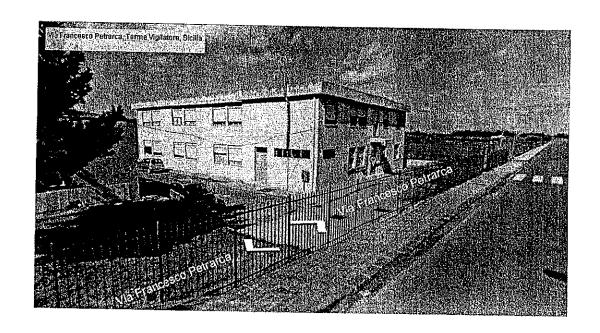


Progetto di manutenzione straordinaria e riqualificazione energetica del plesso scolastico elementare di S.Biagio

RELAZIONE TECNICA





RELAZIONE TECNICA

Premessa

La Scuola Elementare di S. Biagio è rappresentativa di una tipologia ricorrente, con scarse caratteristiche di resistenza termica e di comfort termoigrometrico negli ambienti. Per quanto riguarda gli interventi finalizzati al risparmio energetico ed alla riduzione delle emissioni di CO2, il progetto può essere così sintetizzato:

- isolamento termico, ventilazione naturale dell'involucro edilizio ed eliminazione dell'umidità presenti sul pavimento e sulle pareti esterne;
- sostituzione dei vecchi infissi con altri dotati di alta resistenza termica;
- installazione di controtelai con cassonetto integrato ad alta resistenza termica;
- installazione di impianto di illuminazione a basso consumo energetico;
- produzione di energia termica con l'installazione di pannelli solari termici;
- produzione di energia elettrica con l'installazione di pannelli fotovoltaici;
- determinazione dell'Indice di prestazione energetica dell'edificio per caratterizzarlo come edificio a basso consumo energetico;

L'edificio sarà dotato anche di un sistema di monitoraggio dei consumi energetici (elettricità e gas).

Il progetto riveste una particolare importanza perché sarà un prototipo di edificio sostenibile, da riprodurre nel territorio comunale al fine di ridurre i consumi di energia da fonti fossili e di promuovere le risorse energetiche rinnovabili.

Descrizione dell'edificio

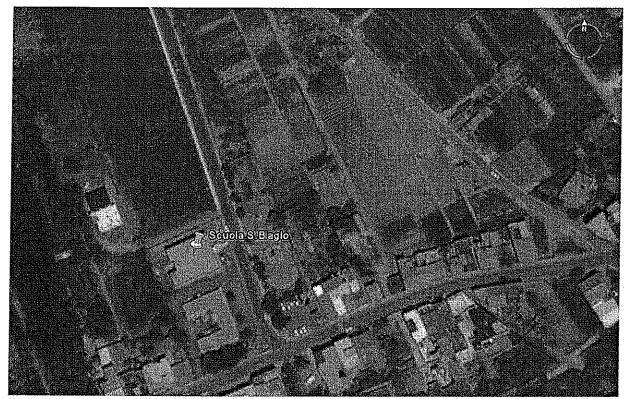
L'edificio della Scuola Elementare S.Biagio si trova a Terme Vigliatore, in Provincia di Messina, sulla Via Nazionale (Frazione S. Biagio), in una zona periferica rispetto al centro urbano della città. Esso ha la forma di un parallelepipedo orientato in direzione nord-sud.

L'edificio confina a sud con un altro edificio comunale, mentre sugli altri lati è circondato da zone a destinazione agricola e da una strada comunale. Per queste motivazioni gode di un buon soleggiamento durante tutto l'arco della giornata e si presta, pertanto, ad ospitare anche impianti solari termici e fotovoltaici.

L'edificio ha una superficie in pianta di circa 454,6 mq ed un volume di circa 3091,3 mc e si compone di 2 piani, adibiti ad aule scolastiche, we e lavatoi e sala per gli insegnanti; vi si accede dalla strada attraverso un'area pavimentata all'aperto.

L'edificio si articola su 2 elevazioni, con una superficie complessiva di circa mq. 909,2 cosi suddivisa:

- piano terra mq. 454,6;
- piano primo mq. 454,6.



Lo stato generale dell'involucro edilizio si presenta in mediocri condizioni di conservazione, in corrispondenza delle cornici, dei muretti d'attico, delle zone inferiori delle murature esterne e della pavimentazione della copertura. Gli infissi sono con telai metallici e singoli vetri, caratterizzati pertanto da bassa resistenza termica.

L'involucro edilizio è costituito una struttura intelaiata in cemento armato e da pareti di tompagno dello spessore di circa 30 cm, realizzate con blocchi forati di laterizio e intonaco a base di malta e cemento; da pavimenti e solaio di copertura in latero-cemento con pavimentazione in mattoni di cemento e graniglia di marmo.

I prospetti sono di colore grigio chiaro e su di essi sono presenti finestre con telaio in metallo e vetro singolo, con scarsa resistenza termica.

I sistemi di illuminazione sono costituiti, nella quasi totalità, da plafoniere a soffitto con tubi fluorescenti senza sistemi di controllo del flusso luminoso.

L'impianto di riscaldamento esistente è realizzato con radiatori metallici ad acqua calda, mentre il sistema di generazione del calore è costituito da una caldaia alimentata a metano, delle potenza termica di circa 150 kW.

Lo stato generale dell'involucro edilizio si presenta in mediocri condizioni di conservazione, in corrispondenza delle cornici, dei muretti d'attico, delle zone inferiori delle murature esterne e della pavimentazione della copertura. Gli infissi sono con telai metallici e singoli vetri, caratterizzati pertanto da bassa resistenza termica. Le dimensioni del blocco finestra è pari a 180 x 170 cm, con finestre delle dimensioni di 180x140 cm con sulla sommità il cassonetto, di altezza pari a 30 cm, anch'esso in lamiera metallica.

Descrizione degli interventi

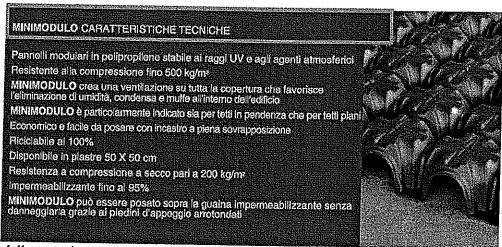
1. <u>Isolamento termico, ventilazione naturale ed eliminazione dell'umidità presenti sia sul pavimento che sulle pareti</u>

Come detto l'edificio è caratterizzato da bassa resistenza termica delle strutture e presenza di umidità di risalita dal terreno ed infiltrazioni di acque meteoriche.

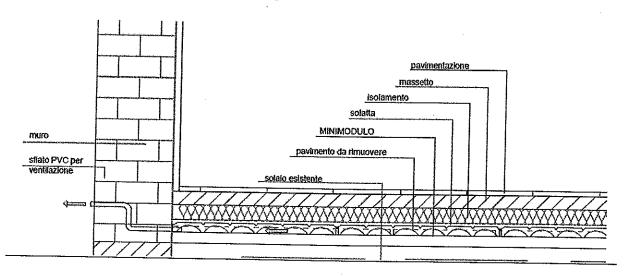
Il valore calcolato della trasmittanza termica per il pavimento esistente è pari a circa 2,544 [W/m² K]; i dati di calcolo sono riportati nella relazione di calcolo allegata al presente progetto.

Per ridurre i consumi per la climatizzazione ed eliminare l'umidità dalle strutture si è pensato di realizzare delle intercapedini isolate termicamente e ventilate sia sul pavimento che in copertura, oltre che a realizzare un vespaio attorno a tutto l'edificio.

Per quanto riguarda il pavimento l'intercapedine è stata ottenuta con l'installazione di casseri a perdere in plastica riciclata dell'altezza di 15-20 cm, ricoperti con una cappa in cls con argilla espansa, con le seguenti caratteristiche.



Il valore della trasmittanza termica complessiva del pavimento, ottenuta con la realizzazione della predetta sovrastruttura, è pari a 0,5 [W/m² K].

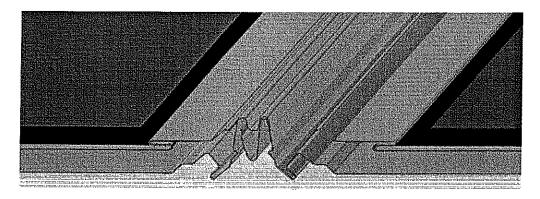


Il fenomeno dell'umidità di risalita sulle murature verrà trattato con l'applicazione di un intonaco macroporoso deumidificante, mediante applicazione di una malta premiscelata, a base di leganti idraulici speciali a reazione pozzolanica e di un trattamento preventivo "sali resistente" per intonaci deumidificanti macroporosi, realizzato con malta premiscelata a base di leganti idraulici speciali a reattività pozzolanica, sabbie naturali, speciali additivi e fibre sintetiche.

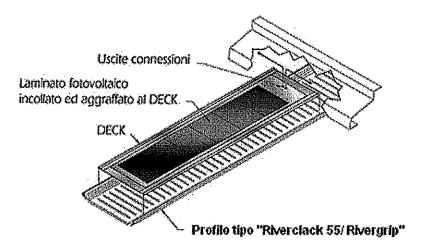
2. <u>Copertura isolata termicamente e con intercapedine ventilata costituita da elementi prefabbricati in acciaio e moduli fotovoltaici perfettamente integrati.</u>

La soluzione proposta è quella di un sistema prefabbricato che realizza una isolata e ventilata, ma anche un supporto per "integrare" l'impianto fotovoltaico:

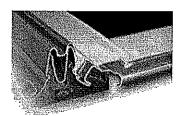
 sistema di copertura metallica per tetti a falda leggermente inclinata costituito da elementi nervati da inserire a pressione in sede obbligata nelle staffe di ancoraggio in poliammide rinforzato vetro, fissate alla sottostante struttura mediante viti in acciaio protetto, fissaggio senza foratura delle lastre. Strato sottostante di isolamento termico costituito da pannelli rigidi in polistirene espanso.



- il sistema di fissaggio garantisce l'integrità delle lastre di copertura e consente agli elementi il libero scorrimento per dilatazioni e contrazioni termiche, senza abrasioni.
- conformazione delle nervature permette l'accoppiamento laterale delle lastre "a giunto conico" impedendo infiltrazioni d'acqua per capillarità.
- sistema di aggancio, la parte piana "a corda tesa" con rille trasversali di rinforzo conferiscono prestazioni ottimali alla copertura anche in presenza di forti sollecitazioni ventose, carichi accidentali e pedonamento. Il sistema permette l'aggancio a scatto senza fori, successivamente alla realizzazione della copertura stessa, di pannelli fotovoltaici in silicio amorfo a film sottile, ottenendo comunque "un'integrazione architettonica totale" secondo quanto previsto dal GSE. Il peso del pannello PV è molto basso, pari a circa 5,5 kg/mq, ha una garanzia prestazionale di 20 anni, ottime prestazioni alle alte temperature, basso impatto architettonico, alta efficienza energetica, ottime prestazioni in condizioni di scarso irraggiamento, tolleranza ad eventuali zone di ombreggiamento per la presenza di diodi di by-pass in ogni cella.



• Sistema di copertura metallica a giunti drenanti avente caratteristiche di tenuta idrica del manto in qualsiasi condizione atmosferica, ivi comprese le condizioni di completo allagamento del manto stesso, e ciò senza l'utilizzo di guarnizioni; le lastre dovranno avere lunghezza uguale a quella della falda.

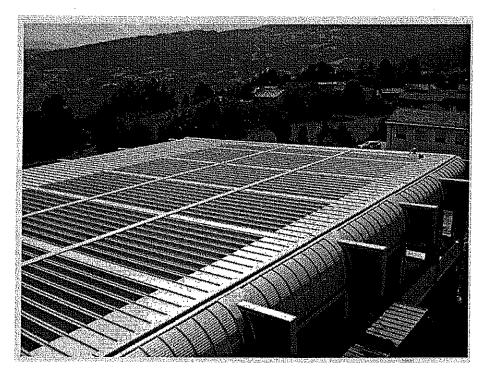


Riepilogo dei principali vantaggi:

- Il sistema di copertura è munito di certificato di prova di tenuta all'acqua. Grazie al canale di drenaggio, senza guarnizioni né sigillanti, il sistema è assolutamente stagno anche in condizioni estreme di tetto allagato.
- Il fissaggio delle lastre di copertura alla struttura sottostante avviene senza alcun foro passante consentendo così libere dilatazioni termiche degli elementi.
- Le lastre in alluminio, rame o acciaio inox sono praticamente inalterabili nel tempo e durano per decenni.
- È garantita in ogni punto delle lastre senza deformazioni residue anche dopo ripetuti disattenti pedonamenti.
- Durata, assenza di manutenzione, velocità di montaggio sono gli elementi che ne determinano l'economicità sia per grandi che per piccoli lavori.
- E' auto centinabile e le lastre si curvano facilmente seguendo l'andamento della struttura sottostante fino ad un raggio minimo di 25 metri.
- Il valore della trasmittanza termica complessiva della copertura, ottenuta con la realizzazione della predetta sovrastruttura, è pari a 0,318 [W/m² K], rispetto a 1,05 [W/m² K] della copertura esistente.



Struttura calpestabile del tipo di copertura in progetto



Tipologia di installazione in un edificio pubblico con PV integrato

3. <u>Realizzazione di facciate isolate e ventilate</u>

Poiché la resistenza termica delle murature esterne è molto inferiore ai limiti prescritti dalla normativa vigente è necessario procedere sia all'isolamento termico delle stesse che alla loro ventilazione naturale, per evitare eccessivi surriscaldamenti interni nella stagione primavera-estate, realizzando delle "facciate ventilate".

Queste sono costituite da un sistema pluristrato con ventilazione interposta ed è costituito dalla successione di strati funzionali che offrono prestazioni specifiche, in grado soddisfare determinati requisiti. Questa si presenta come una soluzione estremamente versatile ed adatta dunque ad essere adoperata in luoghi con climi rigidi oppure molto caldi.

La stratificazione funzionale della Facciata Ventilata risulta composta da:

- 1. strato di supporto murario
- 2. strato di isolamento
- 3. strato di ventilazione
- 4. struttura portante
- 5. strato di finitura esterno (o rivestimento) Una delle scelte progettuali di maggior rilievo per la resa finale del disegno di facciata, è l'alternativa fra agganci "a vista" o "a scomparsa.

Nonostante tale soluzione non presenti requisiti di massima economicità se confrontata con altre, offre dei vantaggi prestazionali :

La Ventilazione

L'aria per differenze di densità tende a muoversi verso l'alto dando luogo al cosiddetto "effetto camino". Questo movimento si innesca se è permesso all'aria di entrare nella parte inferiore e uscire dalla parte superiore. Circolando l'aria permette di smaltire buona parte del calore che altrimenti sarebbe ceduto alla parete esterna e quindi all'ambiente;

Protezione contro agenti atmosferici

L'acqua piovana e il ghiaccio sono tra le cause principali di degrado dei manufatti edili (oltre ai gas presenti nell'aria), la perfetta protezione delle strutture murarie è un risultato notevole, anche in considerazione dell'aspetto manutentivo dei fabbricati;

Protezione termica

Con la Facciata Ventilata si può realizzare anche un corretto isolamento termico, non solo a norma di legge, ma privo dei difetti che generano condense e muffe all'interno degli alloggi, fonte di disequilibri tra i componenti e quindi causa di crepe e distacchi di porzioni di facciata.

Protezione acustica

La Facciata Ventilata, infine, permette di rientrare facilmente nelle norme sull'isolamento acustico (legge quadro 447), ricordando che ad un incremento del potere fonoisolante di 6 dB corrisponde un dimezzamento del livello sonoro nel locale disturbato;

Eliminazione dei ponti termici;

Migliore utilizzazione dell'inerzia termica dell'edificio;

Migliore protezione del sistema di coibentazione.

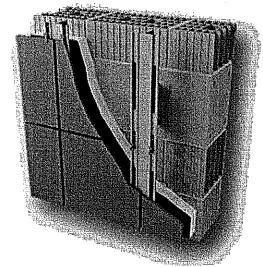


Fig. 1- Facciata ventilata

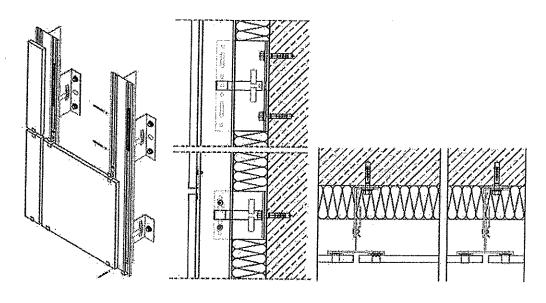


Fig. 2 - Sistema di ancoraggio alla parete

			λ	R
STRATIGRAFIA		Spessore	(W-	$-(m^2)$
		(mm	/m =	K/-
)	K) =	W)
MIGLIORAMENTO	1/Hi			0,129
	1) INTONACO INTERNO	15 .	0,7	0.021
	2)BLOCCHI FORATI IN CEMENTO POMICE	250	0,47	0,53
	3)INTONACO ESTERNO	15	0.9	0.016
	4)ISOLANTE STIFERITE GTE	60	0,023	2.6
	5)INTERCAPEDINE D'ARIA VENTILATA.	50		0156
	6)PANNELLO IN GRES PORCELLANATO 1/He			0,01
	Control of the Contro		OTALE	0,04 3,502
	U=1/R tot = 0,285 W/m²K			

4. <u>Sostituzione degli infissi esistenti con altri ad alta resistenza termica</u>

Gli infissi esistenti, oltre ad essere stati danneggiati gravemente da atti vandalici, hanno caratteristiche termiche scadenti, dimostrate da un'alta trasmittanza termica, calcolata con gli algoritmi contenuti nella norma UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica". Il valore calcolato della trasmittanza termica per gli infissi esistenti è pari a circa 5,2 [W/m² K]; i dati di calcolo sono riportati nella relazione specialistica allegata al progetto.

Gli infissi esistenti saranno sostituiti con altri dotati delle seguenti caratteristiche:

serramenti esterni, a una o più ante e/o a vasistas, realizzati con profili estrusi in PVC rigido modificato, ad alta resistenza all'urto, a taglio termico con le seguenti caratteristiche minime:

• profili di qualità certificata secondo la normativa UNI EN ISO 9001. Detta certificazione dovrà essere presentata in sede di acquisizione dell'appalto unitamente alle "schede di sicurezza del materiale utilizzato" che ne attestino l'atossicità.

 mescola componente dei profili di tipo RAU PVC 1406 (DIN 7748), completamente priva di cadmio ed aventi le seguenti caratteristiche:

Densità	ca. 1,46 g/cm3 (DIN 53479)	
Resilienza	min. 25 KJ/m2 (DIN 53453)	
Coefficiente lineare di dilatazione termica (20°C)	ca. 80x10 ⁴ K ¹	
Caratteristiche di infiammabilità	difficilmente infiammabile / autoestinguente se	
	allontanato dalla fiamma	

- profili dotati di cinque camere di isolamento, in senso trasversale del profilo, con spessore minimo del telaio/anta di 70 mm.
- battuta anta/telaio di altezza pari a 20mm
- parete esterne del profilo di spessore minimo pari a 3 mm.
- camera di alloggiamento del rinforzo dovrà essere di dimensioni tali da consentire l'inserimento di un rinforzo di larghezza di 35mm.

Il coefficiente di isolamento termico o U-termico minimo accettabile dei profilati sarà pari a circa K= 1,3 W/mq.K, per conseguire una trasmittanza complessiva della finestra (talaio+vetro), compresa tra 1,6 e 1,8 W/mq K.

L'abbattimento acustico dei serramenti, misurato in db (decibel) non dovrà essere inferiore a 30 db (es: con vetrocamera isolata 4/16/4 ed dimensione del serramento di 1230x1480))

Porta di ingresso

La porta di ingresso al piano terra sarà realizzata con serramenti in PVC costruiti con profilati con le stesse caratteristiche di quelli utilizzati per le finestre esterne a dotati di doppi vetri di sicurezza termoacustici. composti da lastre di sicurezza di 6/7 mm, di cui quella interna basso emissiva e da una intercapedine di 12 mm.

Il coefficiente di isolamento termico o U-termico minimo accettabile dei profilati dovrà essere K= 1,3 W/mq.K, per conseguire una trasmittanza complessiva della finestra (talaio+vetro), compresa tra 1,6 e 1,8 W/mq K.

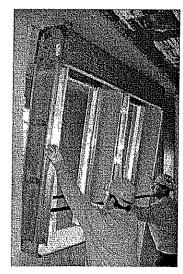
L'abbattimento acustico dei serramenti, misurato in db (decibel) non dovrà essere inferiore a 30 db (es: con vetrocamera isolata 4/16/4 ed dimensione del serramento di 1230x1480))

<u>Vetri</u>

Vetri termoacustici isolanti (vetro camera), che seguono le norme di sicurezza dettate dalla UNI 7697, secondo quanto indicato dal decreto legislativo n. 192/2005, all. C, punto 4, per quanto riguarda l'individuazione delle classi minime riferite alle zone climatiche interessate, composti da due cristalli incolori da almeno 4 mm, di cui quello interno Basso Emissivo, tagliati a misura e collegati fra loro con un'intercapedine non inferiore a 12 mm, compresi distanziatori.

5. <u>Telai monoblocco e cassonetti isolati</u>

Al fine di eliminare completamente i ponti termici verranno installati, al posto di quelli esistenti in lamiera metallica, dei telai monoblocco muniti di cassonetti con alto grado di isolamento termico.



6. <u>impianto di illuminazione a basso consumo energetico</u>

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, verranno installati all'interno delle esistenti plafoniere dei tubi a LED, mentre all'esterno saranno installati dei corpi illuminanti appositamente progettati e realizzati per ospitare lampade a led.

7. <u>impianto a pennelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria</u>

Sarà installato un impianto a pannelli solari che si integrerà con l'esistente caldaia ad alta efficienza, installata nel 2006. Per la produzione di acqua calda sanitaria, con l'ausilio di una "sonda solare", la caldaia si attiverà solo quando sarà realmente necessario, sfruttando al massimo la riserva di acqua calda prodotta dal collettore e massimizzando l'utilizzo dell'energia solare. Il sistema più idoneo sarà scelto in fase di progettazione esecutiva.

8. <u>utilizzo di materiali ecocompatibili</u>

Il progetto prevede l'utilizzo di materiali ecocompatibili; ad esempio per la realizzazione dell'intercapedine ventilata del pavimento verranno utilizzati dei casseri in plastica riciclata e per la rifinitura delle pareti interne delle pitture Ecolabel. Si ricorda che l'Ecolabel (Regolamento CE n. 66/2010) è il marchio europeo di qualità ecologica che premia i prodotti e i servizi migliori dal punto di vista ambientale, che possono così diversificarsi dai concorrenti presenti sul mercato, mantenendo comunque elevati standard prestazionali. Infatti, l'etichetta attesta che il prodotto o il servizio ha un ridotto impatto ambientale nel suo intero ciclo di vita.



9. <u>Indicatori di prestazione energetica dell'edificio</u>

Attraverso l'utilizzo del software Lex10 Professional, certificato ai sensi del D.P.R. 59/09, sono stati calcolati il fabbisogno stagionale per la climatizzazione invernale e gli indicatori di efficienza energetica indicati, sia nelle condizioni ante operam che dopo la realizzazione degli interventi di riqualificazione energetica.

Facendo riferimento a quanto disposto dal D.L. 192 del 19/08/2005 così come modificato ed integrato dal D.L. 311 del 26/12/2006 e dal D.P.R. n.59 del 02/04/2009 e alle norme UNI del settore termotecnico ed in particolare alle norme UNI/TS11300-1 ed UNI/TS11300-2 del 2008, per l'immobile in oggetto, è stata effettuata una valutazione del risparmio energetico conseguibile grazie all'utilizzo di materiali edilizi e tecniche costruttive energeticamente efficienti rispetto al fabbisogno energetico dell'edificio nelle condizioni in cui si trova.

Non essendo stata ancora emanata la norma UNI TS 11300-4, per la determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso di utilizzo di energie rinnovabili, i calcoli e le verifiche del rispetto dei limiti di legge sono state effettuati in regime invernale e senza considerare i benefici energetici derivanti dalla produzione di energia degli impianti solari termici.

I risultati delle analisi effettuate, riportate in dettaglio negli allegati al progetto, sono di seguito riportati sinteticamente. Questi mostrano che l'intervento di riqualificazione energetica dell'edificio comporterà un incremento della resistenza termica delle strutture pari a circa il 300%, rispetto alla conformazione originaria.

<u>Infissi</u>

	Trasm. Term.	Res. Term.
	W/m ² K	m²/W K
Finestre esistenti	5,20	0,19
Finestre nuove	1,70	0,59
Incremento resistenza termica (%)		305,9%

<u>Pareti</u>

	Trasm. Term. W/m² K	Res. Term.	
		m²/W K	
Pareti esistenti	0,91	1,10	
Pareti nuove	0,29	3,42	
Incremento resistenza termica (%)		311,0%	

Copertura

	Trasm. Term.	Res. Term.
	W/m²K	m²/W K
Copertura esistente	1,05	0,95
Copertura nuova	0,32	3,14
Incremento resistenza termica (%)		330,2%

Le seguenti figure evidenziano, come in seguito agli interventi di riqualificazione energetica, l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio scolastico si riduca da 25,3 kW/m³ anno a 2,7 kW/m³ anno, cioè di circa il 90%. Anche le emissioni di CO2 si riducono sensibilmente da 5,1 kg di CO2/ m³ anno a 0,5 kg di CO2/ m³ anno, dell'89% circa rispetto alla condizione ex ante.

