



**REGIONE
PIEMONTE**
COMUNE DI PAESANA



Medaglia d'oro al Valore Civile

BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA MUTUI

**LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO E COMPLETAMENTO EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO EDIFICO SCOLASTICO OSPITANTE LA SCUOLA PRIMARIA
E SECONDARIA DI I° GRADO "DON L. MILANI"
PROGETTO ESECUTIVO**



Elaborato:

- Relazione tecnico-illustrativa generale

Allegato n°:

Doc.1

Il Sindaco:

Responsabile del procedimento:

Progettista:

UFFICIO TECNICO COMUNALE
geom. Andrea CAPORGNO

Via Barge n° 6 - 12034 PAESANA (CN)

PREMESSA

Il presente documento descrive in dettaglio, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi; esso contiene inoltre la descrizione delle indagini, dei rilievi e delle ricerche effettuati al fine di ridurre la possibilità di imprevisti in fase di esecuzione.

Oggetto del presente progetto esecutivo è un insieme sistematico di interventi interessanti l'edificio di proprietà comunale ospitante la **Scuola primaria e secondaria di I° grado “Don Lorenzo Milani”** sita in Via Roma 54, a Paesana (CN), che possono essere così riassunti:

- miglioramento sismico del fabbricato nel suo insieme;
- riqualificazione energetica dell'involturo edilizio mediante intervento di completamento dell'efficientamento energetico dello stesso;
- risanamento palestra scolastica e locali accessori;

Attraverso la realizzazione degli interventi in progetto ci si propone il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- miglioramento del comportamento strutturale del fabbricato riducendo i punti deboli che il complesso poteva avere nel suo insieme, ottenendo così un miglioramento sismico, evitando pericolosi movimenti e martellamenti tra strutture con spostamenti completamente differenti tra loro.
- riduzione dei fabbisogni energetici dell'edificio scolastico di proprietà comunale, con miglioramento del grado di efficientamento energetico dello stesso;
- Sensibile miglioramento delle condizioni di utilizzo della palestra scolastica mediante opportuno miglioramento acustico e adeguamento alla normativa vigente dei servizi igienici consentendo l'utilizzo degli stessi da parte di soggetti con limitata capacità motoria;

Il progetto esecutivo è composto, oltre alla presente relazione generale del progetto esecutivo, dai documenti individuati all'art. 33 del DPR n.207 del 2010, in particolare:

- Relazioni specialistiche;
- elaborati grafici del progetto esecutivo;
- piano di manutenzione delle opere e delle sue parti;
- piano di sicurezza e coordinamento di cui all'art.100 del D.Lgs. 81/2008;
- cronoprogramma;
- elenco dei prezzi unitari;
- computo metrico estimativo e quadro economico;
- schema di contratto e capitolato speciale di appalto.

1. NOTE DI CARATTERE GENERALE

1.1 SITO DELL'INTERVENTO

Il Comune di Paesana appartiene alla Provincia di Cuneo, si colloca ad un'altitudine di 614 metri s.l.m., e confina con i comuni di Barge, Oncino, Ostana, Sampeyre, Sanfront. Il territorio amministrativo si estende su di una superficie di 58,08 kmq, conta una popolazione di **2.937 ab.** (dati ISTAT aggiornati al 31/12/2010), con una densità di 50,6 ab/Kmq.

Dal punto di vista climatico il Comune si colloca in **fascia F (3.076 gradi giorno)**, la quale non prevede nessuna limitazione di accensione degli impianti termici.

Tabella 1 – Parametri anagrafici, geografici e climatici del Comune di Paesana.

Comune	Provincia	Regione
Paesana	Cuneo	Piemonte
Abitanti	Estensione territoriale (km ²)	Densità abitativa (ab/km ²)
2937	58,08	50,6
Altitudine (m s.l.m.)	Coordinate UTM della Scuola	Zona climatica e gradi giorno
614	32 T 363472.72 m E 4949143.09 m N	Zona F - 3076

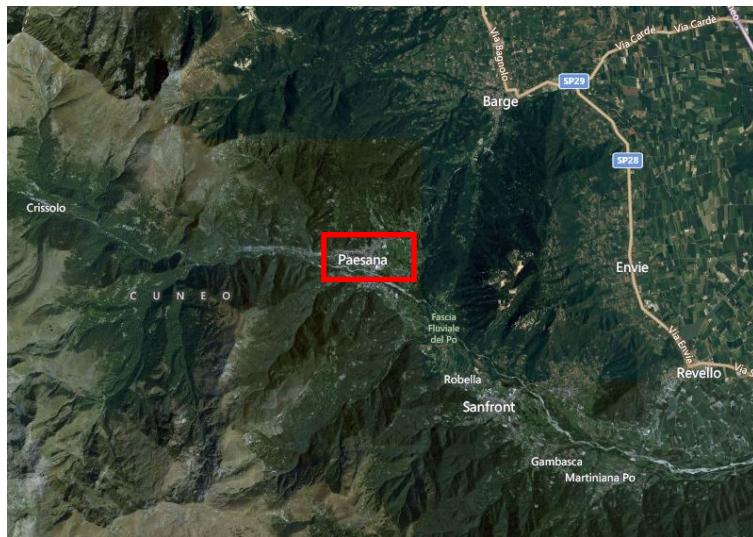


Figura 1 – Foto aerea del Comune di Paesana (fonte Google maps).

1.2 STATO DI FATTO

Dal punto di vista prettamente strutturale il manufatto è composto da differenti corpi, costruiti in epoche differenti e con utilizzo di tipologie costruttive diverse.

Da analisi storica e dagli studi di accertamento statico effettuati dall'Ing. Marenco e dall'Ing. Novarese nell'Agosto del 2003, si sono desunte le informazioni di carattere storico dell'edificio:

- ✓ Il corpo di fabbrica principale, risalente ai primi anni del '900, è costituito da due maniche perpendicolari tra loro, una lungo via Roma e l'altra sviluppatasi in direzione perpendicolare verso il complesso denominato "la tessitura". L'ala lungo via Roma era originariamente a due piani fuori terra ed uno seminterrato, quello perpendicolare, invece, ad un piano fuori terra ed uno seminterrato.
- ✓ Negli anni settanta sono stati effettuati interventi sulla struttura esistente ad opera dell'Ing. Bertotto.

Il corpo di fabbrica lungo via Roma è stato sopraelevato di un piano con inserimento di cordolo sommitale in c.a. e pilastri in c.a. per il sostegno delle capriate della copertura e controsoffitto in tavelloni; Il corpo verso "la tessitura" è stato sopraelevato di due piani a pilastri in c.a. a sostegno delle capriate in c.a. del tetto e controsoffittatura a tavelloni. L'esistente solaio di sottotetto a piano primo è stato sostituito con un nuovo solaio in laterocemento.

- ✓ Sempre negli anni settanta sono stati realizzati due avancorpi lato cortile, a pilastri e travi in c.a., con solai di piano e di copertura in laterocemento;

- ✓ E' stata anche inserita in quegli anni una scala di sicurezza con piastra di fondazione, pilastri e rampe e pianerottoli in c.a. sempre lato cortile e un vano ascensore con piastra di fondazione, pareti e copertura in c.a.
- ✓ È presente una palestra a pilastri e capriate in c.a. lungo via Belloni
- ✓ È stato realizzato anche un locale spogliatoio adiacente la palestra in muratura forata a un piano fuori terra.

Dal punto di vista geotecnico si è fatto riferimento, per i calcoli, alla relazione geologica effettuata dal Dott. Colla nell'Aprile 2010 nel Comune di Paesana per il cantiere di Via Reinaud e Piazza Piave.

Le analisi hanno evidenziato una categoria di sottosuolo di tipo "B", che secondo quanto indicato dal D.M. 14/01/2008 nel paragrafo 3.2.2. corrisponde a "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_s,30$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT,30 > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu,30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Si è assunto, per analogia, anche per il sito in esame la categoria di terreno "B".

Dal punto di vista prettamente energetico si riportano di seguito gli interventi di miglioramento della prestazione energetica dell'edificio dopo il 1976:

- sostituzione serramenti piano rialzato facciata ovest ed est nel 1990;
- sostituzione serramenti piano primo facciata ovest ed est nel 2001;
- sostituzione serramenti piano secondo facciata ovest nel 2007;
- adeguamento alla normativa antincendio nel 2008;
- ripristino combustibile gasolio nel 2011 dopo intervento centrale biomassa;
- realizzazione impianto di illuminazione di sicurezza per i corridoi e le scale nel 2011.

La struttura oggetto del rilievo si sviluppa su quattro livelli:

- piano seminterrato dedicato ai locali tecnici e alla centrale termica;
- piano rialzato dedicato alle aule, sala insegnanti, biblioteca, alloggio custode;
- piano primo dedicato alle aule, sala audiovisivi, segreteria, aula informatica
- piano secondo dedicato alle aule, sala riunioni e sala insegnanti.

L'involucro dell'edificio risulta quindi non isolato e presenta diverse tipologie di infissi:

1. in metallo con taglio termico e vetro doppio basso emissivo al piano secondo prospetto ovest;
2. in metallo senza taglio termico e vetro doppio ai piani rialzato e primo prospetti est e ovest;
3. in metallo senza taglio termico vetro singolo nei servizi;
4. in legno e vetro singolo nell'ala sud e piano secondo prospetto est.

Le zone funzionali individuate nell'edificio sono di seguito riportate.

Tabella 2 – Zone funzionali dell'edificio oggetto di studio.

ZONA	PIANO	ALA	FUNZIONE
1	Rialzato-Primo-Secondo	Intero edificio	Aule
2	Rialzato	Ala sud	Appartamento custode
3	Rialzato	Ala sud	Biblioteca
4	Primo	Ala sud	Segreteria
5	Terra	Ala nord	Spogliatoi e palestra

Il bilancio energetico è calcolato mediante **TERMOLOG EpiX 5**, software prodotto da Logical Soft, attraverso il quale è stata effettuata la verifica delle dispersioni termiche ed il calcolo del fabbisogno energetico, sulla base delle disposizioni della Delibera della Regione Piemonte n.46-11968 del 4 agosto 2009 e dei limiti relativi alla Regione Piemonte Stralcio di Piano DPR 58.

Il software consente di redigere l'Attestato di Certificazione Energetica secondo le specifiche del D.M. 26 Giugno 2009 (attestato nazionale) e secondo le specifiche normative regionali del Piemonte (SICEE).

Di seguito si riporta una sintesi dei risultati di calcolo:

Tabella 3 – Risultati di calcolo.

PRINCIPALI RISULTATI DEL CALCOLO - Intero edificio - Comune di ubicazione dell'edificio: Paesana									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dati geometrici

		Superficie utile	Su	3245,2 m ²		Volume lordo	V	15966 m ³
--	--	------------------	----	-----------------------	--	--------------	---	----------------------

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA

Riscaldamento involucro	QH,nd	922482 kWh	Indice di prestazione	EPH	57,78 kWh/(m ³ anno)	Prestazione limite	EPH,lim	12,01 kWh/(m ³ anno)
Acqua calda sanitaria	Qh,W	491,1 kWh	Indice di prestazione	EPw,ter	0,03 kWh/(m ³ anno)			
Raffrescamento involucro	QC,nd	0 kWh	Indice di prestazione	Epe,inv	0 kWh/(m ³ anno)	Prestazione limite	Epe,inv,lim	10 kWh/(m ³ anno)

RISCALDAMENTO: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Energia primaria riscaldamento	Qp,H	1294550 kWh	Indice di prestazione	Epi	81,08 kWh/(m ³ anno)	Prestazione limite	EPi,lim	17,52 kWh/(m ³ anno)
			Rendimento globale stagionale	ηG,H	0,713	Rendimento globale limite	ηG,H,lim	0,852
Energia primaria rinnovabile	Qp,H,ren	0 kWh	Quota rinnovabile	QR,H	0 %			
Energia primaria totale	Qp,H,tot	1294550 kWh	Indice di prestazione totale	Epi,tot	81,08 kWh/(m ³ anno)			

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Energia primaria ACS	Qp,W	604,8 kWh	Indice di prestazione	EpACS	0,04 kWh/(m ³ anno)	Prestazione limite	EpACS,lim	- kWh/(m ³ anno)
			Rendimento globale stagionale	ηG,W	0,812	Rendimento globale limite	ηG,W,lim	0,6
Energia primaria rinnovabile	Qp,W,ren	0 kWh	Quota rinnovabile	QR,ACS	0 %	Valore minimo	QR,ACS,min	60 %

Energia primaria totale	Qp,W,tot	604,783 kWh	Indice di prestazione totale	EpACS,tot	0,04 kWh/(m ³ anno)	
-------------------------	----------	-------------	------------------------------	-----------	---------------------------------------	--

FABBISOGNO GLOBALE: energia primaria e rendimenti

Energia primaria globale	Qp,HW	1295155 kWh	Indice di prestazione	Epgl	81,12 kWh/(m ³ anno)	Prestazione limite	Epgl,lim	17,52 kWh/(m ³ anno)
Classe energetica globale	Piemonte	E						
Classe energetica globale	Nazionale	G	Rendimento globale stagionale	ηG,HW	0,713	Rendimento globale limite	ηG,HW,lim	-
Energia primaria rinnovabile	Qp,HW,ren	0 kWh	Quota rinnovabile	QR,gl	0 %	Valore minimo	QR,gl,min	38,5 %
Energia primaria	Qp,HW,tot	1295155 kWh	Emissioni CO2		21,7 Kg/m ³ anno			

ILLUMINAZIONE: fabbisogni di energia primaria

Energia primaria illuminazione	Qp,L	154922 kWh	Indice di prestazione	EpL	9,7 kWh/(m ³ anno)	
Energia primaria rinnovabile	Qp,L,ren	0 kWh	Quota rinnovabile	QR,C	0 %	
Energia primaria totale	Qp,L,tot	154922 kWh	Indice di prestazione totale	EpL,tot	9,7 kWh/(m ³ anno)	

I valori limite degli indici di prestazione invernale e globale non tengono conto della correzione richiesta dal D.Lgs. 28/2011 per l'utilizzo degli impianti a fonte rinnovabile (vedi All. 3 c. 8).

Segue la descrizione dei principali elementi strutturali che caratterizzano l'involucro.

ELEMENTI OPACHI ORIZZONTALI E VERTICALI				
Descrizione componente/ TIPO	Descrizione struttura	Disegno tipologico	Origine del dato ⁽¹⁾	Trasmittanza elemento ⁽²⁾ [W/ m ² K]
Muro perimetrale verso esterno MUR1	Muratura portante in mattoni pieni intonacata sulle due facce (Spessore 55 cm)		Evidenza di audit e abaco delle strutture	1,07
Muro perimetrale verso esterno MUR2	Muratura a cassa vuota in mattoni di laterizio (Palestra, spogliatoi e piano secondo Scuola) (Spessore 40 cm)		Evidenza di audit e abaco delle strutture	1,10
Muro perimetrale verso esterno MUR5	Muratura portante in mattoni pieni intonacata sulle due facce (Spessore 60 cm)		Evidenza di audit e abaco delle strutture	1,04
Muro perimetrale verso esterno MUR10	Sottofinestra in mattoni semipieni e forati intonacata sulle due facce (Spessore 25 cm)		Evidenza di audit e abaco delle strutture	1,76
Solaio di copertura piana (servizi e spogliatoi) SL1	Solaio in laterizio non isolato (Spessore 25 cm)		Evidenza di audit e abaco delle strutture	
Solaio verso sottotetto SL2	Solaio in laterizio non isolato (Spessore 17 cm)		Evidenza di audit	1,71

ELEMENTI OPACHI ORIZZONTALI E VERTICALI				
Descrizione componente/ TIPO	Descrizione struttura	Disegno tipologico	Origine del dato ⁽¹⁾	Trasmittanza elemento ⁽²⁾ [W/ m ² K]
Solaio su vespaio/ cantina SL3	Solaio in laterizio non isolato (Spessore 35 cm)		Evidenza di audit	0,97
Legenda:				
(1) origine del dato strutturale, se esso deriva da Evidenza di audit, dall'analisi dei progetti depositati e/o dai capitoli, oppure, se in mancanza di dati è stato ipotizzato usando l'abaco delle strutture. (2) trasmittanza termica del componente opaco, ricavata dai dati progettuali, o in mancanza di essi stimata secondo le UNI EN ISO 6946, UNI 10351 e UNI 10355.				

ELEMENTI TRASPERENTI VERTICALI					
Descrizione componente / TIPO	Tipo telaio	Tipo vetro	Stato di manutenzione	Foto dell'elemento	Trasmittanza elemento ⁽¹⁾ [W/ m ² K]
Infissi piano secondo prospetti est e ovest F1-F2	Alluminio senza taglio termico	Vetro doppio	Buono		3,8
Infissi servizi F3-F6	Alluminio senza taglio termico	Vetro singolo	Discreto		5,7
Infissi piano secondo prospetto est F11-F14	Legno	Vetro singolo	Discreto		3,5
Infissi piano rialzato F7-F8-F9			Scadente		5,12

ELEMENTI TRASPERENTI VERTICALI					
Descrizione componente / TIPO	Tipo telaio	Tipo vetro	Stato di manutenzione	Foto dell'elemento	Trasmittanza elemento ⁽¹⁾ [W/ m ² K]
Infissi piano secondo prospetto ovest F13	Alluminio a taglio termico	Vetro doppio bassoemissivo	Buono		3,8
(1) trasmittanza termica del componente trasparente, ricavata dai dati progettuali, o in mancanza di essi stimata secondo le norme UNI EN ISO 6946, UNI EN ISO 10077-1 e UNI EN ISO 10077-2.					

2. CRITERI DI VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

2.1 MIGLIORAMENTO SISMICO

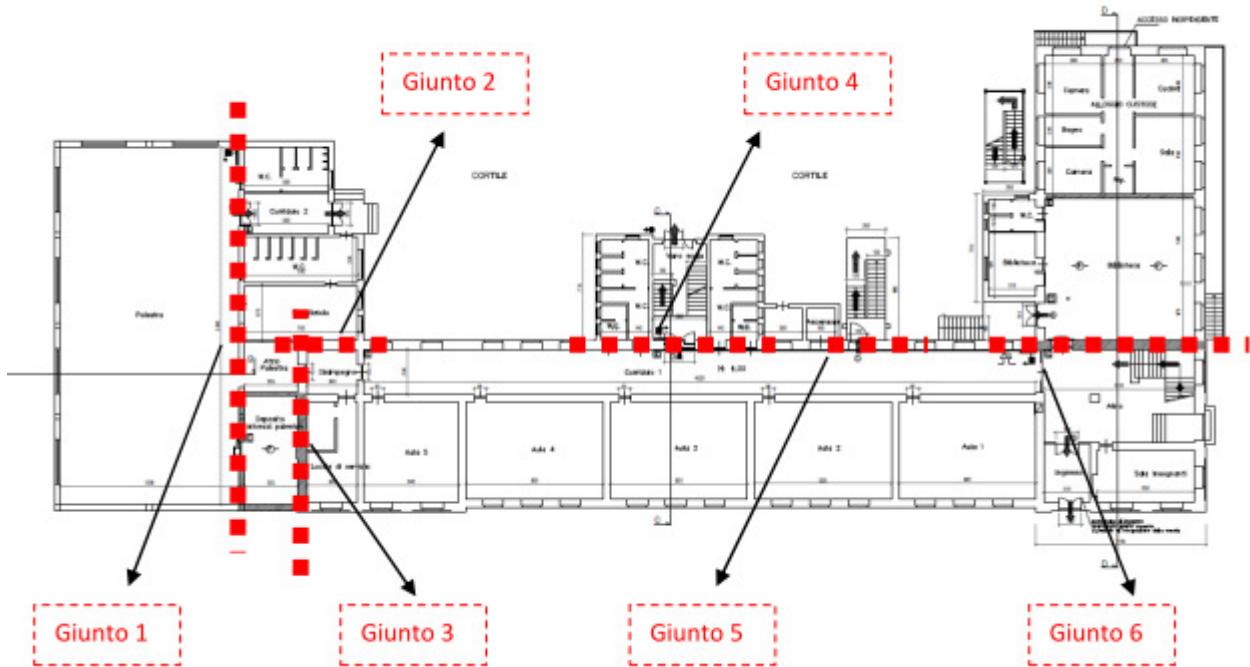
Dalla descrizione del complesso scolastico emerge la presenza di edifici che hanno subito nel tempo un'aggregazione e interconnessione fra di loro a costituire un insieme senza soluzione di continuità. Ne consegue una reciproca interazione derivante dalla contiguità strutturale che rende estremamente complessa e di difficile valutazione la sicurezza strutturale. La stessa solidarietà strutturale è spesso di difficile valutazione tanto da mettere in dubbio l'efficacia del presunto collegamento, non sempre accertabile con ragionevole certezza. In questi casi risulta sempre opportuno individuare delle singole unità strutturali con una propria autonomia statica, sempre che il collegamento fra due edifici non sia funzionale alla reciproca stabilità. Tale obiettivo viene perseguito con la delimitazione delle singole unità strutturali tramite giunti tecnici di separazione con continuità da cielo a terra per quanto riguarda il flusso dei carichi verticali.

L'intervento di miglioramento sismico ai sensi del paragrafo 8.4.2 del D.M. 14/01/2008 è stato condotto con una doppia valutazione della sicurezza, prima dell'intervento di miglioramento sismico con l'identificazione delle carenze e del livello di azione sismica per la quale viene raggiunto lo SLU e SLD, e dopo l'intervento evidenziando il miglioramento in termini di accelerazione al suolo.

Le operazioni di valutazione della vulnerabilità sono state articolate in quattro fasi:

- 1) valutazione della vulnerabilità sismica delle strutture con la raccolta di tutti i dati disponibili in possesso e ricavabili da indagini speditive effettuate in situ, utili ad una prima valutazione dello stato di danneggiamento dell'edificio progettato senza criteri antisismici;
- 2) indagine diretta sull'edificio, eseguendo, tra l'altro, prove non distruttive o poco distruttive sui materiali strutturali (murature, solai, ecc..);
- 3) applicazione di una procedura di valutazione della vulnerabilità e del rischio sismico mediante modelli numerici appositamente realizzati dai dati di dettaglio acquisiti dalle fasi precedenti (analisi statiche non lineari (push-over));
- 4) rapporto di sintesi dei risultati ottenuti, evidenziando le criticità dell'edificio, utili ai fini della definizione degli interventi sismici previsti.

Nel disegno che segue sono riportati i giunti di separazione operati con la conseguente individuazione delle unità strutturali risultanti.



Le verifiche operate su ognuno di esse conferma il miglioramento conseguibile già soltanto con la semplice separazione. A questo scopo si è reso necessario prevedere, per le tipologie a muratura portante, l'inserimento di nuove murature in sostituzione di quelle dell'edificio contiguo nei confronti delle quali c'è stata separazione. Così per l'edificio servizi attiguo alla palestra e al corpo principale delle aule scolastiche e per l'ala perpendicolare a Via Roma del medesimo. Per il corpo servizi e vano scala verso il cortile interno e per la scala esterna di sicurezza in cemento armato, dotati di autonoma struttura a pilastri in c.a., si è semplicemente operato il taglio a livello di solaio e copertura desolidarizzando in tal modo la struttura medesima.

In relazione alla disponibilità economica si è operata una scelta dettata dalla priorità di intervento nel corpo di fabbrica principale occupato dalle aule scolastiche, maggiormente esposto a rischio in caso di evento sismico.

Come già descritto in premessa, tale edificio, risalente ai primi anni del '900, è costituito da due maniche perpendicolari tra loro, una lungo via Roma e l'altra sviluppatasi in direzione perpendicolare verso il complesso denominato "la tessitura". L'ala lungo via Roma era originariamente a due piani fuori terra ed uno seminterrato, quello perpendicolare, invece, ad un piano fuori terra ed uno seminterrato. Negli anni settanta il corpo di fabbrica lungo via Roma è stato sopraelevato di un piano con inserimento di pilastri in c.a. con cordolo sommitale per il sostegno delle capriate della copertura in struttura reticolare di cemento armato, e controsoffitto in tavelloni con sovrastante getto integrativo di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa; Il corpo verso "la tessitura" è stato sopraelevato di due piani a pilastri in c.a. con realizzazione di solaio intermedio in laterocemento mentre l'ultimo piano ha caratteristiche analoghe a quello dell'ala ovest.

In primo luogo è stata operata una separazione fra le due ali riportando la configurazione a una maggiore regolarità in pianta. In secondo luogo l'intervento è stato orientato a coprire le carenze legate alle sopraelevazioni con particolare attenzione alla copertura caratterizzata da un impalcato in tavelloni all'intradosso e all'estradosso. Per ragioni operative ma soprattutto di sicurezza si è prevista la rimozione

del controsoffitto per curarne la ricostruzione in materiale leggero. Relativamente al tavellonato all'estradosso, una attenta valutazione costi-benefici, ne ha consigliato la conservazione operando comunque un'adeguata controventatura dell'insieme con tiranti in acciaio in modo da conferire un comportamento monolitico. Un tavolato a livello di catena delle capriate offrirà comunque una garanzia nei confronti di possibili distacchi del tavellonato.

Il controventamento verticale è poi stato ottenuto implementando sul sistema pilastri, alcuni setti in c.a. disposti in modo da equilibrare la distribuzione delle rigidezze e garantire un'efficace trasmissione ai piani sottostanti delle azioni orizzontali provenienti dalla copertura.

Analogo intervento è stato operato sull'ala sud limitando tuttavia, per questioni economiche, l'intervento di controventamento sismico verticale che si potrà riprendere e integrare con un lotto successivo.

Da segnalare la necessità, emersa dalle verifiche condotte, di consolidamento del pilastro in prossimità dell'ingresso e accesso allo scalone nella zona sud che verrà eseguito con incamiciatura in c.a..

2.2 EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

Lo studio approfondito delle diverse opzioni progettuali ha portato alla scelta della soluzione che consente di ottenere una maggiore riduzione dei consumi energetici e quindi una riduzione delle spese sostenute per l'approvvigionamento del combustibile.

La soluzione progettuale prescelta è composta da **2 interventi**:

1. **sostituzione parziale degli infissi;**
2. **isolamento a cappotto della muratura perimetrale dell'intero fabbricato ad eccezione degli spogliatoi e della palestra;**

L'analisi delle alternative e la scelta finale deriva dai seguenti criteri:

1. evidenza di dispersioni e ponti termici;
2. valori di trasmittanza termica non adeguati;
3. risparmio energetico conseguibile;
4. investimento iniziale e rapporto costi/benefici;
5. fattibilità tecnica e adeguati tempi di progettazione ed esecuzione delle opere.

Dai primi due criteri si evince che tutte le componenti dell'involucro, sia opaco sia trasparente, necessitino di riqualificazione essendo tutte oggetto di consistenti dispersioni e avendo valori di trasmittanza termica di molto superiori ai limiti di legge.

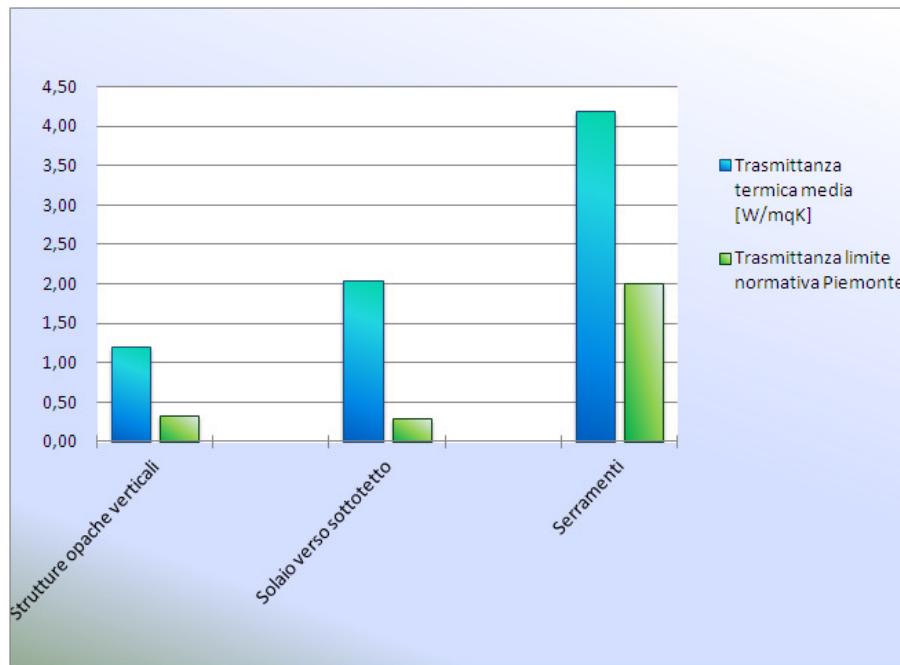


Grafico 1 – Trasmittanze elementi opachi e trasparenti

Nelle schede che seguono si riportano gli aspetti di dettaglio e i particolari costruttivi di maggiore interesse degli interventi proposti.

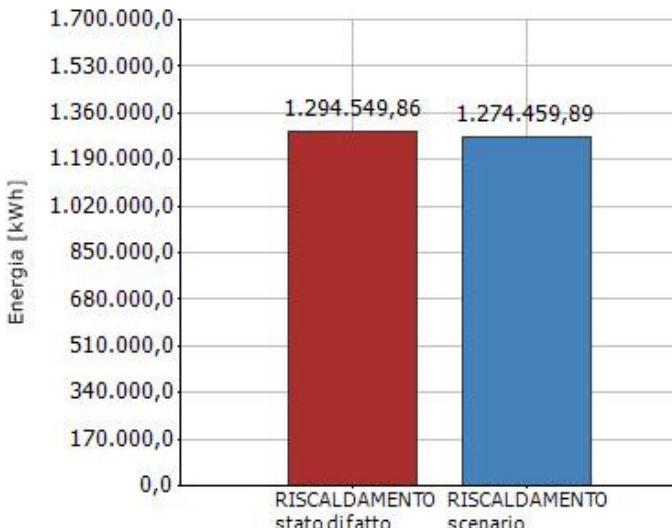
5.1.1 SOSTITUZIONE PARZIALE SERRAMENTI

Descrizione generale	<p>La sostituzione parziale degli infissi del piano rialzato, consente di installare serramenti esterni in PVC pluricamera antiurto con apertura normale ad anta oppure a vasistas, con marcatura CE (UNI EN 14351-1) con spessore minimo della parete esterna del profilo di comprensivo di vetro montato tipo camera bassoemissivo; profili fermavetro ad incastro, gocciolatoio, serratura, ferramenta ad incasso e maniglia in alluminio. Con trasmittanza termica complessiva $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 10077-1).</p> <p>Le vetrature isolanti, tipo vetrocamera con lato basso emissivo, sono formate da due lastre di vetro, normale o stratificata, con interposta intercapedine di gas argon al 90%, sono complete di profilati distanziatori, giunti elastici, sali disidratanti etc.; i vetri antisfondamento sono costituiti da due lastre con interposta pellicola di polivinilbutirrale.</p> <p>Gli infissi devono essere provvisti d marchiatura CE ed ottemperare alla normativa vigente per quanto concerne le prestazioni di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza ai carichi del vento.</p>
Area di intervento	<p>54,55 m² (serramenti in legno al piani rialzato, area custode e biblioteca)</p> <p>Per l'individuazione dei serramenti da sostituire e l'abaco si veda le relative tavole grafiche del progetto esecutivo.</p>

5.1.1 SOSTITUZIONE PARZIALE SERRAMENTI

Documentazione fotografica	 <p>Figura 4 - Vetrata piano rialzato</p>
	 <p>Figura 5 - Dettaglio di un serramento in legno e vetro singolo</p>
Specifiche dei materiali	<p>Tutti gli infissi esterni sostituiti dovranno garantire le seguenti prestazioni:</p> <ul style="list-style-type: none">- permeabilità all'aria- tenuta all'acqua- isolamento termico (TRASMITTANZA COMPLESSIVA $\leq 1,3$)- abbattimento acustico
Materiale di progetto	<p>Serramenti esterni in PVC pluricamera antiurto con apertura normale ad anta oppure a vasistas, con marcatura CE (UNI EN 14351-1), di qualunque dimensione, con spessore minimo della parete esterna del profilo di mm 3 comprensivi di vetro montato tipo camera bassoemissivo; profili fermavetro ad incastro,</p>

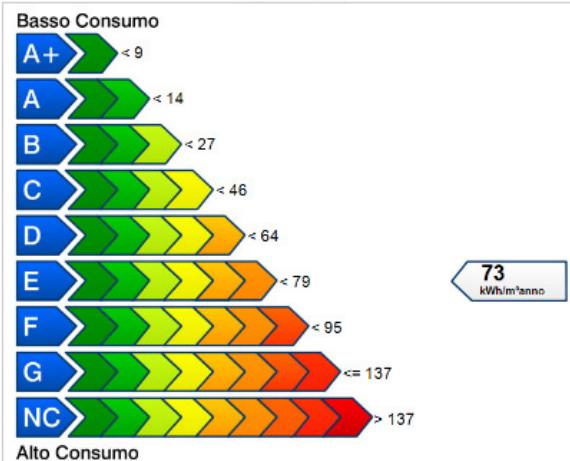
5.1.1 SOSTITUZIONE PARZIALE SERRAMENTI

	<p>gocciolatoio, serratura, ferramenta ad incasso e maniglia in alluminio. Con trasmittanza termica complessiva $U_w = <1,8$ e $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ (UNI EN ISO 10077)</p> <p>Voci 01.P20.B04.085 (vetri), 01.P20.G00.045 (telaio sotto 2 m^2) e della Sezione 01 dell'<i>Elenco prezzi di riferimento per opere e lavori pubblici della Regione Piemonte - edizione dicembre 2011 valevole per il 2012</i>.</p>												
Valori di trasmittanza della struttura	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Valore struttura</th><th>Valore limite</th><th>Verificato</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trasmittanza stato di fatto</td><td>5,12 $\text{W/m}^2\text{K}$</td><td>2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$</td><td>No</td></tr> <tr> <td>Trasmittanza Post-intervento</td><td>1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$</td><td>2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$</td><td>Si</td></tr> </tbody> </table> <p>(*) Riferito ai limiti vigenti sul territorio regionale del Piemonte per la zona F indicati nella Tabella 5 dell'allegato 3 alla Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968.</p>		Valore struttura	Valore limite	Verificato	Trasmittanza stato di fatto	5,12 $\text{W/m}^2\text{K}$	2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$	No	Trasmittanza Post-intervento	1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$	2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$	Si
	Valore struttura	Valore limite	Verificato										
Trasmittanza stato di fatto	5,12 $\text{W/m}^2\text{K}$	2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$	No										
Trasmittanza Post-intervento	1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$	2,0 $\text{W/m}^2\text{K}$	Si										
BENEFICI	<ul style="list-style-type: none"> a) Riduzione dei ponti termici tra tamponatura e serramento (con benefici energetici sia invernali che estivi). b) Eliminazione del fenomeno della condensa e delle infiltrazioni in corrispondenza degli attacchi serramento-tamponatura esterna. c) Aumento della temperatura superficiale degli infissi e conseguente miglioramento della temperatura ambiente. d) Riduzione dei moti convettivi di aria legati alla temperatura superficiale del serramento. e) Maggiore comfort termico invernale legato al fattore solare delle nuove vetrate.  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th><th>Energia [kWh]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RISCALDAMENTO stato di fatto</td><td>1.294.549,86</td></tr> <tr> <td>RISCALDAMENTO scenario</td><td>1.274.459,89</td></tr> </tbody> </table>	Categoria	Energia [kWh]	RISCALDAMENTO stato di fatto	1.294.549,86	RISCALDAMENTO scenario	1.274.459,89						
Categoria	Energia [kWh]												
RISCALDAMENTO stato di fatto	1.294.549,86												
RISCALDAMENTO scenario	1.274.459,89												

5.1.1 SOSTITUZIONE PARZIALE SERRAMENTI

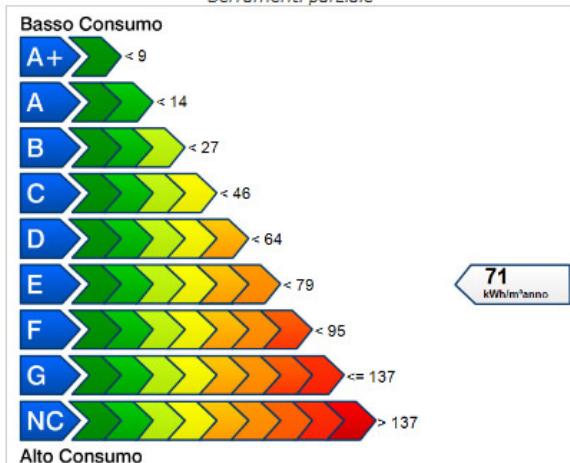
Confronto delle targhe energetiche per la prestazione globale

Stato di fatto



Il valore rappresentato è l'indice di prestazione globale con localizzazione teorica a Torino.

Serramenti parziale



Confronto dei fabbisogni e dei rendimenti

	Stato di fatto	Serramenti parziale	Variazione	
Fabbisogno netto involucro riscaldamento	922.482	908.133	14.349	kWh
Fabbisogno energia primaria riscaldamento	1.294.550	1.274.460	20.090	kWh
Rendimento globale medio stagionale riscaldamento	71,3	71,3	0,0	%
Fabbisogno energia termica produzione ACS	491	491	0	kWh
Fabbisogno energia primaria produzione ACS	605	605	0	kWh
Rendimento globale medio stagionale ACS	81,2	81,2	0,0	%
Indice di prestazione invernale	81,1	79,8	1,3	kWh/m ³ a
Indice di prestazione ACS	0,0	0,0	0,0	kWh/m ³ a
Indice di prestazione globale	81,1	79,9	1,3	kWh/m ³ a
Emissione di CO ₂	21,7	21,4	0,3	Kg/m ³ a

5.1.2 ISOLAMENTO A CAPPOTTO DELLA MURATURA PERIMETRALE

Descrizione generale	<p>L'isolamento a cappotto consiste nell'applicazione di uno strato di materiale coibente sulle pareti perimetrali verticali all'esterno dell'edificio, in modo da ridurre considerevolmente la dispersione di calore attraverso l'involucro.</p> <p>Per ottenere un sistema a cappotto efficace, bisogna prestare la massima attenzione alle caratteristiche dei singoli componenti, in particolare del materiale isolante.</p> <p>Per l'edificio oggetto di studio si prevede l'utilizzo di pannelli in polistirene espanso sintetizzato (EPS) CON GRAFITE, esenti da CFC o HCFC, resistenza a compressione pari a 100 kpa e densità compresa tra 18-28 kg/m³ (secondo la norma UNI EN 13163), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda pari a 0,031 W/mK, spessore 12 cm</p> <p>La tecnica di isolamento prescelta prevede le seguenti fasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ sagomatura dei pannelli e fissaggio dei dispositivi di ancoraggio; ➤ disposizione e incollaggio dei pannelli con malta adesiva applicata con frattazzo dentato creando una superficie uniforme di circa 5 mm di spessore; ➤ tassellatura dei pannelli con almeno quattro chiodi a testa tonda larga per ogni m²; ➤ applicazione del rasante a base di calce idraulica naturale steso con spatola d'acciaio; ➤ posa rete di armatura; ➤ stesura fissativo; ➤ finitura esterna.
Area di intervento	<p>2.500 m²</p> <p>Per l'individuazione della superficie da isolare e particolari costruttivi si vedano gli elaborati progettuali del progetto esecutivo).</p>

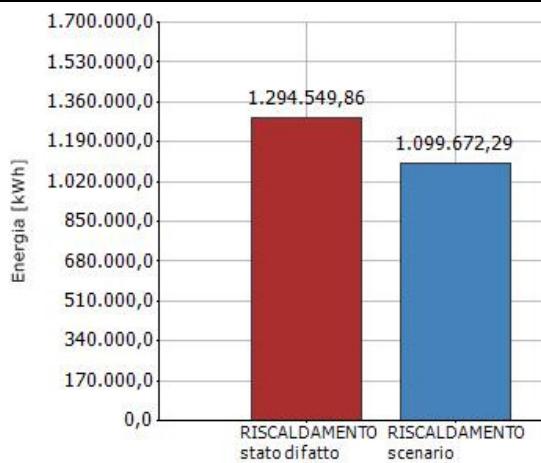
5.1.2 ISOLAMENTO A CAPOTTO DELLA MURATURA PERIMETRALE

Documentazione fotografica	 <p>Figura 6 - Vista di insieme della facciata a est da coibentare</p>  <p>Figura 7 - Vista di insieme della facciata a sud da coibentare</p>
Specifiche del materiale isolante	<p>Proprietà minime del materiale prescelto per l'isolamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - CONDUTTIVITÀ TERMICA DICHIARATA $\lambda \leq 0,038 \text{ W/mK}$; - ELASTICITÀ E STABILITÀ DAL PUNTO DI VISTA DIMENSIONALE AL VARIARE DELLA TEMPERATURA E DELL'UMIDITÀ, (eventuali dilatazioni originate da variazioni termoigrometriche potrebbero infatti provocare delle fessurazioni sull'intonaco, nel caso in cui il materiale isolante non fosse stabile); - BASSO GRADO DI IGROSCOPICITÀ E ALTO POTERE IDROREPELLENTE, in modo da garantire al fabbricato una difesa continua dall'umidità nel tempo; - LAVORABILITÀ DELLA SUPERFICIE per garantire una messa in opera semplice e di facile ed una manutenzione economica; - BUON COEFFICIENTE DI TRASPIRAZIONE per assicurare condizioni igieniche ottimali; - BASSA ELASTICITÀ COMPATIBILMENTE CON LA RESISTENZA MECCANICA DELL'INSIEME.

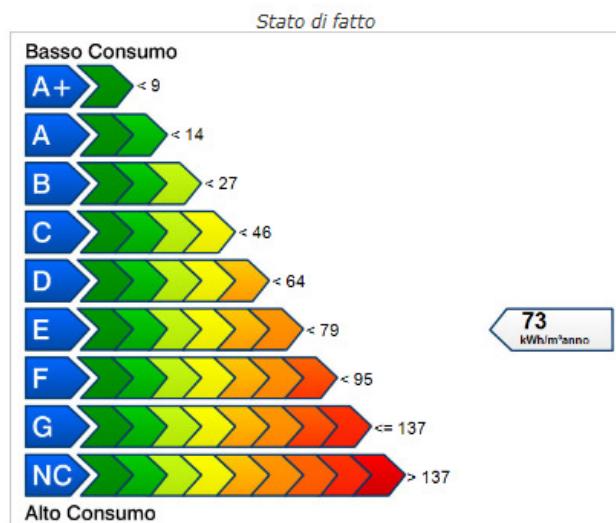
5.1.2 ISOLAMENTO A CAPOTTO DELLA MURATURA PERIMETRALE

Materiale isolante di progetto	<p>Pannelli in polistirene espanso sintetizzato (EPS) CON GRAFITE, esenti da CFC o HCFC, resistenza a compressione pari a 100 kpa e densità compresa tra 18-28 kg/m³ (secondo la norma UNI EN 13163), euroclasse E di resistenza al fuoco, marchiatura CE, lambda pari a 0,031 W/mK, spessore 12 cm</p> <p>Voce 01.P09.A45.035 della Sezione 01 Opere Edili dell'<i>Elenco prezzi di riferimento per opere e lavori pubblici della Regione Piemonte - edizione dicembre 2013 valevole per il 2014</i></p>												
Valori di trasmittanza della struttura oggetto di intervento	<table border="1" data-bbox="464 702 1439 1051"> <thead> <tr> <th></th><th>Valore struttura</th><th>Valore limite (*)</th><th>Verificato</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="464 743 742 893">Trasmittanza stato di fatto</td><td data-bbox="742 743 1004 893">M1: 1,07 W/m²K M2: 1,10 W/m²K M5: 1,04 W/m²K M10: 1,76 W/m²K</td><td data-bbox="1004 743 1266 893">0,33 W/m²K</td><td data-bbox="1266 743 1439 893">No</td></tr> <tr> <td data-bbox="464 893 742 1051">Trasmittanza Post-intervento</td><td data-bbox="742 893 1004 1051">M1: 0,208 W/m²K M2: 0,209 W/m²K M5: 0,207 W/m²K M10: 0,225 W/m²K</td><td data-bbox="1004 893 1266 1051">0,33 W/m²K</td><td data-bbox="1266 893 1439 1051">Sì</td></tr> </tbody> </table> <p>(*) Riferito ai limiti vigenti sul territorio regionale del Piemonte per la zona F, indicati nella Tabella 5 dell'allegato 3 alla Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968.</p>		Valore struttura	Valore limite (*)	Verificato	Trasmittanza stato di fatto	M1: 1,07 W/m ² K M2: 1,10 W/m ² K M5: 1,04 W/m ² K M10: 1,76 W/m ² K	0,33 W/m ² K	No	Trasmittanza Post-intervento	M1: 0,208 W/m ² K M2: 0,209 W/m ² K M5: 0,207 W/m ² K M10: 0,225 W/m ² K	0,33 W/m ² K	Sì
	Valore struttura	Valore limite (*)	Verificato										
Trasmittanza stato di fatto	M1: 1,07 W/m ² K M2: 1,10 W/m ² K M5: 1,04 W/m ² K M10: 1,76 W/m ² K	0,33 W/m ² K	No										
Trasmittanza Post-intervento	M1: 0,208 W/m ² K M2: 0,209 W/m ² K M5: 0,207 W/m ² K M10: 0,225 W/m ² K	0,33 W/m ² K	Sì										
BENEFICI	<p>a) Riduzione delle dispersioni di calore verso l'esterno con benefici energetici sia invernali che estivi.</p> <p>b) Adeguamento del valore di trasmittanza termica della muratura oggetto di intervento rispetto ai valori limite riferiti alla normativa vigente sul territorio regionale del Piemonte per la zona F, indicati nella Tabella 5 dell'allegato 3 alla Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968.</p> <p>c) Maggiore comfort termico invernale nelle aree di intervento grazie alla riduzione delle dispersioni di calore e miglioramento del comfort abitativo.</p> <p>d) Eliminazione dei ponti termici, con eliminazione dei problemi di formazione di condensa superficiale ed eventuale formazione di muffe.</p>												

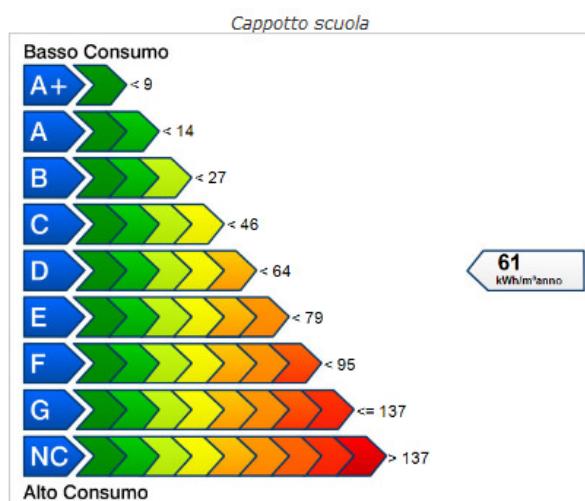
5.1.2 ISOLAMENTO A CAPPOTTO DELLA MURATURA PERIMETRALE



Confronto delle targhe energetiche per la prestazione globale



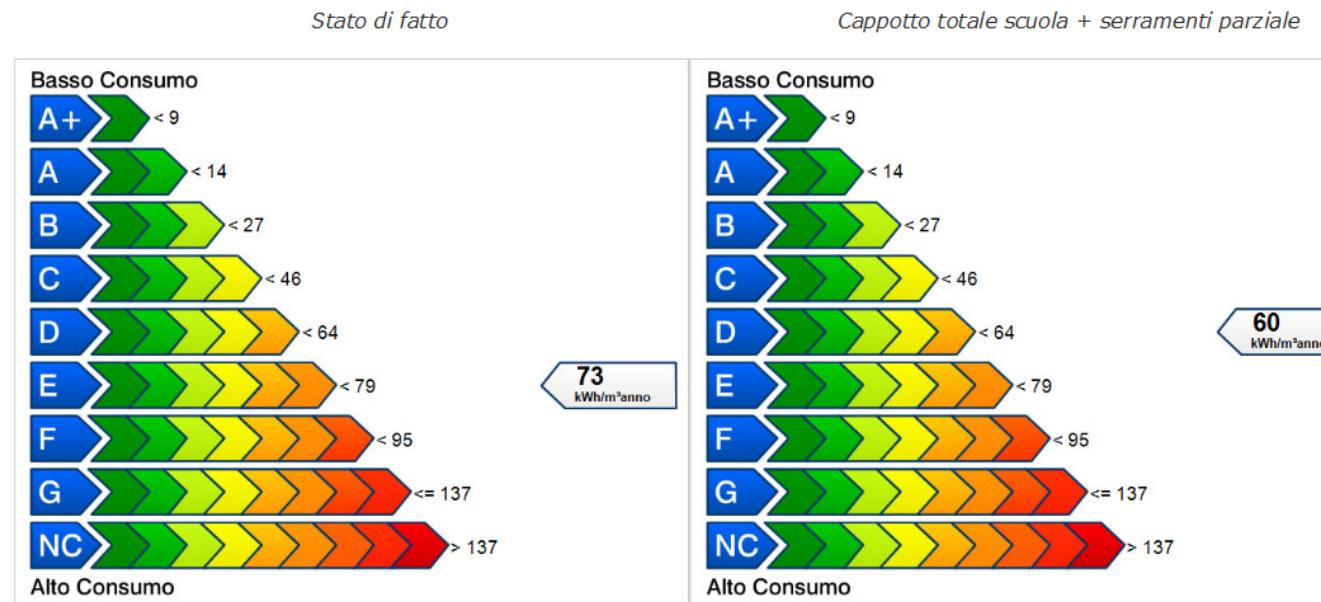
Il valore rappresentato è l'indice di prestazione globale con localizzazione teorica a Torino.



5.1.2 ISOLAMENTO A CAPPOTTO DELLA MURATURA PERIMETRALE

Confronto dei fabbisogni e dei rendimenti				
	Stato di fatto	Cappotto scuola	Variazione	
Fabbisogno netto involucro riscaldamento	922.482	783.908	138.574	kWh
Fabbisogno energia primaria riscaldamento	1.294.550	1.099.672	194.878	kWh
Rendimento globale medio stagionale riscaldamento	71,3	71,3	0,0	%
Fabbisogno energia termica produzione ACS	491	491	0	kWh
Fabbisogno energia primaria produzione ACS	605	605	0	kWh
Rendimento globale medio stagionale ACS	81,2	81,2	0,0	%
Indice di prestazione invernale	81,1	68,9	12,2	kWh/m ³ a
Indice di prestazione ACS	0,0	0,0	0,0	kWh/m ³ a
Indice di prestazione globale	81,1	68,9	12,2	kWh/m ³ a
Emissione di CO ₂	21,7	18,5	3,2	Kg/m ³ a

Confronto delle targhe energetiche per la prestazione globale



Il valore rappresentato è l'indice di prestazione globale con localizzazione teorica a Torino.

Confronto dei fabbisogni e dei rendimenti

	Stato di fatto	Cappotto totale scuola + serramenti parziale	Variazione	
Fabbisogno netto involucro riscaldamento	922.482	769.613	152.869	kWh
Fabbisogno energia primaria riscaldamento	1.294.550	1.080.437	214.113	kWh
Rendimento globale medio stagionale riscaldamento	71,3	71,2	0,0	%
Fabbisogno energia termica produzione ACS	491	491	0	kWh
Fabbisogno energia primaria produzione ACS	605	605	0	kWh
Rendimento globale medio stagionale ACS	81,2	81,2	0,0	%
Indice di prestazione invernale	81,1	67,7	13,4	kWh/m ³ a
Indice di prestazione ACS	0,0	0,0	0,0	kWh/m ³ a
Indice di prestazione globale	81,1	67,7	13,4	kWh/m ³ a
Emissione di CO ₂	21,7	18,1	3,5	Kg/m ³ a

Tabella 4 – Analisi costi-benefici

INDICATORI DI RIFERIMENTO CALCOLATI RISPETTO AI CONSUMI REALI		
Indicatore	Valore	Note
EMISSIONI CO ₂ EVITATE (16,6%)	17.616 kg CO ₂ /anno	Coeff di conversione per il gasolio: 0,267 kg CO ₂ /kWh

Rapporto “kgCO ₂ evitata all’anno/costo investimento”	0,083 kg CO ₂ /€	
RISPARMIO CONSUMI (16,6%) rispetto ai consumi reali	65.905 kWh/anno	
RISPARMIO ECONOMICO ANNUO	5.931 €/anno	COSTO GASOLIO DA FATTURA PER RIFORNIMENTO 0,09 €/kWh

Il *grafico* mostra il confronto tra i consumi energetici reali dello stato di fatto ed i consumi attesi dopo la realizzazione degli interventi.

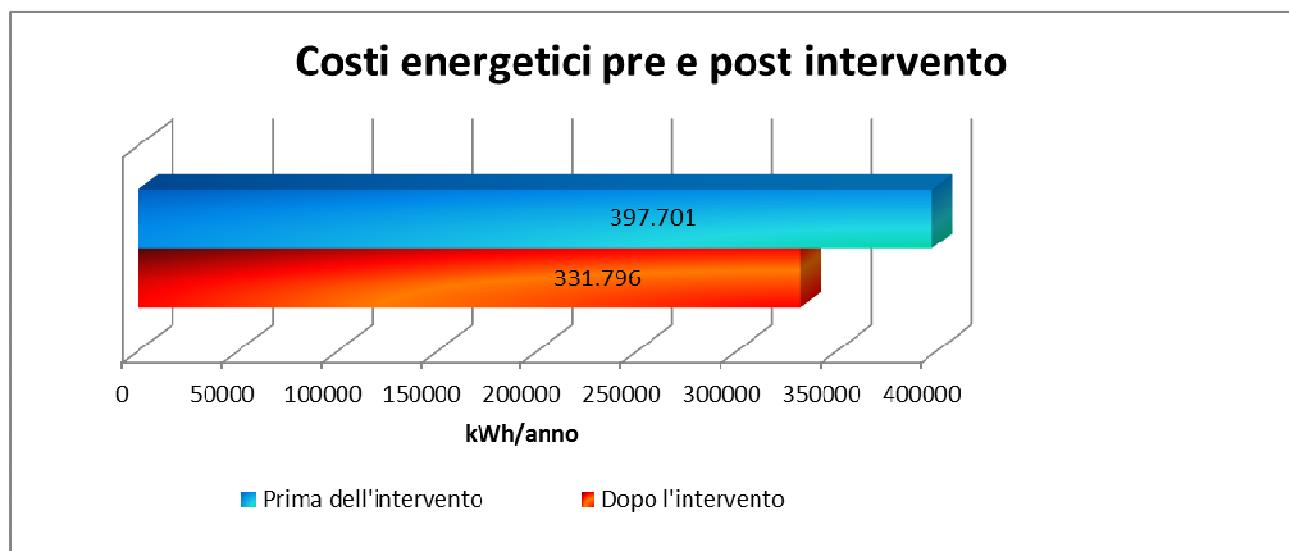


Grafico 2 – Consumi energetici prima e dopo l’intervento, con riferimento ai consumi reali

2.3 Risanamento palestra e locali annessi

Il progetto si propone di risolvere alcune delle criticità dei locali sopra descritti, ponendo in atto i seguenti interventi:

- A) realizzazione vespaio aerato nei locali servizi igienici maschili e femminili;
- B) rifacimento dei servizi igienici maschili e femminili
- C) realizzazione dei rivestimenti nei locali spogliatoio maschile e femminile;
- D) realizzazione di zoccolatura sulle pareti esterne con intonaco traspirante antiumidità;
- E) Sostituzione dei serramenti esterni;
- F) Miglioramento acustico del locale palestra;
- A) Nei locali annessi alla palestra si rileva una diffusa umidità di risalita presente nei muri e nelle pavimentazioni, dovuta alla realizzazione della solaio contro terra senza la presenza di un vespaio.

Nei locali spogliatoio sono stati realizzati di recente dei contromuri in cartongesso con intercapedine aerata per far fronte alle problematiche causate dalla presenza di umidità. Pertanto, per non vanificare le opere da poco realizzate, questi locali non saranno oggetto del presente intervento.

Nei servizi igienici (che sono completamente da rifare - vedi punto successivo), il progetto prevede la realizzazione di un vespaio aerato per far sì che l'umidità presente nel terreno non sia a diretto contatto con la pavimentazione ed abbia modo di evaporare ed asciugare prima di intaccare le strutture. In particolare il vespaio comporterà le seguenti opere:

- smantellamento completo degli attuali servizi igienici con la rimozione di sanitari, impianti adduzione e scarico, porte interne e radiatori;
- demolizione dei rivestimenti;
- demolizione delle tramezzature esistenti;
- demolizione dell'attuale pavimento e dell'attuale soletta contro terra con trasporto in discarica dei materiali di risulta;
- scavo per il raggiungimento delle quote di progetto;
- posa di canali in PVC di aerazione del vespaio, incassati nella muratura perimetrale, completi di griglie di aerazione a parete;
- realizzazione di soletta areata con casseri a perdere modulari in polipropilene riciclato (igloo) $h = 30$ cm, comprensiva di sottofondo in calcestruzzo magro dello spessore minimo di 5 cm per la formazione del piano di posa, getto di calcestruzzo per il riempimento dei vuoti, successiva soletta superiore in calcestruzzo classe di resistenza minima 28/35 spessore minimo 8 cm armata con rete elettrosaldata 6/20x20;

A. Il rifacimento dei servizi igienici che si presentano vetusti ed in cattivo stato di conservazione prevede:

- realizzazione delle nuove tramezzature intonacate;
- fornitura e posa in opera di barriera al vapore in PE;
- fornitura e posa di pannelli di coibentazione in EPS $\lambda = 0.033$ spessore 8 cm;
- realizzazione di nuovo impianto di adduzione idrica in tubo multistrato;
- realizzazione di nuovo impianto di scarico con tubazioni in polietilene tipo geberit;
- esecuzione di sottofondo per pavimenti in calcestruzzo alleggerito $h = 15$ cm;
- realizzazione di pavimenti e rivestimenti con piastrelle in gres ceramico fine porcellanato;
- fornitura e posa dei sanitari e delle rubinetterie;
- fornitura e posa nuove porte interne;
- tinteggiatura.

B. Ogni servizio igienico sarà dotato di pozzetto sifonato a pavimento per lo scolo delle acque di lavaggio, rubinetto con attacco gomma per lavaggio pavimenti e saracinesche di intercettazione acqua.

C. Saranno realizzate anche alcune piccole modifiche all'impianto elettrico funzionali all'illuminazione dei nuovi locali.

D. Per adeguare i locali spogliatoio alle norme igienico - sanitarie saranno rivestiti fino all'altezza di 2.00 m con piastrelle in gres ceramico nei formati 20x20 - 30x30 di tipologia e colori a scelta della D.L.

E. All'esterno, sulle pareti sud ed est su cui sono più evidenti i segni del degrado causato dall'umidità di risalita, sarà realizzato uno zoccolo con un intonaco traspirante antiumidità

fino all'altezza dei davanzali delle finestre dei locali di servizio, previa spicconatura e scrostatura di tutto l'intonaco esistente ammalorato.

Il fabbricato presenta serramenti in ferro e vetro semplice risalenti all'epoca di realizzazione che, oltre a presentare evidenti segni di vetustà e degrado (deformazioni, movimentazione difficoltosa, macchie, ruggine, rotture, ecc...) non risultano rispondenti alla normativa sulla sicurezza. Il progetto prevede la sostituzione dei serramenti esistenti con nuovi serramenti aventi le seguenti caratteristiche:

- telaio in alluminio color alluminio a taglio termico con trasmittanza termica $\leq 2 \text{ W/mqk}$, comprensivo di profili fermavetro, gocciolatoio, ferramenta e maniglia in alluminio;
- vetrocamera 3+3/15/3+3 magnetronico (B.E. 1 lastra) $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $Rw = \text{c.a } 36\text{dB}$ formato da due lastre di vetro antisfondamento con interposta intercapedine d'aria o gas,;
- i vetri dei serramenti dei bagni o degli spogliatoi saranno satinati;
- le porte costituenti uscite di sicurezza saranno dotate di maniglioni antipanico;

L'acustica della palestra è fortemente compromessa da un fastidioso effetto riverbero. Per far fronte a questo problema il progetto prevede il rivestimento della porzione delle pareti interne sopra i 2 metri di altezza e del soffitto con pannelli fibra riciclata di poliestere ad elevato potere fonoassorbente nei formati 140x100 e 100x70, incollati direttamente sulle strutture esistenti.

3. FATTIBILITÀ AMBIENTALE

Sotto il profilo ambientale l'intervento non presenta particolari problematicità, trattandosi di ristrutturazione edilizia di opere esistenti consolidate nel tempo.

L'intervento anzi, proprio sotto il profilo ambientale, presenta caratteristiche di miglioramento rispetto alla situazione esistente in quanto la sua realizzazione comporterà:

- **l'abbattimento delle emissioni in atmosfera di gas serra**, resa possibile dal miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio con la conseguente riduzione del fabbisogno di combustibile per il riscaldamento degli ambienti;
- un notevole beneficio in termini di **salubrità e comfort termo-acustico** degli ambienti interni, grazie all'eliminazione delle infiltrazioni d'aria attraverso i telai dei serramenti e alla riduzione delle dispersioni di calore attraverso le pareti perimetrali ed i serramenti stessi;

4. SICUREZZA, FUNZIONALITÀ ED ECONOMIA DI GESTIONE DELLA PROGETTAZIONE

4.1 Sicurezza del cantiere e interferenze

Il fabbricato adibito a Scuola del comune di Paesana (CN) sito in via Roma, 54 non confina con altri fabbricati.

Gli interventi interesseranno tutto il perimetro dell'edificio, nonché l'interno del medesimo. L'area che andrà ad occupare il cantiere non risulta interessata da attività pericolose ed è raggiungibile dalla viabilità

ordinaria, con mezzi di grandi dimensioni, compresi quelli di soccorso, per un loro eventuale intervento, ed è facilmente accessibile. L'organizzazione di cantiere sarà coordinata in funzione dell'avanzamento del cantiere stesso. Le lavorazioni non costituiscono, per proprio conto, delle situazioni di pericolo se non per il fatto che dovranno essere effettuate contestualmente alle ordinarie attività di lavoro e senza che queste subiscano pesanti interruzioni.

Quindi i normali accorgimenti da prendere per tali lavorazioni dovranno essere integrati da misure straordinarie che tengano nel giusto conto la presenza degli addetti al cantiere con gli utilizzatori.

Le regole disciplinari per il personale per la regolamentazione degli accessi e della circolazione dei mezzi e dei dispositivi di protezione individuale saranno regolamentate dai coordinatori.

Sarà comunque opportuno che le lavorazioni interessanti l'interno dell'edificio vengano realizzate nei periodi in cui non vi è popolazione scolastica all'interno, al fine di limitare al massimo le interferenze con le medesime attività scolastiche.

4.2 Opere necessarie ad ottenere i necessari livelli di sicurezza, l'economia di gestione e la funzionalità

Nell'ambito degli interventi da realizzare occorrerà prestare particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- conservazione degli impianti e adeguamento alle normative vigenti;
- utilizzo di materiali conformi alle vigenti norme in tema di prevenzione incendi.

In passato l'edificio è già stato interessato da ristrutturazioni degli infissi e della centrale termica le quali sono state eseguite nel rispetto dei requisiti normativi.

Relativamente alle coibentazioni e alla sostituzione dei serramenti esterni in progetto dovranno essere utilizzati materiali aventi opportune caratteristiche di resistenza al fuoco, così come le opere di ripristino di pavimentazioni e rivestimenti dovranno essere realizzate con l'utilizzo di materiali aventi idonea resistenza al fuoco.

5. CONCLUSIONI

5.1 Efficientamento energetico

Le opere per il miglioramento della funzionalità e dell'economia di gestione riguardano principalmente il microclima interno e consistono in interventi di coibentazione della muratura perimetrale e nella sostituzione dei serramenti.

5.2 Miglioramento sismico

Come si può constatare dalla seguente relazione di calcolo l'edificio in esame presenta una struttura complessa dovuta alle diverse tipologie strutturali della quale si compone.

Questo porta a un'accentuata eterogeneità sia per quanto riguarda i materiali, sia per le tecnologie costruttive.

Analizzando la struttura nel suo insieme si può constatare come la sua capacità sismo resistente sia estremamente bassa.

Gli interventi di separazione dei vari corpi possono portare a un discreto miglioramento di ciascuno di essi.

Le analisi condotte, infatti, hanno dimostrato come, riducendo i punti deboli che il complesso poteva avere nel suo insieme, si possa ottenere un miglioramento sismico, evitando così pericolosi movimenti e martellamenti tra strutture con spostamenti completamente differenti tra loro.

Il corpo centrale in pietrame, sul quale si sono concentrate le verifiche e gli interventi di miglioramento sismico, è estremamente più resistente senza le altre strutture annesse; gli interventi di consolidamento ipotizzati accrescono ulteriormente la sua resistenza al sisma rispettando quanto previsto dalle norme tecniche attualmente vigenti, in tema di miglioramento sismico.

L'indicatore di rischio, ottenuto come rapporto tra capacità e domanda in termini di PGA, sia allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV), sia allo stato limite di danno (SLD), risulta essere maggiore in fase di progetto rispetto alla situazione esistente, come si evince dal prospetto che segue.

Esistente

Distr.	Direz.	q	PGA,CLV	TR,CLV	aV,PGA	aV,TR	PGA,CLD	TR,CLD	aD,PGA	aD,TR
A	+X	2.000	0.085	150	0.375	0.216	0.018	55	0.186	0.733
A	-X	3.750	0.027	200	0.119	0.280	0.027	55	0.278	0.733
A	+Y	2.800	0.051	250	0.227	0.351	0.034	65	0.352	0.866
A	-Y	2.720	0.069	200	0.305	0.280	0.069	36	0.711	0.486
E	+X	3.750	0.107	150	0.475	0.210	0.017	20	0.175	0.266
E	-X	3.750	0.031	100	0.137	0.140	0.031	55	0.320	0.733
E	+Y	2.800	0.074	200	0.327	0.280	0.043	36	0.452	0.486
E	-Y	3.100	0.062	300	0.274	0.421	0.062	31	0.639	0.410

Progetto

Distr.	Direz.	q	PGA,CLV	TR,CLV	aV,PGA	aV,TR	PGA,CLD	TR,CLD	aD,PGA	aD,TR
A	+X	3.359	0.153	215	0.677	0.302	0.117	112	1.206	1.493
A	-X	3.750	0.124	127	0.549	0.178	0.120	116	1.237	1.548
A	+Y	2.400	0.126	134	0.558	0.188	0.141	174	1.454	2.313
A	-Y	3.750	0.101	131	0.546	0.183	0.066	53	0.846	0.706
E	+X	3.115	0.215	1163	1.162	1.633	0.160	451	2.051	6.013
E	-X	3.025	0.148	210	0.736	0.442	0.119	117	1.506	2.338
E	+Y	3.045	0.144	193	0.716	0.405	0.146	193	1.848	3.854
E	-Y	2.889	0.299	2475	1.488	5.211	0.134	155	1.696	3.096