



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA**

**Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università
Investimento 1.3: Piano per le infrastrutture per lo sport nelle scuole**

**REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA
AL SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA DI BERBENNO DI VALTELLINA
CUP G71B22001270001**

COMMITTENTE
COMUNE DI BERBENNO DI VALTELLINA (SO)

PROGETTO DEFINITIVO / ESECUTIVO

LUGLIO 2023

AGG. ...



RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

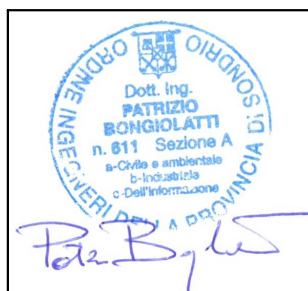
capogruppo mandatario
ARCHITETTO GIOVANNI VANO!
Lungo Mallero Cadorna, 64 23100 Sondrio Tel +39 0342 515106
giovannivano@zeroseistudio.it

mandanti
ARCHITETTO CLAUDIA GUSMEROLI
INGEGNERE PATRIZIO BONGIOLATTI
PERITO IND. CESARE GIARBA
PERITO IND. MARIO SALA TESCIA
INGEGNERE PAOLO GALLO

PROGETTO DELLE STRUTTURE

ALL. ST 08

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE



**STUDIO DI
INGEGNERIA**

Via A. Volta 273 - 23010 Berbenno di Valtellina (SO)

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Cell. 345.65.39.837 - Tel: 0342.49.37.25
e-mail: patrizio.bongiolatti@gmail.com
e-mail PEC: patrizio.bongiolatti@ingpec.eu
P.IVA 00821060142 - CF. BNG PRZ 77E15 I829R

INDICE

1.	PREMESSE	1
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3.	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	4
3.1.	CALCESTRUZZO.....	4
3.2.	ACCIAIO IN BARRE TIPO B450C	4
3.3.	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	4
3.4.	BULLONI, VITI E/O BARRE FILETTATE	4
4.	VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA: PREMESSE.....	5
4.1.	IN CONDIZIONI STATICHE.....	5
4.2.	IN CONDIZIONI SISMICHE	6
5.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA.....	7
5.1.	FATTORE DI STRUTTURA.....	9
6.	ANALISI DEI CARICHI	11
6.1.	SPINTE SISMICHE	11
6.2.	PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI.....	11
6.3.	AZIONI DEL VENTO	14
6.3.1	AZIONI DEL VENTO SULLE FACCIAE ESPOSTE	15
6.4.	COMBINAZIONI DI CARICO	16
7.	PROGETTO DELLE NUOVE STRUTTURE	20
7.1.	CODICE DI CALCOLO FEM ADOTTATO NORME C.N.R.-U.N.I 10024/86	20
7.2.	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	21
7.2.1	MODELLO EDIFICIO	22
7.2.2	RISULTATI ELABORAZIONI EDIFICIO: RISPOSTA MODALE	24
7.2.3	GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	26

1. PREMESSE

La presente relazione di calcolo riguarda le verifiche delle nuove strutture inerenti all'intervento di "COSTRUZIONE NUOVA PALESTRA SCOLASTICA AL SERVIZIO DELLA SCUOLA PRIMARIA DI BERBENNO DI VALTELLINA E CREAZIONE NUOVA AREA SPORTIVA AL SERVIZIO SCUOLA PRIMARIA DI BERBENNO DI VALTELLINA – CUP: G71B22001270001" in attuazione del PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA – MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA – Componente 1 – Potenziamento dell'offerta di servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università – Investimento 1.3: Piano per le infrastrutture per lo sport nelle scuole.

L'intervento sarà realizzato per conto dell'Amministrazione del comune di Berbenno di Valtellina (SO) con sede in Piazza Municipio n. 1 – 23010 Berbenno di Valtellina (SO).

La nuova struttura avrà pianta rettangolare di dimensioni indicative 25,90 m x 16,95 m con due altezze differenti: 3,50 m dal piano di calpestio per spogliatoi, deposito attrezzi e vani tecnici e 6,40 m dal piano di calpestio per la palestra. Quest'ultima occuperà una superficie di 200 mq su pianta rettangolare di dimensioni 20,0 m x 10,0 m.

L'edificio verrà realizzato con i fronti nord e ovest interrati. Esso si svilupperà su di un unico livello sia per il corpo palestra che per spogliatoi, deposito attrezzi e vani tecnici, ma con diverse altezze. Tuttavia, il progetto delle strutture terrà conto dei carichi derivanti dalla possibile sopraelevazione di un futuro lotto funzionale, con realizzazione di nuovo volume insistente sulla superficie della palestra, a destinazione d'uso tipo biblioteca, con struttura interamente in c.a..

La nuova struttura in progetto è situata alle coordinate Latitudine 46,1688 gradi e Longitudine 9,7437 gradi.

Le strutture portanti in elevazione sono così costituite:

- 1) struttura verticale: sarà costituita da muri, setti e pilastri in c.a. ordinario gettato in opera;
- 2) solai: saranno realizzati in getto pieno di c.a. ordinario gettato in opera con travi e cordoli nello spessore del solaio.

Per quel che riguarda le fondazioni si prevedono di tipo diretto su travi rovesce, cordoli e platee in calcestruzzo armato ordinario gettato in opera, dimensionate sulla base delle informazioni e dei parametri individuabili nella "INDAGINE GEOLOGICA

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

GEOTECNICA-SIMICA INVARIANZA IDRAULICA" redatta a cura del dott. geol. Maurizio Azzola in data 6 luglio 2023. Per i parametri geotecnici si farà riferimento anche alla "RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA" redatta sempre a cura del dott. geol. Maurizio Azzola in data 7 aprile 2015 e successiva integrazione del 12 febbraio 2020 riferita ad aree limitrofe.

L'edificio sarà destinato, come detto, ad uso palestra alla quota del piano di calpestio del piano terra.

Il solaio della copertura dei vani spogliatoi, deposito attrezzi e vani tecnici, sarà accessibile. Pertanto, sarà previsto su di esso, il carico variabile neve come da normativa oltre al carico variabile Cat. C3.

Sulla soletta di copertura della palestra, invece, per tener conto di quanto già detto sulla possibilità di realizzare un futuro lotto funzionale, sarà considerato applicato il carico variabile di tipo E1.

Per la tipologia di edificio in esame, e quindi, per la destinazione d'uso cui è dedicato, la struttura è in classe d'uso IV con una vita nominale VN di 50 anni.

Infine, le elaborazioni e le verifiche sono impostate secondo il metodo degli stati limite, schematizzando le strutture agli elementi finiti, seguendo le procedure previste ai capitoli 4 e 7 delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) controllando il comportamento della struttura soggetta ai carichi permanenti (peso proprio e carichi permanenti portati), ai carichi variabili ed alle azioni sismiche e del vento secondo normativa, implementando nel modello di calcolo ad elementi finiti, oltre alle strutture del presente progetto, anche una ipotesi costruttiva del futuro lotto funzionale a destinazione d'uso biblioteca.

Ai fini del rispetto della normativa di prevenzioni incendi tutte le strutture esposte al fuoco saranno REI 60.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le analisi contenute nella presente relazione sono conformi alle norme attualmente in vigore:

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;
- D. M. Min. Il. TT. 17 gennaio 2018 – Norme tecniche per le costruzioni (di seguito: **NTC 2018**).
- Circolare Ministero Infrastrutture e trasporti del 21/01/2019 n. 7: "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018" (di seguito **Circolare NTC 2018**).
- D.G.R. 11 luglio 2014 – n. X/2129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000 art. 3, c. 108, lett. D).
- D.G.R. Lombardia 30 marzo 2016 – n. X/5001 – “Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica”.
- L.R. Lombardia n. 33/2015 – “Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zona sismica”.
- D.L. n. 123 del 24/10/2019.
- D.G.R. Lombardia n. 2584 del 02/12/2019.
- L.R. Lombardia n. 21 del 10/12/2019.
- Circolare Regione Lombardia del 28 gennaio 2020 – n. 1 – “Profili applicativi in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche”.
- D.G.R. Lombardia 30.11.2011 n. IX/2616 – “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio.
- D.M. 16 febbraio 2007 – “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.”

3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

3.1. CALCESTRUZZO

Per tutte le nuove opere in c.a. si prescrive calcestruzzo con resistenza caratteristica cubica a 28 giorni C28/35 ($R_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$) con classe di esposizione XC2 e cemento pozzolanico per tutte le opere a contatto con la terra e XC1 con cemento portland per tutte le opere coperte non a contatto col terreno:

Resistenza media cubica a compressione	R_{ck}	=	35,0	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	f_{ck}	=	29,05	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	=	2,83	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza calcestruzzo	γ_c	=	1,5	
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	=	0,85	

Tabella 1 – Valori caratteristici del calcestruzzo

Gli inerti per il calcestruzzo devono essere di predeterminata granulometria, accuratamente lavati ed esenti da impurità.

3.2. ACCIAIO IN BARRE TIPO B450C

Si prevede l'impiego di acciaio B450C avente le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento di calcolo	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Tensione a rottura di calcolo	f_{tk}	=	540	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza acciaio	γ_s	=	1,15	
Modulo elastico	E_s	=	200.000	kN/mm ²

Tabella 2 – Valori caratteristici dell'acciaio per c.a.

3.3. ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Si prevede l'impiego di acciaio S275 avente le seguenti caratteristiche ($t = s.p.$ in mm):

$f_{y,k} (t \leq 40 \text{ mm}) =$	2.750	daN/cm ²
$f_{y,k} (t > 40 \text{ mm}) =$	2.500	daN/cm ²
$\tau_{max} (t \leq 40 \text{ mm}) = f_{y,k} / \sqrt{3} =$	1.587	daN/cm ²
$\tau_{max} (t > 40 \text{ mm}) = f_{y,k} / \sqrt{3} =$	1.443	daN/cm ²
$E_s =$	2.100.000	daN/cm ²

Tabella 3 – Caratteristiche dell'acciaio per carpenterie metalliche assunte per le verifiche

3.4. BULLONI, VITI E/O BARRE FILETTATE

Si prevede l'impiego di viti, bulloni e barre classe 8.8 avente le seguenti caratteristiche:

$f_{d,N} =$	5.600,0	daN/cm ²
$f_{d,V} =$	3.960,0	daN/cm ²

Tabella 4 – Caratteristiche dei bulloni e viti assunte per le verifiche

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

4. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA: PREMESSE

4.1. IN CONDIZIONI STATICHE

Per garantire il rispetto degli Stati Limite Ultimi e di Esercizio in condizioni statiche in conformità con il capitolo 4 delle NTC, le verifiche da eseguire sono quelle elencate di seguito.

- Per lo Stato Limite Ultimo (**SLU**):
 - Equilibrio e resistenza delle strutture. Le verifiche eseguite sono quelle che le NTC 2018 richiedono per lo Stato Limite Ultimo. Questo tipo di verifiche statiche, di tipo flessionale e a taglio, saranno eseguite secondo lo spirito del D.M. 17/01/2018 con un controllo della sicurezza della struttura. Essa può essere definita come la distanza che la struttura mantiene dalle situazioni più estreme, ovvero al limite del collasso.

Se con "E_d" si indicano genericamente le azioni agenti su una costruzione e con "R_d" le resistenze che la struttura stessa è in grado di mobilitare per sopportare le sollecitazioni, il coefficiente di sicurezza, indicato con "S" è dato dal rapporto:

$$S = R_d / E_d.$$

Una struttura è in condizioni di sicurezza se il coefficiente appena definito ha valore superiore a uno.

Le strutture che non rispondessero ai criteri esposti sarebbero giudicate non idonee e bisognose di interventi di consolidamento.

- Per lo Stato Limite di Esercizio (**SLE**):
 - Verifiche di deformabilità degli elementi strutturali. Le verifiche sono quelle inerenti lo stato limite di deformazione e/o spostamento, al fine di evitare deformazioni e spostamenti che possano compromettere l'uso efficiente della costruzione e dei suoi contenuti.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

4.2. IN CONDIZIONI SISMICHE

Per garantire il rispetto degli Stati Limite Ultimi e di Esercizio, si riportano nel seguito le verifiche di sicurezza sotto le azioni sismiche in conformità con la Tab. 7.3.III delle NTC 2018. In particolare, con riferimento alla tabella citata, per la struttura in esame e per la classe d'uso cui essa appartiene (Classe IV), le verifiche da eseguire sono quelle elencate di seguito.

- Per lo Stato Limite Ultimo di salvaguardia della Vita (**SLV**):
 - Resistenza delle strutture. Le verifiche eseguite sono quelle che le NTC 2018 richiedono per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita.
- Per lo Stato Limite di Esercizio di contenimento del Danno (**SLD**):
 - Resistenza degli elementi strutturali. Si tratta in sostanza di verifiche a rottura del tutto analoghe a quelle già illustrate per lo stato limite SLV. Queste verifiche vengono omesse in quanto lo spettro di progetto relativo a SLD è sempre minore di quello relativo a SLV, e quindi le verifiche in questione sono meno restrittive e soddisfatte in caso di verifica degli SLV.
 - Contenimento del danno degli elementi strutturali. Le verifiche si riconducono al controllo delle deformazioni sotto le azioni sismiche definite, vista la classe d'uso dell'edificio, dallo spettro relativo allo SLO.

Deve essere, quindi, per costruzioni con struttura portante costituita da telaio di travi e pilastri in c.a. ordinario, considerando che si avranno tamponature fragili collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$d_r = \frac{2}{3} \cdot 0,005 \cdot h = 0,0033 \cdot h$$

dove:

d_r = è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;

h = è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Per gli elementi non strutturali la norma (§ 7.3.6.2) cita che "devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della Fa corrispondente allo SL e alla CU considerati."

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

5. CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In base a quanto definito dalle NTC (§ 7.), la struttura in esame deve essere analizzata combinando le due componenti orizzontali dell'azione sismica. Tali combinazioni sono ricavate sommando ai massimi ottenuti per l'azione applicata in una direzione, il 30% dei massimi ottenuti per le azioni applicate all'altra:

$$1,00 \times E_x \pm 0,30 \times E_y$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali previste dalle NTC e sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- 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.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento (P_{VR}), definite in funzione della classe strutturale e della vita utile. E' conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{VR})$$

Per l'opera in esame si ha:

- Vita Nominale $V_N = 50$ anni (Costruzioni di tipo 2 – con livelli di prestazione ordinari);
- Classe d'uso IV

e quindi:

- Coefficiente d'uso $c_u = 2,0$
- Periodo di riferimento dell'azione sismica $V_R = 100$ anni

Le verifiche vengono eseguite con i criteri delle NTC riferiti allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) ed allo Stato Limite di Danno (SLD). Quindi, essendo all'SLV $P_{VR} = 10\%$, ed all'SLD $P_{VR} = 63\%$, le verifiche devono essere condotte assumendo:

- all'SLV: Periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 949$ anni;
- all'SLD: Periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 101$ anni.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* , sono definiti a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, cioè delle seguenti coordinate:

Latitudine	46,1688°
Longitudine	9,7437°

e quindi:

Preferenze D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Accelerogrammi Verifiche geotecniche Vento Neve C.A. Acciaio Legno Lega di alluminio

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri Statica non lineare (pushover)

Tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn Default (50)

Classe d'uso IV

Località: Sondrio, Berbenno Di Valtellina
 Latitudine ED50 46,1688° (46° 10' 8")
 Longitudine ED50 9,7437° (9° 44' 37")
 Altitudine s.l.m. 18,24 m

Vr Default (100)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	60	Default (0.0324)	Default (2.576)	Default (0.2)
SLD	Default (63)	101	Default (0.0391)	Default (2.603)	Default (0.22)
SLV	Default (10)	949	Default (0.085)	Default (2.638)	Default (0.28)
SLC	Default (5)	1950	Default (0.1054)	Default (2.657)	Default (0.289)

Figura 1

si ottengono i grafici degli spettri elastici orizzontali vengono riportati in Figura 2.

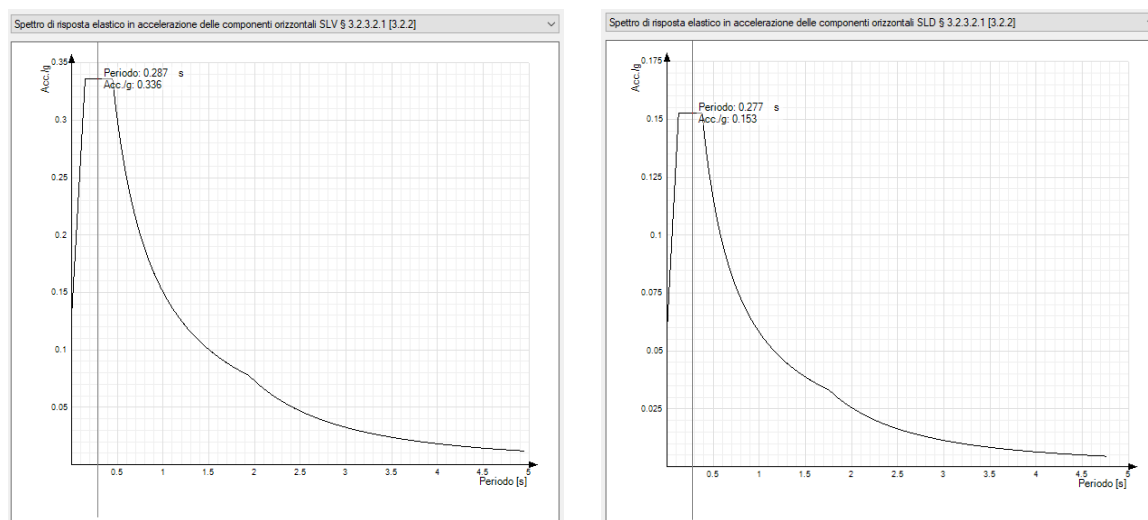


Figura 2 - Spettri orizzontali elastici dello SLV e SLD

Per la costruzione degli spettri di risposta di progetto si ha:

- categoria topografica T_1 con $S_T = 1,0$;
- categoria del suolo assunta pari a C.

La futura possibile sopraelevazione prevede una porzione di struttura con pilastri elevati "in falso" dalla soletta di copertura della palestra in progetto. Le NTC 2018 al capitolo 7.2.2 prevedrebbero l'applicazione del sisma verticale.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Tuttavia, secondo i disposti delle NTC 2018 al capitolo 3.2.3.1, la componente verticale deve essere tenuta in conto se il sito nel quale sorge la costruzione sia caratterizzato da una accelerazione al suolo con $a_g > 0.15g$.

Nel caso in esame, come evidenziato nella precedente Figura 1, $a_g < 0.15g$.

Pertanto non sarà necessario considerare la componente verticale del sisma.

5.1. FATTORE DI STRUTTURA

Per la determinazione dello spettro di progetto (§ 3.2.3.5 NTC) a partire dagli spettri elastici si considera un fattore di struttura "q" dipendente dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità, dai criteri di progettazione adottati e dalla non linearità del materiale.

Per le analisi in SLV va detto che gli elementi sismo resistenti sono costituiti dai muri, pilastri e dai setti in c.a. ordinario gettato in opera ad ogni livello. Pertanto l'edificio è classificabile come "costruzione in c.a. a pareti accoppiate".

Dalla prima analisi ad elementi finiti della struttura, è tuttavia risultato che la struttura è deformabile torsionalmente avendo ottenuto che il rapporto $\frac{r^2}{I_s^2} < 1$.

Ne consegue, per l'analisi all'SLV, che il fattore di struttura (tabella 7.3.II delle NTC 2018) nel caso di costruzione in classe di duttilità "B", vale:

- Strutture in c.a. composte da telai o pareti, deformabili torsionalmente – $q = 2,0$;

NON si considerano né la regolarità in pianta né in altezza ai sensi del § 7.2.1 delle NTC 2018, ovvero si assume, cautelativamente:

$$K_R = 0,8.$$

Si assume, ancora, cautelativamente per il valore di K_w il valore minimo, ovvero:

$$K_w = 0,51.$$

Si ottiene, quindi, nel caso di costruzione in classe di duttilità "B":

- $q = 2,0 \cdot 0,8 \cdot 0,51 = 0,816$;

Si assume, tuttavia, un comportamento non dissipativo della struttura, adottando un

fattore di comportamento q_{ND} ridotto secondo l'espressione [7.3.2] delle NTC 2018.

$$\text{Si ottiene: } 1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

$$\text{E quindi: } q_{ND} = \frac{2}{3} \cdot q_{CD"B"} = \frac{2}{3} \cdot 0,816 = 0,544$$

Non potendo essere il valore di q , inferiore all'unità, si assume, in definitiva, come fattore di struttura per le analisi in SLV:

$$q_{Lim} = 1,0$$

Per le verifiche di deformabilità, essendo l'edificio in classe d'uso IV, si deve far riferimento, come indicato al § 7.3.6.1 delle NTC 2018, allo SLO.

Secondo quanto indicato nella tabella 7.3.I del § 7.3 delle NTC 2018 deve essere:

$$q \text{ (SLO)} = 1,0$$

Tutti i solai degli impalcati sono considerati come elementi strutturali di irrigidimento dei telai nel piano orizzontale.

Infine, i carichi del sisma, come indicato dalle NTC, sono distribuiti in modo da tener conto di eventuali eccentricità delle rigidezze rispetto al baricentro geometrico.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1. SPINTE SISMICHE

Le spinte sismiche sull'edificio sono state implementate facendo riferimento ai dati riportati nel precedente capitolo, attraverso analisi modale con spettro di risposta, considerando fra le masse vibranti, tutte le strutture portanti, i solai, i tamponamenti introdotti col loro peso proprio.

6.2. PESO PROPRIO E CARICHI PERMANENTI

Soletta di Copertura corpo spogliatoi e vani tecnici

Sulla copertura in oggetto, accessibile ad area ludica scolastica esterna, è prevista la posa di tappeto erboso sintetico per giardino. Si hanno i seguenti carichi permanenti portati e variabili caratteristici:

Carico permanente portato = 1,70 kN/m²

Costituito da:

- Tappeto erboso sintetico = 0,20 kN/m²
- Isolante = 0,30 kN/m²
- Massetto per pendenze sp. Medio 12 cm = 1,20 kN/m²

Carico variabile neve = $1,39 \cdot \left(1 + \left(\frac{Q_s}{728} \right)^2 \right) \cdot \mu = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Carico variabile Cat. C3 (spazi comuni) = 5,00 kN/m²

Con:

$Q_s = 390 \text{ m s.l.m.};$

$\mu = 0,8$

Oltre al peso proprio delle strutture della soletta con struttura in c.a. pieno gettato in opera dello spessore di 25 cm.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Soletta di Copertura corpo Palestra

Sulla copertura in oggetto, sarà prevista la peggiore fra le due possibili combinazioni di seguito analizzate.

Caso a)

La prima prevede la destinazione ad intradosso della soletta, ad area ludica scolastica esterna, con pavimento in tappeto erboso sintetico per giardino. Si hanno, in questo caso, i seguenti carichi permanenti portati e variabili caratteristici:

Carico permanente portato = 1,70 kN/m²

Costituito da:

- Tappeto erboso sintetico = 0,20 kN/m²
- Isolante = 0,30 kN/m²
- Massetto per pendenze sp. Medio 12 cm = 1,20 kN/m²

Carico variabile neve = $1,39 \cdot \left(1 + \left(\frac{Q_s}{728} \right)^2 \right) \cdot \mu =$ 1,50 kN/m²

Carico variabile Cat. C3 (spazi comuni) = 5,00 kN/m²

Con:

$Q_s = 390$ m s.l.m.;

$\mu = 0,8$

Oltre al peso proprio delle strutture della soletta con struttura in c.a. pieno gettato in opera dello spessore di 40 cm.

Caso b)

La seconda prevede la destinazione ad intradosso della soletta, ad uso biblioteca. Si hanno, in questo caso, i seguenti carichi permanenti portati e variabili caratteristici:

Carico permanente portato = 4,50 kN/m²

Costituito da:

- Pavimento, sottofondo e pacchetto impianti = 4,20 kN/m²
- Isolante = 0,30 kN/m²

Carico variabile Cat. E1 = 6,00 kN/m²

Oltre al peso proprio delle strutture della soletta con struttura in c.a. pieno gettato in opera dello spessore di 40 cm.

Il caso b) risulta essere il più gravoso. Pertanto, sarà quello tenuto in conto nelle verifiche.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Soletta di Copertura futura biblioteca

Sulla copertura in oggetto, accessibile esclusivamente per manutenzione, è previsto il solo carico variabile neve oltre al carico variabile tipo Cat. H. Si considerano, pertanto, i seguenti carichi permanenti portati e variabili caratteristici:

Carico permanente portato = 3,00 kN/m²

Costituito da:

- Ghiaietto di riporto sp. Medio 10 cm = 1,70 kN/m²
- Isolante = 0,30 kN/m²
- Massetto pendenze sp. Medio 10 cm = 1,00 kN/m²

Carico variabile neve = $1,39 \cdot \left(1 + \left(\frac{Q_s}{728} \right)^2 \right) \cdot \mu = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Carico variabile Cat. H = 0,50 kN/m²

Con:

$Q_s = 390 \text{ m s.l.m.};$

$\mu = 0,8$

Oltre al peso proprio delle strutture della soletta, ipotizzata in c.a. pieno gettato in opera, dello spessore di 40 cm.

6.3. AZIONI DEL VENTO

Il vento, che si suppone spira orizzontalmente, esplica la sua azione con pressioni ortogonali alle superfici investite, applicate staticamente nella loro più sfavorevole combinazione. L'intensità delle pressioni del vento varia in funzione della geometria dell'elemento e della pressione cinetica di riferimento e si calcola a partire da:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

Dove:

$q_b = 39,1 \text{ daN/mq}$

Zona vento: 1

classe di rugosità del terreno C

categoria di esposizione III

da cui:

$k_r = 0,20$, $Z_o = 0,10 \text{ m}$, $Z_{min} = 5,0 \text{ m}$

Per le facciate esposte (considerando anche la porzione in soprizzo del corpo biblioteca) si ha:

$Z_{max} \approx 10,60 \text{ m}$ si ha:

$$C_e = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right) \cdot \left[7 + C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right)\right] = 2,18$$

$$C_{e,zmin} = k_r^2 \cdot C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right) \cdot \left[7 + C_t \cdot \ln\left(\frac{Z}{Z_o}\right)\right] = 1,71$$

$C_t = 1$;

$C_p = 1,20$ (cautelativamente);

$C_d = 1,0$.

6.3.1 AZIONI DEL VENTO SULLE FACCIATE ESPOSTE

Le azioni del vento sul corpo di fabbrica sarà applicato alle facciate esposte con le intensità delle pressioni calcolate da normativa:

- da quota imposta fabbricato fino alla quota Z_{MIN} (facciata spogliatoi del fronte sud):

$$p_{zmin} = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 39,1 \cdot 1,71 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 81,0 \frac{daN}{m^2}$$

- da quota Z_{MIN} fino alla sommità del fabbricato, si applicherà un carico distribuito ad intensità variabile con l'altezza, a partire dal valore della pressione calcolata in Z_{MIN} , fino al valore di intensità massima corrispondente alla quota di sommità del fabbricato, ovvero:

$$p_{zmin} = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 39,1 \cdot 1,71 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 81,0 \frac{daN}{m^2}$$

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 39,1 \cdot 2,18 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 103,0 \frac{daN}{m^2} \quad (\text{facciata sud ascensore, facciata ovest e sud sopralzo biblioteca}).$$

6.4. COMBINAZIONI DI CARICO

Per determinare le sollecitazioni agenti nelle strutture sono state effettuate le combinazioni di carico di seguito riportate, con i coefficienti moltiplicativi indicati.

Famiglia SLD – Combinazione sismica

Nome	Nome breve	Pesi Propri	Carichi Permanenti Portati	Carico Variabile Cat. E	Carico Variabile Cat. C	Carico Variabile Cat. H	Carico Variabile Neve	Carico Variabile Vento
1	SLD 1	1	1	0.8	0.6	0	0	0
2	SLD 2	1	1	0.8	0.6	0	0	0
3	SLD 3	1	1	0.8	0.6	0	0	0
4	SLD 4	1	1	0.8	0.6	0	0	0
5	SLD 5	1	1	0.8	0.6	0	0	0
6	SLD 6	1	1	0.8	0.6	0	0	0
7	SLD 7	1	1	0.8	0.6	0	0	0
8	SLD 8	1	1	0.8	0.6	0	0	0
9	SLD 9	1	1	0.8	0.6	0	0	0
10	SLD 10	1	1	0.8	0.6	0	0	0
11	SLD 11	1	1	0.8	0.6	0	0	0
12	SLD 12	1	1	0.8	0.6	0	0	0
13	SLD 13	1	1	0.8	0.6	0	0	0
14	SLD 14	1	1	0.8	0.6	0	0	0
15	SLD 15	1	1	0.8	0.6	0	0	0
16	SLD 16	1	1	0.8	0.6	0	0	0

Nome	Nome breve	X SLD	Y SLD	Z SLD	EY SLD	EX SLD	Tr x SLD	Tr y SLD
1	SLD 1	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3
2	SLD 2	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3
3	SLD 3	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3
4	SLD 4	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3
5	SLD 5	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1
6	SLD 6	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1
7	SLD 7	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1
8	SLD 8	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1
9	SLD 9	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1
10	SLD 10	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1
11	SLD 11	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1
12	SLD 12	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1
13	SLD 13	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3
14	SLD 14	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3
15	SLD 15	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3
16	SLD 16	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3

Famiglia SLV – Combinazione sismica

$$F_d = E + G_1 + G_2 + \sum \psi_{2i} Q_{ki}$$

E = azione sismica;

G₁ = pesi propri strutturali col loro valore caratteristico;

G₂ = pesi propri non strutturali col loro valore caratteristico;

Q_{ki} = carichi variabili col loro valore caratteristico;

Nome	Nome breve	Pesi Propri	Carichi Permanenti Portati	Carico Variabile Cat. E	Carico Variabile Cat. C	Carico Variabile Cat. H	Carico Variabile Neve	Carico Variabile Vento
1	SLV 1	1	1	0.8	0.6	0	0	0
2	SLV 2	1	1	0.8	0.6	0	0	0
3	SLV 3	1	1	0.8	0.6	0	0	0
4	SLV 4	1	1	0.8	0.6	0	0	0
5	SLV 5	1	1	0.8	0.6	0	0	0
6	SLV 6	1	1	0.8	0.6	0	0	0
7	SLV 7	1	1	0.8	0.6	0	0	0
8	SLV 8	1	1	0.8	0.6	0	0	0
9	SLV 9	1	1	0.8	0.6	0	0	0
10	SLV 10	1	1	0.8	0.6	0	0	0
11	SLV 11	1	1	0.8	0.6	0	0	0
12	SLV 12	1	1	0.8	0.6	0	0	0
13	SLV 13	1	1	0.8	0.6	0	0	0
14	SLV 14	1	1	0.8	0.6	0	0	0
15	SLV 15	1	1	0.8	0.6	0	0	0
16	SLV 16	1	1	0.8	0.6	0	0	0

Nome	Nome breve	X SLV	Y SLV	Z SLV	EY SLV	EX SLV	Tr x SLV	Tr y SLV
1	SLV 1	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3
2	SLV 2	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3
3	SLV 3	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3
4	SLV 4	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3
5	SLV 5	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1
6	SLV 6	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1
7	SLV 7	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1
8	SLV 8	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1
9	SLV 9	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1
10	SLV 10	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1
11	SLV 11	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1
12	SLV 12	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1
13	SLV 13	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3
14	SLV 14	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3
15	SLV 15	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3
16	SLV 16	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Per la combinazione allo SLU statico:

$$F_d = \gamma_{g1} G_1 + \gamma_{g2} G_2 + \gamma_{qk} \left(Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik}) \right)$$

G_1 = pesi propri strutturali col loro valore caratteristico;

G_2 = pesi propri non strutturali col loro valore caratteristico;

Q_{1k} = carico variabile di base col suo valore caratteristico;

Q_{ik} = altri carichi variabili col loro valore caratteristico;

$\gamma_{g,1} = 1,3$ per i pesi propri strutturali;

$\gamma_{g,2} = 1,5$ per i pesi propri non strutturali;

$\gamma_q = 1,5$ per le azioni variabili.

Per la combinazione allo SLE rara statica:

$$F_d = G_1 + G_2 + \left(Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik}) \right)$$

G_1 = pesi propri strutturali col loro valore caratteristico;

G_2 = pesi propri non strutturali col loro valore caratteristico;

Q_{1k} = carico variabile di base col suo valore caratteristico;

Q_{ik} = altri carichi variabili col loro valore caratteristico.

$\psi_0 = 0,5$ per carico variabile neve a quota inferiore a 1.000,0 m s.l.m.;

$\psi_0 = 0,6$ per carico variabile vento;

$\psi_0 = 0,7$ per carico variabile Cat. C;

$\psi_0 = 1,0$ per carico variabile Cat. E;

$\psi_0 = 0,0$ per carico variabile Cat. H;

Per la combinazione allo SLE quasi permanente statica:

$$F_d = G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \left(\sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} \cdot Q_{ki}) \right)$$

G_1 = pesi propri strutturali col loro valore caratteristico;

G_2 = pesi propri non strutturali col loro valore caratteristico;

Q_{1k} = carico variabile di base col suo valore caratteristico;

Q_{ik} = altri carichi variabili col loro valore caratteristico;

$\psi_2 = 0,0$ per carico variabile vento, Cat. H e neve a quota inf. a 1.000,0 m s.l.m.;

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

$\psi_2 = 0,8$ per carico variabile Cat. E;

$\psi_2 = 0,6$ per carico variabile Cat. C.

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

7. PROGETTO DELLE NUOVE STRUTTURE

7.1. CODICE DI CALCOLO FEM ADOTTATO NORME C.N.R.-U.N.I 10024/86

Il codice di calcolo utilizzato per le verifiche è SISMICAD, versione 12.21, prodotto, distribuito e assistito dalla Soc. CONCRETE, con sede in Padova, Via Della Pieve 19 (Estremi Licenza: SW-5483028).

Il codice effettua l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà. Gli elementi considerati sono di tipo shell e beam, aventi rispettivamente comportamento a piastra e a trave. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sugli elementi beam come carichi lineari. I vincoli esterni sono definiti da sei costanti di rigidezza elastica.

L'affidabilità del codice di calcolo è garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto, che riporta, per una serie di strutture significative, i confronti tra le analisi effettuate con il codice e quelle effettuate con codici di confronto. L'esame della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso in esame.

La presenza di un modulo CAD per l'introduzione dei dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi e dei carichi introdotti. E' possibile ottenere rappresentazioni grafiche di deformate, sollecitazioni e stati di tensione della struttura.

Per la struttura oggetto di verifica non si ritiene necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale.

7.2. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

L'analisi della struttura soggetta a sollecitazioni sia statiche che sismiche è lineare dinamica modale.

La scelta del tipo di analisi è dettata dal fatto che la risposta sismica in una delle due direzioni principali, dipende significativamente dai modi di vibrare superiori al primo (§7.3.2 N.T.C.), escludendo, di fatti, la possibilità di applicare una analisi lineare statica. Inoltre, non si verificano neppure le condizioni di cui al §7.3.4.1 delle N.T.C. e Circolare rendendo inapplicabile, di fatto, anche l'analisi non lineare statica.

I calcoli sono eseguiti in campo elastico, con materiale omogeneo ed isotropo.

Vista la semplicità della geometria della struttura, il tipo di analisi adottato si ritiene il più adatto per gli scopi di queste verifiche.

Viene eseguita la modellazione dell'edificio con elementi beam per travi e pilastri, e shell per solette e murature, ciascuno con la propria sezione reale. Ogni elemento beam è caratterizzato da due nodi in fase di modellazione automatica del programma mentre gli elementi shell hanno un numero di nodi variabile superiore a 3. Ciascun nodo è in grado di subire tre spostamenti e tre rotazioni salvo i nodi in corrispondenza dei vincoli.

I vincoli adottati sono i seguenti:

- Le fondazioni sono modellate come travi su suolo elastico;
- I muri, i pilastri e i setti, collegati rigidamente alle travi di fondazione e alle travi e cordoli degli impalcati, sono considerati con vincoli di incastro alle estremità;
- le travi e le solette ad ogni livello sono considerate con vincolo di semplice appoggio alle estremità.

Prima e durante l'elaborazione, il programma di calcolo esegue controlli che consentono di individuare eventuali errori di modellazione, così come la presenza nei risultati di nodi con spostamenti o rotazioni eccessivi.

La risoluzione dei modelli numerici è svolta dal software regolarmente, completando correttamente il calcolo senza alcun messaggio di errore o avvertimento.

7.2.1 MODELLO EDIFICIO

Gli assi locali sono indicati in Figura 3 e Figura 4, dove si riportano le viste del modello implementato. In Figura 5 e Figura 6, le immagini della mesh di calcolo.

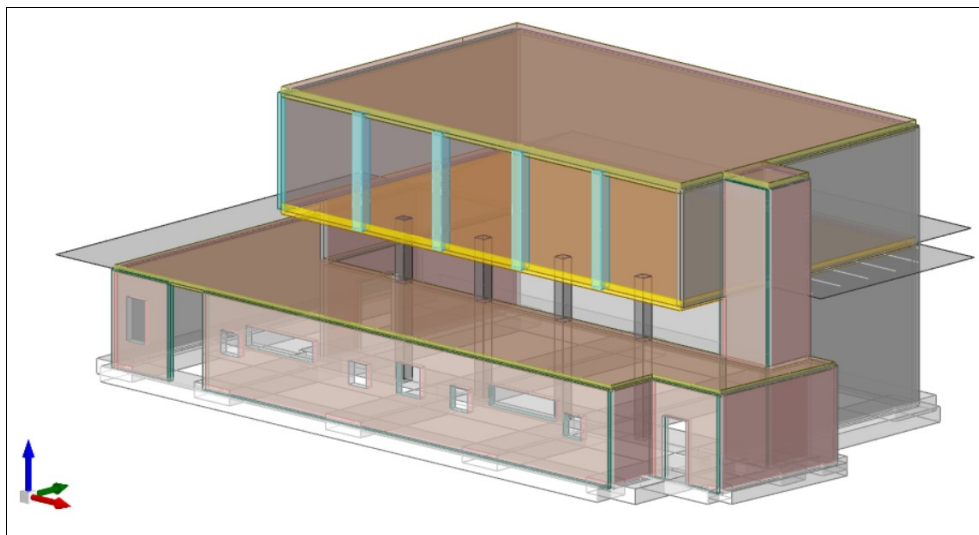


Figura 3 – Immagine modello edificio implementato

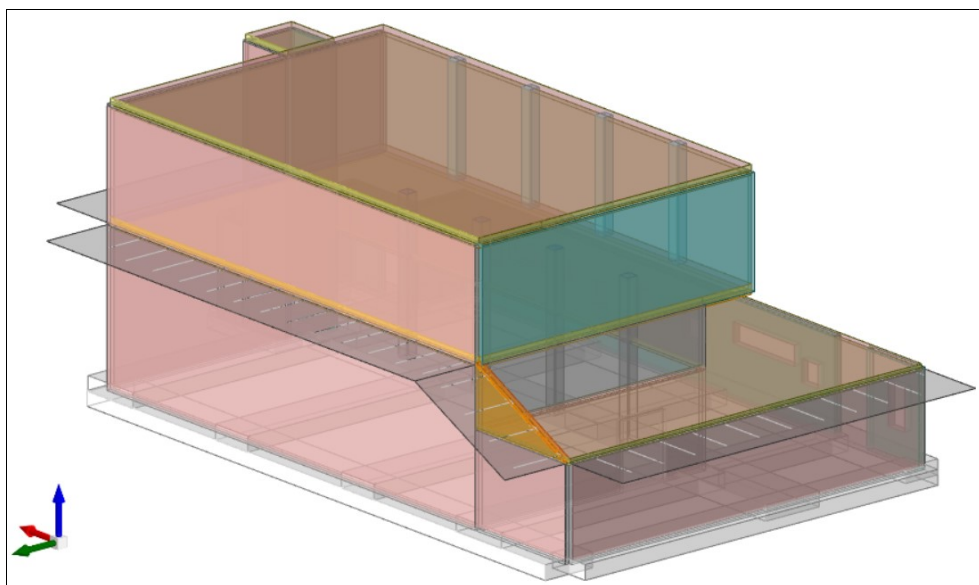


Figura 4 – Immagine modello edificio implementato

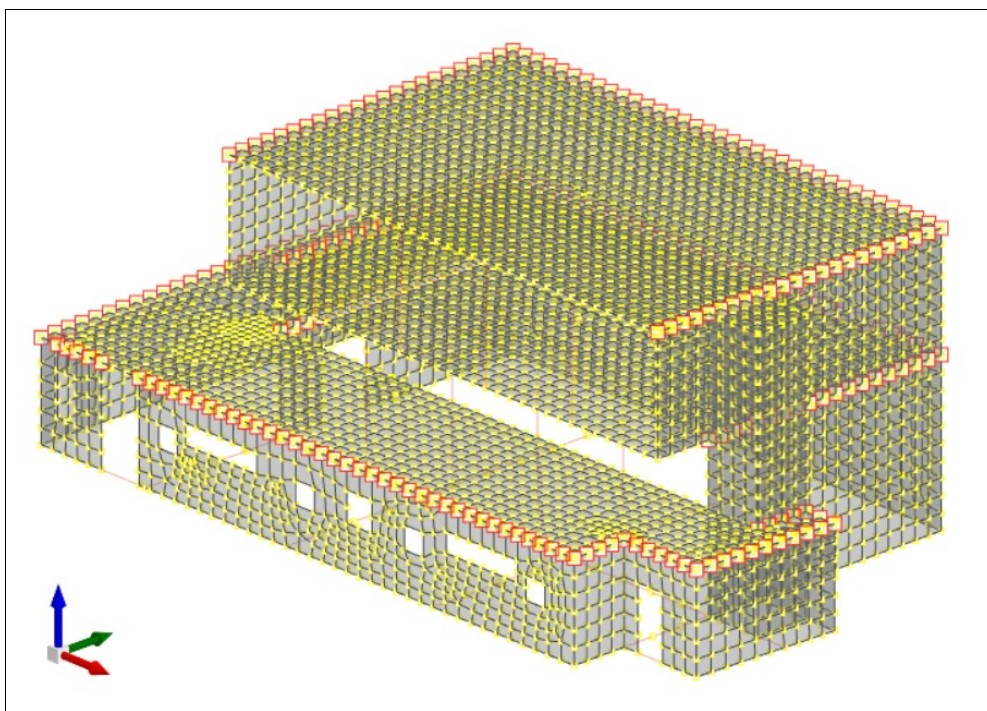


Figura 5 – Immagine mesh edificio elaborato

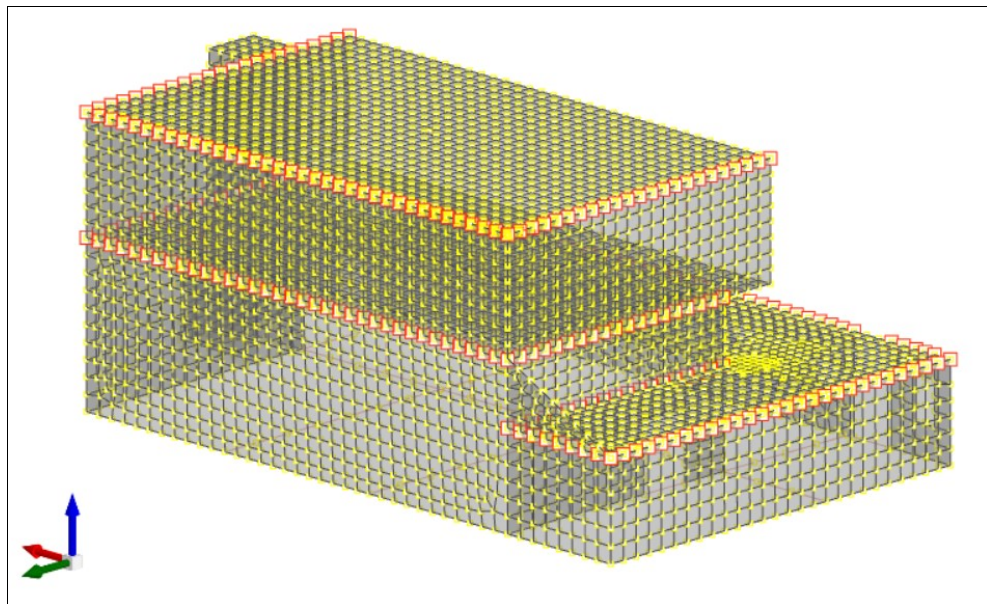


Figura 6 – Immagine mesh edificio elaborato

7.2.2 RISULTATI ELABORAZIONI EDIFICIO: RISPOSTA MODALE

L'analisi modale ha preso in esame i modi di vibrare per cui la massa partecipante complessiva è superiore all'85% in entrambe le direzioni. Il totale delle masse partecipanti è:

- Traslazione X: 0.969852
- Traslazione Y: 0.969907
- Traslazione Z: 0
- Rotazione X: 0.998827
- Rotazione Y: 0.996945
- Rotazione Z: 0.867135

Di seguito si riporta la tabella contenente, per ciascun modo di vibrare preso in esame, il periodo e le masse partecipanti.

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.202109925	0.337801905	0.290434449	0	0.370641937	0.476509937	0.051896844	0.337801905	0.290434449
2	0.179021022	0.182981501	0.503636793	0	0.625172552	0.259225272	0.371830871	0.182981501	0.503636793
3	0.061804811	0.280434037	0.011093301	0	0.001028741	0.228662223	0.381292554	0.280434037	0.011093301
4	0.053379	0.027442188	0.047633231	0	0.000335117	0.031297892	0.00692538	0.027442188	0.047633231
5	0.048115945	0.000340673	0.017932585	0	0.000003157	0.000297874	0.019273708	0.000340673	0.017932585
6	0.037532197	0.080746284	0.008835112	0	0.000035899	0.000349061	0.009426182	0.080746284	0.008835112
7	0.035726797	0.019187932	0.024076905	0	0.000000086	0.000038858	0.006471619	0.019187932	0.024076905
8	0.019563075	0.002584798	0.065132687	0	0.001579219	0.000367201	0.01223596	0.002584798	0.065132687
9	0.013994498	0.038332701	0.001131699	0	0.000030314	0.000196613	0.007782296	0.038332701	0.001131699

dove:

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot X: massa rotazionale partecipante attorno la dir. globale X. Il valore è adim.

Massa rot Y: massa rotazionale partecipante attorno la dir. globale Y. Il valore è adim.

Massa rot Z: massa rotazionale partecipante attorno la dir. globale Z. Il valore è adim.

In Figura 7 e Figura 8 si riportano le deformate di due modi di vibrare significativi.

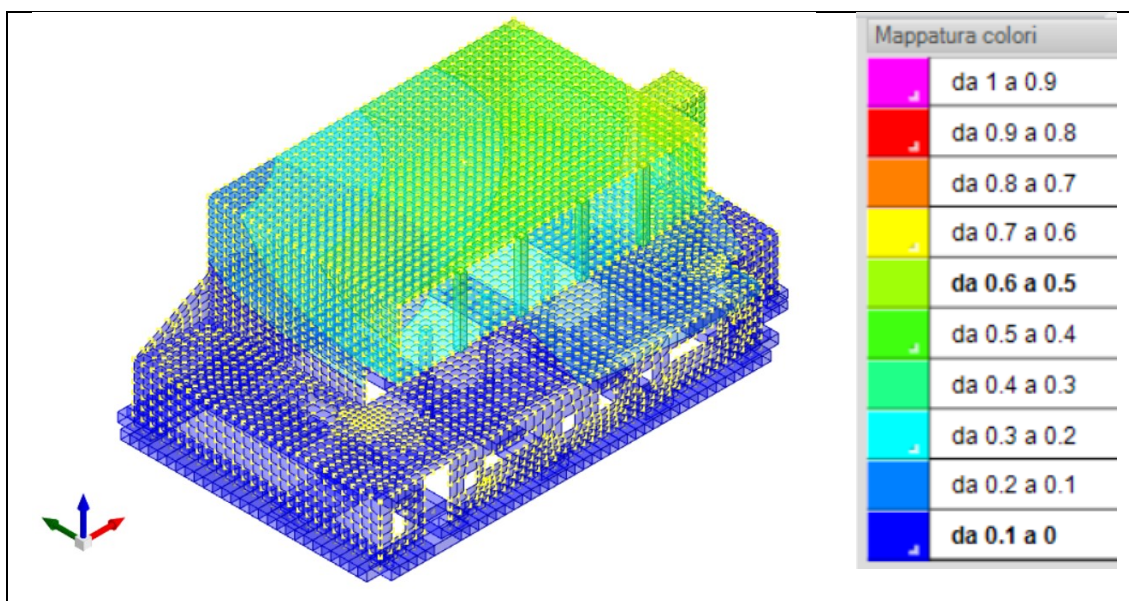


Figura 7 – Deformata modo di vibrare n. 1 – spostamenti in mm

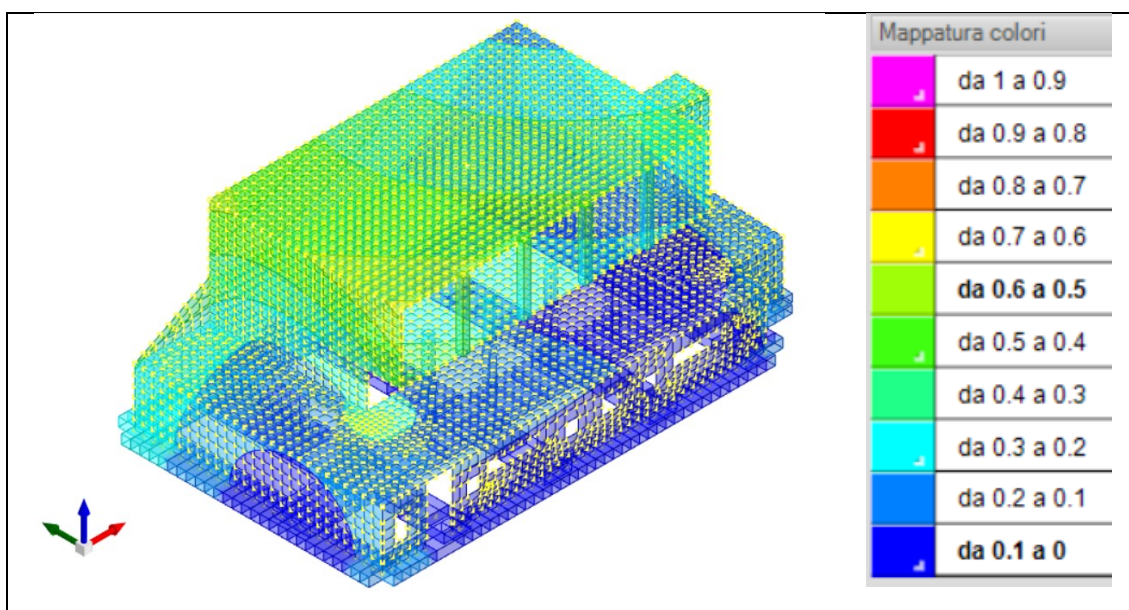


Figura 8 – Deformata modo di vibrare n. 2 – spostamenti in mm

7.2.3 GIUDIZIO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

I risultati del modello numerico, sia in termini di deformazioni che di sforzi ed azioni interne, sono stati sottoposti a controlli per comprovarne l'attendibilità.

7.2.3.1 VERIFICA SPOSTAMENTI GLOBALI

Non si sono riscontrate deformazioni o rotazioni eccessive, tali da far sorgere dubbi circa la presenza di errori di modellazione. Inoltre:

- la deformata verticale per peso proprio è inferiore ai 16 mm;
- le deformate nelle due direzioni principali nel caso di solo carico sismico in condizione SLO risultano mediamente inferiori a 2,8 mm < 20,0 mm (1/500 H) – Fig. 4.2.4 NTC 2018.
- le deformate nelle due direzioni principali nel caso di solo carico vento risultano mediamente inferiori a 0,07 mm < 20,0 mm (1/500 H) – Fig. 4.2.4 NTC 2018;
- le deformate nelle due direzioni principali nel caso di solo carico sismico in condizione SLV risultano mediamente inferiori a 6,0 mm.

L'ordine di grandezza delle deformate calcolate appare quindi ragionevole e coerente con la struttura in esame (gli spostamenti e relativi limiti si riferiscono alla struttura come modellata, ovvero tenendo conto del futuro sopralzo).

7.2.3.2 VERIFICA SPOSTAMENTI DI INTERPIANO

Gli spostamenti di interpiano risultano entro i limiti di normativa, come riportato nella successiva tabella.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [mm] ove non espressamente specificato.

Comb.: combinazione.

Titolo: titolo della verifica.

δ : modulo della differenza tra gli spostamenti. [mm]

h: altezza dell'interpiano. [mm]

δ/h : rapporto tra il modulo della differenza degli spostamenti e l'altezza di interpiano.

Ver.: stato di verifica.

Nodo inferiore: spostamento in pianta del nodo inferiore.

Indice: indice del nodo.

X: componente dello spostamento in direzione X globale. [mm]

Y: componente dello spostamento in direzione Y globale. [mm]

Nodo superiore: spostamento in pianta del nodo superiore.

Per spostamenti estremi si intendono i primi 5 spostamenti massimi tra tutti gli interpiani che condividono la stessa quota iniziale e la stessa quota finale.

Limite = 0,00333 x h; spostamenti calcolati applicando il fattore di comportamento SLO

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore			δ	h	δ/h	Ver.
		Indice	X	Y	Indice	X	Y				
1	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	-0.05111	0.17902	2819	-0.65574	0.06401	0.61547	2450	0.000251	Si
	Spostamento di interpiano (-244; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	174	-0.03183	-0.03398	2289	0.05479	0.71455	0.75352	3800	0.000198	Si
	Spostamento di interpiano (667; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2678	-0.76236	0.74813	4216	-1.19878	1.30227	0.70536	4500	0.000157	Si

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore			δ	h	δ/h	Ver.
		Indice	X	Y	Indice	X	Y				
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.0024	0.00385	2106	-0.48772	0.32395	0.58539	3800	0.000154	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	-0.25351	0.14432	2822	-0.61472	0.10263	0.36361	2450	0.000148	Si
2	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	-0.04157	0.17212	2819	-0.75917	0.0743	0.72424	2450	0.000296	Si
	Spostamento di interpiano (-244; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	174	-0.03175	-0.03362	2289	0.03659	0.74196	0.77859	3800	0.000205	Si
	Spostamento di interpiano (667; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2678	-0.88492	0.78842	4216	-1.42345	1.37724	0.79795	4500	0.000177	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	-0.28408	0.10429	2822	-0.71109	0.02564	0.43419	2450	0.000177	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.00278	0.00412	2106	-0.53564	0.2921	0.6106	3800	0.000161	Si
3	Spostamento di interpiano (-244; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	174	-0.02886	-0.02869	2289	-0.03132	0.96036	0.98905	3800	0.00026	Si
	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	-0.10626	0.84481	2817	-0.33267	1.30442	0.51235	2450	0.000209	Si
	Spostamento di interpiano (667; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2678	-0.37891	1.27585	4216	-0.51789	2.20645	0.94093	4500	0.000209	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2293	-0.01954	0.79668	3476	-0.09855	1.29943	0.50892	2450	0.000208	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	216	-0.01652	0.00992	2293	-0.01954	0.79668	0.78676	3800	0.000207	Si
4	Spostamento di interpiano (-244; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	174	-0.02878	-0.02833	2289	-0.04951	0.98777	1.01631	3800	0.000267	Si
	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	-0.10068	0.87923	2817	-0.43633	1.37575	0.59933	2450	0.000245	Si
	Spostamento di interpiano (667; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2678	-0.50147	1.31614	4216	-0.74256	2.28143	0.99494	4500	0.000221	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2293	-0.03723	0.8371	3476	-0.12709	1.36998	0.5404	2450	0.000221	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	216	-0.01631	0.00982	2293	-0.03723	0.8371	0.82755	3800	0.000218	Si
5	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	0.00259	-0.01501	2819	-0.47727	-0.28559	0.55089	2450	0.000225	Si
	Spostamento di interpiano (2673; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	126	0.00918	-0.01218	2110	-0.42677	0.45195	0.63676	3800	0.000168	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.00521	0.00328	2106	-0.39723	0.26733	0.48134	3800	0.000127	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	-0.19109	0.06505	2822	-0.44447	-0.02301	0.26824	2450	0.000109	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	-0.45288	-0.02232	4207	-0.84388	-0.00526	0.39137	4500	0.000087	Si
6	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	0.01535	-0.02422	2819	-0.61526	-0.27183	0.67748	2450	0.000277	Si
	Spostamento di interpiano (2673; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	126	0.00977	-0.01218	2110	-0.49105	0.4263	0.66565	3800	0.000175	Si

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore			δ	h	δ/h	Ver.
		Indice	X	Y	Indice	X	Y				
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	-0.23187	0.01163	2822	-0.5731	-0.12572	0.36783	2450	0.00015	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.00573	0.00364	2106	-0.46114	0.22477	0.51659	3800	0.000136	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	-0.25085	0.24563	4387	-1.00722	-0.09704	0.83038	6950	0.000119	Si
7	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	-0.01115	1.01541	2817	0.63539	1.60249	0.87331	2450	0.000356	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.18483	1.03672	2822	0.59058	1.72845	0.80195	2450	0.000327	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.18619	1.01755	4387	1.16129	3.02042	2.22762	6950	0.000321	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	0.7441	1.73404	4207	1.39762	2.99967	1.4244	4500	0.000317	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	0.59058	1.72845	4382	1.19781	2.98976	1.39987	4500	0.000311	Si
8	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	-0.00372	1.06134	2817	0.49711	1.6977	0.8098	2450	0.000331	Si
	Spostamento di interpiano (667; 502) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	85	-0.00032	0.00052	2006	-0.04844	1.15579	1.15627	3800	0.000304	Si
	Spostamento di interpiano (667; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2678	0.55233	1.67592	4216	1.13398	2.88791	1.34432	4500	0.000299	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.14406	0.9833	2822	0.46195	1.62574	0.71679	2450	0.000293	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.1428	0.97827	4387	0.91701	2.82272	2.00035	6950	0.000288	Si
9	Spostamento di interpiano (2646; 121) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	59	-0.00492	-0.01105	1570	0.32222	0.53927	0.64021	3800	0.000168	Si
	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	-0.04751	-0.10916	2817	-0.01897	-0.44699	0.33903	2450	0.000138	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.00647	0.00171	2106	-0.16005	0.44011	0.46895	3800	0.000123	Si
	Spostamento di interpiano (256; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2677	-0.03347	-0.44562	4209	0.12444	-0.91008	0.49057	4500	0.000109	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2293	0.06908	-0.22823	3476	0.04762	-0.44916	0.22197	2450	0.000091	Si
10	Spostamento di interpiano (2673; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	126	0.01134	-0.01404	2110	-0.25335	0.54587	0.61932	3800	0.000163	Si
	Spostamento di interpiano (667; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2006	0.02526	-0.01385	2818	-0.15294	-0.30733	0.34335	2450	0.00014	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 717) tra "Fondazione" e "Solaio Spogliatoi"	124	0.00698	0.00208	2106	-0.22396	0.39754	0.45796	3800	0.000121	Si
	Spostamento di interpiano (256; 272) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2677	-0.19717	-0.34971	4209	-0.17614	-0.73606	0.38693	4500	0.000086	Si
	Spostamento di interpiano (256; 1547) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2293	0.04545	-0.17426	3476	0.00947	-0.35495	0.18423	2450	0.000075	Si

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore			δ	h	δ/h	Ver.
		Indice	X	Y	Indice	X	Y				
11	Spostamento di interpiano (667; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2006	-0.02066	1.00639	2818	1.11242	1.39814	1.19889	2450	0.000489	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.34674	1.25454	2822	1.0332	2.13518	1.11658	2450	0.000456	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.35606	1.18096	4387	1.97401	3.74693	3.03348	6950	0.000436	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	1.25772	2.14287	4207	2.3409	3.71625	1.91018	4500	0.000424	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	1.0332	2.13518	4382	2.03306	3.70501	1.8612	4500	0.000414	Si
12	Spostamento di interpiano (667; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2006	-0.00619	1.02219	2818	0.97394	1.45189	1.07019	2450	0.000437	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.30596	1.20112	2822	0.90457	2.03247	1.02444	2450	0.000418	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.31267	1.14168	4387	1.72974	3.54924	2.79363	6950	0.000402	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	1.09997	2.03873	4207	2.04447	3.53266	1.76746	4500	0.000393	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	0.90457	2.03247	4382	1.78151	3.52273	1.72914	4500	0.000384	Si
13	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	0.04945	0.07295	2817	0.91447	-0.12504	0.88739	2450	0.000362	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.28617	0.87038	2822	0.86068	1.45838	0.82208	2450	0.000336	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.29295	0.89045	4387	1.64063	2.67176	2.23367	6950	0.000321	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	1.05918	1.46518	4207	1.94702	2.57591	1.42196	4500	0.000316	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	0.86068	1.45838	4382	1.68909	2.56554	1.38277	4500	0.000307	Si
14	Spostamento di interpiano (256; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	1999	0.05502	0.10737	2817	0.81081	-0.0537	0.77276	2450	0.000315	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.25559	0.83034	2822	0.76431	1.3814	0.74997	2450	0.000306	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.26042	0.86105	4387	1.45798	2.52392	2.04922	6950	0.000295	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	0.94091	1.3871	4207	1.7254	2.43858	1.31189	4500	0.000292	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	0.76431	1.3814	4382	1.50099	2.42917	1.28084	4500	0.000285	Si
15	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	0.06469	1.03882	2819	1.25615	1.34899	1.23117	2450	0.000503	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.39895	1.16188	2822	1.1712	1.98382	1.12781	2450	0.00046	Si

Comb.	Titolo	Nodo inferiore			Nodo superiore			δ	h	δ/h	Ver.
		Indice	X	Y	Indice	X	Y				
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.41105	1.11024	4387	2.2179	3.54769	3.03412	6950	0.000437	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	1.41828	1.99209	4207	2.61947	3.47739	1.91023	4500	0.000424	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	1.1712	1.98382	4382	2.28295	3.46599	1.85278	4500	0.000412	Si
16	Spostamento di interpiano (1075; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2013	0.07423	1.03191	2819	1.15272	1.35927	1.12707	2450	0.00046	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Palestra"	2034	0.36837	1.12184	2822	1.07482	1.90684	1.05607	2450	0.000431	Si
	Spostamento di interpiano (2536; 502) tra "Solaio Spogliatoi" e "Copertura Biblioteca"	2039	0.37851	1.08085	4387	2.03525	3.39985	2.85001	6950	0.00041	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 271) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2646	1.3	1.91401	4207	2.39785	3.34006	1.7997	4500	0.0004	Si
	Spostamento di interpiano (2301; 502) tra "Copertura Palestra" e "Copertura Biblioteca"	2822	1.07482	1.90684	4382	2.09485	3.32962	1.75065	4500	0.000389	Si

7.2.3.3 VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLO 1	-173037	-263574	-1720949	-119902	-248312	-1720890	114.3	100	Si
SLO 2	-173037	-263574	-1720949	-119902	-248312	-1720890	114.3	100	Si
SLO 3	-173802	-141542	-1723036	-120310	-164171	-1724133	110.1	99.9	Si
SLO 4	-173802	-141542	-1723036	-120310	-164171	-1724133	110.1	99.9	Si
SLO 5	-65315	-400338	-1723669	-49915	-338291	-1721899	118.6	100.1	Si
SLO 6	-65315	-400338	-1723669	-49915	-338291	-1721899	118.6	100.1	Si
SLO 7	-67865	6434	-1730626	-51277	-57823	-1732707	88.2	99.9	Si
SLO 8	-67865	6434	-1730626	-51277	-57823	-1732707	88.2	99.9	Si
SLO 9	26252	-395533	-1728087	9664	-331276	-1726006	119.6	100.1	Si
SLO 10	26252	-395533	-1728087	9664	-331276	-1726006	119.6	100.1	Si
SLO 11	26252	-395533	-1728087	9664	-331276	-1726006	119.6	100.1	Si
SLO 12	26252	-395533	-1728087	9664	-331276	-1726006	119.6	100.1	Si
SLO 13	132189	-247557	-1735677	78697	-224928	-1734581	117.8	100.1	Si
SLO 14	132189	-247557	-1735677	78697	-224928	-1734581	117.8	100.1	Si
SLO 15	131424	-125526	-1737764	78289	-140788	-1737823	112.8	100	Si
SLO 16	131424	-125526	-1737764	78289	-140788	-1737823	112.8	100	Si
SLD 1	-205460	-278701	-1719201	-140357	-259994	-1719173	117.2	100	Si
SLD 2	-205460	-278701	-1719201	-140357	-259994	-1719173	117.2	100	Si
SLD 3	-206380	-130130	-1721751	-140845	-157707	-1723131	115.4	99.9	Si
SLD 4	-206380	-130130	-1721751	-140845	-157707	-1723131	115.4	99.9	Si
SLD 5	-74807	-445128	-1722441	-55931	-369318	-1720299	120.8	100.1	Si
SLD 6	-74807	-445128	-1722441	-55931	-369318	-1720299	120.8	100.1	Si
SLD 7	-77875	50109	-1730944	-57559	-28362	-1733492	144.3	99.9	Si
SLD 8	-77875	50109	-1730944	-57559	-28362	-1733492	144.3	99.9	Si
SLD 9	36261	-439208	-1727769	15946	-360737	-1725221	122	100.1	Si
SLD 10	36261	-439208	-1727769	15946	-360737	-1725221	122	100.1	Si
SLD 11	33194	56029	-1736273	14318	-19781	-1738415	266.7	99.9	Si
SLD 12	33194	56029	-1736273	14318	-19781	-1738415	266.7	99.9	Si
SLD 13	164767	-258969	-1736962	99232	-231392	-1735582	121.9	100.1	Si
SLD 14	164767	-258969	-1736962	99232	-231392	-1735582	121.9	100.1	Si
SLD 15	163847	-110398	-1739513	98744	-129105	-1739540	121.6	100	Si
SLD 16	163847	-110398	-1739513	98744	-129105	-1739540	121.6	100	Si
SLV 1	-422514	-379712	-1707500	-269214	-327502	-1708459	134	99.9	Si
SLV 2	-422514	-379712	-1707500	-269214	-327502	-1708459	134	99.9	Si
SLV 3	-424478	-53696	-1713133	-269181	-123756	-1716952	144.4	99.8	Si
SLV 4	-424478	-53696	-1713133	-269181	-123756	-1716952	144.4	99.8	Si
SLV 5	-138341	-744555	-1714257	-95378	-543450	-1710206	137.3	100.2	Si
SLV 6	-138341	-744555	-1714257	-95378	-543450	-1710206	137.3	100.2	Si
SLV 7	-144886	342163	-1733032	-95269	135703	-1738516	224.1	99.7	Si
SLV 8	-144886	342163	-1733032	-95269	135703	-1738516	224.1	99.7	Si
SLV 9	103273	-731262	-1725681	53656	-524803	-1720197	140	100.3	Si
SLV 10	103273	-731262	-1725681	53656	-524803	-1720197	140	100.3	Si
SLV 11	96728	355455	-1744457	53765	154351	-1748507	225.4	99.8	Si

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLV 12	96728	355455	-1744457	53765	154351	-1748507	225.4	99.8	Si
SLV 13	382865	-335403	-1745581	227568	-265343	-1741762	145.6	100.2	Si
SLV 14	382865	-335403	-1745581	227568	-265343	-1741762	145.6	100.2	Si
SLV 15	380901	-9388	-1751213	227600	-61597	-1750255	161.6	100.1	Si
SLV 16	380901	-9388	-1751213	227600	-61597	-1750255	161.6	100.1	Si

Contesto: contesto di verifica.

Rapporto V (%): rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Rapporto N (%): rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Verifica: stato di verifica.

Struttura con fondazioni: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Fx: componente della forza lungo l'asse X globale. [daN]

Fy: componente della forza lungo l'asse Y globale. [daN]

Fz: componente della forza lungo l'asse Z globale. [daN]

Struttura incastrata con suolo A: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

7.2.3.4 VERIFICA BILANCIO DEI CARICHI VERTICALI

Al termine dell'analisi, sono state eseguite semplici verifiche della correttezza dei dati di input del programma. Tali controlli, di cui si riporta un estratto per brevità vista anche la semplicità del modello di calcolo, sono consistite nella verifica della correttezza delle reazioni vincolari del modello, nell'analisi visiva delle configurazioni deformate per tutti i carichi e le combinazioni di carico e nella verifica della corrispondenza degli ordini di grandezza delle azioni interne ricavate dal modello con quelle approssimate calcolate a mano.

Dai tabulati SismiCad si ottengono i seguenti valori [udm in daN e m]:

Bilancio in condizione di carico: Pesì strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	-19598.525	-211493.95	-1820708.586
Reazioni	19598.525	211493.95	1820708.586
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Permanenti portati

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	0	-234902.69
Reazioni	0	0	234902.69
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile H

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	0	-13389.566
Reazioni	0	0	13389.566
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	0	-73948.969
Reazioni	0	0	73948.969
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Vento

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	16765.008	-5909.625
Reazioni	0	-16765.008	5909.625
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Dott. Ing. Patrizio Bongiolatti

Bilancio in condizione di carico: Variabile E

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	0	-159845,763
Reazioni	0	0	159845,763
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Variabile C

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	0	-113567,574
Reazioni	0	0	113567,574
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	486634,668	0	0
Reazioni	-486634,668	0	0
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz
Forze applicate	0	486634,668	0
Reazioni	0	-486634,668	0
P-Delta	0	0	0
Totale	0	0	0

Verificando, con semplici calcoli a mano, facendo riferimento alle analisi dei carichi di cui al precedente §6.2 e alle seguenti superfici:

- Superficie soletta di copertura palestra = 270,0 mq;
- Superficie soletta di copertura spogliatoi e vani tecnici = 230,0 mq;
- Superficie soletta di copertura futura biblioteca = 270,0 mq.

si ottiene:

Bilancio Variabili

$$F_{Z,VAR,NEVE} = 150,0 \cdot (230,0 + 270,0) = 75.000,0 \text{ daN}$$

$$F_{Z,VAR,CAT"H"} = 50,0 \cdot 270,0 = 13.500,0 \text{ daN}$$

$$F_{Z,VAR,CAT"C"} = 500,0 \cdot 230,0 = 115.000,0 \text{ daN}$$

$$F_{Z,VAR,CAT"E"} = 600,0 \cdot 270,0 = 162.000,0 \text{ daN}$$

I valori così calcolati si discostano dai valori delle reazioni del modello per meno del 1,5%.

Tale differenza si considera accettabile, data la natura del tipo di verifica dinamica lineare adottata. In definitiva, si può asserire che l'elaborazione è corretta ed i risultati sono da ritenersi validi ed accettabili.