



COMUNE DI FANO

Provincia di Pesaro e Urbino

SETTORE 5° - LL.PP. - URBANISTICA

U.O. NUOVE OPERE

**COSTRUZIONE DI POLO SCOLASTICO IN
LOCALITA' CUCCURANO CARRARA -
LOTTO 1 - SCUOLA ELEMENTARE CON
PALESTRA.**

PROGETTO DEFINITIVO

**RENDIMENTO ENERGETICO IN EDILIZIA
D. LGS. 192/2005 s.m.i. - art. 8
RELAZIONE TECNICA LEGGE 10/1991 - art. 28**

PROGETTO ARCHITETTONICO:	Dott. Arch. Pamela Lisotta Dott. Arch. Rodolfo Romagnoli
PROGETTO STRUTTURALE:	Dott. Ing. Federico Fabbri
IMPIANTI TECNOLOGICI:	Dott. Ing. Guglielmo Cetrone P.I. Fabrizio Battistelli P.I. Gianluca Cantiani
IMPIANTO ELETTRICO:	P.I. Tedizio Zacchilli
RETI IDRICA E GAS:	P.I. Fabrizio Battistelli
COLLETTORE ACQUE BIANCHE:	Dott. Ing. Giacomo Furlani
RENDIMENTO ENERGETICO:	Dott. Ing. Guglielmo Cetrone
COLLABORATORI:	Dott. Arch. Elena De Vita P.I. Maurizio Polverari Geom. Mario Silvestrini Geom. Paolo Morelli
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Arch. Luigina Mischiatti	

DATA: LUGLIO 2015

TAVOLA
L.10 - RT

**RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991,
N. 10, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI
CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI****1. INFORMAZIONI GENERALI**Comune di FANO Provincia (PU)

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere):

Costruzione di polo scolastico in località Cuccurano Carrara - Lotto 1 - Scuola elementare con palestra.

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa, indicare che è da edificare nel terreno in cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Territoriale):

Concessione edilizia n. _____ del _____

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie):

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.**E.6 (2) Edifici adibiti ad attività sportive: palestre e assimilabili.**

Numero delle unità abitative _____

Committente (i) **Comune di Fano - Settore 5° - LL.PP. - Urbanistica**
U.O. Nuove Opere

Progettista dell'isolamento termico

ingegnere Cetrone GuglielmoAlbo: **ingegneri** Pr.: **Pesaro-Urbino** N.iscr.: **904**

Progettista degli impianti termici

ingegnere Cetrone GuglielmoAlbo: **ingegneri** Pr.: **Pesaro-Urbino** N.iscr.: **904**

- ☒ L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai fini dell'articolo 5, comma 15, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 (utilizzo delle fonti rinnovabili di energia) e dell'allegato I, comma 14 del decreto legislativo.

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti:

- [] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
- [] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi di protezione solare.
- [] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) 2130 GG

Temperatura esterna minima di progetto (secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti) -2,0 °C

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ_{int} [°C]	ϕ_{int} [%]
ZONA 1 - Scuola elementare	7142,90	4432,23	0,62	1643,05	20,0	65,0
ZONA 2 - Spogliatoi Palestra	1118,25	454,79	0,41	227,62	20,0	65,0
ZONA 3 - Palestra e soppalco	3709,91	1502,13	0,40	531,40	20,0	65,0
Polo Scolastico	11971,06	6389,15	0,53	2402,07	20,0	65,0

V Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano

S Superficie esterna che delimita il volume

S/V Rapporto di forma dell'edificio

Su Superficie utile dell'edificio

θ_{int} Valore di progetto della temperatura interna

ϕ_{int} Valore di progetto dell'umidità relativa interna

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

a) *Descrizione impianto*

Tipologia

Zona 1 - Scuola elementare: Impianto di climatizzazione a pompa di calore ad espansione diretta (aria-aria) con alimentazione elettrica del tipo a volume di refrigerante variabile VRF.

Zona 2 - Spogliatoi Palestra: Impianto di climatizzazione a pompa di calore aria-acqua con alimentazione elettrica; terminali di erogazione costituiti da radiatori tubolari in acciaio dimensionati per funzionamento a bassa temperatura.

Zona 3 - Palestra e Soppalco: Impianto di climatizzazione a pompa di calore ad espansione diretta (aria-aria) con alimentazione elettrica del tipo a volume di refrigerante variabile VRF.

Impianto di produzione acqua calda sanitaria (ACS) di tipo centralizzato per scuola elementare e spogliatoi palestra a pompa di calore aria-acqua con alimentazione elettrica ed integrazione mediante impianto solare termico (presenza generatore di calore a condensazione con alimentazione a gas metano con funzione di back-up).

Sistemi di generazione

Zona 1 - Scuola elementare: Sistema di generazione costituito da pompa di calore ad espansione diretta (aria-aria) con alimentazione elettrica.

Zona 2 - Spogliatoi Palestra: Sistema di generazione costituito da pompa di calore aria-acqua con alimentazione elettrica.

Zona 3 - Palestra e Soppalco: Sistema di generazione costituito da pompa di calore ad espansione diretta (aria-aria) con alimentazione elettrica.

Sistemi di termoregolazione

Zona 1 e Zona 3: Sistema di termoregolazione di tipo modulante con controllo della temperatura in ogni singolo ambiente climatizzato.

Zona 2: Sistema di termoregolazione di tipo ON-OFF di zona con controllo della temperatura in ogni singolo ambiente mediante valvole termostatiche.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Zona 1 e Zona 3: Rete di distribuzione in tubazioni di rame idonee per fluido refrigerante (R410a) isolate termicamente.

Zona 2: Rete di distribuzione in tubazioni di rame idonee per sistemi idronici isolate termicamente come previsto dall'allegato B al D.P.R. 412/93.

Sistemi di ventilazione forzata: tipologie

Zona 1 - Scuola elementare: Unità di ventilazione meccanica con sistema di recupero del calore senza batteria di post-trattamento; l'aria viene post-trattata dalle unità interne di climatizzazione ad espansione diretta.

Zona 2 - Spogliatoi Palestra: Unità di ventilazione meccanica con sistema di recupero del calore con batteria di post-trattamento ad espansione diretta collegata al sistema VRF.

Zona 3 - Palestra e Soppalco: Unità di ventilazione meccanica con sistema di recupero del calore senza batteria di post-trattamento; l'aria viene post-trattata dalle unità interne di climatizzazione ad espansione diretta.

Sistemi di accumulo termico: tipologie

Accumulatore inerziale a stratificazione di capacità pari a 850 l.

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Impianto di produzione acqua calda sanitaria (ACS) di tipo centralizzato per scuola elementare e spogliatoi palestra a pompa di calore aria-acqua con alimentazione elettrica ed integrazione mediante impianto solare termico (presenza generatore di calore a condensazione con alimentazione a gas metano con funzione di back-up).

La distribuzione di acqua calda sanitaria (ACS) avviene tramite tubazioni idonee per impianti idrici isolate termicamente come previsto dal D.P.R. 412/93.

b) Specifiche dei generatori di energia

Zona	<i>Polo Scolastico</i>	Quantità	<i>1</i>
Servizio	<i>Produzione acqua calda sanitaria</i>	Fluido termovettore	<i>Acqua</i>
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>	Combustibile	<i>Energia elettrica</i>
Marca – modello			
Potenza utile nominale Pn	<i>16,00</i>	kW	

Zona	<i>ZONA 1 - Scuola elementare</i>	Quantità	<i>1</i>
Servizio	<i>Riscaldamento - Ventilazione</i>	Fluido termovettore	<i>Aria</i>
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>	Combustibile	<i>Energia elettrica</i>
Marca – modello			
Potenza utile nominale Pn	<i>51,30</i>	kW	

Zona	<i>ZONA 1 - Scuola elementare</i>	Quantità	<i>1</i>
Servizio	<i>Riscaldamento - Ventilazione</i>	Fluido termovettore	<i>Aria</i>
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>	Combustibile	<i>Energia elettrica</i>
Marca – modello			
Potenza utile nominale Pn	<i>64,60</i>	kW	

Zona	<i>ZONA 1 - Scuola elementare</i>	Quantità	<i>1</i>
Servizio	<i>Raffrescamento - Ventilazione</i>	Fluido termovettore	<i>Acqua</i>
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>	Combustibile	<i>Energia elettrica</i>
Marca – modello			
Potenza utile nominale Pn	<i>45,00</i>	kW	

Zona	<i>ZONA 1 - Scuola elementare</i>	Quantità	<i>1</i>
Servizio	<i>Raffrescamento - Ventilazione</i>	Fluido termovettore	<i>Acqua</i>
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>	Combustibile	<i>Energia elettrica</i>
Marca – modello			
Potenza utile nominale Pn	<i>56,00</i>	kW	

Zona	<u>ZONA 2 - Spogliatoi Palestra</u>	Quantità	<u>1</u>
Servizio	<u>Riscaldamento</u>	Fluido termovettore	<u>Acqua</u>
Tipo di generatore	<u>Pompa di calore</u>	Combustibile	<u>Energia elettrica</u>
Marca – modello	_____		
Potenza utile nominale Pn	<u>16,00</u>	kW	

Zona	<u>Zona 3 - Palestra e Soppalco</u>	Quantità	<u>1</u>
Servizio	<u>Riscaldamento - Ventilazione</u>	Fluido termovettore	<u>Aria</u>
Tipo di generatore	<u>Pompa di calore</u>	Combustibile	<u>Energia elettrica</u>
Marca – modello	_____		
Potenza utile nominale Pn	<u>48,40</u>	kW	

Zona	<u>Zona 3 Palestra e Soppalco</u>	Quantità	<u>1</u>
Servizio	<u>Raffrescamento - Ventilazione</u>	Fluido termovettore	<u>Aria</u>
Tipo di generatore	<u>Pompa di calore</u>	Combustibile	<u>Energia elettrica</u>
Marca – modello	_____		
Potenza utile nominale Pn	<u>11,10</u>	kW	

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione prevista ☒ continua con attenuazione notturna ☐ intermittente

Altro _____

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica

Marca - modello _____

Descrizione sintetica delle funzioni _____

Numero di livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore _____

Organi di attuazione

Marca - modello _____

Descrizione sintetica delle funzioni _____

Regolatori climatici delle singole zone o unità immobiliari

Descrizione sintetica delle funzioni	Numero di apparecchi	Numero di livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore
Zona 2 - Spogliatoi Palestra: cronotermistato	1	2

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Descrizione sintetica dei dispositivi	Numero di apparecchi
Zona 1 e Zona 3: comandi delle unità interne di climatizzazione con sonda di temperatura per regolazione sistema modulante VRF Zona 2: valvole termostatiche sui singoli radiatori	N. 1 per ogni unità interna di climatizzazione

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Tipo di terminali	Numero di apparecchi	Potenza termica nominale [W]
Zona 1 - Scuola elementare: Unità interne di climatizzazione sistema VRF	18	Funzione del fabbisogno termico
Zona 2 - Spogliatoi Palestra: Radiatori tubolari in acciaio.	12	Funzione del fabbisogno termico
Zona 3 - Palestra e Soppalco: Unità interne di climatizzazione sistema VRF	8	Funzione del fabbisogno termico

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Dimensionamento eseguito secondo norma _____

N.	Combustibile	CANALE DA FUMO				CAMINO		
		Materiale/forma	D [mm]	L [m]	h [m]	Materiale/forma	D [mm]	h [m]

D Diametro (o lato) del canale da fumo o del camino

L Lunghezza del canale da fumo o del camino

h Altezza del canale da fumo o del camino

g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Impianto di trattamento dell'acqua generale costituito da filtrazione e addolcimento.

Impianto di trattamento dell'acqua specifico per circuiti idronici di riscaldamento costituito da dosaggio di prodotti condizionanti chimici antincrostanti ed anti proliferazione di microrganismi.

Impianto di trattamento dell'acqua specifico per circuiti idraulici di produzione e distribuzione di acqua calda sanitaria costituito da dosaggio di condizionanti chimici antincrostanti.

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Descrizione della rete	Tipologia di isolante	λ_{is} [W/mK]	Sp_{is} [mm]
	Guaina flessibile e/o lastre di elastomero espanso a cellule chiuse	< 0,040	Conforme tabella ALL. B D.P.R. 412/1993

λ_{is} Conduttività termica del materiale isolante

Sp_{is} Spessore del materiale isolante

i) **Specifiche della/e pompa/e di circolazione**

Q.tà	Circuito	Marca - modello - velocità	PUNTO DI LAVORO		
			G [kg/h]	ΔP [daPa]	W_{aux} [W]
2	Spogliatoi Palestra Servizi igienici		1.000	5.000	25

G Portata della pompa di circolazione

ΔP Prevalenza della pompa di circolazione

W_{aux} Assorbimento elettrico della pompa di circolazione

j) **Impianti solari termici**

Descrizione e caratteristiche tecniche

Impianto solare termico costituito da n° 3 collettori solari di superficie singola pari a 2,1 m² ed accumulo inerziale a stratificazione avente capacità pari a 850 litri

k) **Schemi funzionali degli impianti termici**

5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione e caratteristiche tecniche

Impianto fotovoltaico con potenza di picco pari a 42,55 kWp (D. Lgs. 28/2011).

Schemi funzionali

5.3 Altri impianti

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionale

Unità di ventilazione meccanica con recupero del calore aventi portata nominale 500-1.000 m³/h.

Le unità di ventilazione sono posizionate in prossimità delle unità interne di climatizzazione che effettuano il post-trattamento dell'aria di ventilazione prima dell'immissione in ambiente.

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Zona 1: **ZONA 1 - Scuola elementare**

a) *Involucro edilizio e ricambi d'aria*

Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
M4	Parete Perimetrale	0,256	0,256
P4	Solaio Piano Terra	0,281	0,281
S4	Solio Corridoio e Vani Tecnici piano copertura	0,277	0,277
S5	Copertura	0,244	0,244

Caratteristiche termiche dei divisori opachi e delle strutture dei locali non climatizzati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
------	-------------	--	---------------------------------------	----------

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
M1	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
M4	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
P4	Solaio Piano Terra	Positiva	Positiva
S4	Solio Corridoio e Vani Tecnici piano copertura	Positiva	Positiva
S5	Copertura	Positiva	Positiva

Caratteristiche di massa superficiale Ms e trasmittanza periodica YIE dei componenti opachi

Cod.	Descrizione	Ms [kg/m ²]	YIE [W/m ² K]
M1	Parete Perimetrale	278	0,022
M4	Parete Perimetrale	280	0,022
S4	Solaio Corridoio e Vani Tecnici piano copertura	563	0,021
S5	Copertura	514	0,011

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza infisso U _w [W/m ² K]	Trasmittanza vetro U _g [W/m ² K]
W1	Finestra 4,00x2,40 m	1,789	1,587
W2	Porta 1,60x3,00 m	1,776	1,587
W3	Porta 1,90x3,00 m	1,748	1,587
W4	Finestra 2,40x2,40 m	1,786	1,587
W5	Finestra 0,80x0,80 m	1,784	1,587
W6	Finestra 3,60x3,00 m	1,780	1,587

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate

Sono presenti elementi di copertura delle aree esterne in prossimità dell'edificio che contribuiscono alla schermatura delle superficie vetrate.

Si prevede l'installazione di elementi schermanti interni (tendaggi).

Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli)

Isolamento termico dall'esterno degli elementi strutturali

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) – specificare per le diverse zone

N.	Descrizione	Valore di progetto [vol/h]	Valore medio 24 ore [vol/h]

Portata d'aria di ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)

Q.tà	Portata G [m ³ /h]	Portata G _R [m ³ /h]	η _T [%]
7	1.000	1.000	73,50-59,50

G Portata d'aria di ricambio per ventilazione meccanica controllata

G_R Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso

η_T Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso

b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

Rendimento di generazione	147,9	%
Rendimento di regolazione	98,0	%
Rendimento di distribuzione	97,7	%
Rendimento di emissione	95,8	%
Rendimento globale medio stagionale	208,8	%

c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Rapporto S/V	0,62	1/m
Valore di progetto Ep _i	6,44	kWh/m ³
Valore limite	15,80	kWh/m ³
Verifica (positiva / negativa)	Positiva	
Fabbisogno di Energia elettrica	21149	kWhe

Indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Valore di progetto Ep _{e,invol}	3,98	kWh/m ³
Valore limite	10,00	kWh/m ³
Verifica (positiva / negativa)	Positiva	

d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	10,88	kJ/m ³ GG
(trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto c)		

e) Indici di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

Fabbisogno di Energia elettrica 794 kWh_e

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto termico centralizzato per la produzione di acqua calda sanitaria.

f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo 58,7 %

Percentuale minima di copertura prevista 55,0 %

Verifica (positiva / negativa) Positiva

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto solare comune a tutte le zone termiche.

g) Impianti fotovoltaici

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo 12,8 %

Fabbisogno di energia elettrica da rete 219716 kWh_e

Energia elettrica da produzione locale 32337 kWh_e

Potenza elettrica installata 32,75 kW

Potenza elettrica richiesta 32,15 kW

Verifica (positiva / negativa) Positiva

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

h) Copertura da fonti rinnovabili

Percentuale da fonte rinnovabile 41,5 %

Percentuale minima di copertura prevista 38,5 %

Verifica (positiva / negativa) Positiva

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3, p. 1)

Zona 2: ZONA 2 - Spogliatoi Palestra

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
M4	Parete Perimetrale	0,256	0,256
P4	Solaio Piano Terra	0,281	0,281
S3	Solaio Soffitto Sotto Tribuna	1,316	1,316

Caratteristiche termiche dei divisori opachi e delle strutture dei locali non climatizzati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
------	-------------	--	---------------------------------------	----------

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
M1	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
M4	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
P4	Solaio Piano Terra	Positiva	Positiva
S3	Solaio Soffitto Sotto Tribuna	Positiva	Positiva

Caratteristiche di massa superficiale Ms e trasmittanza periodica YIE dei componenti opachi

Cod.	Descrizione	Ms [kg/m ²]	YIE [W/m ² K]
M1	Parete Perimetrale	278	0,022
M4	Parete Perimetrale	280	0,022

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza infisso U _w [W/m ² K]	Trasmittanza vetro U _g [W/m ² K]
W10	Finestra Palestra 1,00x1,00 m	1,748	1,587
W11	Finestra Palestra 2,00x1,00 m	1,737	1,587
W12	Finestra Palestra 1,00x2,00 m	1,682	1,587
W8	Porta Palestra 1,60x2,20 m	1,754	1,587
W9	Porta Palestra 0,95x2,20 m	1,747	1,587

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate

La maggior parte della superficie vetrata è presente sulla facciata verso l'edificio della scuola che insieme al percorso esterno coperto svolge un effetto schermante.

Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli)

Isolamento termico dall'esterno degli elementi strutturali

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) – specificare per le diverse zone

N.	Descrizione	Valore di progetto [vol/h]	Valore medio 24 ore [vol/h]

Portata d'aria di ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)

Q.tà	Portata G [m ³ /h]	Portata G _R [m ³ /h]	η _T [%]
2	1.000	1.000	73,50-59,50
1	500	500	76,50-62,50

G Portata d'aria di ricambio per ventilazione meccanica controllata

G_R Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso

η_T Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso

b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

Rendimento di generazione	167,1	%
Rendimento di regolazione	98,0	%
Rendimento di distribuzione	97,5	%
Rendimento di emissione	98,0	%
Rendimento globale medio stagionale	468,9	%

c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Rapporto S/V	<u>0,41</u>	1/m
Valore di progetto E_{p_i}	<u>5,64</u>	kWh/m ³
Valore limite	<u>12,21</u>	kWh/m ³
Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	
Fabbisogno di Energia elettrica	<u>2902</u>	kWhe

Indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Valore di progetto $E_{p_{e,inv}}$	<u>0,36</u>	kWh/m ³
Valore limite	<u>10,00</u>	kWh/m ³
Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	

d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	<u>9,54</u>	kJ/m ³ GG
--------------------	-------------	----------------------

(trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto c)

e) Indici di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

Fabbisogno di Energia elettrica	<u>794</u>	kWhe
---------------------------------	------------	------

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto termico centralizzato per la produzione di acqua calda sanitaria.

f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	<u>55,6</u>	%
Percentuale minima di copertura prevista	<u>55,0</u>	%
Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto solare comune a tutte le zone termiche.

g) Impianti fotovoltaici

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	<u>14,2</u>	%
Fabbisogno di energia elettrica da rete	<u>25980</u>	kWhe
Energia elettrica da produzione locale	<u>4295</u>	kWhe
Potenza elettrica installata	<u>4,35</u>	kW
Potenza elettrica richiesta	<u>4,32</u>	kW
Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

h) Copertura da fonti rinnovabili

Percentuale da fonte rinnovabile	<u>61,0</u>	%
Percentuale minima di copertura prevista	<u>38,5</u>	%
Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3, p. 1)

Zona 3: ZONA 3 - Palestra e Soppalco**a) Involucro edilizio e ricambi d'aria**

Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
M4	Parete Perimetrale	0,256	0,256
P2	Solaio Tribuna	1,111	1,111
P4	Solaio Piano Terra	0,281	0,281
S1	Copertura	0,229	0,229
S5	Copertura	0,244	0,244

Caratteristiche termiche dei divisori opachi e delle strutture dei locali non climatizzati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza media [W/m ² K]	Valore limite [W/m ² K]	Verifica
------	-------------	--	---------------------------------------	----------

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Cod.	Descrizione	Condensa superficiale	Condensa interstiziale
M1	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
M4	Parete Perimetrale	Positiva	Positiva
P2	Solaio Tribuna	Negativa	Positiva
P4	Solaio Piano Terra	Positiva	Positiva
S1	Copertura	Positiva	Positiva
S5	Copertura	Positiva	Positiva

Caratteristiche di massa superficiale Ms e trasmittanza periodica YIE dei componenti opachi

Cod.	Descrizione	Ms [kg/m ²]	YIE [W/m ² K]
M1	Parete Perimetrale	278	0,022
M4	Parete Perimetrale	280	0,022
S1	Copertura	514	0,010
S5	Copertura	514	0,011

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati

Cod.	Descrizione	Trasmittanza infisso U _w [W/m ² K]	Trasmittanza vetro U _g [W/m ² K]
W10	Finestra Palestra 1,00x1,00 m	1,748	1,587
W8	Porta Palestra 1,60x2,20 m	1,754	1,587

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate

La superficie vetrata ha estensione ridotta rispetto alla superficie esterna dell'edificio.

Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli)

Isolamento termico dall'esterno degli elementi strutturali

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) – specificare per le diverse zone

N.	Descrizione	Valore di progetto [vol/h]	Valore medio 24 ore [vol/h]

Portata d'aria di ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)

Q.tà	Portata G [m³/h]	Portata G _R [m³/h]	η _T [%]
3	1.000	1.000	73,50-59,50

G Portata d'aria di ricambio per ventilazione meccanica controllata

G_R Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso

η_T Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso

b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

Rendimento di generazione	152,2	%
Rendimento di regolazione	98,0	%
Rendimento di distribuzione	98,1	%
Rendimento di emissione	98,9	%
Rendimento globale medio stagionale	88,0	%

c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Rapporto S/V	0,40	1/m
Valore di progetto Ep _i	4,62	kWh/m³
Valore limite	12,18	kWh/m³
Verifica (positiva / negativa)	Positiva	
Fabbisogno di Energia elettrica	7878	kWhe

Indice di prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

UNI/TS 11300 e norme correlate

Valore di progetto Ep _{e,inv}	1,56	kWh/m³
Valore limite	10,00	kWh/m³
Verifica (positiva / negativa)	Positiva	

d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale

Valore di progetto	7,80	kJ/m³GG
--------------------	-------------	---------

(trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto c)

e) Indici di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

Fabbisogno di Energia elettrica	794	kWhe
---------------------------------	------------	------

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto termico centralizzato per la produzione di acqua calda sanitaria.

f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	<u>55,6</u>	%
---	-------------	---

Percentuale minima di copertura prevista	<u>55,0</u>	%
--	-------------	---

Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	
--------------------------------	-----------------	--

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

NOTA: i valori si riferiscono all'impianto solare comune a tutte le zone termiche.

g) Impianti fotovoltaici

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	<u>4,9</u>	%
---	------------	---

Fabbisogno di energia elettrica da rete	<u>105571</u>	kWh _e
---	---------------	------------------

Energia elettrica da produzione locale	<u>5381</u>	kWh _e
--	-------------	------------------

Potenza elettrica installata	<u>5,45</u>	kW
------------------------------	-------------	----

Potenza elettrica richiesta	<u>5,08</u>	kW
-----------------------------	-------------	----

Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	
--------------------------------	-----------------	--

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3)

h) Copertura da fonti rinnovabili

Percentuale da fonte rinnovabile	<u>45,9</u>	%
----------------------------------	-------------	---

Percentuale minima di copertura prevista	<u>38,5</u>	%
--	-------------	---

Verifica (positiva / negativa)	<u>Positiva</u>	
--------------------------------	-----------------	--

(verifica secondo D.Lgs. 3 marzo 2011, n.28 - Allegato 3, p. 1)

7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA
--

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate.

Zona 1 - Scuola elementare: le tecnologie che in fase di progetto sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante il ricorso a fonti di energia rinnovabile o assimilate riguardano l'utilizzo di un sistema a pompa di calore ad espansione diretta con alimentazione elettrica per la climatizzazione degli ambienti; in tal caso la forma di energia rinnovabile utilizzata è rappresentata dall'energia aerotermica.

Zona 2 - Spogliatoi Palestra: le tecnologie che in fase di progetto sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante il ricorso a fonti di energia rinnovabile o assimilate riguardano l'utilizzo di un sistema a pompa di calore aria-acqua con alimentazione elettrica per il riscaldamento degli ambienti; in tal caso la forma di energia rinnovabile utilizzata è rappresentata dall'energia aerotermica.

Zona 3 - Palestra e Soppalco: le tecnologie che in fase di progetto sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante il ricorso a fonti di energia rinnovabile o assimilate riguardano l'utilizzo di un sistema a pompa di calore ad espansione diretta con alimentazione elettrica per la climatizzazione degli ambienti; in tal caso la forma di energia rinnovabile utilizzata è rappresentata dall'energia aerotermica.

Per l'intero polo scolastico il servizio di produzione di acqua calda sanitaria è garantito da un sistema ibrido che integra una pompa di calore aria-acqua ad alimentazione elettrica ed un impianto solare termico costituito da n. 3 collettori solari termici ognuno con superficie pari a 2,10 m²; è presente inoltre un accumulo inerziale a stratificazione avente capacità pari a 850 litri.

In tal caso le forme di energia rinnovabile utilizzate sono rappresentate dall'energia aerotermica attraverso la pompa di calore aria-acqua e l'energia solare attraverso il sistema solare termico.

Per l'intero polo scolastico l'impianto solare fotovoltaico avente potenza nominale pari a 42,55 kWp consente l'utilizzo dell'energia solare come fonte rinnovabile per la produzione di energia elettrica.

9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- ☐ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare (completi di documentazione relativa alla marcatura CE).
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Tabelle indicanti i provvedimenti ed i calcoli per l'attenuazione dei ponti termici.
N. _____ Rif.: _____
- ☐ Altri allegati.
N. _____ Rif.: _____

I calcoli e le documentazioni che seguono sono disponibili ai fini di eventuali verifiche da parte dell'ente di controllo presso i progettisti:

- ☒ Calcolo potenza invernale: dispersioni dei componenti e potenza di progetto dei locali.
- ☒ Calcolo energia utile invernale $Q_{h,nd}$ secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo energia utile estiva $Q_{c,nd}$ secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo dei coefficienti di dispersione termica $H_T - H_U - H_G - H_A - H_V$.
- ☒ Calcolo mensile delle perdite ($Q_{h,ht}$), degli apporti solari (Q_{sol}) e degli apporti interni (Q_{int}) secondo UNI/TS 11300-1.
- ☒ Calcolo degli scambi termici ordinati per componente.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.
- ☒ Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.

10. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto	<u>Ingegnere</u>	<u>Guglielmo</u>	<u>Cetrone</u>
	TITOLO	NOME	COGNOME
iscritto a	<u>Ordine Ingegneri</u>	<u>Pesaro-Urbino</u>	<u>904</u>
	ALBO – ORDINE O COLLEGIO DI APPARTENENZA	PROV.	N. ISCRIZIONE

essendo a conoscenza delle sanzioni previste all'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

DICHIARA

sotto la propria responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della direttiva 2002/91/CE;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data, 29/07/2015

Il progettista

TIMBRO

FIRMA