



PROGETTO ESECUTIVO

Intervento di ristrutturazione della Scuola Elementare

BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA - MUTUI

Piano triennale di edilizia scolastica in attuazione dell'Art 10 del D.L. n. 104/ 2013 e del Decreto del Ministro dell'economia e delle finanze di concerto con il Ministro dell'istruzione dell'università e della ricerca e con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti in data 21-01-2015



codice
06TR_SC2015

committente:

Comune di Trinità
Via Roma, 1
12049 Trinità CN

Sig. Sindaco:
Sig.ra Ernesta Zucco

tecnico incaricato:

Arch. Rossella Cuncu
Via Marengo, 95
12073 Ceva

C.F. CNC RSL 77D57 B354I
P.IVA 02998700047

Cell. 333 2260581

data:

16 Febbraio 2015

oggetto

Relazione tecnica

scala	allegato
-	1

Sommario

1.	PREMESSA.....	2
1.1.	Riferimenti normativi.....	2
2.	Note di carattere generale.....	4
2.1.	Sito oggetto dell'intervento edilizio.....	4
2.2.	Parametri Climatici del Comune.....	4
2.3.	Edificio oggetto d'intervento.....	5
2.4.	Caratteristiche degli elementi strutturali.....	6
2.5.	Caratteristiche costruttive e dell'involucro esistente.....	6
2.5.1	Involucro pareti opache esterne.....	6
2.5.2	Pavimenti.....	8
2.5.3	Copertura.....	8
2.5.4	Serramenti.....	9
2.5.5	Impianto di climatizzazione invernale.....	11
2.5.6	Impianto per la produzione di acqua calda ad usi sanitari.....	11
3	Descrizione dell'intervento proposto.....	11
3.1	Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica.....	12
3.1.1.	Coibentazione superfici orizzontali disperdenti.....	12
3.1.2.	Coibentazione pareti perimetrali.....	12
3.1.3.	Sostituzione serramenti esterni.....	13
3.1.4.	Sostituzione centrale termica.....	15
3.1.5.	Installazione valvole termostatiche.....	15
3.1.6.	Installazione sistemi di contabilizzazione dell'energia.....	15
3.1.7.	Installazione impianto solare termico per acqua calda sanitaria.....	16
3.1.8.	Confronto energetico pre e post intervento.....	17
3.2.	Interventi di messa in sicurezza e adeguamento.....	17
3.2.1	Servizi igienici.....	17
3.2.2	Restauro copertura in legno corpi laterali.....	17
3.2.3	Sostituzione dei serramenti interni.....	18
3.3.	Interventi di miglioramento sismico.....	19

1. PREMESSA

Visto il BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA - MUTUI Piano triennale di edilizia scolastica in attuazione dell'Art 10 del D.L. n. 104/ 2013 e del Decreto del Ministro dell'economia e delle finanze di concerto con il Ministro dell'istruzione dell'università e della ricerca e con il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti in data 21-01-2015 ", l'Amministrazione Comunale di Trinità ha intenzione di realizzare un "Intervento di ristrutturazione della Scuola Elementare".

Tale edificio necessita di un intervento di messa in sicurezza della struttura attualmente non adeguata sismicamente e di un intervento di riqualificazione energetica volta alla riduzione dei consumi energetici, attualmente particolarmente elevati.

L'Amministrazione Comunale ha quindi incaricato la sottoscritta professionista Arch. Rossella Cuncu, residente in Ceva (CN), via Bonneville n° 6, abilitato alla libera professione ed iscritto all'Ordine degli Architetti della Provincia di Cuneo al n. 1182, avente Studio Tecnico in Ceva, via Marengo n° 95 (Telefono 0174/721999), di provvedere alla stesura degli elaborati del progetto esecutivo, previsti dal DPR 380/2001 e s.m.i. (aggiornato alla Legge 07/08/2012, n. 134).

1.1. Riferimenti normativi

Decreto Ministeriale del 18-12-1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica"

L. 23/96, "Norme per l'edilizia scolastica" (in particolare artt. 4 e 7)

L.R. n. 28 del 2007 "Norme sull'istruzione, il diritto allo studio e la libera scelta educativa"

L.R. n.13 del 28/05/2007 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia" e s.m.i.

L.R. n. 30 del 2008 "Norme per la tutela della salute, il risanamento dell'ambiente, la bonifica e lo smaltimento dell'amianto"

DM 14-1-2008 "approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (sismica)

D.G.R. 46-11968 del 2009 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia" e s.m.i.

D.G.R. 43-11965 del 4-8-2009 Legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia". Disposizioni attuative in materia di certificazione energetica degli edifici ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere d), e) ed f

D.L 104/13 convertito, con modificazioni, dalla L. 128/13, "Misure urgenti in materia di istruzione, università e ricerca" (rif. Art. 10)

D.G.R. 65-7656 DEL 21-5-2014 DAL 1° 10-2014 Individuazione dell'ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e controllo

delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011, n. 4-3084.

DGR 29-12-2014 n. 32-846 Approvazione del Piano di revisione del dimensionamento delle istituzioni scolastiche statali del Piemonte per l'anno scolastico 2015-16.

DCR 4-11-2014 n. 10-35899 Atto di indirizzo e criteri per la programmazione e la definizione del piano regionale di dimensionamento delle Autonomie scolastiche piemontesi e per la programmazione dell'offerta formativa per l'anno scolastico 2015-2016”.

Decreto Interministeriale “in via di definizione” MEF-MIUR-MIT del 21/1/2015 che definisce le modalità di attuazione della norma per l’attivazione dei mutui e per la definizione della programmazione triennale

D.G.R. N. 15-978 del 2-2-2015 “Approvazione dei criteri generali per la redazione del piano triennale e dei piani annuali di edilizia scolastica 2015-16-17, in attuazione dell’art 10 del D.L. n. 104/2013 – Decreto Interministeriale MEF-MIUR-MIT del 21.1.2015 per interventi su edifici scolastici di proprietà pubblica sede di scuole statali dell’infanzia, primaria e secondaria di primo e secondo grado.”

Determina n. 47 del 3-2-2015 (“DGR 15-978 del 2-2-2015 - Adempimenti per la redazione del piano di cui piano triennale e dei piani annuali di edilizia scolastica 2015-16-17 in attuazione dell’ Art 10 D.L. n. 104/2013 Decreto Interministeriale MEF/MIUR/MIT del 21-1-2015”).

I calcoli delle dispersioni termiche e dei fabbisogni energetici sono stati eseguiti mediante apposito software, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente. Si precisa che per la modellazione delle strutture, in alcuni casi, è stata utilizzata una macchina termografica ed un termo flussimetro, strumenti grazie ai quali è possibile eseguire al meglio le simulazioni di calcolo.

Metodologia di calcolo adottata	UNI/TS 11300-1, UNI/TS 11300-2, UNI/TS 11300-4 e norme correlate
Software utilizzato	EC700 – Calcolo prestazioni termiche dell’edificio
Denominazione produttore	Edilclima S.r.l.
Rispondenza a UNI/TS 11300	Certificato di conformità n. 24 alle norme UNI/TS 11300:2008 parte 1 e 2, rilasciato dal C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano) il 28 giugno 2011. Certificato di conformità n. 31 alle norme UNI/TS 11300-4:2012, rilasciato dal C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano) il 4 settembre 2012.

2. Note di carattere generale

2.1. Sito oggetto dell'intervento edilizio

Il fabbricato in oggetto è ubicato nel Comune di Trinità (CN), in via Carlo Marra, n.18.



Foto 1: Immagine aerea, fabbricato oggetto d'intervento

Località:	Trinità
Provincia:	CN
C.A.P.	12049
Indirizzo:	Via Carlo Marra, 18
Destinazione d'uso	Edificio adibito ad attività scolastiche
Categoria d'Uso	E.7

2.2. Parametri Climatici del Comune

Il territorio del comune di Trinità è stato inserito nella **zona climatica E**, assegnazione avvenuta con Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 26 agosto 1993, della quale di seguito si riportano le caratteristiche:

Zona climatica	Periodo di accensione degli impianti termici: dal 15 ottobre al 15 aprile (14 ore giornaliere), salvo ampliamenti disposti dal Sindaco.
E	

Gradi-giorno	Il grado-giorno (GG) di una località è l'unità di misura che stima il fabbisogno energetico necessario per mantenere un clima confortevole nelle abitazioni.
2.647	Rappresenta la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, degli incrementi medi giornalieri di temperatura necessari per raggiungere la soglia di 20 °C. Più alto è il valore del GG e maggiore è la necessità di tenere acceso l'impianto termico.

2.3. Edificio oggetto d'intervento

L'edificio oggetto d'intervento sorge nel centro del comune e risulta accatastato al Foglio n. 24, Mappale n. 1, del N.C.E.U. del Comune di Trinità.

Nel P.R.G.C. l'edificio viene identificato come A3 "Area per attrezzature e servizi pubblico di livello comunale".

L'edificio è **sottoposto a vincolo architettonico** ai sensi del "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio" di cui al Decreto Legislativo n. 42 del 22/01/2004, in quanto immobile di proprietà comunale con più di 70 anni.

Si veda la tavola allegata relativa all'inquadramento cartografico per maggiori dettagli.



Foto 2: Immagine dell'edificio scolastico

L'immobile in oggetto presenta una forma a L, infatti all'edificio storico è stato affiancato un edificio più recente per implementare la dotazione di aule e servizi. Il complesso si sviluppa su tre piani così distribuiti:

- Piano Terra
- Piano Primo
- Piano Sottotetto

Al piano terra vi sono le aule, il dormitorio, la segreteria, i servizi igienici e la centrale termica alla quale si può accedere dall'esterno dell'edificio.

Ai piani successivi si accede dall'ascensore e dal vano scala posizionato in prossimità dell'atrio dell'ingresso principale della scuola.

Al piano primo, il cui sviluppo si concentra nel corpo centrale, si trovano le aule, n. 4, e i servizi igienici disimpegnate dal corridoio.

Il piano sottotetto ospita il locale mensa, la cucina, la dispensa, il ripostiglio ed i servizi igienici.

Tutti gli ambienti hanno un'altezza media di circa 4 m.

I collegamenti verticali sono garantiti internamente dalla scala, e dall'ascensore esterno al corpo di fabbrica collocato presso il cortile interno. E' presente, inoltre una scala di emergenza esterna.

2.4. Caratteristiche degli elementi strutturali

L'edificio presenta una struttura a muratura portante; alcuni solai, tra cui quello dell'ingresso, sono realizzati a mezzo di volte in mattoni pieni, mentre in altre parti dell'edificio si osservano solai composti da elementi portanti in acciaio e tavole in materiale laterizio. La zona centrale si sviluppa su due piani e presenta una copertura in latero cemento al piano primo; i due blocchi laterali presentano copertura in legno con sottotetto non riscaldato.

2.5. Caratteristiche costruttive e dell'involucro esistente

Le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali, degli elementi che costituiscono l'involucro sono state indagate ed approfondite negli elaborati costituenti il Progetto Termico, si rimanda pertanto all'allegato n. 5, ove sono stati analizzati gli elementi necessari per la comprensione del progetto di riqualificazione energetica.

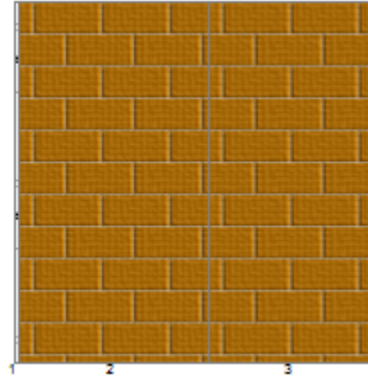
2.5.1 Involucro pareti opache esterne

La struttura dell'edificio principale è in muratura portante in mattoni, la muratura perimetrale presenta uno spessore di circa 50 cm. La porzione dell'ampliamento è invece realizzato in calcestruzzo armato con tamponamenti in muratura a cassavuota.

Descrizione della struttura: Muratura edificio principale PT - Lato centrale

Codice: M1

Trasmittanza termica	0,810	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,874	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	8,00	%
Spessore	810	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-9,0	°C
Permeanza	27,397	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	1456	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	1440	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,007	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,008	-
Sfasamento onda termica	-1,7	h



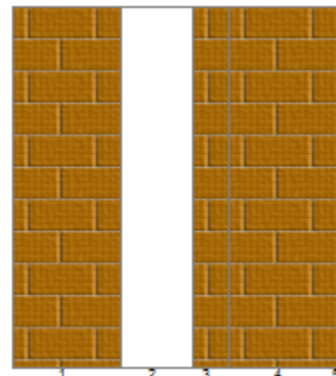
Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
2	Mattoni pieni	425,00	0,787	0,540	1800	0,84	9
3	Mattoni pieni	375,00	0,798	0,470	1800	0,84	9
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,083	-	-	-

Descrizione della struttura: Muratura ampliamento

Codice: M4

Trasmittanza termica	1,012	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,113	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	10,00	%
Spessore	460	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-9,0	°C
Permeanza	190,476	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	496	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	480	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,200	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,197	-
Sfasamento onda termica	-11,2	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Muratura in laterizio pareti interne (um. 0.5%)	150,00	0,900	-	2000	0,84	7

2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm ² /m	100,00	-	-	-	-	-
3	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	50,00	0,810	-	1800	0,84	-
4	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	150,00	0,360	-	600	0,84	-
5	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	-	1600	1,00	-
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,083	-	-	-

2.5.2 Pavimenti

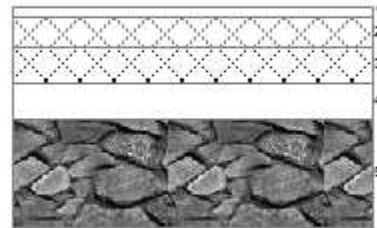
L'edificio è caratterizzato da finiture interne su solaio di calpestio costituite da rivestimenti in ceramica, i solai al piano terra risultano disperdenti verso terreno, realizzati su vespai aerati.

Si riporta la stratigrafia ricorrente delle tipologie di solaio disperdenti controterra con relative caratteristiche costruttive.

Descrizione della struttura: Pavimento verso terreno

Codice: P3

Trasmittanza termica	1,416	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,579	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	0,626	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	8,00	%
Spessore	305	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-9,0	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	458	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	458	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,418	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,721	-
Sfasamento onda termica	-9,0	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00	1,300	0,012	2300	0,84	9999999
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50,00	1,490	0,034	2200	0,88	70
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	50,00	0,238	0,210	-	-	-
5	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	150,00	0,700	0,214	1500	0,84	5
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

2.5.3 Copertura

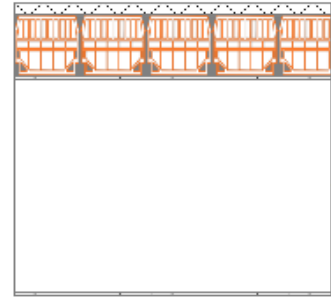
Il piano terra dell'edificio presenta come elemento disperdente verso l'alto il solaio verso sottotetto praticabile non riscaldato, nelle maniche laterali, all'estradosso del solaio non è presente alcun strato isolante. Il corpo centrale interessato dall'ampliamento è stato realizzato in latero cemento e costituisce l'elemento di copertura.

Le aule sono caratterizzate dalla presenza di controsoffitti non coibentati.

Descrizione della struttura: Soffitto PT verso sottotetto con controsoffitto

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,303	W/m ² K
Trasmittanza con maggiorazione ponte termico	1,408	W/m ² K
Maggiorazione ponte termico	8,00	%
Spessore	960	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-6,1	°C
Permeanza	45,351	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	333	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	308	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,491	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,377	-
Sfasamento onda termica	-7,9	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,100	-	-	-
1	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	40,00	1,490	0,027	2200	0,88	70
2	Soletta in laterizio spess. 16 - Interasse 50	200,00	0,610	0,328	1100	0,84	7
3	Intonaco di calce e sabbia	10,00	0,800	0,013	1600	1,00	10
4	Intercapedine non ventilata Av<500 mm ² /m	700,00	4,375	0,160	-	-	-
5	Cartongesso in lastre	10,00	0,250	0,040	900	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

2.5.4 Serramenti

L'edificio è caratterizzato da serramenti in legno a vetro doppio, ma non a taglio termico.

Tali tipologie di serramenti si ripetono in tutto l'edificio, geometricamente si caratterizzano per la parte superiore rettangolare o centinata.



Tipologia serramento - Prospetto Principale
Legno vetro doppio – telaio centinato e sopra luce
Larghezza 120 cm/altezza 175+60 cm



Tipologia serramento - ampliamento
Legno vetro doppio – telaio semplice e sopra luce
Larghezza 127 cm/altezza 227 cm



Prospetto sud - Tipologia serramento servizi igienici
Legno vetro doppio – telaio semplice
Larghezza 80 cm/altezza 130 cm



Prospetto sud - Tipologia serramento uscita di sicurezza
Legno vetro doppio – telaio centinato
Larghezza 157 cm/altezza 308+57 cm

2.5.5 Impianto di climatizzazione invernale

L'impianto termico è costituito da una sistema di produzione centralizzato composta da n° 3 caldaie in serie (generatore di calore) che attraverso una rete di distribuzione alimentano i terminali scaldanti (radiatori).

Nello specifico, le caldaie sono:

CALDAIA 1	CALDAIA 2	CALDAIA 3
Marca : ATAG	Marca : ATAG	Marca : ATAG
Modello : 2-HR 60	Modello : 2-HR 60	Modello : 2-HR 60
Matricola : PDK35175	Matricola : PDK35181	Matricola : PAJ38675
Anno : 2000	Anno : 2000	Anno : 1999
Materiale : Acciaio	Materiale : Acciaio	Materiale : Acciaio
Fluido termovettore : ACQUA	Fluido termovettore : ACQUA	Fluido termovettore : ACQUA
Potenzialità : 60 KW	Potenzialità : 60 KW	Potenzialità : 60 KW
Combustibile : GAS METANO	Combustibile : GAS METANO	Combustibile : GAS METANO

La distribuzione è del tipo "a colonne montanti con anello di distribuzione". La regolazione avviene con termostati ambiente nei vari locali.

2.5.6 Impianto per la produzione di acqua calda ad usi sanitari

La produzione dell'acqua calda ad usi sanitari è garantita da n. 2 boiler elettrici posizionati nei servizi del piano terra. Potenza termica complessiva (kW) 2,4.

3 Descrizione dell'intervento proposto

Come si evince dalle indagini effettuate in sito, il fabbricato presenta numerose criticità sia sotto il profilo energetico sia in ambito di sicurezza e fruizione degli ambienti.

Il progetto, elaborato di concerto con l'Amministrazione, vuole puntare in primis sulla sicurezza degli alunni migliorando dal punto di vista sismico la struttura, oltre che sulla riqualificazione energetica degli elementi dell'involucro, così come indicato nel progetto di AUDIT energetico eseguito sul fabbricato.

Gli interventi si possono così riassumere:

- Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica.
- Interventi di messa in sicurezza;
- Interventi di adeguamento sismico della struttura.

3.1 Interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica

3.1.1. Coibentazione superfici orizzontali disperdenti

Isolamento sottotetto con posa isolante sulla soletta

La soletta verso sottotetto dei due corpi laterali non risulta isolata: vista la percentuale di dispersione dell'elemento e tenuto conto della grande superficie disperdente si prevede come intervento prioritario e più efficace quello di coibentare all'estradosso con un materassino di lana di vetro di 15 cm con conducibilità termica pari a 0,034 W/mK.

Isolamento estradosso con isolante sottotegola

Inoltre si rende necessaria la coibentazione della copertura in latero-cemento del corpo centrale, prevedendo le seguenti lavorazioni:

- rimozione del manto di copertura in tegole,
- posa di pannelli di polistirene espanso di spessore 12 cm su listellatura incrociata a interasse 120 cm e 60 cm,
- posa di pannello OSB spessore 12mm
- posa di telo antigoccia
- listellatura porta tegole e manto di copertura.

La faldaleria presente risulta in buono stato in quanto recentemente sostituita ma sono stati previsti nuovi elementi di faldaleria in corrispondenza delle aperture sul tetto.

In corrispondenza delle suddette aperture verrà posizionato un listello di compensazione di dimensioni 12X20 cm circa su cui verrà fatta risvoltare la lattoneria e a cui verrà fissato il serramento in alluminio.

3.1.2. Coibentazione pareti perimetrali

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di isolamento delle pareti esterne mediante insufflaggio in intercapedine nella porzione di edificio di più recente realizzazione, visto che le caratteristiche della muratura lo consentono.

Tra gli interventi di riqualificazione dell'involucro, questo è il più semplice da realizzare, in quanto è il meno invasivo (si effettua anche dall'interno senza ponteggi), il più rapido (si realizza anche in poche ore) ed il più pulito. Consiste nell'insufflaggio del materiale isolante all'interno della camera d'aria della parete perimetrale a cassa vuota.

L'intervento si può realizzare utilizzando diversi materiali, sia di natura sintetica che minerale o naturale. Tra i materiali di natura sintetica esistono, ad esempio, la schiuma poliuretanica e

la schiuma ureica. Tra i materiali di origine naturale e minerale si può utilizzare la fibra di cellulosa in fiocchi, la perlite espansa, l'argilla espansa, la vermiculite e il sughero granulato.

I materiali sintetici offrono delle caratteristiche di conducibilità migliore (tra gli 0,031 e 0,035 W/mK) ma, per la loro natura non fibrosa non hanno un buon comportamento nella stagione estiva, offrendo un basso valore di inerzia termica.

I materiali di origine minerale o naturale hanno invece dei valori di conducibilità minore rispetto ai sintetici (sono tra gli 0,04 W/mK ad arrivare fino agli 0,075 e 0,080 W/mK) ma hanno il vantaggio di avere un buon comportamento nella stagione estiva con la loro natura fibrosa, offrendo dei ottimi valori di sfasamento e di inerzia termica, in base al dimensionamento ed al materiale impiegato.

Il materiale isolante naturale previsto a progetto è la fibra di cellulosa in fiocchi.

Questo tipo di materiale viene prodotto dalla cellulosa vergine o da scarti di produzioni industriali esenti da inchiostri di stampa, da patine e da composti del Boro (quali Borace, Acido Borico, ecc.) o altre sostanze tossiche ai sensi della Direttiva 67/548/EEC. E' inattaccabile da muffe, funghi, batteri, roditori o altri organismi. Resistente al fuoco classe = B-s1,d0. Conducibilità termica = 0,038 W/mK. $\mu \leq 2$. Densità ≥ 45 kg/m³.

Il materiale coibente deve essere insufflato in modo uniforme, continuo e con spessore e densità costanti lungo l'intera camera d'aria. Al fine di eliminare potenziali fuoriuscite del materiale durante l'insufflaggio, è necessario chiudere tutte le giunzioni tra i diversi sistemi di facciata.

La posa avviene all'interno della parete attraverso la realizzazione di fori praticati alla sommità della parete a distanza di circa due metri l'uno dall'altro e dotati di un diametro di circa 40-50 millimetri, in relazione alle dimensioni dei tubi per l'iniezione. I materiali sfusi sono inseriti nella parete per gravità, attraverso l'ausilio di idonei macchinari ad aria compressa. Una volta riempita tutta la parete, i fori vengono chiusi e rasati, portando l'area di intervento allo stato originario.

Nell'edificio principale non è previsto alcun intervento di coibentazione data la natura dell'edificio.

3.1.3. Sostituzione serramenti esterni

L'intervento prevede la sostituzione di tutti i serramenti con nuovi elementi a taglio termico in legno. I serramenti saranno realizzati con telaio in legno a taglio termico con stesse caratteristiche dimensionali e ripartizioni di quelli esistenti, ma con telaio da 68 cm di spessore, al fine di garantire adeguate prestazioni termiche.

Le ripartizioni verranno realizzate con traversine interne ed esterne in modo da garantire la medesima resa estetica ma mantenendo la vetrata unica per evitare di appesantire il disegno dei

serramenti con profili troppo spessi necessari per garantire requisiti di sicurezza e di rendimento energetico. La finitura sarà la medesima di quella esistente con laccatura di cromia bianco caldo.

I serramenti a taglio termico saranno costruiti con profilati separati mediante un elemento che interrompe la continuità termica tra l'interno e l'esterno dell'edificio; alla struttura del serramento verrà accoppiata una vetrata, al fine di ottenere una trasmittanza massima delle chiusure trasparenti (valore medio vetro/telaio) inferiore a $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

I serramenti a taglio termico con bassa trasmittanza U_w , anche a seguito della variazione delle condizioni climatiche esterne gli infissi consentono di evitare la dispersione dell'aria calda presente all'interno e di mantenere quindi ottime condizioni di comfort ambientale, con una completa assenza di condensa.

Nel caso specifico si prevede la sostituzione degli attuali serramenti con telaio in legno, con serramenti in legno a taglio termico dotati di vetrate isolanti tipo vetrocamera con basso emissivo e di sicurezza **classe 1(B)1 (UNI 7697- 2007)** formate da due lastre di cristallo stratificate e interposta intercapedine di mm 16 riempita con gas argon al 90%, complete di profilati distanziatori a elevato isolamento termico Y_g 0,06, giunti elastici, etc. per "film" si intende la pellicola di polivinilbutirrale interposta tra lastra e lastra.

Stratigrafia:

- Vetro esterno accoppiato di sicurezza: 3 mm + film PVB 0,38 + 3 mm;
- Intercapedine: 16 mm riempita con gas argon al 90%;
- Vetro interno accoppiato di sicurezza bassoemissivo: pellicola bassoemissiva su vetro 4 mm + film PVB 0,76 + vetro 4 mm.

Trasmittanza termica:

- Telaio: $U_f = 1,7 \text{ W/ m}^2\text{k}$
- Vetrata: $U_g = 1,2 \text{ W/ m}^2\text{k}$
- Telaio/vetro: $U_w < 1,4 \text{ W/ m}^2\text{k}$

Trasmittanza completa del serramento $U_w < 1,4 \text{ W/m}^2\text{k}$.

Nella scelta dei vetri si è tenuto conto non solo della trasmittanza termica e della sicurezza, ma anche di altre caratteristiche quali il Fattore di trasmissione luminosa ($t_L = 74\%$), il Fattore solare ($g = 56\%$) o l'indice di resa cromatica ($IRC = 94\%$), che influenzano il grado di sfruttamento degli apporti gratuiti ed il confort luminoso, indispensabili per svolgere correttamente il compito visivo da parte degli occupanti dell'edificio.

Si prevede anche la sostituzione dei serramenti su tetto del piano secondo con serramenti in alluminio a taglio termico.

3.1.4. Sostituzione centrale termica

Sostituzione delle attuali tre caldaie a condensazione con una caldaia moderna a gas metano a condensazione modulante dedicata al riscaldamento da 110 kW.

Per migliorare l'efficienza dell'impianto si prevede la sostituzione delle pompe di circolazione con pompe a giri variabili.

Si prevede la realizzazione di intonaco REI 120 sulle pareti e sul soffitto della centrale termica.

3.1.5. Installazione valvole termostatiche

Il progetto prevede l'installazione di valvole termostatiche su ogni radiatore.

La valvola termostatica è un semplice dispositivo capace di regolare un flusso grazie alla sua sensibilità alla variazione di temperatura.

Anziché avere un regolatore di temperatura per tutto l'edificio o zona termica, si può regolare l'emissione di calore dei radiatori in ogni singolo ambiente installando delle termovalvole sui radiatori.

Una manopola graduata consente di regolare la temperatura ambiente al livello desiderato. Se la temperatura dell'ambiente supera quella impostata, la valvola strozza l'afflusso di acqua calda, impedendo così il verificarsi di sovratemperature fastidiose. In tal modo si può sfruttare ad esempio l'energia gratuita dei raggi del sole entranti dalle finestre o della presenza di molte persone o degli elettrodomestici.

Le valvole termostatiche regolano automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura scelta ed impostata su una apposita manopola graduata. La valvola si chiude mano a mano che la temperatura del locale, misurata da un sensore, si avvicina a quella desiderata, consentendo di dirottare l'acqua calda verso gli altri radiatori ancora aperti.

3.1.6. Installazione sistemi di contabilizzazione dell'energia

Si prevede infine l'installazione di un contacalorie al fine di monitorare i consumi effettivi e poterli trasmettere secondo quanto previsto dal bando.

Il contatore di calore è stato progettato per misurare l'energia termica consumata in impianti centralizzati di riscaldamento e raffreddamento.

La contabilizzazione del calore fisico, viene rilevata mediante una lettura elettronica della quantità d'acqua defluita attraverso il contatore e dalla differenza di temperatura rilevata da due sonde ad alta precisione, poste, una sul flusso di mandata ed una sul flusso di ritorno.

Un conta-calorie o contatore di calore è composto da più componenti: la parte elettronica, il dispositivo di misurazione volumetrico e le sonde di temperatura. La parte elettronica

comandata dal microprocessore calcola il consumo di calore sulla base delle informazioni relative alla temperatura e al volume del fluido.

La portata d'acqua che fluisce attraverso il circuito viene rilevata con un dispositivo volumetrico dal contatore a capsula a getto unico, multiplo o a ultrasuoni.

Per mezzo delle sonde di temperatura si rileva la differenza fra la temperatura della mandata e quella del ritorno, dato indispensabile per calcolare la quantità di energia consumata.

3.1.7. Installazione impianto solare termico per acqua calda sanitaria

I pannelli solari termici permettono di riscaldare l'acqua sanitaria per l'uso quotidiano senza utilizzare gas o elettricità. Si basano su un principio molto semplice: utilizzare il calore proveniente dal Sole e utilizzarlo per il riscaldamento o la produzione di acqua calda che può arrivare fino a 70° in estate, ben al di sopra dei normali 40°-45° necessari per una doccia. Entro certi limiti sono pertanto un efficace sostituto dello scaldabagno elettrico o della caldaia a gas per generare acqua calda per utilizzi domestici ed industriali.

Un pannello solare termico (o collettore solare) è composto da un radiatore in grado di assorbire il calore dei raggi solari e trasferirlo al serbatoio di acqua. La circolazione dell'acqua dal serbatoio al rubinetto domestico è realizzata mediante circolazione naturale o forzata, in quest'ultimo caso il pannello solare integra una pompa idraulica con alimentazione elettrica.

Un pannello solare termico impiega circa 8-10 ore per riscaldare l'acqua del serbatoio. Il periodo di tempo necessario è fortemente variabile in base all'esposizione solare, alla stagione, alle condizioni meteorologiche e alla latitudine. Nelle ore notturne è soltanto possibile utilizzare l'acqua riscaldata precedentemente nelle ore del giorno. Una volta esaurita occorrerà attendere di nuovo il sorgere del giorno e le ore necessarie per riscaldare nuovamente l'acqua. Per queste ragioni è consigliabile abbinare il pannello solare termico ad un accumulo collegato ad una caldaia. Il numero dei pannelli solari termici determinato dalle esigenze dell'utenza e dal clima del luogo. Un pannello termico della dimensione di un metro quadro riesce a soddisfare in media 70-100 litri d'acqua calda al giorno alla temperatura media di 40°. Il consumo medio di acqua calda per persona è indicato dalla nuova normativa regionale in funzione dei metri quadri di superficie e del numero di utenze.

Il progetto prevede l'installazione di un impianto solare termico costituito da n. 6 pannelli, installati su falda esposta a sud, parzialmente integrato alla copertura.

Il bollitore vetrificato che si prevede di installare sarà di 800 litri, e dotato di due scambiatori a serpentina interni.

Si rimanda all'allegato "ALL. 5.5-Simulazione impianto solare termico".

3.1.8. Confronto energetico pre e post intervento

Dalla simulazione della situazione post operam è emerso che l'edificio in oggetto, secondo la classificazione energetica delle Regione Piemonte, in riferimento alla Delibera della Giunta Regionale 4 AGOSTO 2009, n. 43-11965, raggiungerebbe la **classe energetica B**.

Situazione pre intervento

Classe energetica globale nazionale dell'edificio	D
Indice di prestazione energetica riscaldamento invernale (EPL lordo)	48,55 kWh/m³

Situazione post intervento

Classe energetica globale nazionale dell'edificio	B
Indice di prestazione energetica riscaldamento invernale (EPL lordo)	20,33 kWh/m³

3.2. Interventi di messa in sicurezza e adeguamento

3.2.1 Servizi igienici

Attualmente i servizi igienici presentano finiture e componenti obsoleti e danneggiati, sono previsti come interventi volti all'ammodernamento degli ambienti il rifacimento dei rivestimenti, la sostituzione sanitari, l'ammodernamento impianto idrico sanitario e la sostituzione serramenti e porte interne.

Si prevede pertanto la sostituzione della pavimentazione, dei rivestimenti delle pareti e dei sanitari. Le nuove superfici rispetteranno i parametri previsti dalle norme DIN 51130, DIN 51097, ASTM C 1028 per la determinazione delle caratteristiche antisdrucchiolo, e UNI EN ISO 10545-14 per la determinazione della resistenza alle macchie.

Gli interventi sono previsti presso i servizi igienici al piano terra e al primo.

3.2.2 Restauro copertura in legno corpi laterali

La struttura portante della copertura dei due corpi laterali è costituita da elementi in legno di castagno costituita da capriate, puntoni, terzere e piccola orditura porta tegole in travetti di abete.

La struttura appare in buono stato di conservazione, i legni sono generalmente sani e non presentano riduzioni di sezione ad eccezione di alcuni puntoni e alcune terzere per le quali si prevede la sostituzione o l'affiancamento di nuova travatura, sempre in legno di castagno.

L'intervento di restauro della copertura in oggetto prevede

- lo smontaggio completo della copertura: manto, piccola e grossa orditura (necessario ai fini della realizzazione del cordolo sommitale previsto negli interventi di miglioramento sismico della struttura)
- la sostituzione e o integrazione degli elementi ammalorati
- il rimontaggio della grossa orditura utilizzando gli elementi precedentemente rimossi integrati con nuovi elementi in castagno
- la posa della piccola orditura anch'essa integrata nelle parti ammalorate
- l'inserimento di un pannello di OSB con soprastante telo antigoccia.
- la posa del manto di copertura in tegole precedentemente rimosse e integrate nelle parti ammalorate.

3.2.3 Sostituzione dei serramenti interni

Il progetto prevede la sostituzione di tutti i serramenti interni con elementi di egual forma e dimensione, a causa della loro obsolescenza.

I serramenti interni sono principalmente di due tipologie: porte tamburate e serramenti in legno con sopraluce vetrato centinato.



Porte interne aule, doppio battente, con un'anta fissa



Porte con sopra luce vetrato centinato

3.3. Interventi di miglioramento sismico

L'intervento di natura strutturale è per lo più indirizzato al miglioramento del comportamento dell'edificio per le azioni sismiche.

Gli interventi si possono così sinteticamente riassumere:

- Rinforzo strutturale delle murature perimetrali mediante perforazione del substrato in muratura e successiva applicazione di ancoraggi ad iniezione controllata con calza per la realizzazione di tiranti verticali interni alle murature, attivi (pre-sollecitati).
- Esecuzione di cordolo alla base del muro perimetrale e in sommità alla muratura dei corpi laterali
- Consolidamento maschi murari mediante intonaco strutturale armato con rete elettrosaldato $\varnothing 8/15 \times 15$ posta su entrambi i lati e collegata trasversalmente mediante barre passanti in ragione di 6/mq
- Realizzazione di struttura di rinforzo costituita da n. 4 pilastri e travatura metallica n. 2 lpe 300 e travi trasversali lpe 180.
- Inserimento di catene metalliche.

- Consolidamento della volta soprastante l'ingresso.

La progettazione è stata condotta nel rispetto delle sotto elencate normative, codici e specifiche tecniche:

- D.M. 14 gennaio 2008, Norme tecniche per le costruzioni (nel seguito indicate come NTC).
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Circolare 2 febbraio 2009 n. 617, Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (nel seguito indicate come Istruzioni CSLP).
- UNI ENV 1993-1-1:2004, Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali - Regole generali e regole per gli edifici.
- EN 1998-1:2004, Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

Per una trattazione più esaustiva di tale punto si rimanda agli allegati strutturali.

Ceva, 16 Febbraio 2015

Il tecnico incaricato
Arch. Rossella Cuncu

