

## COMUNE DI PAULILATINO

PROVINCIA DI ORISTANO

### LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA SOLAI DEL COMPLESSO SCOLASTICO DI VIA GRAZIA DELEDDA PRIMO LOTTO ESECUTIVO

CUP D69I25001310006



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

## PROGETTO ESECUTIVO

### COMMITTENTE

COMUNE DI PAULILATINO



Il Responsabile del Procedimento  
(Dott. Ing. Antonella Cuccuru )

### PROGETTISTA

Dott. Ing. Salvatore Manai

(firmato digitalmente)

**A\_01**

### RELAZIONE GENERALE E QUADRO DI SPESA

art. 23 sez. III dell'Allegato I.7 al DLgs 36/2023

SCALA	DATA	REV.	spazio per vidimazioni
-	MARZO 2026	-	

<b>Premessa</b> .....	<b>2</b>
<b>Descrizione dello stato di fatto</b> .....	<b>2</b>
<b>Descrizione dell'intervento e aspetti collegati</b> .....	<b>10</b>
<i>INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA SOLAI</i> .....	<i>10</i>
Aspetti di natura strutturale .....	15
Aspetti di natura termica .....	15
Aspetti di natura antincendio.....	16
<b>Aspetti legati alla sicurezza e alla gestione dell'appalto</b> .....	<b>17</b>
<b>Criteri Ambientali Minimi (CAM)</b> .....	<b>17</b>
<b>Quadro di spesa e quadro economico</b> .....	<b>18</b>

## Premessa

La presente relazione costituisce parte integrante del progetto esecutivo relativo ai “Lavori di messa in sicurezza solai del complesso scolastico di via Grazia Deledda. Primo lotto esecutivo”, del Comune di Paulilatino (OR), con CUP D69I25001310006.

L'opera è finanziata per complessivi € 313.000,00 di cui € 300.000,00 col contributo della RAS - Assessorato Pubblica Istruzione – “Piano straordinario di edilizia scolastica Iscol@” e la parte restante con risorse comunali.

L'intervento consiste brevemente in opere di messa in sicurezza dei solai da fenomeni di sfondellamento all'interno del fabbricato in Via G. Deledda che ospita la scuola primaria, la scuola secondaria di primo grado, l'auditorium e la scuola materna.

## Descrizione dello stato di fatto

Il plesso scolastico è composto dai seguenti corpi:

- CORPO A – L'edificio con pianta a L che ospita su due piani distinti la scuola primaria e la scuola secondaria di primo grado;
- CORPO B – La scuola materna;
- CORPO C – Il teatro – auditorium;
- CORPO D – La palestra esterna





Vista aerea del complesso prima che venisse realizzata nel 2015 la copertura a falde sul corpo A

L'impianto originario della scuola (CORPO A) risale agli anni 50 (1956, data nella quale venne emesso il Verbale di Ultimazione lavori da parte del Direttore dei lavori ing. Mario Mauri) che poi subì nel tempo altri interventi tra cui i principali una sopraelevazione nel 1970 e la realizzazione di coperture a falda sul tetto piano nel 2015. Mentre gli altri 3 corpi sono stati aggiunti in epoche successive a partire dal 2004. Tutti i corpi sono architettonicamente collegati, ma strutturalmente indipendenti tra loro.

I fabbricati risultano essere in generale buone condizioni per ciò che riguarda le strutture murarie portanti, mentre la copertura della scuola elementare, materna e auditorium necessitano di opere di manutenzione per la presenza di infiltrazioni.

Discorso diverso meritano i solai in latero cemento presenti nell'intero complesso. L'intervento in oggetto nasce a seguito del report 25093\_SEC\_ES\_A\_XX\_RT\_S\_01\_00 prodotto dalla società SECURED SOLUTIONS del Prof. Ing. Fausto Mistretta, incaricata dal Comune di Paulilatino con Determina n. 128 del 09/09/2025, C.I.G. B827DBA8B8 di effettuare la verifica annuale degli intradossi dei solai degli edifici scolastici di via Grazia Deledda ed emettere il certificato di idoneità statica.

Le indagini più recenti sono state svolte in data 08 settembre del 2025 e sono state precedute da analoghe indagini nel novembre 2019, nel settembre 2022 (a seguito dell'esecuzione dei lavori di risanamento localizzati nelle zone a potenziale pericolo di sfondellamento nei solai del Corpo A) e nel settembre 2024, con emissione contestuale del certificato di idoneità statica e conferma della prescrizione di una verifica con cadenza annuale degli intradossi dei solai.

Le prove svolte in occasione dell'ultima indagine sono state:

- Prova ecometrica
- Mappatura ecometrica
- Ispezione controsoffitti e solaio copertura

Dal report, per i cui dettagli ed elaborati grafici si rimanda al documento originale è emerso per il Corpo A (ma anche per il corridoio del corpo B della scuola materna e per i solai del corpo C auditorium) quanto segue



## 2 Conclusioni

### 2.1 Corpo A

Considerando quanto indicato negli elaborati precedentemente riportati (allegati):

- 2019079\_VS0600 del 15/11/2019, in cui si evidenziavano potenziali fenomeni di degrado tali da non garantire le necessarie condizioni di sicurezza e si prescriveva un risanamento delle zone a potenziale rischio di sfondellamento;
- 2019079\_VS0601 del 07/09/2022, aggiornamento del precedente documento, in cui a seguito dell'esecuzione dei lavori di risanamento localizzati nelle zone a potenziale pericolo di sfondellamento (consistenti nell'apposizione di materiali fibrorinforzati specifici, così come risulta dalla relazione del Direttore dei Lavori Arch. Alberto Loche sull'esecuzione dei lavori datata 31.08.2022) e della visita di collaudo effettuata in data 25.08.22 alla presenza del D.L. e del R.U.P., si constatava la buona esecuzione dei lavori e la buona consistenza e tipologia dei solai di copertura delle aule, con prescrizione di una verifica con cadenza annuale degli intradossi dei solai;
- 2024063\_CIS0100 del 05/09/2024, con conferma della prescrizione di una verifica con cadenza annuale degli intradossi dei solai

si constata che i solai degli edifici scolastici di Via Grazia Deledda – Corpo A sono idonei all'uso a cui sono destinati con le seguenti prescrizioni:

- visto il lento e progressivo aumentare dell'evoluzione del fenomeno dello sfondellamento in alcune zone, nonché gli interventi di risanamento già eseguiti e riportati nella relazione del 31.08.2022, al fine di garantire il mantenimento nel tempo della funzionalità statica dei solai, si indica di intervenire in un arco di tempo non superiore a 1 anno, in tutti i solai (interi ambienti), con la rimozione dell'intonaco intradossale e apposizione di opportuni accorgimenti per scongiurare il pericolo di caduta di materiale.

*Il presente certificato ha validità 1 anno dalla data di redazione, oltre i quali in mancanza dell'esecuzione delle suddette operazioni cessa di efficacia.*

*Il presente certificato cessa inoltre di validità nel momento in cui avvengano modificazioni strutturali, anche dovute a carenza di manutenzione e cambi di destinazione d'uso.*

Che di fatto ha obbligato l'Amministrazione e l'Ufficio Tecnico ad adoperarsi con urgenza per programmare l'intervento nel rispetto dei tempi indicati.

Quando si parla di sfondellamento si fa riferimento al degrado definitivo delle componenti non strutturali del solaio ossia il distacco dell'intonaco e/o il distacco dell'intonaco e della parte inferiore delle pignatte. L'esperienza e la varietà degli impalcati, però, mostrano chiaramente come non tutti gli sfondellamenti sono uguali. Quando lo sfondellamento riguarda solo la parte dell'intonaco, il rischio per le persone è sicuramente molto elevato, perciò se le pignatte sono in salute, le cause sono da ricercarsi nel fissaggio tra le stesse e l'intonaco.

Talvolta invece lo sfondellamento può manifestarsi come segnale di problemi strutturali. In alcuni casi sono infatti le carenze strutturali del solaio a sollecitare le pignatte e causare uno sfondellamento. Questo scenario è ricorrente quando il solaio presenta dei ferri ammalorati, o quando risulta snello. In queste circostanze, infatti, il solaio è affaticato e tende a deformarsi: si creano tensioni nelle componenti non strutturali che possono aggravarsi fino a generare uno sfondellamento. Sia che i problemi all'impalcato siano solo non strutturali, sia che interessino anche la parte strutturale del solaio, è necessario mettere in sicurezza: l'aumento della diffusione dei casi di distacchi e le conseguenze che lo sfondellamento comporta per la sicurezza delle persone e l'agibilità degli edifici, porta i gestori a dover intervenire per mettere in sicurezza i solai.

Visti i differenti tipi di degrado e le diverse cause che lo hanno prodotto, è fondamentale scegliere sistemi di messa in sicurezza adeguati alle caratteristiche specifiche di quella situazione.



(Fonte *sicurtecto.it*)

Lo spessore dell'intonaco è ciò che maggiormente influisce sul peso del materiale: uno sfondellamento con 1 cm di intonaco pesa mediamente sui 35 kg/mq (intonaco + pignatta), ma con uno spessore superiore di 2/3 cm, il peso aumenta notevolmente e varia tra i 55 e i 75 kg. Per questo motivo anche la sola caduta d'intonaco non è un fenomeno da sottovalutare, poiché diventa una reale minaccia per la sicurezza e la salvaguardia della vita umana.

La stessa SECURED SOLUTIONS è stata incaricata nel 2019 dal Comune di Paulilatino, con determinazione n. 164/2019, dell'esecuzione delle indagini diagnostiche e della Verifica di Vulnerabilità Sismica dell'intero plesso scolastico di via Grazia Deledda. Lo studio evidenziava già al tempo criticità in merito ai solai sia del Corpo A che del Corpo B.

Da quanto si evince dalle analisi strutturali condotte e riportate nell'elaborato "2019079\_VS0100 - Relazione di vulnerabilità sismica - Corpo A", il fabbricato oggetto di studio risulta essere in buone condizioni generali di conservazione, con idoneo livello di comportamento nei confronti dei carichi verticali statici di progetto.

Dalle indagini effettuate si sono evidenziate alcune criticità, riscontrabili anche visivamente, legate alla presenza di infiltrazioni e umidità nei solai. L'indagine ecometrica ha messo ulteriormente in evidenza tali problematiche, confermando che il rischio "sfondellamento" risulta diffuso: per quanto concerne la zona del Corpo A della scuola Elementare e Media, ciò è riscontrabile nelle zone dei bagni di entrambi i livelli e in gran parte del solaio del sottotetto di copertura (sovrastante il piano secondo); invece, per la zona del Corpo A della scuola Materna, gli ambienti a rischio sono l'ambiente 22 – Attività Comuni, l'ambiente 23 – Corridoio, l'ambiente 25 – Mensa e la cucina; tale fenomeno è innescato dall'avanzamento del processo corrosivo che comporta un'iniziale espansione volumetrica delle barre di armatura, le quali, posate direttamente sulla parte terminale della pignatta, ne causano il progressivo indebolimento e il conseguente distacco. In virtù di ciò occorrerà, quindi, effettuare degli interventi di consolidamento dell'intradosso dei solai, con rimozione della parte inferiore delle pignatte in laterizio a rischio sfondellamento, riempimento delle parti di laterizio rimosse e rinforzo strutturale.

Da quanto si evince dalla analisi strutturali condotte e riportate nell'elaborato "2019079\_VS0200 - Relazione di vulnerabilità sismica - Corpo B" il fabbricato oggetto di studio risulta essere in buone condizioni generali di conservazione con idoneo livello di comportamento nei confronti dei carichi verticali statici di progetto.

Dalle indagini effettuate si sono evidenziate alcune criticità, riscontrabili anche visivamente, legate alla presenza di infiltrazioni e umidità di risalita. Le cause sono da imputarsi presumibilmente al cattivo smaltimento delle acque meteoriche e alla non corretta, o in parte non più funzionale, impermeabilizzazione delle fondamenta.

L'indagine ecometrica eseguita nel solaio dell'ambiente 18 – Corrodiio di collegamento edifici, ha messo in evidenza che il rischio "sfondellamento" non risulta diffuso; appare però opportuno, visto che il solaio è l'attuale copertura, effettuare un controllo periodico a intervalli di circa un anno del suddetto solaio, consistente nell'esecuzione di una serie di battiture manuali: in caso si riscontri un aumento del rischio di sfondellamento, occorrerà nei punti critici effettuare degli interventi di consolidamento dell'intradosso del solaio.

Le indagini eseguite sui solai in occasione del piano di indagini diagnostiche/conoscitive e preliminari alla verifica di sicurezza della SECURED SOLUTIONS, mostravano solai al piano terra e al piano primo come segue, con spessori di intonaco dell'ordine di 1 cm come si evince dalle schede estratte dal documento (2019079\_VS0100) e riportate a seguire.

È stato indagato il solaio di calpestio del piano 1, ricorrendo all'apertura di una breccia all'intradosso dello stesso, per caratterizzare la tipologia costruttiva e il quantitativo di armatura presente, nonché verificare lo stato di conservazione delle barre dell'elemento indagato.

L'indagine effettuata ha evidenziato che il solaio è realizzato in latero-cemento con travetti in c.a., distanziati a mezzo di blocchi in laterizio (pignatta) interposti e di interasse pari a circa 20cm.

Le pignatte hanno altezza pari a circa 24cm, mentre la soletta superiore in calcestruzzo presenta spessore di circa 4cm; completa la stratigrafia il massetto di spessore pari a 6cm e la pavimentazione di spessore 2cm.

Lo spessore strutturale del solaio è dunque pari a 24+4cm.

Il travetto nella sezione di mezzeria è armato inferiormente con  $2\phi 10$ .

Le armature (barre lisce) risultano in buono stato di conservazione.

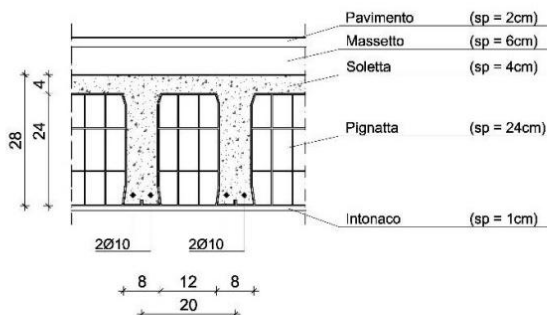


Figura 4 - Rilievo geometrico solaio (Sol101)



Fotografia 24 - Apertura breccia per rilievo solaio (Sol101)

È stato indagato il solaio del sottotetto della copertura, ricorrendo all'apertura di una breccia all'intradosso dello stesso, per caratterizzare la tipologia costruttiva e il quantitativo di armatura presente, nonché verificare lo stato di conservazione delle barre dell'elemento indagato.

L'indagine effettuata ha evidenziato che il solaio è realizzato in latero-cemento con travetti in c.a., distanziati a mezzo di blocchi in laterizio (pignatta) interposti e di interasse pari a circa 20cm.

Le pignatte hanno altezza pari a circa 20cm, mentre la soletta superiore in calcestruzzo presenta spessore di circa 4cm.

Lo spessore strutturale del solaio è dunque pari a 20+4cm.

Il travetto nella sezione di mezzeria è armato inferiormente con 2 $\phi$ 10.

Le armature (barre lisce) risultano in buono stato di conservazione.

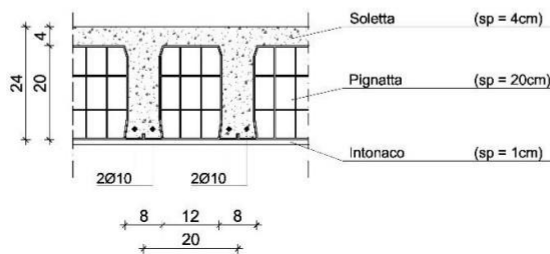


Figura 5 - Rilievo geometrico solaio (SolC01)



Fotografia 25 - Apertura breccia per rilievo solaio (SolC01)

Ulteriori indagini visive o derivanti da fotografie di interventi precedenti mostrano in realtà tipologie di solai differenti o per lo meno aggiuntive rispetto a quelle indicate nella verifica di vulnerabilità.

Si fa riferimento nello specifico a:

- Relazione del direttore dei lavori sull'esecuzione dei lavori, dell'agosto 2022 redatta dall'Arch. Alberto A. Loche in seguito ai lavori di cui al Ptes 2018-2020 "Interventi di messa in sicurezza, piccoli ampliamenti e manutenzione programmata degli edifici scolastici". Secondo Stralcio CUP D46F19000050005, all'interno dei quali erano stati svolti interventi localizzati in alcune zone a potenziale pericolo di sfondellamento.

- Indagine visiva del sottoscritto sui solai piani di plafone (in precedenza solai di copertura) del corpo A in corrispondenza dell'aula ID.4 al primo piano in cui è presente un controsoffitto in tavole laterizie.

Mentre il documento dell'Arch. Loche mostra solai differenti in termini di passo travetti e tipologia di pignatte (vedasi foto a seguire estratte dal documento citato), ma con spessori di intonaci abbastanza ridotti



L'indagine visiva del sottoscritto mostra solai ancora differenti (privi di intonaco) con travetti chiaramente gettati in opera (viste le colature all'intradosso) che non lasciano intravedere la reale

larghezza del travetto e in alcuni casi mostrano addirittura larghezza pressoché nulla all'intradosso (vedasi freccia nell'immagine a seguire), lasciando perciò presagire una diversa morfologia del travetto stesso.



In nessun documento sono riportati diametri e posizione delle armature dei travetti.

Per tutti gli ulteriori dettagli si rimanda ai documenti originali citati nel testo e ai disegni esecutivi.

## Descrizione dell'intervento e aspetti collegati

### INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA SOLAI

La soluzione adottata consente di risolvere tutte le problematiche segnalate nel report e nell'ultimo certificato di idoneità statica, evitando inoltre di intervenire direttamente sui solai e quindi di accentuare o accelerare il fenomeno. Trattasi nello specifico di controsolai (o talvolta controsoffitti) autoportanti, perciò dotati di struttura autonoma che va collegata agli elementi perimetrali (che devono essere anche essi portanti o per lo meno staticamente validi) e non necessità di sorreggersi tramite ancoraggi al solaio soprastante, da cui rimane completamente indipendente dal punto di vista statico. La struttura, a esclusione delle guide per i controsolai tipo 1, 2 e 3, è fornita direttamente dal produttore del sistema certificato anti sfondellamento, ed è composta da 4 tipologie suddivise in base alla luce massima che sono in grado di portare in sicurezza secondo i carichi previsti in progetto:

#### CONTROSOLAI TIPO 1 – Luce fino a 430 cm

- guide in acciaio profilate a forma di “U” S235 160x80 sp. 4mm, poste perimetralmente sui due lati opposti e fissate al supporto murario con idonei tasselli posti ogni 500 mm con disposizione a W;
- orditura metallica realizzata con doppi montanti (dorso-dorso, fissati fra loro con viti d'acciaio testa rondella, interasse 200 mm posizionate a W) di acciaio profilati a forma di “C”, sviluppo 50 mm × 149 mm × 47 mm spessore 10/10 mm, posti ad interasse di 500 mm.

#### CONTROSOLAI TIPO 2 – Luce fino a 600 cm

- guide in acciaio profilate a forma di “U” S235 160x80 sp. 4mm, poste perimetralmente sui due lati opposti e fissate al supporto murario con idonei tasselli posti ogni 400 mm con disposizione a W;
- orditura metallica realizzata con doppi montanti (dorso-dorso, fissati fra loro con viti d'acciaio testa rondella, interasse 200 mm posizionate a W) di acciaio profilati a forma di “C”, sviluppo 50 mm × 149 mm × 47 mm spessore 8/10 mm, posti ad interasse di 300 mm.

#### CONTROSOLAI TIPO 3 – Luce fino a 710 cm

- guide in acciaio profilate a forma di “U” S235 160x80 sp. 4mm, poste perimetralmente sui due lati opposti e fissate al supporto murario con idonei tasselli posti ogni 400 mm con disposizione a W;
- orditura metallica realizzata con doppi montanti (dorso-dorso, fissati fra loro con viti d'acciaio testa rondella, interasse 200 mm posizionate a W) di acciaio profilati a forma di “C”, sviluppo 50 mm × 149 mm × 47 mm spessore 10/10 mm, posti ad interasse di 300 mm.

#### CONTROSOLAI TIPO 4 – Luce fino a 315 cm

- guide in acciaio profilate a forma di “U” S235 110x50 sp. 4mm, poste perimetralmente sui due lati opposti e fissate al supporto murario con idonei tasselli posti ogni 400 mm con disposizione a W;
- orditura metallica realizzata con doppi montanti (dorso-dorso, fissati fra loro con viti d'acciaio testa rondella, interasse 200 mm posizionate a W) di acciaio profilati a forma di “C”, sviluppo 50 mm × 99 mm × 47 mm spessore 10/10 mm, posti ad interasse di 500 mm.

I profili sono inseriti alle estremità nelle guide sopra descritte e fissati all'ala inferiore delle stesse viti testa rondella diametro 4,2 mm, ad esclusione del caso degli ambienti al primo piano per i quali su un'estremità dell'appoggio è prevista una trave in acciaio composta 2xUPN220, alla quale i profili sono fissati con viti per acciaio sempre all'ala inferiore.

Per tutti i controsolai è previsto un rivestimento dell'intradosso del soffitto realizzato con doppio strato

in lastre di gesso denominate “GYPSOTECH FOCUS BA 15” (tipo DFI secondo EN 520 e in classe di reazione al fuoco A2,s1-d0), spessore 15 mm cadauna per un totale di 30 mm, composte da un nucleo interno di gesso rinforzato con fibra di vetro e additivi minerali e da un rivestimento esterno di carta; tali lastre sono posate coi giunti sfalsati e fissate alla struttura metallica sopradescritta mediante viti fosfatate autopercoranti ad interasse 200 mm;

Tutti i profili suddetti sono in acciaio S235 laminati a freddo a esclusione delle UPN220 che sono S275.

Tale sistema è testato e certificato per sostenere in sicurezza un deposito di materiale derivante da sfondellamenti fino a 100 kg/mq di carichi dinamici successivi e con altezze di caduta fino a 2 metri per luci fino a 4 metri, mentre per le luci massime previste in progetto, si è stabilito di limitare tale altezza di caduta a 40 cm e **il carico dovuto agli sfondellamenti pari a 50 kg/mq**. L'immagine a seguire mostra la prova del sistema dopo la caduta di un carico di circa 90 kg da un'altezza di 50 cm.



Considerato che il cedimento di 1 mq di sfondellamento può pesare come già detto dai 35 ai 75 kg/mq e che tale valore di carico dipende da due fattori: lo spessore dell'intonaco e l'estensione del crollo, col primo che incide in maniera rilevante e tenuto conto che per quanto è stato possibile rilevare si sono riscontrati spessori di intonaco nell'ordine del centimetro, perciò con peso nell'ordine dei 20 kg/mq, si può ritenere adeguatamente cautelativa l'entità del carico per solo sfondellamento adottato. Da segnalare che allo SLU il valore caratteristico dei 50 kg/mq previsto raggiunge in ogni caso i 75 kg/mq ( $\gamma_Q=1,5$ ) che rappresentano un valore ancora più cautelativo nei confronti del fenomeno.

Solo negli ambienti al primo piano nell'intercapedine tra controsolai e solaio, inserita tra i profili montanti e a ridosso delle lastre di intradosso, verrà disposto uno strato di lana minerale (lana di vetro) dello spessore di 10 cm.

La lana minerale prevista (MINERAL WOOL 32 ALU della Knauf) permette di realizzare il miglior isolamento termico nel minor spazio possibile, grazie al bassissimo valore di conducibilità termica ( $\lambda_D$  0,032 W/mK), garantendo al contempo il controllo del vapore acqueo grazie al rivestimento in carta alluminata su un lato e una massa quasi trascurabile, avendo un peso specifico di soli 32 kg/mc.



La scelta della soluzione a controsolaio, rispetto a un più classico intervento intradossale ancorato alla struttura esistente (vedasi sistemi con reti FRP piuttosto che controsoffitti in aderenza) è motivata dalle seguenti considerazioni:

- Impossibilità di stabilire con certezza tipologia e geometria dei travetti dei solai nelle varie aree di intervento, né tantomeno di conoscere la dimensione e posizione delle armature degli stessi o ancora le reali caratteristiche di resistenza del calcestruzzo impiegato per il loro getto. Tutti gli aspetti suddetti sono fondamentali e determinanti per poter pensare a qualsivoglia soluzione antisfondellamento che fa affidamento sull'ancoraggio ai travetti: tutti i produttori di tali sistemi difatti non si assumono responsabilità sulla tenuta degli ancoraggi.
- L'edificio, per lo meno la parte che compete al corpo A, risale al 1956, data nella quale venne emesso il Verbale di Ultimazione lavori da parte del Direttore dei lavori ing. Mario Mauri. Ciò significa che quei solai hanno una vita di almeno 70 anni, con tutto ciò che ne consegue in termini di vetustà dei materiali impiegati per la costruzione, di qualità e costanza nelle prestazioni dei calcestruzzi e degli acciai posti in opera, di resistenza residua, ecc.
- Collegato ai due punti precedenti, appariva inopportuno se non rischioso pensare a una soluzione che prevedesse dei connettori diffusi che andassero a interessare la struttura dei solai e nello specifico dei travetti, andando a generare così un "effetto gruviera". Si pensi ad esempio a un'aula tipo del corpo A da 6,50 m di luce, che comporterebbe almeno 230 fori, tutti sui travetti e a distanza di 50 cm uno dall'altro. Tale operazione andrebbe a provocare vibrazioni sull'intero impalcato (e quindi anche sulle pignatte già a rischio distacco), innescare potenzialmente linee di frattura lungo il calcestruzzo dei travetti (vista la vicinanza dei fori e l'elevato rischio di scarsa qualità della matrice cementizia) o ancora intercettare l'armatura principale, danneggiandola proprio nel punto di massima trazione.

In aggiunta a quanto suddetto,

- Il controsolaio, se progettato per poggiare su profili perimetrali ancorati alle travi principali o alle murature portanti (e non ai travetti), garantisce "indipendenza statica" in quanto il sistema di sicurezza funziona indipendentemente dallo stato di degrado del solaio sovrastante. Anche in caso di crollo totale del fondello, il carico viene intercettato da una struttura "nuova", con vita nominale propria e materiali certificati.
- Il controsolaio offre una protezione passiva in caso di incendio al solaio esistente, rallentando il degrado termico delle armature in caso di incendio, aspetto fondamentale in edifici pubblici come le scuole.

- Mentre un intervento in aderenza "nasconde" il problema e quindi se il travetto continua a degradarsi sotto la rete, si ha il rischio di assenza di adeguati alert finché non avviene un distacco massivo, col controsoffitto dotato di botole di ispezione si può agevolmente e periodicamente monitorare nel tempo lo stato di salute dell'intradosso del solaio senza alterare l'intervento di messa in sicurezza o addirittura intervenire preventivamente andando a liberare le parti già depositate a seguito di distacco.
- Infine, cosa non secondaria nel caso specifico, si può contestualmente al problema statico risolvere il problema della trasmittanza termica dei solai di copertura (perciò solo sugli ambienti al piano primo del corpo A) andando semplicemente ad inserire nel plenum (intercapedine tra controsoffitto e solaio esistente) uno strato di lana minerale (lana di vetro) a bassa densità di spessore 10 cm (del peso inferiore a 4 kg/mq) e bassa conducibilità termica in grado di garantire i requisiti di legge per i divisori orizzontali. Tale soluzione eseguita contestualmente alla realizzazione dei controsoffitti a scopo anti sfondellamento, consente con un marginale incremento dei costi di evitare in futuro di intervenire nuovamente sui solai per questo scopo o di dover smantellare quanto realizzato per l'inserimento di qualsivoglia sistema coibente all'intradosso, preso atto che all'estradosso dei suddetti solai è stata realizzata una nuova copertura a falde che renderebbe complicato un intervento estradosso mirato a tale esigenza.

In progetto sono comunque previste **opere di intervento con reti FRP ancorate ai travetti solo su aree limitate e per ragioni specifiche** come:

- Il corridoio di collegamento tra il corpo A e la scuola materna (Locale ID. CE), nel quale l'altezza interna è attualmente pari a 2,70 m e perciò un intervento con controsoffitto andrebbe a ridurre ulteriormente l'altezza utile e inficiare l'agibilità. Inoltre trattasi di solai sicuramente più recenti visto che il corpo B che ospita la scuola materna risale al 2004 e perciò i travetti avranno migliori condizioni di base per l'applicazione del sistema.
- I solai di plafone dell'area di ingresso e servizi dell'auditorium (Corpo C), sostanzialmente per le stesse ragioni di cui sopra.
- Il solaio della zona cucina e ambienti annessi al piano terra (Locali ID. 26-31), che presenta numerosi impianti a soffitto e che comunque prevede presenza saltuaria di solo personale adibito alle funzioni dedicate.
- Il solaio della zona corridoio al primo piano (Locale ID. 24) di soli 6 mq che richiederebbe l'uso di ulteriori travi e apprestamenti esclusivamente per questa area, con un costo perciò non giustificato dalla superficie da proteggere richiesta. Vista la luce molto limitata (140 cm) si valuterà in corso d'opera, qualora i travetti risultassero non idonei, se rinforzare il tramezzo perimetrale e adottare il sistema con controsoffitto tipo 4, che ha peraltro lo stesso costo unitario; soluzione limite, ma comunque accettabile staticamente.

In ogni caso la soluzione di progetto per queste aree prevede anche un intervento di ricostruzione corticale dei travetti, seppur non generalizzata, al fine di ovviare eventuali problematiche di ancoraggio.

Durante le operazioni di realizzazione dei controsoffitti in particolare si renderà necessario eseguire ulteriori opere accessorie, riferibili nello specifico a:

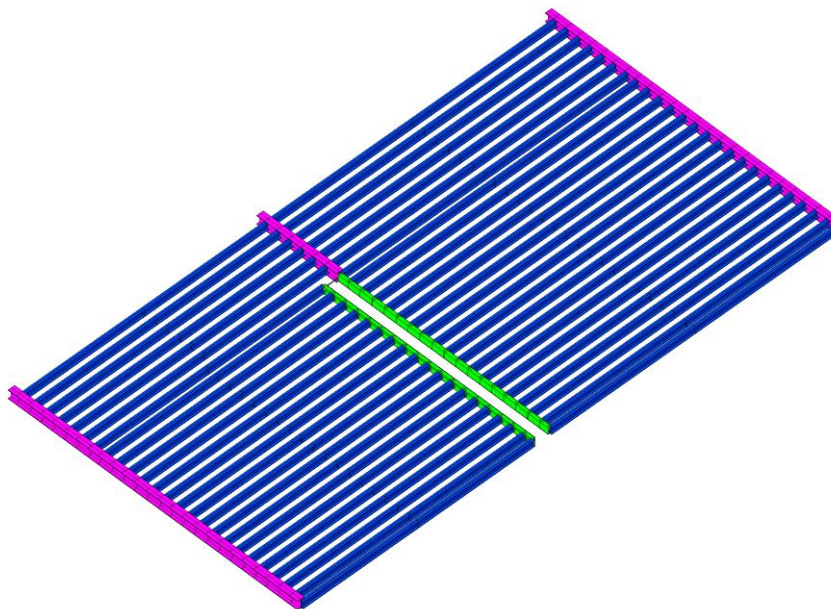
- Rimuovere e adeguare eventuali componenti impiantistiche di tipo idrico-fognario ed elettrico a vista che interferiscono con le opere. In particolare la problematica risulta presente in corrispondenza dei servizi igienici e dei corridoi. A titolo esemplificativo vedasi foto a seguire. Per il dettaglio su tale aspetto vedasi anche le tavole grafiche B03 e B04.



- Rimuovere temporaneamente e ricollocare in opera i corpi illuminanti presenti in tutti gli ambienti, che dovranno essere traslati in verticale rispetto alla posizione originaria da lasciare invariata per essere collocati in aderenza ai nuovi controsolai, dai quali dovranno risultare staticamente indipendenti con l'uso di appositi pendini fissati ai tasselli già attualmente impiegati per il loro collegamento ai solai. Tale operazione sarà da eseguirsi anche nelle aree dove è previsto il rinforzo con reti FRP.
- Demolizioni localizzate di tramezzi, seppur molto limitate e finalizzate in genere a consentire il passaggio delle travi in acciaio portanti al primo piano o dei montanti dei controsolai solo in alcuni ambienti specifici al piano terra e al primo piano. Alle demolizioni suddette dovranno seguire poi tutti i ripristini del caso.
- Demolizioni localizzate in corrispondenza delle murature portanti perimetrali laddove (primo piano) andranno intestati gli appoggi delle travi UPN220 accoppiate previste nei locali indicati in progetto.
- Per tutte le demolizioni e rimozioni sono previsti in progetto i conferimenti a discarica o a sito di recupero, per i quali l'impresa dovrà fornire idonea copia del formulario rifiuti di effettivo avvenuto conferimento/smaltimento.

### **Aspetti di natura strutturale**

Per quanto riguarda i controsolai, nonostante trattasi di sistema certificato e brevettato, questo non può coprire tutte le casistiche di applicazione particolari come il caso in oggetto, che vede luci fino a 7 metri o variazioni nel passo montanti. Per tale ragione è stata eseguita una verifica statica e sismica accurata da parte del sottoscritto secondo quanto riportato nella relazione di calcolo. A titolo di esempio si riporta a seguire la modellazione eseguita in corrispondenza della situazione più critica dal punto di vista statico, ossia quella che riguarda gli ambienti 22-23-24-25 al primo piano, laddove andranno inserite le travi in acciaio con doppio profilo UPN220 (in viola nell'immagine).



Le verifiche hanno riguardato oltre i profili montanti, anche le guide, le connessioni di queste ultime alla muratura e gli appoggi delle travi alla muratura.

Il passo tra i montanti (30 cm e 50 cm) è motivato, oltre che da preminenti aspetti di natura statica, anche dal voler ridurre al minimo lo sfido dei pannelli GYPSOTECH FOCUS BA, che hanno lunghezze da 200 e 250 cm, e quello dei pannelli coibenti che hanno larghezze commerciali di 60 cm, ma essendo molto "soffici" possono essere ridotti a 50 cm di larghezza o tagliati in 2 parti uguali longitudinalmente.

Per tutti i dettagli si rimanda alla **relazione specialistica sulle strutture di cui all'allegato A02**.

### **Aspetti di natura termica**

Tale aspetto costituisce un beneficio secondario, ma non marginale dell'intervento. Consente infatti, nel rispetto della Legge, di risolvere definitivamente il fattore della trasmittanza dei solai di plafone/copertura dell'edificio (Corpo A).

Nel caso in esame, trattandosi di un intervento che interessa una chiusura opaca che delimita un volume riscaldato e che interessa una superficie inferiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, l'intervento rientra nella casistica della **riqualificazione energetica**, così come definita al p.1.4.2. dell'Allegato 1 del D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi) e **i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi e impianti oggetto di intervento, e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termo-fisiche o di efficienza.**

Come si evince dalla **relazione specialistica A03**, la stratigrafia di progetto consente di verificare tutti gli aspetti di legge richiesti e nello specifico:

- gli aspetti legati alla **trasmissione della chiusura opaca**, per la quale si ottiene un valore di trasmissione  $U$  ( $W/m^2.K$ ) pari a 0,237 contro il valore massimo da rispettare pari a 0,320 stabilito in Tabella 2 – Appendice B del D.M. 26 giugno 2015 per le zone C.
- gli aspetti legati alla **trasmissione termica periodica YIE** (parametro che valuta la capacità di un elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24 ore). Relativamente a tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate, il valore del modulo della trasmissione termica periodica YIE deve essere inferiore a 0,18  $W/m^2.K$ .
- gli aspetti legati alla **condensa interstiziale e alla formazione di muffe**, come richiesto dalla norma.

Da notare che i parametri sono rispettati anche nei confronti del più recente DECRETO 28 ottobre 2025 Aggiornamento del decreto 26 giugno 2015, recante «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici» che entrerà in vigore, ai sensi dell'art. 11, a partire da centottanta giorni dopo la sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana, ossia dal 3 giugno 2026 (Il decreto è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 283 del 5 dicembre 2025).

### **Aspetti di natura antincendio**

Nel caso in esame, non trattandosi di un intervento di adeguamento antincendio dell'intero complesso, sono stati valutati esclusivamente gli aspetti normativi che riguardano le nuove opere a valenza strutturale e portante (controsolai autoportanti) che saranno inserite all'interno degli ambienti, con riferimento perciò alla reazione al fuoco dei materiali impiegati e alla resistenza al fuoco degli elementi con funzione portante.

Trattandosi di modifiche su edifici esistenti che non alterano le misure di sicurezza antincendio esistenti nella restante parte di attività, si ritengono applicabili ai sensi art. 2 c.2 del DM 3 agosto 2015 le Norme Tecniche di cui all'Allegato al DM stesso.

Con riferimento perciò alle REGOLE TECNICHE VERTICALI Capitolo V.7 "Attività scolastiche" del Codice di prevenzione incendi di cui al DM 3 agosto 2015 (ultima versione aggiornato al 27/12/2022) il fabbricato in oggetto, **nelle sue aree di intervento**, è classificabile come segue:

- a. in relazione al numero degli occupanti  $n$ : **OA**  $100 < n \leq 300$ ;
- b. in relazione alla massima quota dei piani  $h$ : **HA**  $h \leq 12$  m;
- c. le aree dell'attività sono classificate: **TA e TO**

Per quanto riguarda il par. **V.7.4.1 Reazione al fuoco** è richiesto che devono essere impiegati materiali appartenenti almeno al **gruppo GM2** nelle vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo (es. corridoi, atri, filtri, ...) e spazi calmi.

Per quanto riguarda il par. **V.7.4.2 Resistenza al fuoco** per attività fuori terra **tipo HA** è richiesto almeno un **R30** come indicato nella tabella estratta dal documento

Compartimenti	Attività				
	HA	HB	HC	HD	HE
Fuori terra	30	60			90
Interrati	60				90

*Tabella V.7-1: Classe di resistenza la fuoco*

Stante quanto suddetto, sono riportate nella **relazione specialistica A04** tutte le valutazioni di natura tecnica e antincendio che confermano, per quanto riguarda l'impiego dei controsoffitti autoportanti con funzione anche di anti sfondellamento, la bontà delle scelte di progetto.

Essendo inoltre il sottoscritto abilitato come professionista antincendio iscritto all'Elenco del Ministero dell'Interno ai sensi dell'art. 16 DLgs 08/03/2006 n. 139 e del D.M. 05/08/2011 con Codice OR00495I00205 dal 07/09/2021, con calcolazioni analitiche si sono potute supportare e certificare alcune affermazioni in merito alla classe di resistenza al fuoco degli elementi portanti.

## Aspetti legati alla sicurezza e alla gestione dell'appalto

Per la realizzazione dei controsolai e dei rinforzi anti sfondellamento in genere è prevista la realizzazione di impalcati composti da elementi per ponteggi misti a telaio e a tubo giunto da realizzarsi sull'intera superficie degli ambienti oggetto di intervento. Si prevede anche l'impiego di trabattelli solo per opere localizzate. Per opere a quota minore di 200 cm dal piano di calpestio stabile si potranno impiegare ponti su cavalletti da realizzarsi ai sensi dell'Allegato XVIII, punto 2.2.2. del D.Lgs 81/08.

Per il sollevamento di materiali si utilizzeranno esclusivamente gru montate su autocarro.

Per l'esecuzione delle opere sono stabiliti **80 giorni naturali consecutivi** in quanto i lavori devono essere rigorosamente eseguiti durante il periodo di chiusura estiva delle scuole, indicativamente tra il 15 giugno e il 05 settembre. Sarà consentito l'accesso del personale scolastico solo una volta completate le opere negli ambienti di rispettiva competenza. Lo sgombero dei locali avverrà prima che l'impresa avvierà le sue attività. Nell'ipotesi in cui i lavori si protrarranno anche nei giorni di apertura della scuola, gli ambienti oggetto di intervento verranno interdetti in accordo con la dirigenza scolastica e verranno valutate modalità di accesso al cantiere del personale della Ditta che non interferiscano con le attività scolastiche.

## Criteri Ambientali Minimi (CAM)

I materiali e le lavorazioni previste sono conformi ai Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia di cui al D.M. 24 novembre 2025 (GU n. 295 del 19.12.2025). Le specifiche tecniche di capitolato recepiscono integralmente le prescrizioni CAM in materia di:

- contenuto di materiale riciclato nelle forniture principali (lastre in cartongesso, isolante in lana minerale, acciaio EAF); -
- classi di reazione al fuoco dei materiali (lastre A2,s1-d0, isolante A1);
- emissioni di sostanze volatili negli ambienti interni (certificazione Indoor Air Comfort Gold Eurofins);
- prestazione energetica dell'involucro nei limiti imposti per la Zona Climatica C dal D.M. 26/06/2015;
- gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione con avvio a recupero  $\geq 99\%$  in peso.

Gli aspetti di dettaglio sono documentati nell'elaborato **A\_05 RELAZIONE CAM** e nei relativi allegati:

- A05(a) Piano Ambientale di Cantiere
- A05(b) Piano di Gestione dei Rifiuti C&D
- A05(c) Schede e certificazioni dei materiali e sistemi di progetto

## Quadro di spesa e quadro economico

<b>LM</b>		<b>LAVORI A MISURA</b>	
<b>LM.1.1</b>	<b>MESSA IN SICUREZZA SOLAI- CORPO A</b>	€	<b>158.705,92 89,7%</b>
LM.1.1.1	Travi	€	14.661,84 8,3%
LM.1.1.2	Controsolai tipo 1 - L<=4,3	€	23.877,92 13,5%
LM.1.1.3	Controsolai tipo 2 - L<=6	€	6.305,46 3,6%
LM.1.1.4	Controsolai tipo 3 - L<=7,10	€	51.266,55 29,0%
LM.1.1.5	Controsolai tipo 4 - L<=3,15	€	37.552,63 21,2%
LM.1.1.6	Antisfondellamenti FRP	€	2.406,20 1,4%
LM.1.1.7	Coibentazioni	€	14.122,92 8,0%
LM.1.1.8	Tinteggiature	€	8.512,40 4,8%
<b>LM.1.2</b>	<b>OPERE MINORI E ACCESSORIE</b>	€	<b>17.345,11 9,8%</b>
LM.1.2.1	Modifica impianti a vista	€	5.298,17 3,0%
LM.1.2.1.a	Idrico- fognari	€	2.071,71 1,2%
LM.1.2.1.b	Elettrici, dati e assimilati	€	<b>3.226,46 1,8%</b>
LM.1.2.2	Opere accessorie	€	12.046,94 6,8%
<b>LM.1.3</b>	<b>TRASPORTI E CONFERIMENTI</b>	€	<b>954,18 0,5%</b>

<b>IMP.L</b>	<b>SOMMANO PER LAVORI</b>	€	<b>177.005,21</b>
--------------	---------------------------	---	-------------------

<b>OS</b>	<b>ONERI PER LA SICUREZZA</b>	€	<b>24.057,16</b>
-----------	-------------------------------	---	------------------

<b>OS.1</b>	<b>COSTI DELLA SICUREZZA - PRIMO LOTTO</b>	€	<b>24.057,16</b>
-------------	--	---	------------------

<b>IMPORTO APPALTO</b>		€	<b>201.062,37</b>
------------------------	--	---	-------------------

<b>Quadro Economico</b>	
a.1. – Lavori a Misura - Primo Lotto	€ 177.005,21
a.2. – Costi per la sicurezza (non soggetto a ribasso - a misura) - Primo Lotto	€ 24.057,16
<b>a.3. – Sommano - Primo Lotto</b>	<b>€ 201.062,37</b>

<b>a.4 – Costi della manodopera</b>	<b>€ 44.494,54</b>
-------------------------------------	--------------------

<b>B. Somme a disposizione dell'amministrazione</b>		
b.1 – Imprevisti (art. 5 c.2 all. I.7 DLgs 36/2023)	5,4%	€ 10.806,59
b.2 – IVA su lavori	22%	€ 44.233,72
b.3 – Studi e indagini specialistici		€ -
b.4.1a – Spese tecniche (Progettazione FTE-ESECUTIVO) - Importo netto		€ 25.349,98
b.4.1b – Spese tecniche (Progettazione FTE-ESECUTIVO) - CNPAIA 4%		€ 1.014,00
b.4.1c – Spese tecniche (Progettazione FTE-ESECUTIVO) - IVA 22%		€ 5.800,07
b.5.1a – Spese tecniche (DL - CSE - CRE) - Importo netto		€ 16.127,06
b.5.1a – Spese tecniche (DL - CSE - CRE) - CNPAIA 4%		€ 645,08
b.5.1a – Spese tecniche (DL - CSE - CRE) - IVA 22%		€ 3.689,87
b.6 – Spese per forniture (IVA compresa)		€ -
b.7 – Struttura di supporto al RUP		€ -
b.8 – Contributo ANAC, gara d'appalto, oneri vari (pubblicazioni, commissioni,..)		€ 250,00
b.9 – Incentivi alle funzioni tecniche (art. 45 e allegato I.10 DLgs 36/2023)	2,0%	€ 4.021,25
<b>SOMMANO</b>		<b>€ 111.937,63</b>
<b>TOTALE IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA</b>		<b>€ 313.000,00</b>