



Regione Lombardia
Città Metropolitana di Milano

D

Comune di
SAN DONATO MILANESE

SCUOLA PRIMARIA "MARTIN LUTHER KING"
VIA DI VITTORIO, 48 - RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA, ADEGUAMENTO ANTISISMICO
IMMOBILE E MANUTENZIONE STRAORDINARIA
AREE ESTERNE - CUP J53C24001080004

Doc RTE

PROGETTO ESECUTIVO

SCALA: -

DATA: **04/2025**

COM. AS2417

REV. **01-06/25**

FILE:

**RELAZIONE TECNICA,
TECNICO SPECIALISTICA
E DI CALCOLO
OPERE EDILI**

Progetto:

AS32

Studio Tecnico Associato

Arch. A. Vergnano - Ing. A. Camelliti - Arch. S. Arena - Arch. M.R. Matera

Corso Peschiera 136, 10138 Torino

C.F./P. IVA 10678860015

Tel 011 0361986 Fax 011 0361987 PEC studio.as32@legalmail.it

Responsabile Unico del Progetto: **Geom. Riccardo Fronzuti**

INDICE

1.	DESCRIZIONE E DEFINIZIONE PRESTAZIONALE DELLE OPERE.....	2
2.	SPECIFICHE PER LA POSA DEL SISTEMA ETICS IN LANA MINERALE (MW)	17
3.	CALCOLI STRUTTURALI DELLE TETTOIE	23
4.	CONSIDERAZIONI IN TEMA DI COMFORT ACUSTICO	33
5.	L'ACCESSIBILITA' DEL FABBRICATO E LA SICUREZZA ANTINCENDIO.....	38

1. DESCRIZIONE E DEFINIZIONE PRESTAZIONALE DELLE OPERE

Nota generale: eventuali riferimenti specifici, schemi e schede tecniche di sistemi e materiali riportati nella presente relazione sono da intendersi come indicazione “di mercato” utile a determinare i minimi prestazionali previsti in progetto; pertanto, ogni riferimento a particolari prodotti deve essere inteso come “o equivalente” e l’Appaltatore avrà facoltà di individuare fornitori e produttori di sua fiducia, purché quanto proposto risulti conforme o migliorativo rispetto alle prescrizioni minime indicate.

In conformità a quanto previsto al Capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano per intero i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (R CAM).

Si riportano nel seguito le principali caratteristiche delle opere in progetto:

Demolizioni e rimozioni

Tutte le operazioni di demolizione devono essere eseguite con le attenzioni del caso e secondo le indicazioni contenute nel PSC e nel POS predisposto dall’Appaltatore, ponendo particolare attenzione a non danneggiare il fabbricato esistente. Si tratta comunque di interventi localizzati di demolizione e rimozione di natura prettamente edilizia, per lo più necessari per la coibentazione termica dell’involucro opaco, la sostituzione dei serramenti e l’installazione delle nuove tettoie; da eseguirsi con ordinari apprestamenti di sicurezza e che non inficiano la stabilità dell’edificio, che mantiene i propri elementi strutturali operanti. Come da elencazione riportata nel seguito:

- rimozione dei serramenti esterni (finestre, porte e invetriate) oggetto di sostituzione; comprese inferriate, zanzariere e pensiline in acciaio e plexiglass;
- demolizione dei pilastri a decoro dei vani finestra e dei davanzali inclinati in cls martellinato; compreso il taglio delle porzioni ribassate dell’architrave a “veletta” in corrispondenza delle finestre installate nella palestra;
- taglio a filo muratura dei davanzali delle finestre del piano seminterrato (locali gestiti dalle associazioni sotto palestra e vespaio accessibile sotto scuola), conservati;
- spicconatura e scrostamento delle cornici decorative sui serramenti e di tutte le porzioni di intonaco che risultano incoerenti o in fase di distacco, sulle superfici del complesso scolastico e delle relative scale in muratura;
- demolizione di n. 2 scale esterne in muratura, in corrispondenza del locale “refettorio” a sud della cucina, in quanto in cattive condizioni di conservazione e di larghezza inadeguata a garantire la via di fuga antincendio;
- rimozione del manto di copertura in tegole e dell’intera faldaleria (scossaline, gronda, pluviali, etc.) della tettoia esistente in corrispondenza dell’ingresso ai locali gestiti dalle associazioni sotto la palestra, sul fronte est del complesso;
- rimozione di tutti i pluviali esterni, tubazioni ed accessori dismessi insistenti sulle facciate da riqualificare; rimozione di componenti impiantistiche e linee elettriche;
- demolizione delle pavimentazioni esterne in getto cementizio armato e bocciardato;
- demolizione della pavimentazione divelta in piastrelloni di calcestruzzo armato, nel cortile interno;
- demolizione della pavimentazione in lastre di pietra esistente in corrispondenza dell’ingresso scolastico e della scala metallica antincendio sul fronte sud, in cattivo stato di conservazione; compresa malta di allettamento;
- rimozione completa della zoccolatura e dei rivestimenti in pietra, in cattive condizioni; compresa malta di allettamento;

- rimozione completa dei rivestimenti lapidei delle scale in muratura (pedate, alzate, zoccolini, etc.), in cattive condizioni; compresa malta di allettamento e preparazione accurata delle superfici con rimozione di ogni materiale residuo;
- rimozione delle griglie in acciaio poste a chiusura dell'intercapedine esterna in prossimità dell'ingresso scolastico, sul lato est;
- rimozione dei cancelli e delle recinzioni in profili metallici e rete metallica plastificata, a delimitazione delle aree destinate alle associazioni ed al custode;
- rimozione di parapetti, chiusure metalliche e accurato smontaggio dei corrimano a tubolare singolo o doppio, da ricoverare in area protetta per successiva rimessa in opera;
- perforazioni dei muri perimetrali contro-terra per predisporre le successive spinottature di collegamento della pavimentazione esterna;
- rimozione di n. 3 porte interne antincendio oggetto di sostituzione;
- rimozione di visiva e invetriata interna (a servizio rispettivamente del locale "attesa" presso l'ingresso e del box bidelleria interno) oggetto di sostituzione;
- opere varie e puntuali necessarie alla predisposizione delle superfici e dei manufatti per eseguire gli interventi di riqualificazione previsti in progetto a regola d'arte, nessuna esclusa.

Nelle lavorazioni sopra esposte è sempre compreso il tiro in alto, il calo in basso ed il trasporto a discarica dei materiali di risulta e/o lo stoccaggio dei materiali da recuperare in area indicata dalla Direzione Lavori. Quanto non reimpiegabile per questioni tecniche, economiche e ambientali dovrà essere inviato agli impianti di recupero/riciclaggio o, in ultima istanza, conferito a discarica.

In conformità a quanto previsto dal D.M. n. 256 del 23/06/2022, allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione, le demolizioni e le rimozioni dei materiali dovranno essere eseguite in modo da favorire il trattamento e recupero delle varie frazioni di materiali.

In particolare, si riportano nel seguito alcune prescrizioni operative cui l'Appaltatore dovrà adempiere:

- esecuzione di una verifica preventiva alla demolizione al fine di determinare ciò che può essere riutilizzato, riciclato o recuperato;
- avvio verso gli impianti di recupero o riciclaggio dei rifiuti non pericolosi generati durante le operazioni di demolizione e rimozione;
- conferimento nelle apposite discariche autorizzate dei soli rifiuti selezionati non recuperabili;
- eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento dovranno essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
- gli ambiti interessati dai fossi e torrenti e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone dovranno essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

I materiali provenienti dalle operazioni di demolizione e rimozione sono stabiliti di proprietà della Stazione Appaltante. Ricadrà comunque sull'Appaltatore l'onere di differenziare i rifiuti secondo le tipologie previste dal D.lgs 152/06 e s.m.i., proponendo alla Direzione Lavori, quando possibile, il loro riutilizzo e/o trattamento; quanto non reimpiegabile per questioni tecniche, economiche e ambientali dovrà essere conferito a impianto di recupero/riciclaggio o, in ultima istanza, a discarica.

Sono inclusi nell'appalto i costi di conferimento dei materiali generati dalle demolizioni e rimozione. Come specificato anche nel *Capitolato speciale d'appalto – norme tecniche* (CSA T), i materiali commercializzati per il riciclaggio o ritirati gratuitamente dai centri di recupero autorizzati (metalli vari, pietre, vetro, etc.) non daranno luogo ad alcun onere aggiuntivo ed eventuali compensi resteranno in capo all'Appaltatore.

Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione, ma aventi valore scientifico, storico, artistico,

archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

Sono inclusi nell'appalto gli oneri relativi allo smontaggio, spostamento in zona protetta e le successive operazioni di rimessa in opera (incluso eventuale adeguamento) di arredi, apparecchiature ed accessori di qualsiasi tipo interferenti con i lavori, al fine di evitare danneggiamenti.

Parimenti, tutti i locali, corridoi e altre aree interne od esterne interessate dai lavori o dal semplice passaggio per il trasporto dei materiali dovranno essere riconsegnati privi di residui di lavorazioni, sanificati e puliti da parte di ditta specializzata incaricata dall'Appaltatore.

Si richiamano per intero i contenuti dei Criteri 2.6.1 e 2.6.2 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, nonché il:

- Piano di Gestione dei Rifiuti di Demolizione e Costruzione;
- Piano per il Controllo dell'Erosione e della Sedimentazione;

da aggiornare/implementare dall'Appaltatore nel corso dei lavori e parte integrante della *Relazione tecnica CAM* (RCAM), che si intende interamente richiamata.

Scavi e riporti

Il progetto comprende esclusivamente scavi finalizzati alla realizzazione delle nuove pavimentazioni esterne e relative opere accessorie (pozzetti, caditoie, tubazioni e cavidotti, cordoli, muretti in corrispondenza delle nuove scale metalliche, etc.), integrati nella profondità in corrispondenza della palestra e del corpo sud della scuola a due p.f.t. per consentire l'applicazione dei pannelli isolanti fino al piano di fondazione, dove potrebbero rendersi necessarie sbadacchiature localizzate, comprese nei prezzi di appalto. I rinterri dovranno essere eseguiti a regola d'arte, secondo le modalità previste nel capitolato e con il materiale proveniente dalle escavazioni.

Sono sempre compresi nel presente appalto a corpo il carico sui mezzi del materiale non reimpiegato in sito, il trasporto e conferimento a centro di recupero autorizzato. L'Appaltatore è tenuto ad eseguire almeno due prove di analisi chimico-fisica del terreno di scavo per individuare la presenza di eventuali inquinanti (zona palestra lato sud e zona cortile interno lato ovest), previste nel progetto. In caso di esito positivo delle analisi, lo strato superficiale del terreno naturale, in conformità a quanto previsto al capitolo 2.6.3 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, potrà venire accantonato in cantiere per essere reimpiegato nell'area verde circostante o in altra area di proprietà del Comune, secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Tutti gli scavi dovranno essere completati con i necessari rinterri, la formazione di eventuali rilevati, livellamenti, etc..

Come indicato nella *Relazione generale* (RG), sono presenti nel territorio comunale e limitrofo diversi centri autorizzati di raccolta di inerti e materiali da scavo.

Come anticipato, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le necessarie analisi chimico-fisiche del terreno di scavo per individuare la presenza di potenziali inquinanti, il cui costo è incluso nel prezzo dell'appalto. In caso di esito positivo delle analisi, il terreno potrà essere impiegato in sito per le operazioni di rinterro, in conformità al Criterio 2.6.4 del D.M. n. 256 del 23/06/2022. Solo quanto rilevato non reimpiegabile per questioni tecniche, economiche e/o ambientali dovrà essere conferito a centro di recupero autorizzato. Sono inclusi nell'appalto i costi di conferimento dei materiali generati dalle operazioni di scavo.

I materiali provenienti dalle operazioni di scavo sono stabiliti di proprietà della Stazione Appaltante.

Ricadrà comunque sull'Appaltatore l'onere di differenziare i rifiuti secondo le tipologie previste dal D.lgs 152/06 e s.m.i., proponendo alla Direzione Lavori, quando possibile, il loro riutilizzo e/o trattamento.

Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo, o per i beni provenienti da demolizione, ma aventi valore scientifico, storico, artistico, archeologico o simili, si applica l'articolo 35 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

Si richiamano per intero i contenuti dei Criteri 2.6.1 e 2.6.2 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, nonché il:

- Piano di Gestione dei Rifiuti di Demolizione e Costruzione;
- Piano per il Controllo dell'Erosione e della Sedimentazione;

da aggiornare/implementare dall'Appaltatore nel corso dei lavori e parte integrante della *Relazione tecnica CAM* (RCAM), che si intende interamente richiamata.

Opere in calcestruzzo armato

Le opere in calcestruzzo riguardano esclusivamente interventi minori, senza valenza strutturale, come riportati nel seguito:

- realizzazione degli appoggi per la scala metallica di nuova realizzazione in corrispondenza dell'U.S. del locale "refettorio", in calcestruzzo avente consistenza S3, resistenza C28/35 e classe di esposizione XC2;
- fissaggio chimico a base di resina epossidica delle barre filettate diametro 12 mm per l'installazione delle strutture delle nuove scale e tettoie metalliche, marcatura CE per applicazioni in calcestruzzo anche fessurato e per Categoria di Prestazione Sismica C1, secondo il Documento di Valutazione Europea EOTA EAD 330499-00-0601 e Rapporti Tecnici EOTA TR 048 e EOTA TR 049 (oppure secondo la Linea Guida EOTA ETAG 001-5, Annesso A e Annesso E). La capacità portante del sistema è calcolata secondo le indicazioni della Norma FprEN 1992-4:2017 (oppure secondo la Linea Guida ETAG 001 - Annesso C e i Rapporti Tecnici EOTA TR 029 e EOTA TR 045 o la Specifica Tecnica CEN/ TS 1992-4:2009);
- la realizzazione delle spinottature delle pavimentazioni esterne in getto cementizio armato, al fine di evitare cedimenti e sprofondamenti in corrispondenza dell'attacco con il fabbricato, mediante posa di barre d'acciaio ad aderenza migliorata B450C, rispondenti al D.M. n. 256 del 23/06/2022, in numero di 2 ogni m lineare, diametro 12 mm, lunghezza 70 cm (di cui 10 cm nel perforo e 60 cm annegati nella pavimentazione e legati alla rete e.s. di armatura); e fissaggio chimico a base epossidica;
- ripristino della lesione longitudinale della scala di emergenza sul lato sud del corpo nord a due p.f.t. e dell'interfaccia con il pilastro, già oggetto di interventi provvisori, mediante asportazione del calcestruzzo ammalorato fino a raggiungere lo strato sano, scarifica fino a circa 70 mm per parte dallo spigolo; spazzolatura delle armature metalliche affioranti e applicazione di passivante; ricostruzione del calcestruzzo con malta a ritiro controllato a base di cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, additivi e fibre.

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale l'appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella Legge n. 1086/71 e nelle relative norme tecniche del D.M. 17 gennaio 2018. In particolare, dovranno essere rigorosamente rispettati i controlli di produzione e di accettazione del calcestruzzo preconfezionato. Non saranno ammessi calcestruzzi confezionati in cantiere.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Murature e tavolati

Le opere di muratura nel progetto comprendono interventi caratterizzati da sistemi a secco, con le seguenti caratteristiche:

- tamponamento della rientranza esterna tra gli aggetti dei volumi al piano primo dei corpi nord e sud del fabbricato scolastico, a due p.f.t., mediante contro-parete esterna realizzata con doppia lastra in gesso rivestito, di cui quella più esterna ad alta densità e additivata con fibre di vetro, specifica per richiesta di elevata resistenza meccanica agli urti, portata ai carichi, durezza superficiale; tipo D F I R

secondo EN 520:2009, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0. Sistema da applicare su armatura in profili metallici in lamiera di acciaio zincato a caldo da 6/10 mm di spessore.

Nelle lavorazioni sopra esposte sono sempre intesi inclusi i fissaggi, la stuccatura e rasatura dei giunti, gli accessori specifici (nastri, viti, tasselli, bande armate, etc.); tutti gli oneri necessari alla formazione di eventuali irrigidimenti, la formazione ed il disfacimento dei piani di lavoro, il taglio, lo sfrido e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

In ultimo, per allineare il davanzale delle finestre sostituite nella palestra, è prevista la sopraelevazione localizzata del foro architettonico mediante la posa di muratura portante in blocchi alveolati di laterizio con elevate prestazioni termoacustiche, legati mediante malta cementizia di classe M2; dello spessore di 30 cm.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Intonaci

Tutte le superfici esterne oggetto di scrostamento e spicconatura degli intonaci (cornici, porzioni in fase di distacco, zone interessate dalla rimozione dei rivestimenti, etc.) da rivestire successivamente con sistema a cappotto sono previste trattate con nuova stesa di intonaco rustico a base di calce idraulica, al fine di garantire una superficie liscia e coesa per l'applicazione del cappotto esterno.

Tutte le superfici esterne oggetto di scrostamento e spicconatura saltuaria dell'intonaco ammalorato (struttura delle scale esterne in muratura e porzioni murarie che non delimitano l'involucro riscaldato) laddove la finitura ad intonaco dovrà mantenersi a vista a fine lavori, prevedono da parte dell'Appaltatore un più attento intervento di ripristino che preveda anche la stollatura con specifica malta raccordata alle parti sane prima di procedere con la stesa di nuovo intonaco civile a base di calce idraulica, la cui grana dovrà riproporre quella delle superfici conservate.

Il lato interno della muratura in blocchi di laterizio alveolato, nella palestra, prevede invece una finitura "a civile", con grana fine come le superfici adiacenti; anche in questo caso previa stollatura.

Onde evitare il rischio di successive fessurazioni, in corrispondenza dei ripristini localizzati e/o da raccordare con l'esistente e da mantenere a vista, si intenderà inclusa l'applicazione di rete porta-intonaco in fibra di vetro ed ogni fornitura o lavorazione necessaria all'esecuzione a regola d'arte.

Rientra in questa sottocategoria di capitolato anche il rivestimento minerale applicato per la finitura del cappotto esterno; per il quale si rimanda alla sottocategoria "Isolamenti".

Isolamenti

L'isolamento dell'involucro edilizio del complesso scolastico comprende:

- coibentazione delle murature di tamponamento esistenti con sistema ETICS in pannelli in lana di roccia ad alta densità (circa 80-100 kg/m³) dello spessore di 14 cm (ridotto a spessori minori di 8, 6 e 4 cm in corrispondenza di talune pareti, risvolti e sulle mazzette dei serramenti), conduttività termica $W/mK \leq 0,034$, reazione al fuoco in euroclasse A1, con marcatura CE; compresi fissaggio delle lastre con adesivo specifico; chiodatura con tasselli ad espansione (a testa incassata rivestita con lana di roccia); installazione degli elementi speciali di raccordo e rinforzo, incluso elemento per zoccolatura in materiale idrofobo e resistente agli urti; rete di armatura in vetroresina assicurata alle lastre con rasatura a due mani di adesivo a base di calce idraulica naturale (armatura a rete da raddoppiare fino all'altezza di 150 cm per garantire maggiore resistenza agli urti); stesa di primer e strato di finitura in intonachino colorato in massa, rifinito a frattazzo fine. Tipo pannelli *Frontrock* e sistema *REDArt* produzione *Rockwool* o equivalente.

Trattandosi di intervento su superfici esterne esistenti, sono inoltre intesi inclusi tutti gli oneri di verifica del supporto ed eventuale preparazione o lisciatura; rimozione e successiva rimessa in opera di accessori o apparecchiature insistenti le superfici da rivestire; le opere necessarie alla realizzazione di tutti i risvolti dell'isolamento finalizzato all'eliminazione dei ponti termici, da realizzarsi con pannelli della medesima tipologia del sistema in spessori ridotti; eventuali porzioni da maggiorare nello spessore per garantire l'allineamento delle facciate (es. rientranze dei pilastri d'angolo).

L'elemento zoccolatura in materiale idrofobo dovrà avere altezza minima di 50 cm dal piano di campagna, impiegando lastre di polistirene espanso estruso (XPS) con superficie ruvida specifica per sistema ETICS, prodotte con gas senza CFC e HCFC; conduttività termica $\leq 0,035$ W/mK, resistenza alla compressione ≥ 250 kPa, reazione al fuoco euroclasse E, con marcatura CE; tipo *Webertherm XW300* produzione *Weber Saint Gobain* o equivalente. Medesimo materiale è impiegato per la parti di sistema applicate contro-terra.

Trattandosi di sistema ETICS, sono sempre compresi gli oneri relativi a: incollaggio, tassellatura e sagomatura dei pannelli; stesura di fissativo, applicazione del rasante armato a base di calce idraulica naturale; il rivestimento minerale colorato di finitura per le parti a vista; l'impermeabilizzazione specifica del sistema per le parti contro terra.

Per tutte le specifiche esecutive di posa del sistema ETICS si richiamano integralmente i contenuti e gli schemi della norma UNI 11715, i cui contenuti principali (anche se non esaustivi) sono riportati al paragrafo successivo della presente relazione tecnica "Specifiche per la posa in opera del sistema ETICS in lana minerale (MW)".

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Manti e lattonerie

Il manto della tettoia riqualificata in corrispondenza dell'ingresso ai locali gestiti dalle associazioni e di tutte le nuove tettoie previste in installazione in corrispondenza delle scale esterne in muratura è previsto in pannelli sandwich metallici pre-coibentati, autoportanti, formati da supporto inferiore ricavato mediante profilatura da nastri di spessore minimo 5/10 mm in acciaio zincato a caldo con procedimento "sendzimir" e preverniciato su lato a vista, strato intermedio formato da fibre minerali ad alta densità (lana di roccia) disposte perpendicolarmente al piano delle lamiere, supporto esterno ricavato mediante profilatura da nastri di spessore minimo 5/10 mm in acciaio zincato a caldo con procedimento "sendzimir" e preverniciato sul lato a vista, spessore isolante fuori greca 5 cm, altezza greca 40 mm, passo 250 mm; larghezza utile pannello 1,00 m. Colore a scelta della Direzione Lavori, classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 e certificazione B_{roof} secondo UNI ENV 1187. Tipo pannelli *Lithos Ecoline Roof* produzione *Isolpack* o equivalente.

Si intendono compresi tagli, adattamenti, sfridi, fissaggio a vista alla sottostante struttura garantito per la perfetta tenuta all'acqua, assistenze edili per scarico, trasporto e sollevamenti. Il sistema deve essere dotato di tutti gli accessori, pezzi speciali, minuteria e guarnizioni necessari per garantire la perfetta tenuta secondo le prescrizioni del Produttore.

L'intera faldaleria è prevista in lamiera d'acciaio zincato a caldo e pre-verniciato, spessore 8/10 mm per scossaline, faldali, gronde e pluviali esterni (diametro 100 mm per il fabbricato e 80 mm per le tettoie, tutti dotati di gambale in ghisa). I pluviali si svilupperanno in esterno al cappotto dall'attacco in copertura fino all'altezza di circa 2,2-2,5 m da terra, quando, mediante una curva, si incasseranno nello spessore del cappotto, garantendo così maggiore protezione, minor ingombro sui camminamenti esterni e la conservazione dei punti di immissione a terra.

I davanzali esterni dei serramenti al piano seminterrato (sia in corrispondenza dei nuovi infissi previsti nei locali delle associazioni sia in corrispondenza di quelli conservati per l'illuminamento e la ventilazione del vespaio accessibile sotto la scuola) sono previsti in lamiera di alluminio pre-verniciato, spessore 15/10 mm, pre-sagomati per posa su sistemi a cappotto, con profili stondati e risvoltati per favorire il deflusso delle acque piovane e la sigillatura al serramento, secondo le specifiche di progetto.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Impermeabilizzazioni

Tutti i muri contro-terra scoperti a seguito delle lavorazioni sono previsti protetti dall'umidità con membrana bituminosa singola plastomerica (BPP) armata con tessuto non tessuto, applicata a fiamma previa stesa di idoneo primer, marcata CE, rispondente alla norma tecnica europea EN 13707 e munita di dichiarazione di prestazione DoP; flessibilità a freddo $\leq -10^{\circ}\text{C}$, stabilità di forma a caldo $\geq 100^{\circ}\text{C}$, resistenza a trazione a rottura L/T 500/400 N/50 mm (-20%), resistenza alla trazione delle giunzioni L/T 400/300 N/50 mm (-20%); spessore 4 mm.

Le parti interrate dei pannelli in XPS sono previste trattate con finitura impermeabilizzante idonea al sistema ETICS individuato dall'Appaltatore (prodotto specifico del sistema, inteso incluso nel prezzo di realizzazione del cappotto) ed ulteriormente protette mediante membrana bugnata in HDPE resistente agli agenti chimici, alle radici, non inquinante le falde acquifere, resistente alla contaminazione da funghi e batteri, non degradabile e riciclabile a fine vita, del peso di circa 650 g/mq, per favorire il drenaggio e proteggere da eventuali urti e schiacciamenti; tipo *Scudox* produzione *Pontarolo Engineering S.p.a.* o equivalente.

Guaina liquida impermeabilizzante idonea al sistema ETICS è prevista impiegata sullo strato coibente sotto i davanzali delle finestre, con adeguato risvolto, al fine di garantire la perfetta tenuta all'acqua ed evitare possibili bagnamenti dell'isolante.

Infine, la struttura delle scale esterne, a seguito della rimozione dei rivestimenti lapidei e di una preventiva pulitura delle superfici dai resti di malta cementizia, deve essere protetta dal rischio di nuove infiltrazioni mediante applicazione di specifico rivestimento elastomerico continuo, composto da resine poliuretaniche modificate miscelate, con interposta armatura in tessuto non tessuto di poliestere leggero; tipo *Mapelastic* produzione *Mapei* o equivalente.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Serramenti esterni

Tutti i serramenti esterni di nuova installazione sono previsti in lega di alluminio a TT con marcatura CE in conformità alla direttiva CEE 89/106, spessore minimo del telaio 70 mm, linea super-termica ed elettro-colorazione con tinta a scelta della Direzione Lavori; sistema completo per finestre, porte-finestre, porte ed invetriate composte, con dimensione, tipologia di apertura e disegno come da indicazioni riportate nell'abaco di progetto. I telai in alluminio dovranno garantire un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotto pari al almeno al 20% sul peso del prodotto, mantenendo inalterate le prestazioni in termini di isolamento termico, acustico e durabilità nel tempo rispetto agli analoghi sistemi in alluminio primario; tipo telai *Planet 72 Neo Plus* produzione *Fresia Alluminio* o equivalente. Comprensivi di tutta la ferramenta pesante e degli accessori necessari al corretto funzionamento, compresi, dove necessario e come da indicazioni di progetto, maniglioni antipanico a ingombro ridotto tipo *push-bar* (con o senza

maniglia esterna) sulle vie di fuga, serrature a chiave (di sicurezza o tipo Yale), maniglie cremonesi idonee all'uso intenso ed a profili stondati (certificate per minimo 25.000 cicli) sulle finestre (anche con apertura a vasistas); ed ogni accessorio per la messa in servizio a regola d'arte del sistema, nessuno escluso. Quando non recuperato e colmato con schiuma poliuretanica, il falso telaio dovrà essere metallico a taglio termico o in OSB. Specchiatura basso emissiva a doppia camera (triplo vetro) con lastra di sicurezza interna ed esterna del tipo 33.2 certificata 1B1 ai sensi UNI 12600, acustica e basso-emissiva, vetrata esterna selettiva (escluso serramenti esterni prospicienti il fronte nord), cristallo interno extra chiaro da 4 mm, doppia camera da min. 14 mm, entrambe saturate con gas argon; distanziale caldo tipo *warm-edge*. La componente vetrata, dove necessario, dovrà garantire un fattore di trasmissione solare $< 0,35$ come definito dalla norma UNI EN 14501.

Dovrà essere prodotta documentazione di collaudo da parte di organismo notificato che certifichi i seguenti minimi prestazionali del "sistema":

- permeabilità all'aria almeno classe 4 (UNI EN 12207 - UNI EN1026)
- tenuta all'acqua almeno classe 9A (UNI EN 12208 - UNI EN 1027)
- resistenza al vento almeno classe C4 (UNI EN 12210 - UNI EN 12211)
- isolamento acustico del vetro almeno 42 Rw (UNI EN 140-3 - UNI EN ISO 717-1)
- trasmittanza termica del serramento $U_w \max 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 10077-1).

Tutte le porte esterne da impiegare lungo le vie di fuga dovranno essere certificate ai sensi della norma EN 14351-1:2006+A1:2010.

Sarà cura e onere dell'Appaltatore produrre, oltre alle schede tecniche e certificazioni necessarie, idonea campionatura preventiva della struttura, della specchiatura e della tabella colori del Produttore individuato, al fine di ottenere formale approvazione da parte della Direzione Lavori prima della conferma dell'ordine. Parimenti, l'Appaltatore dovrà: verificare in cantiere le misure di dettaglio dei serramenti per garantire i dimensionamenti liberi minimi di passaggio o di ventilazione prescritti, tenendo in considerazione le dimensioni reali del foro architettonico e l'eventuale presenza di altri sub-sistemi edilizi o impiantistici di interfaccia; verificare con la Direzione Lavori il senso di apertura delle ante a battente. La posa in opera dovrà essere eseguita a regola d'arte, ponendo attenzione al giunto primario ed al giunto secondario, prevedendo l'impiego di materiali specifici di qualità per la sigillatura, il riempimento e l'isolamento (sigillanti, nastri autoespandenti BG1 e multifunzione, membrane, pellicole, schiume poliuretaniche, etc.), secondo le indicazioni di cui alla UNI 11673-1:2017, **in modo da garantire prestazioni in opera dei serramenti coerenti con i livelli prestazionali certificati**. Per tale ragione, si prescrive che l'installazione dovrà essere eseguita da **posatori esperti e qualificati ai sensi della norma UNI 11673-2:2019** "Posa in opera di serramenti - Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza del posatore di serramenti".

Le nuove finestre della palestra, considerata la posizione elevata che ne rende difficile l'apertura, sono previste dotate di attuatori a catena e punti elettrici di comando per regolamentarne l'apertura, in apposito quadretto di manovra da collocare in posizione protetta; tipo *Attuatore elettrico Smart* produzione *Fratelli Comunello S.p.A.* o equivalente. Invece, le finestre tipo F-O installate in cima al vano scala del corpo nord della scuola a due p.f.t., con apertura a vasistas, devono essere dotate di sistema di apertura manuale a distanza, per essere più facilmente manovrabili dal personale scolastico.

Al fine di contenere l'irraggiamento solare in ambiente ed il conseguente eccessivo surriscaldamento dei locali didattici e dei refettori, oltre al rischio abbagliamento, tutte le finestre di nuova installazione con esposizione da Est a Ovest, passando da Sud, sono dotate di persiana a lamelle sagomate (larghezza massima lamella 70 mm) con bordo ribattuto su entrambi i lati tipo veneziana per esterno (*raffstore*), in lega di alluminio verniciato a fuoco con colore a scelta della Direzione Lavori, complete di cassettoni, guide laterali e centrali (dove necessario) con inserti silenzianti, nastri rinforzati in Kevlar, traversa

inferiore e congegni per l'orientamento e il sollevamento elettrificato con comando manuale posto all'interno dei locali. Tipo *Lamisol III* produzione *Gressier* o equivalente.

La componente vetrata delle porte e finestre che aprono lungo gli spazi e locali comuni con medesima esposizione (da Est a Ovest, passando da Sud) dovrà garantire un fattore di trasmissione solare $< 0,35$ come definito dalla norma UNI EN 14501.

Sui locali ad uso "laboratorio" con esposizione verso nord, invece, è prescritta la sola installazione di tende alla veneziana da interno con lamelle di alluminio da 50 mm, complete di nastri e congegni per il sollevamento e l'orientamento, cassonetto e spiaggiare metallici, il tutto verniciato a smalto.

Tutte le finestre dei locali cucina e refettorio, per questioni igienico sanitarie, presentano anche la posa in esterno di una zanzariera a pannello fisso con telaio in alluminio verniciato; con la sola esclusione della porta Pe-E di accesso, dotata di pannello scorrevole orizzontalmente posato all'interno del locale.

Ruoli e responsabilità del processo di fornitura in opera dei serramenti esterni corrispondono a quanto definito dalla norma UNI 10818:2023 "Finestre, portefinestre, porte pedonali e chiusure oscuranti - Ruoli, responsabilità nel processo di fornitura in opera" per interventi che prevedono la presenza di un progettista architettonico e del direttore lavori; così ripartiti:

- Fase 1 – scelte progettuali, progettista architettonico

Responsabile di:

- tipo di vano di posa;
- tipologia di serramento (materiali, dimensioni, prestazioni);
- tipo di materiali e prodotti complementari (per esempio il controtelaio);
- tipo di componenti aggiuntivi e accessori (per esempio oscuranti e zanzariere);
- posizione dei serramenti e accessori nei vani di posa;
- se prevista la sostituzione di serramenti esistente, modalità di rimozione e smaltimento;
- nel caso di finestre da tetto, definizione del sistema di raccordo per lo smaltimento delle acque meteoriche (per esempio scossaline e converse);

informazioni da riportare in un abaco e nel capitolato speciale d'appalto.

- Fase 2 – progetto esecutivo (costruttivo) della posa, fornitore dei serramenti esterni

Responsabile di:

- correttezza dei criteri di progettazione esecutiva;
- correttezza nella scelta delle tecniche di pianificazione del processo di posa e relative attrezzature di lavoro;
- correttezza delle principali metodologie di verifica e diagnosi in cantiere;

informazioni e conoscenze da riportare in una proposta di progetto esecutivo (costruttivo) della posa, da redigere sulla base del progetto architettonico (abaco), delle specifiche del capitolato speciale d'appalto e delle istruzioni di posa fornite dal produttore.

- Fase 3 – verifica del progetto esecutivo (costruttivo) della posa, progettista architettonico

Responsabile di:

- verificare che il progetto esecutivo (costruttivo) della posa predisposto dal fornitore sia coerente con il progetto architettonico, con le prescrizioni contenute nel capitolato speciale d'appalto e con i requisiti della norma UNI 11673-1, nei limiti dell'ambito di applicazione;
- integrare il progetto esecutivo (costruttivo) della posa predisposto dal fornitore inserendolo all'interno del processo delle fasi e dei tempi di realizzazione dell'opera;
- una volta approvato il progetto esecutivo (costruttivo) della posa predisposto dal fornitore, condividere i relativi contenuti con tutti i soggetti che dovranno intervenire nel processo di posa dei serramenti.

- Fase 4 – predisposizione dei vani di posa e verifica, costruttore edile e direttore lavori
Il costruttore edile è responsabile di:
 - realizzare i vani di posa come da indicazioni del progetto esecutivo (costruttivo) di posa e in coerenza con le previsioni del progetto architettonico.
 Nel caso di finestre da tetto, la realizzazione del vano di posa può essere affidata formalmente al posatore installatore.
 Il direttore lavori è responsabile di verificare la correttezza dell'esecuzione in termini di:
 - dimensioni e geometrie;
 - fuori squadra / fuori piombo;
 - coerenza tra la stratigrafia delle pareti e i vani di posa;
 - nel caso di finestre da tetto, complanarità rispetto al piano della copertura;
 - nel caso di finestre da tetto, coerenza della stratigrafia della copertura e interfaccia con il sistema per lo smaltimento delle acque meteoriche.
 Il direttore dei lavori è anche responsabile di valutare la necessità di effettuare lavorazioni preliminari sui vani di posa per renderli idonei all'applicazione dei materiali e prodotti complementari previsti per la posa in opera dei serramenti, anche in funzione della posizione di questi ultimi.
- Fase 5 – posa in opera dei controtelai, costruttore edile
Il costruttore edile o, in subordine, il fornitore / installatore, in possesso delle conoscenze, competenze ed abilità come definite al punto 5.3 della norma UNI 11673-2, deve occuparsi ed è responsabile della corretta esecuzione di:
 - adeguato stoccaggio in cantiere dei controtelai secondo le istruzioni fornite dal produttore;
 - posa in opera dei controtelai secondo le istruzioni fornite dal produttore;
 - installazione nei vani dei componenti aggiuntivi o accessori previsti nel progetto di posa.
 Il direttore lavori è responsabile di verificare la correttezza dell'esecuzione di questa fase in coerenza con il progetto esecutivo (costruttivo) di posa.
- Fase 6 – realizzazione del giunto primario, costruttore edile o posatore installatore
Il costruttore edile o, in subordine, il fornitore / installatore, in possesso delle conoscenze, competenze ed abilità come definite al punto 5.3 della norma UNI 11673-2, deve occuparsi ed è responsabile della corretta esecuzione del giunto primario, da effettuare secondo il progetto esecutivo (costruttivo) di posa dei fabbricanti dei materiali e dei prodotti complementari utilizzati.
 Il direttore lavori è responsabile del coordinamento delle operazioni e di verificare la correttezza dell'esecuzione di questa fase in coerenza con il progetto esecutivo (costruttivo) di posa.
- Fase 7 – riquadratura e intonacatura dei vani di posa, costruttore edile
Il costruttore edile è responsabile di:
 - correttezza nell'esecuzione di tutte le eventuali lavorazioni preliminari;
 - corretta intonacatura dei vani di posa.
 Nel caso di finestre da tetto, quanto sopra può essere formalmente affidato al posatore installatore.
 Il direttore lavori è responsabile di verificare la correttezza dell'esecuzione di questa fase, con particolare riferimento al raccordo con i materiali e prodotti complementari installati.
- Fase 8 – fornitura dei serramenti in cantiere, fornitore dei serramenti esterni
Il fornitore dei serramenti è responsabile della corretta fornitura in cantiere dei serramenti e degli eventuali accessori e componenti aggiuntivi.
 I compiti di:
 - scarico;
 - tiro al piano;
 - custodia;
 salvo diversa disposizione contrattuale, restano in campo al costruttore edile.
- Fase 9 – posa in opera dei serramenti, posatore installatore

Il posatore installatore deve attenersi alle istruzioni contenute nel progetto esecutivo (costruttivo) della posa, affinché i serramenti soddisfino in esercizio le prestazioni dichiarate dal produttore.

A tal fine il posatore installatore prima di procedere con le operazioni di posa in opera deve:

- verificare eventuali carenze di informazioni o discordanze nel progetto di posa;
- verificare l'idoneità del vano di posa in termini di geometria, dimensioni, messa in quadro e a piombo, tolleranze di progetto, compatibilità del substrato di fissaggio con il sistema di fissaggio, eventuali interferenze al contorno;
- verificare il verso e senso di apertura delle ante e l'assenza di difetti;
- verificare la conformità dei materiali e prodotti complementari da utilizzare in coerenza con quanto previsto nel progetto esecutivo (costruttivo) di posa.

Nel caso le verifiche portino ad evidenziare difformità, il posatore installatore deve informare formalmente il direttore lavori, proponendo azioni correttive e formale autorizzazione a procedere. Il posatore installatore è tenuto a segnalare eventuali riserve o contestazioni riferite ai serramenti e/o agli accessori derivanti da operazioni non corrette in fase di trasporto, stoccaggio, movimentazione, distribuzione e custodia.

Il posatore installatore, in possesso delle conoscenze, competenze ed abilità come definite al punto 5.3 della norma UNI 11673-2, deve occuparsi di:

- posizionamento, messa in piombo e fissaggio del serramento (per le finestre da tetto deve assicurarsi della complanarità rispetto al piano di copertura);
- esecuzione dei giunti secondari;
- esecuzione delle opere di finitura (per esempio posa dei coprifili);
- applicazione degli accessori necessari a rendere funzionante il serramento;
- sgombero e pulizia dei locali dagli sfridi di lavorazione;
- nel caso di finestre da tetto, esecuzione dei raccordi con il sistema per lo smaltimento delle acque meteoriche secondo le indicazioni del fabbricante;
- eliminazione di eventuali difformità relative alla propria prestazione;
- esecuzione delle verifiche finali, prova e collaudo, consegna dell'opera e della documentazione tecnica.

Ogni onere e magistero inclusi per dare il lavoro eseguito a regola d'arte e perfettamente funzionante, nessuno escluso.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Serramenti interni e opere da falegname

E' prevista a progetto la fornitura e posa in opera di porte tagliafuoco nei locali ad uso ripostiglio, in sostituzione dei serramenti esistenti, per aumentare la sicurezza antincendio del complesso; con le seguenti caratteristiche:

- porta tagliafuoco ad un battente certificata REI 60 (tipo PR1 - vedasi abaco dei serramenti interni), di tipo omologato a norme UNI EN 1634-1, costituita da anta tamburata in lamiera di acciaio zincato e preverniciato a fuoco, pressosaldata; coibentata con materiali isolanti secondo la certificazione richiesta; telaio in angolari o lamiera pressopiegata, munito di zanche o tasselli da murare; guarnizioni termoespandenti e antifumo; serratura incassata con chiavi, scrocca e maniglia atermica antinfortunistica in plastica con anima acciaio; minimo 2 cerniere, una munita di molle tarabili per la chiusura automatica ed una registrabile verticalmente; guarnizioni termoespandenti e antifumo; nelle misure come da abaco di progetto.

Sarà cura ed onere dell'Appaltatore produrre idonea campionatura della struttura, della specchiatura e del colore dei serramenti prima della realizzazione degli stessi, al fine di ottenerne approvazione da parte della Direzione Lavori; così come verificare in cantiere le misure di dettaglio dei serramenti da installare, tenendo in considerazione le modifiche al foro architettonico dovute alla presenza di altri sub-sistemi edilizi ed impiantistici di interfaccia.

Durante i sopralluoghi condotti nel fabbricato scolastico è emerso come il davanzale interno nelle aule sia sostanzialmente allineato con i telai dei serramenti esistenti, con una sporgenza minima e variabile di 2-4 cm, rivestito completamente con un profilo in gomma stondato. Al contrario, servizi igienici, corridoi, uffici e palestra presentano un davanzale interno in pietra con sporgenza 12-14 cm. Tale situazione, probabilmente determinata in sede di realizzazione dell'opera per evitare sporgenze pericolose nei locali didattici, pare essere stata realizzata mediante posa "passante" dei davanzali in cls martellinato previsti in rimozione nel presente progetto. Pertanto, risulterà indispensabile prevedere dei nuovi davanzali interni in appoggio ai serramenti, poco sporgenti e con spigoli smussati/stondati, posati sfalsati rispetto ai nuovi davanzali esterni e previsti in legno o MDF verniciato, spessore 30 mm.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Opere da vetraio

Tutte le porzioni vetrate dei serramenti esterni presentano le seguenti caratteristiche:

- specchiature basso – emissive a doppia camera (triplo vetro) con lastra di sicurezza interna ed esterna certificata 1B1 ai sensi UNI 12600, acustica e basso – emissiva, del tipo: 33.2 B.E. e selettiva / camera da min. 14 mm saturata con gas argon / cristallo extra - chiaro da 4 mm / camera da min. 14 mm saturata con gas argon / 33.2 B.E. ed $U_g \leq 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$; distanziale caldo tipo *warm-edge*, fattore solare (g) ≤ 0.35 , ovvero in grado di garantire una riflessione dell'energia solare > 65% (escluso serramenti esterni prospicienti il fronte nord);
- specchiature serramenti interni (visiva e invetriate interne oggetto di sostituzione) con vetrate di sicurezza, stratificate, del tipo 55.1.

Le specchiature degli infissi della palestra, dei due servizi igienici per insegnanti (corpo nord a due p.f.t.) e di alcuni locali a disposizione delle associazioni saranno trattate con satinatura ad acido al fine di garantire le necessarie caratteristiche anti-introspezione dall'esterno.

Opere da fabbro

Le opere da fabbro previste nel progetto riguardano i seguenti interventi (per la verniciatura, anche quando intesa "in officina", fare riferimento alla sottocategoria "Opere da decoratore"):

- la revisione, smontaggio e rimontaggio del cancelletto esistente sulla scala di accesso alla casa del custode;
- la realizzazione di cassette esterne con sportello per ricovero contatore del gas e caldaia custode;
- il rimontaggio dei mancorrenti precedentemente rimossi per consentire la posa del cappotto, a singolo e doppio tubolare;
- la realizzazione dei tubolari anti-caduta da installare sulle finestre con rischio di caduta dall'alto, come da previsioni riportate negli elaborati grafici; in tubolare quadrato 40x40x3 mm di acciaio zincato a caldo;
- la realizzazione di nuove inferriate in acciaio zincato a caldo, con disegno semplice, da posare sulle finestre al piano seminterrato (locali gestiti dalle associazioni e vespaio accessibile) e su alcune finestre della zona cucina; incluso ogni accessorio necessario alla perfetta messa in opera;

- la realizzazione di nuova recinzione in sostituzione di quelle a rete plastificata, costituita da pannelli in grigliato elettrosaldato zincato a caldo con piatti verticali 25 x 3 mm e correnti orizzontali Ø 5 mm, maglia 62 x 132 mm, piantane in profilati a T 40 x 5 mm o tubolare quadrato 60x60x3,2 mm; altezza 200 cm. Compresi cancelli carrai realizzati in analogia su piantoni in tubolare quadrato 100x100x8 mm. Il tutto montato sul muretto in c.a. esistente ed incluso ogni accessorio necessario alla perfetta messa in esercizio;
- la realizzazione di nuove tettoie in acciaio zincato a caldo S275 a protezione delle scale esterne in muratura, costituite da elementi tubolari quadrati imbullonati sezione 70x70x5 mm (montanti), 50x50x5 mm (corrente di irrigidimento), 50x30x3 mm (arcarecci), oltre ad angolari e piastre necessari per la tenuta dei sistemi, da fissare a terra e sulle strutture in c.a. delle scale con barre filettate e fissaggio chimico; incluso ogni accessorio necessario alla perfetta messa in opera, incluso nuovo parapetto a disegno semplice dove previsto;
- la realizzazione di nuove scalette in acciaio zincato a caldo in corrispondenza dell'U.S. del locale "refettorio", con cosciali UPN180, pilastri HEA140, rampe e parapetti in grigliato metallico elettrosaldato, compresa lavorazione antisdrucchiolo sulle pedate ed ogni accessorio necessario;
- la fornitura e posa di un nuovo grigliato metallico elettrosaldato zincato a caldo, in pannelli bordati pedonali a maglia anti-tacco, in opera completi di ganci ferma-grigliato, controtelai ed accessori; a copertura dell'intercapedine esistente in prossimità dell'ingresso della scuola;
- la fornitura e posa di elementi e profilati in acciaio per l'irrigidimento dell'appoggio dei davanzali esterni in pietra e delle guide delle veneziane esterne.

Tutte le carpenterie previste in acciaio zincato a caldo dovranno essere a norma UNI EN ISO 1461 e, quando previste verniciate, dovrà trattarsi di verniciature "in officina".

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Opere da decoratore

Tutte le superfici esterne interessate dal rivestimento a cappotto prevedono, come anticipato, l'utilizzo di rivestimento minerale colorato in massa. Su tali superfici, al fine di garantire una migliore protezione nel tempo delle superfici di facciata, maggiore idrorepellenza e minore capacità di trattenere lo sporco, è prevista l'applicazione aggiuntiva di una tinteggiatura silossanica.

Su tutte le superfici esterne intonacate, non previste rifinite con il cappotto esterno (inclusi muretti in c.a., centrale termica, etc.), è previsto un ciclo di trattamento così costituito:

- preparazione delle superfici mediante raschiatura, spolveratura e pulitura delle vecchie tinte;
- applicazione di primer fissativo silossanico;
- pitturazione traspirante ed idrorepellente da esterni data a più mani a coprire a base di resine silossaniche (come per la protezione aggiuntiva delle superfici a cappotto).

Sui cornicioni in cemento martellinato è prevista un'accurata pulizia delle superfici da depositi, incrostazioni, etc. mediante spazzolatura manuale e, dove necessario, lavaggio con acqua e sostanze specifiche detergenti. Successivamente si dovrà procedere con l'applicazione di pittura elastomerica a base di resine, inerti selezionati, additivi, pigmenti inorganici specifica per la tinteggiatura e protezione degli elementi in calcestruzzo.

Per quanto riguarda le opere in acciaio, dopo le seguenti operazioni preliminari:

- tutti i mancorrenti in tubolare singolo o doppio (previsti accuratamente rimossi e poi ricollocati in opera dopo la realizzazione del sistema a cappotto) e i parapetti delle rampe per disabili devono essere preventivamente trattati mediante carteggiatura;

- tutti i manufatti di nuova realizzazione previsti zincati a caldo (inferriate e carpenteria delle nuove tettoie) devono essere preventivamente trattati con idoneo primer epossipoliamidico; si dovrà procedere con la verniciatura di finitura a più mani, con smalto a base di resine sintetiche. Come anticipato, tutte le carpenterie previste in acciaio zincato a caldo dovranno essere a norma UNI EN ISO 1461 e, quando previste verniciate, dovrà intendersi verniciatura "in officina".

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

Sistemazioni esterne e opere in pietra

L'area esterna riqualificata, come rilevabile dalle tavole grafiche del progetto, comprende le seguenti lavorazioni (da eseguirsi dopo le opere accessorie di taglio delle pavimentazioni esistenti, rimozione delle cordature interferenti, disfacimento delle pavimentazioni e scavo):

- pavimentazioni monolitiche in getto cementizio colorato da 10 cm di spessore, realizzate con calcestruzzo preconfezionato C16/20 fibro-rinforzato, armato con rete elettrosaldata 15x15 cm/5 mm; compreso il trattamento superficiale con indurente composto da estratti di quarzo silice, cemento, ossidi di ferro sintetici e naturali resistenti ai raggi U.V., la modellazione superficiale con stampi, la sigillatura finale con resina trasparente, la formazione dei giunti, le assistenze murarie; inclusa la posa di profili a "L" zincati a caldo 50x100x7 mm di contenimento del getto nelle porzioni dove la stessa viene mantenuta separata dalle murature del fabbricato per la presenza del cappotto contro-terra (riconducibili alle aree del complesso scolastico con volume riscaldato parzialmente interrato, in corrispondenza dei locali associazioni sotto palestra e di parte del piano a quota -1.80 m della manica sud a due p.f.t.). In questo caso, il cassonetto presenterà la seguente stratigrafia: massicciata di sottofondo in ghiaia grossa e ciottoloni adeguatamente costipata, strato separatore in geo-tessuto non tessuto e sottofondo in calcestruzzo da 10 cm di spessore armato con rete elettrosaldata 15x15 cm/5 mm. Laddove la pavimentazione in cls risulta invece spinottata alle murature di tamponamento contro-terra del fabbricato (cappotto con partenza sopra il piano di campagna in quanto i volumi riscaldati risultano tutti fuori-terra, in corrispondenza di tutte le restanti parti del complesso scolastico, inclusa la zona della casa del custode), il cassonetto presenterà la seguente stratigrafia: massicciata di sottofondo in misto stabilizzato a cemento costipato e strato separatore in geo-tessuto non tessuto;
- delimitazioni esterne in cordoli prefabbricati in cls a superficie liscia, sezione rettangolare 10x25 cm;
- de-impermeabilizzazione delle aree esterne con ampliamento delle superfici a verde in corrispondenza del cortile interno, inclusa ricarica di 15 cm di terreno vegetale costipato e semina di prato, al fine di eliminare il rischio derivante dalle radici affioranti delle piante insistenti l'area.

Si intendono compresi le formazioni di rampe, raccordi, i livellamenti e le sistemazioni in quota dei pozzetti esistenti sull'area di intervento, oltre a tutte le opere minori ed accessorie necessarie alla riconsegna a regola d'arte delle aree esterne. Inoltre, è prevista la posa di nuovi pozzetti a piè di gronda (su tutti i pluviali), il rinnovamento delle griglie in ghisa C250 delle canalette, il potenziamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche con alcune nuove caditoie, comprese relative tubazioni calottate con cls per i necessari collegamenti; la predisposizione sul lato nord di n. 2 cavidotti in tubo corrugato diametro 110 mm, con nuovo pozzetto di partenza ed arrivo.

Le operazioni dovranno essere realizzate con le necessarie accortezze, come da indicazioni di progetto e della Direzione Lavori.

Infine, le opere in pietra riguardano:

- la realizzazione di nuovi davanzali in corrispondenza delle finestre, previsti in beola grigia da 3 cm, con bordo smussato e gocciolatoio, compresi necessari elementi di fissaggio;
- la realizzazione di nuova zoccolatura del complesso scolastico, prevista in lastre di beola grigia da 2

cm, altezza media 50 cm, compresi necessari elementi di fissaggio;

- il rifacimento completo del rivestimento lapideo delle scale esterne in muratura, previsto in beola grigia da 3 cm (pedate) e 2 cm (alzate, zoccolini e lastre per pavimentazione pianerottoli);
- il rifacimento della pavimentazione in pietra in corrispondenza dell'ingresso alla scuola, previsto in beola grigia da 4-6 cm posate "a casellario".

La posa delle lastre in pietra per pavimentazioni dovrà avvenire con fugatura cementizia da 8 mm, occlusa fino all'estradosso delle lastre stesse, per consentire maggior resistenza a potenziali infiltrazioni. Si intendono incluse tutte le lavorazioni necessarie (formazione di gocciolatoio, smusso agli spigoli, levigatura, fiammatura, imbottitura con malta di cemento, elementi di fissaggio ed ancoraggio, etc.), l'assistenza muraria, la sigillatura e quanto disposto dalla Direzione Lavori per la corretta messa in opera delle lastre, nessuna esclusa.

Sulle copertine conservate in pietra e/o cemento decorativo delle scale esterne in muratura è prevista un'accurata pulizia delle superfici da depositi, incrostazioni, etc. mediante spazzolatura manuale e, dove necessario, lavaggio con acqua e sostanze specifiche detergenti.

In conformità a quanto previsto al capitolo 2.5 del D.M. n. 256 del 23/06/2022, tutti i materiali impiegati dovranno disporre dei contenuti minimi in peso di materie riciclate e/o recuperate e/o di sottoprodotti prescritti. Si richiamano i contenuti della *Relazione tecnica CAM* (RCAM).

2. SPECIFICHE PER LA POSA DEL SISTEMA ETICS IN LANA MINERALE (MW)

Il presente paragrafo approfondisce le specifiche a partire dalle verifiche e operazioni preliminari necessarie alla corretta posa in opera del sistema ETICS, fino al completamento delle finiture.

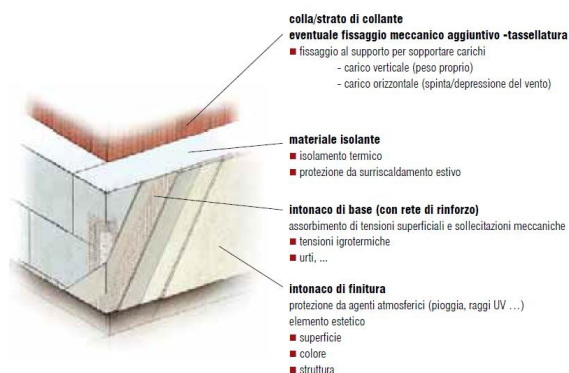
Le normative tecniche di settore a cui fare riferimento sono:

- ETAG 004, *Linee guida tecniche europee per Sistemi isolanti a cappotto per esterni con intonaco*
- ETAG 014, *Linee guida tecniche europee per tasselli in materiale plastico per Sistemi isolanti a cappotto*
- UNI EN 13162, *Isolanti termici per l'edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica - Specifiche*
- UNI EN 13500, *Isolanti termici per l'edilizia - Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di lana minerale - Specifiche*
- UNI/TR 11715, *Progettazione e posa del sistema a cappotto*
- UNI 11716, *Attività professionali non regolamentate. Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS). Requisiti di conoscenza, abilità e competenza*

L'ETAG 004 definisce il "cappotto" come un sistema di elementi costruttivi costituito da diversi componenti specifici prestabiliti:

- collante;
- materiale isolante;
- tasselli (se necessari);
- intonaco di fondo;
- armatura (rete in tessuto di fibra di vetro);
- intonaco di finitura (rivestimento con eventuale fondo adatto al sistema);
- accessori (come rete angolare, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione, profili per zoccolatura etc.).

Viste le direttive europee vigenti in materia di prodotti per l'edilizia, tutti i fornitori (produttori e/o rivenditori) hanno l'obbligo di fornire esclusivamente sistemi ETICS omologati e dotati di apposito marchio CE secondo quanto stabilito dall'ETAG 004 e/o dal corrispondente CUAP.



L'allestimento del cantiere

Il corretto allestimento del cantiere comprenderà anche una corretta conservazione (stoccaggio) dei componenti del sistema ETICS. Durante l'intera fase di lavorazione, asciugatura e indurimento, la temperatura ambientale, del supporto e dei materiali dovrà essere almeno + 5°C (per intonaci a base di silicati almeno + 7°C). Anche condizioni atmosferiche sfavorevoli come, ad esempio, temperature superiori a + 30°C, vento o esposizione diretta alla luce del sole (irraggiamento solare) possono modificare le caratteristiche di lavorazione. In questi casi sarà necessario prendere precauzioni aggiuntive come l'ombreggiamento tramite reti e/o protezioni ai ponteggi.

Le malte dovranno essere impastate esclusivamente con acqua potabile fredda. In estate, ad esempio, non si dovrà utilizzare mai l'acqua riscaldata per la permanenza nel tubo di gomma; in autunno ed in primavera, invece, sarà consentito l'utilizzo di acqua a temperatura ambiente (max. 30°C).

Non dovranno essere mai introdotti additivi non previsti dal Sistema (antigelo o simili) a collanti, intonaci di fondo (rasanti) o intonaci di finitura, né alle pitture protettive.

Le verifiche e operazioni preliminari

La corretta posa del Sistema potrà essere iniziata solo quando l'appaltatore avrà scrupolosamente eseguito le seguenti verifiche:

- chiusura di tutte le tracce e installazioni previste nel supporto. La posa di installazioni all'interno di sistemi ETICS potrà riguardare solo gli attraversamenti impiantistici necessari (es. cavi per linee di illuminazione esterne);
- chiusura di tutte le fughe e le cavità del supporto;
- protezione adeguata di tutte le superfici che non devono essere rivestite come vetro, legno, alluminio, davanzi, marciapiedi etc.;
- asciugatura di intonaci interni e massetti; verifica di una ventilazione sufficiente;
- protezione adeguata di tutte le superfici orizzontali come attici, coronamenti murari, cornicioni etc. per evitare un'eventuale infiltrazione di acqua nel sistema ETICS durante e dopo la posa;
- predisposizione delle aperture in modo che raccordi e giunti possano essere installati garantendo l'impermeabilità alla pioggia;
- verifica dell'idoneità del supporto e messa in atto di eventuali misure correttive.

Le operazioni preliminari da compiere per l'applicazione del Sistema saranno da eseguirsi con la massima attenzione, in quanto potranno influenzare in maniera significativa tutto il processo di posa ed il risultato finale:

- rilevamento della temperatura del supporto e dell'aria circostante (come anticipato, la posa dovrà avvenire a temperature comprese tra + 5°C e + 30°C);
- pulizia delle superfici, rimozione di polvere, sporco e parti incoerenti; in caso di muffe, alghe o funghi esecuzione di specifico trattamento biocida;
- in caso di applicazione su intonaco preesistente, verifica del supporto mediante prova "a strappo";
- nel caso di applicazione su rivestimenti ceramici esistenti, controllo e mappatura di eventuali porzioni in distacco; nel caso poi di superfici smaltate, prevederne l'irruvidimento;
- nel caso di ripristini localizzati del supporto per presenza di umidità, utilizzare intonaci rustici idrorepellenti a base di calce idraulica ed attenderne la perfetta asciugatura;
- verifica della planarità del supporto, con riferimento alle tolleranze di cui alla norma DIN 18202.

Fissaggio

Il fissaggio del sistema ETICS viene definito nell'ETAG 004.

Nel caso specifico riferito al presente appalto, è prescritto un Sistema fissato meccanicamente con adesivo supplementare: il carico è distribuito totalmente dai fissaggi meccanici e il collante viene utilizzato principalmente per garantire la planarità del sistema installato. Il fissaggio funzionerà con la collaborazione di colla e fissaggi meccanici: sarà vincolato al supporto tramite l'incollaggio, che trasferisce le tensioni termiche e i carichi, e da fissaggi meccanici che collaboreranno con la colla a contrastare tensioni e carichi di carattere orizzontale (per esempio spinta/depressione del vento).

Preparazione del collante

La funzione del collante è quella di regolarizzare il fondo e creare un ponte di adesione tra il supporto ed il pannello, opponendosi alle forze di trazione parallele alla superficie da incollare.

In fase di preparazione del collante, si dovranno rispettare accuratamente le indicazioni del Produttore (indicazioni sul contenitore, schede tecniche, schede di sicurezza). Questo varrà anche per collanti in pasta per i quali il Produttore richieda l'aggiunta di cemento. L'applicazione della colla potrà avvenire manualmente o a macchina. In ogni caso occorrerà verificare che:

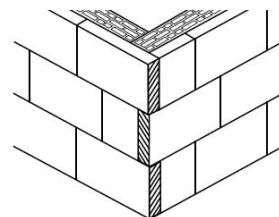
- tra lastra isolante e supporto non passi aria (altrimenti può verificarsi un effetto camino);
- la lastra sia fissata uniformemente alla superficie del supporto (altrimenti può verificarsi un effetto "cuscino o materasso").

Nel caso specifico, visto l'utilizzo di lastre in MW, il metodo di incollaggio potrà avvenire o "a cordolo perimetrale e punti" o "a superficie totale non rivestita" della lastra. Si rimanda comunque alle indicazioni contenute nella scheda tecnica del Produttore. Indipendentemente dalla modalità di applicazione del

collante, si dovrà evitare l'applicazione di adesivo sul bordo dei pannelli, onde evitare ponti termici generati dall'insufficiente accostamento dei pannelli stessi.

Posa dei pannelli

Le lastre isolanti dovranno essere applicate dal basso verso l'alto sfalsate una sull'altra e completamente accostate. Il disallineamento verticale dei giunti dovrà essere di almeno 25 cm. Laddove non si riesca a far rispettare tale prescrizione, si potrà procedere al taglio della lunghezza del pannello; in ogni caso, sugli spigoli dell'edificio sarà possibile utilizzare esclusivamente lastre intere o dimezzate, sfalsate tra loro.



Ci si dovrà assicurare frequentemente di eseguire una posa regolare e planare.

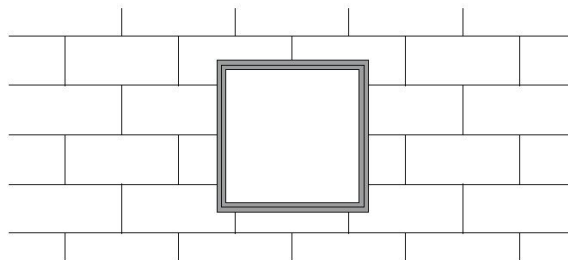
Eventuali fughe dovranno essere riempite con isolante dello stesso tipo; per fughe fino a 5 mm sarà possibile utilizzare una schiuma poliuretanica. Il riempimento, in entrambi i casi, dovrà avvenire su tutto lo spessore della lastra.

La malta collante non dovrà mai essere utilizzata per riempire spazi vuoti tra i pannelli.

Non dovranno mai essere utilizzate lastre danneggiate (es. con bordi o angoli rotti o scheggiati).

Il taglio delle lastre che sporgono dagli spigoli dovrà avvenire solo una volta essiccata la colla (di norma dopo circa 2-3 giorni, rispettare le indicazioni del Produttore). I bordi delle lastre non dovranno sporgere dagli spigoli dei contorni delle aperture (porte e finestre).

La posa delle lastre, oltre a prevedere sempre giunti sfalsati lungo la verticale, dovrà essere eseguita in modo che i giunti tra i pannelli siano sfalsati sia rispetto alle aperture di porte e finestre sia rispetto alla presenza di discontinuità dei materiali di supporto.



Le fughe di movimento dell'edificio (giunti di dilatazione) dovranno essere rispettate e protette con idonei profili copri-giunto.

I rivestimenti isolanti di elementi sporgenti quali per esempio cassonetti per avvolgibili o lati di testa di solai andranno eseguiti possibilmente senza giunzioni tra i pannelli. A tal fine si dovrà ricavare nella parte posteriore del pannello una cavità corrispondente alla sporgenza, tenendo presente che lo spessore totale del pannello risultante deve comunque essere almeno 3 cm e comunque maggiore di un terzo dello spessore originale.

In presenza di elementi sporgenti nella muratura, al fine di ottenere soluzioni impermeabili alla pioggia battente, il raccordo con i pannelli isolanti dovrà essere eseguito mediante applicazione di nastro di guarnizione precompresso incollato sull'elemento sporgente in corrispondenza della parte più esterna del pannello isolante. Si sconsiglia l'utilizzo di sigillanti siliconici.

In caso di isolamento di imbotti di finestre e porte (spallette, voltini) i pannelli isolanti sulla superficie della facciata dovranno sporgere oltre il bordo grezzo dell'apertura in modo tale che, dopo aver atteso l'indurimento del collante, si possano applicare a pressione le fasce isolanti di raccordo al serramento. In seguito, si taglierà l'eccesso dai pannelli, in modo che risultino a filo con le fasce.

I movimenti (variazioni di lunghezza dovute a fattori termici) di finestre, porte e vetrate richiedono elementi di raccordo adatti (le sigillature con sigillanti acrilici o siliconici non si considerano come raccordi con impermeabilizzazione durevole).

In caso di isolamento di soffitti, le lastre isolanti della facciata dovranno arrivare oltre il bordo grezzo inferiore. Dopo l'essiccazione del collante, verranno applicate le lastre del soffitto: solo allora sarà possibile tagliare la parte eccedente delle lastre isolanti di facciata.

Le eventuali irregolarità della superficie delle lastre dovranno essere livellate e, nel caso specifico di utilizzo di pannelli in MW, si procederà applicando un sufficiente spessore di rasatura di compensazione, sempre rispettando gli spessori nominali dell'intonaco di fondo previsti dal Produttore.

La tassellatura

Dopo l'indurimento del collante (in media 1-3 giorni) si dovrà procedere con il fissaggio meccanico dei pannelli utilizzando specifici tasselli "a fungo", formati da un piattello di testa che ha il compito di pressare i pannelli contro il supporto e da un gambo che deve garantire l'adesione al supporto stesso.

Il mancato rispetto delle prescrizioni circa quantità e modalità di tassellatura può comportare gravi difetti estetici e funzionali del Sistema.

Seppur in talune circostanze sia possibile omettere la tassellatura, tale operazione è sempre obbligatoria nei seguenti casi:

- per spessori dei pannelli superiori a 10 cm;
- per sistemi ETICS con massa superficiale del sistema completo (colla + isolante + finitura) superiore a 30 kg/mq;
- per edifici di altezza superiore al limite "edificio alto" (22 m);
- su supporti intonacati;
- se si utilizzano lastre isolanti in lana di roccia MW con fibre orizzontali;
- se si utilizzano lastre di zoccolatura in EPS idrofobo o XPS (solo al di sopra del livello del terreno).

I tasselli devono rispettare le prescrizioni della norma ETAG 014 ed essere idonei sia alla tipologia di materiale isolante sia al tipo di supporto, secondo le categorie di utilizzo fissate dalla norma stessa.

Le categorie d'uso secondo l'ETAG 014 definiscono i campi di impiego del tassello in relazione ai vari tipi di supporto:				
A	B	C	D	E
Calcestruzzo normale	Blocchi pieni	Blocchi cavi o forati	Calcestruzzo alleggerito	Calcestruzzo cellulare

In ogni caso, si raccomanda sempre la consultazione delle indicazioni tecniche del Produttore.

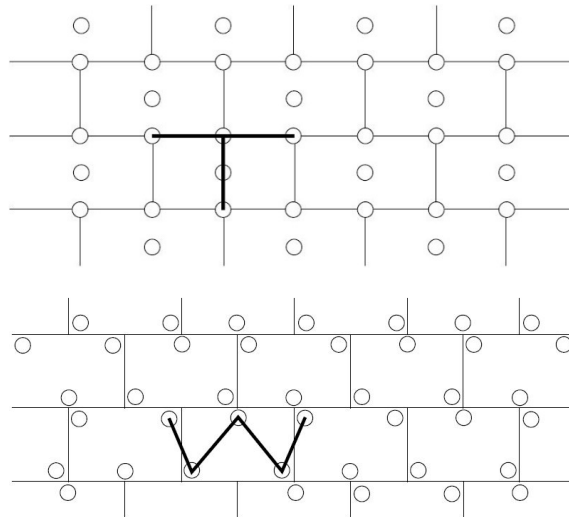
L'operazione preliminare da compiere per l'applicazione dei tasselli è l'esecuzione dei fori, da realizzarsi, come anticipato, solo dopo l'indurimento del collante.

Per la maggior parte dei pannelli isolanti lo schema da utilizzare per la tassellatura è a T, con i tasselli disposti in corrispondenza degli incroci dei pannelli più uno centralmente. Per i pannelli in lana minerale, invece, è consigliato lo schema a W, in cui ogni pannello è fissato con tre tasselli ad una distanza di circa 5-10 cm dal bordo. Indipendentemente dallo schema utilizzato occorrerà rispettare la distanza minima di 10 cm tra i tasselli e i bordi dell'edificio o dei giunti.

Ogni Produttore di Sistema ETICS certifica presso un laboratorio di prova le caratteristiche del proprio sistema per ottenere il rilascio del *Benestare tecnico europeo* (ETA), sia per l'incollaggio sia per l'incollaggio e fissaggio meccanico.

I riferimenti normativi per le verifiche statiche di tenuta del sistema sono le NTC 2018 e la norma UNI-EN 1991-1-4, da cui determinare il numero di tasselli da utilizzare per la posa in opera, con particolare attenzione alla "zona perimetrale" (la porzione di superficie a partire dallo spigolo pari al 10% della dimensione maggiore tra larghezza e altezza dell'edificio, comunque mai inferiore a 1 m e superiore a 2 m), dove sarà necessario aumentare il numero di tasselli.

I tasselli dovranno poi essere inseriti con la testa a filo con l'isolante o incassati, secondo la tipologia; parimenti, il perno del tassello dovrà essere inserito a percussione o ad avvitamento. Nel caso di tasselli



piegati o allentati (con scarsa tenuta), si dovrà procedere con l'inserimento di un nuovo tassello senza utilizzare lo stesso foro.

Eventuali fori visibili dovranno essere riempiti con isolante/schiuma poliuretanica.

Dettagli costruttivi

Ultimata la fase di tassellatura, si dovrà procedere con la cura di tutte le zone di discontinuità della pannellatura del sistema (spigoli, angoli, contorni aperture, svasature, interfaccia con elementi sporgenti, etc.). Gli accessori di giunzione, consistenti in profili, guarnizioni, sigillature, e gli schemi di montaggio dovranno garantire al Sistema ETICS:

- la tenuta all'acqua del giunto;
- la compensazione dei movimenti differenziali;
- il sufficiente smorzamento delle vibrazioni trasmesse tra elementi costruttivi e cappotto;
- la resistenza meccanica.

Tutti gli spigoli dovranno essere realizzati utilizzando gli appositi paraspigoli con rete preincollata forniti dal Produttore; inoltre, nei punti di scolo delle acque piovane si dovranno utilizzare sempre paraspigoli con gocciolatoio. In corrispondenza delle aperture sarà necessario annegare degli ulteriori pezzi di rete con inclinazione 45° in corrispondenza degli angoli, dove si concentrano gli sforzi ed aumenta il rischio di insorgenza di lesioni. Le zone particolarmente soggette ad urti (zoccolature fino ad altezze di 150 cm) si dovrà prevedere l'utilizzo di doppia rete da 160 g/mq, avendo cura che la prima venga posizionata senza sovrapposizioni e la seconda con sovrapposizione di almeno 10 cm su tutta la superficie fino al profilo di partenza.

In corrispondenza di cassonetti dovranno evitarsi tassellature, impiegando collante poliuretanico. Dovrà poi essere posizionata una guarnizione di tenuta all'acqua posta al filo inferiore tra il cassonetto e il pannello isolante, mentre nel filo inferiore esterno del pannello, che farà da cornice all'apertura, si posizionerà un idoneo gocciolatoio per favorire il corretto deflusso delle acque.

Dovrà essere curato attentamente il raccordo con il tetto, inserendo specifici profili di ventilazione in caso di tetto freddo o utilizzando l'incollaggio con metodo *Floating-Buttering* all'ultima fila dei pannelli isolanti nel raccordo con tetto caldo (evitando così ponti termici e la possibile comparsa dell'effetto camino).

Infine, per l'ancoraggio di elementi esterni alle facciate (quali, ad esempio, pluviali, ringhiere, tende, inferriate, corpi illuminanti, etc.) si dovranno utilizzare "pezzi speciali" e supporti specifici per il Sistema: rondelle in polipropilene, rondelle cilindriche, blocchi di montaggio, supporti in schiuma poliuretanica, piastre di montaggio, staffe di montaggio, etc..

Intonaco di fondo

Dopo l'asciugatura del collante e l'applicazione dei fissaggi meccanici dovrà iniziare la rasatura dei pannelli. Il termine "intonaco di fondo" è derivato dalla Norma ETAG 004, e comprende: la malta rasante; lo strato di armatura; la rasatura armata.

È possibile utilizzare diversi tipi di intonaco di fondo in base ai requisiti di sistema e al materiale delle lastre isolanti. Si distinguono intonaci di fondo a spessore sottile, medio e alto. Se il sistema viene realizzato con lastre isolanti in lana di roccia è necessario realizzare preventivamente uno "strato di livellatura" per eliminare le irregolarità, ed attenderne l'asciugatura prima di eseguire l'intonaco di rasatura armato con rete.

Sullo strato isolante appositamente preparato si applicherà l'intonaco di fondo a mano o a macchina negli spessori indicati dal Produttore. Nell'intonaco di fondo appena applicato si inserirà la rete in fibra di vetro dall'alto verso il basso, in verticale o in orizzontale, con una sovrapposizione di almeno 10 cm

Spessore nominale [mm]	Spessore minimo [mm]	Spessore medio ¹⁾ [mm]	Posizionamento della rete ²⁾	Misure da rispettare per sistemi con pannelli di
3	2	≥2,5	a metà	EPS
5	4	≥4,5	nel terzo esterno	EPS e MW
8	5	≥7,0	nel terzo esterno	MW

1) Valore medio di un campione rappresentativo.

2) Copertura della rete minimo 1 mm, in caso di giunto minimo 0,5 mm.

ed evitando la formazione di pieghe. La rete andrà posizionata al centro o nel terzo esterno dell'intonaco di fondo. La rasatura si applicherà con il metodo "fresco su fresco" per garantire la copertura necessaria di tutta la rete. Ad asciugatura avvenuta della prima mano armata si applicherà una seconda mano di rasatura in modo da ottenere una superficie liscia ed uniforme, con uno spessore minimo di 1 mm, ridotto ad almeno 0,5 mm nella zona delle sovrapposizioni della rete.

Intonaco di finitura

Dopo un sufficiente periodo di maturazione dell'intonaco di fondo e dopo l'applicazione di un primer di sistema specifico, con condizioni atmosferiche adatte si potrà dare avvio alla fase di applicazione del rivestimento di finitura. Tipologia di primer e spessori minimi dovranno rispettare le indicazioni fornite dal Produttore e si procederà con l'applicazione dall'alto verso il basso.

Utilizzando intonaci di finitura colorati con inerti naturali, per evitare variazioni di colore e struttura, per ogni facciata si dovrà sempre utilizzare materiale dello stesso lotto. Inoltre, dovrà essere garantita sufficiente manodopera per evitare giunti visibili sulle superfici, organizzando le pause di lavoro solo dopo il completamento di superfici intere. Per evitare stacchi visibili tra i piani dell'impalcatura si dovrà lavorare a dente (livelli sfalsati).

Infine, per una migliore protezione nel tempo delle superfici di facciata, atta a garantire maggiore idrorepellenza e minore capacità di trattenere lo sporco, si dovrà applicare sull'intonaco di rivestimento un'ulteriore finitura silossanica protettiva.

3. CALCOLI STRUTTURALI DELLE TETTOIE

L'appalto comprende la costruzione di tettoie in acciaio da realizzare in adiacenza al fabbricato scolastico, per proteggere le scale in muratura costituenti vie di fuga, oggi molto degradate. Sono altresì presenti due scale in acciaio e un muretto in c.a. gettato in opera (alto circa 1 m).

La principale normativa tecnica di riferimento è la seguente:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018;
- D.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237 Regione Lombardia "Aggiornamento del D.d.u.o. 21 novembre 2013 n. 19904 - Approvazione elenco delle tipologie degli edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico e di quelli che possono assumere rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso in attuazione della D.G.R. n. 19964 del 7 novembre 2003"

Definizione dei parametri di progetto ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018

Le strutture oggetto della presente relazione appartengono alla seconda tipologia tra quelle indicate nella tabella 2.4.I delle norme, in quanto opera ordinaria per le quali la vita nominale da assumere è la seguente: $V_N \geq 50$ anni.

In base alla classificazione operata dal D.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237 di Regione Lombardia, si fa rientrare il fabbricato scolastico tra quelli di *importanza rilevante*, ma non strategico. Le tettoie e le scale sono a servizio di detto edificio e di conseguenza assoggettate alla stessa classificazione del fabbricato principale. Si riporta l'estratto della tabella estrapolata dalla norma per la classificazione adottata:

Classe III Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Detta classificazione assume valenza amministrativa piuttosto che tecnica, poiché ai fini della valutazione sismica tutti gli interventi previsti sono di limitata importanza nel contesto generale dell'opera. Le verifiche condotte sono relative alla sola combinazione fondamentale di SLU.

Materiali

I materiali strutturali impiegati per la costruzione sono i seguenti:

Calcestruzzo classe C28/35 per tutte le opere in conglomerato cementizio armato (muretti in corrispondenza delle scale);

Acciaio per cemento armato B450C (muretti in c.a.);

Acciaio per carpenteria metallica S275 (tettoie, scale, grigliati e parapetti)

Azioni sulle strutture

CARICHI VERTICALI

Calcestruzzo armato: 25 kN/m³

Carichi variabili (rif. D.M. 17.01.2018 Tab. 3.1.II)

Scale, luoghi suscettibili di affollamento: 4.0 kN/m²

Pannelli di copertura delle tettoie: 1.0 kN/m²

Strutture in acciaio: 7.8 kN/m³

CARICHI ORIZZONTALI APPLICATI AI PARAPETTI

Carichi variabili (rif. D.M. 17.01.2018 Tab. 3.1.II)

Scale, luoghi suscettibili di affollamento: 2.0 kN/m

AZIONE DELLA NEVE (rif. D.M. 17.01.2018 Cap. 3.4)

L'azione della neve viene valutata in relazione al possibile accumulo derivante dalle particolari zone ove sono ubicate le tettoie.

Unità di misura: m; KN/mq; KN/m

Zona 1

Altitudine [m]: 102

Periodo di Ritorno [anni]: 50

qsk (carico neve al suolo) = 1.5

DISCONTINUITA' DI QUOTA DELLE COPERTURE

alfa (inclinazione della falda [°]) = 14

h (dislivello tra le due coperture) = .5

b1 (larghezza copertura a quota superiore) = 40.

b2 (larghezza copertura a quota inferiore) = 3.

	mu		qs	
mu1	.8		1.2	
mu2	.8		1.2	

ls (lunghezza di accumulo) = 3.

Viene assunto un carico neve pari a 1.2 kN/m².

AZIONE DEL VENTO (rif. D.M. 17.01.2018 Cap. 3.3)

Unità di misura: m; KN/mq; m/s

Convenzione di segno:

(+) compressione

(-) decompressione

Zona 1

Altitudine: 102

Periodo di Ritorno [anni]: 50

Classe di rugosità del terreno: C

Distanza dalla costa [km]: 100

Categoria di esposizione del sito: 3

Tipologia di costruzione: Tettoie e pensiline isolate

vref (velocità di riferimento) = 25.

qref (pressione cinetica di riferimento) = .3906

cd (coefficiente dinamico) = 1.

cf (coefficiente d' attrito) = .01

P.to	z	ct(z)	ce(z)	falda1		falda2		falda3	
				cp		p(z)		cp	
						p(z)		cp	
						p(z)		p(z)	

1 A-C-E-G	2.	1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
2		2.06 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
3		2.11 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
4		2.17 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
5		2.22 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
6		2.28 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
7		2.33 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
8		2.39 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
9		2.44 1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002
10 B-D-F-H	2.5	1.	1.7075 1.4084	.9394	.9389	.6263	-.6		-.4002

P.to	z	pf(z)
1 A-C-E-G	2.	.0067
2	2.06	.0067
3	2.11	.0067
4	2.17	.0067
5	2.22	.0067
6	2.28	.0067
7	2.33	.0067
8	2.39	.0067
9	2.44	.0067
10 B-D-F-H	2.5	.0067

Viene assunto un carico del vento pari a $\pm 1.0 \text{ kN/m}^2$.

Verifica delle aste delle tettoie

La verifica viene condotta su un singolo telaio a "L" nelle condizioni geometriche e di carico peggiori rispetto alle combinazioni disponibili per le 10 tettoie presenti in progetto.

L'azione del vento, a vantaggio di sicurezza, viene applicata lungo due direzioni x e y. Nel senso longitudinale viene applicata integralmente al primo telaio investito dal vento (senza considerare l'effetto distributivo del corrente tubolare d'angolo).

Unità di misura:

Lunghezze: cm

Prop.Sez.: cm

Forze: daN

Momenti: daNcm

Tensioni: daN/cm²

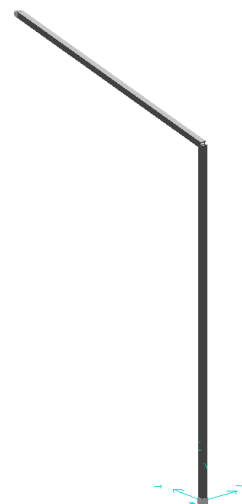
MATERIALI

S275 (EN 10025-2): Mod.El.= 2100000.0; $g_M = 1.050$;

$f_{yk} = 2750.0$ (2550.0 per $sp > 40 \text{ mm}$); $f_{yd} = 2619.0$ (2428.6 per $sp > 40 \text{ mm}$).

CASI DI CARICO

	N	Descrizione		Soll.
	1	SLU		1
	2	SLU VENTOX		2



	3	SLU VENTOY		2
	4	Rara		1
	5	Rara VentoX		2
	6	Rara VentoY		2
	7	Frequente		1
	8	Frequente VentoX		2
	9	Frequente VentoY		2
	10	Quasi Perm		1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

CASSONE_S001 (1) :

A = 13.0000E+00 Jz= 92.0833E+00 Jy= 92.0833E+00 Jt=137.3125E+00

base= 7. ; alt= 7. ; spsup= 0. ; spsx= 0. ; spdx= 0. ; spinf= 0.

CASSONE_S001 (1) stato limite ultimo - ASTA (1- 2) 1
----- PROGR. 0.

SOLLECITAZIONI :

	Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
	2- 1	-16048.6	-14172.7	-3329.2	-869.9	-106.5	71.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

	Caso	Ve No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
	2- 1	si 4	Sx Si	-1215.6	0.0	78.8	1223.2
	2- 1	si 13	Tz	81.3	-99.6	0.0	190.7
	2- 1	si 9	Ty	-82.8	0.0	-99.0	190.3

----- PROGR. 50.

SOLLECITAZIONI :

	Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
	2- 1	-12639.8	-8847.6	-3329.2	-869.9	-106.5	64.4

TENSIONI (Sz= 0.00) :

	Caso	Ve No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
	2- 1	si 4	Sx Si	-883.6	0.0	78.8	894.1
	2- 1	si 13	Tz	125.3	-98.8	0.0	212.0
	2- 1	si 9	Ty	8.6	0.0	-98.0	170.0

----- PROGR. 100.

SOLLECITAZIONI :

	Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
	2- 1	-9606.1	-3522.5	-3329.2	-869.9	-106.5	56.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

	Caso	Ve No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
	2- 1	si 4	Sx Si	-565.9	0.0	78.8	582.1
	2- 1	si 13	Tz	183.4	-98.0	0.0	249.9
	2- 1	si 9	Ty	112.2	0.0	-97.1	202.2

----- PROGR. 150.

SOLLECITAZIONI :

	Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
	2- 1	-6947.4	1802.6	-3329.2	-869.9	-106.5	49.4

TENSIONI (Sz= 0.00) :

	Caso	Ve No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
--	------	-------	---------	----	----	----	----

2- 1 si 3 Sx		-399.5	0.0	78.8	422.2	
2- 1 si 13 Tz		255.9	-97.2	0.0	306.3	
2- 1 si 9 Ty		227.9	0.0	-96.2	282.3	
2- 1 si 16 Si		-389.7	-97.2	0.0	424.5	

----- PROGR. 200.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	11491.6	0.0	-1402.5	-171.7	0.0
2- 1	-4663.6	7127.7	-3329.2	-869.9	-106.5	41.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso Ve No massimi	Sx	Tz	Ty	Si	
3- 1 si 2 Sx		-544.7	0.0	0.0	544.7
2- 1 si 7 Tz		110.3	-97.2	0.0	201.2
2- 1 si 9 Ty		355.9	0.0	-95.3	392.3
3- 1 si 10 Si		-544.7	0.0	18.2	545.6

----- PROGR. 250.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	20077.0	0.0	-1402.5	-171.7	0.0
2- 1	-2754.9	12452.8	-3329.2	-869.9	-106.5	34.4

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso Ve No massimi	Sx	Tz	Ty	Si	
3- 1 si 2 Sx		-871.0	0.0	0.0	871.0
2- 1 si 7 Tz		37.8	-97.2	0.0	172.5
2- 1 si 9 Ty		496.2	0.0	-94.3	522.4
3- 1 si 10 Si		-871.0	0.0	18.2	871.6

----- PROGR. 300.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	28662.4	0.0	-1402.5	-171.7	0.0
2- 1	-1221.2	17777.9	-3329.2	-869.9	-106.5	26.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso Ve No massimi	Sx	Tz	Ty	Si	
3- 1 si 2 Sx		-1197.3	0.0	0.0	1197.3
2- 1 si 7 Tz		-20.5	-97.2	0.0	169.5
2- 1 si 9 Ty		648.6	0.0	-93.4	668.5
3- 1 si 10 Si		-1197.3	0.0	18.2	1197.7

----- PROGR. 350.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	37247.7	0.0	-1402.5	-171.7	0.0
2- 1	-62.4	23103.0	-3329.2	-869.9	-106.5	19.4

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso Ve No massimi	Sx	Tz	Ty	Si	
3- 1 si 2 Sx		-1523.6	0.0	0.0	1523.6
2- 1 si 7 Tz		-64.5	-97.2	0.0	180.2
2- 1 si 9 Ty		813.2	0.0	-92.5	828.9
3- 1 si 10 Si		-1523.6	0.0	18.2	1524.0

----- PROGR. 400.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	45833.1	0.0	-1402.5	-171.7	0.0
2- 1	721.3	28428.1	-3329.2	-869.9	-106.5	11.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	2	Sx	-1850.0	0.0	0.0	1850.0
2- 1	si	7	Tz	-94.3	-97.2	0.0	192.9
2- 1	si	9	Ty	990.1	0.0	-91.5	1002.7
3- 1	si	10	Si	-1850.0	0.0	18.2	1850.2

VERIFICA STABILITA`:

|L0 = 400. |

Z |Lc = 400. |Ro = 2.66 |lm = 150.3 |Ncr= 11928.3 |alfa(a)=0.2100 |ki=0.2899 |

Y |Lc = 400. |Ro = 2.66 |lm = 150.3 |Ncr= 11928.3 |alfa(a)=0.2100 |ki=0.2899 |

Caso 2- 1 - Nodo 3 - Asse Z

Ned = -869.9 |Mzeq = -12036.4 |Myeq = 21321.1 |Ss = -1598.5 (0.610)

CASSONE_S001 (1) stato limite ultimo - ASTA (2- 3) 2

----- PROGR. 0.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	-45833.1	0.0	0.0	-464.8	0.0	1334.3

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	3	Sx	-1777.8	0.0	0.0	1777.8
3- 1	si	13	Tz	1706.3	-141.3	0.0	1723.8
3- 1	si	5	Ty	-35.8	0.0	-230.0	400.0
3- 1	si	14	Si	-1777.8	141.3	0.0	1794.6

----- PROGR. 38.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
2- 1	-197.8	3753.6	0.0	-248.5	-6.2	643.9
3- 1	-318.9	0.0	0.0	-400.6	0.0	1038.1

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
2- 1	si	3	Sx	-169.3	0.0	0.0	169.3
3- 1	si	13	Tz	-18.7	-109.9	0.0	191.3
3- 1	si	5	TySi	-30.8	0.0	-179.0	311.5

----- PROGR. 77.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	33828.1	0.0	0.0	-336.4	0.0	741.8

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
------	----	----	---------	----	----	----	----

3- 1	si	1	Sx	-1311.7	0.0	0.0	1311.7
3- 1	si	13	Tz Si	-1311.7	-78.5	0.0	1318.7
3- 1	si	5	Ty	-25.9	0.0	-127.9	223.0

----- PROGR. 115.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	56607.9	0.0	0.0	-272.2	0.0	445.6

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	-2172.6	0.0	0.0	2172.6
3- 1	si	13	Tz Si	-2172.6	-47.2	0.0	2174.1
3- 1	si	5	Ty	-20.9	0.0	-76.8	134.7

----- PROGR. 153.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	68020.6	0.0	0.0	-208.0	0.0	149.3

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	-2601.4	0.0	0.0	2601.4
3- 1	si	13	Tz Si	-2601.4	-15.8	0.0	2601.5
3- 1	si	5	Ty	-16.0	0.0	-25.7	47.4

----- PROGR. 192.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	68066.2	0.0	0.0	-143.9	0.0	-146.9

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	-2598.2	0.0	0.0	2598.2
3- 1	si	13	Tz Si	-2598.2	15.6	0.0	2598.3
3- 1	si	5	Ty	-11.1	0.0	25.3	45.2

----- PROGR. 230.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	56744.6	0.0	0.0	-79.7	0.0	-443.2

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	-2162.9	0.0	0.0	2162.9
3- 1	si	13	Tz Si	-2162.9	46.9	0.0	2164.5
3- 1	si	5	Ty	-6.1	0.0	76.4	132.5

----- PROGR. 269.

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	34055.9	0.0	0.0	-15.5	0.0	-739.4

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	-1295.6	0.0	0.0	1295.6
3- 1	si	13	Tz Si	-1295.6	78.3	0.0	1302.7
3- 1	si	5	Ty	-1.2	0.0	127.5	220.8

SOLLECITAZIONI :

Caso	MZ	MY	MT	N	TZ	TY
3- 1	0.0	0.0	0.0	48.7	0.0	-1035.7

TENSIONI (Sz= 0.00) :

Caso	Ve	No	massimi	Sx	Tz	Ty	Si
3- 1	si	1	Sx	3.7	0.0	0.0	3.7
3- 1	si	13	Tz	3.7	109.7	0.0	190.0
3- 1	si	5	TySi	3.7	0.0	178.6	309.3

VERIFICA STABILITA` :

|L0 = 307. |

Z |Lc = 307. |Ro = 2.66 |lm = 115.3 |Ncr= 20255.1 |alfa(a)=0.2100 |ki=0.4546 |

Y |Lc = 307. |Ro = 2.66 |lm = 115.3 |Ncr= 20255.1 |alfa(a)=0.2100 |ki=0.4546 |

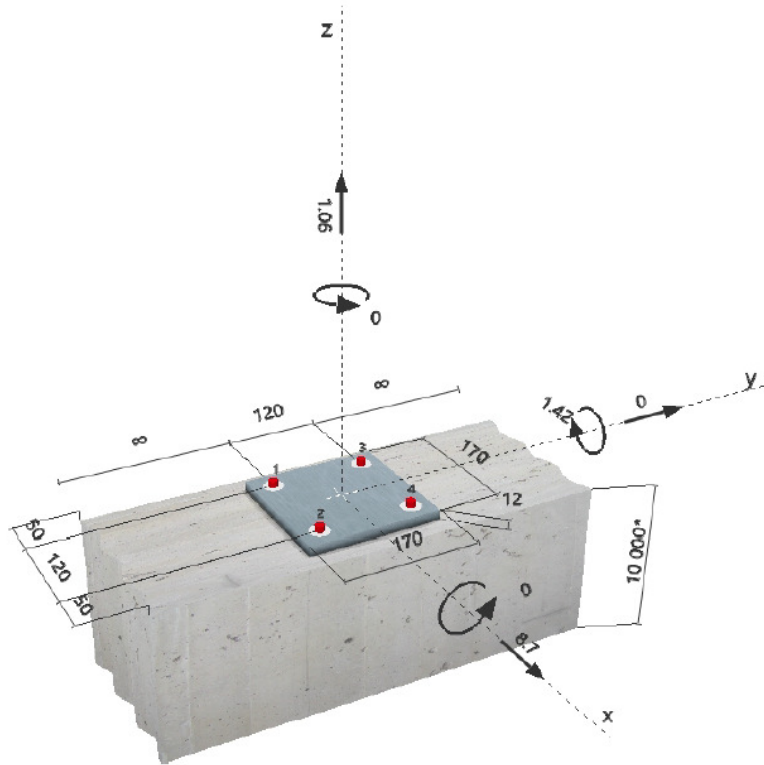
Caso 3- 1 - Nodo 1 - Asse Z

Ned = -464.8 |Mzeq = 51049.6 |Myeq = 0.0 |Ss = -2064.6 (0.788)

Verifica del nodo di base

Profondità di posa effettiva:	$h_{ef, opt} = 132 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 240 \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 16/0143
Emesso l Valido:	12/07/2017 -
Prova:	Metodo di calcolo SOFA + fib (07/2011) – dopo prove ETAG BOND
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 170 \text{ mm} \times 170 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	nessun profilo
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C20/25, $f_{c, cyl} = 20.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 10000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\varnothing$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

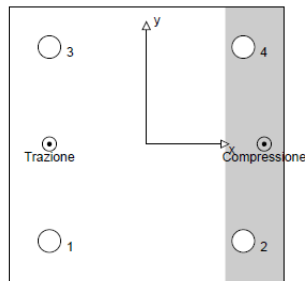
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	5.631	2.175	2.175	0.000
2	0.000	2.175	2.175	0.000
3	5.631	2.175	2.175	0.000
4	0.000	2.175	2.175	0.000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.11 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 3.32 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-60/0): 11.262 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(73/0): 10.202 [kN]



3 Carico di trazione SOFA (fib (07/2011), paragrafo 16.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	5.631	44.960	13	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	11.262	17.845	64	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	11.262	19.552	58	OK
Fessurazione**	11.262	33.448	34	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rd,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Ed,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
67.440	1.500	44.960	5.631

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,Np}$	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$C_{cr,Np}$ [mm]	C_{min} [mm]
105893	130560	0.811	17.00	361	181	50
ψ_s	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\max \tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\psi_{s,Np}^0$	$\psi_{s,Np}$		
1.000	8.00	10.49	1.139	1.059		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0	1.000	0	1.000	0.783	1.000	
$N_{Rd,p}^0$ [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]		
39.810	26.767	1.500	17.845	11.262		

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,N}$	$C_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]	
113520	156816	0.724	198	396	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1.000	0	1.000	0.776	1.000
k_1	$N_{Rd,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
7.700	52.224	1.500	19.552	11.262	

4 Carico di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 16.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	2.175	26.976	9	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	8.700	38.488	23	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	4.350	6.972	63	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rd,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
33.720	1.250	26.976	2.175

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,Np}$	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$C_{cr,Np}$ [mm]	$S_{cr,Np}$ [mm]	C_{min} [mm]
105893	130560	0.724	17.00	181	361	50
ψ_s	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\max \tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	$\psi_{s,Np}^0$	$\psi_{s,Np}$	k_4	
1.000	8.00	10.49	1.334	1.142	2.000	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
0	1.000	0	1.000	0.783	1.000	
$N_{Rd,p}^0$ [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cr}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
39.810	28.866	1.500	38.488	8.700		

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

l_r [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β			
132	12.0	1.700	0.162	0.075			
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]	$\psi_{A,V}$				
50	20250	11250	1.800				
$\psi_{s,V}$	$\psi_{s,V}$	$\psi_{s,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$	$\psi_{90^\circ,V}$	
1.000	1.000	1.000	0	1.000	1.000	2.000	
$V_{Rd,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]				
5.810	1.500	6.972	4.350				

5 Carichi combinati di trazione e di taglio SOFA (fib (07/2011), paragrafo 10.3)

	β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
acciaio	0.125	0.081	2.000	3	OK
Calcestruzzo	0.631	0.624	1.500	100	OK

$\beta_N^2 + \beta_V^2 \leq 1$

4. CONSIDERAZIONI IN TEMA DI COMFORT ACUSTICO

L'intervento si configura come intervento di *Ristrutturazione importante di secondo livello* ai sensi del D.M. 26/06/2015 - Allegato 1 - p.to 1.4.1, comma 3, lettera b), pertanto non ricade nell'ambito di applicazione del punto 2.4.11 *Prestazioni e comfort acustici* del D.M. n. 256 del 23/06/2022 (che richiama il rispetto della classe II ai sensi della UNI 11367). Tuttavia, trattandosi di un intervento che prevede la riqualificazione delle facciate dell'edificio, valgono le disposizioni del D.P.C.M. 05/12/1997 relativamente alle parti di edificio oggetto d'intervento (rif. *Chiarimento del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 2014 e art. 7 della LR 10/08/2001 n. 13*).

Il D.P.C.M. 05.12.1997 ha introdotto una classificazione degli ambienti abitativi indicando per ciascuna categoria i principali parametri acustici di riferimento per la valutazione del disturbo acustico interno. Le categorie individuate sono:

- categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili
- categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
- categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
- categoria D: edifici ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
- **categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili**
- categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
- categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Secondo tale classificazione degli ambienti abitativi, il fabbricato scolastico in oggetto fa parte della categoria **E**, con esclusione della palestra, classificabile in categoria **F**. In ogni caso, la presente trattazione pone l'accento sulla valutazione del miglioramento acustico nelle condizioni più stringenti e riconducibili, come evidente nel seguito, alle prescrizioni fissate per gli "edifici adibiti ad attività scolastiche".

I parametri acustici di riferimento sono quelli contenuti nella tabella B dell'Allegato A al D.P.C.M..

Tabella B - Allegato A al D.P.C.M. 05/12/97

Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici

Categorie di cui alla Tab. A	Parametri				
	$R'_w(^*)$	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$	L_{ASmax}	L_{Aeq}
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

Nel caso in esame, l'intervento riguarda unicamente le facciate dell'edificio, pertanto si procederà a verificare il rispetto dell'indice dell'isolamento acustico normalizzato di facciata $D'_{2m,nT,w}$.

Tabella 1 - Requisiti acustici di progetto

Parametro	Requisito	Riferimento Legge/Norma
Indice dell'isolamento acustico normalizzato di facciata	$D'_{2m,nT,w} \geq 48$ dB	D.P.C.M. 05/12/1997 Cat. E "Edifici scolastici"

Inoltre, si evidenzia come tale requisito risulti più stringente rispetto al valore di 43 dB richiesto dalla Norma UNI 11367 per il rispetto del livello di prestazione superiore previsto per gli edifici scolastici.

Valutazione dello stato di fatto

Come anticipato nella *Relazione generale*, incrociando le informazioni contenute nel progetto preliminare, con quelle ricavabili dal progetto originario della scuola e con le misure rilevate in sede di sopralluogo, le murature di tamponamento sono costituite da una parete a cassavuota con un blocco di laterizio forato all'esterno e un laterizio all'interno, con piccola intercapedine d'aria; riducendosi a singolo blocco in corrispondenza dei sotto finestra.

I serramenti esterni presentano telaio in acciaio verniciato e vetro singolo, senza TT, con sistemi di apertura ad anta battente e vasistas (quest'ultimo sistema solo per le finestre piccole presenti quasi esclusivamente nei servizi igienici); posate su davanzali prefabbricati in getto cementizio martellinato.

Si procede alla valutazione dell'isolamento acustico di facciata di un'aula tipo del piano rialzato con l'ausilio del software Echo 8.1.

Volume dell'ambiente 166,53 m³
Superficie della facciata 24,49 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	Serramento esistente in acciaio e vetro singolo	10,67	25,00
2	Parete facciata cassa vuota	8,63	48,29
3	Parete facciata 18 cm	5,19	46,09

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata $\Delta L_{fs} = 0$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R_w 26,6 dB

D_{2m,nT,w} 30,1 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

D_{2m,nT,w} minimo 48,0 dB

L'isolamento di facciata D'_{2mnTw} pre-intervento risulta pari a **30,1 dB**, valore sensibilmente al di sotto del limite normativo richiesto dal D.P.C.M. per la destinazione d'uso scolastica.

Valutazione dello stato di progetto

Come anticipato, i tamponamenti esterni dell'edificio scolastico saranno riqualificati energeticamente mediante applicazione di sistema ETICS. Pertanto, la stratigrafia finale risulterà la seguente:

- intonaco minerale esterno sp. 10 mm, densità 1800 kg/m³
- sistema ETICS in pannelli di lana di roccia sp. 140 mm, densità 100 kg/m³
- intonaco, sp. 15 mm, densità 1200 kg/m³ e tinteggiatura
- muratura a cassa vuota costituita da una parete esterna in blocchi di laterizio di sp. 180 mm, una interna in laterizio di sp. 80 mm, con interposta intercapedine d'aria di sp. 60 mm
- intonaco interno, sp. 15 mm, densità 1200 kg/m³ e tinteggiatura con idropittura

La porzione sottofinestra risulterà quindi così composta:

- intonaco minerale esterno sp. 10 mm, densità 1800 kg/m³
- sistema ETICS in pannelli di lana di roccia sp. 140 mm, densità 100 kg/m³
- intonaco, sp. 15 mm, densità 1200 kg/m³ e tinteggiatura
- muratura monostrato costituita da una parete in blocchi di laterizio di sp. 180 mm
- intonaco interno, sp. 15 mm, densità 1200 kg/m³ e tinteggiatura con idropittura

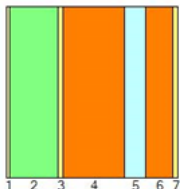
Si prevede anche l'installazione di serramenti esterni in alluminio a TT, di tipo ad anta, ad anta ribalta, e a vasistas nelle aule e laboratori, con vetrocamera stratificato con PVB acustico. Questi dovranno essere certificati per un indice del potere fonoisolante minimo R_w 40 dB (almeno 42 R_w per la componente vetro). Non si prevede l'uso di cassonetti interni. Si procede alla verifica dell'isolamento acustico di facciata di un'aula tipo del piano terra.

Aula tipo piano terra

1. Tamponatura esterna, $S_1 = 8,63 \text{ m}^2$
 $R_{w1} = 49,30 \text{ dB (*)}$

(*) Il calcolo del valore di R_{w1} è stato effettuato mediante il software Echo 8.1

Elemento 1	
Struttura: Parete facciata cassa vuota con cappotto	
Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	50,0 cm
Massa superficiale	291,7 kg/m ²
R _w	49,3 dB

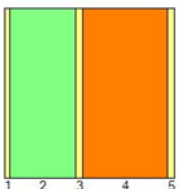


	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	INT	Intonaco esterno	1,0	18,0
2	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m ³)	14,0	14,0
3	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	27,0
4	MUR	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	18,0	147,6
5	INA	Camera non ventilata	6,0	0,1
6	MUR	Mattone forato	8,0	64,0
7	INT	Intonaco interno	1,5	21,0

2. Tamponatura sotto finestra, $S_2 = 5,19 \text{ m}^2$
 $R_{w2} = 47,30 \text{ dB (*)}$

(*) Il calcolo del valore di R_{w2} è stato effettuato mediante il software Echo 8.1

Elemento 2	
Struttura: Parete facciata 18 cm con cappotto	
Tipo di elemento	Parete utente
Spessore totale	36,0 cm
Massa superficiale	233,6 kg/m ²
R _w	47,4 dB



	Tipo	Materiale	Spessore [cm]	Massa superficiale [kg/m ²]
1	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,0	18,0
2	ISO	Pannello in lana di roccia (densità 100 kg/m ³)	14,0	14,0
3	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	27,0
4	MUR	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	18,0	147,6
5	INT	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	27,0

Determinazione dell'indice di isolamento acustico (D_{nw})

Attraverso il software Echo 8.1 è stato prima valutato l'indice del potere fonoisolante della facciata R_{wT} . Si è quindi proceduto al calcolo dell'indice dell'isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$).

Volume dell'ambiente 166,53 m³
 Superficie della facciata 24,49 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Superficie [m ²]	R _w / D _{new} [dB]
1	Parete facciata cassa vuota con cappotto	8,63	49,30
2	Parete facciata 18 cm con cappotto	5,19	47,37
3	Nuovo serramento	10,67	40,00

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
 Forma di facciata $\Delta L_{fs} = 0$ dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 40,9 dB

D_{2m,nT,w} 44,4 dB

Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli

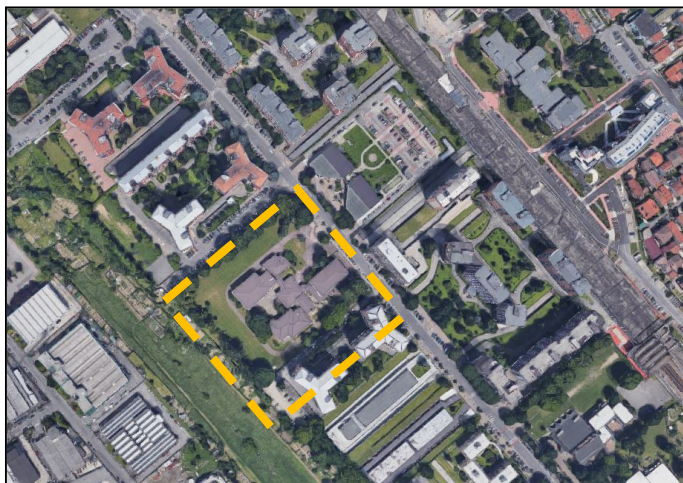
D_{2m,nT,w} minimo 48,0 dB

Come emerge dai calcoli sopra riportati, l'isolamento di facciata D'_{2mnTw} risulta pari a **44,4 dB**.

Conclusioni

Alla luce dei risultati ottenuti, sono necessarie alcune riflessioni:

1. l'intervento comporta un sensibile miglioramento delle prestazioni acustiche della facciata rispetto allo stato di fatto (incremento a 44,4 dB rispetto al livello di partenza di 30,1 dB);
2. l'intervento oggetto del presente progetto non riguarda il rifacimento delle partizioni verticali dell'edificio, quanto la loro riqualificazione intervenendo sugli strati superficiali esterni;
3. il valore ottenuto è superiore al valore minimo richiesto dalla Norma UNI 11367 per il rispetto del livello di prestazione superiore previsto per gli edifici scolastici, che risulta pari a 43 dB;
4. l'edificio scolastico è collocato in un'ampia area verde di pertinenza che confina a nord-ovest e sud-est con aree a parcheggio, a nord-est con la via Di Vittorio e a sud-ovest con l'area verde della *Campagnetta*, di proprietà comunale e di cui è prevista la trasformazione in parco urbano. Sono presenti folte alberature sul limitare dell'area scolastica verso i parcheggi e verso la Campagnetta, con funzione di protezione anche acustica. In ogni caso, i fronti del fabbricato scolastico sono ubicati ad una considerevole distanza rispetto ai confini della proprietà. Si evidenzia come sul fronte verso la via Di Vittorio, la principale sorgente di rumore per l'area, affacciano il fronte cieco della palestra scolastica e, in posizione molto più arretrata, locali accessori della scuola, come il refettorio e la cucina.



Tutte le aule scolastiche, invece, sono rivolte verso l'ampia area di pertinenza, la zona acusticamente più protetta.

Pertanto, considerato che:

- intervento analogo è stato eseguito nella vicina scuola di Via Croce Rossa, recentemente riqualificata;
 - i risultati ottenuti denotano una buona prestazione acustica dell'involucro edilizio riqualificato;
 - le aule scolastiche sono ubicate in una zona particolarmente protetta dal punto di vista acustico;
- si ritiene che l'intervento in oggetto determini un **miglioramento del comfort acustico interno significativo e commisurato con le finalità generali del progetto e con il quadro esigenziale espresso dalla S.A..**

5. L'ACCESSIBILITA' DEL FABBRICATO E LA SICUREZZA ANTINCENDIO

Gli interventi previsti non modificano l'accessibilità al complesso scolastico, né dalla via pubblica verso l'interno né nella distribuzione ai vari piani. Ad oggi, la scuola risulta completamente accessibile ai portatori di disabilità motoria ai sensi della Legge 13/89, D.M. 236/89 e D.P.R. 503/96 ed in particolare:

- i dislivelli in corrispondenza degli ingressi dispongono di rampe con pendenza < 8%;
- tutte le soglie esterne presentano altezza inferiore a 25 mm;
- le porte interne ed esterne hanno luce netta minima di 80-90 cm (con esclusione di alcuni locali di servizio non riguardanti attività didattica);
- ogni piano dispone già di un servizio igienico dimensionato ed attrezzato per i DA;
- le scale interne di smistamento dispongono di servo-scala;
- i corridoi ed i passaggi in genere presentano sempre larghezza minima maggiore di 150 cm, per garantire in ogni punto la rotazione di 180° della carrozzina;
- i terminali degli impianti a parete sono ad altezza massima 140 cm (mediamente 90-110 cm).

Parimenti, non vengono ridotti i moduli antincendio in corrispondenza delle vie di fuga, né aumentato il carico d'incendio dei locali. Il sistema ETICS in MW è prescritto certificato in classe A1 di reazione al fuoco. Infine, il progetto prevede l'installazione di porte EI60 in corrispondenza dei ripostigli, in sostituzione delle attuali porte tamburate e la dotazione di comando manuale di apertura sulle finestre del vano scala del corpo nord.