

COMUNE DI SAN BENEDETTO VAL DI SAMBRO

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi",
via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



EDEN edilizia energetica
via della Barca 24/3 - 40133 Bologna
Tel. 051 7166459
info@gruppoeden.it

Coordinatore gruppo di progettazione:

Ing. Emanuele Pifferi

cf PFFMNL79DI462Q
Ordine degli Ingegneri
di Modena n. 2492

SPAZIO AD USO
DEL COMUNE

PROGETTO ARCHITETTONICO

Ing. Emanuele Pifferi
Ing. Laura Golfieri
Ing. Thomas Morselli
Ing. Alessia Zerbini
Ing. Simona Puglisi
Dott.ssa Ginevra Marconi
Geom. Alberto Dore

TITOLO ELABORATO

**Relazione Illustrativa e opere
architettoniche**

N° ELABORATO

02

CODICE ELABORATO

0655_GE

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

Sommario

STATO DI FATTO	2
DESCRIZIONE PUNTUALE DEGLI INTERVENTI	8
Involucro verticale opaco esterno.....	8
Isolamento della copertura	10
Sostituzione degli infissi esterni	12
Sistemi di oscuramento	14
Interventi impiantistici	18
VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI.....	22
SINTESI DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO	22
RISPONDEZZA ALLE NORMATIVE E AUTORIZZAZIONI	23

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

STATO DI FATTO

L'oggetto della presente relazione è costituito dagli edifici che costituiscono l'Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", situato nel comune di San Benedetto Val di Sambro, in via Guglielmo Marconi n.48/B.

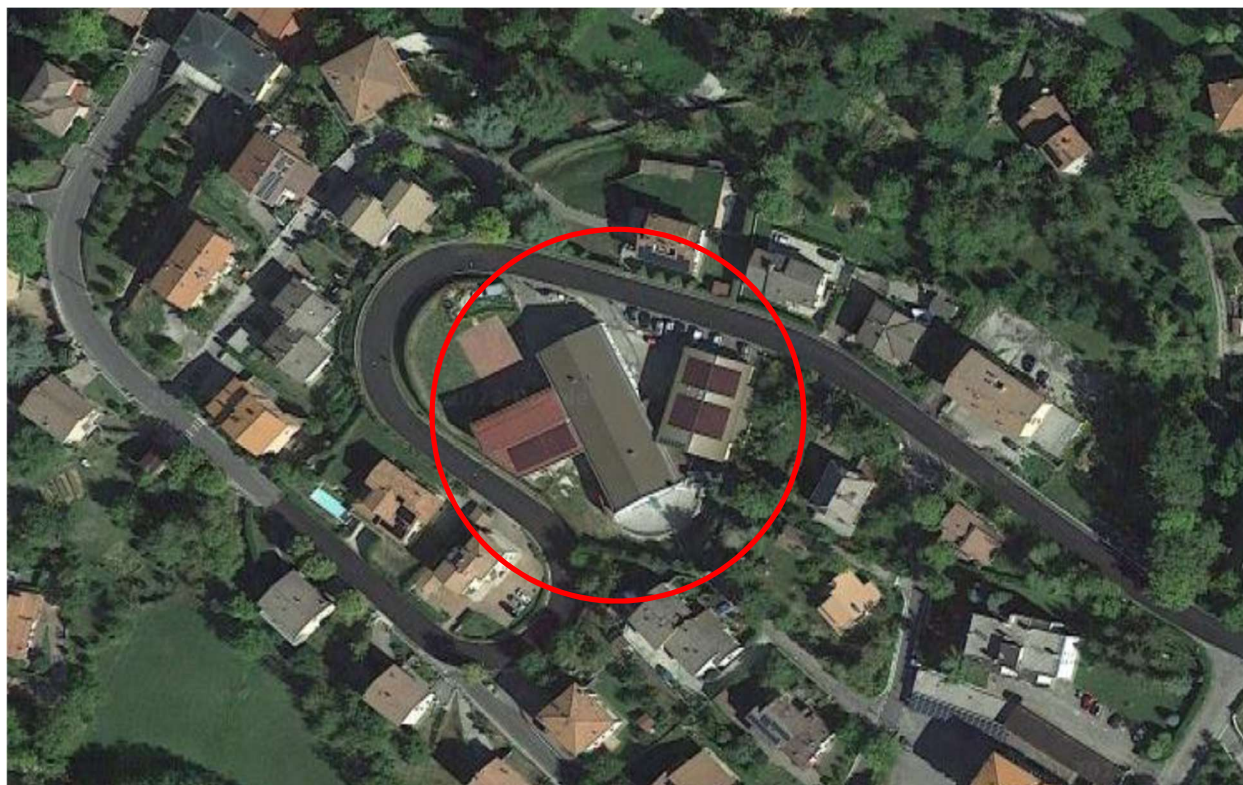


Figura 1 Vista aerea dell'edificio

L'area in cui sorge il complesso scolastico è situata nel centro del comune montano ed è circonscritta dal tornante di via Marconi, via che a Nord-Ovest dà accesso al lotto.

Il plesso si compone di tre edifici, costruiti in epoche diverse, dedicati ad altrettante funzioni. Il fabbricato centrale ospita al primo piano le aule della scuola secondaria di primo grado mentre al piano terra si trovano spazi comuni come aule degli insegnanti, sale mensa e spazi dedicati all'attività fisica extra-scolastica. Proprio al piano terra di questo edificio si trova l'accesso principale al complesso. Il fabbricato posto a Sud-Ovest, realizzato in epoca più recente con una struttura a pilotis, ospita invece le aule della scuola primaria. Infine l'edificio sito a Nord-Est ospita la palestra del plesso.

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



Figura 2 Ingresso principale - Punto di presa 1

Il fabbricato centrale risale alla fine degli anni Sessanta e presenta una struttura in telaio in cemento armato con tamponamenti in muratura con mattoni forati. Le pareti sono intonacate e tinteggiate con colori differenti per i due piani. Ulteriore elemento architettonico che differenzia i due piani dell'edificio sono le finestre: mentre al piano terra le aperture hanno dimensioni e posizioni che non seguono schemi regolari, il primo piano è caratterizzato da finestre a nastro sui lati lunghi e una serie di aperture quadrate sui fronti corti. La copertura è a falde inclinate ed è rivestita con coppi in laterizio. La struttura ha subito una modifica nel corso del tempo per cui attualmente si presenta composta da due tipologie: una struttura latero-cementizia ai lati e una struttura metallica al centro in cui è inserito uno strato di isolamento in polistirolo di spessore pari a circa 6 cm. Annessi al piano terra si trovano inoltre un volume semicircolare in muratura portante in pietra con copertura piana e un volume di connessione con la palestra, dove sono collocati gli spogliatoi e sulla cui copertura sono installati gli impianti che servono tutto l'istituto.

L'edificio a doppio volume sito nel quadrante Nord-Est del lotto ospita la palestra e presenta anch'esso una struttura in telaio cementizio e tamponamenti in laterizio. Le pareti sono intonacate e parzialmente rivestite in pietra, mentre parte della parete Nord risulta essere contro terra. La copertura ha una struttura lignea a falde inclinate rivestite in lamiera. Su entrambe falde inoltre sono attualmente installati pannelli fotovoltaici.

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

Nel corso dell'ultimo decennio è stato poi realizzato l'ampliamento nella parte Sud del lotto, consistente in un edificio su pilotis connesso al primo piano del corpo principale, in corrispondenza dell'ingresso al piano terra. Anche in questo caso la struttura è in telaio in cemento armato con tamponamenti in laterizio, in cui sono inserite ampie finestrate a nastro. L'edificio presenta una copertura metallica a falde inclinate, su una delle quali sono installati pannelli fotovoltaici. Questo ampliamento presenta nei pacchetti murari, di copertura e del solaio su pilotis uno strato di coibentazione di 10 cm di spessore.

Si allegano di seguito alcune foto comprovanti lo stato di fatto del fabbricato oggetto di intervento:

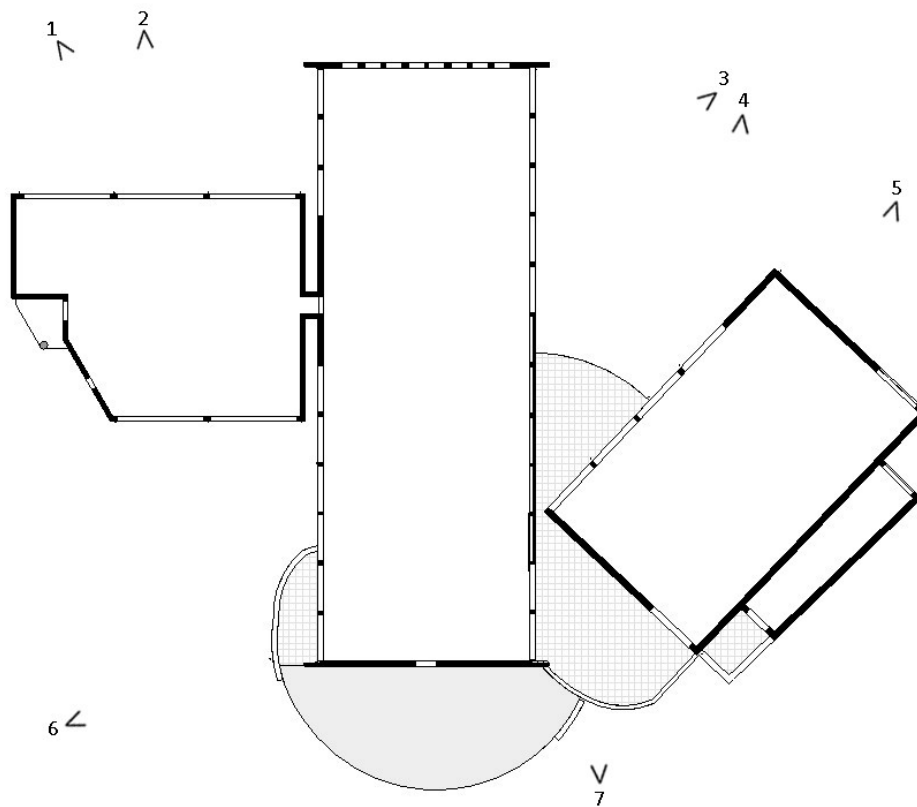


Figura 3 Planimetria con indicazione dei punti di presa

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



Figura 4 Punto di presa 2



Figura 5 Punto di presa 3

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



Figura 6 Punto di presa 4



Figura 7 Punto di presa 5

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



Figura 8 Punto di presa 6



Figura 9 Punto di presa 7

DESCRIZIONE PUNTUALE DEGLI INTERVENTI

L'intervento progettuale è volto a migliorare l'efficienza energetica dell'edificio, andando ad intervenire sulle criticità emerse durante la valutazione preliminare, mirando al raggiungimento della qualificazione di edificio nZEB (nearly Zero Energy Building). In particolare, si andrà ad intervenire su quattro diversi aspetti: isolamento di involucro opaco sia verticale sia di copertura, sostituzione degli infissi, sostituzione delle schermature e efficientamento e implementazione degli impianti.

Involucro verticale opaco esterno

Attualmente, l'involucro opaco verticale esterno dei fabbricati più datati, realizzati con telaio in c.a. con pareti in laterizio, presenta un valore di trasmittanza termica pari a 1,18 W/mqK. Tale valore risulta quindi piuttosto elevato rispetto agli standard attuali e, per accedere agli incentivi del Conto Termico, sarà quindi necessario adeguarlo a quanto previsto dalla tabella 1 – Allegato I del DM 16.02.16:

Strutture opache verticali: isolamento pareti	Zona climatica A	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica B	$\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica C	$\leq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica D	$\leq 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica E	$\leq 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Zona climatica F	$\leq 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

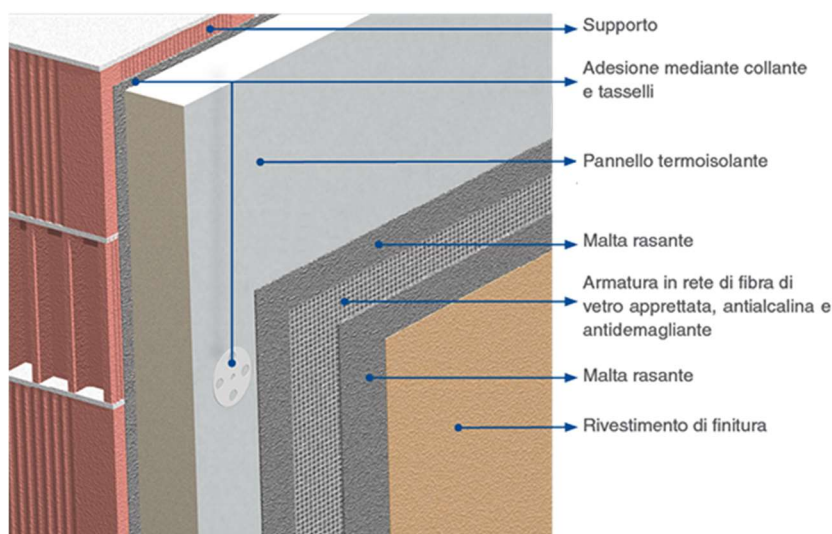
Per migliorare il comfort climatico interno ed ottenere anche un risparmio energetico significativo, la soluzione maggiormente efficace è rappresentata dall'applicazione di un pacchetto isolante alle superfici opache verticali dei due edifici che non lo prevedono allo stato attuale, così da raggiungere i valori di trasmittanza sopra riportati e migliorare anche l'inerzia termica della parete.

I lavori da prevedere consisteranno quindi, dopo la verifica preliminare del supporto murario, nella posa del sistema di isolamento a cappotto, costituito essenzialmente da pannelli rigidi di schiuma polyiso di spessore pari a 14 cm.

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)



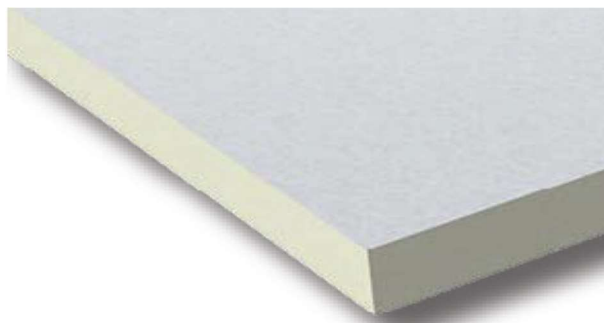
L'intervento progettuale dovrà quindi prevedere le seguenti fasi:

- a. Verifica dello stato del supporto murario;
- b. Idropulizia della facciata;
- c. Applicazione di intonaco di fondo nelle porzioni distaccate;
- d. Applicazione dei pannelli isolanti tramite incollaggio;
- e. Fissaggio dei pannelli tramite idonei tasselli e applicazione di elementi di rinforzo meccanico nei punti soggetti a maggiori sollecitazioni, come angoli, rientranze, ecc.;
- f. Realizzazione della rasatura con rete di armatura;
- g. Applicazione del rivestimento di finitura.

Per consentire la realizzazione dell'opera alla regola dell'arte, sarà inoltre necessario prevedere ed approfondire le seguenti lavorazioni:

- Smontaggio e successivo rimontaggio apparati elettrici e meccanici presenti in facciata;
- Rimozione elementi decorativi e funzionali (p.e. pluviali) presenti in facciata;

L'isolamento verrà eseguito con pannelli di **schiuma polyiso espansa rigida (PIR)**, senza l'impiego di CFC o HCFC, con rivestimento Gas Tight triplo strato su entrambe le facce, dotati di marcatura CE, conformi ai requisiti CAM (Criteri Ambientali Minimi) in ottemperanza al D.M. 11/10/2017, aventi conducibilità termica $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$ secondo UNI EN 13165 e spessore pari a 14 cm.



Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

La finitura verrà realizzata tramite un rivestimento di tipo acrilasilossanico, fibrato, ad alta resistenza, con granulometria $1,2 \div 1,5$ mm, con protezione del film secco dalla proliferazione di muffe e alghe, ad alta resa cromatica.

Per quanto riguarda i bancali e le soglie, si procederà con la posa di "prolunghe", realizzate con lastre in alluminio, da fissare tramite appositi adesivi e viti sull'esistente, in modo da evitare lavorazioni invasive ed eccessivamente rumorose.



Isolamento della copertura

Allo stato attuale le coperture dei tre edifici presentano differenze sia in merito alla struttura portante sia per la coibentazione. L'edificio più recente ha struttura portante in conglomerato cementizio armato con rivestimento metallico a cui è interposto uno strato intermedio di isolamento termico di spessore pari a 10 cm. La copertura del corpo centrale invece è composta dalle fasce laterali con struttura latero cementizia e senza strato coibente e la fascia centrale che è stata coperta in una fase successiva e presenta una struttura in metallo e tavolato ligneo, su cui poggia uno strato di pannelli di polistirolo di 6 cm di spessore. Tutta la copertura dell'edificio centrale è rivestita da coppi in laterizio. La porzione semicircolare al piano terra ha invece una copertura piana non coibentata e rivestita con mattonelle in cemento e graniglia. Il vano adibito a spogliatoi ha anch'esso una copertura piana, rivestita con uno strato di guaina bituminosa. La palestra presenta infine una copertura a falde inclinate con struttura portante in legno rivestita da una lamiera metallica.

Dall'analisi energetica condotta emergono valori di trasmittanza inferiori alla norma, dovuti essenzialmente alla scarsa o nulla coibentazione presente nei pacchetti delle coperture sopra descritte.

Per le **coperture inclinate**, si procederà invece come segue:

- Spostamento e messa in sicurezza dei pannelli fotovoltaici installati;
- Rimozione dei coppi e della copertura metallica;
- Posa in opera di membrana avente funzione di barriera al vapore, previo trattamento con idoneo primer bituminoso;

Progetto Definitivo

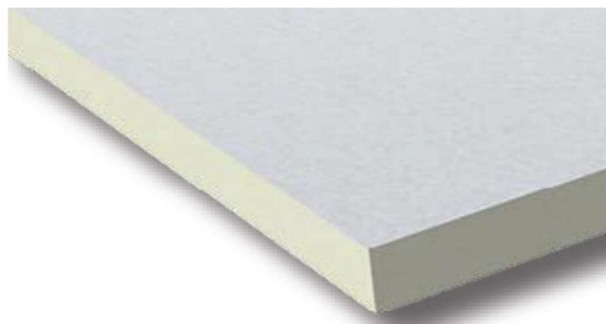
Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

- d. Posa dei pannelli isolanti, con interposti listelli in abete di sezione adeguata, posti ad interasse pari a 120 cm, e successivo tavolato in legno di spessore pari a 12 mm;
- e. Posa dei manti di copertura con sostituzione degli elementi ammalorati;
- f. Adeguamento delle lattonerie;
- g. Rimontaggio dei pannelli fotovoltaici precedentemente rimossi.

Per le **coperture piane**, si procederà secondo le seguenti fasi:

- a. Spostamento e messa in sicurezza e/o dismissione degli impianti;
- b. Rimozione del rivestimento esterno;
- c. Revisione del manto impermeabile attualmente esistente con verifica delle pendenze e, ove necessario, loro adeguamento, per consentire il corretto deflusso delle acque meteoriche;
- d. Posa dei pannelli isolanti;
- e. Posa del manto impermeabile costituito da membrana per impermeabilizzazioni con composizione della massa impermeabilizzante classificata BPP (Bitume Polimero Plastomero);
- f. Posa del rivestimento.

L'isolamento verrà realizzato anche in questo caso con pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in **schiuma polyiso espansa rigida PIR**, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestiti su entrambe le facce con Gas Tight triplo strato di spessore pari a 14 cm.



Altre caratteristiche:

- Conducibilità termica dichiarata per spessore pari a 14 cm: $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$
- Trasmittanza termica: $U_D = 0,16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$
- Resistenza termica: $R_D = 6,36 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Massa volumica: $36 \text{ kg/m}^3 \pm 1,5$
- Calore specifico: $c = 1453 \text{ J/kg K}$
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore (EN 12086): $\mu = 148 \pm 24$
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): Euroclasse F

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

- Assorbimento d'acqua (immersione totale 28 gg., EN 12087): < 1% in peso
- Resistenza a compressione al 2% di schiacciamento (EN 826): > 5000 $\frac{kg}{m^2}$

Sostituzione degli infissi esterni

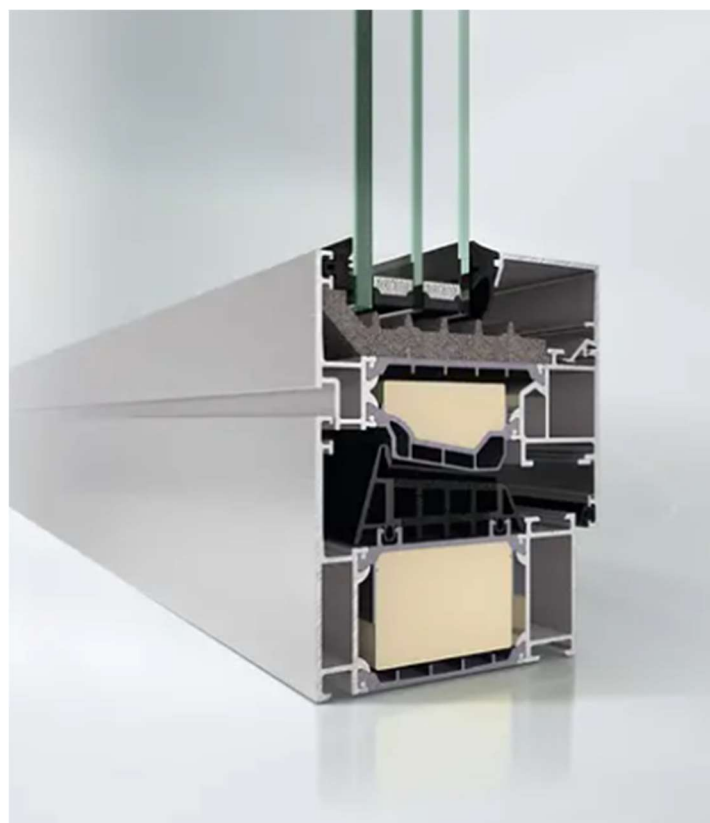
Attualmente, gli infissi presenti dei due corpi di fabbrica più datati sono in alluminio con vetro doppio e non soddisfano i requisiti minimi richiesti. Per garantire una continuità estetica con l'ampliamento che presenta infissi metallici con vetrocamera, il progetto prevede di sostituire gli infissi più datati con nuovi infissi in alluminio ma ad elevate prestazioni energetiche.

La Trasmittanza media termica del serramento, completo in ogni sua parte (telaio e vetrocamera), calcolata mediante la norma UNI EN ISO 10077/1, dovrà essere $U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Il profilo scelto è in lega di alluminio, con sezione pari a 99 mm e con tripla camera, dotato di listelli di materiale sintetico termicamente isolante che collegano la parte interna e quella esterna del profilo.

Il profilo ha guarnizioni in schiuma di EPDM e le giunzioni tra i profili sono incollate e sigillate con colla per metalli poliuretanica a 2 componenti.

Il valore U_f di trasmittanza termica effettiva è calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo le norme UNI EN ISO 12412-2 ed è compreso tra $0,7 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_f \leq 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, in funzione del rapporto tra le superfici di alluminio in vista e la larghezza della zona di isolamento.



Prestazioni

Le prestazioni dei serramenti saranno riferite alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la normativa europea:

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

- Permeabilità all'aria per finestre classificazione secondo UNI EN 12207, metodo di prova secondo UNI EN 1026;
- Tenuta all'acqua per finestre classificazione secondo UNI EN 12208, metodo di prova secondo UNI EN 1027;
- Resistenza al vento per finestre classificazione secondo UNI EN 12210, metodo di prova secondo UNI EN 12211;
- Resistenza ai cicli di apertura e chiusura per finestre classificate secondo UNI EN 12400, metodo di prova UNI EN 1191;
- Resistenza meccanica per finestre classificate secondo UNI EN 13115, metodo di prova UNI EN 12046-1, UNI EN 14608, UNI EN 14609;
- Forze di azionamento per finestre classificate secondo UNI EN 13115, metodo di prova UNI EN 12046-1;
- Resistenza all'effrazione per finestre classificate secondo ENV 1627, metodo di prova ENV 1628, ENV 1629, ENV 1630
- Prestazioni acustiche per finestre classificate secondo EN ISO 140-3, EN ISO 717-1

Riepilogo Prestazioni:

Permeabilità all'aria	Classe 4
Tenuta all'acqua	Classe 9A
Resistenza al vento	Classe C5/B5
Durabilità meccanica	Classe 3
Resistenza meccanica	Classe 4
Forze di azionamento	Classe 1
Prestazione acustica vetrocamera	Rw = 47 dB (C;Ctr)

Le prestazioni dovranno essere stabilite in funzione della tipologia di apertura, delle sue dimensioni e delle condizioni specifiche del cantiere. Si consiglia di valutarle assieme al produttore del sistema. Il necessario valore di potere fonoisolante dovrà essere determinato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti confinanti e delle prestazioni degli altri materiali componenti le pareti esterne sulla base di quanto previsto dal decreto D.P.C.M. del 5/12/97 sui requisiti passivi degli edifici.

Posa in opera

Edilizia Energetica s.r.l. - Ing. Emanuele Pifferi

via della Barca n.24/3 - 40133 Bologna - tel.051/7166459 - emanuele.pifferi@gruppoeden.it

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

La posa in opera dovrà essere eseguita in modo da poter garantire il raggiungimento delle prestazioni certificate in laboratorio come descritto nella norma UNI 11673-1:2017 in merito ai requisiti e criteri di verifica della progettazione il tutto per dare l'opera finita a regola d'arte.

La stessa dovrà soddisfare i principi di posa per vetrate verticali ed inclinate secondo la norma UNI EN 12488 in merito alle raccomandazioni per il drenaggio e la ventilazione ed in merito alle dimensioni, durezza e posizionamento dei tasselli anche in funzione della tipologia di apertura.

A tal proposito si rende necessaria la scelta di un *controtelaio* che sia idoneo alla tipologia di muratura, in modo da evitare ponti termici e acustici.

Tale componente dovrà trasferire tutte le sollecitazioni statiche e dinamiche indotte dall'infisso in sicurezza a mezzo idonei fissaggi alla muratura distribuiti su tutto il perimetro.

Il controtelaio dovrà essere posto in opera in modo da evitare che nella zona di raccordo con la muratura possa infiltrarsi umidità per cui questa dovrà rappresentare una barriera sicura al vapore d'acqua. Nella posa dell'infisso dovranno quindi essere realizzate due barriere di tenuta, quella interna a tenuta di vapore e quella esterna a tenuta degli agenti atmosferici. È inoltre consigliato riempire gli spazi tra telaio e controtelaio o con idonee schiume o con idonei nastri autoespandenti.

Si procederà secondo le seguenti fasi:

- a. Rimozione e conferimento a discarica delle tende veneziane attualmente in opera;
- b. Rimozione degli infissi esistenti;
- c. Installazione nuovi infissi;
- d. Posa dei nuovi bancali (si vedano paragrafi precedenti);
- e. Installazione nuovo sistema di oscuramento.

Sistemi di oscuramento

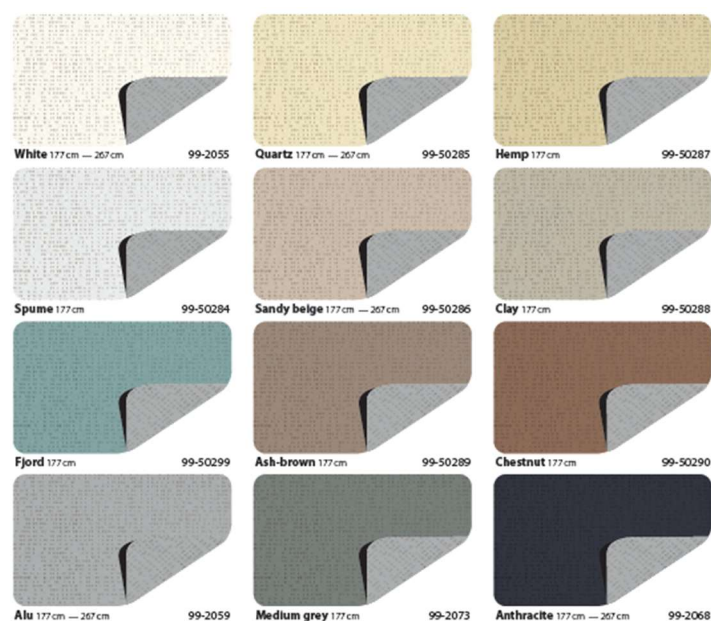
Gli infissi installati nelle aule didattiche e nei locali di servizio dovranno essere dotati di un sistema di oscuramento. Si è quindi optato per un sistema di tende interna a rullo mod. SOLTIS MASTER 99 o similare conforme alla normativa REACH, inserita all'interno di un sistema di schermatura e protezione solare ad azionamento manuale, con fissaggio a parete o a soffitto, e composta da tubo avvolgitore in alluminio estruso con ogiva per facilitare la manutenzione del telo, fondale rinforzato in alluminio estruso con tappi laterali in pvc, tessuto filtrante screen con micro-aerazione ed elevata resistenza alla rottura e costituito da fili in poliestere ad alta tenacità e spalmatura polimerica con trattamento fungistatico (precompresso in ordito e trama, mediante la tecnologia brevettata Précontraint), manovra

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

a catena combinata con comando frizionato in PVC o a molla con filo armonico e arresto intermedio, calotta lato opposto, perno rientrante per facilitare lo smontaggio del rullo dalle staffe, molla di richiamo per agevolare il sollevamento del telo, staffe di fissaggio in acciaio verniciato, copri staffe in pvc o in alluminio satinato.



Esempi di alcune delle colorazioni disponibili

Edilizia Energetica s.r.l. - Ing. Emanuele Pifferi

via della Barca n.24/3 - 40133 Bologna - tel.051/7166459 - emanuele.pifferi@gruppoeden.it

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

Il prodotto dovrà rispettare le seguenti caratteristiche tecniche e funzionali peculiari:

- Tessuto:
 - ambiente di applicazione: interno;
 - peso: 290 g/m² (EN ISO 2286-2);
 - spessore: 0,32 mm;
 - altezza 177-267 cm;
 - resistenza alla rottura (ordito/trama): 160/170 da N/5 cm (EN ISO 1421);
 - resistenza allo strappo (ordito/trama): 11/13 da N (DIN 53.363);
 - classe di reazione al fuoco: 1 (UNI 9177-87), euroclasse B-s2, d0 (EN13501-1);
 - trattamento fungistatico: grado 0 (eccellente);
 - eccellente visibilità verso l'esterno con trama regolare dall'aspetto testurizzato;
 - tipo di trasparenza: uniforme senza distorsione (non modifica la vista verso l'esterno);
 - qualità dell'aria: R+3 garantita dalla certificazione Greenguard Gold e dall'etichetta sanitaria A+;
 - tensione biassiale: rispetto totale del drittofilo;
 - fattore di apertura: 3%;
 - colori: a scelta della direzione lavori in base alle esigenze di trasmissione, riflessione e assorbimento solare.

- Sistema di sostegno e accessori:
 - larghezza minima: 60 cm;
 - dimensione staffe di fissaggio: 52 x 66 mm in pvc bianco, nero o grigio;
 - diametro rullo di avvolgimento: 39-40 mm;
 - colore profilo: bianco, avorio, marrone, nero opaco, argento anodizzato.

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

		Width (cm)		TS	RS	AS	TV n-h	EN 13363-1* Type "C" glazing	EN 13363-2** Type "D" glazing
		177	267					g_{tot}^i	g_{tot}^i
99-2055 A		•	•	14	47	39	13	0.42	0.18
99-2055 B		•	•	14	63	23	13	0.37	0.12
99-2058 A		•	•	8	44	48	6	0.43	0.19
99-2058 B		•	•	8	43	49	6	0.43	0.19
99-2059 A/B		•	•	6	43	51	5	0.43	0.19
99-2068 A		•	•	3	33	64	3	0.46	0.22
99-2068 B		•	•	3	8	89	3	0.54	0.28
99-2073 A		•		4	39	57	3	0.44	0.20
99-2073 B		•		4	25	71	3	0.49	0.24
99-50284 A		•		12	47	41	9	0.42	0.18
99-50284 B		•		12	60	28	9	0.37	0.14
99-50285 A		•	•	11	47	42	9	0.42	0.18
99-50285 B		•	•	11	60	29	9	0.37	0.15
99-50286 A		•	•	10	43	47	7	0.43	0.19
99-50286 B		•	•	10	44	46	7	0.43	0.19
99-50287 A		•		8	45	47	6	0.42	0.19
99-50287 B		•		8	47	45	6	0.42	0.19
99-50288 A		•		6	44	50	5	0.43	0.19
99-50288 B		•		6	39	55	5	0.44	0.21
99-50289 A		•		6	42	52	4	0.43	0.19
99-50289 B		•		6	30	64	4	0.47	0.23
99-50290 A		•		5	40	55	4	0.44	0.25
99-50290 B		•		5	25	70	4	0.49	0.25
99-50291 A		•		10	45	45	9	0.42	0.19
99-50291 B		•		10	49	41	9	0.41	0.19
99-50292 A		•		12	44	44	10	0.43	0.19
99-50292 B		•		12	51	37	10	0.40	0.19
99-50293 A		•		8	43	49	5	0.43	0.19
99-50293 B		•		8	36	56	5	0.45	0.24
99-50294 A		•		12	45	43	10	0.42	0.19
99-50294 B		•		12	52	36	10	0.40	0.18
99-50295 A		•		8	42	50	6	0.43	0.19
99-50295 B		•		8	36	56	6	0.45	0.23
99-50296 A		•		7	45	48	4	0.42	0.18
99-50296 B		•		7	47	46	4	0.42	0.19
99-50297 A		•		5	42	53	4	0.43	0.20
99-50297 B		•		5	20	75	4	0.50	0.26
99-50298 A		•		6	40	54	4	0.44	0.20
99-50298 B		•		6	17	77	4	0.51	0.28
99-50299 A		•		7	44	49	5	0.43	0.18
99-50299 B		•		7	48	45	5	0.41	0.18
99-50300 A		•		6	44	50	5	0.43	0.19
99-50300 B		•		6	39	55	5	0.44	0.21

Prestazioni in funzione del colore secondo la norma UNI EN 14501

Edilizia Energetica s.r.l. - Ing. Emanuele Pifferi

via della Barca n.24/3 - 40133 Bologna - tel.051/7166459 - emanuele.pifferi@gruppoeden.it

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

Interventi impiantistici

Sostituzione impianto di riscaldamento

Per il riscaldamento l'intero complesso si avvale attualmente di una centrale termica costituita da cinque generatori di calore alimentati a gas metano, ognuno di potenza pari a 80 kW. I terminali di emissione sono invece differenti tra i vari fabbricati: nel corpo centrale e negli spogliatoi della palestra troviamo radiatori ad acqua, nella palestra degli aerotermini ad acqua e nell'ampliamento più recente invece troviamo pannelli radianti a pavimento.

L'impianto attuale presenta diverse criticità, dovute in parte all'obsolescenza che compromettono una corretta distribuzione del calore con conseguenti problemi di discomfort. L'intervento di progetto prevede quindi l'installazione di un sistema termico integrato costituito da tre pompe di calore elettriche di tipo aria-acqua e una nuova caldaia a condensazione in sostituzione delle caldaie esistenti. Il nuovo impianto sarà dimensionato in modo da rispettare il valore minimo del coefficiente di prestazione in base a quanto previsto per le pompe di calore elettriche dalla tabella 3 – Allegato I del DM 16.02.16:

[Tabella 3 – Allegato I - DM 16.02.16]			
Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento $\leq 35 \text{ kW}_t$	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,1
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento $> 35 \text{ kW}_t$	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,8
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 10 Temperatura uscita: 7	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,7
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	5,1

Le pompe di calore saranno dotate di accumulo a bordo e di gruppo idronico con circolatore proporzionati dal costruttore alla potenza della macchina.

In base alle dispersioni termiche calcolate considerando la simultanea applicazione degli interventi sull'involucro opaco precedentemente descritti per garantire il fabbisogno termico invernale bisognerà

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

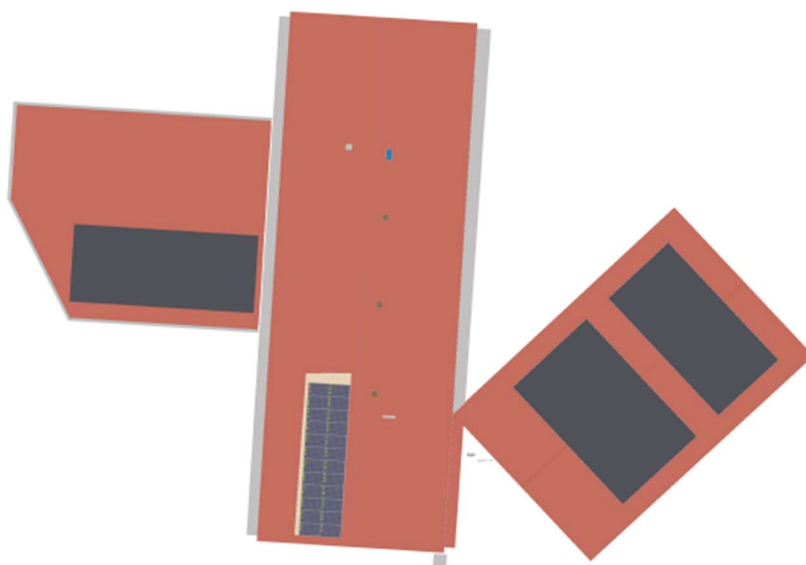
soddisfare una potenza di circa 180 kW, suddivisa in tre pompe di calore da 60 kW l'una e una caldaia a condensazione da 115,6 kW. Le operazioni di rimozione nella centrale termica esistente potranno essere svolte, a discrezione dell'installatore, in coda all'intervento di installazione delle pompe di calore, fermo restando la necessità di intercettare i circuiti e svuotarli dall'acqua prima del nuovo intervento. Sarà inoltre necessario effettuare una pulizia completa dell'impianto con risciacquo ed inserimento prodotti protettivi. Dovrà essere presente un impianto di trattamento acqua conforme a UNI 8065:2019.

Infine per quanto riguarda la produzione di acqua calda sanitaria, si prevede di dismettere i boiler attualmente esistenti e ricorrere all'utilizzo di un impianto solare termico, coadiuvato da un accumulo combinato con le pompe di calore.

Implementazione impianto fotovoltaico

Per ottenere un ulteriore risparmio energetico ed implementare l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili, è stata prevista all'interno del progetto l'ampliamento dell'impianto fotovoltaico esistente con l'aggiunta di ulteriori pannelli. I nuovi pannelli saranno installati sulla falda disposta a sud-ovest della copertura del fabbricato principale, in modo da sfruttare al meglio l'irradiazione solare.

Si allega di seguito schema di massima per la disposizione dei pannelli



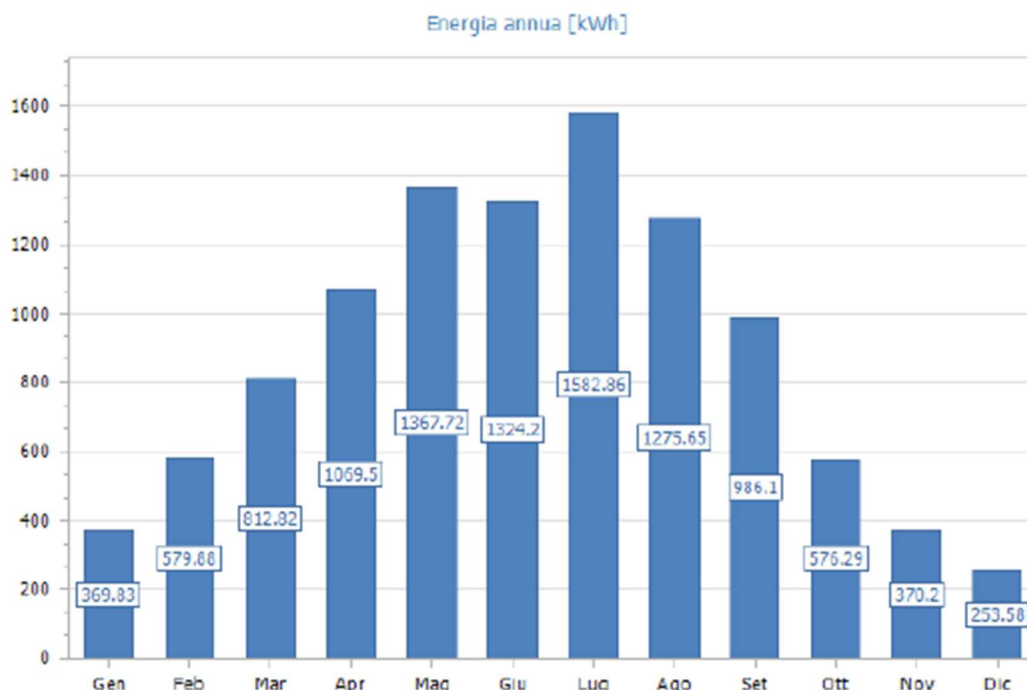
L'impianto sarà di tipo grid-connected, con allaccio trifase in bassa tensione. La potenza totale sarà pari a 10.440 kW, con una produzione di energia annua pari a 10 568,63 kWh (equivalente a 1 012.32 kWh/kW), derivante da 24 moduli che occuperanno una superficie di 49,94 m².

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

Si riporta di seguito una stima dell'energia che verrà prodotta mensilmente dall'impianto:



L'impianto dovrà essere realizzato a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche dell'impianto stesso, nonché dei suoi componenti, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Sostituzione corpi illuminanti

Il progetto prevede infine di massimizzare l'efficienza energetica attraverso la sostituzione delle lampade tradizionali, ad oggi largamente in uso nell'edificio, con sistemi LED. La loro scelta e il posizionamento all'interno dei locali è stata progettata nel rispetto della norma UNI EN 10840 e saranno adeguati alla destinazione d'uso del locale stesso, in modo da garantire condizioni generali che soddisfino il benessere e la sicurezza degli studenti, dei docenti e di altri utenti.

Per i due fabbricati scolastici sono state scelte plafoniere LED modulari simili a quelle già presenti in alcune zone dell'edificio, per mantenere la continuità anche dal punto di vista architettonico. Il modello

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB
Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

proposto può essere installato ad incasso in controsoffitti a pannelli standard, come per le aule del piano primo, o può essere montato a plafone o a sospensione.

Caratteristiche:



- Sorgente: LED
- Potenza assorbita: 33W
- Durata vita LED: 50.000h
- Flusso luminoso (lm): 4000
- Temperatura di colore: 3000 K
- Tensione di alimentazione: 220-240 V
- Frequenza nominale (Hz): 50/60
- Alimentatore: Esterno – Incluso
- Sistema di controllo: DALI

Per la palestra invece si è scelto di sostituire le lampade alogene a parete con proiettori LED di media potenza, adatti all'illuminazione di impianti sportivi.

Caratteristiche:

- Sorgente: LED
- Potenza assorbita: 330W
- Durata vita LED: 40.000h (L90B10) –
90.000h (L80B10)
- Flusso luminoso (lm): 36600
- Temperatura di colore: 3000 K
- Tensione di alimentazione: 220-240 V
- Frequenza nominale (Hz): 50/60
- Alimentatore: Esterno – Incluso
- Sistema di controllo: Stand Alone -1/10V



Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

Involucro verticale opaco esterno	€	249 865,55
Isolamento copertura	€	238 241,76
- Copertura piana	€	45 205,84
- Coperture inclinate	€	193 035,92
Sostituzione degli infissi esterni	€	308 488,27
Sistemi di oscuramento	€	74 656,97
Sostituzione corpi illuminanti	€	65 240,45
Installazione impianto fotovoltaico	€	20 652,83
Interventi Impiantistici		321 153,94
TOTALE LAVORI	€	1 278 299,77

SINTESI DEGLI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO

Si riassumono le azioni in progetto per la riduzione dei consumi energetici:

RIEPILOGO INTERVENTI MIGLIORATIVI				
Tipo di intervento	Investimento [€]	Risparmio annuo [tep]	Risparmio annuo [€]	Tempo di ritorno semplice [anni]
Coibentazione pareti esterne	297 070,25	2,439	4 919,39	0,75
Coibentazione copertura	283 250,49	2,748	5 542,28	-
Sostituzione infissi	455 529,20	1,149	2 317,36	15,82
Installazione lampade LED	77 565,70	0,435	1 087,86	-
Implementazione impianto FV	24 554,57	0,566	1 413,94	5,21
Interventi su impianti meccanici	381 826,48	3,581	3 405,78	13,75

Ipotizzando la completa attuazione delle soluzioni proposte, si avrebbe un risparmio globale di circa 10,9 tep, pari al 82% dei consumi complessivi del sito.

Edilizia Energetica s.r.l. - Ing. Emanuele Pifferi

via della Barca n.24/3 - 40133 Bologna - tel.051/7166459 - emanuele.pifferi@gruppoeden.it

Progetto Definitivo

Intervento di riqualificazione energetica – adeguamento allo standard nZEB

Istituto Comprensivo "Giacomo Musolesi", via Guglielmo Marconi 48/B, San Benedetto Val di Sambro (BO)

RIEPILOGO CLASSI ENERGETICHE		
Fase	Classe Energetica	EP [kWh/m ² anno]
Ante intervento	D	271,23
Post intervento	A3	58,83
Riduzione percentuale del fabbisogno di energia primaria		78%

Secondo l'art. 6 dell'Allegato Tecnico della DGR 967/2015 e ss.mm.ii. della Regione Emilia-Romagna, un edificio si definisce Edificio a Energia Quasi Zero (nZEB) se sono rispettati:

- tutti i requisiti previsti al punto B.2 dell'Allegato 2 con i livelli di prestazione ivi indicati dal 1° gennaio 2017 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2019 per tutti gli altri edifici;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei requisiti previsti al punto B.7 dell'Allegato 2.

La combinazione degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica sopra descritti consente di rispettare i requisiti previsti dalla normativa e di ottenere la qualifica di nZEB, ovvero un edificio ad altissima prestazione energetica il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ.

RISPONDENZA ALLE NORMATIVE E AUTORIZZAZIONI

Il presente progetto risulta conforme alla disciplina dell'attività edilizia costituita:

- dalle leggi e dai regolamenti in materia urbanistica ed edilizia;
- dalle prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti adottati;
- dalle discipline di settore aventi incidenza sulla disciplina dell'attività edilizia, tra cui la normativa tecnica vigente in materia di requisiti antisismici, di sicurezza, antiincendio, igienico-sanitari, di efficienza energetica, di superamento e non creazione delle barriere architettoniche, sensoriali e psicologico-cognitive.;
- dalle normative sui vincoli paesaggistici, idrogeologici, ambientali e di tutela del patrimonio storico, artistico, ed archeologico, gravanti sull'immobile.

Edilizia Energetica s.r.l. - Ing. Emanuele Pifferi

via della Barca n.24/3 - 40133 Bologna - tel.051/7166459 - emanuele.pifferi@gruppoeden.it