

# COMUNE DI PERGOLA (PU)

LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO, MESSA IN SICUREZZA E  
MIGLIORAMENTO ENERGETICO DELLA SCUOLA "G.BINOTTI"  
SITA NEL CAPOLUOGO IN VIA MARTIRI DELLA LIBERTA'

- PADIGLIONE B -

PNRR M2C4I2.2 - CUP G68E18000160002

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Committente: COMUNE DI PERGOLA  
P.IVA 00345740419  
Corso Giacomo Matteotti, 53  
61045 - Pergola (PU)



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Progettista ING. ROBERTO ORDONSELLI P.IVA 02795170410 Via Papa Giovanni XXIII, 25 61038 Terre Roveresche (PU) Tel. 333 4906014 r.ordonselli@gmail.com		Direttore dei lavori	Spazio riservato al Comune
			Revisione REV. 02
Tavola n.  <b>RI</b>	Titolo  <b>RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</b>	Data AGOSTO 2023	Scala -

## Sommario

1	RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO.....	3
1.1	Premessa.....	3
1.2	Descrizione generale della strutture allo stato attuale.....	4
1.3	Descrizione degli interventi.....	5
1.4	Normativa di Riferimento .....	6
1.5	Documentazione esistente .....	6
1.6	Definizione Dell'Azione Sismica .....	7
1.7	Analisi dei Carichi e Combinazione delle Azioni.....	8
1.8	Categoria e Metodologia di Intervento.....	11
1.9	Schematizzazione e modellazione delle strutture .....	12
1.10	Tipo di Analisi Strutturale.....	14
1.11	Criteri di Verifica agli Stati Limite .....	15
1.12	Software di calcolo.....	16
1.13	Livello di sicurezza Pre e Post Interventi.....	19

# 1 RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA DEL PROGETTO

## 1.1 Premessa

L' intervento ha per oggetto l' adeguamento sismico del **padiglione B** dell' istituto Comprensivo Galliano Binotti siti a Pergola in via Martiri della Libertà e di proprietà del Comune di Pergola .



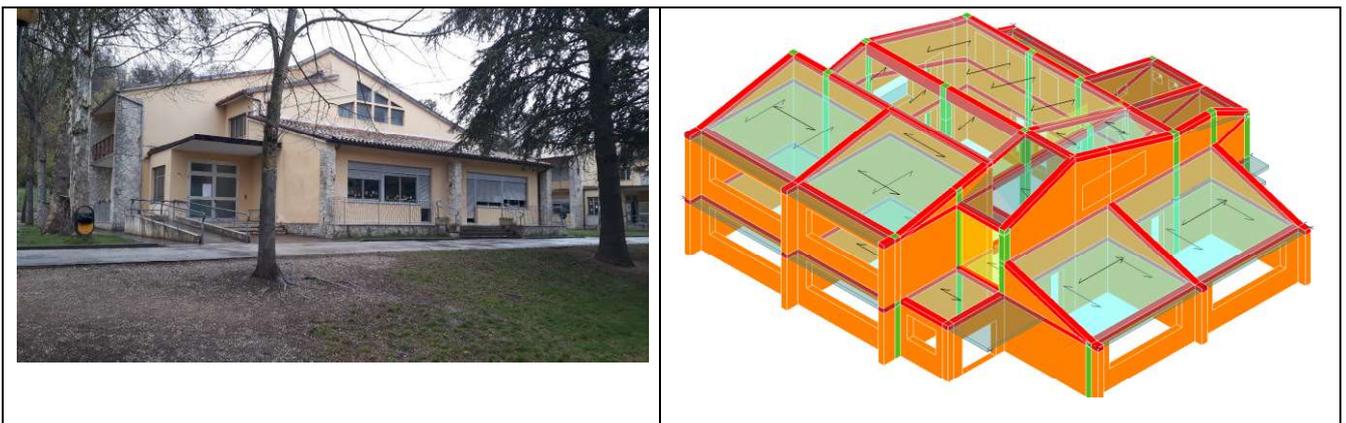
Individuazione della struttura oggetto di intervento

## 1.2 Descrizione generale della strutture allo stato attuale

Il progetto originale delle strutture risale al 1957 e quindi precedentemente alla classificazione sismica per la Regione Marche del 1983. Si presume che le strutture siano state realizzate tutte nel medesimo periodo.

I corpi padiglioni A, B e C sono tra loro uguali nello schema strutturale e architettonico e posso essere studiati attraverso un unico modello di calcolo. In particolare i fabbricati sono in struttura mista in muratura e c.a. con mattoni in laterizio semipieni tipo 21 fori spessore 40 cm a due piani fuori terra più un sottotetto accessibile per sola manutenzione, forma in pianta ed elevazione non regolare con parti di struttura aventi quote tra loro sfalsate. È presente un locale interrato destinato a centrale termica.

Le indagini termografiche hanno evidenziato l' intelaiatura in c.a. a confinamento della muratura. Internamente è presente un telaio in c.a. con colonne 40x40cm e trave ribassate a sostegno dei solai di piano e della copertura. Le tipologie di solaio individuate sono laterocemento e varesa con travetti in c.a.p. e tavelle.



Vista assometrica della struttura

Sui fabbricati è stata eseguita la verifica di vulnerabilità sismica redatta nel gennaio 2019 dallo Studio Ingenium degli Ingg. A.Canucoli e R.Ordonelli.

### 1.3 Descrizione degli interventi

Alla luce delle analisi sulla sicurezza dei fabbricati e delle vulnerabilità emerse sono state definite le tipologie più idonee di consolidamento atte a raggiungere l' adeguamento sismico.

In particolare il progetto prevede i seguenti **interventi strutturali** (cfr. **Tav. da D.1 a D.8**):

1. Antisfondellamento dei solai;
2. Chiusura di nicchie con la tecnica del scuci-cuci;
3. Rinforzo dei nodi non confinati con fasciatura in nastri in fibra di carbonio;
4. Rinforzo di travi e pilastri in c.a. con fasciature in nastri in fibra di carbonio;
5. Inserimento di fasciatura perimetrale in testa alle pareti murarie con nastro in rete di fibra di acciaio come vincolo anrribaltamento.

#### **1.4 Normativa di Riferimento**

Il progetto strutturale viene redatto in conformità al:

- D.M. 17/01/2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

#### **REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018):**

UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno

UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

#### **1.5 Documentazione esistente**

Si riporta l’elenco della documentazione esistente utile al progetto degli interventi:

- Verifica di vulnerabilità sismica redatta dallo Studio Ingenium degli Ingg. A.Canucoli e R.Ordonelli comprendente i seguenti elaborati protocollati presso il comune il 7 Maggio 2019:
  - 1) Rapporto di Prova Padiglione B
  - 2) Relazione di calcolo della vulnerabilità padiglione B
  - 3) Scheda di sintesi Padiglione B

## 1.6 Definizione Dell'Azione Sismica

L'azione sismica di progetto viene determinata nel rispetto delle NTC 17/01/2018 sulla base dei seguenti parametri:

Ubicazione: Pergola (PU)

⇒ Latitudine Nord: 43,55991°

⇒ Longitudine Est: 12,83571°

Vita nominale: ≥50 anni

Classe d'Uso: III

Categoria di Suolo: B

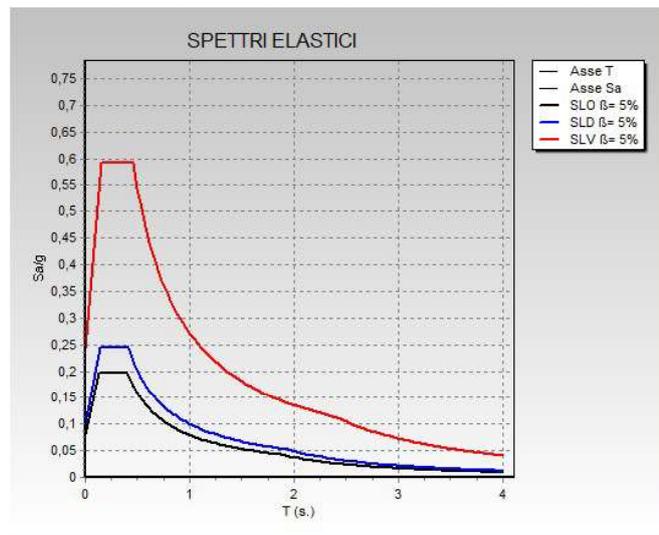
Coefficiente Topografico: T1 = 10

SLO 81% Tempo di ritorno: TR = 45 anni

SLD 63% Tempo di ritorno: TR = 75 anni

SLV 10% Tempo di ritorno: TR = 712 anni

PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.O.			
Probabilita' Pvr	0,81	Periodo di Ritorno Anni	45,00
Accelerazione Ag/g	0,07	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,44	Fv	0,85
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,13
Periodo TC (sec.)	0,40	Periodo TD (sec.)	1,87
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,08	Periodo T'c (sec.)	0,29
Fo	2,45	Fv	0,95
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,14
Periodo TC (sec.)	0,41	Periodo TD (sec.)	1,93
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,20	Periodo T'c (sec.)	0,33
Fo	2,45	Fv	1,49
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,20	Periodo TB (sec.)	0,15
Periodo TC (sec.)	0,46	Periodo TD (sec.)	2,41



## 1.7 Analisi dei Carichi e Combinazione delle Azioni

Le strutture sono soggette agli usuali carichi verticali costituiti dai carichi permanenti, carichi di esercizio e carichi accidentali; stabilite le caratteristiche geometriche dell'opera, gli elementi strutturali e di rivestimento che la compongono, si sono determinati i carichi ed i sovraccarichi agenti. L'analisi dei carichi rimane invariata rispetto allo stato attuale, gli interventi non prevedono incrementi a livello dei singoli campi di solaio:

### Stato di Progetto

#### Solaio di piano

<b>PP</b>	Solaio in laterocemento	<b>300</b>	kg/mq
<b>PERM.</b>	Intonaco + massetto + pavimento	<b>150</b>	kg/mq
<b>ACC.</b>	Cat. C1 Scuole	<b>300</b>	kg/mq
		<b>750</b>	kg/mq

#### Solaio Piano Sottotetto

<b>PP</b>	Solaio in travetti + tavelle	<b>150</b>	kg/mq
<b>PERM.</b>	Intonaco	<b>30</b>	kg/mq
<b>ACC.</b>	Cat. H Manutenzione	<b>50</b>	kg/mq
		<b>230</b>	kg/mq

#### Solaio Piano Copertura

<b>PP</b>	Solaio in travetti + tavelle	<b>150</b>	kg/mq
<b>PERM.</b>			
	Manto di copertura	<b>80</b>	kg/mq
<b>ACC.</b>	Neve < 1000 m. slm	<b>135</b>	kg/mq
		<b>365</b>	kg/mq

#### Scala interna

<b>PP</b>	Soletta in c.a. H=18cm	<b>450</b>	kg/mq
<b>PERM.</b>	Pavimento + riempimento	<b>300</b>	kg/mq
<b>ACC.</b>	Cat. C1 Ambienti affollati	<b>400</b>	kg/mq
		<b>1150</b>	kg/mq

Per la posizione e l'orditura dei singoli solai di piano si fa riferimento ai disegni strutturali.

## Carico Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, secondo il D.M.17.01.2018 è valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, pari a 0.8;

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>],  
fornito per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione, posto pari a 1 (vedi tab.3.4.I D.M.17.01.2018);

$C_t$  è il coefficiente termico, posto pari a 1;

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il sito nel quale è situato l'intervento ricade in "Zona I - Mediterranea", ed è posto ad una altitudine di circa 275 m.sl.m.m..

$$\begin{array}{ll} q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq} & a_s \leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq} & a_s > 200 \text{ m} \end{array}$$

Da cui  $q_{sk} = 163 \text{ Kg/m}^2$

Presi unitari il coefficiente termico e di esposizione, risulta un coefficiente di forma pari a 0,8 in quanto l'inclinazione  $0 \leq \alpha \leq 30^\circ$ , per cui il carico di neve definitivo è pari a  $0,8 \times 163 = 130 \text{ Kg/m}^2$ .

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni, come previsto dal D.M.17.01.2018:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:  

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_i$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_i^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

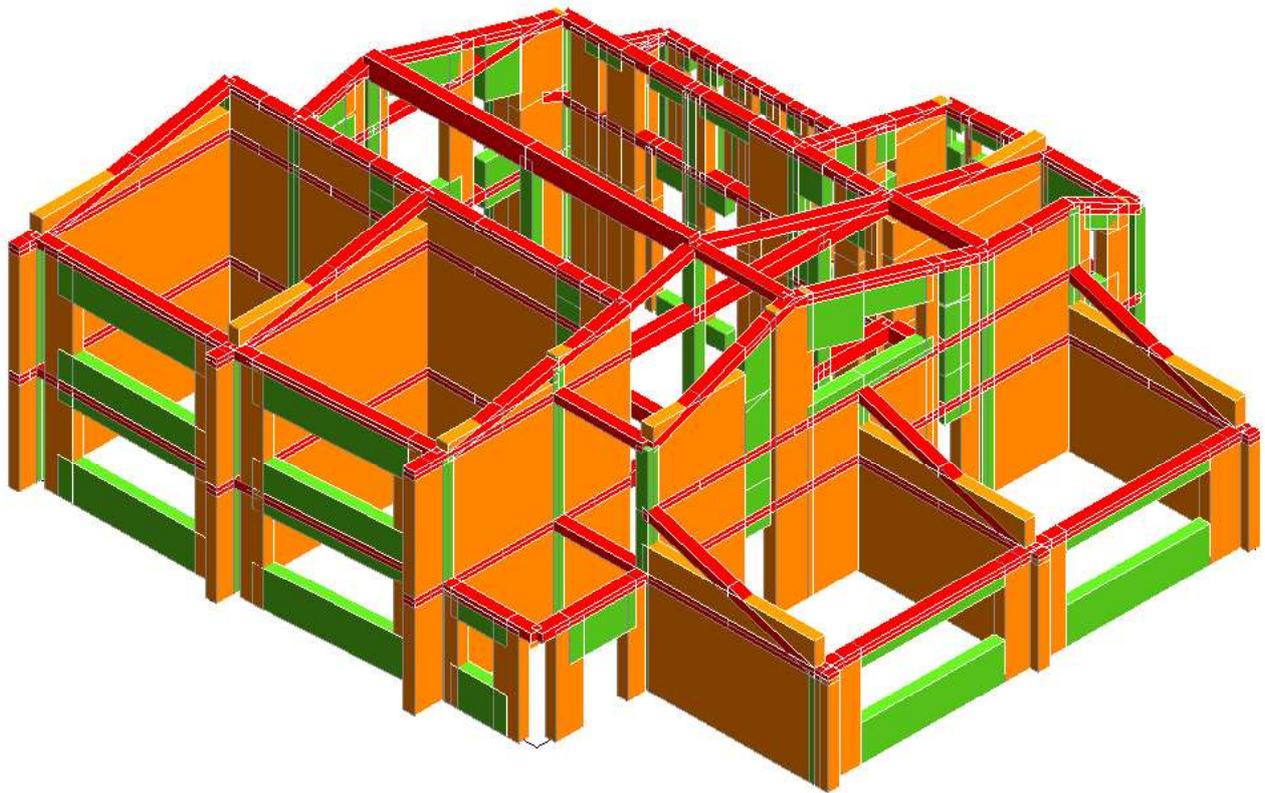
<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

## **1.8 Categoria e Metodologia di Intervento**

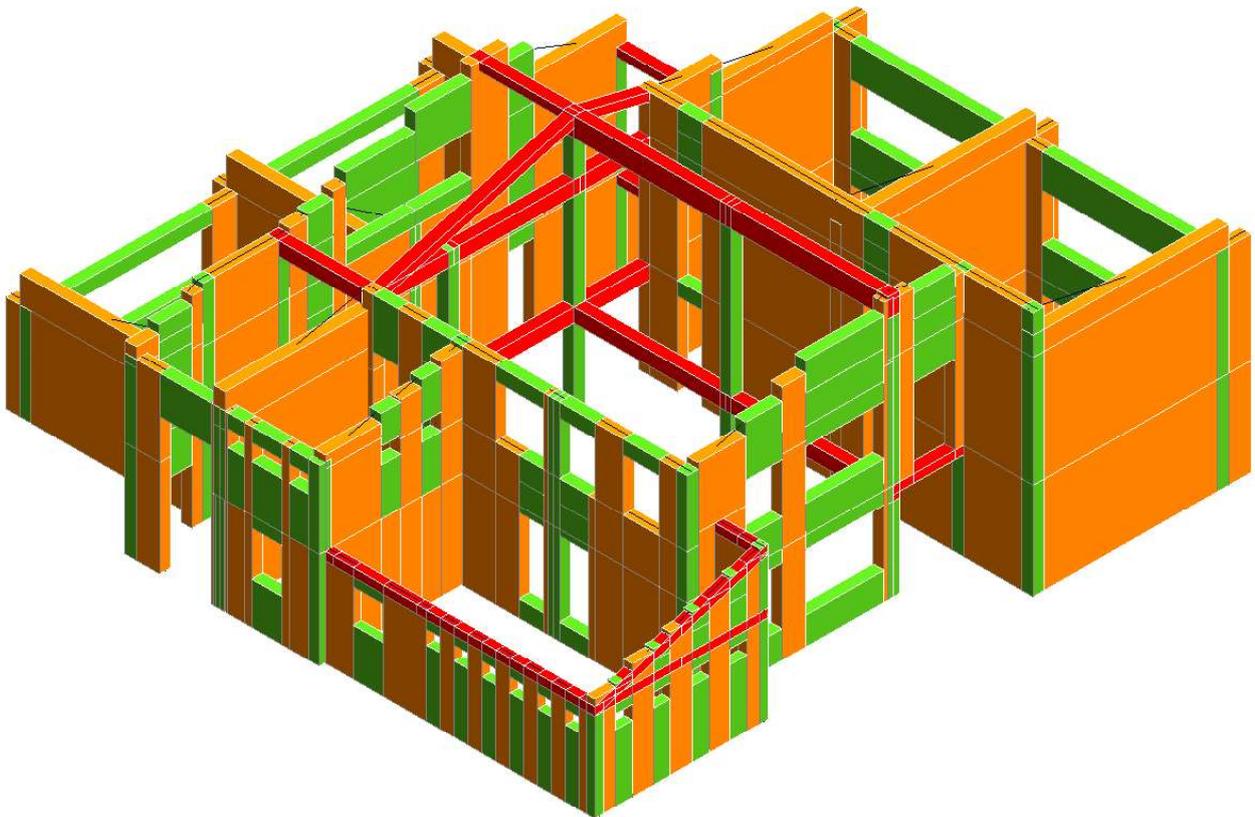
Gli interventi nelle strutture sono volti a ridurre la vulnerabilità sismica dell'edificio e a rafforzare quegli elementi strutturali non adeguati a svolgere la loro funzione strutturale, tenendo conto della conservazione del bene e del suo funzionamento strutturale.

Gli interventi in progetto sono tali da determinare un coefficiente di sicurezza  $\zeta_E > 1.00$ ; a mente di ciò, in accordo con §8.4.1 del D.M. 17.01.2018, TRATTASI DI INTERVENTO DI ADEGUAMENTO.

## 1.9 Schematizzazione e modellazione delle strutture



Vista Fronte



Vista Retro

Per la definizione del modello di calcolo si può fare riferimento alle relazioni sulla vulnerabilità sismica, in particolare va comunque ricordato che si tratta di una struttura mista muratura e cemento armato ma dove il sistema resistente prevalente alle azioni sismiche è dato dalle pannellature in laterizio tipo 21 fori.

Va inoltre ricordato che le stesse pareti risultano confinate sia a livello di piano con cordolo continuo in cls e sia in verticale mediante colonnine in cls gettate in opera in corrispondenza degli incroci murari.

## 1.10 Tipo di Analisi Strutturale

Si è concordato con il committente di utilizzare come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17.01.2018 ed in particolare:

- ANALISI ELASTICA LINEARE PER IL CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI DERIVANTI DA CARICHI STATICI.
- VERIFICHE SEZIONALI AGLI S.L.U. PER LE SEZIONI IN C.A. UTILIZZANDO IL LEGAME PARABOLA RETTANGOLO PER IL CALCESTRUZZO ED IL LEGAME ELASTOPLASTICO A DUTTILITA' LIMITATA PER L'ACCIAIO.
- VERIFICHE PLASTICHE PER LE SEZIONI IN ACCIAIO DI CLASSE 1 E 2 E TENSIONALI PER QUELLE DI CLASSE 3 E 4.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche.

Ai fini delle verifiche del caso in esame non viene tenuto conto delle non linearità geometriche, in quanto

$\theta \leq 0.1$  come indicato nel §7.3.1 del D.M. 17.01.18.

### **1.11 Criteri di Verifica agli Stati Limite**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale. Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nelle elaborazioni numeriche eseguite.

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

## 1.12 Software di calcolo

### - **Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo**

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2023
Nro Licenza	34138

Ragione sociale completa del produttore del software:

S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.

**Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri**

**95030 Sant'Agata li Battiati (CT).**

### - **Affidabilità dei codici utilizzati**

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneità al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all'indirizzo:

<http://www.stsweb.it/area-utenti/test-validazione.html>

### - **Validazione dei codici**

L'opera in esame non è di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

### - **Informazioni sull'elaborazione**

Il software è dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli sulla stabilità o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.

Controlli sulle verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.

Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventuali anomalie sfuggite all' autodiagnostica automatica.

In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

- ***Giudizio motivato di accettabilita'***

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.

Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.

Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.

Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.

Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

Per dimostrare l'attendibilità del programma si riportano i diagrammi del momento e del taglio di una semplice trave appoggiata avente le seguenti caratteristiche:

$$L = 10\text{m}$$

$$q = 1\text{ t/m}$$

$$M = qL^2 / 8 = 1 \cdot 10^2 / 8 = \mathbf{12.5tm}$$

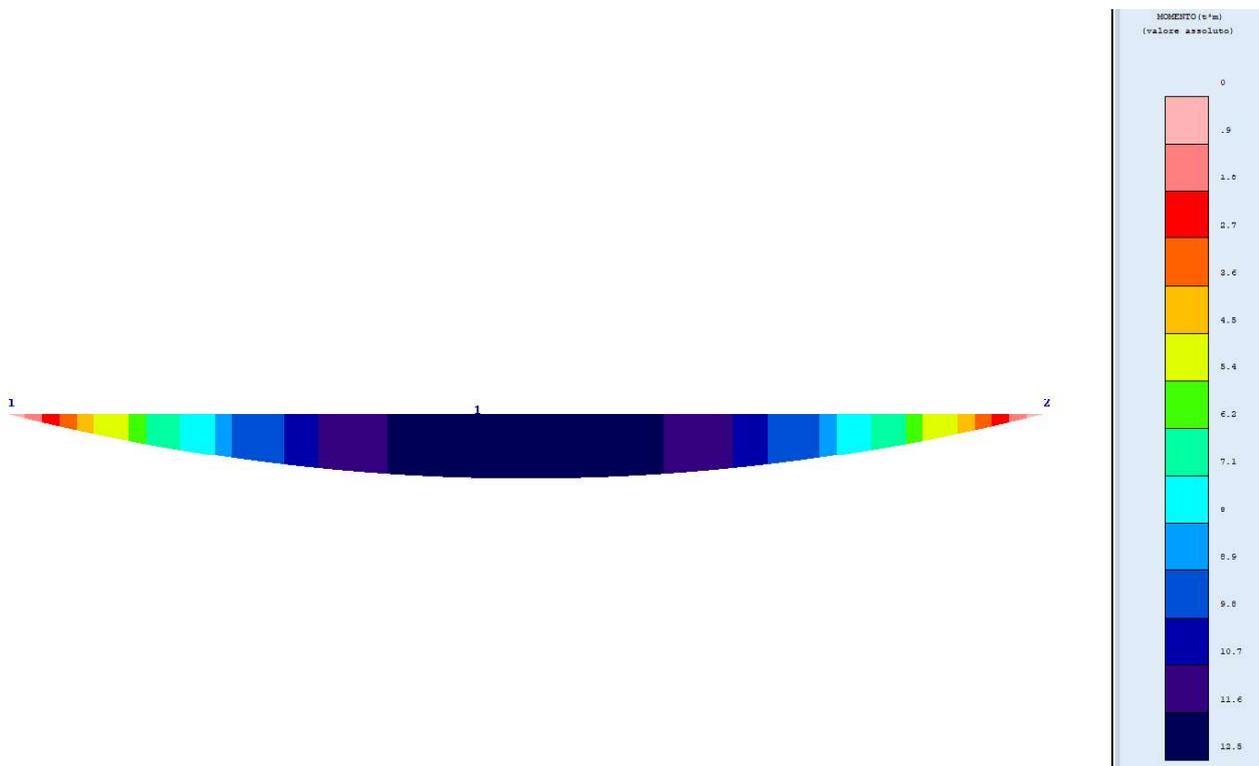
$$T = qL / 2 = 1 \cdot 10 / 2 = \mathbf{5\text{ t}}$$

### COORDINATE DEI NODI

IDENT.	POSIZIONE NODO			ATTRIBUTI		PESO SISMICO		
	Nodo3d N.ro	Coord.X (m)	Coord.Y (m)	Coord.Z (m)	Filo N.ro	Piano Sism.	Dir. X (t)	Dir. Y (t)
1	0,00	0,00	2,15	1	0	0,00	0,00	0,00
2	10,00	0,00	2,15	5	0	5,15	0,00	0,00

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2					ALIQUOTA SISMICA: 100				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
1	0	0,000	0,000	-1,000	0,000	0,000	-1,000	0,000	0,00

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 3D																		
DATI DI ASTA	Fili N.ro	Quota (m)	Tra tto	Cmb N.F	N Sd (kg)	MxSd (kg*m)	MySd (kg*m)	VxSd (kg)	VySd (kg)	T Sd (kg*m)	N Rd kg	MxV.Rd kg*m	MyV.Rd kg*m	VxplRd Kg	VyplRd Kg	T Rd kg*m	fy rid Kg/cmq	Rap %
Nover.	1	2,15	1	0	0	0	0	0	5000	0	101540	6420	3081	46468	12143	232	2619	0
HEA160	qm=	-1000	1	0	12500	0	0	0	0	0	101540	6420	3081	46468	12143	232	2619	195
Asta:	1	5	2,15	1	0	0	0	0	-5000	0	101540	6420	3081	46468	12143	232	2619	0
Instab.:	l=1000,0	b*1=700,0		0	12500	0	0	cl=1	e=0,92	lmd=175	Rpf= 0	Rft=534	Wmax/rel/lim=381,9	381,9	40,0			



### 1.13 Livello di sicurezza Pre e Post Interventi

Si riportano i coefficienti di sicurezza conseguiti dalla struttura oggetto di adeguamento sismico, a seguito degli interventi descritti.

#### Corpo in muratura:

	<b>Stato di Fatto</b>	<b>Stato di Progetto</b>
<b>Indice di rischio sismico Cinematismi locali</b>	<b>0.44</b>	<b>1.96</b>
<b>Sisma Ortogonale</b>	<b>1.48</b>	<b>1.48</b>
<b>Indice di rischio sismico Sisma nel piano</b>	<b>1.038</b>	<b>1.038</b>
<b>Indice di Rischio minimo</b>	<b>0.44 &lt; 1.00</b>	<b>1.04 &gt; 1.00</b>

I valori sopra riportati sono riferiti ad un livello di conoscenza LC2.

Terre Roveresche, li 23/06/2023

IL PROGETTISTA STRUTTURALE  
*Dott. Ing. Roberto Ordonselli*