

## ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO “DON AGOSTINO BATTISTELLA” DI SCHIO (VI) CON IL GENIALE CAPPOTTO SISMICO: PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

### Autori:

- Alice Polito – laureata magistrale in ingegneria civile

Dipartimento ICEA – Università di Padova

### Progettazione generale e Direzione dei Lavori:

- Studio Associato di Ingegneria ed Architettura TIXA - Bassano del Grappa (VI)

### Fornitore del cappotto sismico:

- ECOSISM SRL – Battaglia Terme (PD)

### Impresa esecutrice:

- Riva Gaetano SAS – San Vito di Leguzzano (VI)

### PREMESSA

Il presente articolo descrive il progetto di adeguamento sismico e riqualificazione della scuola secondaria di primo grado “Don Agostino Battistella” sita nel Comune di Schio, in provincia di Vicenza.

Il Comune di Schio è situato in zona sismica 3 e l’edificio scolastico insiste su un suolo di categoria B: la domanda di accelerazione sismica alla base dell’edificio allo SLV è pari a  $PGA_{DLV}=0,186$  g, mentre la corrispondente capacità di resistenza allo stato di fatto, derivante dalla valutazione di vulnerabilità sismica è pari a  $PGA_{CLV}=0,030$  g. Ne deriva che l’indice di rischio sismico allo stato di fatto è pari a  $I_{r(ag),SLV}=0,316$ .

Essendo l’edificio scolastico d’interesse strategico per la Protezione Civile ai sensi della DGR Veneto n° 3645 del 28/11/2003, in quanto nel piano comunale di emergenza e di protezione civile ospita delle funzioni strategiche, c’era l’urgenza di adeguarlo sismicamente nel rispetto delle normative vigenti.

Per realizzare l’adeguamento sismico, e sfruttare l’occasione per iniziare il processo di efficientamento energetico della scuola, si è utilizzata la tecnica del cappotto sismico. Il cappotto scelto è prodotto dalla ditta Ecosism srl di Battaglia Terme ed è in grado di sopperire alle carenze sismiche del fabbricato e contemporaneamente di migliorarne le prestazioni energetiche, termiche, acustiche e di resistenza al fuoco, delle superfici verticali opache esistenti, consentendo in un unico e rapido intervento anche la riqualificazione estetica delle facciate ormai datate.

### LO STATO DI FATTO

La scuola secondaria è composta da un insieme di fabbricati per un totale di circa 20.000 m<sup>3</sup> che si sviluppano su tre livelli fuori terra ed un piano interrato.

La sede scolastica è stata edificata in due step successivi:

- Negli anni 1965-1966 erano stati realizzati il Corpo 3 (aule) ed il Corpo 2 (ingresso);
- Successivamente, fra il 1970 ed il 1971 si realizzarono ulteriori aule, Corpo 1, la palestra ed il collegamento fra la scuola e la palestra stessa, Corpo 4.

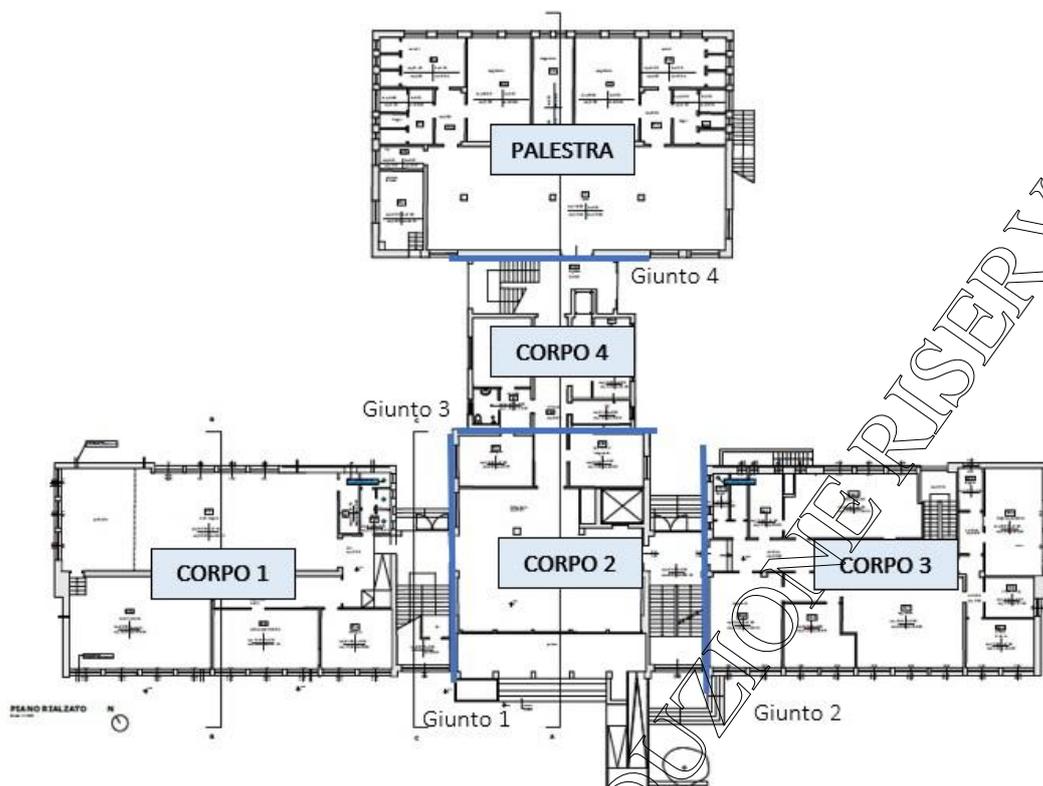


Figura 1: Pianta del piano terra con individuazione dei giunti termici e dei vari corpi di fabbrica

La struttura portante del fabbricato scolastico è costituita da un telaio in calcestruzzo armato tamponato, le cui travi sono per la maggior parte in altezza ed i solai in laterocemento hanno altezza pari a 24+4 cm. Tutte le fondazioni sono realizzate a trave rovescia.

Per quanto riguarda lo stabile dedicato alle attività motorie, esso raggiunge un'altezza di circa 12 m, ed è dotato di servizi e spogliatoi al piano terra e della palestra al piano superiore. La sua struttura portante, a differenza degli altri corpi di fabbrica, è costituita da pilastri in cemento armato con sezione 50x40 cm. Il solaio di copertura è formato da pannelli Triflex 20+2 cm aventi interasse pari ad un metro e la copertura è in travi precomprese di lunghezza pari a 15.40 m.

I diversi corpi di fabbrica risultano essere strutturalmente indipendenti e separati da dei giunti termici che permettono un'adeguata dilatazione degli elementi.



Figura 2: Prospetti Sud e Nord



Figura 3: Prospetto laterale

### Vulnerabilità sismica

Il Comune di Schio risulta essere classificato in zona sismica 3 ad elevata pericolosità sismica:

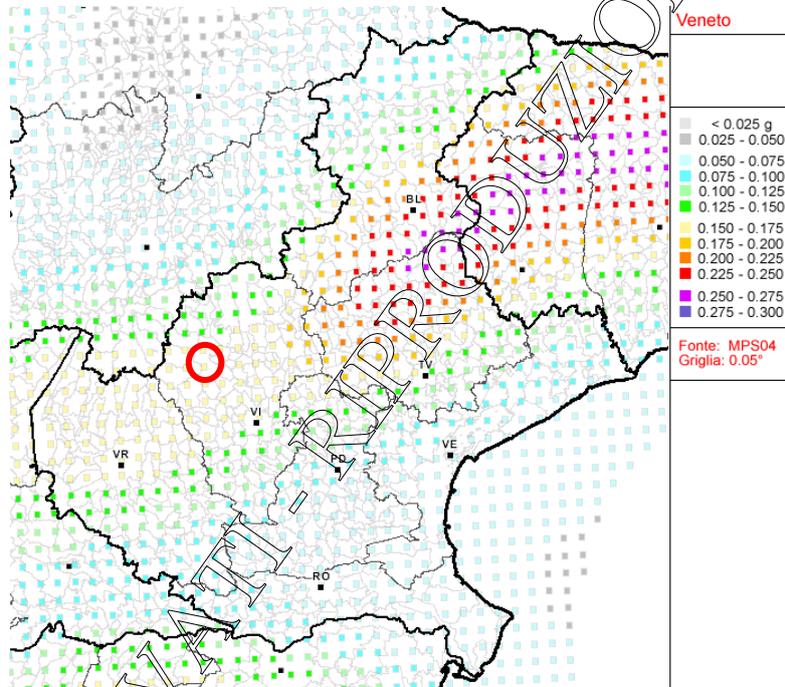


Figura 4: il Comune di Schio individuato sulla mappa di pericolosità sismica del Veneto (fonte INGV)

Dall'analisi geologica, si è ottenuta la seguente stratigrafia del sottosuolo:

LITOTIPO	PROFONDITA'	$\gamma_k$	$\phi'_k$	c	$C_{uk}$
A – Terreno argilloso limoso	Dal piano campagna a -2 m	18 kN/m <sup>3</sup>	-	-	35 kPa
B – terreno ghiaioso sabbioso	Da -2 m a -5 m	20 kN/m <sup>3</sup>	31°	-	-

Tabella 1: Estratto indagine geologica

Essendo il piano di fondazione posto ad una quota di circa -2.30 m dal piano campagna, si sono assunti i parametri del terreno ghiaioso-sabbioso, classificando il suolo su cui sorge il fabbricato con il litotipo di categoria B, e secondo le NTC 2018, con categoria topografica T1.

L'edificio risulta essere d'interesse strategico, perciò la sua Classe d'uso è la IV a cui corrisponde il coefficiente  $C_{u1}=2.0$  mentre la vita utile nominale del fabbricato è stata assunta pari a  $V_N=50$  anni.

Da questi dati, si sono individuati i seguenti spettri di risposta:

STATO LIMITE	$T_r$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
SLO	45 anni	0.054 g	2.503	0.246 s
SLD	75 anni	0.071 g	2.468	0.259 s
SLV	712 anni	0.185 g	2.440	0.285 s
SLC	1462 anni	0.239 g	2.424	0.290 s

Tabella 2: Parametri per l'individuazione dello spettro di risposta per ogni SL

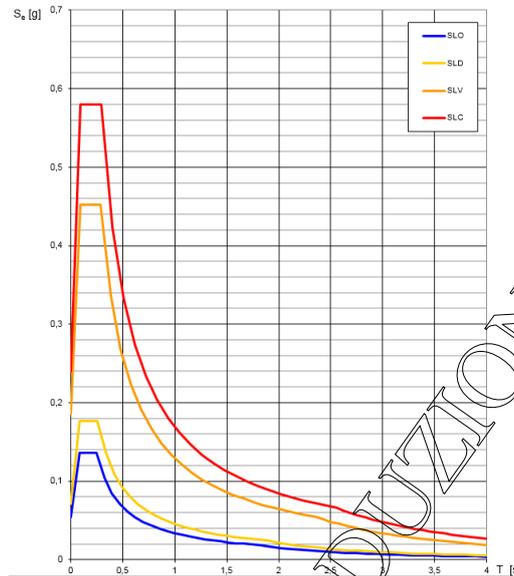


Figura 5: Spettri di risposta elastici per i vari SL

La valutazione della vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico è stata eseguita per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita, SLV, e per gli stati limite di esercizio, sia di Danno, SLD, che di Operatività, SLO.

DESCRIZIONE	STATO LIMITE	PGA (ag/g)	$\alpha$ (PGA)
Spostamento di interpiano	SLO	0.018	0.33
Moltiplicatore minimo SLD (resistenza)	SLD	0.033	0.51
Moltiplicatore minimo SLV (resistenza)	SLV	0.030	0.16

Tabella 3: Valori minimi per i diversi SL della sede scolastica

Si deduce che il primo stato limite raggiunto dall'edificio risulta essere quello di Operatività, per una PGA pari a 0.018, successivamente si raggiunge quello di Salvaguardia della Vita, ed infine lo stato limite di Danno con una PGA di 0.033.

Un edificio adeguato sismicamente, nel rispetto della normativa vigente, la cui capacità sia corrispondente alla domanda sismica, dovrebbe raggiungere i seguenti valori tabellati:

DESCRIZIONE	STATO LIMITE	PGA (ag/g)	$\alpha$ (PGA)
Spostamento di interpiano	SLO	0.0545	1
Moltiplicatore minimo SLD (resistenza)	SLD	0.0716	1
Moltiplicatore minimo SLV (resistenza)	SLV	0.186	1

Tabella 4: Valori minimi per i diversi SL di un edificio adeguato

Confrontando i parametri dell'edificio in esame e di quello sismicamente adeguato, si nota come gli indicatori di vulnerabilità sismica,  $\alpha$  (PGA), risultano essere molto inferiori all'unità, caratterizzando la sede scolastica come una struttura ad alto rischio sismico, che non garantisce quindi il livello di sicurezza richiesto per un edificio strategico.

L'analisi evidenzia la necessità di adeguare o almeno migliorare sismicamente le strutture per tutti e tre gli stati limite considerati, dato che nessuno di essi risulta essere verificato: infatti, se si considerano le resistenze disponibili per lo SLV, queste sono solamente il 16% delle minime necessarie.

Ulteriori criticità riscontrate sono le seguenti:

- I giunti di dilatazione termica, presenti fra ogni corpo di fabbrica, non risultano avere uno spessore adeguato ed individuano delle criticità in caso di evento sismico; infatti, la mancanza di giunti strutturali idonei può generare martellamento fra le strutture in caso di terremoto;
- La cappa dei solai di interpiano risulta debolmente armata non garantendo un'adeguata rigidità al piano;
- La presenza dei fori per le scale sugli impalcati del Corpo 1 e del Corpo 3, vanno a ridurre di molto le dimensioni del piano rigido sfavorendo la distribuzione delle sollecitazioni sismiche.

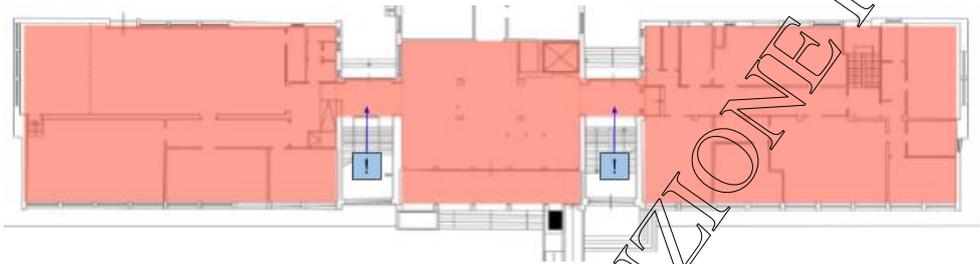


Figura 6: Individuazione dei punti di riduzione del piano rigido

#### DESCRIZIONE DELLA PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

Lo scopo principale dell'amministrazione comunale era quello di rendere la scuola un posto più sicuro per i suoi alunni, ma senza perdere di vista le problematiche energetiche, di sostenibilità ambientale ed estetiche ad oggi sempre più rilevanti negli interventi di ristrutturazione.

Quindi, l'intervento progettato non ha solo il fine di adeguare sismicamente la struttura portante ai parametri normativi vigenti, ma anche di iniziare a migliorare le prestazioni energetiche del fabbricato andando a coibentare la copertura e le superfici opache verticali, sfruttando l'occasione anche per rendere la scuola più armoniosa.

Questi lavori iniziano un processo di riqualificazione totale dell'edificio, il quale verrà completato da ulteriori interventi futuri, quali: sistemazione degli impianti, sostituzione degli infissi e coibentazione dell'intradosso del solaio verso le fondazioni.

L'obiettivo principale rimane comunque il raggiungimento dell'adeguamento sismico, che considerando le nuove tecniche costruttive e le normative vigenti, risulta raggiungibile realizzando un nuovo involucro esterno sismo-resistente e migliorando gli apporti solari.

La scelta del cappotto sismico risulta essere ottimale per i seguenti motivi:

- La maggior parte delle lavorazioni vengono svolte dall'esterno, mantenendo inalterate le attività scolastiche e degli uffici durante il cantiere;
- Minimizza le interferenze con gli impianti esistenti e non modifica le misure di sicurezza antincendio presenti;
- Non altera la capienza delle aule, fondamentale dato l'aumento degli alunni, e, anche se riduce la superficie finestrata, va a migliorare il comfort visivo degli utenti;
- Conferisce all'edificio un aspetto estetico più moderno;

La sua progettazione consente di favorire gli interventi futuri che non trovano capienza economica attualmente.

Le opere complessivamente avranno un costo di circa 1 milione e 190 mila euro, stimando una durata dei lavori di circa 180 giorni. I lavori avviati a giugno 2020 riguardano il blocco centrale e l'ala ovest dell'edificio, mentre l'ala est verrà completata successivamente sulla base delle risorse disponibili: la suddivisione temporale del cantiere consente una gestione migliore dei lavori ed un'organizzazione più efficiente per gli eventuali spostamenti delle aule, evitando ogni interferenza fra i lavori e alunni ed insegnanti.

Durante il primo stralcio dell'opera si è previsto anche il rifacimento del tetto dell'edificio in legno lamellare e la realizzazione dei nuovi davanzali che risulteranno funzionali nell'ottica di installare in futuro dei nuovi serramenti, pensando al progressivo miglioramento energetico dello stabile.

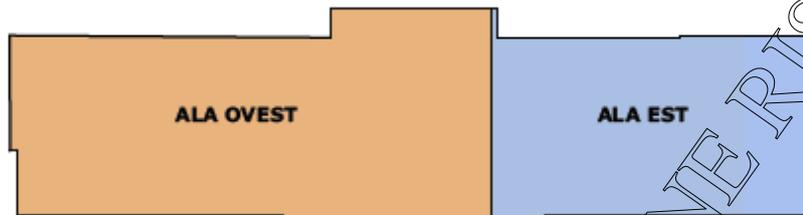


Figura 7: Suddivisione delle opere

### Considerazioni architettoniche

La ristrutturazione dell'edificio è stata sfruttata anche per rinnovare l'aspetto delle facciate e per migliorare il confort visivo degli alunni e degli insegnanti durante le ore di lezione.

Come si può vedere nei prospetti seguenti, le forometrie sono state drasticamente ridotte, chiudendo una finestra su tre nelle aree riservate alla didattica. Da un'analisi svolta con un luxometro nelle aule dell'istituto, queste risultavano essere troppo illuminate: la distribuzione delle fotometrie allo stato di progetto è stata studiata per migliorare il confort visivo degli utenti, riducendo quindi l'abbagliamento.

Invece, le finestre presenti nei vani scala sono state studiate e disposte per dare un motivo architettonico che vada a distinguersi dal resto della facciata, donando dinamicità e svecchiando l'istituto.



Figura 8: Confronto stato di fatto-stato di progetto del prospetto Sud

## Considerazioni energetiche

Le pareti verticali della struttura risultavano avere uno spessore di 41 cm ed erano caratterizzate da una trasmittanza termica U di 0.930 W/m<sup>2</sup>K: questo valore risultava essere molto maggiore rispetto al limite indicato per la zona climatica E per le ristrutturazioni e riqualificazioni energetiche nel DM 26/6/2015, che risulta essere pari a 0.28 W/m<sup>2</sup>K.

La stratigrafia della parete allo stato di fatto risultava essere la seguente:

STRATO	Spessore [mm]	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	Fattore resistenza diffusione del vapore	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità termica [W/mK]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W]
Strato laminare interno						0.13
1) Malta di calce o di calce-cemento	15	1800	20	835	0.900	0.02
2) Blocchi forati	120	717	5	835	0.387	0.31
3) Camera non ventilata	140	1	1	1000	0.556	0.25
4) Blocchi forati	120	717	5	835	0.387	0.31
5) Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	15	1800	20	835	0.900	0.02
Strato laminare esterno						0.04

Tabella 5: Stratigrafia parete allo stato di fatto

La struttura verticale non risultava soggetta a fenomeni di condensa superficiale, ma si verificava condensa interstiziale che presentava un fattore di scarsa efficienza energetica dell'elemento e anche di pericolosità per gli utenti dell'edificio a causa della possibile formazione di muffe. Sfruttando quindi l'intervento di adeguamento sismico, si è deciso di progettare un modulo in grado di abbattere la carenza energetica delle pareti. La nuova stratigrafia, con i suoi 77 cm di spessore, di cui 36 cm di cappotto sismico, fa raggiungere alla parete un valore di trasmittanza pari a 0.184 W/m<sup>2</sup>K ed elimina ogni problema di condensa.

STRATO	Spessore [mm]	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	Fattore resistenza diffusione del vapore	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità termica [W/mK]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W]
Strato laminare interno						0.13
1) Malta di calce o di calce-cemento	15	1800	20	835	0.900	0.02
2) Blocchi forati	120	717	5	835	0.387	0.31
3) Camera non ventilata	140	1	1	1000	0.556	0.25
4) Blocchi forati	120	717	5	835	0.387	0.31
5) Intonaco di cemento sabbia e calce per esterno	15	1800	20	835	0.900	0.02
6) Poliestere espanso sintetizzato	50	25	70	1450	0.034	1.47
7) CLS con aggregato naturale	200	2400	150	875	1909	0.10
8) Poliestere espanso sintetizzato	50	25	70	1450	0.034	2.94
9) Lana di roccia	50	55	1	835	0.04	1.25
10) Rivestimento di finitura per cappotto	10	25	70	1000	0.200	0.05
Strato laminare esterno						0.04

Tabella 6: Stratigrafia parete di progetto

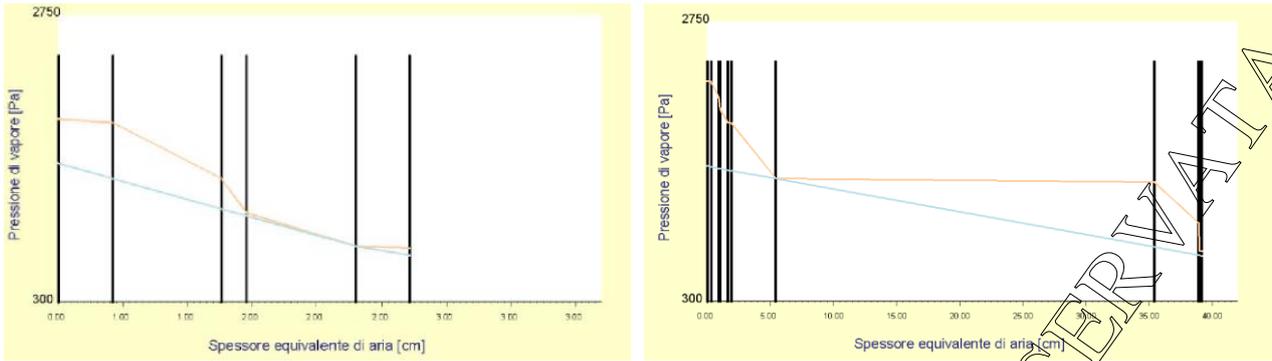


Figura 9: Diagramma di Glaser della parete pre e post-intervento per il mese critico di Gennaio

Analizzando il solaio di copertura in laterocemento allo stato di fatto non era dotato di coibentazione. Lo spessore totale della struttura pari a 31 cm comportava una resistenza termica pari a 1.783 W/m<sup>2</sup>K, dove il limite normativo per l'intervento in progetto risultava essere pari a 0.24 W/m<sup>2</sup>K. La struttura orizzontale risulta essere soggetta a fenomeni di condensa superficiale ma la verifica alla condensa interstiziale era verificata.

STRATO	Spessore [mm]	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	Fattore resistenza diffusione del vapore	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità termica [W/mK]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W]
Strato laminare interno						0.1
1) Malta di calce o di calce-cemento	10	1800	20	835	0.900	0.01
2) Laterocemento (24+6)	300	1050	15	835	0.735	0.41
Strato laminare esterno						0.04

Tabella 7: Stratigrafia copertura allo stato di fatto

Con la sola installazione di un pannello semirigido in fibre minerali di roccia dello spessore di 16 cm, si abbatte drasticamente la trasmittanza termica raggiungendo un valore di 0.219 W/m<sup>2</sup>K. La nuova struttura avrà quindi uno spessore totale di 47 cm e risulta essere verificata sia a condensa interstiziale che a quella superficiale.

STRATO	Spessore [mm]	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	Fattore resistenza diffusione del vapore	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità termica [W/mK]	Resistenza termica [m <sup>2</sup> K/W]
Strato laminare interno						0.1
1) Malta di calce o di calce-cemento	10	1800	20	835	0.900	0.01
2) Laterocemento (24+6)	300	1050	15	835	0.735	0.41
3) Pannelli semirigidi in fibre minerali di roccia	160	26	1	835	0.04	4.00
Strato laminare esterno						0.04

Tabella 8: Stratigrafia copertura di progetto

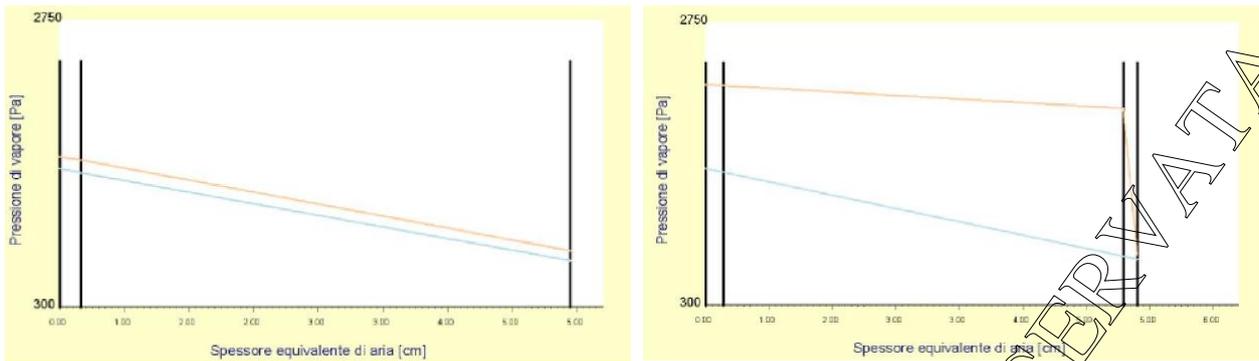


Figura 10: Diagramma di Glaser della copertura pre e post-intervento per il mese critico di Gennaio

### Descrizione degli interventi antisismici

Gli interventi di adeguamento sismico sono costituiti quasi integralmente da lavorazioni svolte all'esterno dell'edificio, minimizzando le interferenze fra le attività cantieristiche e quelle scolastiche.

Essi constano di:

- Realizzazione di nuove fondazioni perimetrali e del cappotto sismico;
- Realizzazione di due nuovi solai in prossimità delle scale;
- Inserimento delle nuove catene tiranti

L'insieme di questi interventi assicurano un comportamento globale scatolare dell'edificio.

### Il cappotto sismico

Il nuovo involucro esterno sismo-resistente è formato da una lastra di calcestruzzo armata gettata in opera all'interno dei casseri prefabbricati ECOSISM, pre-assemblati in stabilimento con due strati di materiale isolante.

Le nuove lastre in calcestruzzo armato, aventi fondazioni proprie realizzate adiacentemente a quelle presenti, vengono rese solidali alla struttura esistente mediante ancoraggi a livello di fondazione e sui cordoli di piano, garantendo la collaborazione necessaria fra il cappotto sismico e la struttura a telaio della sede scolastica.

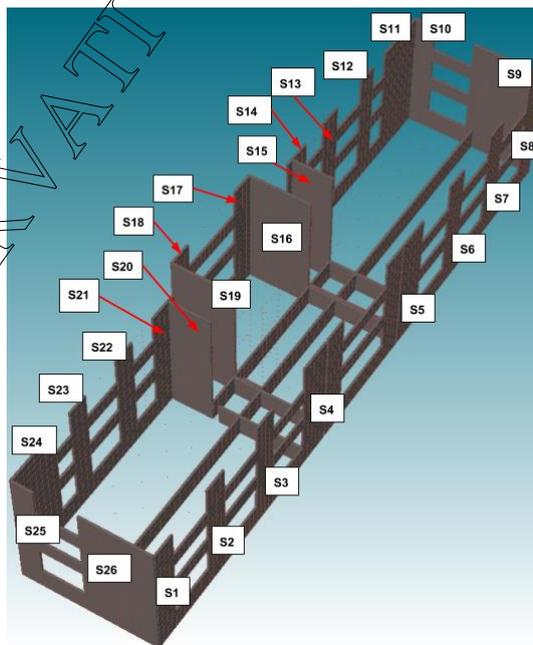


Figura 11: Individuazione del nuovo sistema sismo resistente

Il modulo cassero fornito dalla ditta Ecosism è formato da una maglia tridimensionale in acciaio zincato elettrosaldato, nella quale viene preassemblato il materiale isolante, di tipologia e spessore scelti in fase di progettazione. Nel caso in esame, è stato scelto un modulo composto esternamente da un pannello di 5 cm di lana di roccia accoppiato a 5 cm di EPS ed internamente da un pannello di 5 cm di EPS: nell'intercapedine si è gettata in opera una lastra di calcestruzzo armato di 20 cm. Questo pacchetto ha reso possibile abbattere notevolmente la trasmittanza termica della parete rispettando i limiti dettati per la zona climatica di appartenenza.

La progettazione del cappotto è stata svolta con la prospettiva di facilitare altri interventi che non trovano capienza economica immediata: infatti il nuovo involucro predispone già degli alloggiamenti per i futuri serramenti, realizzati senza ponte termico.

STRUTTURA	TRASMITTANZA STATO DI FATTO	TRASMITTANZA PROGETTO	VALORI LIMITE ZONA CLIMATICA E
Parete	0.930 W/m <sup>2</sup> K	0.187 W/m <sup>2</sup> K	0.28 W/m <sup>2</sup> K

Tabella 9: Valori delle trasmittanze



Figura 12: Modulo fornito dalla ditta Ecosism srl



Figura 13: Modello 3D utilizzato per la produzione dei casseri prefabbricati del cappotto sismico dell'ala ovest

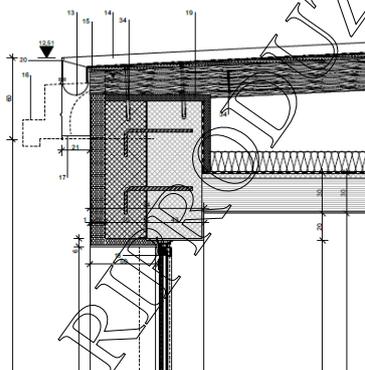


Figura 14: Chiusura del cappotto sismico in copertura

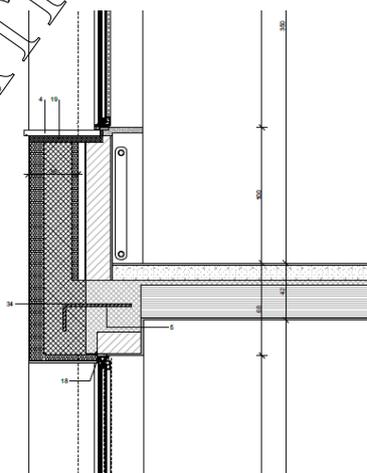


Figura 15: Collegamento del cappotto sismico al cordolo di piano

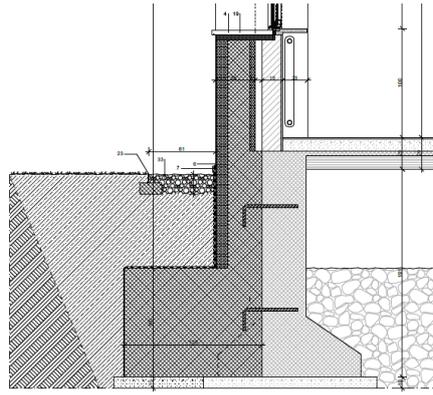


Figura 16: Collegamento delle nuove fondazioni del cappotto sismico alle fondazioni esistenti

Come si evince dai particolari costruttivi, il cappotto sismico viene applicato solo esternamente al fabbricato per dotarlo di un involucro resistente al sisma: i setti cielo-terra vengono collegati fra di loro con delle travi di accoppiamento posizionate ad ogni livello di impalcato ottenendo un sistema strutturale avente il funzionamento di pareti accoppiate. Per assicurare la continuità dei maschi murari dalla fondazione alla copertura, si è chiusa una finestra su tre lungo i prospetti, inoltre, per aumentare la rigidità del nuovo sistema strutturale si sono chiuse quasi totalmente le forometrie presenti nei vani scala.

La nuova struttura resistente è stata dimensionata per garantire la resistenza alle azioni sismiche, mantenendo pressoché inalterate le azioni dovute dai carichi gravitazionali sulle strutture esistenti, quindi senza dover intervenire internamente. Questo sistema costruttivo risulta essere un'ottima soluzione anche nel trasferimento delle sollecitazioni alle fondazioni: essendo setti molto estesi, le azioni sismiche non risultano gravose, consentendo la realizzazione di una nuova fondazione di dimensioni contenute.

Le nuove fondazioni del cappotto sismico, saranno ammassate alle esistenti con inghissaggi realizzati con delle barre metalliche opportunamente dimensionate per garantire un comportamento solidale fra i due sistemi portanti. Dalla relazione geotecnica si è ottenuta una dimensione di base di 125 cm per la nuova fondazione del cappotto: questa dimensione verrà utilizzata per il calcolo delle resistenze strutturali, ma per la determinazione delle sollecitazioni agenti sul terreno si considera l'intero sistema di fondazione pari a 180 cm, cioè la somma fra la nuova fondazione e quella esistente (la quale verrà localmente demolita per la realizzazione degli ammassamenti).

Dal punto di vista della progettazione sismica, la nuova struttura viene dimensionata per un comportamento non dissipativo perciò è stata condotta un'analisi lineare: ne consegue che il fattore di comportamento è pari a  $q=1.5$  (senza la necessità di rispettare i dettagli di armatura). Tutti i nuovi elementi strutturali sono stati progettati in funzione della capacità in termini di resistenza e non in termini di capacità deformativa: questa struttura infatti non andrà a dissipare energia mediante deformazione, e per limitare tale aspetto fondamentale si è garantito il comportamento elastico dei materiali, impedendo il raggiungimento del campo plastico.

Come esposto in precedenza, una criticità della struttura risultava essere la presenza dei giunti di dilatazione termica, inadeguati, per evitare il martellamento fra i vari corpi di fabbrica, ma il guscio esterno realizzato va a rendere le varie parti del fabbricato solidali l'un l'altra, impedendone gli spostamenti relativi. Inoltre, la progettazione non dissipativa adottata, non consente lo sviluppo di elevate deformazioni in quanto non viene concesso il raggiungimento della duttilità degli elementi.

Il modello FEM è stato realizzato da un telaio tridimensionale formato da fondazioni, travi, solai, pilastri, nucleo verticale, scale e setti: il telaio strutturale è stato utilizzato per rappresentare la distribuzione delle masse e delle rigidità effettive della struttura. Lo schema statico adottato per i solai è a trave continua/appoggiata su

semplici appoggi: questi hanno comportamento monodirezionale. Lo studio dell'impalcato è stato limitato alle sole azioni verticali, facendo attenzione all'ipotesi di piano rigido.

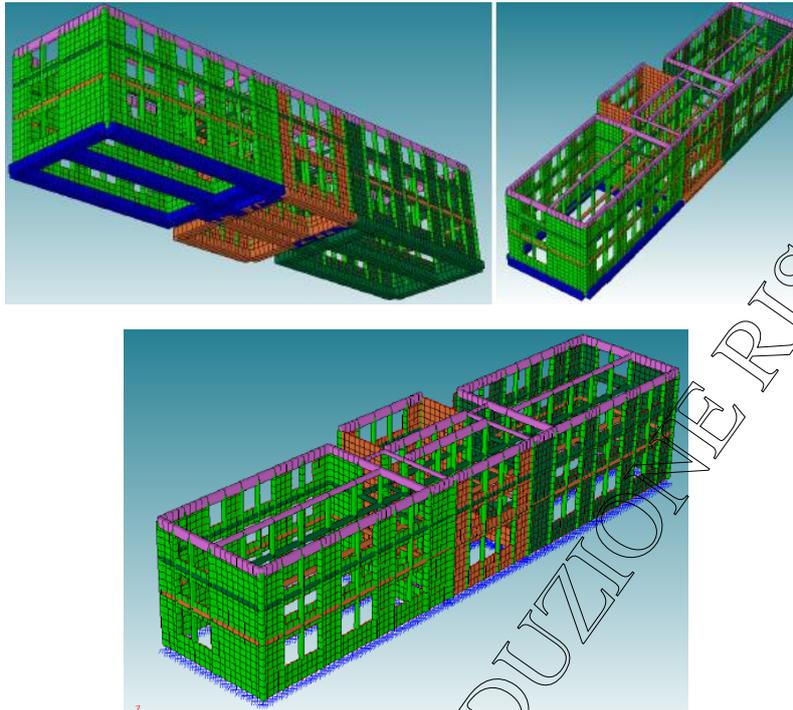


Figura 17: Modello di calcolo: con fondazioni (sopra) e incastri alla base (sotto)

#### I nuovi solai

Nella parte centrale del complesso scolastico erano presenti dei fori che riducevano notevolmente le dimensioni del piano rigido: per risolvere il problema si sono realizzati due nuovi solai aventi una soletta di 20 cm, sfruttando l'installazione dei nuovi setti all'interno dell'edificio. I nuovi solai migliorano la distribuzione delle sollecitazioni e donano un nuovo ambiente calpestabile alla scuola.

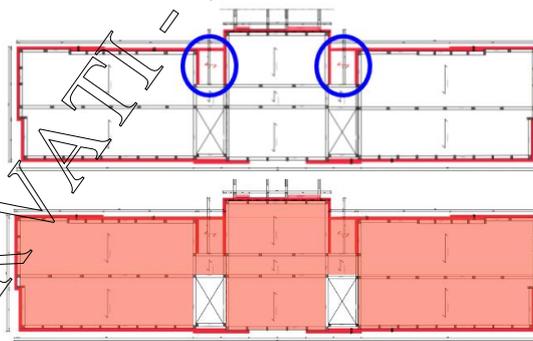


Figura 18: Individuazione dei nuovi solai e rappresentazione del piano rigido post-intervento

#### Catene tiranti

La cappa dei solai di interpiano risultava avere spessore di 3.5 cm ed era debolmente armata: queste caratteristiche non garantivano un'adeguata rigidità del piano. Vengono inserite quattro catene tiranti ad ogni livello in una posizione tale da non interferire con le opere da realizzare all'esterno e garantendo la massima efficienza.

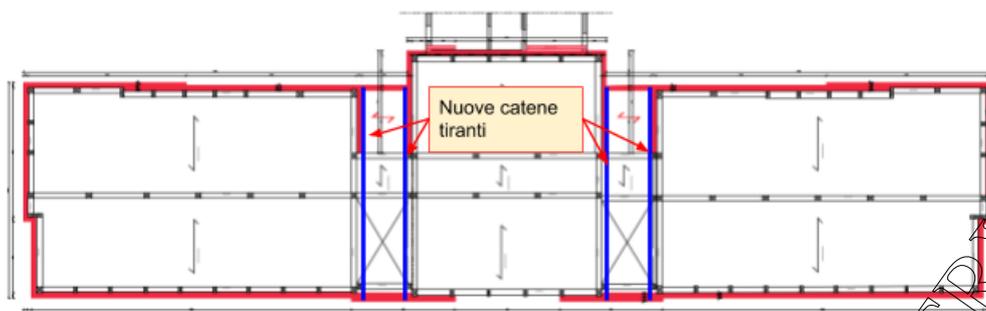


Figura 19: Individuazione delle nuove catene tiranti

### FASE ESECUTIVA DI POSA IN OPERA DEL CAPPOTTO SISMICO

Inizialmente sono state realizzate le fondazioni del cappotto sismico in adiacenza al perimetro del fabbricato ed ancorate al sistema di travi rovesce che formano le fondazioni esistenti.

Installati i connettori strutturali a livello dei cordoli di piano, si sono posizionati i pannelli prefabbricati del cappotto sismico Ecosism. Fissati i casseri alle murature esistenti con dei semplici tasselli da cappotto, si sono posizionate le barre di armatura verticali ed orizzontali, in questo caso dei setti e delle loro travi di accoppiamento, all'interno dell'intercapedine fra i due pannelli isolanti. Successivamente si è gettato un calcestruzzo avante classe di lavorabilità S4, quindi fluido e a granulometrica fine per il riempimento di tutti i vuoti tramite pompaggio e vibrazione: la spinta generata dal getto viene totalmente compensata dalla rete metallica del cassero, perciò la tassellatura installata serve a garantire la verticalità dei pannelli e ad evitarne il loro movimento reciproco durante i vari procedimenti.

La fase finale consiste nella rifinitura esterna, realizzata con rinzaffo, intonaco di fondo e finitura a intonachino colorato armato con rete in fibra: la maglia metallica esterna consente di realizzare una solida finitura che protegge i pannelli isolanti da urti e da eventi atmosferici di alta intensità.



Figura 20: Nuove fondazioni per il cappotto sismico e ferri di ripresa



Figura 21: Posizionamento del cappotto partendo dalla fondazione

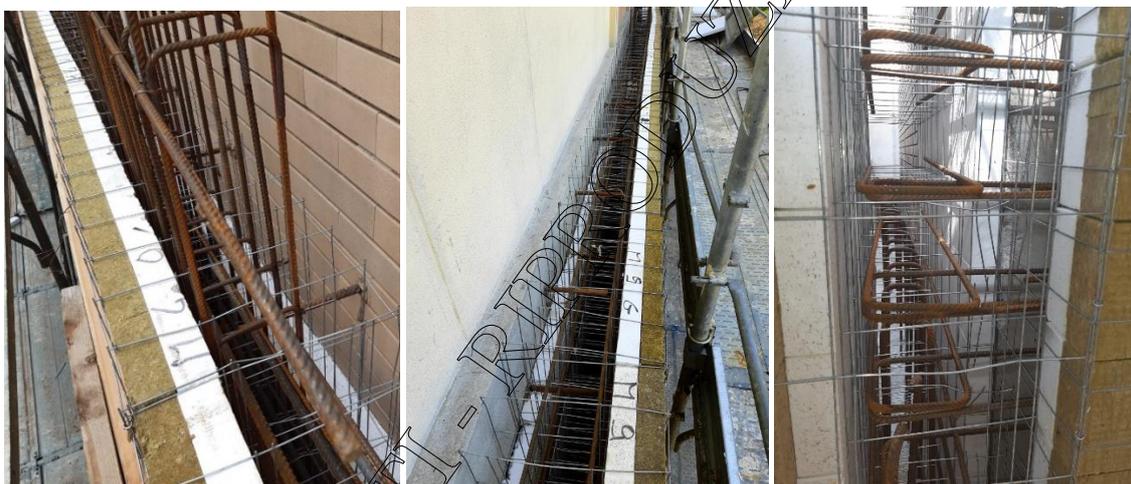


Figura 22: Particolare di armatura e ancoraggi



Figura 23: Casseri pronti per il getto



Figura 24: Cappotto completato

## CONCLUSIONI

A lavori ultimati la scuola secondaria di Schio avrà raggiunto gli standard normativi e sarà interamente adeguata sismicamente, inoltre vedrà un contenimento dei consumi energetici grazie alla coibentazione delle pareti opache verticali e della copertura, iniziando il processo di efficientamento energetico del fabbricato che verrà completato con successivi interventi futuri, lavorazioni che non andranno ad interferire con le installazioni descritte nel presente articolo.

Tutti gli interventi, progettati e realizzati, rispettano i seguenti criteri:

- Semplicità e velocità esecutiva dei lavori;
- Continuità delle attività scolastiche in sicurezza;
- Riduzione delle interferenze fra le opere da realizzare e gli impianti esistenti;
- Riduzione della manutenzione delle opere nel tempo;
- Miglioramento estetico dell'intero complesso scolastico;
- Rispetto della sostenibilità ambientale e riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio.

Tutti questi obiettivi sono stati ottenuti con la scelta di installare il cappotto sismico fornito dalla ditta Ecosism che permette in un unico intervento il raggiungimento degli obiettivi sismici, energetici ed estetici voluti dalla committenza.

Grazie alla rapidità dei tempi di esecuzione e alla sicurezza dei costi, il cappotto sismico Ecosism è la soluzione più efficiente fra le alternative presenti sul mercato.



*Figura 25: Render del risultato finale atteso*

Per informazioni:

**ECOSISM SRL**

Via Rivella, 22 – 35041 BATTAGLIA TERME (PD)

Tel. +39 049 9101417 Fax +39 049 9114283

[info@ecosism.com](mailto:info@ecosism.com)

[www.ecosism.com](http://www.ecosism.com)

DIRITTI RISERVATI - RIPRODUZIONE RISERVATA