



COMUNE DI PADOVA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMMOBILI AD USO SCOLASTICO CT168 - Scuola Secondaria di 1° "Marsilio da Padova" Via dell'Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

PROGETTO ESECUTIVO IMPORTO COMPLESSIVO € 150'000,00

DESCRIZIONE ELABORATO

RELAZIONE TECNICA ART. 28 L10/91

Scala:	Elaborato: 13
N° Progetto: LLPP EDP 2018_147	CUP: H96C18000330004
REVISIONE: 01	DATA EMISSIONE: OTTOBRE 2018

Progettista Impianti:

ing. Nicola Cappellato

Via Guido Rossa
35020 - Ponte San Marco (PD)
Tel. 049 2612025 - Fax 049 8991422
E-mail: info@studiocappellato.com



Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Diego Giacon

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via N. Tommaseo, 60
35131 - Padova (PD)

Capo Settore:

LEGGE 9 gennaio 1991, n. 10

RELAZIONE TECNICA

Decreto 26 giugno 2015

COMMITTENTE : **Comune di Padova**

EDIFICIO : **Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"**

INDIRIZZO : **Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)**

COMUNE : **Padova**

INTERVENTO : **EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMMOBILI AD USO SCOLASTICO**
Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" - Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

Rif.: **Scuola Media Tasso ex Marsilio C.T. 168_L10.E0001**
Software di calcolo : **Edilclima - EC700 - versione 8**



ing. Nicola Cappellato
Via Guido Rossa, 7 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Riqualificazione energetica degli impianti tecnici

Un edificio esistente è sottoposto a riqualificazione energetica degli impianti tecnici quando i lavori in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, insistono su impianti aventi proprio consumo energetico.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Padova Provincia PD

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

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO SEDI COMUNALI

Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" - Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

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.

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):

Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

Richiesta permesso di costruire _____ del _____
Permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ del _____
Variante permesso di costruire/DIA/SCIA/CIL o CIA _____ 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.

Numero delle unità abitative 1

Committente (i) Comune di Padova
Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)

Progettista degli impianti termici Ingegnere Cappellato Nicola
Albo: Ingegneri Pr.: Padova N.iscr.: 4577

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)	<u>2383</u>	GG
Temperatura esterna minima di progetto (secondo UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	<u>-5,0</u>	°C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	<u>32,5</u>	°C

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

a) Condizionamento invernale

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	13160,42	6613,46	0,50	3725,05	20,0	65,0
<i>Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"</i>	13160,42	6613,46	0,50	3725,05	20,0	65,0

Presenza sistema di contabilizzazione del calore:

b) Condizionamento estivo

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	13160,42	6613,46	0,50	3725,05	26,0	51,3
<i>Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"</i>	13160,42	6613,46	0,50	3725,05	26,0	51,3

Presenza sistema di contabilizzazione del calore:

- 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

c) **Informazioni generali e prescrizioni**

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture:

Valore di riflettanza solare 0,00 >0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare 0,00 >0,30 per coperture a falda

Motivazione che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti:

Strutture non oggetto del presente intervento.

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture:

Motivazione che hanno portato al non utilizzo:

Strutture non oggetto del presente intervento.

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare

Descrizione delle principali caratteristiche:

Installazione di valvole termostatiche su ogni singolo corpo scaldante per garantire la regolazione all'interno di ogni singolo locale.

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale

Motivazioni che ha portato alla non utilizzazione:

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a) Descrizione impianto

Tipologia

Impianto termico per il riscaldamento degli ambienti.

Sistemi di generazione

Nuovo generatore di calore a condensazione alimentato a gas metano con pluribruciatore modulante.

Sistemi di termoregolazione

Regolazione climatica agente direttamente sui bruciatori e regolazione climatica agente sul circuito dedicato alla zona termica dell'edificio.

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Nessuno.

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Distribuzione bitubo, con tubazioni con percorso sottotraccia.

Sistemi di ventilazione forzata: tipologie

Nessuno.

Sistemi di accumulo termico: tipologie

Nessuno.

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Bollitori elettrici ad accumulo non oggetto del presente intervento.

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW

27,00 gradi francesi

Tattamento di condizionamento chimico per l'acqua, norma UNI 8065:

Presenza di un filtro di sicurezza:

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria:

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto:

Zona **Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"**

Quantità

1

Servizio **Riscaldamento**

Fluido termovettore

Acqua

Tipo di generatore

Caldia a condensazione

Combustibile

Metano

Marca - modello

GRUPPO TERMICO A CONDENSAZIONE POLIBRUCIATORE

Potenza utile nominale Pn

525,80 kW

Rendimento termico utile a 100% Pn (valore di progetto)

98,2 %

Rendimento termico utile a 30% Pn (valore di progetto)

107,5 %

Zona	Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"	Quantità	1
Servizio	Acqua calda sanitaria	Fluido termovettore	
Tipo di generatore	Rendimento noto stagionale	Combustibile	Energia elettrica
Marca - modello			
Potenza utile nominale Pn	7,50		kW

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e 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 _____

Tipo di conduzione estiva prevista:

Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente (descrizione sintetica delle funzioni)

Sistema di termoregolazione e telecontrollo Coster

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

Centralina climatica

Marca - modello

Coster XCC618+ACB400

Descrizione sintetica delle funzioni

Regolatore climatico agente sui bruciatori in ragione della temperatura richiesta dai circuiti e regolazione climatica dei circuiti in funzione della temperatura ambiente rilevata e della temperatura esterna.

Numero di livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

2

Organi di attuazione

Marca - modello

Coster

Descrizione sintetica delle funzioni

Bruciatore modulante.

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
Regolazione climatica delle singole zone termiche.	3	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
Valvole termostatiche sui singoli corpi scaldanti.	117

e) **Terminali di erogazione dell'energia termica**

Tipo di terminali	Numero di apparecchi	Potenza termica nominale [W]
Radiatori	117	0

f) **Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione**

Dimensionamento eseguito secondo norma

UNI EN 13384

N.	Combustibile	CANALE DA FUMO			CAMINO			
		Materiale/forma	D [mm]	L [m]	h [m]	Materiale/forma	D [mm]	h [m]
1	Metano	Acciaio inox/circolare	250	3,5	1,0	Acciaio inox/circolare	250	10,0

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)**

Filtro, sistema di addolcimento e punto di dosaggio anticorrosivo.

h) **Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

Descrizione della rete	Tipologia di isolante	λ_{is} [W/mK]	Sp _{is} [mm]
Riscaldamento in centrale termica	Materiali espansi organici a cella chiusa	0,040	60

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]
1	Aule SX	GRUNDFOS MAGNA3 D 40-100	13800,00	4000,00	371
1	Aule ex Uffici	GRUNDFOS MAGNA3 D 32-80	4300,00	4000,00	144
1	Aule DX e Bilbioteca	GRUNDFOS MAGNA3 D 50-120 F	17200,00	5000,00	525

G Portata della pompa di circolazione

ΔP Prevalenza della pompa di circolazione

W_{aux} Assorbimento elettrico della pompa di circolazione

j) **Schemi funzionali degli impianti termici**

168-IM

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Edificio: **Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"**

Si è in presenza del caso di cui al comma 1 del punto 5.3 dell'allegato 1:

E' stata eseguita la diagnosi energetica richiesta:

Se "si" esplicitare i motivi che hanno portato alla scelta della soluzione progettuale attraverso la diagnosi energetica:

Ritorno economico dell'investimento migliore rispetto alle altre soluzioni prese in considerazione in accordo con le indicazioni del paragrafo 5.3.1 dell'Allegato 1 al D.I. 26/06/15 requisiti minimi.

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]
M1	MURATURA PERIMETRALE	2,084	2,232
P1	PAVIMENTO VERSO TERRENO	0,243	0,243
S1	COPERTURA PIANA PIANO TERRA	1,229	1,229
S2	COPERTURA PIANA PIANO PRIMO	1,006	1,006

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

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
------	-------------	--	--

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

Cod.	Descrizione	Ms [kg/m ²]	YIE [W/m ² K]
M1	MURATURA PERIMETRALE	570	0,534
S1	COPERTURA PIANA PIANO TERRA	495	0,282
S2	COPERTURA PIANA PIANO PRIMO	640	0,113

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 20x150 M.VS	5,703	5,703
W10	FINESTRA 65x215 M.VS	5,553	5,703
W11	FINESTRA 100x170 M.VS	5,577	5,703
W12	FINESTRA 60x240 M.VS	5,537	5,703
W13	FINESTRA 520x290 M.VS	5,592	5,703
W14	FINESTRA 135x190 M.VS	5,589	5,703
W15	FINESTRA 145x320 M.VS	5,593	5,703
W16	FINESTRA 45x260 M.VS	5,494	5,703
W17	FINESTRA 45x200 M.VS	5,478	5,703
W2	FINESTRA 70x320 M.VS	5,565	5,703
W3	FINESTRA 40x130 M.VS	5,466	5,703
W4	FINESTRA 70x85 M.VS	5,496	5,703
W5	FINESTRA 75x320 M.VS	5,552	5,703
W6	FINESTRA 110x290 M.VS	5,606	5,703
W7	FINESTRA 90x200 M.VS	5,578	5,703
W8	FINESTRA 60x100 M.VS	5,527	5,703
W9	FINESTRA 150x105 M.VS	5,572	5,703

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]
0	Scuola Secondaria di Primo Grado	0,50	0,50

b) **Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione**

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

Metodo di calcolo utilizzato (indicazione obbligatoria)

[UNI/TS 11300 e norme correlate](#)

Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789)

SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO

Superficie disperdente S	<u>0,00</u>	m ²
Valore di progetto H' _T	<u>0,00</u>	W/m ² K

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio

Valore di progetto EP _{H,nd}	<u>130,86</u>	kWh/m ²
---------------------------------------	---------------	--------------------

Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio

Valore di progetto EP _{C,nd}	<u>19,84</u>	kWh/m ²
---------------------------------------	--------------	--------------------

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)

Prestazione energetica per riscaldamento EP _H	<u>159,84</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per acqua sanitaria EP _W	<u>0,53</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per raffrescamento EP _C	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per ventilazione EP _V	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per illuminazione EP _L	<u>14,52</u>	kWh/m ²
Prestazione energetica per servizi EP _T	<u>0,00</u>	kWh/m ²
Valore di progetto EP _{gl,tot}	<u>174,90</u>	kWh/m ²

Indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)

Valore di progetto EP _{gl,nr}	<u>171,76</u>	kWh/m ²
--	---------------	--------------------

b.1) **Efficienze medie stagionali degli impianti**

Descrizione	Servizi	η _g [%]	η _{g,amm} [%]	Verifica
Centralizzato	Riscaldamento	81,9	73,3	Positiva
SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	Acqua calda sanitaria	21,7	*	*

(*) Impianto esistente, non soggetto alle verifiche di legge.

b.2) **Rendimento termico utile nominale per i servizi riscaldamento e acqua calda sanitaria**

Descrizione	Servizi	P _n [kW]	η ₁₀₀ [%]	η _{gn,Pn} [%]	Verifica
Caldaia a condensazione	Riscaldamento	525,80	98,2	*	*

(*) Impianto esistente, non soggetto alle verifiche di legge.

b.3) **Coefficiente di prestazioni minime per pompe di calore per servizi di riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento**

Descrizione	Servizi	P _n [kW]	COP/GUE /EER	COP/GUE /EER amm	Verifica
-------------	---------	------------------------	-----------------	---------------------	----------

Consumo energia

Energia consegnata o fornita (E _{del})	564061	kWh
Energia rinnovabile (E _{gl,ren})	3,13	kWh/m ²
Energia esportata (E _{exp})	0	kWh
Fabbisogno annuo globale di energia primaria (E _{gl,tot})	174,90	kWh/m ²
Energia rinnovabile in situ (elettrica)	0	kWh _e
Energia rinnovabile in situ (termica)	0	kWh

f) **Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza**

E' stato installato un sistema di combustione ad alta efficienza in quanto è risultata la soluzione ottimale. Gli altri sistemi quali pompa di calore, cogeneratore, geotermico risultano o economicamente meno convenienti o non realizzabili per questioni di spazi e limitazioni acustiche. L'impianto solare termico risulta non realizzabile ed interfacciabile con l'impiantistica esistente in quant oattualmente sono installati bollitori elettrici ad accumulo nei servizi igienici.

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.

Nessuna deroga.

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

- Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
N. _____ Rif.: _____
- Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi.
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. 1 Rif.: 168-IM
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio 8. .
N. _____ Rif.: _____
- Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria.
N. _____ Rif.: _____
- Tabelle indicanti i provvedimenti ed i calcoli per l'attenuazione dei ponti termici.
N. _____ Rif.: _____
- Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per _____ l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
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 del fabbricato $Q_{h,nd}$ secondo UNI/TS 11300-1.
- Calcolo energia utile estiva del fabbricato $Q_{c,nd}$ 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 ($Q_{h,nt}$), degli apporti solari ($Q_{s,ol}$) e degli apporti interni (Q_{in}) secondo UNI/TS 11300-1.
- Calcolo degli scambi termici ordinati per componente.
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria rinnovabile, non rinnovabile e totale secondo UNI/TS 11300-5.
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione invernale 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.
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva secondo UNI/TS 11300-3.
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione artificiale degli ambienti secondo UNI/TS 11300-2 e UNI EN 15193.
- Calcolo del fabbisogno di energia primaria per il servizio di trasporto di persone o cose secondo UNI/TS 11300-6.

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto	<u>Ingegnere</u> TITOLO	<u>Nicola</u> NOME	<u>Cappellato</u> COGNOME
iscritto a	<u>Ingegneri</u> ALBO - ORDINE O COLLEGIO DI APPARTENENZA	<u>Padova</u> PROV.	<u>4577</u> 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 dal decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data, 12/10/2018

Il progettista



A handwritten signature in blue ink that reads "Nicola Cappellato".

FIRMA

SCHEDA RIASSUNTIVA DEI RISULTATI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA E DELLA FATTIBILITA' DELLE SOLUZIONI ALTERNATIVE

Nel seguito si riassumono i risultati della diagnosi energetica effettuata sull'edificio al fine di valutare l'efficacia sotto il profilo dei costi delle diverse soluzioni impiantistiche indicate nel paragrafo 5.3.1. dell'Allegato 1 al D.I. 26/06/2015 requisiti minimi e di eventuali altre soluzioni che risultano applicabili al caso specifico.

In prima istanza viene valutata la fattibilità tecnica ed ambientale delle soluzioni possibili, successivamente sarà valutata la fattibilità economica di quelle soluzioni che risultano compatibili dal punto di vista tecnico ed ambientale con l'impianto in oggetto:

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE ALTERNATIVE	Fattibilità tecnica	Fattibilità ambientale	Realizzabilità
1. Impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità.	Sistema realizzabile ed interfacciabile con l'impiantistica esistente. Contabilizzazione non necessaria perché unica unità.	Installazione in centrale termica in sostituzione della caldaia attuale.	SI
2. Impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità.	Sistema realizzabile ed interfacciabile con l'impiantistica esistente. Contabilizzazione non necessaria perché unica unità.	Installazione dell'unità esterna realizzabile nel cortile esterno.	SI
3. Integrazione alla produzione di acqua calda sanitaria con un impianto solare termico.	Sistema non realizzabile ed interfacciabile con l'impiantistica esistente in quanto attualmente sono presenti bollitori elettrici nei servizi igienici.	-	NO
4. Impianto di cogenerazione	Sistema realizzabile ed interfacciabile per l'ambito termico ed elettrico, ma non vi sono consumi elettrici e termici estivi sufficienti a giustificarne la realizzazione.	Installazione realizzabile nel cortile.	NO
5. Stazione di teleriscaldamento	Non esiste una rete collegabile.	-	NO
6. Sistema di gestione automatica edificio ed impianti secondo livello B della norma EN 15232.	Sistema per la gestione dell'impianto già presente. Sistema per la gestione dell'edificio totalmente mancante, ma realizzabile.	Sistemi installabili.	SI

Delle soluzioni realizzabili vengono valutate le fattibilità economiche valutando il tempo di ritorno semplice dell'investimento in funzione del risparmio di esercizio ottenibile negli anni, considerando comunque paragonabili tra loro i costi annui di manutenzione. Tutte le valutazioni che seguono sono fatte con riferimento allo stato attuale che consiste in:

Generatore di calore tradizionale a basamento alimentato a gas metano con regolazione climatica.

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE ALTERNATIVE	Risparmio di esercizio	Tempo di ritorno stimato	Fattibilità economica (< 10 anni)
1. Impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione (contabilizzazione non necessaria).	17,2%	9,8 anni	SI
2. Impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica modulante (contabilizzazione non necessaria).	-0,97-	- anni	NO
3. Sistema di gestione automatica impianti secondo livello B della norma EN 15232 (solo per impianto termico)	Compreso con soluzione 1	Compreso con soluzione 1	SI

La soluzione con **generatore a condensazione** verrà realizzata.

La soluzione con **pompa di calore** non è economicamente conveniente.

L'impianto **solare termico** non è viene considerato in quanto dotato attualmente di bollitori elettrici nei vari servizi igienici.

La soluzione con **cogeneratore** non viene considerata in quanto i consumi elettrici sono limitati ed i consumi termici estivi sono inesistenti, nell'economia globale di esercizio non risulta conveniente per il periodo temporale considerato.

La soluzione con **teleriscaldamento** non è perseguibile perché non esiste una rete di teleriscaldamento nelle vicinanze.

Il sistema di **gestione automatica** è stato considerato per la **sola parte impiantistica** che è oggetto di intervento e tale sistema viene implementato al livello B.





COMUNE DI PADOVA

SETTORE LAVORI PUBBLICI

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMMOBILI AD USO SCOLASTICO CT168 - Scuola Secondaria di 1° "Marsilio da Padova" Via dell'Orna, 21 - 35124 Padova (PD)

PROGETTO ESECUTIVO IMPORTO COMPLESSIVO € 150'000,00

DESCRIZIONE ELABORATO

DIAGNOSI ENERGETICA

Scala:	Elaborato:	13
N° Progetto: LLPP EDP 2018_147	CUP:	H96C18000330004
REVISIONE: 01	DATA EMISSIONE:	OTTOBRE 2018

Progettista Impianti:

ing. Nicola Cappellato

Via Guido Rossa
35124 - Ponte San Nicolò (PD)
Tel. 049 2612025 - Fax 049 8591422
E-mail: info@studiocappellato.com



Responsabile Unico del Procedimento:

Arch. Diego Giacon

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via N. Tommaseo, 60
35131 - Padova (PD)

Capo Settore:

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	DISPOSIZIONI LEGISLATIVE	3
3.	NORME TECNICHE.....	4
4.	DIAGNOSI ENERGETICA.....	5
5.	INDICAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA – IMPIANTI.....	6
5.1.	Installazione generatore di calore a condensazione.....	6
5.2.	Installazione pompa di calore ad alta efficienza	6
5.3.	Integrazione alla produzione di acqua calda sanitaria con un impianto solare termico	6
5.4.	Installazione cogeneratore.....	6
5.5.	Allacciamento a linea di teleriscaldamento con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa	6
5.6.	Sistema di gestione automatica impianti secondo livello B della norma EN 15232	6
6.	INTERVENTI PREVISTI.....	7

1. PREMESSA

Il presente elaborato è redatto ai sensi del paragrafo 5.3.1 dell'Allegato 1 al D.I. 26/06/2015 – Requisiti minimi relativamente alla sostituzione di un generatore di potenzialità superiore a 100 kW presso la Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova" sita in Via dell'Orna n. 21 nel Comune di Padova (PD).

Dalla diagnosi scaturisce la giustificazione della potenza installata con il nuovo generatore e si suggeriscono gli interventi possibili atti alla riduzione delle dispersioni ed alla contestuale ottimizzazione del sistema edificio-impianto.

2. DISPOSIZIONI LEGISLATIVE

- Legge 09/01/1991 n.10 – Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- D.P.R. 26/08/1993 n.412 – Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della Legge 10/91;
- D.Lgs. 19/08/2005 n.192 – Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs. 29/12/2006 n.311 – Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19/08/2005 n.192, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D.Lgs. 30/05/2008 n.115 – Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CEE;
- D.P.R. 02/04/2009 n.59 – Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del D.Lgs. 19/08/2005 n.192, concernente attuazione della Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia;
- D.M. 26/06/2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.Lgs. 03/03/2011 n.28 – Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- D.L. 04/06/2013 n.63 – Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19/05/2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;
- Legge 03/08/2013 n.90 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 04/06/2013, n.63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19/05/2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;
- D.Lgs. 04/07/2014 n.102 – Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE ed abroga le direttive 2004/08/CE e 2006/32/CE;
- D.I. 26/06/2015 – Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.I. 26/06/2015 – Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

3. NORME TECNICHE

- UNI EN ISO 6946:2008 – Componenti ed elementi per l'edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10077-1:2007 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO 10077-2:2008 – Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;
- UNI EN ISO 10211:2008 – Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati;
- UNI 10339:1995 – Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI 10349-1:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata;
- UNI/TR 10349-2:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto;
- UNI 10349-3:2016 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici;
- UNI 10351:1994 – Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI 10355:1994 – Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10456:2008 – Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;
- UNI/TS 11300-1:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2014 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- UNI/TS 11300-3:2010 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-5:2016 – Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- UNI/TR 11552:2014 – Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici;
- UNI EN 12831:2006 – Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto;
- UNI EN ISO 13370:2008 – Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13786:2008 – Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13789:2008 – Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13790:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento;
- UNI EN ISO 14683:2008 – Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento;
- UNI EN 15193:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione;
- UNI EN 15316-4-8:2011 – Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 4-8: Sistemi di generazione per il riscaldamento degli ambienti, riscaldamento ad aria e sistemi di riscaldamento radianti;
- UNI EN 15603:2008 – Prestazione energetica degli edifici - Consumo energetico globale e definizione dei metodi di valutazione energetica;
- Raccomandazione CTI 14/2013 – Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione della prestazione energetica per la classificazione dell'edificio.

4. DIAGNOSI ENERGETICA

Nella relazione tecnica di calcolo allegata sono evidenziati i componenti principali ed i calcoli energetici sviluppati per la stima delle dispersioni dell'edificio. Saranno riassunte le strutture prese in esame così come ricavate dal sopralluogo effettuato con riferimento alle tabelle presenti nelle norme UNI serie 11300. Da questa analisi scaturisce la potenza termica dispersa dalla struttura, base delle considerazioni fatte per la scelta degli interventi.

Nella tabella seguente sono riassunti i risultati principali per la struttura in esame, ovvero il fabbisogno di potenza dell'involucro edilizio allo stato attuale nelle condizioni di progetto previste per la località di riferimento, ovvero per una temperatura esterna di **-5,0°C**:

Potenza termica dispersa per trasmissione	251'515 W
Potenza termica dispersa per ventilazione	71'678 W
Potenza termica dispersa per intermittenza	67'051 W
Totale potenza termica dispersa	390'244 W

La potenza termica totale calcolata considera sia la quota parte dovuta alla trasmissione di calore delle strutture verso l'esterno, sia la potenza necessaria per la ventilazione dei locali secondo le disposizioni di legge, sia la quota parte dovuta all'intermittenza dell'impianto.

Il valore così ottenuto non rappresenta però la reale potenza che l'impianto dovrà sviluppare, in quanto è necessario considerare il rendimento globale medio stagionale dell'impianto che considera tutte le perdite di energia che si susseguono dalla produzione di calore in centrale termica all'emissione negli ambienti riscaldati. Considerata la tipologia e la destinazione e d'uso della struttura, il sistema distributivo, di erogazione, di emissione e di generazione, si ottiene un rendimento globale medio stagionale dell'impianto pari a **72,9%** che porta pertanto ad una maggiorazione della potenza necessaria.

Totale potenza termica dispersa	390'244 W
Rendimento globale medio stagionale	72,9 %
Portata termica minima richiesta:	535'314 W
Portata termica installata:	593'000 W

Nella valutazione sopra riportata non è compresa la potenza per il servizio di acqua calda sanitaria in quanto non vi è produzione di acqua calda sanitaria nell'impianto in oggetto.

Dalla diagnosi energetica si nota che il generatore installato risulterebbe sovrabbondante per il fabbisogno di picco dell'edificio; ed il sistema risulta avere elevati costi di manutenzione e gestione. Date le circostanze si propone, come intervento indispensabile per il miglioramento energetico del sistema edificio-impianto e per la riduzione della spesa, la sostituzione del generatore di calore con uno nuovo a condensazione.

L'intervento proposto consente una razionalizzazione dell'impiego dell'energia grazie alle soluzioni tecnologiche messe in campo. In particolare il nuovo sistema alzerà di oltre diciotto punti percentuali il rendimento medio stagionale, abbassando pertanto la portata termica di picco richiesta; il nuovo generatore avrà una potenza installata inferiore rispetto a quella attuale, ma comunque in grado di sopperire al carico massimo richiesto dall'edificio, e la presenza di bruciatore modulante e lo sfruttamento della condensazione portano ad un notevole miglioramento del rendimento medio stagionale.

5. INDICAZIONI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA – IMPIANTI

Sono di seguito riportati gli interventi per il miglioramento della prestazione energetica eseguibili sugli impianti:

5.1. Installazione generatore di calore a condensazione

Si è prevista come soluzione la sostituzione del generatore di calore attualmente presente in centrale termica con un nuovo generatore a condensazione, in grado cioè di recuperare il calore latente dell'evaporazione dell'acqua presente nei prodotti della combustione per raggiungere altissimi livelli di rendimento; il nuovo generatore sarà equipaggiato con bruciatore di tipo modulante premiscelato, in grado cioè di modulare la potenza erogata in base alla reale richiesta dall'impianto nel corso del tempo, incrementando notevolmente il rendimento di generazione.

È stata prevista anche la sostituzione per ogni terminale scaldante delle valvole e detentori presenti con nuove valvole termostatiche a bassa inerzia termica e la sostituzione degli elettrocircolatori in centrale termica con nuovi a giri variabili. La sostituzione del generatore di calore ed il conseguente adattamento dell'impianto comporta un netto miglioramento del rendimento medio stagionale, riduce le emissioni inquinanti in atmosfera e produce un risparmio energetico globale stimabile pari al 17,2%, con un tempo di ritorno semplice dell'intervento di circa 9,8 anni.

5.2. Installazione pompa di calore ad alta efficienza

Si è studiata una soluzione che prevede la sostituzione del sistema di generazione a combustione attuale con una pompa di calore ad alta efficienza adatta alla produzione di acqua a temperatura di almeno 60°C per alimentare i terminali quali radiatori presenti. La pompa di calore installabile è del tipo con condensazione ad aria, in posizione esterna, poggiata su basamento e collegata idraulicamente alla distribuzione in centrale termica che manterrebbe la stessa configurazione. Tra le opere da prevedere e valutare vi è l'aumento della potenza elettrica impiegata (con creazione di una cabina di trasformazione MT/BT) e le nuove linee di alimentazione elettriche della pompa stessa.

Tale soluzione risulta economicamente non vantaggiosa per gli elevati costi iniziali di installazione, i quali non vengono compensati dai risparmi ottenibili nella vita utile della pompa di calore stessa.

5.3. Integrazione alla produzione di acqua calda sanitaria con un impianto solare termico

Non è stata determinata la soluzione con l'installazione di un impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria in quanto attualmente sono presenti dei bollitori elettrici nei servizi igienici, ed il ridotto consumo di acqua calda sanitaria non porta a ingenti risparmi nella produzione di acqua calda sanitaria che si ripercuotono nel globale risparmio energetico ed il tempo di rientro di tale intervento in ogni caso risulterebbe superiore ai 10 anni e quindi economicamente non conveniente.

5.4. Installazione cogeneratore

L'installazione di un sistema a cogenerativo non ha ragione di essere valutata in quanto mancano alcuni presupposti fondamentali, primo tra tutti un carico elettrico significativo e costante ed in secondo luogo una richiesta di calore quantomeno durante l'intero anno solare. Nel caso in esame la richiesta elettrica risulta molto limitata durante il periodo estivo in quanto non è presente impianto di condizionamento, ed anche la potenza termica generata in questo periodo non viene smaltita dall'impianto.

Considerate le piccole potenze in gioco ed i costi di installazione che comunque risultano elevati in proporzione, tale intervento non appare conveniente come altri sopra descritti.

5.5. Allacciamento a linea di teleriscaldamento con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa

Non vi sono reti di teleriscaldamento che transitano nelle vicinanze del sito, pertanto tale intervento non risulta realizzabile.

5.6. Sistema di gestione automatica impianti secondo livello B della norma EN 15232

Con la sostituzione del generatore di calore, è integrata la realizzazione di un nuovo sistema di termoregolazione. Dato che l'edificio è costituito da un'unica zona termica, il nuovo generatore di calore e sistema di termoregolazione saranno in grado di mantenere monitorate temperatura ed allarmi delle apparecchiature, temperature ambiente e dei fluidi ed impostare orari e strategie di funzionamento anche da remoto. Tale sistema interesserà solamente l'impianto termico che è oggetto di intervento. Il risparmio energetico ottenibile è già stimato insieme alla sostituzione del generatore di calore.

6. INTERVENTI PREVISTI

Nell'edificio in esame è prevista la sostituzione del generatore di calore presente con un nuovo generatore a condensazione equipaggiato con bruciatore modulante premiscelato e l'installazione di un sistema integrato di termoregolazione e telecontrollo di tutto l'impianto; per le caratteristiche si rimanda alla relazione tecnica di cui all'art. 28 L10/91 e s.m.i.

Ponte San Nicolò, 12 ottobre 2018



Relazione tecnica di calcolo

prestazione energetica del sistema edificio-impianto

EDIFICIO **Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"**

INDIRIZZO **Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)**

COMMITTENTE **Comune di Padova**

INDIRIZZO **Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)**

COMUNE **Padova**

Rif. **Scuola Media Tasso ex Marsilio C.T. 168_diagnosi.E0001**
Software di calcolo EDILCLIMA – EC700 versione 8.18.20



ing. Nicola Cappellato
Via Guido Rossa, 7 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

DATI PROGETTO ED IMPOSTAZIONI DI CALCOLO

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	<i>E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.</i>
Edificio pubblico o ad uso pubblico	<i>Si</i>
Edificio situato in un centro storico	<i>No</i>
Tipologia di calcolo	<i>Diagnosi energetica (valutazione A3)</i>

Opzioni lavoro

Ponti termici	<i>Calcolo analitico</i>
Resistenze liminari	<i>Appendice A UNI EN ISO 6946</i>
Serre / locali non climatizzati	<i>Calcolo semplificato</i>
Capacità termica	<i>Calcolo semplificato</i>
Ombreggiamenti	<i>Calcolo automatico</i>

Opzioni di calcolo

Regime normativo	<i>UNI/TS 11300-4 e 5:2016</i>
Rendimento globale medio stagionale	<i>FAQ ministeriali (agosto 2016)</i>
Verifica di condensa interstiziale	<i>UNI EN ISO 13788</i>

DATI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Caratteristiche geografiche

Località	Padova		
Provincia	Padova		
Altitudine s.l.m.			12 m
Latitudine nord	45° 24'	Longitudine est	11° 52'
Gradi giorno DPR 412/93			2383
Zona climatica			E

Località di riferimento

per dati invernali	Padova
per dati estivi	Padova

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	Campagna Lupia - Valle Averso
per l'irradiazione	Campagna Lupia - Valle Averso
per il vento	Campagna Lupia - Valle Averso

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	A
Direzione prevalente	Nord-Est
Distanza dal mare	< 40 km
Velocità media del vento	3,9 m/s
Velocità massima del vento	7,8 m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto	-5,0 °C
Stagione di riscaldamento convenzionale	dal 15 ottobre al 15 aprile

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto	32,5 °C
Temperatura esterna bulbo umido	24,0 °C
Umidità relativa	50,0 %
Escursione termica giornaliera	13 °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	3,0	3,6	8,6	12,8	18,9	22,3	23,7	23,7	18,6	13,9	8,3	4,8

Irradiazione solare media mensile

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,5	2,3	3,6	5,3	8,2	10,2	9,5	6,9	4,5	2,6	1,6	1,3
Nord-Est	MJ/m ²	1,7	3,0	5,1	8,1	11,3	13,5	13,0	10,5	7,4	3,3	1,8	1,4
Est	MJ/m ²	4,1	6,2	8,2	11,4	14,1	16,0	15,8	14,0	11,5	5,4	3,7	3,9
Sud-Est	MJ/m ²	7,5	9,5	10,1	12,1	13,1	13,8	14,0	13,9	13,5	7,2	6,1	7,7
Sud	MJ/m ²	9,8	11,5	10,7	10,9	10,7	10,7	11,0	11,8	13,1	8,2	7,6	10,2
Sud-Ovest	MJ/m ²	7,5	9,5	10,1	12,1	13,1	13,8	14,0	13,9	13,5	7,2	6,1	7,7
Ovest	MJ/m ²	4,1	6,2	8,2	11,4	14,1	16,0	15,8	14,0	11,5	5,4	3,7	3,9
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,7	3,0	5,1	8,1	11,3	13,5	13,0	10,5	7,4	3,3	1,8	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,0	3,0	4,9	6,3	8,3	8,7	8,4	7,3	5,7	3,7	2,2	1,7
Orizz. Diretta	MJ/m ²	2,8	4,8	6,3	10,2	13,0	15,9	15,7	13,3	10,3	3,6	2,4	2,7

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **285** W/m²

ELENCO COMPONENTI

Muri:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	U _e [W/m ² K]
M1	T	MURATURA PERIMETRALE	320,0	570	0,534	-9,682	74,593	0,90	0,60	-5,0	2,084

Pavimenti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	U _e [W/m ² K]
P1	G	PAVIMENTO VERSO TERRENO	415,0	585	0,121	-14,189	56,063	0,90	0,60	13,5	0,243

Soffitti:

Cod	Tipo	Descrizione	Sp [mm]	Ms [kg/m ²]	Y _{IE} [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T [kJ/m ² K]	ε [-]	α [-]	θ [°C]	U _e [W/m ² K]
S1	T	COPERTURA PIANA PIANO TERRA	352,0	495	0,282	-11,429	89,153	0,90	0,60	-5,0	1,229
S2	T	COPERTURA PIANA PIANO PRIMO	452,0	640	0,113	-14,984	88,339	0,90	0,60	-5,0	1,006

Legenda simboli

Sp	Spessore struttura
Ms	Massa superficiale della struttura senza intonaci
Y _{IE}	Trasmittanza termica periodica della struttura
Sfasamento	Sfasamento dell'onda termica
C _T	Capacità termica areica
ε	Emissività
α	Fattore di assorbimento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
U _e	Trasmittanza di energia della struttura

Ponti termici:

Cod	Descrizione	ψ [W/m ² K]
Z1	P.T. SERRAMENTI	0,213
	Assenza di rischio formazione muffe	

Legenda simboli

ψ	Trasmittanza lineica di calcolo
---	---------------------------------

Componenti finestrati:

Cod	Tipo	Descrizione	vetro	ε	ggl,n	fc inv	fc est	H [cm]	L [cm]	Ug [W/m ² K]	Uw [W/m ² K]	θ [°C]	Agf [m ²]	Lgf [m]
W1	T	FINESTRA 20x150 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	150,0	20,0	5,703	5,703	-5,0	0,300	3,400
W2	T	FINESTRA 70x320 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	320,0	70,0	5,703	5,565	-5,0	1,800	9,600
W3	T	FINESTRA 40x130 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	130,0	40,0	5,703	5,466	-5,0	0,345	3,500
W4	T	FINESTRA 70x85 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	85,0	70,0	5,703	5,496	-5,0	0,420	3,800
W5	T	FINESTRA 75x320 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	320,0	75,0	5,703	5,552	-5,0	1,885	12,300
W6	T	FINESTRA 110x290 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	290,0	110,0	5,703	5,606	-5,0	2,750	9,500
W7	T	FINESTRA 90x200 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	200,0	90,0	5,703	5,578	-5,0	1,480	6,900
W8	T	FINESTRA 60x100 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	100,0	60,0	5,703	5,527	-5,0	0,450	2,800
W9	T	FINESTRA 150x105 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	105,0	150,0	5,703	5,572	-5,0	1,283	6,500
W10	T	FINESTRA 65x215 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	215,0	65,0	5,703	5,553	-5,0	1,100	6,200
W11	T	FINESTRA 100x170 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	170,0	100,0	5,703	5,577	-5,0	1,395	6,700
W12	T	FINESTRA 60x240 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	240,0	60,0	5,703	5,537	-5,0	1,100	7,400
W13	T	FINESTRA 520x290 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	290,0	520,0	5,703	5,592	-5,0	12,690	31,000
W14	T	FINESTRA 135x190 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	190,0	165,0	5,703	5,589	-5,0	2,625	13,000
W15	T	FINESTRA 145x320 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	320,0	145,0	5,703	5,593	-5,0	3,915	19,300
W16	T	FINESTRA 45x260 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	260,0	45,0	5,703	5,494	-5,0	0,822	7,500
W17	T	FINESTRA 45x200 M.VS	Singolo	0,837	0,671	0,80	0,80	200,0	45,0	5,703	5,478	-5,0	0,613	6,300

Legenda simboli

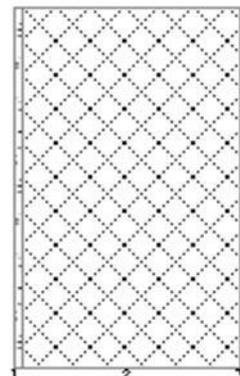
ε	Emissività
ggl,n	Fattore di trasmittanza solare
fc inv	Fattore tendaggi (energia invernale)
fc est	Fattore tendaggi (energia estiva)
H	Altezza
L	Larghezza
Ug	Trasmittanza vetro
Uw	Trasmittanza serramento
θ	Temperatura esterna o temperatura locale adiacente
Agf	Area del vetro
Lgf	Perimetro del vetro

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *MURATURA PERIMETRALE*

Codice: *M1*

Trasmittanza termica	2,084	W/m ² K
Spessore	320	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,0	°C
Permeanza	6,868	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	602	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	570	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,534	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,256	-
Sfasamento onda termica	-9,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Intonaco di calce e gesso	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	10
2	C.I.s. in genere	300,00	1,060	0,283	1900	1,00	96
3	Malta di calce o di calce e cemento	10,00	0,900	0,011	1800	1,00	22
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,041	-	-	-

Legenda simboli

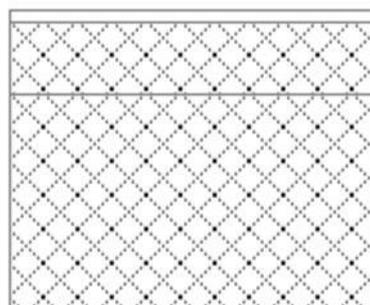
s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: PAVIMENTO VERSO TERRENO

Codice: P1

Trasmittanza termica	1,062	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,243	W/m ² K
Spessore	415	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	13,5	°C
Permeanza	0,001	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	585	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	585	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,121	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,501	-
Sfasamento onda termica	-14,2	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Piastrelle in ceramica (piastrelle)	15,00	1,300	0,012	2300	0,84	9999999
2	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,700	0,143	1600	0,88	20
3	C.I.s. in genere	300,00	0,520	0,577	1300	1,00	96
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

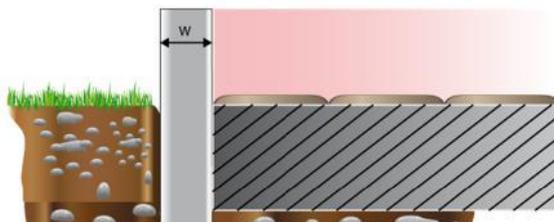
CALCOLO DELLA TRASMITTANZA CONTROTERRA secondo UNI EN ISO 13370

Pavimento appoggiato su terreno:

PAVIMENTO VERSO TERRENO

Codice: P1

Area del pavimento	2078,14 m ²
Perimetro disperdente del pavimento	357,05 m
Spessore pareti perimetrali esterne	320 mm
Conduttività termica del terreno	1,50 W/mK



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: COPERTURA PIANA PIANO TERRA

Codice: S1

Trasmittanza termica	1,229	W/m ² K
Spessore	352	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,0	°C
Permeanza	1,010	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	509	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	495	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,282	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,229	-
Sfasamento onda termica	-11,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,041	-	-	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	1,00	0,170	0,006	1200	1,00	188000
2	Barriera vapore in carta o cartone bitumati	1,00	0,230	0,004	1100	1,00	2500
3	Sottofondo di cemento magro	50,00	0,700	0,071	1600	0,88	20
4	C.I.s. in genere	50,00	0,520	0,096	1300	1,00	96
5	Soletta in laterizio	240,00	0,500	0,480	1450	0,84	7
6	Intonaco di calce e gesso	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

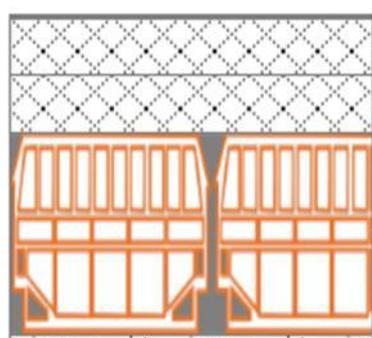
s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI
secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: COPERTURA PIANA PIANO PRIMO

Codice: S2

Trasmittanza termica	1,006	W/m ² K
Spessore	452	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-5,0	°C
Permeanza	0,991	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	654	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	640	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,113	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,112	-
Sfasamento onda termica	-15,0	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,041	-	-	-
1	Impermeabilizzazione con bitume	1,00	0,170	0,006	1200	1,00	188000
2	Barriera vapore in carta o cartone bitumati	1,00	0,230	0,004	1100	1,00	2500
3	Sottofondo di cemento magro	80,00	0,700	0,114	1600	0,88	20
4	C.I.s. in genere	80,00	0,520	0,154	1300	1,00	96
5	Soletta in laterizio	280,00	0,500	0,560	1450	0,84	7
6	Intonaco di calce e gesso	10,00	0,700	0,014	1400	1,00	10
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conducibilità termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 20x150 M.VS*

Codice: *W1*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,703</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>20,0</i>	cm
Altezza		<i>150,0</i>	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>0,300</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,300</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,000</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>1,00</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>3,400</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>3,400</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>8,115</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>3,40</i>	m



CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 70x320 M.VS*

Codice: *W2*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,565</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>70,0</i>	cm
Altezza		<i>320,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>2,240</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,800</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,440</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,80</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>9,600</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>7,800</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,306</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>7,80</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 40x130 M.VS*

Codice: *W3*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,466</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

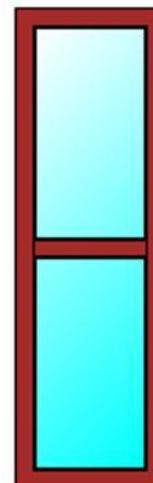
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>40,0</i>	cm
Altezza		<i>130,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>0,520</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,345</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,175</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,66</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>3,500</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>3,400</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,858</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>3,40</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 70x85 M.VS*

Codice: *W4*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	5,496	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	5,703	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

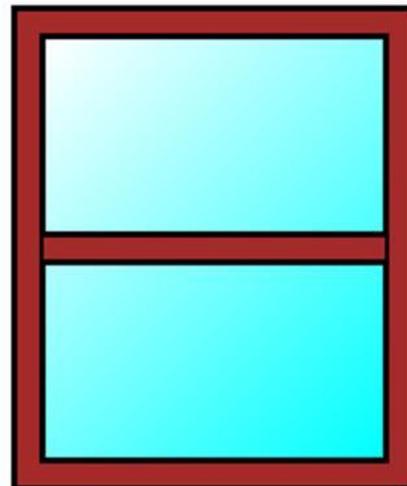
Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	0,80	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	0,80	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		70,0	cm
Altezza		85,0	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	5,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	0,595	m ²
Area vetro	A_g	0,420	m ²
Area telaio	A_f	0,175	m ²
Fattore di forma	F_f	0,71	-
Perimetro vetro	L_g	3,800	m
Perimetro telaio	L_f	3,100	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	6,605	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,213	W/mK
Lunghezza perimetrale		3,10	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 75x320 M.VS*

Codice: *W5*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,552</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>75,0</i>	cm
Altezza		<i>320,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>2,400</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,885</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,515</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,79</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>12,300</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>7,900</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,253</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>7,90</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 110x290 M.VS*

Codice: *W6*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,606</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>110,0</i>	cm
Altezza		<i>290,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>3,190</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>2,750</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,440</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,86</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>9,500</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>8,000</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,140</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>8,00</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 90x200 M.VS*

Codice: *W7*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,578</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

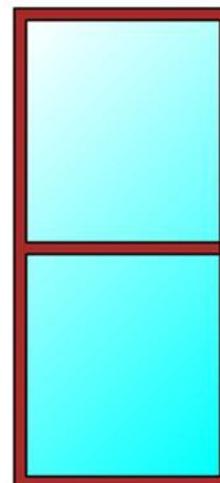
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>90,0</i>	cm
Altezza		<i>200,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,800</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,480</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,320</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,82</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>6,900</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>5,800</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,264</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>5,80</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 60x100 M.VS*

Codice: *W8*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,527</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

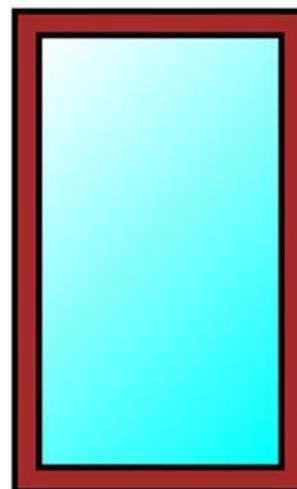
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>60,0</i>	cm
Altezza		<i>100,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>0,600</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,450</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,150</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,75</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>2,800</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>3,200</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,662</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>3,20</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 150x105 M.VS*

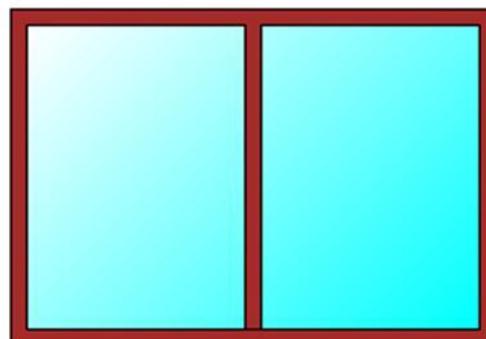
Codice: *W9*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,572</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>150,0</i>	cm
Altezza		<i>105,0</i>	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,575</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,283</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,293</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,81</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>6,500</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>5,100</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,261</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>5,10</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 65x215 M.VS*

Codice: *W10*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,553</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>65,0</i>	cm
Altezza		<i>215,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,398</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,100</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,298</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,79</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>6,200</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>5,600</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,406</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>5,60</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 100x170 M.VS*

Codice: *W11*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,577</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

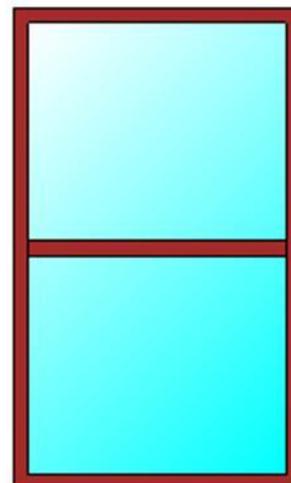
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>100,0</i>	cm
Altezza		<i>170,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,700</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,395</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,305</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,82</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>6,700</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>5,400</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,253</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>5,40</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 60x240 M.VS*

Codice: *W12*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,537</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

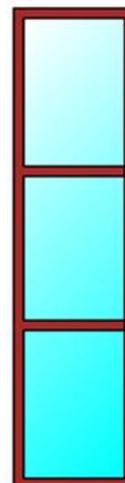
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>60,0</i>	cm
Altezza		<i>240,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,440</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>1,100</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,340</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,76</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>7,400</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>6,000</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,424</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>6,00</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 520x290 M.VS*

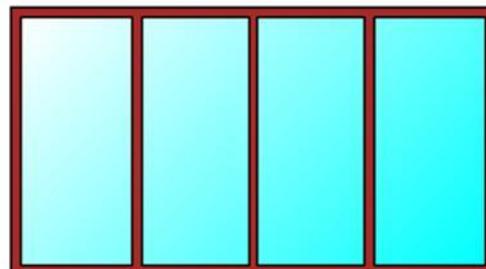
Codice: *W13*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	5,592	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	5,703	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	0,837	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	0,80	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	0,80	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	0,850	-



Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		0,00	m ² K/W
f shut		0,6	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		520,0	cm
Altezza		290,0	cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	5,00	W/m ² K
K distanziale	K_d	0,00	W/mK
Area totale	A_w	15,080	m ²
Area vetro	A_g	12,690	m ²
Area telaio	A_f	2,390	m ²
Fattore di forma	F_f	0,84	-
Perimetro vetro	L_g	31,000	m
Perimetro telaio	L_f	16,200	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	5,820	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	Z1	P.T. SERRAMENTI	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	0,213	W/mK
Lunghezza perimetrale		16,20	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 135x190 M.VS*

Codice: *W14*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,589</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

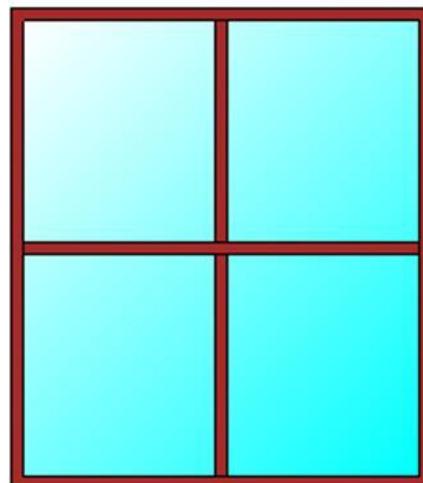
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>165,0</i>	cm
Altezza		<i>190,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>3,135</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>2,625</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,510</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,84</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>13,000</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>7,100</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,071</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>7,10</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 145x320 M.VS*

Codice: *W15*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,593</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

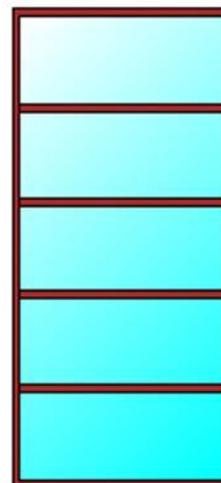
Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>145,0</i>	cm
Altezza		<i>320,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>4,640</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>3,915</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,725</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,84</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>19,300</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>9,300</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,020</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>9,30</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 45x260 M.VS*

Codice: *W16*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,494</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\text{ inv}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\text{ est}}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>45,0</i>	cm
Altezza		<i>260,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>1,170</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,822</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,347</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,70</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>7,500</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>6,100</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,604</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>6,10</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *FINESTRA 45x200 M.VS*

Codice: *W17*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento	<i>Singolo</i>		
Classe di permeabilità	<i>Senza classificazione</i>		
Trasmittanza termica	U_w	<i>5,478</i>	W/m ² K
Trasmittanza solo vetro	U_g	<i>5,703</i>	W/m ² K

Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività	ϵ	<i>0,837</i>	-
Fattore tendaggi (invernale)	$f_{c\ inv}$	<i>0,80</i>	-
Fattore tendaggi (estivo)	$f_{c\ est}$	<i>0,80</i>	-
Fattore di trasmittanza solare	$g_{gl,n}$	<i>0,850</i>	-

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure		<i>0,00</i>	m ² K/W
f shut		<i>0,6</i>	-

Dimensioni del serramento

Larghezza		<i>45,0</i>	cm
Altezza		<i>200,0</i>	cm



Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	<i>5,00</i>	W/m ² K
K distanziale	K_d	<i>0,00</i>	W/mK
Area totale	A_w	<i>0,900</i>	m ²
Area vetro	A_g	<i>0,613</i>	m ²
Area telaio	A_f	<i>0,287</i>	m ²
Fattore di forma	F_f	<i>0,68</i>	-
Perimetro vetro	L_g	<i>6,300</i>	m
Perimetro telaio	L_f	<i>4,900</i>	m

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo	U	<i>6,637</i>	W/m ² K
---------------------------------	-----	--------------	--------------------

Ponte termico del serramento

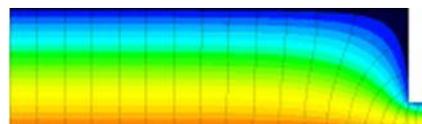
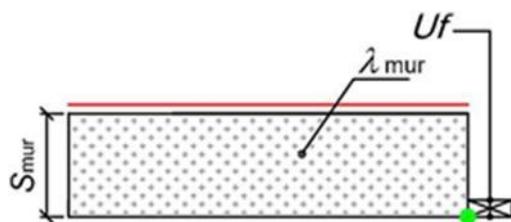
Ponte termico associato	<i>Z1</i>	<i>P.T. SERRAMENTI</i>	
Trasmittanza termica lineica	Ψ	<i>0,213</i>	W/mK
Lunghezza perimetrale		<i>4,90</i>	m

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI PONTI TERMICI

Descrizione del ponte termico: P.T. SERRAMENTI

Codice: Z1

Tipologia	W - Parete - Telaio	
Trasmittanza termica lineica di calcolo	0,213	W/mK
Trasmittanza termica lineica di riferimento	0,213	W/mK
Fattore di temperature f_{rsi}	0,322	-
Riferimento	UNI EN ISO 14683 e UNI EN ISO 10211	
Note	W16 - Giunto parete con isolamento ripartito – telaio posto a filo interno Trasmittanza termica lineica di riferimento (φ_e) = 0,213 W/mK.	



Int

Caratteristiche

Trasmittanza termica telaio	Uf	2	W/m²K
Spessore muro	Smur	300,0	mm
Conducibilità termica muro	λmur	2,300	W/mK

FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE secondo UNI EN 12831

Dati climatici della località:

Località	<i>Padova</i>	
Provincia	<i>Padova</i>	
Altitudine s.l.m.		<i>12</i> m
Gradi giorno		<i>2383</i>
Zona climatica		<i>E</i>
Temperatura esterna di progetto		<i>-5,0</i> °C

Dati geometrici dell'intero edificio:

Superficie in pianta netta	<i>3725,05</i>	m ²
Superficie esterna lorda	<i>6613,46</i>	m ²
Volume netto	<i>12210,25</i>	m ³
Volume lordo	<i>13160,42</i>	m ³
Rapporto S/V	<i>0,50</i>	m ⁻¹

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	<i>Vicini presenti</i>	
Coefficiente di sicurezza adottato		<i>1,00</i> -

Coefficienti di esposizione solare:

Nord-Ovest: <i>1,15</i>	Nord: <i>1,20</i>	Nord-Est: <i>1,20</i>
Ovest: <i>1,10</i>		Est: <i>1,15</i>
Sud-Ovest: <i>1,05</i>	Sud: <i>1,00</i>	Sud-Est: <i>1,10</i>

RIASSUNTO DISPERSIONI DELLE ZONE

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo

Vicini presenti

Coefficiente di sicurezza adottato

1,00 -

Dati geometrici delle zone termiche:

Zona	Descrizione	V [m ³]	V _{netto} [m ³]	S _u [m ²]	S _{lorda} [m ²]	S [m ²]	S/V [-]
1	SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	13160,42	12210,25	3725,05	3436,14	6613,46	0,50
Totale:		13160,42	12210,25	3725,05	3436,14	6613,46	0,50

Fabbisogno di potenza delle zone termiche

Zona	Descrizione	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl\ sic}$ [W]
1	SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	251515	71678	67051	390244	390244
Totale:		251515	71678	67051	390244	390244

Legenda simboli

V	Volume lordo
V _{netto}	Volume netto
S _u	Superficie in pianta netta
S _{lorda}	Superficie in pianta lorda
S	Superficie esterna lorda (senza strutture di tipo N)
S/V	Fattore di forma
Φ_{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
Φ_{ve}	Potenza dispersa per ventilazione
Φ_{rh}	Potenza dispersa per intermittenza
Φ_{hl}	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl\ sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE INVERNALE secondo UNI EN ISO 13790 e UNI TS 11300-1

Dati climatici della località:

Località	Padova
Provincia	Padova
Altitudine s.l.m.	12 m
Gradi giorno	2383
Zona climatica	E
Temperatura esterna di progetto	-5,0 °C

Irradiazione solare giornaliera media mensile:

Esposizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Nord	MJ/m ²	1,5	2,3	3,6	5,3	8,2	10,2	9,5	6,9	4,5	2,6	1,6	1,3
Nord-Est	MJ/m ²	1,7	3,0	5,1	8,1	11,3	13,5	13,0	10,5	7,4	3,3	1,8	1,4
Est	MJ/m ²	4,1	6,2	8,2	11,4	14,1	16,0	15,8	14,0	11,5	5,4	3,7	3,9
Sud-Est	MJ/m ²	7,5	9,5	10,1	12,1	13,1	13,8	14,0	13,9	13,5	7,2	6,1	7,7
Sud	MJ/m ²	9,8	11,5	10,7	10,9	10,7	10,7	11,0	11,8	13,1	8,2	7,6	10,2
Sud-Ovest	MJ/m ²	7,5	9,5	10,1	12,1	13,1	13,8	14,0	13,9	13,5	7,2	6,1	7,7
Ovest	MJ/m ²	4,1	6,2	8,2	11,4	14,1	16,0	15,8	14,0	11,5	5,4	3,7	3,9
Nord-Ovest	MJ/m ²	1,7	3,0	5,1	8,1	11,3	13,5	13,0	10,5	7,4	3,3	1,8	1,4
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,0	3,0	4,9	6,3	8,3	8,7	8,4	7,3	5,7	3,7	2,2	1,7
Orizz. Diretta	MJ/m ²	2,8	4,8	6,3	10,2	13,0	15,9	15,7	13,3	10,3	3,6	2,4	2,7

Zona 1 : SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO

Temperature esterne medie e numero di giorni nella stagione considerata:

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	3,0	3,6	8,6	11,9	-	-	-	-	-	12,5	8,3	4,8
N° giorni	-	31	28	31	15	-	-	-	-	-	17	30	31

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	Vicini presenti
Stagione di calcolo	Convenzionale dal 15 ottobre al 15 aprile
Durata della stagione	183 giorni

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	3725,05 m ²
Superficie esterna lorda	6613,46 m ²
Volume netto	12210,25 m ³
Volume lordo	13160,42 m ³
Rapporto S/V	0,50 m ⁻¹

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE

Sommaro perdite e apporti

Zona 1 : SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO

Categoria DPR 412/93	E.7	-	Superficie esterna	6613,46	m ²
Superficie utile	3725,05	m ²	Volume lordo	13160,42	m ³
Volume netto	12210,25	m ³	Rapporto S/V	0,50	m ⁻¹
Temperatura interna	20,0	°C	Capacità termica specifica	165	kJ/m ² K
Apporti interni	4,00	W/m ²	Superficie totale	7971,46	m ²

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Q _{H,tr} [kWh]	Q _{H,r} [kWh]	Q _{H,ve} [kWh]	Q _{H,ht} [kWh]	Q _{sol,k,w} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{gn} [kWh]	T [h]	η _{u, H} [-]	Q _{H,nd} [kWh]
Ottobre	25109	2804	4211	32123	6365	6079	12444	33,2	0,970	20047
Novembre	75489	6325	11522	93335	9401	10728	20129	33,2	0,994	73320
Dicembre	102611	8115	15468	126193	11921	11086	23007	33,2	0,997	103266
Gennaio	115274	8314	17299	140887	11848	11086	22934	33,2	0,998	118009
Febbraio	97601	7655	15074	120330	13561	10013	23574	33,2	0,996	96857
Marzo	69489	7620	11601	88710	16065	11086	27151	33,2	0,984	61981
Aprile	20134	3515	4012	27662	9298	5364	14663	33,2	0,934	13961
Totali	505706	44347	79187	629240	78460	65442	143902			487442

Legenda simboli

Q _{H,tr}	Energia dispersa per trasmissione dedotti gli apporti solari diretti attraverso le strutture opache (Q _{sol,k,H})
Q _{H,r}	Energia dispersa per extraflusso
Q _{H,ve}	Energia dispersa per ventilazione
Q _{H,ht}	Totale energia dispersa = Q _{H,tr} + Q _{H,ve}
Q _{sol,k,w}	Apporti solari attraverso gli elementi finestrati
Q _{int}	Apporti interni
Q _{gn}	Totale apporti gratuiti = Q _{sol} + Q _{int}
Q _{H,nd}	Energia utile
T	Costante di tempo
η _{u, H}	Fattore di utilizzazione degli apporti termici

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

Modalità di funzionamento

Circuito Riscaldamento

Intermittenza

Regime di funzionamento **Intermittente**
Metodo di calcolo **UNI EN ISO 13790**

Profilo di intermittenza

Tipologia di intermittenza **Funzionamento con attenuazione**
Giorni a settimana di funzionamento con attenuazione **6** giorni
Ore giornaliere di attenuazione **14,0** ore
Temperatura interna minima regolata **16,0** °C

SERVIZIO RISCALDAMENTO (impianto idronico)

Rendimenti stagionali dell'impianto:

Descrizione	Simbolo	Valore	u.m.
Rendimento di emissione	$\eta_{H,e}$	96,0	%
Rendimento di regolazione	$\eta_{H,rg}$	96,0	%
Rendimento di distribuzione utenza	$\eta_{H,du}$	95,9	%
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,gen,p,nren}$	82,7	%
Rendimento di generazione (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{H,gen,p,tot}$	82,5	%
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. non rinn.)	$\eta_{H,g,p,nren}$	89,6	%
Rendimento globale medio stagionale (risp. a en. pr. totale)	$\eta_{H,g,p,tot}$	89,2	%

Dettaglio rendimenti dei singoli generatori:

Generatore	$\eta_{H,gen,ut}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]
Caldia tradizionale - Analitico	87,7	82,7	82,5

Legenda simboli

$\eta_{H,gen,ut}$ Rendimento di generazione rispetto all'energia utile
 $\eta_{H,gen,p,nren}$ Rendimento di generazione rispetto all'energia primaria non rinnovabile
 $\eta_{H,gen,p,tot}$ Rendimento di generazione rispetto all'energia primaria totale

Dati per circuito

Circuito Riscaldamento

Caratteristiche sottosistema di emissione:

Tipi di terminale di erogazione **Radiatori su parete esterna isolata**
 Temperatura di mandata di progetto **70,0** °C
 Potenza nominale dei corpi scaldanti **420000** W
 Fabbisogni elettrici **0** W
 Rendimento di emissione **96,0** %

Caratteristiche sottosistema di regolazione:

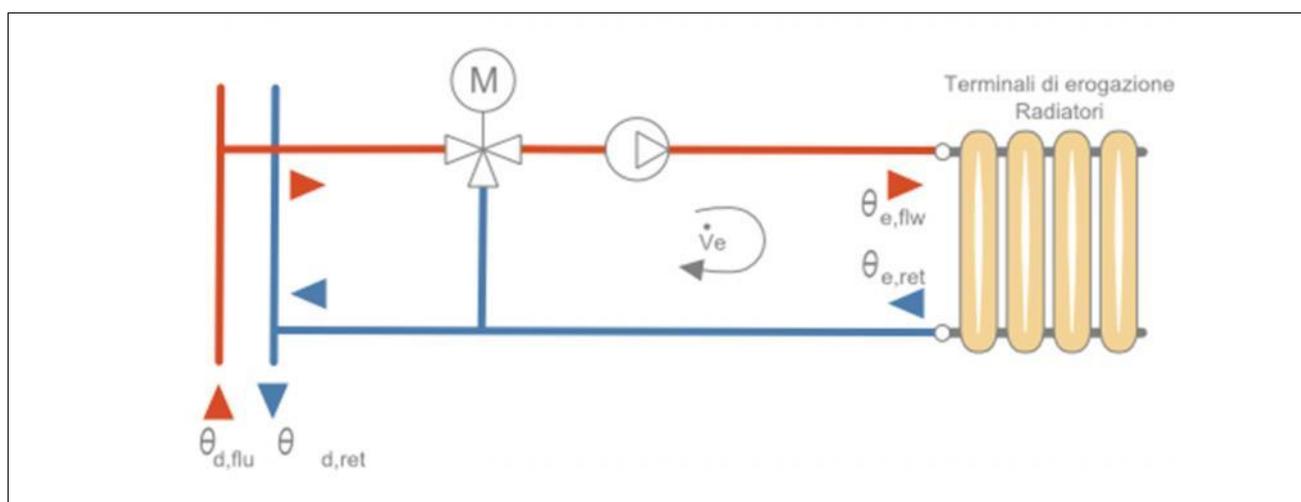
Tipo	Per zona + climatica
Caratteristiche	On off
Rendimento di regolazione	96,0 %

Caratteristiche sottosistema di distribuzione utenza:

Metodo di calcolo	Semplificato
Tipo di impianto	Autonomo, edificio singolo
Posizione impianto	-
Posizione tubazioni	Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione monotubo
Isolamento tubazioni	Isolamento con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo
Numero di piani	-
Fattore di correzione	0,92
Rendimento di distribuzione utenza	95,9 %
Fabbisogni elettrici	2395 W

Temperatura dell'acqua - Riscaldamento

Tipo di circuito	ON-OFF, valvola a due vie
------------------	----------------------------------



Maggiorazione potenza corpi scaldanti	10,0 %
ΔT nominale lato aria	42,5 °C
Esponente n del corpo scaldante	1,30 -
ΔT di progetto lato acqua	10,0 °C
Portata nominale	39759,04 kg/h
Criterio di calcolo	Carico medio massimo 70,0 %
Sovratemperatura della valvola miscelatrice	5,0 °C

Mese	giorni	EMETTITORI		
		$\theta_{e,avg}$ [°C]	$\theta_{e,flw}$ [°C]	$\theta_{e,ret}$ [°C]
ottobre	17	35,5	37,0	34,1
novembre	30	51,1	54,5	47,7
dicembre	31	51,8	55,2	48,3
gennaio	31	53,4	57,1	49,7
febbraio	28	50,9	54,3	47,5
marzo	31	45,0	47,5	42,4
aprile	15	31,1	32,0	30,2

Legenda simboli

- $\theta_{e,avg}$ Temperatura media degli emettitori del circuito
 $\theta_{e,flw}$ Temperatura di mandata degli emettitori del circuito
 $\theta_{e,ret}$ Temperatura di ritorno degli emettitori del circuito

Dati comuni

Temperatura dell'acqua:

Mese	giorni	DISTRIBUZIONE		
		$\theta_{d,avg}$ [°C]	$\theta_{d,flw}$ [°C]	$\theta_{d,ret}$ [°C]
ottobre	17	58,3	70,0	46,7
novembre	30	62,4	70,0	54,8
dicembre	31	62,6	70,0	55,2
gennaio	31	63,1	70,0	56,1
febbraio	28	62,4	70,0	54,7
marzo	31	60,7	70,0	51,4
aprile	15	57,4	70,0	44,8

Legenda simboli

- $\theta_{d,avg}$ Temperatura media della rete di distribuzione
 $\theta_{d,flw}$ Temperatura di mandata della rete di distribuzione
 $\theta_{d,ret}$ Temperatura di ritorno della rete di distribuzione

SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

Dati generali:

Servizio	Riscaldamento		
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale		
Metodo di calcolo	Analitico		
Marca/Serie/Modello	FERROLI TROX		
Potenza nominale al focolare		Φ_{cn}	593,00 kW

Caratteristiche:

Perdita al camino a bruciatore acceso	$P'_{ch,on}$	10,00 %
Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata		
Perdita al camino a bruciatore spento	$P'_{ch,off}$	0,20 %
Bruciatore aria soffiata, combustibile liquido/gassoso con chiusura dell'aria all'arresto		
Perdita al mantello	$P'_{gn,env}$	2,02 %
Generatore vecchio, isolamento medio		

Rendimento utile a potenza nominale	$\eta_{gn,Pn}$	90,00	%
Rendimento utile a potenza intermedia	$\eta_{gn,Pint}$	85,00	%

Fabbisogni elettrici:

Potenza elettrica bruciatore	W_{br}	1000	W
Fattore di recupero elettrico	k_{br}	0,80	-
Potenza elettrica pompe circolazione	W_{af}	0	W
Fattore di recupero elettrico	k_{af}	0,80	-

Ambiente di installazione:

Ambiente di installazione	Centrale termica
Fattore di riduzione delle perdite	$k_{gn,env}$ 0,70 -
Temperatura ambiente installazione [°C]	

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
8,0	8,6	13,6	17,8	23,9	27,3	28,7	28,7	23,6	18,9	13,3	9,8

Temperatura dell'acqua del generatore di calore:

Generatore a temperatura di mandata fissa **70,0** °C

Tipo di circuito **Collegamento diretto**

Mese	giorni	GENERAZIONE		
		$\theta_{gn,avg}$ [°C]	$\theta_{gn,flw}$ [°C]	$\theta_{gn,ret}$ [°C]
ottobre	17	58,3	70,0	46,7
novembre	30	62,4	70,0	54,8
dicembre	31	62,6	70,0	55,2
gennaio	31	63,1	70,0	56,1
febbraio	28	62,4	70,0	54,7
marzo	31	60,7	70,0	51,4
aprile	15	57,4	70,0	44,8

Legenda simboli

$\theta_{gn,avg}$	Temperatura media del generatore di calore
$\theta_{gn,flw}$	Temperatura di mandata del generatore di calore
$\theta_{gn,ret}$	Temperatura di ritorno del generatore di calore

Caratteristiche sottosistema di distribuzione del circuito generazione:

Metodo di calcolo	Analitico
Descrizione rete	(nessuno)
Coefficiente di recupero	0,80 -
Fabbisogni elettrici	763 W
Fattore di recupero termico	0,85 -

Vettore energetico:

Tipo	Metano		
Potere calorifico inferiore	H_i	9,940	kWh/Nm ³
Fattore di conversione in energia primaria (rinnovabile)	$f_{p,ren}$	0,000	-
Fattore di conversione in energia primaria (non rinnovabile)	$f_{p,nren}$	1,050	-
Fattore di conversione in energia primaria	f_p	1,050	-
Fattore di emissione di CO ₂		0,2100	kgco ₂ /kWh

RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

Risultati mensili servizio riscaldamento – impianto idronico

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

Fabbisogni termici ed elettrici

Mese	gg	Fabbisogni termici							
		$Q_{H,nd}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out}$ [kWh]	$Q'_{H,sys,out}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,int}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,cont}$ [kWh]	$Q_{H,sys,out,corr}$ [kWh]	$Q_{H,gen,out}$ [kWh]	$Q_{H,gen,in}$ [kWh]
gennaio	31	118009	118009	117998	101266	101266	101266	114626	130494
febbraio	28	96857	96857	96846	80319	80319	80319	90916	103664
marzo	31	61981	61981	61969	45448	45448	45448	51444	58800
aprile	15	13961	13961	13956	7512	7512	7512	8503	10171
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	20047	20047	20041	13278	13278	13278	15030	17454
novembre	30	73320	73320	73309	59537	59537	59537	67391	76566
dicembre	31	103266	103266	103254	86857	86857	86857	98316	111926
TOTALI	183	487442	487442	487372	394216	394216	394216	446226	509076

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,nd}$	Fabbisogno di energia termica utile del fabbricato (ventilazione naturale)
$Q_{H,sys,out}$	Fabbisogno di energia termica utile dell'edificio (ventilazione meccanica)
$Q'_{H,sys,out}$	Fabbisogno ideale netto
$Q_{H,sys,out,int}$	Fabbisogno corretto per intermittenza
$Q_{H,sys,out,cont}$	Fabbisogno corretto per contabilizzazione
$Q_{H,sys,out,corr}$	Fabbisogno corretto per ulteriori fattori
$Q_{H,gen,out}$	Fabbisogno in uscita dalla generazione
$Q_{H,gen,in}$	Fabbisogno in ingresso alla generazione

Mese	gg	Fabbisogni elettrici			
		$Q_{H,em,aux}$ [kWh]	$Q_{H,du,aux}$ [kWh]	$Q_{H,dp,aux}$ [kWh]	$Q_{H,gen,aux}$ [kWh]
gennaio	31	0	627	0	577
febbraio	28	0	497	0	489
marzo	31	0	281	0	336
aprile	15	0	46	0	132
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	0	82	0	159
novembre	30	0	368	0	360
dicembre	31	0	537	0	517
TOTALI	183	0	2439	0	2570

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,em,aux}$	Fabbisogno elettrico ausiliari emissione
$Q_{H,du,aux}$	Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione di utenza
$Q_{H,dp,aux}$	Fabbisogno elettrico ausiliari distribuzione primaria
$Q_{H,gen,aux}$	Fabbisogno elettrico ausiliari generazione

Dettagli impianto termico

Mese	gg	$\eta_{H,rg}$ [%]	$\eta_{H,d}$ [%]	$\eta_{H,s}$ [%]	$\eta_{H,dp}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	$\eta_{H,g,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,g,p,tot}$ [%]
gennaio	31	96,0	95,9	100,0	100,0	83,0	82,8	84,7	84,3
febbraio	28	96,0	95,9	100,0	100,0	82,8	82,6	87,4	87,1
marzo	31	96,0	95,9	100,0	100,0	82,5	82,2	98,5	98,0
aprile	15	96,0	95,9	100,0	100,0	77,8	77,3	126,6	125,7
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	96,0	95,9	100,0	100,0	80,6	80,3	106,6	106,0
novembre	30	96,0	95,9	100,0	100,0	83,1	82,9	89,6	89,2
dicembre	31	96,0	95,9	100,0	100,0	82,9	82,8	86,4	86,0

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$\eta_{H,rg}$	Rendimento mensile di regolazione
$\eta_{H,d}$	Rendimento mensile di distribuzione
$\eta_{H,s}$	Rendimento mensile di accumulo
$\eta_{H,dp}$	Rendimento mensile di distribuzione primaria
$\eta_{H,gen,p,nren}$	Rendimento mensile di generazione rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{H,gen,p,tot}$	Rendimento mensile di generazione rispetto all'energia primaria totale
$\eta_{H,g,p,nren}$	Rendimento globale medio mensile rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{H,g,p,tot}$	Rendimento globale medio mensile rispetto all'energia primaria totale

Dettagli generatore: 1 - Caldaia tradizionale

Mese	gg	$Q_{H,gn,out}$ [kWh]	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$\eta_{H,gen,ut}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,nren}$ [%]	$\eta_{H,gen,p,tot}$ [%]	Combustibile [Nm ³]
gennaio	31	114626	130494	87,8	83,0	82,8	13128
febbraio	28	90916	103664	87,7	82,8	82,6	10429
marzo	31	51444	58800	87,5	82,5	82,2	5915
aprile	15	8503	10171	83,6	77,8	77,3	1023
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	17	15030	17454	86,1	80,6	80,3	1756
novembre	30	67391	76566	88,0	83,1	82,9	7703
dicembre	31	98316	111926	87,8	82,9	82,8	11260

Mese	gg	FC_{nom} [-]	$P_{ch,on}$ [%]	$P_{ch,off}$ [%]	$P_{gn,env}$ [%]
gennaio	31	0,470	8,98	0,20	1,44
febbraio	28	0,424	8,86	0,20	1,39
marzo	31	0,320	8,55	0,17	1,19
aprile	15	0,114	7,59	0,13	0,90
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	0,173	7,95	0,13	0,94

novembre	30	0,426	8,87	0,18	1,27
dicembre	31	0,439	8,90	0,19	1,37

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,out}$	Energia termica fornita dal generatore per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica in ingresso al generatore per riscaldamento
$\eta_{H,gen,ut}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia utile
$\eta_{H,gen,p,nren}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria non rinnovabile
$\eta_{H,gen,p,tot}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria totale
Combustibile	Consumo mensile di combustibile
FC_{nom}	Fattore di carico a potenza nominale
$P_{ch,on}$	Perdite al camino a bruciatore acceso
$P_{ch,off}$	Perdite al camino a bruciatore spento
$P_{gn,env}$	Perdite al mantello

Fabbisogno di energia primaria impianto idronico

Mese	gg	$Q_{H,gn,in}$ [kWh]	$Q_{H,aux}$ [kWh]	$Q_{H,p,nren}$ [kWh]	$Q_{H,p,tot}$ [kWh]
gennaio	31	130494	1204	139366	139932
febbraio	28	103664	986	110770	111234
marzo	31	58800	617	62942	63232
aprile	15	10171	178	11027	11110
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	17	17454	241	18798	18911
novembre	30	76566	729	81816	82158
dicembre	31	111926	1054	119577	120073
TOTALI	183	509076	5009	544297	546651

Legenda simboli

gg	Giorni compresi nel periodo di calcolo per riscaldamento
$Q_{H,gn,in}$	Energia termica totale in ingresso al sottosistema di generazione per riscaldamento
$Q_{H,aux}$	Fabbisogno elettrico totale per riscaldamento
$Q_{H,p,nren}$	Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per riscaldamento
$Q_{H,p,tot}$	Fabbisogno di energia primaria totale per riscaldamento

FABBISOGNI E CONSUMI TOTALI

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"	DPR 412/93	E.7	Superficie utile	3725,05	m ²
---	------------	-----	------------------	---------	----------------

Fabbisogno di energia primaria e indici di prestazione

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]	EP,nren [kWh/m ²]	EP,ren [kWh/m ²]	EP,tot [kWh/m ²]
Riscaldamento	544297	2354	546651	146,12	0,63	146,75
Acqua calda sanitaria	1597	385	1982	0,43	0,10	0,53
Illuminazione	43583	10505	54088	11,70	2,82	14,52
TOTALE	589476	13244	602720	158,25	3,56	161,80

Vettori energetici ed emissioni di CO₂

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO ₂ [kg/anno]	Servizi
Metano	51215	Nm ³ /anno	106906	Riscaldamento
Energia elettrica	28178	kWhel/anno	12962	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione

Zona 1 : SCUOLA MEDIA TASSO EX MARSILIO	DPR 412/93	E.7	Superficie utile	3725,05	m ²
--	------------	-----	------------------	---------	----------------

Fabbisogno di energia primaria e indici di prestazione

Servizio	Qp,nren [kWh]	Qp,ren [kWh]	Qp,tot [kWh]	EP,nren [kWh/m ²]	EP,ren [kWh/m ²]	EP,tot [kWh/m ²]
Riscaldamento	544297	2354	546651	146,12	0,63	146,75
Acqua calda sanitaria	1597	385	1982	0,43	0,10	0,53
Illuminazione	43583	10505	54088	11,70	2,82	14,52
TOTALE	589476	13244	602720	158,25	3,56	161,80

Vettori energetici ed emissioni di CO₂

Vettore energetico	Consumo	U.M.	CO ₂ [kg/anno]	Servizi
Metano	51215	Nm ³ /anno	106906	Riscaldamento
Energia elettrica	28178	kWhel/anno	12962	Riscaldamento, Acqua calda sanitaria, Illuminazione

Relazione tecnica di calcolo Interventi migliorativi

EDIFICIO *Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"*
INDIRIZZO *Via dell' Orna, 21 - 35124 Padova (PD)*
COMMITTENTE *Comune di Padova*
INDIRIZZO *Via del Municipio, 1 - 35122 Padova (PD)*
COMUNE *Padova*

Rif. *Scuola Media Tasso ex Marsilio C.T. 168_diagnosi.E0001*
Software di calcolo EDILCLIMA - EC720 versione 4.18.0



ing. Nicola Cappellato
Via Guido Rossa, 7 - 35020 Ponte San Nicolò (PD)

SOMMARIO INTERVENTI MIGLIORATIVI

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

SCENARIO 1 : Caldaia a condensazione e valvole termostatiche a bassa inerzia termica

N.	Descrizione intervento	Costo intervento [€]
1	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle	80000,00
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti	7605,00
TOTALE		87605,00

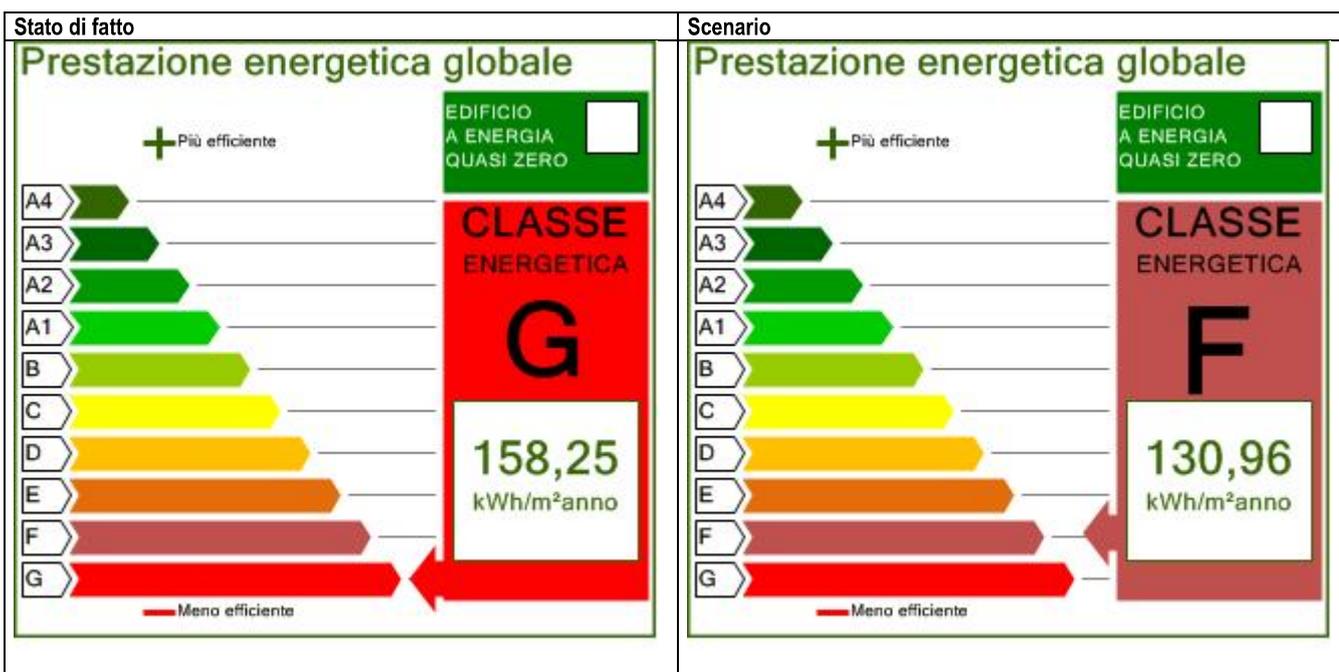
Prestazioni energetiche stagionali:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Prestazione energetica per il riscaldamento	EP _{h,nren}	kWh/m ² anno	146,12	118,83	27,29	18,7
Prestazione energetica per produzione acs	EP _{w,nren}	kWh/m ² anno	0,43	0,43	0,00	0,0
Prestazione energetica per il raffrescamento	EP _{c,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per la ventilazione	EP _{v,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per l'illuminazione	EPI _{nren}	kWh/m ² anno	11,70	11,70	0,00	0,0
Prestazione energetica per il trasporto	EP _{t,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica globale	EP _{gl,nren}	kWh/m ² anno	158,25	130,96	27,29	17,2

Analisi economica:

Descrizione	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Spesa annua per riscaldamento	[€] 46321,27	37376,69	8944,58	19,3
Spesa annua per acqua calda sanitaria	[€] 204,71	204,71	0,00	0,0
Spesa annua per raffrescamento	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per ventilazione	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per illuminazione	[€] 5587,58	5587,58	0,00	0,0
Spesa annua per trasporto	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua globale	[€] 52113,55	43168,98	8944,58	17,2

Confronto classe energetica



Tempo di ritorno: 9,8 anni

Interventi sul sistema di regolazione:

N.	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO			
	Tipo regolazione	$\eta_{g_{sdf}}$ [%]	Tipo regolazione	$\eta_{g_{im}}$ [%]	Nr.	Costo [€/cad.]
2	Per zona + climatica - On off	96,0	Per singolo ambiente + climatica - P banda proporzionale 1 °C	98,0	117	65,00

Legenda simboli

$\eta_{g_{sdf}}$ Rendimento di regolazione senza considerare l'intervento migliorativo (stato di fatto)
 $\eta_{g_{im}}$ Rendimento di regolazione a seguito dell'intervento migliorativo ipotizzato
 Nr. Numero corpi radianti

Interventi sul sistema di riscaldamento:

Servizio	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante caldaia a condensazione classificata **** stelle				
STATO DI FATTO					
Tipo di generatore	Caldaia tradizionale				
Potenza utile nominale Φ_{gn} [kW]	521,72				
Combustibile	Metano		P. calorifico inferiore	9,940	
Fattore di conversione F_p [-]	1,050		Costo vettore energetico	0,88	
INTERVENTO MIGLIORATIVO					
Tipo di generatore	Caldaia a condensazione				
Potenza utile nominale Φ_{gn} [kW]	530,40				
Combustibile	Metano		P. calorifico inferiore	9,940	
Fattore di conversione F_p [-]	1,050		Costo vettore energetico	0,88	
Costo intervento [€]	80000,00				

DETTAGLI DI CALCOLO

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

SCENARIO 1 : Caldaia a condensazione e valvole termostatiche a bassa inerzia termica

Involucro edilizio:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Trasmittanza muri	-	W/m ² K	2,084	2,084	0,000	0,0
Trasmittanza pavimenti	-	W/m ² K	0,243	0,243	0,000	0,0
Trasmittanza soffitti	-	W/m ² K	1,080	1,080	0,000	0,0
Trasmittanza componenti finestrati	-	W/m ² K	6,316	6,316	0,000	0,0
Dispersioni per trasmissione	Qh,tr	kWh	602088	602088	0	0,0
Dispersioni per ventilazione	Qh,ve	kWh	79187	79187	0	0,0
Apporti solari	Qsol	kWh	130495	130495	0	0,0
Apporti interni	Qint	kWh	65442	65442	0	0,0
Consumo specifico involucro per riscaldamento	Qh	kWh/m ³	37,04	37,04	0,00	0,0
Consumo specifico involucro per raffrescamento	Qc	kWh/m ³	5,62	5,62	0,00	0,0

Impianto:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Rendimento di emissione riscaldamento	$\eta_{H,e}$	%	96,0	96,0	0,0	0,0
Rendimento di regolazione riscaldamento	$\eta_{H,rg}$	%	96,0	98,0	2,0	2,1
Rendimento di distribuzione riscaldamento	$\eta_{H,d}$	%	95,9	95,9	0,0	0,0
Rendimento di generazione riscaldamento	$\eta_{H,gn}$	%	82,7	98,8	16,1	19,4
Fabbisogno di energia primaria riscaldamento	QH,p,nren	kWh/anno	544297	442641	101656	18,7
Rendimento di generazione riferito all'energia primaria non rinnovabile	$\eta_{H,gen,p,nren}$	%	82,7	98,8	16,1	19,4
Rendimento globale medio stagionale riferito all'energia primaria non rinnovabile	$\eta_{H,g,p,nren}$	%	89,6	110,1	20,6	23,0
Consumo combustibile riscaldamento Melano	CoH	Nm ³ /anno	51215	42290	8925	17,4
Consumo energia elettrica riscaldamento	CoH,el	kWh/anno	5009	645	4363	87,1
Fabbisogno di energia primaria acqua calda sanitaria	QW,p,nren	kWh/anno	1597	1597	0	0,0
Consumo combustibile acqua calda sanitaria Metano	CoW	Nm ³ /anno	0	0	0	0,0
Consumo energia elettrica acqua calda sanitaria	CoW,el	kWh/anno	819	819	0	0,0

SOMMARIO INTERVENTI MIGLIORATIVI

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

SCENARIO 2 : Pompa di calore alta efficienza e valvole termostatiche a bassa inerzia termica

N.	Descrizione intervento	Costo intervento [€]
1	Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante pompa di calore ad alta efficienza	135000,00
2	Installazione valvole termostatiche su tutti i corpi radianti	7605,00
TOTALE		142605,00

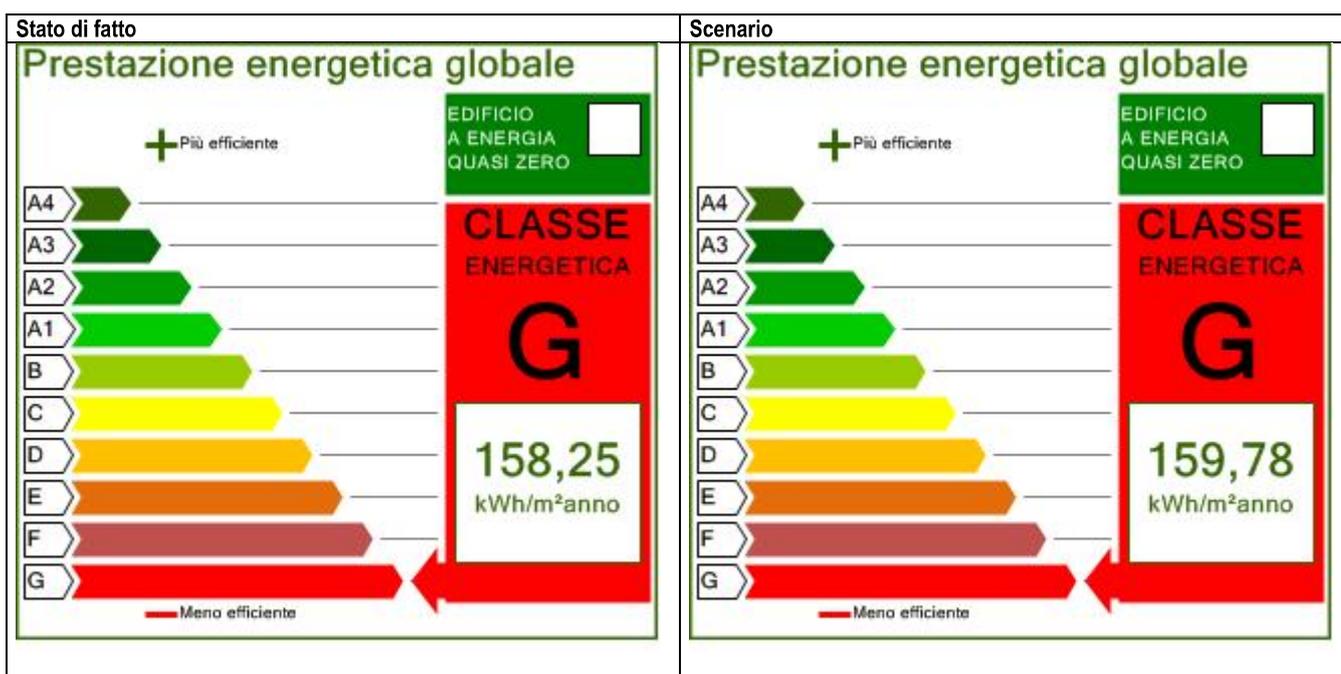
Prestazioni energetiche stagionali:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Prestazione energetica per il riscaldamento	EP _{h,nren}	kWh/m ² anno	146,12	147,65	-1,53	-1,0
Prestazione energetica per produzione acs	EP _{w,nren}	kWh/m ² anno	0,43	0,43	0,00	0,0
Prestazione energetica per il raffrescamento	EP _{c,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per la ventilazione	EP _{v,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica per l'illuminazione	EPI _{nren}	kWh/m ² anno	11,70	11,70	0,00	0,0
Prestazione energetica per il trasporto	EP _{t,nren}	kWh/m ² anno	0,00	0,00	0,00	0,0
Prestazione energetica globale	EP _{gl,nren}	kWh/m ² anno	158,25	159,78	-1,53	-1,0

Analisi economica:

Descrizione	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Spesa annua per riscaldamento	[€] 46321,27	70512,83	-24191,56	-52,2
Spesa annua per acqua calda sanitaria	[€] 204,71	204,71	0,00	0,0
Spesa annua per raffrescamento	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per ventilazione	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua per illuminazione	[€] 5587,58	5587,58	0,00	0,0
Spesa annua per trasporto	[€] 0,00	0,00	0,00	0,0
Spesa annua globale	[€] 52113,55	76305,13	-24191,57	-46,4

Confronto classe energetica



Tempo di ritorno: 0,0 anni

Interventi sul sistema di regolazione:

N.	STATO DI FATTO		INTERVENTO MIGLIORATIVO			
	Tipo regolazione	$\eta_{g_{sdf}}$ [%]	Tipo regolazione	$\eta_{g_{im}}$ [%]	Nr.	Costo [€/cad.]
2	Per zona + climatica - On off	96,0	Per singolo ambiente + climatica - P banda proporzionale 1 °C	98,0	117	65,00

Legenda simboli

$\eta_{g_{sdf}}$ Rendimento di regolazione senza considerare l'intervento migliorativo (stato di fatto)
 $\eta_{g_{im}}$ Rendimento di regolazione a seguito dell'intervento migliorativo ipotizzato
 Nr. Numero corpi radianti

Interventi sul sistema di riscaldamento:

Servizio	<i>Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento mediante pompa di calore ad alta efficienza</i>				
	STATO DI FATTO				
Tipo di generatore	<i>Caldaia tradizionale</i>				
Potenza utile nominale Φ_{gn} [kW]	<i>521,72</i>				
Combustibile	<i>Metano</i>		P. calorifico inferiore	<i>9,940</i>	
Fattore di conversione F_p [-]	<i>1,050</i>		Costo vettore energetico	<i>0,88</i>	
	INTERVENTO MIGLIORATIVO				
Tipo di generatore	<i>Pompa di calore</i>				
Potenza utile nominale Φ_{gn} [kW]	<i>690,10</i>				
Combustibile	<i>Energia elettrica</i>		P. calorifico inferiore	<i>1,000</i>	
Fattore di conversione F_p [-]	<i>1,950</i>		Costo vettore energetico	<i>0,25</i>	
Costo intervento [€]	<i>135000,00</i>				

DETTAGLI DI CALCOLO

Edificio : Scuola Secondaria di Primo Grado "Marsilio da Padova"

SCENARIO 2 : Pompa di calore alta efficienza e valvole termostatiche a bassa inerzia termica

Involucro edilizio:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Trasmittanza muri	-	W/m²K	2,084	2,084	0,000	0,0
Trasmittanza pavimenti	-	W/m²K	0,243	0,243	0,000	0,0
Trasmittanza soffitti	-	W/m²K	1,080	1,080	0,000	0,0
Trasmittanza componenti finestrati	-	W/m²K	6,316	6,316	0,000	0,0
Dispersioni per trasmissione	Qh,tr	kWh	602088	602088	0	0,0
Dispersioni per ventilazione	Qh,ve	kWh	79187	79187	0	0,0
Apporti solari	Qsol	kWh	130495	130495	0	0,0
Apporti interni	Qint	kWh	65442	65442	0	0,0
Consumo specifico involucro per riscaldamento	Qh	kWh/m³	37,04	37,04	0,00	0,0
Consumo specifico involucro per raffrescamento	Qc	kWh/m³	5,62	5,62	0,00	0,0

Impianto:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Rendimento di emissione riscaldamento	$\eta_{H,e}$	%	96,0	96,0	0,0	0,0
Rendimento di regolazione riscaldamento	$\eta_{H,rg}$	%	96,0	98,0	2,0	2,1
Rendimento di distribuzione riscaldamento	$\eta_{H,d}$	%	95,9	95,9	0,0	0,0
Rendimento di generazione riscaldamento	$\eta_{H,gn}$	%	82,7	79,5	-3,2	-3,9
Fabbisogno di energia primaria riscaldamento	QH,p,nren	kWh/anno	544297	550000	-5704	-1,0
Rendimento di generazione riferito all'energia primaria non rinnovabile	$\eta_{H,gen,p,nren}$	%	82,7	79,5	-3,2	-3,9
Rendimento globale medio stagionale riferito all'energia primaria non rinnovabile	$\eta_{H,g,p,nren}$	%	89,6	88,6	-0,9	-1,0
Consumo energia elettrica riscaldamento	CoH,el	kWh/anno	5009	282051	-277043	-5531,1
Fabbisogno di energia primaria acqua calda sanitaria	QW,p,nren	kWh/anno	1597	1597	0	0,0
Consumo energia elettrica acqua calda sanitaria	CoW,el	kWh/anno	819	819	0	0,0

Consumo combustibili:

Descrizione	Simbolo	U.M.	Stato di fatto	Scenario	Miglioram.	Var %
Consumo combustibile riscaldamento Metano	CoH	Nm³/anno	51215	0	51215	100,0
Consumo combustibile acqua calda sanitaria Metano	CoW	Nm³/anno	0	0	0	0,0