

Spazio per Committente
Ricevuta e approvazione
COMUNE DI TRAVAGLIATO

Spazio per Comune
Ricevuta

FB	EA	LP	Prima emissione	02/07/2018	00
Redatto	Visto	Approvato	Ragione dell'emissione	Data	Revisione

COMUNE DI TRAVAGLIATO (BS)

Piazzale Ospedale n. 2

**Studio di fattibilità tecnico-economica adeguamento
sismico strutturale Scuola Primaria Statale**

TITOLO DOCUMENTO:

ARCHITETTONICI

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Arch. Giovanni Berlocchi

COMMITTENTE



COMUNE DI TRAVAGLIATO



scala:

Numerazione
Progetto

18.028 PP AR 0.1



Indice generale

1. OGGETTO DELL'INTERVENTO	2
1.1 Introduzione	2
1.2 Descrizione dell'opera	2
1.3 Descrizione della tipologia strutturale	5
1.4 Documenti di riferimento	6
2. Illustrazione sintetica del processo di valutazione di sicurezza dell'edificio	8
2.1 Valutazione della sicurezza	8
2.2 Analisi dei carichi gravitazionali	9
2.3 Combinazioni di carico e masse partecipate	10
2.4 Azione sismica e verifiche globali	10
2.5 Verifiche locali	11
3. Interventi locali	12
3.1 Inserimento di tiranti metallici	12
3.2 Chiusura delle nicchie mediante tecnica scuci-cuci e annessione paramento murario	13
3.3 Rinforzo del primo e secondo solaio con profili di acciaio	14
3.4 Rifacimento del terzo solaio	14
3.5 Rifacimento della copertura	15
4. Conclusioni e sintesi dei risultati	16



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

1.1 Introduzione

La presente relazione ha per oggetto lo studio di fattibilità tecnico economica per l'intervento di adeguamento sismico della Scuola Primaria Statale sita in Piazzale Ospedale n. 2 del Comune di Travagliato (BS).

Lo studio di fattibilità tecnico economico ha come scopo quello della valutazione degli interventi necessari per l'adeguamento dell'edificio in oggetto e sarà seguito dal progetto definitivo-esecutivo e dalla richiesta delle necessarie autorizzazioni agli Enti competenti.

Inoltre, essendo l'edificio di interesse culturale ai sensi dell'art. 12, comma 1 del D. Lgs n. 42 del 22.01.2004, il progetto verrà sottoposto al parere della Soprintendenza.

1.2 Descrizione dell'opera

L'edificio scolastico oggetto del presente studio di fattibilità è situato nella zona centrale del Comune di Travagliato, circa 400 m nord rispetto alla piazza principale, e sorge tra Piazzale Ospedale, via Mulini e via Don Primo Mazzolari. Di seguito si allega un'immagine di inquadramento territoriale dell'edificio.

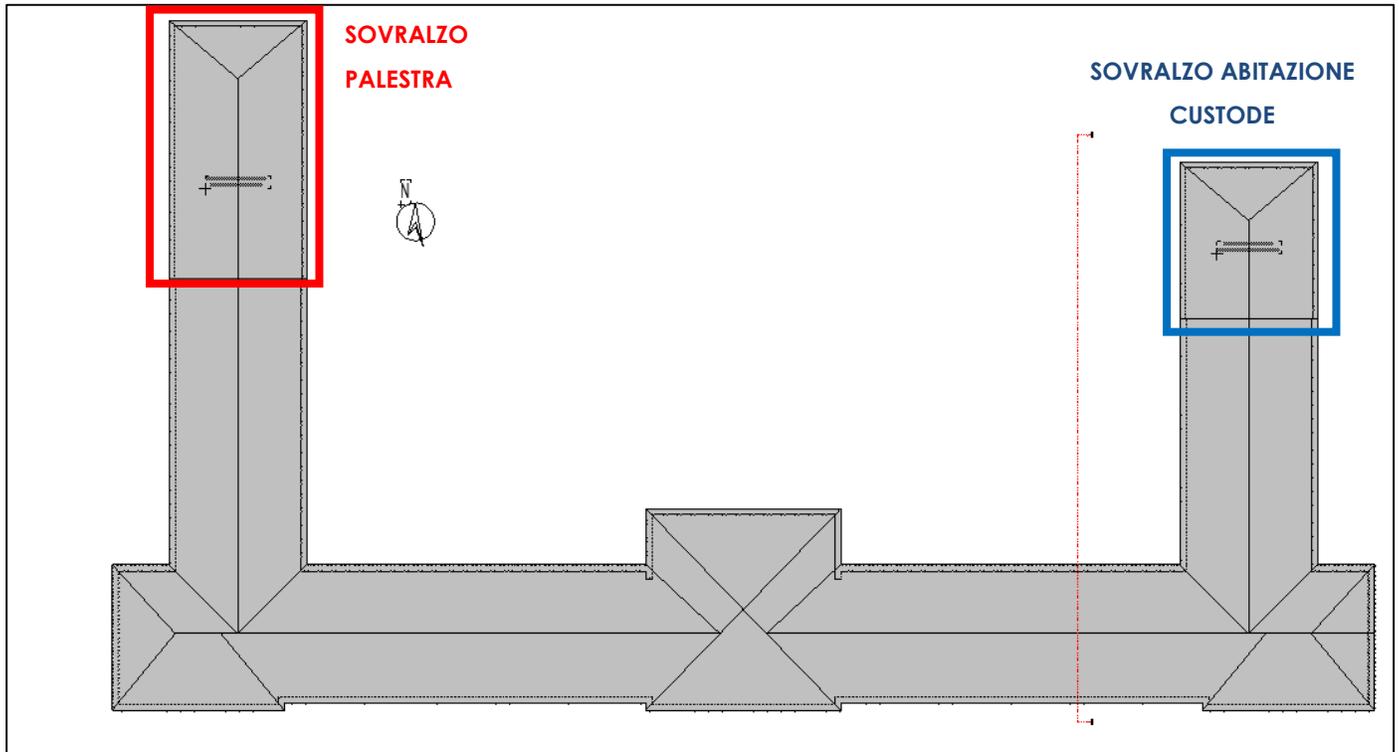


Figura 2 – Ampliamenti anni 70 scuola primaria



Figura 3 – Indicazione in prospetto ampliamento palestra.

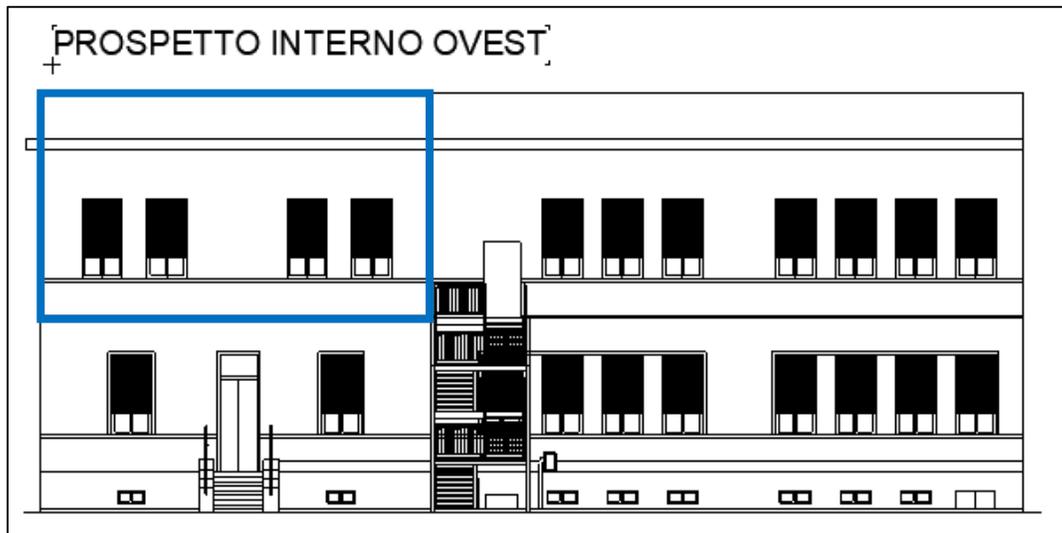


Figura 4 - Indicazione in prospetto ampliamento casa custode.

Rispetto all'impronta in pianta dell'edificio il piano seminterrato ne occupa solo una porzione ed è diviso in tre parti: una accessibile direttamente dal piano terra dell'edificio attraverso scale interne e le altre accessibili dall'esterno (in particolare dal cortile interno).

Il piano terra ed il piano primo sono pressoché identici e sono costituiti da un corridoio che corre lungo i tre lati della forma ad "U" su cui si affacciano le aule. Il piano terra e primo sono collegati in differenti punti da tre corpi scala.

Il sottotetto è accessibile solamente da una scala a pioli posta in una stanza del piano primo dell'edificio e l'unica funzione è quella di accesso alla copertura.

1.3 Descrizione della tipologia strutturale

L'edificio, realizzato negli anni 30, presenta tipologie realizzative tipiche del periodo di costruzione: ha una struttura portante in muratura di mattoni pieni a 4 teste che si sviluppa in modo regolare dal piano interrato all'ultimo solaio. I solai di prima realizzazione sono i seguenti: tipologia in latero-cemento per le aule ed in legno, tavelloni



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



e cappa in calcestruzzo per i corridoi. La copertura è in legno con manto in coppi di laterizio.

Successivamente, negli anni 70, è stata valutata la possibilità di ampliare l'edificio con il sovralzato della palestra e dell'abitazione del custode. Gli interventi sono stati ritenuti possibili e sono stati realizzati dei solai in laterocemento ed una copertura in muricci e tavelloni. Nello studio in oggetto non verrà mai considerata la porzione relativa all'abitazione del custode in quanto rientra in un altro progetto già in fase di realizzazione.

Negli anni 80, a seguito di crolli di porzione dei solai lignei dei corridoi, sono stati sostituiti i solai lignei presenti con solai in laterocemento.

Ad oggi l'edificio si presenta in un buono stato di conservazione e le strutture verticali non risultano per nulla danneggiate.

1.4 Documenti di riferimento

La prima fase dello studio dell'edificio è stata svolta analizzando i documenti a disposizione:

- Tavole strutturali relative agli ampliamenti
- Documentazione relativa ad interventi strutturali nel tempo
- Collaudi statici e relazioni inerenti le strutture

Per le porzioni di edificio per cui non è stata reperita documentazione specifica, sono state utilizzate le informazioni derivanti dal rilievo geometrico e dalle indagini visive effettuate.

Si riportano di seguito alcune immagini dei rilievi effettuati in loco.



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



Figura 5 – Solaio in laterocemento del corridoio.



Figura 6 – Muratura portante in mattoni pieni.



Figura 7 – Saggio nel solaio esistente

Le caratteristiche di materiali sono state desunte dalle tabelle della Normativa vigente, non essendo stato possibile in questa fase di progettazione eseguire prove specifiche. Se necessario, per le successive fasi di progettazione, saranno eseguite campagne di indagini più approfondite.

2. Illustrazione sintetica del processo di valutazione di sicurezza dell'edificio

2.1 Valutazione della sicurezza

La valutazione della sicurezza strutturale, problema di complessa risoluzione data la varietà di tipologie costruttive presenti, viene affrontato in diverse fasi, come stabilito dalla Normativa vigente.

In particolare i punti principali sono:

- Analisi storico-critica;
- Rilievo geometrico-strutturale;
- Caratterizzazione meccanica dei materiali;



- Definizione dei livelli di conoscenza e dei conseguenti fattori di confidenza; definizione delle azioni e nella relativa analisi strutturale.

La stessa ricorda alcuni fondamentali criteri di intervento quali la regolarità ed uniformità di applicazione degli interventi, la delicatezza ed importanza della fase esecutiva e le priorità da assegnare agli interventi, conseguentemente agli esiti della valutazione, per contrastare innanzitutto lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulla costruzione in oggetto esistente viene eseguita con riferimento ai soli SLU. Le Verifiche agli SLU sono eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) per determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'intervento.

Il procedimento è volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC;
- a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

Di seguito saranno definite le ipotesi di calcolo e i metodi utilizzati. Con la progettazione definitivo-esecutiva si valuteranno nel dettaglio i livelli di sicurezza raggiunti con gli interventi previsti ed i metodi utilizzati per il raggiungimento di questo scopo.

2.2 Analisi dei carichi gravitazionali

I carichi per unità di superficie considerati nel progetto sono i seguenti: carichi permanenti (G), ottenuti sommando la quota di carichi strutturali (G1) e la quota di non strutturali (G2), valutati in accordo ai documenti di riportati al paragrafo 1.4 e carichi variabili (Q), in accordo alla tabella 3.1.II del D.M. 17/01/2018, considerando l'attuale destinazione d'uso delle diverse zone degli edifici.



2.3 Combinazioni di carico e masse partecipate

Le combinazioni di carico utilizzate nella verifica della struttura sono ottenute in accordo al punto 2.5 del D.M. 17/01/2018.

2.4 Azione sismica e verifiche globali

La risposta sismica dell'edificio è valutata con il metodo dell'analisi statica non lineare. Infatti per la sua forma a "ferro di cavallo" e per le non regolarità in pianta e in elevazione si è ritenuto che un'analisi statica lineare non portasse ad un risultato veritiero. Nell'analisi si è considerato lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

L'azione sismica considerata fa riferimento ad una costruzione ordinaria (con una vita nominale di 50 anni) con una classe d'uso III, in cui sono previsti affollamenti significativi di persone. Si riportano di seguito i parametri di progetto e lo spettro di risposta.

Latitudine (WGS84)	Longitudine (WGS84)			
45.52687780	10.07908930			
Latitudine (ED50)	Longitudine (ED50)			
45.528653	10.080195			
Altitudine (mt)	130			
Classe dell'edificio	III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signific			
Vita Nominale Struttura	50			
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	75			
Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T_c^* [s]
Operatività	45	0.050	2.452	0.226
Danno	75	0.065	2.409	0.250
Salvaguardia Vita	712	0.165	2.419	0.286
Prevenzione Collasso	1462	0.209	2.438	0.294

Figura 8 – Parametri dell'azione sismica.

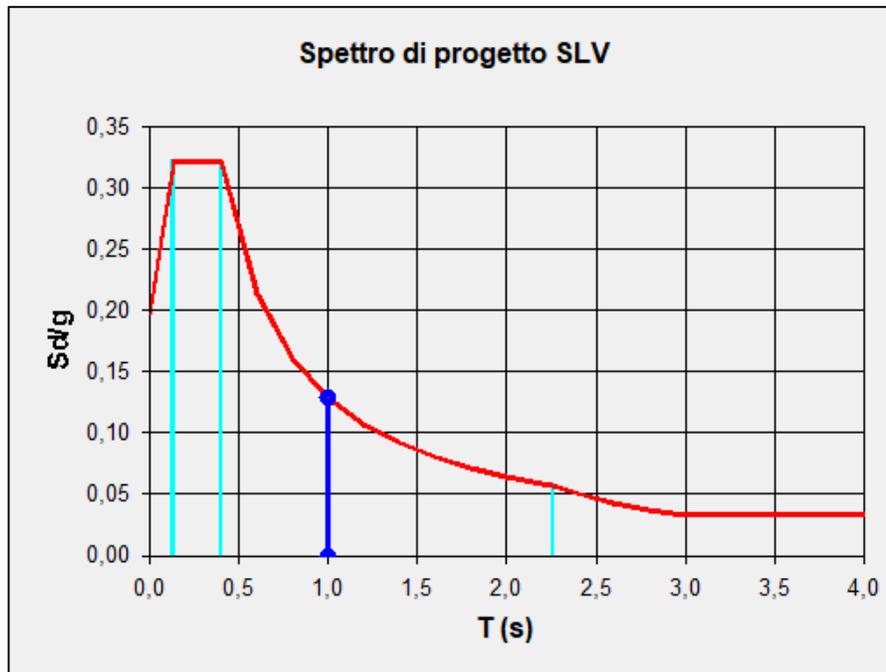


Figura 9 – Spettro di risposta per l'azione sismica considerata

2.5 Verifiche locali

Al fine di garantire un buon comportamento globale dell'edificio, bisogna valutare la possibilità che, per cause sismiche, si attivino dei meccanismi di collasso locale che impediscano ai setti murari di esplicare l'azione resistente nel proprio piano. Tali meccanismi si attivano nelle pareti murarie prevalentemente per azioni perpendicolari al loro piano. La verifica può essere svolta tramite l'analisi limite dell'equilibrio, secondo l'approccio cinematico, che si basa sulla scelta dei meccanismi di collasso ritenuti significativi per l'edificio e la valutazione dell'azione orizzontale che attiva tali cinematismi, da confrontarsi con l'accelerazione di riferimento del sito.

Le verifiche locali ed i conseguenti interventi per ovviare alla suddette carenze vengono effettuate su tutti gli elementi strutturali facenti parte del meccanismo globale dell'edificio. A seguito si illustrano gli interventi.



3. Interventi locali

3.1 Inserimento di tiranti metallici

La presenza di murature portanti in mattoni pieni e malta di calce insieme a solai non opportunamente collegati agli stessi, porta in presenza di azioni orizzontali a meccanismi di ribaltamento fuori piano. Al fine di limitare questi meccanismi si è previsto di inserire alla quota del secondo e del terzo orizzontamento dei tiranti in acciaio opportunamente collegati alla muratura con una piastra.

Nelle immagini che seguono si riporta un particolare dell'intervento in essere.

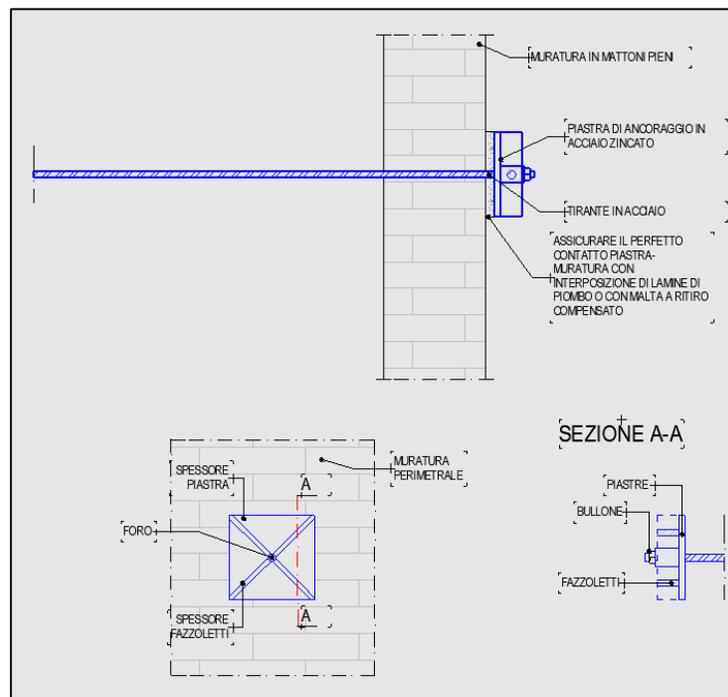


Figura 10 – Realizzazione catene perimetrali.

Tale intervento ha lo scopo di garantire un comportamento scatolare e monolitico della fabbrica muraria (insieme delle pareti). Gli incatenamenti rendono possibile alle pareti murarie di interagire mutuamente e fornire una risposta il più possibile "globale" nei confronti delle azioni orizzontali, contenendo l'entità degli spostamenti e delle rotazioni



delle pareti stesse e consentendo la mitigazione della vulnerabilità per innesco di possibili meccanismi cinematici di ribaltamento per rotazione.

3.2 Chiusura delle nicchie mediante tecnica scuci-cuci e annessione paramento murario

Tale intervento prevede la chiusura di tutte le nicchie presenti all'interno dell'edificio in muratura, attraverso la tecnica dello scuci-cuci, che permette di ripristinare la continuità muraria delle pareti portanti. Il paramento di tali nicchie risulta avere uno spessore minore rispetto alla muratura portante, pertanto al fine di migliorare la risposta sismica globale dell'edificio, si prevede la chiusura della nicchia mediante nuovo corso di mattoni. L'inserimento di paramenti aggiuntivi adeguatamente connessi alla muratura esistente permette di aumentare la rigidità e la resistenza della struttura nella direzione considerata e, di conseguenza, la risposta globale dell'edificio. Di seguito si riporta riportano delle immagini a titolo di esempio dell'intervento in essere.

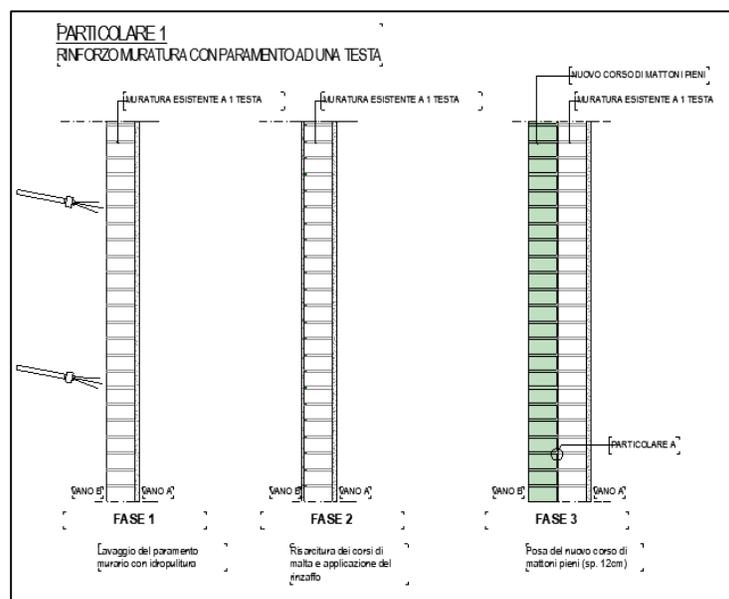


Figura 11 – Prime fasi chiusura nicchia

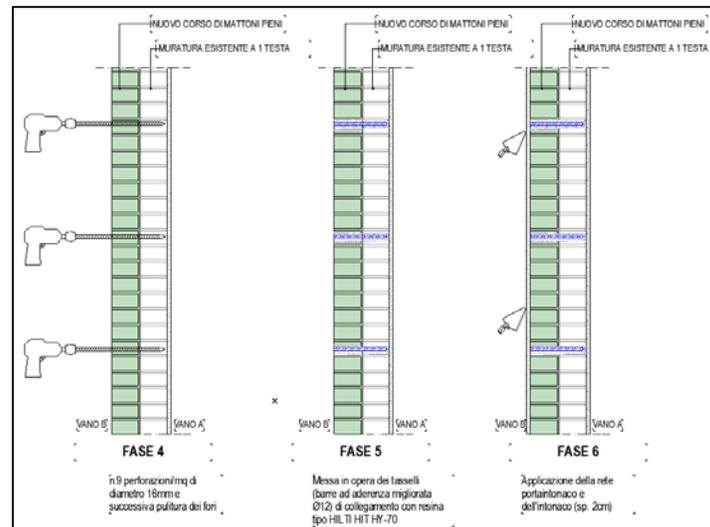


Figura 12 – Fasi finali chiusura nicchia

3.3 Rinforzo del primo e secondo solaio con profili di acciaio

Al fine di rinforzare dal punto di vista statico e sismico i solai in laterocemento esistenti a livello del primo e del secondo solaio, si prevede l'inserimento di profili metallici nel piano al fine di assorbire e distribuire le sollecitazioni orizzontali. Nello specifico l'intervento può essere considerato una controventatura orizzontale che con un sistema di putrelle incrociate riesce a trasmettere gli sforzi alle murature perimetrali e a fungere da diaframma di piano rigido.

Il sistema di putrelle, inoltre, permette di ridurre la luce del solaio esistente, riducendo le sollecitazioni massime e la deformabilità.

Si allega di seguito uno schema esemplificativo dell'intervento.

3.4 Rifacimento del terzo solaio

Il terzo solaio (piano di calpestio del sottotetto) è costituito da travetti e assito lignei sostenuti da putrelle in ferro che poggiano sui muri portanti dell'edificio; i travetti sono



intervallati dalla presenza di mezzo tavellone all'intradosso collegato agli stessi con una rete porta intonaco, come mostrato nel particolare seguente.

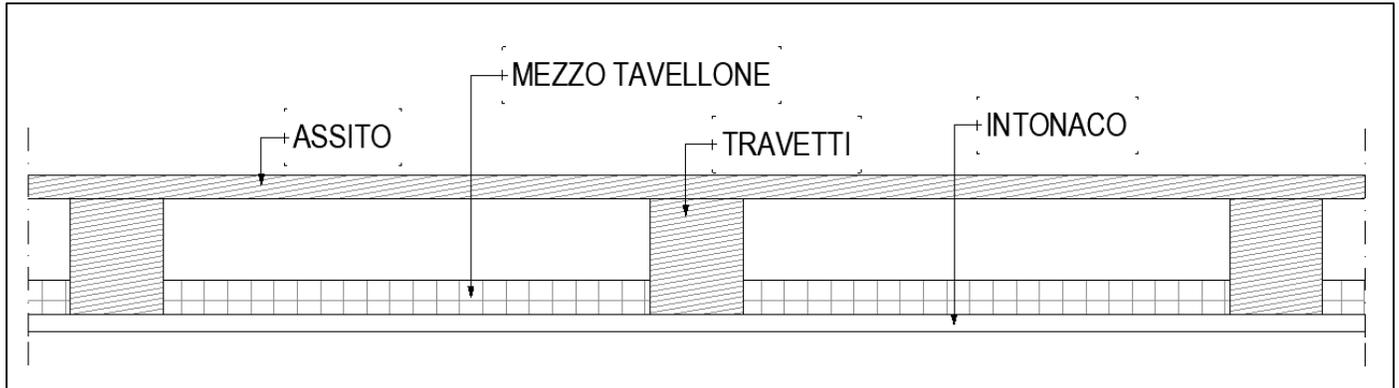


Figura 13 – Tipologia di solaio esistente al piano sottotetto

Considerando lo stato di degrado dei travetti e dell'assito, a tratti discontinuo e mal conservato, e lo stato di ancoraggio dei tavelloni alla struttura portante, si è prevista la completa rimozione e sostituzione del solaio esistente. Al fine di non appesantire troppo la struttura e al contempo di garantire il comportamento rigido dell'orizzontamento, è stato scelto un solaio in legno con cappa da 5 cm collaborante. I travetti saranno appoggiati nelle tasche esistenti della muratura portante, mentre la cappa in calcestruzzo sarà adeguatamente ancorata ai muri perimetrali con connettori metallici.

3.5 Rifacimento della copertura

La copertura dell'edificio in oggetto risulta ammalorata e in stato di degrado, sia dal punto di vista dell'isolamento e dell'impermeabilizzazione, sia dal punto di vista strutturale. Gli interventi che si sono susseguiti negli anni hanno rinforzato la copertura localmente dal punto di vista statico, ma sono risultati carenti nella manutenzione generica della stessa. Il manto impermeabile, infatti, non risulta integro, pertanto a causa dei fenomeni atmosferici gli elementi strutturali si sono ammalorati.

Per questi motivi, si prevede la completa sostituzione della copertura con nuovi elementi lignei e con una nuova impermeabilizzazione. Lo schema statico della copertura rimarrà



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



pressoché invariato e la nuova struttura verrà collegata con la muratura esistente con adeguati profili metallici.

4. Conclusioni e sintesi dei risultati

Nella presente relazione è stata valutata la vulnerabilità sismica della scuola Primaria Statale sita in Piazzale Ospedale n.2, nel comune di Travagliato. Il complesso scolastico è costituito da un unico corpo a ferro di cavallo in muratura portante. Le analisi, le verifiche e gli interventi effettuati portano alle seguenti conclusioni: nello stato di fatto la struttura necessita di una serie di interventi locali per risolvere alcune inadeguatezze strutturali legate al periodo costruttivo.

Gli interventi in progetto garantiscono ai singoli elementi la rispondenza a quanto richiesto dalla normativa vigente ed un comportamento globale della struttura rispetto all'azione sismica di progetto. Si ritiene, pertanto, che la struttura sia adeguata rispetto a quanto richiesto dalla Normativa vigente.

Spazio per Committente
Ricevuta e approvazione
COMUNE DI TRAVAGLIATO

Spazio per Comune
Ricevuta

FB	EA	LP	Prima emissione	02/07/2018	00
Redatto	Visto	Approvato	Ragione dell'emissione	Data	Revisione

COMUNE DI TRAVAGLIATO (BS)

Piazzale Ospedale n. 2

**Studio di fattibilità tecnico-economica adeguamento
sismico strutturale Scuola Primaria Statale**

TITOLO DOCUMENTO:

ARCHITETTONICI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Arch. Giovanni Berlocchi

COMMITTENTE

COMUNE DI TRAVAGLIATO



scala:

Numerazione
Progetto

18.028 PP AR ALL.1



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



Figura 1 – Fronte principale dell'edificio scolastico



Figura 2 – Fronte dell'edificio



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



Figura 3 – Vista del corridoio

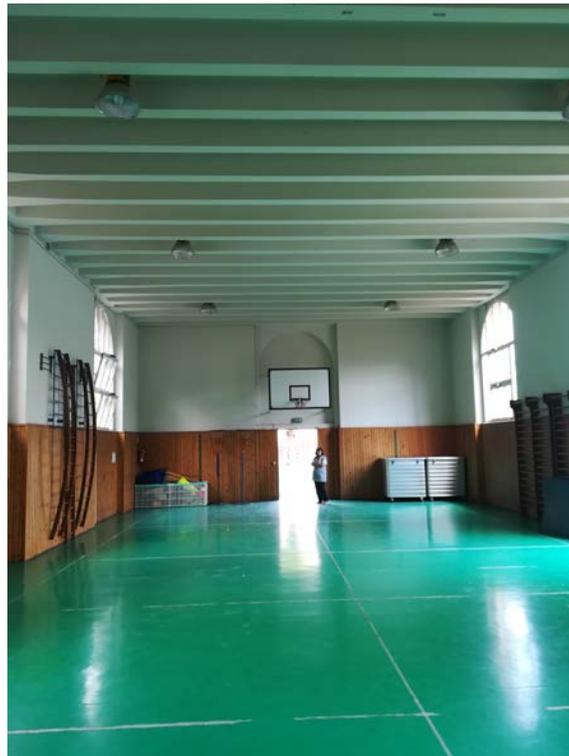


Figura 4 – Vista della palestra



TESIS s.r.l. Via Creta, 78 – 25124 Brescia
tel. +39 030 2452423 – fax +39 030 2423941
e-mail: info@studiotesis.com – www.studiotesis.com
c.f. E p.iva 03449730179 – cap. soc. euro 10.400 int. Vers.



Figura 5 – Vista dell'interrato