



Città di Boves

Sede Municipale - Piazza Italia n. 64



Interreg
ALCOTRA

Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale



PROGETTO COFINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA,
FONDO EUROPEO DI SVILUPPO REGIONALE (FESR)
PROGRAMMA INTERREG ALCOTRA ITALIA-FRANCIA V A 2014-2020
PROGETTO ECO-BATI N. 1660

**RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
DI PARTE DI FABBRICATO COMUNALE
ENTE SCUOLA EDILE
VIA BORGO SAN DALMAZZO N.19
CANTIERE PILOTA
CUP: F66J17000070007**

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

Relazione specialistica di calcolo termico

PROGETTO: AREA PROGETTAZIONE OO.PP.
Ing. Arch. Riccardo CASASSO
Geom. Simona CARENA

COLLABORATORI: Ing. Giulia GOSSO
ENTE SCUOLA EDILE

E-RCT

Ottobre 2018

RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO TERMICO

(art. 26-35 D.P.R. n. 207/2010)

Sommario

1. Premessa	3
2. Dati di progetto ed impostazioni di calcolo.....	4
3. Dati climatici della località.....	4
4. Lo stato di fatto energetico	5
4.1. Componenti edilizi opachi esistenti.....	6
4.2. Componenti edilizi trasparenti esistenti	9
4.3. Calcolo della potenza termica dell'edificio esistente	10
4.4. Stima del fabbisogno energetico del solo INVOLUCRO esistente	14
4.5. Stima del fabbisogno di energia primaria INVOLUCRO+IMPIANTO dell'edificio esistente.....	22
5. Analisi energetica di progetto	26
5.1. Componenti edilizi opachi di progetto	26
5.2. Componenti edilizi trasparenti e serramenti opachi di progetto.....	30
5.3. Calcolo della potenza termica di progetto	30
5.4. Stima del fabbisogno di energia utile del solo INVOLUCRO di progetto	33
5.5. Stima del fabbisogno di energia primaria di INVOLUCRO+IMPIANTO di progetto	41
6. Risparmio energetico stimato	45



1. Premessa

La presente relazione specialistica definisce il quadro delle esigenze da soddisfare dal punto di vista termico e le specifiche prestazioni termoigrometriche dei componenti edilizi da fornire per i lavori di “riqualificazione energetica” di una porzione di fabbricato sito nel Comune di Boves.

L'intervento si configura, secondo il Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici, come una **RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI SECONDO LIVELLO**: l'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25% ma inferiore al 50% (pari a circa il 45%) della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

L'intervento non può accedere all'incentivo previsto dal D.M. 16 febbraio 2016 “Conto Termico” che prevede l'incentivazione di interventi di piccole dimensioni per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili, poiché l'edificio è ad oggi privo di impianto termico.

L'obiettivo principale consiste nel miglioramento delle prestazioni energetiche attraverso la diffusione di nuovi modelli di bioedilizia, fondati sulla valorizzazione delle risorse e delle filiere locali.



2. Dati di progetto ed impostazioni di calcolo

Dati generali

Destinazione d'uso prevalente (DPR 412/93)	E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.
Edificio pubblico o ad uso pubblico	Si
Edificio situato in un centro storico	No
Tipologia di calcolo	Calcolo regolamentare (valutazione A1/A2)

Opzioni lavoro

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

Opzioni di calcolo

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

3. Dati climatici della località

Caratteristiche geografiche

Località	Boves	
Provincia	Cuneo	
Altitudine s.l.m.		590 m
Latitudine nord	44° 19'	Longitudine est 7° 33'
Gradi giorno DPR 412/93		3047
Zona climatica		F

Località di riferimento

per dati invernali	Cuneo
per dati estivi	Cuneo

Stazioni di rilevazione

per la temperatura	Boves
per l'irradiazione	Boves
per il vento	Boves

Caratteristiche del vento

Regione di vento:	A	
Direzione prevalente	Nord-Est	
Distanza dal mare		> 40 km



Città di Boves

Velocità media del vento **1,0** m/s
Velocità massima del vento **2,0** m/s

Dati invernali

Temperatura esterna di progetto **-10,3** °C
Stagione di riscaldamento convenzionale dal **05 ottobre** al **22 aprile**

Dati estivi

Temperatura esterna bulbo asciutto **29,0** °C
Temperatura esterna bulbo umido **22,0** °C
Umidità relativa **55,0** %
Escursione termica giornaliera **12** °C

Temperature esterne medie mensili

Descrizione	u.m.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Temperatura	°C	0,3	2,2	6,7	9,5	15,3	20,0	21,8	20,0	15,9	10,8	5,3	0,5

Irradiazione solare media mensile

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

Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione: **259** W/m²

4. Lo stato di fatto energetico

Dal punto di vista termo-energetico è necessaria una premessa: la porzione di edificio oggetto d'intervento non è ad oggi, dotata di impianto termico o di impianto per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'installazione dell'impianto termico viene demandata ad una fase successiva.

La presente relazione illustra i risultati dei calcoli termici dell'edificio, eseguiti sia per il dimensionamento del futuro impianto, sia per la verifica secondo legge delle trasmittanze termiche relative ai componenti edilizi oggetto d'intervento.

Se nella porzione di edificio analizzata venisse installato un nuovo impianto senza prevedere isolamento termico, il consumo energetico sarebbe elevatissimo ed il livello di sostenibilità ambientale sarebbe molto basso: l'edificio allo stato attuale è altamente energivoro.



4.1. Componenti edilizi opachi esistenti

L'edificio risulta completamente privo di isolamento termico poiché risalente a inizio '900 e mai inserito in operazioni di ristrutturazione.

Le trasmittanze termiche della parete esterna, del pavimento e della copertura esistenti risultano ampiamente maggiori rispetto ai limite di legge (cfr. *Tabella 1 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi opachi esistenti*):

Tabella 1 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi opachi esistenti

Cod	Descrizione	Spessore [mm]	Ms Massa volumica [kg/m ³]	Y _{IE} trasmitt. termica periodica [W/m ² K]	Sfasamento [h]	C _T Capacità termica [kJ/m ² K]	θ [°C]	Trasmittanza Ue [W/m ² K]	Trasmittanza limite di legge [W/m ² K]
M3	Parete esterna originale	320,0	360	0,321	-10,483	58,479	-10,3	1,272	0,26
P2	Pavimento originale	220,0	332	0,839	-6,451	46,644	10,7	0,412	0,28
S2	Copertura originale	120,0	58	1,559	-1,745	38,339	-10,3	1,475	0,22

Anche i serramenti esterni opachi (portoni metallici) risultano fuori norma, con trasmittanze termiche stimate largamente maggiori rispetto ai limiti di legge.

Di seguito si riportano le schede di calcolo delle stratigrafie dei principali componenti edilizi opachi.

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

Descrizione della struttura: *Parete esterna originale*

Codice: *M3*

Trasmittanza termica	1,272	W/m ² K
Spessore	320	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-10,3	°C
Permeanza	86,957	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	396	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	360	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,321	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,252	-
Sfasamento onda termica	-10,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1.5%)	300,00	0,540	0,556	1200	1,00	7
2	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,081	-	-	-

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	-

Figura 1 - Caratteristiche termiche Parete esterna M3



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

Descrizione della struttura: *Pavimento originale*

Codice: P2

Trasmittanza termica	1,800	W/m ² K
Trasmittanza controterra	0,412	W/m ² K
Spessore	220	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,7	°C
Permeanza	53,191	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	332	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	332	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,839	W/m ² K
Fattore attenuazione	2,035	-
Sfasamento onda termica	-6,5	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Tavellone strutture orizzontali	40,00	0,333	0,120	800	0,84	9
2	Sottofondo di cemento magro	100,00	0,900	0,111	1800	0,88	30
3	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	80,00	0,700	0,114	1500	1,00	5
-	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	-

Figura 2 - Caratteristiche termiche Pavimento originale P2



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

Descrizione della struttura: *Copertura originale*

Codice: *S2*

Trasmittanza termica	1,475	W/m²K
Spessore	120	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-10,3	°C
Permeanza	8,000	10 ⁻¹² kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	58	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	58	kg/m²
Trasmittanza periodica	1,559	W/m²K
Fattore attenuazione	1,057	-
Sfasamento onda termica	-1,7	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,081	-	-	-
1	Tegole in terracotta	20,00	1,000	-	2000	0,80	-
2	Intercapedine debolmente ventilata Av=600 mm²/m	60,00	-	-	-	-	-
3	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	40,00	0,120	-	450	1,60	625
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m²K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Figura 3 - Caratteristiche termiche Copertura originale S2

4.2. Componenti edilizi trasparenti esistenti

I serramenti esistenti sono altamente disperdenti, dotati di vetro singolo e telaio metallico allo stato originale. Le superfici vetrate sono molto ampie, per complessivi 44 m² (circa il 13% della superficie verticale



Città di Boves

delle pareti esterne) e le trasmittanze termiche U_w risultano notevolmente maggiori rispetto ai limiti di legge (cfr. *Tabella 2 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi trasparenti esistenti*).

Tabella 2 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi trasparenti esistenti

Cod	Descrizione	H [cm]	L [cm]	U_g [W/m ² K]	U_w [W/m ² K]	U_w limite [W/m ² K]	θ [°C]	Agf [m ²]	Lgf [m]
W4	originale F SE 210x123	123,0	210,0	4,657	5,053	1,000	-10,3	2,147	8,320
W5	originale F NE 211x132	132,0	211,0	4,657	5,040	1,000	-10,3	2,330	8,700
W6	originale F NO 510x276	275,0	510,0	4,657	4,998	1,000	-10,3	11,985	39,200
W7	originale P NE 130x210	210,0	130,0	4,657	5,442	1,000	-10,3	1,815	8,800

4.3. Calcolo della potenza termica dell'edificio esistente

Il calcolo della potenza termica secondo UNI EN 12831 è stato condotto utilizzando le stratigrafie opache ed i serramenti descritti nei precedenti paragrafi.

La ventilazione è del tipo naturale, essendo il fabbricato privo di impianti di ventilazione meccanica forzata.

La potenza termica complessiva della porzione di edificio oggetto d'intervento è pari a **80 kW**.



FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE secondo UNI EN 12831

Dati climatici della località:

Località	Boves	
Provincia	Cuneo	
Altitudine s.l.m.	590	m
Gradi giorno	3047	
Zona climatica	F	
Temperatura esterna di progetto	-10,3	°C


Dati geometrici dell'intero edificio:

Superficie in pianta netta	274,53	m ²
Superficie esterna lorda	935,41	m ²
Volume netto	1926,32	m ³
Volume lordo	2140,70	m ³
Rapporto S/V	0,44	m ⁻¹

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	Vicini presenti	
Coefficiente di sicurezza adottato	1,20	-

Coefficienti di esposizione solare:

	Nord: 1,20	
Nord-Ovest: 1,15		Nord-Est: 1,20
Ovest: 1,10		Est: 1,15
Sud-Ovest: 1,05		Sud-Est: 1,10
	Sud: 1,00	



DISPERSIONI DEI COMPONENTI

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M3	T	Parete esterna originale	1,341	-10,3	266,50	12474	28,7
M5	T	Portone sezionale esistente	5,879	-10,3	20,00	4097	9,4
P2	G	Pavimento originale	0,412	10,7	293,00	1123	2,6
S2	T	Copertura originale	1,559	-10,3	311,80	16572	38,2

Totale: **34267** **78,9**

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m ² K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m ²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W4	T	originale F SE 210x123	5,959	-10,3	7,74	1537	3,5
W5	T	originale F NE 211x132	5,952	-10,3	5,58	1208	2,8
W6	T	originale F NO 510x276	5,929	-10,3	28,06	5797	13,4
W7	T	originale P NE 130x210	6,167	-10,3	2,73	612	1,4

Totale: **9154** **21,1**

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
θ _e	Temperatura di esposizione dell'elemento
S _{Tot}	Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
L _{Tot}	Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
Φ _{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
%Φ _{Tot}	Rapporto percentuale tra il Φ _{tr} dell'elemento e il Φ _{tr} totale dell'edificio



DISPERSIONI COMPLESSIVE DELL'EDIFICIO

Dispersioni per Trasmissione raggruppate per esposizione:

Prospetto Nord-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M3	Parete esterna originale	1,341	-10,3	108,52	5292	12,2
W5	originale F NE 211x132	5,952	-10,3	5,58	1208	2,8
W7	originale P NE 130x210	6,167	-10,3	2,73	612	1,4

Totale: **7112** **16,4**

Prospetto Sud-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M3	Parete esterna originale	1,341	-10,3	99,25	4437	10,2
S2	Copertura originale	1,559	-10,3	155,97	8106	18,7
W4	originale F SE 210x123	5,959	-10,3	7,74	1537	3,5

Totale: **14080** **32,4**

Prospetto Nord-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
M3	Parete esterna originale	1,341	-10,3	58,73	2745	6,3
M5	Portone sezionale esistente	5,879	-10,3	20,00	4097	9,4
S2	Copertura originale	1,559	-10,3	155,83	8467	19,5
W6	originale F NO 510x276	5,929	-10,3	28,06	5797	13,4

Totale: **21106** **48,6**

Prospetto Orizzontale:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ[W/mK]	θe [°C]	Sup.[m²] Lungh.[m]	Φ _{tr} [W]	%Φ _{Tot} [%]
P2	Pavimento originale	0,412	10,7	293,00	1123	2,6

Totale: **1123** **2,6**

Legenda simboli

- U Trasmittanza termica di un elemento disperdente
- Ψ Trasmittanza termica lineica di un ponte termico
- θe Temperatura di esposizione dell'elemento
- Sup. Superficie di un elemento disperdente
- Lung. Lunghezza di un ponte termico
- Φ_{tr} Potenza dispersa per trasmissione
- %Φ_{Tot} Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il totale dei Φ_{tr}



Dispersioni per Ventilazione:

Nr.	Descrizione zona termica	V _{netto} [m ³]	Φ _{ve} [W]
1	Zona climatizzata	1926,3	22459

Totale **22459**

Legenda simboli

V_{netto} Volume netto della zona termica
 Φ_{ve} Potenza dispersa per ventilazione

Dispersioni per Intermittenza:

Nr.	Descrizione zona termica	S _u [m ²]	f _{RH} [-]	Φ _{rh} [W]
1	Zona climatizzata	274,53	0	0

Totale: **0**

Legenda simboli

S_u Superficie in pianta netta della zona termica
 f_{RH} Fattore di ripresa
 Φ_{rh} Potenza dispersa per intermittenza

Dispersioni totali:

Coefficiente di sicurezza adottato **1,20** -

Nr.	Descrizione zona termica	Φ _{hl} [W]	Φ _{hl,sic} [W]
1	Zona climatizzata	65880	79057

Totale **65880** **79057**

Legenda simboli

Φ_{hl} Potenza totale dispersa
 Φ_{hl,sic} Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza

4.4. Stima del fabbisogno energetico del solo INVOLUCRO esistente

Come premesso l'edificio ad oggi è privo di impianto termico. Non è quindi possibile rilevare consumi termici reali. È possibile però fare delle considerazioni in merito al fabbisogno energetico dell'edificio in quanto solo INVOLUCRO, al netto dell'impianto quindi senza considerare l'incremento di fabbisogno energetico dovuto alle perdite relative all'impianto (perdite al generatore, perdite di distribuzione, perdite di regolazione e perdite di emissione).

Il fabbisogno di energia utile dell'INVOLUCRO EP_{H,nd} dell'edificio è stato stimato utilizzando le norme UNI-TS 11300 ed è funzione dei dati climatici del sito, del rapporto S/V dell'edificio, dei componenti edilizi, del numero di ricambi orari, della destinazione d'uso degli ambienti, etc...

Il fabbisogno di energia utile invernale del solo involucro è circa pari a **105.000 kWh anno**, ovvero circa **383 kWh/m²**, molto elevato rispetto allo standard degli edifici di nuova costruzione.



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

Dati climatici della località:

Località	Boves
Provincia	Cuneo
Altitudine s.l.m.	590 m
Gradi giorno	3047
Zona climatica	F
Temperatura esterna di progetto	-10,3 °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	1,7	2,6	3,6	5,2	7,5	9,1	9,2	6,7	4,1	2,8	1,7	1,5
Nord-Est	MJ/m ²	2,0	3,4	5,8	8,0	9,8	11,6	12,1	9,7	6,7	3,9	2,0	1,6
Est	MJ/m ²	5,0	6,7	10,0	11,0	11,9	13,4	14,5	12,6	10,3	6,9	4,3	4,0
Sud-Est	MJ/m ²	9,1	10,1	12,7	11,6	11,1	11,8	12,9	12,5	11,8	9,5	7,1	7,6
Sud	MJ/m ²	11,8	12,1	13,4	10,4	9,2	9,4	10,3	10,6	11,5	10,9	8,9	9,9
Sud-Ovest	MJ/m ²	9,1	10,1	12,7	11,6	11,1	11,8	12,9	12,5	11,8	9,5	7,1	7,6
Ovest	MJ/m ²	5,0	6,7	10,0	11,0	11,9	13,4	14,5	12,6	10,3	6,9	4,3	4,0
Nord-Ovest	MJ/m ²	2,0	3,4	5,8	8,0	9,8	11,6	12,1	9,7	6,7	3,9	2,0	1,6
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,3	3,4	4,5	6,4	8,4	9,0	8,9	7,7	5,3	3,8	2,3	2,0
Orizz. Diretta	MJ/m ²	3,6	5,2	9,0	9,7	9,9	12,0	13,5	11,2	9,1	5,4	3,0	2,7

Edificio : Capannone Ente scuola edile

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	0,3	2,2	6,7	9,2	-	-	-	-	-	10,3	5,3	0,5
N° giorni	-	31	28	31	22	-	-	-	-	-	27	30	31

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	<i>Vicini presenti</i>				
Stagione di calcolo	<i>Convenzionale</i>	dal	<i>05 ottobre</i>	al	<i>22 aprile</i>
Durata della stagione	<i>200</i>	giorni			

Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	274,53	m ²
Superficie esterna lorda	935,41	m ²
Volume netto	1926,32	m ³
Volume lordo	2140,70	m ³
Rapporto S/V	0,44	m ⁻¹



COEFFICIENTI DI DISPERSIONE TERMICA STAGIONE INVERNALE

Edificio : Capannone Ente scuola edile

H_T: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso esterno:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup.[m²] Lungh [m]	H _T [W/K]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	338,9
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	94,9
S2	Copertura originale	1,475	311,80	459,9
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	39,1
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	28,1
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	140,2
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	14,9
Totale				1116,0

H_G: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso terreno:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup.[m²] Lungh [m]	H _G [W/K]
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	120,8
Totale				120,8

H_N: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup.[m²] Lungh [m]	b _{tr, N} [-]	H _N [W/K]
M2	Parete vs locali riscaldati	1,992	117,11	0,00	0,0
Totale					0,0

H_{ve}: Coefficiente di scambio termico per ventilazione:

Zona 1 : Zona climatizzata

Nr.	Descrizione locale	Ventilazione	V _{netto} [m³]	q _{ve,0} [m³/h]	f _{ve,t} [-]	H _{ve} [W/K]
1	Nuovo laboratorio Ente Scuola Edile	Naturale	1926,32	956,19	0,43	318,7
Totale						318,7

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico
b _{tr, X}	Fattore di correzione dello scambio termico
V _{netto}	Volume netto del locale
q _{ve,0}	Portata minima di progetto di aria esterna
f _{ve,t}	Fattore di correzione per la ventilazione in condizioni di riferimento



DISPERSIONI ORDINATE PER COMPONENTE STAGIONE INVERNALE

Edificio : Capannone Ente scuola edile

INTERA STAGIONE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	24954	27,4	3702	21,7	5342	24,1
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	6984	7,7	1036	6,1	929	4,2
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	8892	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	33858	37,2	10046	58,9	8271	37,4
Totali				74689	82,0	14784	86,7	14542	65,7

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	2879	3,2	397	2,3	2733	12,3
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	2070	2,3	286	1,7	744	3,4
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	10325	11,3	1424	8,4	3820	17,3
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	1094	1,2	151	0,9	289	1,3
Totali				16368	18,0	2258	13,3	7586	34,3

Mese : OTTOBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	2138	27,4	423	21,7	737	23,7
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	598	7,7	118	6,1	134	4,3
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	762	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	2900	37,2	1149	58,9	1169	37,6
Totali				6398	82,0	1691	86,7	2041	65,6

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	247	3,2	45	2,3	367	11,8
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	177	2,3	33	1,7	108	3,5
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	884	11,3	163	8,4	553	17,8
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	94	1,2	17	0,9	42	1,3
Totali				1402	18,0	258	13,3	1069	34,4

Mese : NOVEMBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	3587	27,4	424	21,7	533	25,7
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	1004	7,7	119	6,1	77	3,7
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	1278	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	4867	37,2	1150	58,9	761	36,7
Totali				10737	82,0	1692	86,7	1371	66,1

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione	U	Sup.	Q _{H,tr}	%Q _{H,tr}	Q _{H,r}	%Q _{H,r}	Q _{sol,k}	%Q _{sol,k}
-----	-------------	---	------	-------------------	--------------------	------------------	-------------------	--------------------	---------------------



Città di Boves

	elemento	[W/m²K]	[m²]	[kWh]	[%]	[kWh]	[%]	[kWh]	[%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	414	3,2	45	2,3	306	14,8
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	298	2,3	33	1,7	61	2,9
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	1484	11,3	163	8,4	313	15,1
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	157	1,2	17	0,9	24	1,1
Totali				2353	18,0	259	13,3	704	33,9

Mese : DICEMBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	4917	27,4	540	21,7	542	27,4
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	1376	7,7	151	6,1	63	3,2
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	1752	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	6672	37,2	1466	58,9	709	35,8
Totali				14718	82,0	2158	86,7	1314	66,4

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	567	3,2	58	2,3	338	17,1
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	408	2,3	42	1,7	50	2,5
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	2035	11,3	208	8,4	258	13,0
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	216	1,2	22	0,9	20	1,0
Totali				3226	18,0	330	13,3	666	33,6

Mese : GENNAIO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	4968	27,4	587	21,7	657	27,0
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	1390	7,7	164	6,1	79	3,3
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	1770	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	6741	37,2	1592	58,9	885	36,4
Totali				14869	82,0	2344	86,7	1620	66,6

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	573	3,2	63	2,3	404	16,6
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	412	2,3	45	1,7	63	2,6
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	2055	11,3	226	8,4	322	13,2
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	218	1,2	24	0,9	24	1,0
Totali				3259	18,0	358	13,3	813	33,4

Mese : FEBBRAIO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	4054	27,4	560	21,7	753	24,6
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	1135	7,7	157	6,1	122	4,0
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	1445	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	5501	37,2	1519	58,9	1141	37,3
Totali				12135	82,0	2236	86,7	2015	65,9

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	468	3,2	60	2,3	406	13,3
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	336	2,3	43	1,7	97	3,2



Città di Boves

W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	1678	11,3	215	8,4	500	16,4
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	178	1,2	23	0,9	38	1,2
Totali		2659	18,0	342	13,3	1041	34,1		

Mese : MARZO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	3354	27,4	709	21,7	1183	23,0
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	939	7,7	198	6,1	229	4,5
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	1195	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	4551	37,2	1923	58,9	1959	38,2
Totali				10038	82,0	2830	86,7	3372	65,7

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	387	3,2	76	2,3	558	10,9
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	278	2,3	55	1,7	185	3,6
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	1388	11,3	273	8,4	948	18,5
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	147	1,2	29	0,9	72	1,4
Totali				2200	18,0	432	13,3	1762	34,3

Mese : APRILE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M3	Parete esterna originale	1,272	266,50	1936	27,4	459	21,7	937	21,6
M5	Portone sezionale esistente	4,743	20,00	542	7,7	129	6,1	225	5,2
P2	Pavimento originale	0,412	293,00	690	9,8	-	-	-	-
S2	Copertura originale	1,475	311,80	2626	37,2	1246	58,9	1648	38,0
Totali				5794	82,0	1833	86,7	2810	64,7

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W4	originale F SE 210x123	5,053	7,74	223	3,2	49	2,3	354	8,2
W5	originale F NE 211x132	5,040	5,58	161	2,3	35	1,7	180	4,2
W6	originale F NO 510x276	4,998	28,06	801	11,3	177	8,4	926	21,3
W7	originale P NE 130x210	5,442	2,73	85	1,2	19	0,9	70	1,6
Totali				1270	18,0	280	13,3	1531	35,3

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico
Q _{H,tr}	Energia dispersa per trasmissione
%Q _{H,tr}	Rapporto percentuale tra il Q _{H,tr} dell'elemento e il totale dei Q _{H,tr}
Q _{H,r}	Energia dispersa per extraflusso
%Q _{H,r}	Rapporto percentuale tra il Q _{H,r} dell'elemento e il totale dei Q _{H,r}
Q _{sol,k}	Apporto solare attraverso gli elementi opachi e finestrati
%Q _{sol,k}	Rapporto percentuale tra il Q _{sol,k} dell'elemento e il totale dei Q _{sol,k}



ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE Dettaglio perdite e apporti

Edificio : Capannone Ente scuola edile

Energia dispersa per trasmissione e ventilazione:

Mese	$Q_{H,trT}$ [kWh]	$Q_{H,trG}$ [kWh]	$Q_{H,trA}$ [kWh]	$Q_{H,trU}$ [kWh]	$Q_{H,trN}$ [kWh]	$Q_{H,rT}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]
Ottobre	7038	762	0	0	0	1949	2010
Novembre	11812	1278	0	0	0	1951	3373
Dicembre	16191	1752	0	0	0	2487	4624
Gennaio	16357	1770	0	0	0	2702	4672
Febbraio	13349	1445	0	0	0	2578	3813
Marzo	11043	1195	0	0	0	3262	3154
Aprile	6374	690	0	0	0	2114	1820
Totali	82165	8892	0	0	0	17042	23466

Apporti termici solari e interni:

Mese	$Q_{sol,k,c}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	$Q_{int,k}$ [kWh]
Ottobre	2041	1069	712
Novembre	1371	704	791
Dicembre	1314	666	817
Gennaio	1620	813	817
Febbraio	2015	1041	738
Marzo	3372	1762	817
Aprile	2810	1531	580
Totali	14542	7586	5271

Legenda simboli

$Q_{H,trT}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,trG}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso terreno
$Q_{H,trA}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali a temperatura fissa
$Q_{H,trU}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati
$Q_{H,trN}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini
$Q_{H,rT}$	Energia dispersa per extraflusso da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{sol,k,c}$	Apporti solari diretti attraverso le strutture opache
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari diretti attraverso gli elementi finestrati
$Q_{int,k}$	Apporti interni



FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE Sommaro perdite e apporti

Edificio : Capannone Ente scuola edile

Categoria DPR 412/93	E.7	-	Superficie esterna	935,41	m ²
Superficie utile	274,53	m ²	Volume lordo	2140,70	m ³
Volume netto	1926,32	m ³	Rapporto S/V	0,44	m ⁻¹

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	Q _{H,tr} [kWh]	Q _{H,r} [kWh]	Q _{H,ve} [kWh]	Q _{H,ht} [kWh] _t	Q _{sol,k,w} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{gn} [kWh]	Q _{H,nd} [kWh]
Ottobre	5759	1949	2010	9718	1069	712	1781	7945
Novembre	11720	1951	3373	17044	704	791	1495	15550
Dicembre	16630	2487	4624	23741	666	817	1483	22259
Gennaio	16507	2702	4672	23880	813	817	1630	22251
Febbraio	12779	2578	3813	19170	1041	738	1779	17392
Marzo	8866	3262	3154	15282	1762	817	2579	12712
Aprile	4253	2114	1820	8187	1531	580	2110	6101
Totali	76515	17042	23466	117023	7586	5271	12857	104210

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



4.5. Stima del fabbisogno di energia primaria INVOLUCRO+IMPIANTO dell'edificio esistente

Come premesso l'edificio è ad oggi privo di impianto. Per poter stimare il miglioramento energetico dell'edificio occorre confrontare l'ipotetico consumo ad oggi (se quindi l'edificio venisse dotato di impianto termico senza opere di isolamento) con l'ipotetico consumo post intervento, cioè con il medesimo impianto (con potenza termica minore a seguito di isolamento termico) ma con edificio isolato termicamente.

Si ipotizza quindi di installare un impianto ad aerotermi per il riscaldamento degli ambienti, visto l'utilizzo del fabbricato (laboratorio edile) e la conformazione dello stesso (altezza netta interna variabile da 5,50 a 8,50 m). Si ipotizza l'installazione di una caldaia a condensazione dedicata alla porzione di fabbricato oggetto di intervento.

Il fabbisogno di energia primaria invernale del sistema involucro-impianto ipotizzando un impianto ad aerotermi e caldaia a condensazione è circa pari a **132.000 kWh anno** ovvero circa **482 kWh/m²**, molto elevato rispetto allo standard degli edifici di nuova costruzione.

Il consumo di gas metano è stimato pari a circa **12.160 Nmc**. Il consumo di energia elettrica è stimato pari a circa **1.850 kWh**.

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

Risultati mensili servizio riscaldamento – impianto idronico

Zona 1 : Zona climatizzata

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	22251	22251	22251	22251	22251	22251	24411	25795
febbraio	28	17392	17392	17392	17392	17392	17392	19080	20207
marzo	31	12712	12712	12712	12712	12712	12712	13947	14718
aprile	22	6101	6101	6101	6101	6101	6101	6694	7074
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	7945	7945	7945	7945	7945	7945	8717	9208
novembre	30	15550	15550	15550	15550	15550	15550	17060	18110



Città di Boves

dicembre	31	22259	22259	22259	22259	22259	22259	24420	25803
TOTALI	200	104210	104210	104210	104210	104210	104210	114329	120915

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	40	44	0	279
febbraio	28	31	34	0	235
marzo	31	23	25	0	204
aprile	22	11	12	0	98
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	27	14	16	0	128
novembre	30	28	31	0	233
dicembre	31	40	44	0	279
TOTALI	200	187	206	0	1456

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	100,0	100,0	100,0	100,0	88,4	87,9	80,1	79,6
febbraio	28	100,0	100,0	100,0	100,0	88,0	87,6	79,8	79,2
marzo	31	100,0	100,0	100,0	100,0	88,0	87,4	79,7	79,1
aprile	22	100,0	100,0	100,0	100,0	87,9	87,3	79,6	79,0
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	100,0	100,0	100,0	100,0	87,9	87,4	79,6	79,1



Città di Boves

novembre	30	100,0	100,0	100,0	100,0	87,6	87,1	79,4	78,9
dicembre	31	100,0	100,0	100,0	100,0	88,4	87,9	80,1	79,6

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 a condensazione

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	24411	25795	94,6	88,4	87,9	2595
febbraio	28	19080	20207	94,4	88,0	87,6	2033
marzo	31	13947	14718	94,8	88,0	87,4	1481
aprile	22	6694	7074	94,6	87,9	87,3	712
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	8717	9208	94,7	87,9	87,4	926
novembre	30	17060	18110	94,2	87,6	87,1	1822
dicembre	31	24420	25803	94,6	88,4	87,9	2596

Mese	gg	FC_{nom} [-]	FC_{min} [-]	$P_{ch,on}$ [%]	$P_{ch,off}$ [%]	$P_{gn,env}$ [%]	R [%]
gennaio	31	0,393	1,565	5,54	0,33	0,27	0,00
febbraio	28	0,341	1,355	5,74	0,32	0,26	0,00
marzo	31	0,000	0,895	6,05	0,30	0,24	0,00
aprile	22	0,000	0,606	5,94	0,27	0,22	0,00
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	0,000	0,643	5,96	0,27	0,22	0,00
novembre	30	0,285	1,131	5,94	0,31	0,25	0,00
dicembre	31	0,393	1,565	5,54	0,33	0,27	0,00

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



Città di Boves

$\eta_{H,gen,p,tot}$	Rendimento mensile del generatore rispetto all'energia primaria totale
Combustibile	Consumo mensile di combustibile
FC_{nom}	Fattore di carico a potenza nominale
FC_{min}	Fattore di carico a potenza minima
$P_{ch,on}$	Perdite al camino a bruciatore acceso
$P_{ch,off}$	Perdite al camino a bruciatore spento
$P_{gn,env}$	Perdite al mantello
R	Fattore percentuale di recupero di condensazione

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	25795	363	27792	27962
febbraio	28	20207	301	21804	21945
marzo	31	14718	252	15946	16064
aprile	22	7074	121	7664	7721
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	27	9208	158	9976	10050
novembre	30	18110	292	19584	19721
dicembre	31	25803	363	27801	27971
TOTALI	200	120915	1849	130567	131436

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



5. Analisi energetica di progetto

Il progetto rientra, secondo il "Decreto minimi" D.M. 26 giugno 2015, tra gli interventi di Ristrutturazione importante di II livello, poiché riguarda la ristrutturazione di una porzione di edificio inferiore al 50% ma superiore al 25% della superficie disperdente. L'edificio rientra tra gli edifici pubblici.

Secondo tale decreto i componenti opachi oggetto d'intervento devono rispettare le seguenti trasmittanze termiche limite:

Tabella 3- Trasmittanze termiche DM Minimi

COMPONENTE EDILIZIO	TRASMITTANZA TERMICA LIMITE DI LEGGE [W/m²K]
Pareti	0,26
Coperture	0,22
Pavimenti	0,28
Serramenti vetrati e opachi	1,00

5.1. Componenti edilizi opachi di progetto

Le pareti verticali verranno isolate con un cappotto esterno composto da una miscela di calce e canapa per un totale di 20 cm di spessore, mentre la copertura verrà isolata con 20 cm di miscela calce e canapa. Le trasmittanze termiche di progetto rispettano ampiamente il limite di legge (cfr. Tabella 4 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi opachi di progetto).

Tabella 4 - Caratteristiche termiche dei componenti edilizi opachi di progetto

Cod	Descrizione	Spessore [mm]	Ms Massa volumica [kg/m³]	Y _{IE} trasmitt. termica periodica [W/m²K]	Sfasament o [h]	C _T Capacità termica [kJ/m²K]	θ [°C]	Trasmitt anza Ue [W/m²K]	Trasmitt anza limite di legge [W/m²K]
M1	Parete esterna con cappotto	535,0	408	0,006	-22,053	53,772	-10,3	0,258	0,26
P1	Pavimento nuovo	550,0	542	0,023	-18,829	64,878	10,7	0,224	0,28
S1	Copertura con canapa	320,6	91	0,067	-11,434	38,812	-10,3	0,214	0,22

Di seguito si riportano le schede di calcolo delle stratigrafie dei principali componenti edilizi opachi.

Descrizione della struttura: Parete esterna con cappotto

Codice: **M1**

Trasmittanza termica **0,258** W/m²K

Spessore **535** mm

Temperatura esterna
(calcolo potenza invernale) **-10,3** °C

Permeanza **52,219** 10⁻¹² kg/sm²Pa

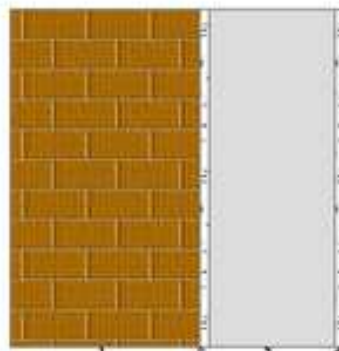
Massa superficiale
(con intonaci) **474** kg/m²

Massa superficiale
(senza intonaci) **408** kg/m²

Trasmittanza periodica **0,006** W/m²K

Fattore attenuazione **0,024** -

Sfasamento onda termica **-22,1** h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Muratura in laterizio pareti esterne (um. 1,5%)	300,00	0,540	0,556	1200	1,00	7
2	Malta di cemento	15,00	1,400	0,011	2000	1,00	22
3	Cappotto in calce e canapulo mineralizzato	200,00	0,065	3,077	240	1,70	6
4	Intonaco di cemento e sabbia	20,00	1,000	0,020	1800	1,00	10
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,081	-	-	-

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	-

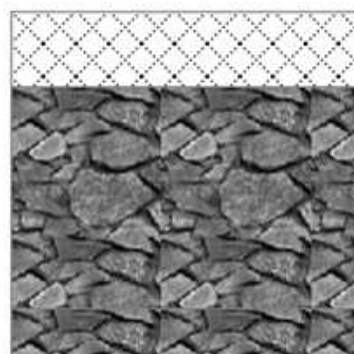


CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Pavimento nuovo*

Codice: *P1*

Trasmittanza termica	0,406	W/m²K
Trasmittanza controterra	0,224	W/m²K
Spessore	550	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	10,7	°C
Permeanza	20,305	10 ⁻¹² kg/sm²Pa
Massa superficiale (con intonaci)	542	kg/m²
Massa superficiale (senza intonaci)	542	kg/m²
Trasmittanza periodica	0,023	W/m²K
Fattore attenuazione	0,103	-
Sfasamento onda termica	-18,8	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,170	-	-	-
1	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	120,00	1,490	0,081	2200	0,88	70
2	Argilla espansa sfusa granuli 3-25 mm (um. 20%)	350,00	0,170	2,059	450	1,00	3
3	Ciotoli e pietre frantumati (um. 2%)	80,00	0,700	0,114	1500	1,00	5
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,040	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m²K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-



Descrizione della struttura: Copertura con canapa

Codice: S1

Trasmittanza termica	0,214	W/m ² K
Spessore	321	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-10,3	°C
Permeanza	3,571	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	91	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	91	kg/m ²
Trasmittanza periodica	0,067	W/m ² K
Fattore attenuazione	0,315	-
Sfasamento onda termica	-11,4	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,081	-	-	-
1	Tegole in terracotta	20,00	1,000	-	2000	0,80	-
2	Intercapedine debolmente ventilata Ay=600 mm ² /m	60,00	-	-	-	-	-
3	Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,30	0,170	-	1390	0,90	50000
4	Isolamento tetto in calce e canapulo mineralizzato	200,00	0,050	-	160	1,70	5
5	Barriera vapore in fogli di P.V.C.	0,30	0,160	-	1390	0,90	50000
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	40,00	0,120	-	450	1,60	625
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,100	-	-	-

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	-



5.2. Componenti edilizi trasparenti e serramenti opachi di progetto

La superficie vetrata copre circa il 13% della superficie di parete disperdente e da sola copre quasi il 20% delle dispersioni termiche totali. Risulta quindi necessario sostituire i serramenti esistenti. I nuovi serramenti saranno del tipo basso emissivi ad alte prestazioni, con telaio metallico a taglio termico e dovranno garantire una trasmittanza termica globale **Uw inferiore al limite di legge 1,00 W/m²K**.

Anche i serramenti opachi (portone sezionale e porte metalliche esterne) dovranno garantire una trasmittanza termica globale **Uw inferiore al limite di legge 1,00 W/m²K**.

5.3. Calcolo della potenza termica di progetto

Il calcolo della potenza termica secondo UNI EN 12831 è stato condotto utilizzando le stratigrafie opache ed i serramenti descritti nei precedenti paragrafi.

La ventilazione è del tipo naturale, essendo il fabbricato privo di impianti di ventilazione meccanica forzata.

La potenza termica complessiva della porzione di edificio oggetto d'intervento, post intervento di riqualificazione è pari a **37 kW**, con una riduzione, rispetto agli 80 kW dello stato di fatto, di circa il 54% della potenza installata. Questo significa una riduzione dell'impianto termico, dei terminali di emissione e delle perdite di distribuzione, con conseguente risparmio energetico ed economico.

FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA INVERNALE secondo UNI EN 12831

DISPERSIONI DEI COMPONENTI

Dettaglio delle dispersioni per trasmissione dei componenti

Dispersioni strutture opache:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m²K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
M1	T	Parete esterna con cappotto	0,261	-10,3	305,01	2777	34,6
M4	T	Portone sezionale nuovo	1,000	-10,3	20,00	697	8,7
M6	T	Porta metallica nuova	1,000	-10,3	2,73	99	1,2
P1	G	Pavimento nuovo	0,224	10,7	305,46	635	7,9
S1	T	Copertura con canapa	0,215	-10,3	325,05	2385	29,7

Totale: **6594 82,1**

Dispersioni strutture trasparenti:

Cod	Tipo	Descrizione elemento	U [W/m²K]	θ _e [°C]	S _{Tot} [m²]	Φ _{tr} [W]	% Φ _{Tot} [%]
W1	T	nuova F SE 210x123	1,000	-10,3	7,74	258	3,2
W2	T	nuova F NE 211x132	1,000	-10,3	5,58	203	2,5
W3	T	nuova F NO 510x276	1,000	-10,3	28,06	978	12,2

Totale: **1439 17,9**



Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
θ_e	Temperatura di esposizione dell'elemento
S_{Tot}	Superficie totale su tutto l'edificio dell'elemento disperdente
L_{Tot}	Lunghezza totale su tutto l'edificio del ponte termico
Φ_{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
$\% \Phi_{Tot}$	Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il Φ_{tr} totale dell'edificio

DISPERSIONI COMPLESSIVE DELL'EDIFICIO

Dispersioni per Trasmissione raggruppate per esposizione:

Prospetto Nord-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	θ_e [°C]	Sup. [m ²] Lungh. [m]	Φ_{tr} [W]	$\% \Phi_{Tot}$ [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,261	-10,3	122,61	1163	14,5
M6	Porta metallica nuova	1,000	-10,3	2,73	99	1,2
W2	nuova F NE 211x132	1,000	-10,3	5,58	203	2,5

Totale: **1465** **18,2**

Prospetto Sud-Est:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	θ_e [°C]	Sup. [m ²] Lungh. [m]	Φ_{tr} [W]	$\% \Phi_{Tot}$ [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,261	-10,3	111,47	969	12,1
S1	Copertura con canapa	0,215	-10,3	163,12	1170	14,6
W1	nuova F SE 210x123	1,000	-10,3	7,74	258	3,2

Totale: **2398** **29,8**

Prospetto Nord-Ovest:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	θ_e [°C]	Sup. [m ²] Lungh. [m]	Φ_{tr} [W]	$\% \Phi_{Tot}$ [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,261	-10,3	70,93	645	8,0
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	-10,3	20,00	697	8,7
S1	Copertura con canapa	0,215	-10,3	161,93	1215	15,1
W3	nuova F NO 510x276	1,000	-10,3	28,06	978	12,2

Totale: **3534** **44,0**

Prospetto Orizzontale:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	θ_e [°C]	Sup. [m ²] Lungh. [m]	Φ_{tr} [W]	$\% \Phi_{Tot}$ [%]
P1	Pavimento nuovo	0,224	10,7	305,46	635	7,9

Totale: **635** **7,9**



Legenda simboli

U	Trasmittanza termica di un elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica di un ponte termico
θ_e	Temperatura di esposizione dell'elemento
Sup.	Superficie di un elemento disperdente
Lung.	Lunghezza di un ponte termico
Φ_{tr}	Potenza dispersa per trasmissione
$\% \Phi_{Tot}$	Rapporto percentuale tra il Φ_{tr} dell'elemento e il totale dei Φ_{tr}

Dispersioni per Ventilazione:

Nr.	Descrizione zona termica	V _{netto} [m ³]	Φ_{ve} [W]
1	Zona climatizzata	1943,8	22459
Totale			22459

Legenda simboli

V _{netto}	Volume netto della zona termica
Φ_{ve}	Potenza dispersa per ventilazione

Dispersioni per Intermittenza:

Nr.	Descrizione zona termica	S _u [m ²]	f _{RH} [-]	Φ_{rh} [W]
1	Zona climatizzata	274,53	0	0
Totale:				0

Legenda simboli

S _u	Superficie in pianta netta della zona termica
f _{RH}	Fattore di ripresa
Φ_{rh}	Potenza dispersa per intermittenza

Dispersioni totali:

Coefficiente di sicurezza adottato **1,20** -

Nr.	Descrizione zona termica	Φ_{hl} [W]	$\Phi_{hl,sic}$ [W]
1	Zona climatizzata	30492	36590
Totale		30492	36590

Legenda simboli

Φ_{hl}	Potenza totale dispersa
$\Phi_{hl,sic}$	Potenza totale moltiplicata per il coefficiente di sicurezza



5.4. Stima del fabbisogno di energia utile del solo INVOLUCRO di progetto

Il fabbisogno di energia utile del solo INVOLUCRO $EP_{H,nd}$ dell'edificio è stato stimato utilizzando le norme UNI-TS 11300 ed è funzione dei dati climatici del sito, del rapporto S/V dell'edificio, dei componenti edilizi, del numero di ricambi orari, della destinazione d'uso degli ambienti, etc...

Il fabbisogno di energia utile invernale del solo involucro post intervento di riqualificazione è circa pari a **36.000 kWh anno** ovvero **131 kWh/m² anno**, con una riduzione, rispetto ai 383 kWh/m² anno di circa il **66%** del fabbisogno di energia primaria relativa al solo involucro.

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

Dati climatici della località:

Località	Boves
Provincia	Cuneo
Altitudine s.l.m.	590 m
Gradi giorno	3047
Zona climatica	F
Temperatura esterna di progetto	-10,3 °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	1,7	2,6	3,6	5,2	7,5	9,1	9,2	6,7	4,1	2,8	1,7	1,5
Nord-Est	MJ/m ²	2,0	3,4	5,8	8,0	9,8	11,6	12,1	9,7	6,7	3,9	2,0	1,6
Est	MJ/m ²	5,0	6,7	10,0	11,0	11,9	13,4	14,5	12,6	10,3	6,9	4,3	4,0
Sud-Est	MJ/m ²	9,1	10,1	12,7	11,6	11,1	11,8	12,9	12,5	11,8	9,5	7,1	7,6
Sud	MJ/m ²	11,8	12,1	13,4	10,4	9,2	9,4	10,3	10,6	11,5	10,9	8,9	9,9
Sud-Ovest	MJ/m ²	9,1	10,1	12,7	11,6	11,1	11,8	12,9	12,5	11,8	9,5	7,1	7,6
Ovest	MJ/m ²	5,0	6,7	10,0	11,0	11,9	13,4	14,5	12,6	10,3	6,9	4,3	4,0
Nord-Ovest	MJ/m ²	2,0	3,4	5,8	8,0	9,8	11,6	12,1	9,7	6,7	3,9	2,0	1,6
Orizz. Diffusa	MJ/m ²	2,3	3,4	4,5	6,4	8,4	9,0	8,9	7,7	5,3	3,8	2,3	2,0
Orizz. Diretta	MJ/m ²	3,6	5,2	9,0	9,7	9,9	12,0	13,5	11,2	9,1	5,4	3,0	2,7

Edificio : Capannone Ente scuola edile

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	0,3	2,2	6,7	9,2	-	-	-	-	-	10,3	5,3	0,5
N° giorni	-	31	28	31	22	-	-	-	-	-	27	30	31

Opzioni di calcolo:

Metodologia di calcolo	Vicini presenti			
Stagione di calcolo	Convenzionale	dal	05 ottobre	al 22 aprile
Durata della stagione	200	giorni		



Dati geometrici:

Superficie in pianta netta	274,53	m ²
Superficie esterna lorda	999,63	m ²
Volume netto	1943,80	m ³
Volume lordo	2423,70	m ³
Rapporto S/V	0,41	m ⁻¹

COEFFICIENTI DI DISPERSIONE TERMICA STAGIONE INVERNALE

Edificio : Capannone Ente scuola edile

H_T: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso esterno:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	Sup.[m ²] Lungh [m]	H _T [W/K]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	78,7
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	20,0
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	2,7
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	69,4
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	7,7
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	5,6
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	28,1
Totale				212,3

H_G: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso terreno:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	Sup.[m ²] Lungh [m]	H _G [W/K]
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	68,3
Totale				68,3

H_N: Coefficiente di scambio termico per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini:

Cod	Descrizione elemento	U [W/m ² K] Ψ [W/mK]	Sup.[m ²] Lungh [m]	b _{tr, N} [-]	H _N [W/K]
M2	Parete vs locali riscaldati	1,992	130,91	0,00	0,0
Totale					0,0

H_{ve}: Coefficiente di scambio termico per ventilazione:

Zona 1 : Zona climatizzata

Nr.	Descrizione locale	Ventilazione	V _{netto} [m ³]	q _{ve,0} [m ³ /h]	f _{ve,t} [-]	H _{ve} [W/K]
1	Nuovo laboratorio Ente Scuola Edile	Naturale	1943,80	956,19	0,43	318,7
Totale						318,7

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
Ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico



$b_{tr,X}$	Fattore di correzione dello scambio termico
V_{netto}	Volume netto del locale
$q_{ve,0}$	Portata minima di progetto di aria esterna
$f_{ve,t}$	Fattore di correzione per la ventilazione in condizioni di riferimento

DISPERSIONI ORDINATE PER COMPONENTE STAGIONE INVERNALE

Edificio : Capannone Ente scuola edile

INTERA STAGIONE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	5797	28,1	860	28,2	1232	19,6
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	1472	7,1	218	7,2	196	3,1
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	201	1,0	30	1,0	27	0,4
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	5031	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	5112	24,7	1517	49,8	1141	18,2
Totali				17612	85,3	2625	86,2	2596	41,4

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	570	2,8	79	2,6	1146	18,3
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	411	2,0	57	1,9	413	6,6
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	2066	10,0	285	9,4	2119	33,8
Totali				3047	14,7	420	13,8	3678	58,6

Mese : OTTOBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	497	28,1	98	28,2	170	19,4
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	126	7,1	25	7,2	28	3,2
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	17	1,0	3	1,0	4	0,4
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	431	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	438	24,7	173	49,8	161	18,4
Totali				1509	85,3	300	86,2	364	41,4

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	49	2,8	9	2,6	148	16,9
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	35	2,0	6	1,9	60	6,8
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	177	10,0	33	9,4	307	34,9
Totali				261	14,7	48	13,8	515	58,6



Città di Boves

Mese : NOVEMBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	833	28,1	98	28,2	123	21,1
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	212	7,1	25	7,2	16	2,8
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	29	1,0	3	1,0	2	0,4
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	723	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	735	24,7	174	49,8	105	18,1
Totali				2532	85,3	300	86,2	246	42,3

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	82	2,8	9	2,6	129	22,1
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	59	2,0	6	1,9	34	5,8
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	297	10,0	33	9,4	173	29,7
Totali				438	14,7	48	13,8	335	57,7

Mese : DICEMBRE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	1142	28,1	126	28,2	125	22,6
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	290	7,1	32	7,2	13	2,4
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	40	1,0	4	1,0	2	0,3
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	991	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	1007	24,7	221	49,8	98	17,7
Totali				3471	85,3	383	86,2	238	43,0

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	112	2,8	11	2,6	145	26,3
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	81	2,0	8	1,9	28	5,0
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	407	10,0	42	9,4	142	25,6
Totali				600	14,7	61	13,8	314	57,0

Mese : GENNAIO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	1154	28,1	136	28,2	151	22,3
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	293	7,1	35	7,2	17	2,5
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	40	1,0	5	1,0	2	0,3
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	1001	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	1018	24,7	240	49,8	122	18,0
Totali				3506	85,3	416	86,2	292	43,1



Città di Boves

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	113	2,8	12	2,6	175	25,8
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	82	2,0	9	1,9	34	5,1
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	411	10,0	45	9,4	177	26,1
Totali				606	14,7	67	13,8	386	56,9

Mese : FEBBRAIO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	942	28,1	130	28,2	173	20,0
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	239	7,1	33	7,2	26	3,0
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	33	1,0	5	1,0	3	0,4
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	817	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	831	24,7	229	49,8	157	18,1
Totali				2862	85,3	397	86,2	360	41,5

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	93	2,8	12	2,6	176	20,3
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	67	2,0	9	1,9	54	6,2
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	336	10,0	43	9,4	277	32,0
Totali				495	14,7	64	13,8	507	58,5

Mese : MARZO

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	779	28,1	165	28,2	273	18,7
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	198	7,1	42	7,2	48	3,3
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	27	1,0	6	1,0	7	0,5
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	676	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	687	24,7	290	49,8	270	18,5
Totali				2367	85,3	502	86,2	599	41,0

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	77	2,8	15	2,6	229	15,7
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	55	2,0	11	1,9	103	7,0
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	278	10,0	55	9,4	528	36,2
Totali				409	14,7	80	13,8	860	59,0



Città di Boves

Mese : APRILE

Strutture opache

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
M1	Parete esterna con cappotto	0,258	305,01	450	28,1	107	28,2	217	17,2
M4	Portone sezionale nuovo	1,000	20,00	114	7,1	27	7,2	47	3,8
M6	Porta metallica nuova	1,000	2,73	16	1,0	4	1,0	6	0,5
P1	Pavimento nuovo	0,224	305,46	390	24,4	-	-	-	-
S1	Copertura con canapa	0,214	325,05	397	24,7	188	49,8	227	18,1
Totali				1366	85,3	326	86,2	498	39,6

Strutture trasparenti

Cod	Descrizione elemento	U [W/m²K]	Sup. [m²]	Q _{H,tr} [kWh]	%Q _{H,tr} [%]	Q _{H,r} [kWh]	%Q _{H,r} [%]	Q _{sol,k} [kWh]	%Q _{sol,k} [%]
W1	nuova F SE 210x123	1,000	7,74	44	2,8	10	2,6	144	11,4
W2	nuova F NE 211x132	1,000	5,58	32	2,0	7	1,9	101	8,0
W3	nuova F NO 510x276	1,000	28,06	160	10,0	35	9,4	516	41,0
Totali				236	14,7	52	13,8	761	60,4

Legenda simboli

U	Trasmittanza termica dell'elemento disperdente
ψ	Trasmittanza termica lineica del ponte termico
Sup.	Superficie dell'elemento disperdente
Lungh.	Lunghezza del ponte termico
Q _{H,tr}	Energia dispersa per trasmissione
%Q _{H,tr}	Rapporto percentuale tra il Q _{H,tr} dell'elemento e il totale dei Q _{H,tr}
Q _{H,r}	Energia dispersa per extraflusso
%Q _{H,r}	Rapporto percentuale tra il Q _{H,r} dell'elemento e il totale dei Q _{H,r}
Q _{sol,k}	Apporto solare attraverso gli elementi opachi e finestrati
%Q _{sol,k}	Rapporto percentuale tra il Q _{sol,k} dell'elemento e il totale dei Q _{sol,k}



ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE Dettaglio perdite e apporti

Edificio : Capannone Ente scuola edile

Energia dispersa per trasmissione e ventilazione:

Mese	$Q_{H,trT}$ [kWh]	$Q_{H,trG}$ [kWh]	$Q_{H,trA}$ [kWh]	$Q_{H,trU}$ [kWh]	$Q_{H,trN}$ [kWh]	$Q_{H,rT}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]
Ottobre	1339	431	0	0	0	348	2010
Novembre	2247	723	0	0	0	349	3373
Dicembre	3080	991	0	0	0	444	4624
Gennaio	3111	1001	0	0	0	483	4672
Febbraio	2539	817	0	0	0	461	3813
Marzo	2101	676	0	0	0	583	3154
Aprile	1212	390	0	0	0	378	1820
Totali	15628	5031	0	0	0	3045	23466

Apporti termici solari e interni:

Mese	$Q_{sol,k,c}$ [kWh]	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	$Q_{int,k}$ [kWh]
Ottobre	364	515	712
Novembre	246	335	791
Dicembre	238	314	817
Gennaio	292	386	817
Febbraio	360	507	738
Marzo	599	860	817
Aprile	498	761	580
Totali	2596	3678	5271

Legenda simboli

$Q_{H,trT}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,trG}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso terreno
$Q_{H,trA}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali a temperatura fissa
$Q_{H,trU}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali non climatizzati
$Q_{H,trN}$	Energia dispersa per trasmissione da locale climatizzato verso locali vicini
$Q_{H,rT}$	Energia dispersa per extraflusso da locale climatizzato verso esterno
$Q_{H,ve}$	Energia dispersa per ventilazione
$Q_{sol,k,c}$	Apporti solari diretti attraverso le strutture opache
$Q_{sol,k,w}$	Apporti solari diretti attraverso gli elementi finestrati
$Q_{int,k}$	Apporti interni



FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONE INVERNALE Sommario perdite e apporti

Edificio : Capannone Ente scuola edile

Categoria DPR 412/93	E.7	-	Superficie esterna	999,63	m ²
Superficie utile	274,53	m ²	Volume lordo	2423,70	m ³
Volume netto	1943,80	m ³	Rapporto S/V	0,41	m ⁻¹

Dispersioni, apporti e fabbisogno di energia utile:

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,r}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	$Q_{H,ht}$ [kWh] _t	$Q_{sol,k,w}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	Q_{gn} [kWh]	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Ottobre	1406	348	2010	3764	515	712	1226	2538
Novembre	2724	349	3373	6446	335	791	1126	5320
Dicembre	3833	444	4624	8902	314	817	1131	7771
Gennaio	3821	483	4672	8975	386	817	1203	7772
Febbraio	2996	461	3813	7270	507	738	1245	6024
Marzo	2178	583	3154	5915	860	817	1677	4238
Aprile	1104	378	1820	3302	761	580	1341	1963
Totali	18063	3045	23466	44574	3678	5271	8949	35627

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



5.5. Stima del fabbisogno di energia primaria di INVOLUCRO+IMPIANTO di progetto

Come premesso l'edificio è ad oggi privo di impianto. Per poter stimare il miglioramento energetico dell'edificio occorre confrontare l'ipotetico consumo ad oggi (se quindi l'edificio venisse dotato di impianto termico senza opere di isolamento) con l'ipotetico consumo post intervento, cioè con il medesimo impianto (di potenza termica minore) ma con edificio isolato termicamente.

Si ipotizza quindi di installare un impianto ad aerotermini per il riscaldamento degli ambienti, visto l'utilizzo del fabbricato (laboratorio edile) e la conformazione dello stesso (altezza netta interna variabile da 5,50 a 8,50 m). Si ipotizza l'installazione di una caldaia a condensazione dedicata alla porzione di fabbricato oggetto di intervento.

Il fabbisogno di energia primaria invernale di progetto del sistema involucro-impianto ipotizzando un impianto ad aerotermini e caldaia a condensazione è circa pari a **47.000 kWh anno** ovvero **185 kWh/m²**, con una riduzione, rispetto ai 482 kWh/m² anno di circa il **62%** del fabbisogno di energia primaria dell'edificio.

Il consumo di gas metano è stimato pari a circa **4.100 Nmc**. Il consumo di energia elettrica è stimato pari a circa **1.370 kWh**.

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA secondo UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4

RISULTATI DI CALCOLO MENSILI

Risultati mensili servizio riscaldamento – impianto idronico

Zona 1 : Zona climatizzata

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	7772	7772	7772	7772	7772	7772	8477	9034
febbraio	28	6024	6024	6024	6024	6024	6024	6571	7030
marzo	31	4238	4238	4238	4238	4238	4238	4622	5004
aprile	22	1963	1963	1963	1963	1963	1963	2142	2228
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	2538	2538	2538	2538	2538	2538	2769	2879
novembre	30	5320	5320	5320	5320	5320	5320	5803	6236
dicembre	31	7771	7771	7771	7771	7771	7771	8476	9032
TOTALI	200	35627	35627	35627	35627	35627	35627	38859	41444



Città di Boves

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	32	34	0	187
febbraio	28	25	26	0	161
marzo	31	17	18	0	158
aprile	22	8	8	0	87
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	27	10	11	0	113
novembre	30	22	23	0	163
dicembre	31	32	34	0	187
TOTALI	200	146	154	0	1055

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	99,5	96,6	100,0	100,0	86,1	85,3	77,9	77,0
febbraio	28	99,5	96,6	100,0	100,0	85,4	84,6	77,3	76,3
marzo	31	99,5	96,6	100,0	100,0	83,1	82,0	75,3	74,1
aprile	22	99,5	96,6	100,0	100,0	85,3	84,0	77,2	75,8
maggio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	99,5	96,6	100,0	100,0	85,4	84,0	77,3	75,8
novembre	30	99,5	96,6	100,0	100,0	84,5	83,6	76,5	75,5
dicembre	31	99,5	96,6	100,0	100,0	86,1	85,3	77,9	77,0



Città di Boves

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 a condensazione

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	8477	9034	93,8	86,1	85,3	909
febbraio	28	6571	7030	93,5	85,4	84,6	707
marzo	31	4622	5004	92,4	83,1	82,0	503
aprile	22	2142	2228	96,1	85,3	84,0	224
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	2769	2879	96,2	85,4	84,0	290
novembre	30	5803	6236	93,1	84,5	83,6	627
dicembre	31	8476	9032	93,8	86,1	85,3	909

Mese	gg	FC_{nom} [-]	FC_{min} [-]	$P_{ch,on}$ [%]	$P_{ch,off}$ [%]	$P_{gn,env}$ [%]	R [%]
gennaio	31	0,349	2,315	5,25	0,18	0,90	0,00
febbraio	28	0,301	1,988	5,45	0,18	0,88	0,00
marzo	31	0,193	1,264	5,90	0,17	0,82	0,00
aprile	22	0,000	0,827	6,05	0,16	0,77	0,00
maggio	-	-	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-	-	-
ottobre	27	0,000	0,871	6,06	0,16	0,76	0,00
novembre	30	0,249	1,639	5,67	0,17	0,84	0,00
dicembre	31	0,349	2,315	5,25	0,18	0,90	0,00

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



Città di Boves

FC_{min}	Fattore di carico a potenza minima
$P_{ch,on}$	Perdite al camino a bruciatore acceso
$P_{ch,off}$	Perdite al camino a bruciatore spento
$P_{gn,env}$	Perdite al mantello
R	Fattore percentuale di recupero di condensazione

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	9034	253	9979	10097
febbraio	28	7030	211	7794	7894
marzo	31	5004	193	5632	5722
aprile	22	2228	104	2542	2591
maggio	-	-	-	-	-
giugno	-	-	-	-	-
luglio	-	-	-	-	-
agosto	-	-	-	-	-
settembre	-	-	-	-	-
ottobre	27	2879	134	3284	3348
novembre	30	6236	208	6953	7050
dicembre	31	9032	252	9976	10095
TOTALI	200	41444	1355	46159	46796

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



6. Risparmio energetico stimato

Il consumo di energia primaria pre intervento è stimato pari a circa 132.000 kWh anno; il consumo post-intervento di isolamento termico è stimato pari a circa 47.000 kWh.

Il consumo di gas metano pre intervento è stimato pari a circa **12.160 Nm³**. Il consumo di energia elettrica per i soli ausiliari elettrici, esclusa l'illuminazione, è stimato pari a circa **1.850 kWh**.

Il consumo di gas metano post intervento è stimato pari a circa **4.200 Nm³**. Il consumo di energia elettrica per i soli ausiliari elettrici, esclusa l'illuminazione, è stimato pari a circa **1.360 kWh**.

Considerando un prezzo medio di 0,80 euro al Nm³ di gas metano e di 0,20 euro al kWh di energia elettrica, il risparmio si attesta intorno ai **6.400 euro annui**. Occorre precisare che si tratta di un calcolo standardizzato non reale, in condizioni standard di utilizzo dell'edificio e dell'impianto.

	CONSUMO ENERGETICO INVOLUCRO+IMPIANTO	POTENZA CALDAIA
	[kWh anno]	[kW]
STATO DI FATTO con aggiunta impianto termico	132 000	80
PROGETTO PROPOSTO con impianto termico	47 000	40
RISPARMIO STIMATO	85 000	40
	64%	50%

	GAS METANO [Nm ³]	GAS METANO	ENERGIA ELETTRICA [kWh]	ENERGIA ELETTRICA	SPESA ENERGETICA TOTALE
		[€]		[€]	
STATO DI FATTO con aggiunta impianto termico	12 160	9 728	1 850	370	10 100
PROGETTO PROPOSTO con impianto termico	4 200	3 360	1 360	272	3 700
RISPARMIO	7 960	6 368	490	98	6 400

