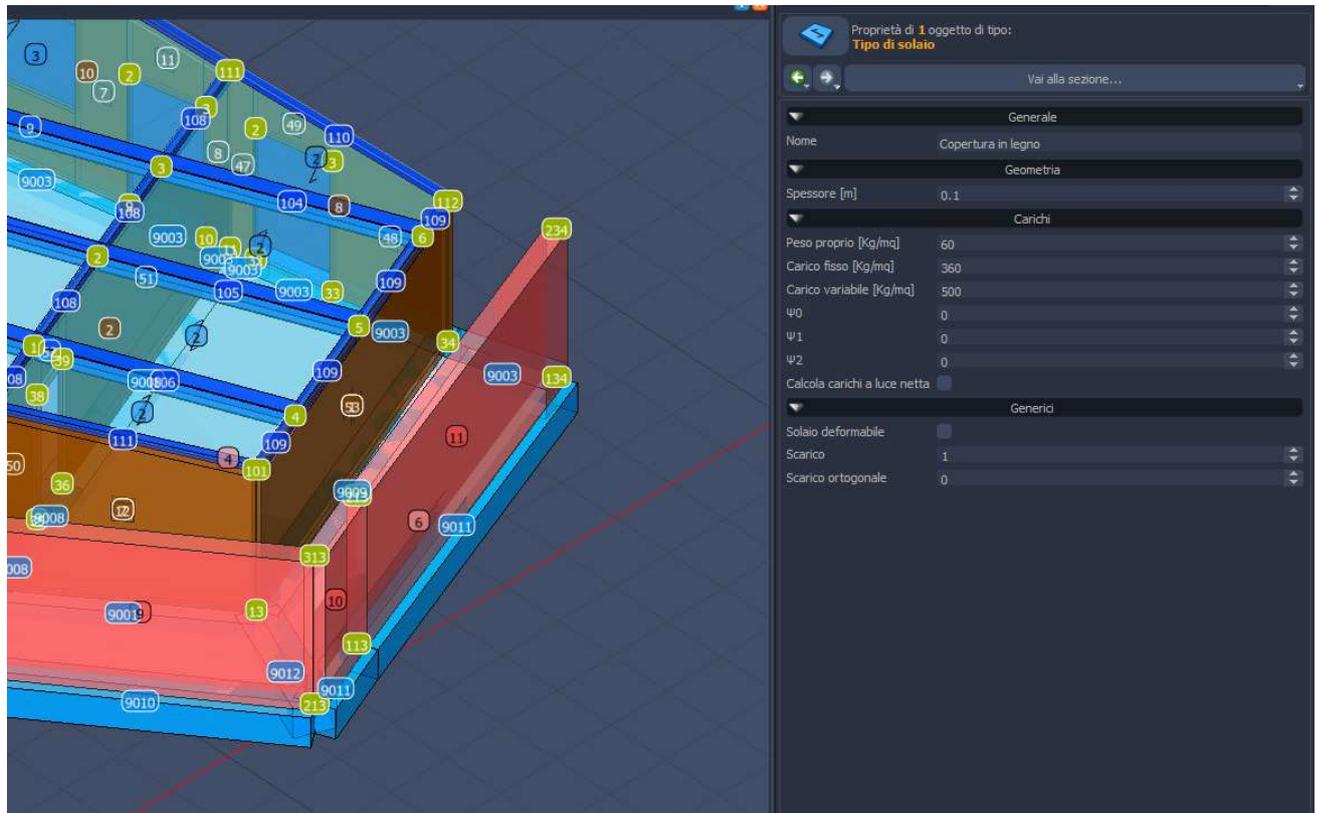
N° = Numero strato, s = spessore, G = peso specifico, GSat. = peso specifico saturo, OCR = grado di sovraconsolidazione, A = Addensato, c = coesione, cu = coesione non drenata, Eed = modulo edometrico, nu = coefficiente di Poisson

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, pertanto, si sono assunti i parametri fisico-meccanici precedentemente indicati. Per maggiori dettagli riguardo i parametri che caratterizzano il terreno si rimanda alla relazione geologica e a quella geotecnica.

## Analisi dei carichi

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel **D.M. 17.01.2018 (Nuove norme tecniche per le costruzioni)**

I carichi adottati sono i seguenti:



I carichi relativi ai pesi propri sono valutati in automatico in funzione della geometria degli elementi e del loro peso specifico. I tamponamenti vengono valutati per metro lineare di trave su cui insistono; maggiori dettagli a essi relativi sono riportati nel tabulato di calcolo, alla sezione dei carichi relativi alle aste, nodi e shell.

## Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 delle NT. La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base alle quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione, attraverso latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando i dati relativi ai 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio, secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:
  - $a_g$** : accelerazione orizzontale massima al sito;
  - $F_0$** : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
  - $T_c^*$** : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

Oltre alla determinazione dei parametri sismici del sito si è considerata la tipologia di terreno, la posizione topografica e la tipologia strutturale (classe di duttilità, regolarità, ecc..) che ha condotto alla determinazione dei seguenti spettri di risposta:

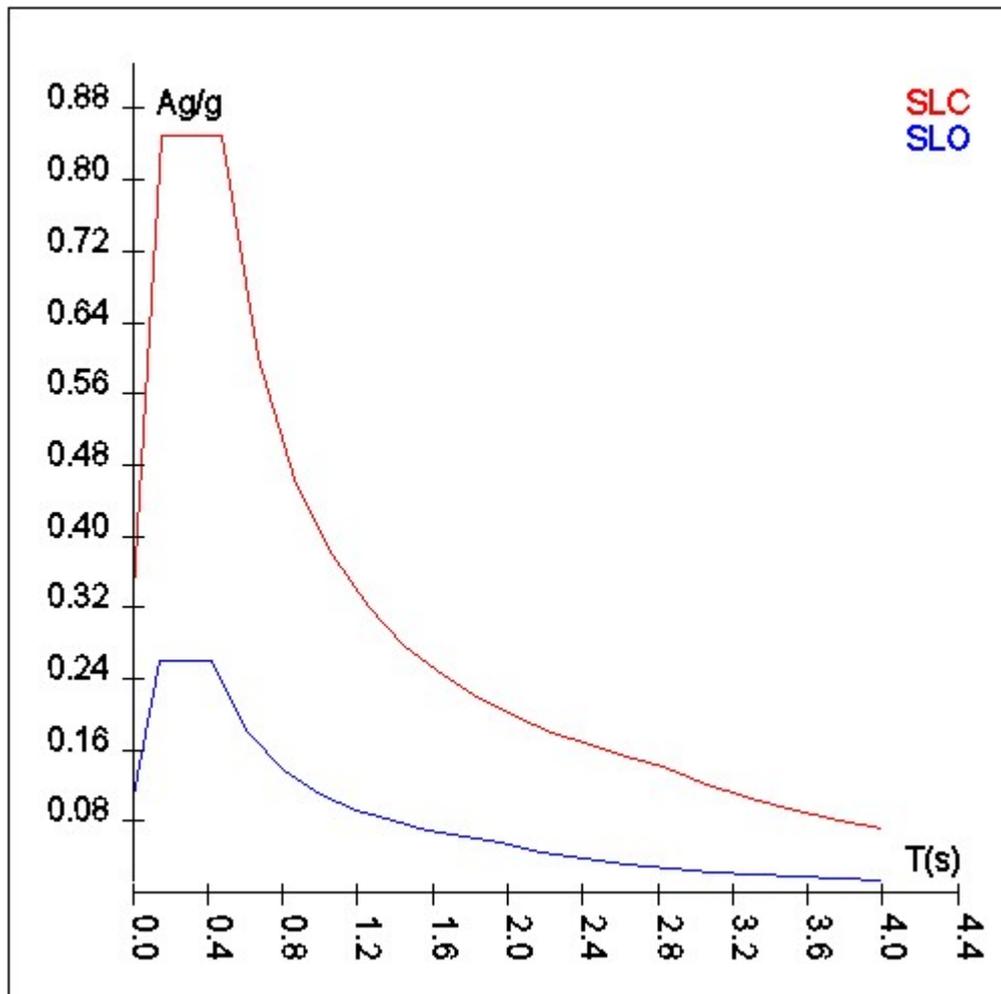
## Spettri di risposta

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura.

<b>Vita della struttura</b>	
Tipo	Grandi opere imp. strategica (>100)
Vita nominale VN [anni]	100.0
Classe d'uso	III
Coefficiente d'uso CU	1.500
Periodo di riferimento VR [anni]	150.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLO	81.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLC	5.0%
Periodo di ritorno TR SLO [anni]	90.3
Periodo di ritorno TR SLC [anni]	2475.0
<b>Parametri del sito</b>	
Comune	Petriolo - (MC)
Longitudine	13.465
Latitudine	43.223
Id reticolo del sito	22533-22532-22754-22755
<b>Valori di riferimento del sito</b>	
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLO (TR=90.3)	0.0891
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLO (TR=90.3)	2.4299
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T°C [s] - SLO (TR=90.3)	0.307
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLC (TR=2475.0)	0.3073
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLC (TR=2475.0)	2.5383
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T°C [s] - SLC (TR=2475.0)	0.350
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.000
Categoria terreno	B
<b>Stato limite SLC</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.09
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.16
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.47
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	2.83
<b>Stato limite SLO</b>	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.20
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.14
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.43
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.96
<b>Fattore di comportamento (SLC)</b>	
Classe duttilità	B
Fattore per spettro elastico	1.000
<b>Fattore di comportamento SLO (spettro elastico)</b>	
q	1.000

T SLC [s]	Sd SLC[a/g]	T SLO [s]	Sd SLO[a/g]
0.00000	0.33435	0.00000	0.10688
0.15832	0.84869	0.14243	0.25971
0.47495	0.84869	0.42729	0.25971
0.67114	0.60060	0.61841	0.17945
0.86734	0.46474	0.80953	0.13708
1.06353	0.37901	1.00066	0.11090
1.25972	0.31998	1.19178	0.09311
1.45592	0.27686	1.38290	0.08025
1.65211	0.24398	1.57402	0.07050
1.84830	0.21808	1.76515	0.06287
2.04450	0.19716	1.95627	0.05673
2.24069	0.17989	2.18335	0.04554
2.43689	0.16541	2.41043	0.03736
2.63308	0.15309	2.63751	0.03121
2.82927	0.14247	2.86459	0.02646
3.06342	0.12152	3.09167	0.02271

T SLC [s]	Sd SLC[a/g]	T SLO [s]	Sd SLO[a/g]
3.29756	0.10488	3.31876	0.01971
3.53171	0.09143	3.54584	0.01727
3.76585	0.08042	3.77292	0.01525
4.00000	0.07128	4.00000	0.01357



## Elementi di fondazione

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di comportamento per struttura non dissipativa ( $1 < q < 1.5$ ) e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione. Le precedenti limitazioni comprendono anche il caso di struttura calcolata con spettro elastico o con fattore di comportamento  $q$  relativo a struttura non dissipativa.

## Metodo di analisi e criteri di verifica

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello. Tali masse sono ottenute considerando le reazioni vincolari di incastro perfetto che si ottengono per effetto dei carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi. La risposta massima di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati;
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate considerando varie posizioni del baricentro delle masse e composte secondo diverse combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito; il risultato di tali combinazioni, successivamente, è stato composto con quello derivante dai carichi non sismici, secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche.

Per tener conto dell'aleatorietà della posizione del baricentro delle masse, per ogni impalcato si è considerato uno spostamento del centro di massa dalla sua posizione originaria di una quantità pari a una percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica vengono combinate al fine di ottenere le azioni più sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse. Le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

- la prima indica la percentuale della dimensione della struttura secondo cui viene spostato il baricentro ad ogni impalcato; lo spostamento è assegnato nelle due direzioni ortogonali secondo cui agisce il sisma e per ognuna di tali posizioni è eseguito un calcolo modale della struttura;
- la seconda tabella è usata in fase di verifica per la valutazione dell'azione sismica: l'effetto del sisma in una direzione è combinato con quello ortogonale di un'altra posizione con i fattori specificati nelle due colonne.

## Percentuali Spostamento masse impalcati

Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

## Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb.	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

- Comb. Numero di combinazione dei sismi
- Pos. SismaX Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X
- Pos. SismaY Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y
- Fx Fattore con cui il sisma X partecipa
- Fy Fattore con cui il sisma Y partecipa
- Fz Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz.

Si è considerato un numero di modi di vibrazione sufficiente ad eccitare almeno l'85% della massa sismica in ogni posizione delle masse, di seguito si riportano i risultati salienti dell'analisi modale sia per il calcolo allo Stato Limite Ultimo che per quello di Esercizio.

## Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

### Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=9

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1778	29.616	-1.088	8601	12	6.46	0.01
2(2)	0.1613	56.582	-91.465	31396	82041	23.58	61.61
3(3)	0.1513	30.770	2.295	9285	52	6.97	0.04
4(4)	0.1262	-74.378	-62.107	54251	37827	40.74	28.41
5(5)	0.1035	29.473	14.370	8519	2025	6.40	1.52
6(6)	0.1002	-20.663	5.093	4187	254	3.14	0.19
7(7)	0.0907	7.650	1.070	574	11	0.43	0.01
8(8)	0.0861	-14.787	-3.312	2144	108	1.61	0.08
9(15)	0.0491	-19.141	-7.204	3593	509	2.70	0.38
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				122551	122839		
Masse strutturali libere [kgm*g]				133165	133165		
Percentuale				92.03	92.25	92.03	92.25

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali kgm*g		Percentuali
1	0.1778	96.851	91988	1.15	
2	0.1613	-79.958	62697	0.78	
3	0.1513	67.784	45059	0.56	
4	0.1262	93.258	85288	1.07	
5	0.1035	-53.846	28434	0.36	
6	0.1002	-626.009	3843103	48.03	
7	0.0907	57.268	32163	0.40	
8	0.0861	-17.563	3025	0.04	
9	0.0686	-91.510	82122	1.03	
10	0.0591	83.228	67929	0.85	
11	0.0571	23.262	5306	0.07	
12	0.0561	3.146	97	0.00	
13	0.0557	1.101	12	0.00	
14	0.0496	-29.025	8261	0.10	
15	0.0491	-273.093	731380	9.14	

### Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=9

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1964	25.818	2.593	6537	66	4.91	0.05
2(2)	0.1693	63.290	-88.238	39281	76354	29.50	57.34
3(3)	0.1318	77.783	63.204	59333	39175	44.56	29.42
4(4)	0.1221	-14.861	-21.399	2166	4490	1.63	3.37
5(5)	0.1031	-0.357	23.076	1	5222	0.00	3.92
6(6)	0.0985	-29.820	-0.769	8720	6	6.55	0.00
7(7)	0.0893	25.185	4.996	6220	245	4.67	0.18
8(9)	0.0730	5.790	1.934	329	37	0.25	0.03
9(15)	0.0486	-4.334	-2.117	184	44	0.14	0.03

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				122771	125638		
Masse strutturali libere [kgm*g]				133165	133165		
Percentuale				92.20	94.35	92.20	94.35

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
1	0.1964	63.191		39159		0.49	
2	0.1693	-230.243		519869		6.51	
3	0.1318	-83.012		67578		0.85	
4	0.1221	154.188		233144		2.92	
5	0.1031	-374.778		1377425		17.26	
6	0.0985	-368.747		1333451		16.71	
7	0.0893	209.987		432421		5.42	
8	0.0771	-43.655		18689		0.23	
9	0.0730	-79.809		62464		0.78	
10	0.0622	-7.716		584		0.01	
11	0.0583	-0.246		1		0.00	
12	0.0565	-18.560		3378		0.04	
13	0.0530	-6.244		382		0.00	
14	0.0502	7.197		508		0.01	
15	0.0486	-129.514		164497		2.06	

### Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=8

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		s		kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1739	66.838	-46.772	43810	21453	32.90	16.11
2(2)	0.1704	39.642	-65.129	15411	41598	11.57	31.24
3(3)	0.1369	70.325	79.471	48500	61935	36.42	46.51
4(4)	0.1125	7.978	-7.085	624	492	0.47	0.37
5(5)	0.1037	-25.872	9.590	6564	902	4.93	0.68
6(6)	0.0831	-27.771	-8.449	7563	700	5.68	0.53
7(7)	0.0768	16.574	5.170	2694	262	2.02	0.20
8(11)	0.0627	5.198	1.456	265	21	0.20	0.02
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				125431	127363		
Masse strutturali libere [kgm*g]				133165	133165		
Percentuale				94.19	95.64	94.19	95.64

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
1	0.1739	-130.998		168286		2.13	
2	0.1704	-229.739		517596		6.56	
3	0.1369	-262.148		673927		8.54	
4	0.1125	183.082		328709		4.16	
5	0.1037	-381.869		1430041		18.12	
6	0.0831	-243.020		579170		7.34	
7	0.0768	112.018		123054		1.56	
8	0.0710	-4.037		160		0.00	
9	0.0657	43.752		18772		0.24	
10	0.0639	7.986		625		0.01	
11	0.0627	-80.083		62893		0.80	
12	0.0603	-1.944		37		0.00	
13	0.0525	-6.841		459		0.01	
14	0.0521	-5.725		321		0.00	

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
15	0.0470	0.828	7	0.00

#### Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=7

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		s		kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1635	-72.887	82.220	52098	66294	39.12	49.78
2(2)	0.1508	-21.190	-29.930	4403	8785	3.31	6.60
3(3)	0.1429	30.346	17.499	9031	3003	6.78	2.26
4(4)	0.1320	-63.977	-67.669	40140	44906	30.14	33.72
5(5)	0.1038	-19.913	-1.006	3889	10	2.92	0.01
6(6)	0.0898	-31.129	-9.809	9503	944	7.14	0.71
7(7)	0.0786	16.340	4.169	2618	170	1.97	0.13
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				121681	124112		
Masse strutturali libere [kgm*g]				133165	133165		
Percentuale				91.38	93.20	91.38	93.20

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm*g	
1	0.1635	77.077	58260	0.74
2	0.1508	-89.368	78322	0.99
3	0.1429	-19.571	3756	0.05
4	0.1320	309.404	938796	11.86
5	0.1038	-459.978	2074886	26.22
6	0.0898	-274.747	740263	9.35
7	0.0786	76.579	57510	0.73
8	0.0722	55.745	30475	0.39
9	0.0671	-7.221	511	0.01
10	0.0587	-3.389	113	0.00
11	0.0584	-25.337	6295	0.08
12	0.0583	68.003	45350	0.57
13	0.0554	77.588	59035	0.75
14	0.0529	8.284	673	0.01
15	0.0518	2.082	43	0.00

### Azioni sulla struttura

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del **D.M. 17.01.2018**. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, sono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle aste a sezione nulla la cui funzione è quella di ripartire il carico sui nodi degli elementi della platea ad essa collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicato per i coefficienti di contemporaneità  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Le azioni sono state assegnate su aste e piastre, definendo le seguenti condizioni di carico:

Descrizione	Tipo
Peso Proprio	Automatica
QP Solai	Automatica

Descrizione	Tipo
QFissi Solai	Automatica
QV Solai	Automatica
QV SolaiPsi0	Automatica
QV SolaiPsi1	Automatica
QV SolaiPsi2	Automatica
Tamponamento	Automatica
Neve	Utente
Vento X	Utente
Vento Y	Utente
Carichi termici	Utente
Spinta terreno	Utente
Vento - X	Utente
Vento -Y	Utente

In fase di combinazione delle condizioni di carico si è agito su coefficienti moltiplicatori delle condizioni per definirne l'esatto contributo, sia in termini di carico che di massa; sono stati infine definiti gli scenari di calcolo come gruppi omogenei di combinazioni di carico. Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico usate per lo Stato Limite Ultimo e per lo Stato Limite di Esercizio. Le verifiche sono riportate nel fascicolo dei calcoli. Le tabelle riportano nell'ordine:

- Il nome della combinazione di carico.
- Il tipo di analisi svolta:
  - STR=Strutturale,
  - Statica STR=Sismica statica Strutturale,
  - Modale STR=Sismica modale strutturale,
  - SLE Rara=Stato Limite Esercizio combinazione rara,
  - SLE Freq=Stato Limite Esercizio combinazione frequente,
  - SLE Q.Perm=Stato Limite Esercizio combinazione quasi Permanente,
  - GEO=Geotecnica,
  - Statica GEO=Sismica Statica Geotecnica,
  - Modale GEO=Sismica modale Geotecnica,
  - STR+GEO=Strutturale+Geotecnica,
  - Statica STR+GEO=Sismica Statica Strutturale+Geotecnica,
  - Modale STR+GEO=Sismica modale Strutturale+Geotecnica,
  - Modale SLE= Combinazione sismica modale con spettro di progetto SLD,
  - Statica SLE=Combinazione sismica statica con spettro di progetto SLD.

I termini "**Strutturale**", "**Geotecnica**" e "**Strutturale+Geotecnica**" indicano rispettivamente che la combinazione è usata dal programma per la determinazione delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali, delle sole verifiche geotecniche, sia per le verifiche strutturali che geotecniche.

- Lo spettro usato, se sismica.
- Il fattore amplificativo del sisma.
- L'angolo di ingresso del sisma, se trattasi di analisi sismica.
- Il nome della condizione di carico.
- Il fattore di combinazione per i carichi verticali.
- Se la condizione (con il suo coefficiente di peso) è inclusa nella combinazione (colonna Attiva).
- Se la condizione partecipa alla determinazione della massa (colonna Massa).
- Il fattore con cui partecipa alla determinazione della massa (se non è esclusa dalla determinazione della massa).

## Scenario di calcolo

Scenario : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018

**Combinazione n° 1:** **Solo Permanenti**

Tipo: STR

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 0.60

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 2: AD QVSolai**

Tipo: STR+GEO  
Spettro: n.a.  
Fattore sisma: n.a.  
Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 3: AD QVSolai**

Tipo: STR+GEO  
Spettro: n.a.  
Fattore sisma: n.a.  
Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
Kmod: 0.90

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.75	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 4: AD Neve**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 5: AD Neve**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.9	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.9	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 6: AD Neve**  
 Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.9	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 7: AD Neve**  
 Tipo: STR+GEO  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Neve	1.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.9	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.9	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 8: SISMAX\_SLV**  
 Tipo: Modale STR+GEO  
 Spettro: SpettroNT\_2008  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 0  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 9: SISMAV\_SLV**  
 Tipo: Modale STR+GEO  
 Spettro: SpettroNT\_2008  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 90  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 10: AD QV Solai**  
 Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 11: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 12: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 13: AD QVSolai**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 14: AD Neve**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.6	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.6	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 15: AD Neve**

Tipo: SLE Rara  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	0.6	Si	n.a.	n.a.
Vento -Y	0.6	Si	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 16: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 17: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.2	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 18: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 19: AD QVSolai**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 20: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 21: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	0.2	Si	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 22: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.5	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 23: AD Neve**

Tipo: SLE Freq.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	0.2	Si	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.
Carichi termici	0.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 24: Quasi P1**

Tipo: SLE Q.Perm.  
 Spettro: n.a.  
 Fattore sisma: n.a.  
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Neve	1	No	n.a.	n.a.
Vento X	1	No	n.a.	n.a.
Vento Y	1	No	n.a.	n.a.

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Carichi termici	1	No	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
Vento - X	1	No	n.a.	n.a.
Vento -Y	1	No	n.a.	n.a.

**Combinazione n° 25: SISMAX\_SLD**

Tipo: Modale SLE  
 Spettro: SpettroNT\_2008  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 0  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

**Combinazione n° 26: SISMAX\_SLD**

Tipo: Modale SLE  
 Spettro: SpettroNT\_2008  
 Fattore sisma: 1.00  
 Angolo ingresso sisma [°]: 90  
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Neve	1	No	No	1
Vento X	1	No	No	1
Vento Y	1	No	No	1
Carichi termici	1	No	No	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
Vento - X	1	No	No	1
Vento -Y	1	No	No	1

## Codice di calcolo impiegato

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	<b>SOFT.LAB srl</b> <b>via Borgo II - 82030 PONTE (BN)</b> tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	<b>IperSpaceBIM 3.0.1</b>
Licenza n.	<b>Concesso in licenza a CARUCCI FRANCO codice utente C03228</b>

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare.

Il modello di calcolo è definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell, a comportamento sia flessionale che membranale; l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al suo piano.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica.

Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del **MASTER-SLAVE**, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi; la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non condizionare in modo errato la matrice di rigidezza della struttura.

Qualora una maglia di travi non sia collegata da solai, lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi; la rigidezza flessionale delle travi è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati; pertanto, non è necessario definire preventivamente il centro di massa e momento d'inerzia delle masse poiché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo.

Il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questo richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme. Il codice di calcolo, infatti, considera i carichi presenti sull'asta, che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + \frac{1}{2}Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali; tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  forniscono il contributo dell'elemento alla determinazione della massa del nodo  $e$ , sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo, si ottiene la massa complessiva.

Per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza: in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  del peso dell'elemento shell e  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  dell'eventuale carico variabile ridotto; sommando i contributi di tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare a quest'ultimo.

## Verifica degli elementi strutturali

Le verifiche di resistenza degli elementi sono condotte considerando le sollecitazioni di calcolo ed imponendo che le resistenze siano superiori alle azioni. Gli elementi sono verificati e/o progettati applicando la gerarchia delle resistenze, in particolare la gerarchia flessione-taglio per la verifica/progetto dell'elemento e la gerarchia pilastro-trave per la determinazione delle resistenze del pilastro.

I criteri di verifica sono una raccolta di parametri usati in fase di verifica secondo le esigenze strutturali; ognuno di essi contiene i dati per tutti gli elementi; è sottointeso che nella verifica di un elemento (es. trave) non sono presi in considerazione i dati relativi agli altri elementi (ad es. se si verifica una trave non sono presi in considerazione i dati relativi a pilastri e shell, così come se si esegue una verifica agli SLU non sono presi in considerazione i dati relativi agli SLE). Ogni criterio di verifica è identificato da un nome a scelta dell'operatore, per cui nei tabulati di verifica il nome del criterio ne identifica i parametri usati.

Riguardo alle verifiche agli SLU le resistenze sono determinate in base a quanto specificato dalla norma attraverso il modello plastico-incrudente o elastico-perfettamente plastico. La verifica consiste nel controllare che, assegnate le sollecitazioni, le deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori a quelle ultime; ciò equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale  $N$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  il punto rappresentativo delle sollecitazioni è interno al dominio di resistenza della sezione.

Le verifiche agli SLE riguardano le verifiche di:

- deformabilità degli impalcati con  $\delta \leq 0.0050 \cdot h$ ;
- fessurazione;
- tensioni in esercizio.

## Criteri di verifica

<b>CLS_TraviFondazione_Rett</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica $R_{ck}$	kg/cm <sup>2</sup>	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio $f_{yk}$	kg/cm <sup>2</sup>	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2E06
Copriferro di calcolo	cm	4.1
Copriferro di disegno	cm	2.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cl}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione $f_{cd}$ calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento $E_y/E_0$		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cm <sup>2</sup>	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cm <sup>2</sup>	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cm <sup>2</sup>	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cm <sup>2</sup>	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione $n$		15
Coefficiente di omogeneizzazione $n$ in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
$f_c$ efficace	kg/cm <sup>2</sup>	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata $k_t$		0.40
Coefficiente di aderenza $k_1$		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cm <sup>2</sup>	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cm <sup>2</sup>	3600
Verifica Combinazione QP		No
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15

Cl <sub>s</sub> teso - Cl <sub>s</sub> compresso		0.5
<b>Armatura travi</b>		
Numero di bracci delle staffe		2
Numero minimo di ferri superiori		2
Numero minimo di ferri inferiori		2
Numero minimo di ferri di parete		1
Numero reggistaffe superiori		0
Numero reggistaffe intermedi		0
Numero reggistaffe inferiori		0
Diametro ferri superiori	mm	16
Diametro ferri inferiori	mm	16
Diametro staffe	mm	8
Percentuale armatura rispetto alla base per verifica a taglio	%	100.00
Minima percentuale armatura compressa rispetto alla tesa	%	50.00
Minima percentuale armatura rispetto al Cl <sub>s</sub>	%	0.20
Massima percentuale armatura rispetto al Cl <sub>s</sub>	%	1.55
<b>Calcolo travi</b>		
Traslazione momento		Si
<b>Verifica travi</b>		
Verifica a torsione		No
Verifica a pressoflessione retta		No
Trave a spessore		No
<b>Verifica N.T. travi</b>		
Trave tozza		No
Gerarchia Flessione-Taglio		Si
Escludi dalla gerarchia trave-pilastro		No
<b>Verifica a taglio travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$		1.2
Includi effetto spinotto nel taglio		Si
Includi effetto della pressoflessione nel taglio		Si
<b>Verifica a taglio N.T. travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDA)		1.2
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDB)		1
<b>Verifica a taglio D.M. 96 T.A. travi</b>		
Percentuale taglio alle staffe	%	60
Percentuale taglio ferri parete	%	40
Considera la resistenza a taglio VRD <sub>ns</sub>		NO
<b>Stampa travi</b>		
Stampa informazioni relative all'asse neutro		Si

<b>CLS Platee</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica R <sub>ck</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio f <sub>yk</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2E06
Copriferro di calcolo	cm	3.5
Copriferro di disegno	cm	2.0
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cls}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione f <sub>cd</sub> calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento E <sub>y</sub> /E <sub>0</sub>		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cm <sup>2</sup>	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cm <sup>2</sup>	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2600.0

Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cm <sup>2</sup>	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cm <sup>2</sup>	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
$f_c$ efficace	kg/cm <sup>2</sup>	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata $k_t$		0.40
Coefficiente di aderenza $k_1$		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cm <sup>2</sup>	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cm <sup>2</sup>	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cm <sup>2</sup>	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cm <sup>2</sup>	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura muri</b>		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	0.1
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
<b>Verifica muri</b>		
Step incremento armatura	cm <sup>2</sup>	0.01
Verifica muri come pareti		No

<b>CLS TraviAlte</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica $R_{ck}$	kg/cm <sup>2</sup>	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio $f_{yk}$	kg/cm <sup>2</sup>	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.01
Modulo elastico E acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2E06
Copriferro di calcolo	cm	4.1
Copriferro di disegno	cm	2.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cl}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione $f_{cd}$ calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Elasto-plastico
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cm <sup>2</sup>	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cm <sup>2</sup>	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cm <sup>2</sup>	2600.0

Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		X0
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
fc efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza k1		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura travi</b>		
Numero di bracci delle staffe		2
Numero minimo di ferri superiori		2
Numero minimo di ferri inferiori		2
Numero minimo di ferri di parete		1
Numero reggistaffe superiori		0
Numero reggistaffe intermedi		0
Numero reggistaffe inferiori		0
Diametro ferri superiori	mm	16
Diametro ferri inferiori	mm	16
Diametro staffe	mm	8
Percentuale armatura rispetto alla base per verifica a taglio	%	100.00
Minima percentuale armatura compressa rispetto alla tesa	%	50.00
Minima percentuale armatura rispetto al Cls	%	0.31
Massima percentuale armatura rispetto al Cls	%	1.55
<b>Calcolo travi</b>		
Traslazione momento		Si
<b>Verifica travi</b>		
Verifica a torsione		No
Verifica a pressoflessione retta		No
Trave a spessore		No
<b>Verifica N.T. travi</b>		
Trave tozza		Si
Gerarchia Flessione-Taglio		Si
Escludi dalla gerarchia trave-pilastro		No
<b>Verifica a taglio travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$		1.2
Includi effetto spinotto nel taglio		Si
Includi effetto della pressoflessione nel taglio		Si
<b>Verifica a taglio N.T. travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDA)		1.2
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDB)		1
<b>Verifica a taglio D.M. 96 T.A. travi</b>		
Percentuale taglio alle staffe	%	60

Percentuale taglio ferri parete	%	40
Considera la resistenza a taglio VRDns		NO
<b>Stampa travi</b>		
Stampa informazioni relative all'asse neutro		Si

<b>CLS_TraviFondazione</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica Rck	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio fyk	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	4.1
Copriferro di disegno	cm	2.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cl}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento $E_y/E_0$		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
fc efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza k1		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura travi</b>		
Numero di bracci delle staffe		2
Numero minimo di ferri superiori		2
Numero minimo di ferri inferiori		2

Numero minimo di ferri di parete		1
Numero reggistaffe superiori		0
Numero reggistaffe intermedi		4
Numero reggistaffe inferiori		2
Diametro ferri superiori	mm	16
Diametro ferri inferiori	mm	16
Diametro staffe	mm	8
Percentuale armatura rispetto alla base per verifica a taglio	%	100.00
Minima percentuale armatura compressa rispetto alla tesa	%	50.00
Minima percentuale armatura rispetto al Cls	%	0.20
Massima percentuale armatura rispetto al Cls	%	1.55
<b>Calcolo travi</b>		
Traslazione momento		Si
<b>Verifica travi</b>		
Verifica a torsione		No
Verifica a pressoflessione retta		No
Trave a spessore		No
<b>Verifica N.T. travi</b>		
Trave tozza		No
Gerarchia Flessione-Taglio		Si
Escludi dalla gerarchia trave-pilastro		No
<b>Verifica a taglio travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$		1.2
Includi effetto spinotto nel taglio		Si
Includi effetto della pressoflessione nel taglio		Si
<b>Verifica a taglio N.T. travi</b>		
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDA)		1.2
Coefficiente di sovra resistenza $\gamma_{Rd}$ (CDB)		1
<b>Verifica a taglio D.M. 96 T.A. travi</b>		
Percentuale taglio alle staffe	%	60
Percentuale taglio ferri parete	%	40
Considera la resistenza a taglio VRDns		NO
<b>Stampa travi</b>		
Stampa informazioni relative all'asse neutro		Si

<b>CLS Muri</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica Rck	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio fyk	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.01
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	3.5
Copriferro di disegno	cm	2.0
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{ClS}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Elasto-plastico
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		

Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		X0
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
$f_c$ efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata $k_t$		0.40
Coefficiente di aderenza $k_1$		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura muri</b>		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	0.1
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
<b>Verifica muri</b>		
Step incremento armatura	cmq	0.01
Verifica muri come pareti		No

<b>Acciaio Pressflessione</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		FE430
$\sigma_{amm}$ (T<40mm)	kg/cmq	1900
$\sigma_{amm}$ (T>40mm)	kg/cmq	1700
$F_y$ (T<40mm)	kg/cmq	2750
$F_y$ (T>40mm)	kg/cmq	2500
$F_t$ (T<40mm)	kg/cmq	4300
$F_t$ (T>40mm)	kg/cmq	4100
Piano di verifica		$\eta$
Tipo di instabilità		Pressoflessione senza svergolamento
$\lambda_{Max}$		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbamento $J_w$		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale $M_z$		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0.0

Limite spostamento nello stato finale	mm	L/250.00
Limite spostamento nello stato finale (mensola)	mm	L/125.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	mm	L/300.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili (mensola)	mm	L/150.00

<b>Legno_Arcareccio</b>		
<b>Verifiche</b>		
Resistenza di progetto $f_{yd}$	kg/cmq	140.00
Tensione massima ammissibile $\sigma_{amm}$	kg/cmq	100.00
Norma		DIN
Tipo di legno		Resinoso
Escludi momento $M_z$		Si
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Classe di servizio		Classe 2
Tipologia legno		Lamellare
Coefficiente di sicurezza parziale di calcolo $\gamma_M$		1.45
Coefficiente moltiplicativo per calcolo lunghezza efficace $k_{eff}$		0.9
Coefficiente moltiplicativo per calcolo sezione netta $k_{net}$		1
Coefficiente riduttivo della base per la verifica a taglio 'kcf'		1
Tipologia verifica		Arcareccio
Verifica a trazione o compressione parallela alla fibratura		No
Verifica a tensoflessione o pressoflessione		No
Verifica a flessione		Si
Verifica a taglio		Si
Verifica a torsione		No
Verifica a taglio e torsione		No
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli elementi inflessi		No

<b>Criterio: Criterio di verifica XLAM 0, Pannello Xlam Pannello XLAM 12</b>		
<b>Classi di resistenza strati</b>		
Classe C24 L.C.		
f <sub>mk</sub>	kg/cmq	240.00
f <sub>t0k</sub>	kg/cmq	165.00
f <sub>t90k</sub>	kg/cmq	4.00
f <sub>c0k</sub>	kg/cmq	240.00
f <sub>c90k</sub>	kg/cmq	27.00
f <sub>vk</sub>	kg/cmq	40.00
E <sub>0mean</sub>	kg/cmq	116000.00
E <sub>90mean</sub>	kg/cmq	3700.00
E <sub>005</sub>	kg/cmq	74000.00
G <sub>0mean</sub>	kg/cmq	6900.00
G <sub>90mean</sub>	kg/cmq	440.00
<b>Verifiche</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.25
Coefficiente di redistribuzione $k_m$		1
Verifiche per (Mesh/Setti)		Setti
Verifica direzioni secondarie		Si
Verifica ad instabilità		Si
Verifica ad instabilità direzione secondaria		No
Coefficiente lunghezza libera inflessione $k_{0c}$		1
Coefficiente di imperfezione $\beta_c$		1
Instabilità di trave		No
Coefficiente lunghezza libera flesso-torsionale $k_{0m}$		1

## Validazione del calcolo

il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

## Informazioni dell'elaborazione

Il calcolo automatico è stato eseguito su un elaboratore con le seguenti caratteristiche:

Tipo:	GenuineIntel - Intel(R) Core(TM) i7-9700 CPU @ 3.00GHz
Capacità di memoria:	16318 MB
Unità di memoria di massa:	Disco C 1T
Unità periferiche:	CANON C3320I
Sistema operativo e sua versione:	Windows 10 (Build :19041)

La valutazione della correttezza dei dati in ingresso e dell'accuratezza dei risultati è stata effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore, sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo e alle caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è 16, e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è:  $9.970687e+08$ . Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$\text{Max/Min}=9.970687e+08 < 1.000000e+16$$

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

## Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza

Scenario di calcolo: **Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO\_2018**

Minimo della diagonale	6.433115e+04
Massimo della diagonale	6.414258e+13
Rapporto Max/Min	9.970687e+08
Media della diagonale	2.702948e+11
Densità	4.461216e-01

Pertanto i risultati si ritengono accettabili per quanto riguarda la correttezza del calcolo automatico.