



COMUNE DI ROCCARAINOLA
(Provincia di Napoli)

*POIn "Energie rinnovabili e risparmio energetico"
FERS 2007-2013*

*Efficientamento energetico di edifici pubblici
Scuole primaria e secondaria di primo grado dell'Istituto
Comprensivo "Morelli e Silvati"*

PROGETTO DEFINITIVO

Tavola : A.2	Elaborato:
Scala : ---	Relazione tecnica specialistica

N°	data	elaborato da:	controllato da:	approvato da:	Motivo della revisione
3					
2					
1					
0	Febbraio 2013				Emissione

Il Sindaco:

Dott. Raffaele De Simone

R.U.P.:

Dott. Arch.

Progettista designato:

U.T.C. Comune di Roccarainola

Impresa:

INDICE

0. PREMESSA.....	2
1. RELAZIONE tecnica specialistica.....	2
1.1 Studi tecnici di prima approssimazione sulle tecnologie	2
2. Studio di prefattibilità ambientale.....	3
3. Indagini Geologiche, idrogeologiche e archeologiche preliminari	3
4. Schemi grafici del progetto DEFINITIVO	4
5. Capitolato prestazionale.....	5
6. diagnosi energetica	8
6.1 Stato di fatto.....	9
6.1.1. Trasmittanza termica degli elementi di involucro.....	9
6.2.1. Tipologia e rendimento degli impianti	11
6.3.1. Fabbisogno di energia primaria.....	13
6.4.1. Indici di prestazione energetica	13
6.2 Stato di progetto	14
6.1.2. Trasmittanza termica degli elementi di involucro.....	14
6.2.2. Tipologia e rendimento degli impianti	16
6.3.2. Fabbisogno di energia primaria.....	17
6.4.2. Indici di prestazione energetica	18
6.3 Risparmio di energia primaria	18
6.4 Riduzione attesa delle emissioni CO ₂	18

0. PREMESSA

In questo documento si analizzano in dettaglio le soluzioni alla base del progetto definitivo per l'intervento di efficientamento energetico dell'edificio sede delle Scuole Primaria e Secondaria di primo grado dell'Istituto Comprensivo "Morelli e Silvati" del Comune di Roccarainola (NA), compresa la diagnosi energetica del complesso edilizio che al momento della proposta progettuale definitiva non è stata condotta in modalità completa, in quanto prevista nella prima fase di realizzazione dell'intervento.

1. RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

1.1 Studi tecnici di prima approssimazione sulle tecnologie

Dal seguente prospetto si possono evincere le considerazioni di prima approssimazione delle esigenze soddisfatte dall'impiego delle tecnologie di cui si prevede l'adozione nell'intervento di riqualificazione energetica e il corrispondente livello prestazionale atteso (A=alto, M=medio, B=basso, /=non pertinente) oltre che indicazioni sulla cantierabilità.

			Riduzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento	Riduzione della spesa economica per la climatizzazione dell'edificio e l'ACS	Incremento del comfort termoisometrico invernale	Incremento del comfort termoisometrico estivo	Incremento del comfort visivo nelle diverse stagioni	Riduzione della spesa economica per l'illuminazione artificiale dell'edificio	Riduzione delle emissioni di CO ₂	Cantierabilità										
 <table border="1" data-bbox="167 1628 421 1742"> <tr><td>Isolante</td><td>polistirene esp.</td></tr> <tr><td>λ_{10}</td><td>0,034 W/mK</td></tr> <tr><td>Spess. mm</td><td>27 44 60 74</td></tr> <tr><td>Tubo</td><td>18x2 20x2 mm</td></tr> <tr><td>Intervassi cm</td><td>7,5 10 15 20</td></tr> </table>	Isolante	polistirene esp.									λ_{10}	0,034 W/mK	Spess. mm	27 44 60 74	Tubo	18x2 20x2 mm	Intervassi cm	7,5 10 15 20		
Isolante	polistirene esp.																			
λ_{10}	0,034 W/mK																			
Spess. mm	27 44 60 74																			
Tubo	18x2 20x2 mm																			
Intervassi cm	7,5 10 15 20																			
Isolamento termico dall'esterno di copertura e terrazze praticabili	A	A									A	A	M	/	/	A	M			
Isolamento termico di solaio contro terra	A	A									A	B	/	/	A	M				
Isolamento termico dall'esterno (cappotto) della chiusura verticale	A	A									A	M	/	/	A	A				
Sostituzione dei serramenti esistenti	A	A	A	M	M	B	A	A												
Impiego di dispositivi di ombreggiamento	/	A	/	A	A	A	A	A												

Installazione di caldaia a condensazione, sostituzione generat. esistenti	/	A	A	/	/	/	A	A
Collegamento punti impiego ACS a bollitore	/	/	/	/	/	/	A	A
Ristrutturazione del sistema di distribuzione calore	/	A	A	/	/	/	A	M
Sostituzione elementi di emissione esistenti, valvole termostatiche	/	A	A	/	/	/	A	A
Installazione sistema di regolazione, monitoraggio e contabilizzazione	/	A	A	/	/	/	A	A
Installazione dispositivi di illuminazione interna ad alta efficienza	/	/	/	/	A	A	A	A
Installazione dispositivi di illuminazione esterna ad alta efficienza	/	/	/	/	/	/	A	A
Adozione di regolatori di flusso luminoso, integrati nelle nuove lampade	/	/	/	/	A	A	A	A

2. STUDIO DI PREFATTIBILITÀ AMBIENTALE

Considerando il contesto urbano in cui il complesso scolastico è inserito e la morfologia del territorio e l'entità dell'intervento, lo studio di prefattibilità ambientale è relativo in particolare a:

- la verifica di compatibilità dell'intervento con le prescrizioni di eventuali vincoli paesaggistici, territoriali ed urbanistici, sia a carattere generale che settoriale;
- lo studio sugli effetti derivanti dalla realizzazione dell'intervento che potrebbero produrre conseguenze sull'ambiente e sulla salute dei cittadini;
- l'illustrazione delle ragioni della soluzione progettuale proposta.

Con riferimento ai punti di cui sopra si è verificato che:

- le lavorazioni previste dal progetto di riqualificazione sono compatibili con le prescrizioni, la pianificazione ed il regime vincolistico esistenti (vedi § 1.1.2 pag 5. della relazione generale);
- i prevedibili effetti che l'intervento può avere sull'ambiente e sulla salute dei cittadini nel corso della realizzazione delle opere (essenzialmente qualità dell'aria e livello sonoro continuo equivalente) sono assolutamente limitati per il tipo di lavorazioni previste (demolizioni ridotte, installazioni circoscritte), per la collocazione urbana (periferica) del complesso edilizio e per la distanza dalle abitazioni adiacenti (vedi § 1.1.1 pag 4. della relazione generale); al termine dei lavori, durante la fase di gestione, il miglioramento dell'impatto sull'ambiente interno ed esterno, più o meno prossimo, e la qualità della vita dei cittadini rappresentano obiettivi che il progetto di riqualificazione si prefigge (vedi punti 1.2.1 pag. 14 della relazione generale e capitolo 6 della presente relazione tecnica).
- per l'illustrazione delle ragioni della soluzione progettuale proposta si rimanda ai punti 1.3.1 pag. 17 della relazione generale e punto 1.1 pag. 3 della presente relazione tecnica).

Per consentire di attenuare ulteriormente gli impatti sull'ambiente circostante all'area di intervento in fase di realizzazione delle opere si consiglia il riferimento al Protocollo LEED, in particolare al Prerequisito 1 della categoria Sostenibilità del Sito (SS) del sistema di valutazione LEED 2009 Italia Nuove costruzioni e Ristrutturazioni che valuta la "Prevenzione dell'inquinamento da attività di cantiere".

3. INDAGINI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E ARCHEOLOGICHE PRELIMINARI

Nel progetto di riqualificazione non sono previsti ampliamenti o variazioni del profilo dei carichi che potrebbero determinare la necessità di procedere all'esecuzione di indagini geologiche, idrogeologiche e archeologiche preliminari.

4. SCHEMI GRAFICI DEL PROGETTO DEFINITIVO

Gli schemi grafici del progetto definitivo costituiscono elaborati specifici consegnati contestualmente al presente documento.

Si riporta di seguito un elenco degli elaborati grafici predisposti.

Tavola	Nome dell'elaborato	SCALA
C – TAVOLE DI INQUADRAMENTO		
C.1	StralcioAerofotogrammetrico	Scala1-5000_A3
C.2	InquadramentoTerritoriale	Scala1-2000_A3
C.3	PlanimetriaZona	Scala1-1000_A3
C.4	PlanimetriaPosizione	Scala1-500_A3
D – TAVOLE STATO DI FATTO		
D.1	Pianta PianoSeminterrato	Scala1-200_A2
D.2	PiantaPianoRialzato	Scala1-200_A2
D.3	PiantaPianoPrimo	Scala1-200_A2
D.4	PiantaPianoSecondo	Scala1-200_A2
D.5	PiantaCoperture	Scala1-200_A2
D.6	SezioneA-A'	Scala1-200_A1
D.7	SezioneB-B'	Scala1-200_A1
D.8	SezioneC-C'	Scala1-200_A2
D.9	ProspettoEST	Scala1-100_A2
D.10	ProspettoNORD	Scala1-100_A2
D.11	ProspettoSUD	Scala1-100_A2
D.12	ProspettoOVEST	Scala1-100_A2
E – TAVOLE STATO DI PROGETTO		
E.1	InterventiPiantaPianoSeminterrato	Scala1-200_A2
E.2	InterventiPiantaPianoRialzato	Scala1-200_A2
E.3	InterventiPiantaPianoPrimo	Scala1-200_A2
E.4	InterventiPiantaPianoSecondo	Scala1-200_A2
E.5	InterventiPiantaCoperture	Scala1-200_A2
E.6	InterventiProspettoEST	Scala1-100_A2
E.7	InterventiProspettoNORD	Scala1-100_A2
E.8	InterventiProspettoSUD	Scala1-100_A2
E.9	InterventiProspettoOVEST	Scala1-100_A2

5. CAPITOLATO PRESTAZIONALE

Per ogni intervento proposto che necessita di un approfondimento si inserisce di seguito una scheda tecnica sintetica con indicazione delle prestazioni richieste.

INTERVENTO		Isolamento termico dall'esterno di coperture non praticabili e terrazze accessibili
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento	
	Si prevede di applicare uno strato coibente all'estradosso della copertura esistente con relativa impermeabilizzazione e finitura.	
	Prestazioni	
<p>L'applicazione dell'isolamento termico "a cappotto" deve garantire le seguenti prestazioni:</p> <p>Prestazioni termiche: secondo la normativa vigente la copertura deve rispettare il limite di trasmittanza termica di $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ in seguito all'applicazione dello strato coibente all'intradosso. Nel progetto è stato fissato un limite più stringente pari a $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Resistenza a compressione: il pannello isolante adottato deve possedere una buona resistenza alla compressione con schiacciamento del 10%.</p> <p>Stabilità all'umidità: le prestazioni del pannello non devono essere influenzate dalle condizioni igrometriche dell'ambiente.</p>		

INTERVENTO		Isolamento termico dall'interno del solaio contro terra
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento	
	Si prevede di creare un vespaio areato e isolato verso l'ambiente interno.	
	Prestazioni	
<p>Questo intervento deve garantire le seguenti prestazioni:</p> <p>Prestazioni termiche: secondo la normativa vigente il pavimento su terra deve rispettare il limite di trasmittanza termica di $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ in seguito all'applicazione dello strato coibente. Nel progetto è stato fissato un limite più stringente pari a $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Resistenza a compressione: il pannello isolante adottato deve possedere una buona resistenza alla compressione e una buona massa volumica (densità) pari almeno a 180 kg/m^3.</p> <p>Stabilità all'umidità: le prestazioni del pannello non devono essere influenzate dalle condizioni igrometriche dell'ambiente.</p>		

INTERVENTO		Isolamento termico esterno della chiusura verticale esistente della palestra
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento	
		Per l'isolamento termico delle chiusure verticali opache della palestra si prevede l'applicazione di un pannello rigido prefinito per cappotti.
	Prestazioni	
		<p>L'applicazione dell'isolamento termico "a cappotto" deve garantire le seguenti prestazioni:</p> <p>Prestazioni termiche: la chiusura deve rispettare il limite di trasmittanza termica di $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ in seguito all'applicazione dello strato coibente. Nel progetto è stato fissato un limite più stringente pari a $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$.</p> <p>Resistenza a sollecitazioni meccaniche: il pannello isolante adottato deve possedere una buona resistenza alla compressione.</p> <p>Permeabilità al vapore: il pannello deve possedere un fattore di resistenza al vapore μ pari a 1, per realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti" che consentano una buona permeabilità alla CO₂ e al vapore acqueo.</p> <p>Stabilità dimensionale: il pannello non deve subire variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.</p>

INTERVENTO	Sostituzione dei serramenti esistenti
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento
	L'intervento prevede la sostituzione dei vetri e dei telai esistenti (non già inclusi nello "Stralcio_MIUR") con nuovi ad elevate prestazioni termiche ed anche acustiche.
	Prestazioni
	<p><u>I vetri</u></p> <p>Le vetrate esistenti vengono sostituite con un vetro ad elevate prestazioni in termini energetici, di sicurezza e di benessere termo-igrometrico, acustico e visivo. Nello specifico si richiede l'installazione di un vetro camera stratificato con coating in faccia 2, del tipo "33.1(con pvb silence e coating in faccia 2) /15aria/44.1".</p> <p>I vetri secondo la normativa devono rispettare il limite di trasmittanza termica di 2,1 W/m²K. Nel progetto è stato fissato un limite più stringente pari a 1,4 W/m²K.</p> <p><u>I telai</u></p> <p>I telai devono garantire un'elevata resistenza meccanica, termica ed acustica. I nuovi telai devono essere in alluminio a taglio termico.</p> <p>La <u>finestra nel suo complesso</u> deve rispettare il limite di trasmittanza termica di 2,6 W/m²K. Nel progetto è stato fissato un limite più stringente pari a 2,0 W/m²K.</p>

INTERVENTO	Applicazione di sistemi di schermatura esterni
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento
	L'intervento prevede l'installazione di sistemi di schermatura esterni a pacchetto orizzontale con lamelle rigide orientabili, guide laterali e comando manuale (non già inclusi nello "Stralcio_MIUR")
	Prestazioni
	<p>I frangisole per esterno devono essere a pacchetto costituito da lamelle rigide in lega di alluminio ad alta resistenza laccata con vernice antigraffio, con speciali nervature su entrambi i lati e guarnizione antirumore sulla parte interna del bordo esterno.</p> <p>Ogni lamella deve essere ancorata alle estremità nelle guide laterali con robusti supporti che non richiedano manutenzione, devono permettere la facile sostituzione dall'interno di lamelle eventualmente danneggiate e consentire di assorbire escursioni termiche o movimenti della struttura.</p> <p>I meccanismi metallici di movimentazione e orientamento devono essere contenuti nelle guide laterali autoportanti in alluminio estruso anodizzato, con guarnizioni insonorizzanti. Sollevamento ed abbassamento lamelle deve avvenire manualmente e dall'interno dei locali.</p> <p>Deve essere presente un sistema di sicurezza contro sovraccarichi accidentali durante l'abbassamento delle lamelle di serie.</p>

INTERVENTO	Sostituzione dei generatore esistenti con una caldaia a condensazione		
CARATTERISTICHE D'INTERVENTO	Descrizione dell'intervento		
	<p>Premesso che le caldaie a condensazione sono in grado di ottenere rendimenti molto elevati grazie al recupero del calore latente di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi (riducendo del 70% circa le emissioni di NO_x e CO₂ rispetto agli impianti tradizionali) per il progetto si prevede di impiegare una soluzione di tipo modulante, ovvero in grado di variare la potenza erogata in funzione del reale fabbisogno termico, ottimizzando ancor di più la resa dell'impianto termico.</p> <p>Per lo smaltimento della condensa devono essere previsti due impianti di smaltimento: uno per eliminare la condensa proveniente dalla caldaia stessa e uno per eliminare la condensa proveniente dal sistema di scarico dei fumi. Le condense provenienti dai due sifoni devono poi confluire in un pozzetto che le raccoglie prima di essere scaricate nella fognatura.</p>		
	Prestazioni		
	Potenza termica al focolare	Potenza termica utile (T.mand/rit 50/30°C)	Rendimento 100% (T.mand/rit 50/30°C)
kW _{th}	kW _{th}	%	
380 – 420	400 – 450	107 - 108	

I nuovi impianti dovranno essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente, evitando inserimenti sottotraccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture e disfacimenti anche parziali, sfruttando eventuali canalizzazioni esistenti o di progetto (vespaio Ala C).

Si potranno realizzare soluzioni "a vista" utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge che potranno eventualmente essere inseriti in canaline attrezzate, oggetti d'arredo, volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto l'edificio (nei cortili interni) e senza interferenza con i locali interni.

In ogni caso si prescrive che tutte le soluzioni edilizie ed impiantistiche dovranno essere in fase definitiva ed esecutiva studiate, realizzate e verificate nel rispetto di Leggi dello Stato, Decreti e Norme Tecniche che regolano la materia vigenti alla data della realizzazione. Materiali, apparecchiature e modalità di esecuzione ed installazione dovranno essere conformi a tutte le leggi e normative tecniche vigenti alla data di applicazione.

6. DIAGNOSI ENERGETICA

Al momento della presentazione della proposta non è stata condotta una diagnosi energetica dell'edificio completa, prevista nella prima fase di realizzazione dell'intervento.

Tuttavia, per individuare criticità e punti di forza dell'edificio e per identificare, con riferimento agli obiettivi d'intervento, le soluzioni tecnologiche più idonee applicabili all'involucro e all'impianto, onde migliorare complessivamente le prestazioni del sistema edificio, è stata realizzata una diagnosi energetico-ambientale di primo livello sulla base di rilievi diretti e monitoraggi sul campo e con l'impiego di modelli di simulazione numerica.

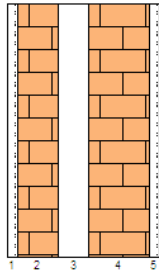
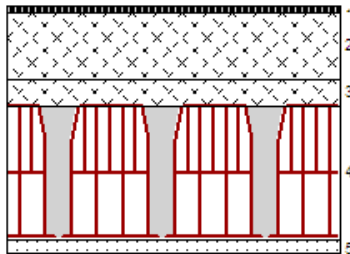
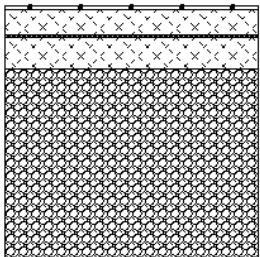
Tale analisi ha permesso di individuare in prima approssimazione il comportamento energetico ed ambientale dell'edificio nelle condizioni di stato di fatto e nelle condizioni attese a seguito della realizzazione dell'intervento proposto, potendo determinare così i vantaggi conseguibili.

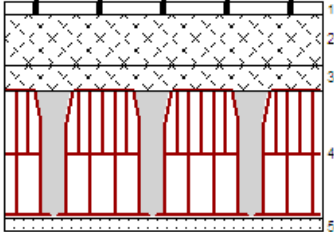
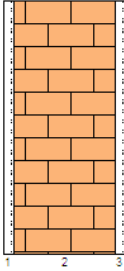
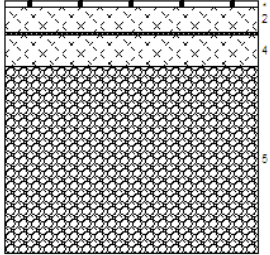
Di seguito si riportano i principali risultati dell'analisi svolta.


6.1 Stato di fatto

6.1.1. Trasmittanza termica degli elementi di involucro


Le caratteristiche termo-fisiche dei componenti principali dell'involucro edilizio nello stato di fatto sono:


INVOLUCRO OPACO	
<p>Parete esterna del plesso scolastico Spessore: 0,3 m Trasmittanza: 1,07 W/m²K .> 0,40 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>1 Intonaco di calce e sabbia 2 Mattone forato 3 Aria non ventilata (fl.ascend.) 4 Mattone forato 5 Intonaco di calce e sabbia</p>
<p>Soffitto di copertura Spessore: 0,37 m Trasmittanza: 1,44 W/ m²K .> 0,38 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>1 Impermeabilizzazione con bitume 2 Sottofondo di cemento magro 3 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 4 Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50 5 Intonaco di calce e sabbia</p>
<p>Pavimento su terra Spessore: 0,20 m (escluso eventuale vespaio) Trasmittanza: 0,44 W/ m²K .> 0,42 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>1 Piastrelle in ceramica 2 Sottofondo di cemento magro</p>

	<p>3 Impermeabilizzazione con bitume 4 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 5 Ghiaia grossa senza argilla (vespaio)</p>
<p>Pavimento verso locale non riscaldato Spessore: 0,36 m Trasmittanza: 1,24 W/ m²K < 0,42 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <p>1 Piastrelle in ceramica 2 Sottofondo di cemento magro 3 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 4 Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50 5 Intonaco di calce e sabbia</p>
<p>Parete esterna della palestra Spessore: 0,24 m Trasmittanza: 1,17 W/ m²K > 0,40 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <p>1 Intonaco di calce e sabbia 2 Blocco forato 3 Intonaco di calce e sabbia</p>
<p>Pavimento su terra palestra Spessore: 0,21m (escluso eventuale vespaio) Trasmittanza: 0,34 W/ m²K < 0,42 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <p>1 Linoleum 2 Sottofondo di cemento magro 3 Impermeabilizzazione con bitume 4 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 5 Ghiaia grossa senza argilla (vespaio)</p>
<p>Soffitto palestra</p>	

<p>Spessore: 0,06m Trasmittanza: $0,44 \text{ W/ m}^2\text{K} > 0,38 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <p>1 Lamiera di alluminio 2 Poliuretano espanso in fabbrica fra lamiere sigillate 3 Lamiera di alluminio</p>
---	---

INVOLUCRO TRASPARENTE

<p>Infissi originari Telaio: Alluminio senza taglio termico Vetro: Doppio con intercapedine d'aria Trasmittanza complessiva: $4,41 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $> 2,6 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006) Trasmittanza vetro: $2,90 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $> 2,1 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	
---	---

<p>Infissi previsti nello "Stralcio_MIUR" (vedi tavole grafiche allegate) Telaio: Alluminio con taglio termico Vetro : vetro camera basso emissivo con aria Trasmittanza complessiva: $1,9 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $< 2,6 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006) Trasmittanza vetro: $1,4 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $< 2,1 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	
--	---

Dal confronto tra le prestazioni energetiche dell'involucro e gli standard di legge si è riscontrato che le criticità dell'organismo edilizio risiedono nella carenza delle prestazioni energetiche di tutti i suoi componenti opachi e trasparenti.

Buone prestazioni caratterizzano soltanto i pavimenti su terra data la presenza di un vespaio realizzato con ghiaia grossa.

Infissi previsti nello "Stralcio_MIUR"

6.2.1. Tipologia e rendimento degli impianti

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO	
<p>Impianto termico destinato al riscaldamento degli ambienti della Scuola elementare e media. L'impianto si compone di due caldaie: - un generatore di calore ad acqua calda, potenza termica al focolare 51,4 KW (potenza utile 46,5kW), combustibile metano,</p>	

marca Finterm (Joannes);

- un generatore ad acqua calda, potenza termica al focolare 386 KW (potenza utile 349), combustibile metano, marca Riello .

La caldaia con potenza nominale di 51,4KW presenta un rendimento termico utile, in corrispondenza del carico pari al 100% della potenza termica utile, del 90,4%.

La caldaia con potenza nominale di 386KW presenta un rendimento termico utile, in corrispondenza del carico pari al 100% della potenza termica utile, del 91%.

Questi valori non soddisfano le verifiche previste dal DPR 59/09, art. 4, comma 8 (che prevede un η_{u} di almeno 94,86 %).

I rendimenti del sistema di riscaldamento, ottenuti attraverso l'impiego di modelli di simulazione numerica, invece, sono i seguenti:

Emissione $\eta_{H,e}$ = 90,0

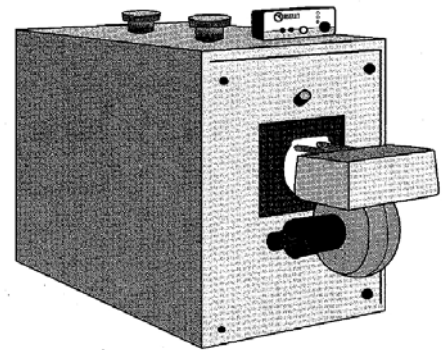
Regolazione $\eta_{H,rg}$ = 93,0

Distribuzione $\eta_{H,d}$ = 97,4

Generazione $\eta_{H,gn}$ = 90,5

da cui si evince che il Rendimento globale medio stagionale $\eta_{H,g}$ è di:

$\eta_{H,g}$ =73,7 % < 85,3 % (valore limite DPR 59/09, art.4 comma 5).



IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACS

Impianto termico destinato alla produzione di ACS per gli usi della palestra.

L'impianto è composto da una caldaia pressurizzata in acciaio con potenza nominale 102KW, combustibile metano, per la produzione di ACS per l'area spogliatoi a servizio della palestra e da un serbatoio di accumulo di 1500 l/h, marca Unical.

I rendimenti del sottosistema degli impianti di acqua calda sanitaria sono i seguenti:

Erogazione $\eta_{W,er}$ = 95,0

Distribuzione $\eta_{W,d}$ = 92,6

Accumulo $\eta_{W,s}$ = 81,2

Generazione $\eta_{W,gn}$ = 78,0

da cui si evince che il rendimento medio globale $\eta_{W,gn}$ è pari a 55,7%.



6.3.1. Fabbisogno di energia primaria

I consumi per riscaldamento del plesso scolastico e la produzione di acqua calda sanitaria per la palestra, ottenuti attraverso modelli di simulazione numerica, possono essere così sintetizzati come di seguito riportato.

1- il Consumo per il Riscaldamento del solo plesso scolastico è pari a 324.660 KWh/anno. Considerando che il volume a cui essi si riferiscono è soltanto quello del plesso scolastico, otteniamo un consumo di 27,4 KWh/m³anno (E_{p_i} per la sola climatizzazione invernale).

2- il Consumo per la produzione dell'acqua calda sanitaria del plesso scolastico è pari, invece, a 59.282 KWh/anno. Considerando che il volume a cui essi si riferiscono è soltanto quello del plesso scolastico, otteniamo un consumo di 5,0 KWh/m³anno ($E_{p_{acs}}$ per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari del plesso scolastico).

3- il Consumo per la produzione dell'acqua calda sanitaria della sola palestra è pari, invece, a 64.972 KWh/anno. Considerando che il volume a cui essi si riferiscono è soltanto quello della palestra otteniamo un consumo di 7,7 KWh/m³anno ($E_{p_{acs}}$ per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari della palestra).

6.4.1. Indici di prestazione energetica

Dalla diagnosi energetico-ambientale di primo livello realizzata sulla base di rilievi diretti, monitoraggi sul campo e attraverso l'impiego di modelli di simulazione numerica, si desumono i seguenti indici:

$E_{p_i} = 27,4$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica invernale – riferito al comportamento dell'involucro e dell'impianto in regime invernale).

$E_{p_{acs, plesso}} = 5,0$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari_plesso scolastico).

$E_{p_{acs, palestra}} = 7,7$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari_palestra).

$E_{p_{gl, plesso}} = E_{p_i} + E_{p_{acs}} = 32,4$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica globale riscaldamento + produzione ACS).

$E_{p_{e, inv, plesso\ scolastico}} = 8,39$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica estiva – riferito al solo comportamento dell'involucro in regime estivo del plesso scolastico)(consumo specifico involucro per raffrescamento).

$E_{p_{gl, palestra}} = E_{p_i} + E_{p_{acs}} = 7,7$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica globale riscaldamento + produzione ACS).

$E_{p_{e, inv, palestra}} = 4,81$ KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica estiva – riferito al solo comportamento dell'involucro in regime estivo della palestra)(consumo specifico involucro per raffrescamento).

Questi valori mostrano come l'organismo edilizio, pur possedendo un buon comportamento dell'involucro in regime estivo (**consumo specifico involucro raffrescamento** relativamente basso), dato principalmente dall'alta inerzia termica dei componenti edilizi (pareti e solai massivi), in regime invernale risulta molto energivoro, causa le elevate dispersioni termiche dei componenti edilizi

(consumo specifico involucro riscaldamento del plesso scolastico di 29,49 kWh/m³ anno) e le basse prestazioni degli impianti.

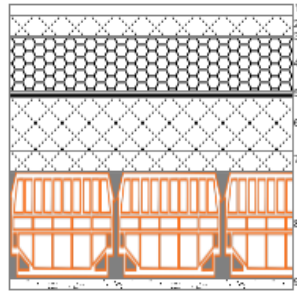
Il solo plesso scolastico, nel Sistema di classificazione nazionale, considerando la climatizzazione invernale (E_{p_i}) e l'ACS ($E_{p_{ACS}}$), si colloca in **classe E_{gl}** (classe G_i per E_{p_i} e classe E_{ACS} per $E_{p_{ACS}}$).

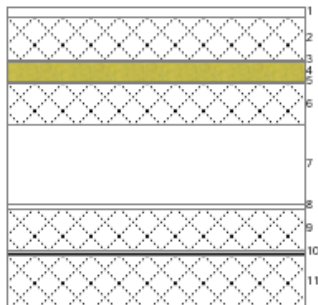
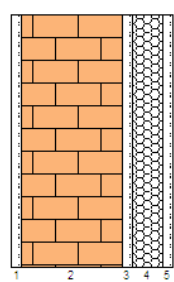
La sola palestra, invece, nel Sistema di classificazione nazionale, considerando la produzione di ACS ($E_{p_{ACS}}$), si colloca in **classe G_{ACS}**.

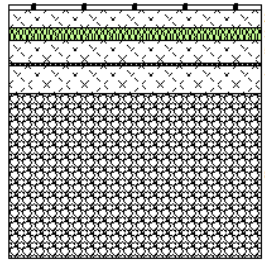

6.2 Stato di progetto

6.1.2. Trasmittanza termica degli elementi di involucro

Le caratteristiche termo - fisiche dei componenti principali dell'involucro edilizio nello stato di progetto sono:

INVOLUCRO OPACO	
<p>Parete esterna del plesso scolastico</p> <p>Non è previsto nessun intervento per le pareti esterne, tranne la ritinteggiatura.</p>	-
<p>Soffitto di copertura praticabile</p> <p>Spessore: 0,51 m</p> <p>Trasmittanza: 0,313 W/ m²K < 0,38 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <ol style="list-style-type: none"> 1 Piastrelle in cemento e ghiaia 2 Sottofondo di cemento magro 3 Tessuto geotessile (telo impermeabile traspirante) 4 Isolante in polistirene espanso estruso (XPS) (tipo Stirodur C 3035cs) 5 Impermeabilizzazione con bitume 6 Sottofondo di cemento magro 7 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 8 Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50 9 Intonaco di calce e sabbia

<p>Pavimento su terra Spessore: 52,1 m (escluso eventuale vespaio) Trasmittanza: 0,292 W/ m²K < 0,42 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1 Piastrelle in ceramica 2 Sottofondo di cemento magro 3 Freno al vapore leggero Naturafren-eco - carta oleata 4 Pannello isolante in fibra di legno (tipo Pavatherm-Profil) 5 Freno al vapore leggero (tipo Naturafren-eco) 6 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 7 Intercapedine con casseri a perdere_granchi 8 Piastrelle in ceramica 9 Sottofondo di cemento magro 10 Impermeabilizzazione con bitume 11 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete
<p>Pavimento verso locale non riscaldato Non è previsto nessun intervento dal momento che anche i locali al piano seminterrato saranno riscaldati con il nuovo impianto termico.</p>	
<p>Parete esterna della palestra Spessore: 0,34 m Trasmittanza: 0,305 W/ m²K < 0,40 W/ m²K (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <ol style="list-style-type: none"> 1 Intonaco di calce e sabbia 2 Blocco forato 3 Intonaco di calce e sabbia

	<p>4 Isolante in EPS con grafite (tipo Lambdapor)</p> <p>5 Intonaco plastico per cappotto</p>
<p>Pavimento su terra palestra Spessore: 0,319m (escluso eventuale vespaio) Trasmittanza: $0,262 \text{ W/ m}^2\text{K} < 0,42 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	 <p>1 Linoleum 2 Sottofondo di cemento magro 3 Polistirene espanso, estruso senza pelle XPS 4 Freno al vapore leggero (tipo Naturafren-eco) 5 Sottofondo di cemento magro 6 Impermeabilizzazione con bitume 7 Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete 8 Ghiaia grossa senza argilla</p>
<p>Soffitto palestra Non è previsto nessun intervento.</p>	
INVOLUCRO TRASPARENTE	
<p>Infissi Telaio: Alluminio con taglio termico Vetro : vetro camera stratificato con coating in faccia 2, del tipo "33.1(con pvb silence e coating in faccia 2) 15aria/44.1(con pvb silence)". Trasmittanza complessiva: $1,9 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $< 2,6 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006) Trasmittanza vetro: $1,4 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (media) $< 2,1 \text{ W/ m}^2\text{K}$ (valore limite Dlgs 311/2006)</p>	

6.2.2. Tipologia e rendimento degli impianti

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE ACS	
Impianto termico destinato al riscaldamento e alla	

produzione di ACS dell'intero plesso scolastico (Aule+Palestra).

L'impianto è composto da una caldaia a condensazione, per il condizionamento invernale e la produzione di ACS, con gruppo termico a basse emissioni di NOx certificato in classe 5° secondo EN 483-EN 656 (Caldaia a condensazione 4 stelle con bruciatore premiscelato) con potenza termica utile Pn 445 KWt (T.mand/rit 50/30°C), combustibile metano, marca Baltur.

I rendimenti della caldaia sono:

- il rendimento termico utile, in corrispondenza del carico pari al 100% della potenza termica utile, è del 107,5%;
- il rendimento termico utile, in corrispondenza del carico pari al 30% della potenza termica utile, è del 109%.

Questi valori soddisfano tutte le verifiche previste dal DPR 59/09, art. 4, comma 8 (come si nota dai dati estratti dal modello di simulazione numerica inseriti al punto successivo).

I rendimenti del sistema di riscaldamento, ottenuti attraverso l'impiego di modelli di simulazione numerica, invece, sono i seguenti:

Emissione $\eta_{H,e} = 94,0$

Regolazione $\eta_{H,rg} = 99,5$

Distribuzione $\eta_{H,d} = 95,8$

Generazione $\eta_{H,gn} = 110,3$

da cui si evince che il Rendimento globale medio stagionale, ottenuto attraverso l'impiego di modelli di simulazione numerica, è di:

$\eta_{g,s} : 102,9 \% > 84,72 \%$ (valore limite DPR 59/09, art.4 comma 5).



6.3.2. Fabbisogno di energia primaria

Al seguito degli interventi previsti, i consumi, per riscaldamento ed ACS del plesso scolastico e della palestra, ottenuti attraverso l'applicazione di modelli di simulazione numerica, possono essere così sintetizzati:

1- il Consumo per il Riscaldamento dell'intera struttura (Plesso scolastico + Palestra) è pari a 324.107 KWh/anno. Considerando che il volume netto riscaldato a cui essi si riferiscono è quello complessivo del Plesso scolastico + Palestra, otteniamo un consumo di 13,31 KWh/m³anno (E_{p_i} per la sola climatizzazione invernale).

2- il Consumo per la produzione dell'Acqua Sanitaria dell'intera struttura (Plesso scolastico + Palestra) è pari, invece, a 52.748 KWh/anno. Considerando che il volume a cui essi si riferiscono è quello complessivo del Plesso scolastico + Palestra, otteniamo un consumo di 2,17 KWh/m³anno ($E_{p_{acs}}$ per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari).

Da questi dati si ricava, quindi, un Consumo Totale (Risc+ACS) pari a 15,48 KWh/ m³ anno.

6.4.2. Indici di prestazione energetica

Dalla diagnosi energetico-ambientale di primo livello di progetto realizzata con l'impiego di modelli di simulazione numerica, si desumono i seguenti indici:

E_{p_i} = 13,31 KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica invernale – riferito al comportamento dell'involucro e dell'impianto in regime invernale).

$E_{p_{acs}}$ = 2,17 KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica per la sola preparazione dell'acqua calda per usi igienici e sanitari).

$E_{p_{gl}}$ = E_{p_i} + $E_{p_{acs}}$ = 15,48 KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica globale riscaldamento + produzione ACS).

$E_{p_{inv}}$ = 4,32 KWh/m³ anno (Indice di prestazione energetica estiva – riferito al solo comportamento dell'involucro in regime estivo)(consumo specifico involucro per raffrescamento).

Questi valori mostrano come l'organismo edilizio, al seguito degli interventi proposti, migliora di molto le sue prestazioni energetiche in regime invernale, con un risparmio di oltre 24,0 KWh/m³ anno e ottimizza anche le sue prestazioni energetiche riferite al comportamento del solo involucro.

Il complesso scolastico, infatti, nel sistema di classificazione nazionale, considerando climatizzazione invernale (E_{p_i}) e ACS ($E_{p_{acs}}$), si andrà a collocare in **classe Bgl**.

6.3 Risparmio di energia primaria

Il risparmio atteso è, quindi, di 24 KWh/m³ anno.

Tale risparmio di energia primaria è stato conseguito nonostante si sia previsto un aumento di volume netto riscaldato pari a 8041,24m³, corrispondenti ai locali deposito recuperati ad uso refettorio e alla palestra (quest'ultima di dimensioni nette medie pari a 32 x 23,6 x 10,5 m³), con conseguente miglioramento dei servizi offerti dal complesso scolastico.

6.4 Riduzione attesa delle emissioni CO₂

A livello ambientale il risparmio è notevole.

Complessivamente si prevedono 117 tonnellate di CO₂ all'anno non immesse in atmosfera e 109 tep /anno (tonnellate di petrolio equivalenti all'anno) non consumate.