

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA



NUOVO ASILO NIDO
in Alberone di Cento (Fe)
Via G.Pascoli



COMMITTENTE

COMUNE DI CENTO
R.U.P- Arch. BEATRICE CONTRI
Via Marcello Provenzali,15
CF 81000520387
P.Iva 00152130381



PROGETTISTA

HI-TECH PROJECT srl
Via Antonio Ravalli,1
Ferrara



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI EFFICIENZA ENERGETICA

R8



SOMMARIO

1	RISULTATI DEI CALCOLI	3
2	CLASSIFICAZIONE DELL'EDIFICIO.....	6
3	VERIFICHE DI LEGGE	7
3.1	VERIFICHE IGROMETRICHE.....	7
3.2	TRASMITTANZA STRUTTURE	7
3.3	Coefficiente medio globale H'T	7
3.4	Area solare estiva equivalente	8
3.5	Fattore di trasmissione solare.....	8
3.6	Formazione muffa ponti termici	8
3.7	Indice di prestazione.....	9
3.8	Efficienza media stagionale.....	9
3.9	Dlgs 199/2021 rinnovabili	9
3.10	Verifiche aggiuntive Emilia Romagna	10
4	alLEGATI.....	10
4.1	RELAZIONE dei CARICHI TERMICI INVERNALI	10
4.2	RELAZIONE di EFFICIENZA ENERGETICA	10
4.3	Dettagli di involucro	10

1 RISULTATI DEI CALCOLI

PRINCIPALI RISULTATI DEL CALCOLO secondo Regione Emilia Romagna: D.G.R. 1548/2020 e D.G.R. 1385/2020 - Unità immobiliare 01 - Comune di ubicazione dell'edificio: Cento

Dati

geometrici

Superficie utile riscaldata $S_{u,H}$ 486,75 m²

Superficie utile raffrescata $S_{u,C}$ 486,75 m²

Volume lordo riscaldato $V_{,H}$ 2 195,22 m³

Volume lordo raffrescato $V_{,C}$ 2 195,22 m³

Superficie disperdente S_{disp} 1 375,37 m²

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione di riferimento

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Riscaldamento involucro	QH,nd	31858 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento	EPH,nd	65,4 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile riscaldamento	EPH,nd,rif	67,3 kWh/m ²
Raffrescamento involucro	QC,nd	2745,2 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento	EPC,nd	5,64 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile raffrescamento	EPC,nd,rif	10,5 kWh/m ²
Acqua calda sanitaria	QW	4430,7 kWh	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd	9,1 kWh/m ²	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd,rif	9,1 kWh/m ²
Illuminazione involucro	QL,nd	22399,3 kWh	Indice di prestazione termica utile illuminazione	EPL,nd	46 kWh/m ²			

FABBISOGNI DI ENERGIA TERMICA con ventilazione effettiva

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Riscaldamento involucro	QH,nd	31858 kWh	Indice di prestazione termica utile riscaldamento	EPH,nd	65,4 kWh/m ²			
Raffrescamento involucro	QC,nd	2745,2 kWh	Indice di prestazione termica utile raffrescamento	EPC,nd	5,64 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	QW	4430,7 kWh	Indice di prestazione termica utile acs	EPW,nd	9,1 kWh/m ²			

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria riscaldamento non rinnovabile	Qp,H,nren	16546,1 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren	33,9 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPH,nren,rif	47,01 kWh/m ²

Energia primaria rinnovabile	Qp,H,ren	30086,1 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren	61,8 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPH,ren,rif	60,31 kWh/m ²
Energia primaria totale	Qp,H,tot	46632,1 kWh	Indice di prestazione totale	EPH,tot	95,8 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPH,tot,rif	107,3 kWh/m ²
			Efficienza globale stagionale	$\eta_{H,tot}$	0,68	Efficienza globale limite	$\eta_{H,rif}$	0,627
			Quota rinnovabile	QR,H	64,5 %			

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria raffrescamento non rinnovabile	Qp,C,nren	659,7 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren	1,36 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPC,nren,rif	8,17 kWh/m ²
Energia primaria rinnovabile	Qp,C,ren	611,1 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPC,ren	1,26 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile		2,18 kWh/m ²
Energia primaria totale	Qp,C,tot	1270,8 kWh	Indice di prestazione totale	EPC,tot	61 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPC,tot,rif	10,35 kWh/m ²
			Efficienza globale stagionale	η_C, tot	2,16	Efficienza globale limite	$\eta_{C,rif}$	1,015
			Quota rinnovabile	QR,C	48,1 %			

ACQUA CALDA SANITARIA: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria acs non rinnovabile	Qp,W,nren	2134,7 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren	4,39 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPW,nren,rif	9,82 kWh/m ²
Energia primaria rinnovabile	Qp,W,ren	4204,6 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren	8,64 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPW,ren,rif	10,33 kWh/m ²
Energia primaria totale	Qp,W,tot	6339,3 kWh	Indice di prestazione totale	EPW,tot	13,0 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPW,tot,rif	20,16 kWh/m ²
			Efficienza globale stagionale	$\eta_{W,tot}$	0,69	Efficienza globale limite	$\eta_{W,rif}$	0,45
			Quota rinnovabile	QR,W	66,3 %	Limite normativo	QR,W,lim	66,0 %

ILLUMINAZIONE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento				
Energia primaria illuminazione non rinnovabile	Qp,L,nren	28968,3 kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPL,nren	59,5 kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPL,nren,rif	79,33 kWh/m ²
Energia primaria rinnovabile	Qp,L,ren	14525,8 kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPL,ren	29,8 kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPL,ren,rif	20,45 kWh/m ²
Energia primaria totale	Qp,L,tot	43494,1 kWh	Indice di prestazione totale	EPL,tot	89,3 kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPL,tot,rif	99,78 kWh/m ²
			Efficienza globale stagionale	η_L	0,51			

FABBISOGNO GLOBALE: fabbisogni di energia primaria e rendimenti

Edificio reale				Edificio di riferimento							
Energia primaria non rinnovabile	Qp,gl,nren	48308,7	kWh	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren	99,25	kWh/m ²	Indice di prestazione non rinnovabile	EPgl,nren,rif	148	kWh/m ²
Energia primaria rinnovabile	Qp,gl,ren	49427,7	kWh	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren	101,55	kWh/m ²	Indice di prestazione rinnovabile	EPgl,ren,rif	96,4	kWh/m ²
Energia primaria totale	Qp,gl,tot	97736,4	kWh	Indice di prestazione totale	EPgl,tot	200,79	kWh/m ²	Indice di prestazione totale	EPgl,tot,rif	244	kWh/m ²
				Quota rinnovabile	QR,gl	66,05	%	Limite normativo	QR,gl,lim	66,0	%

2 CLASSIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

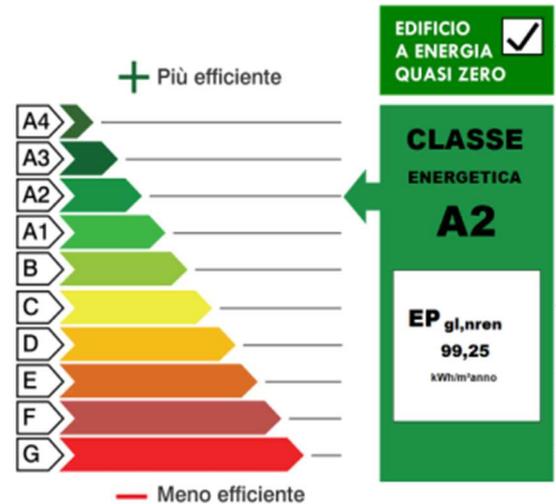
Classificazione dell'edificio secondo Regione Emilia Romagna: D.G.R. 1548/2020 e D.G.R. 1385/2020 - Unità immobiliare 01

Dati geometrici

Superficie utile riscaldata	Su,H	486,75	m ²
Superficie utile raffrescata	Su,C	486,75	m ²
Volume lordo riscaldato	V,H	2 195,22	m ³
Volume lordo raffrescato	V,C	2 195,22	m ³
Superficie disperdente	Sdisp	1 375,37	m ²

Fabbisogni di energia termica utile

	EPH,nd	65,45 kWh/m ²	Durata	183 giorni
	EPC,nd	5,64 kWh/m ²	Durata	86 giorni
	EPW,nd	9,1 kWh/m ²		
	EPL,nd	46,02 kWh/m ²		



Fabbisogni di energia primaria

	EPH,ren	61,81 kWh/m ²	EPH,nren	33,99 kWh/m ²	EPH,tot	95,8 kWh/m ²	ηH	0,683
	EPC,ren	1,26 kWh/m ²	EPC,nren	1,36 kWh/m ²	EPC,tot	2,61 kWh/m ²	ηC	2,16
	EPW,ren	8,64 kWh/m ²	EPW,nren	4,39 kWh/m ²	EPW,tot	13,02 kWh/m ²	ηW	0,699
	EPL,ren	29,84 kWh/m ²	EPL,nren	59,51 kWh/m ²	EPL,tot	89,36 kWh/m ²	ηL	0,515
	EPgl,ren	101,55 kWh/m ²	EPgl,nren	99,25 kWh/m ²	EPgl,tot	200,79 kWh/m ²		

3 VERIFICHE DI LEGGE

Verifiche di legge secondo Regione Emilia Romagna: D.G.R. 1548/2020 e D.G.R. 1385/2020 - Intero edificio

Valori limite di riferimento: Limiti relativi alla Normativa Nazionale Legge 90 - anno 2021

Tipo di intervento: Nuova costruzione o demolizione e ricostruzione - NZEB

3.1 VERIFICHE IGROMETRICHE

	Esito	Verificato			
Verifiche igrotermiche	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
CONDENSA SUPERFICIALE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
COP001-☼V (tetto in legno) - frsi Max		0,69	0,95	-	SI
parete estena legno xlam - frsi Max		0,69	0,97	-	SI
CONDENSA INTERSTIZIALE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
COP001-☼V (tetto in legno) - Ma max		-	0,50	Kg/m ²	SI
parete estena legno xlam - Ma max		-	0,50	Kg/m ²	SI

3.2 TRASMITTANZA STRUTTURE

	Esito	Verificato			
Trasmittanza strutture	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
TRASMITTANZA STRUTTURE: VERIFICA TRASMITTANZA MEDIA PER TIPOLOGIA di STRUTTURA					
Il valore di U' comprensivo dei ponti termici è calcolato per tipologia di struttura.					
Tipologia di struttura		Valore	Limite	Um	Verificato
Strutture verticali opache		0,12	0,26	W/(m ² K)	SI
Strutture orizzontali opache di pavimento		0,11	0,26	W/(m ² K)	SI
Strutture orizzontali e inclinate di copertura		0,19	0,22	W/(m ² K)	SI
Strutture trasparenti		1,32	1,40	W/(m ² K)	SI

3.3 COEFFICIENTE MEDIO GLOBALE H'T

	Esito	Verificato			
Coefficiente medio globale H'T	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					

COEFFICIENTE MEDIO GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO PER TRASMISSIONE PER UNITÀ DI SUPERFICIE DISPERDENTE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
HT Unità immobiliare 01		0,24	0,55	W/m ² K	SI

3.4 AREA SOLARE ESTIVA EQUIVALENTE

	Esito	Verificato			
Area solare estiva equivalente	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
AREA SOLARE EQUIVALENTE ESTIVA PER UNITÀ DI SUPERFICIE UTILE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
Asol,est/Asup utile Unità immobiliare 01		0,01	0,04	-	SI
Asol,est/Asup utile edificio intero		0,01	0,04	-	SI

3.5 FATTORE DI TRASMISSIONE SOLARE

	Esito	Verificato			
Fattore di trasmissione solare	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
FATTORE DI TRASMISSIONE SOLARE (Ggl+sh)					
		Valore	Limite	Um	Verificato
160x160 - W		0,13	0,35	-	SI
160x170 - E		0,13	0,35	-	SI
200x160 - W		0,13	0,35	-	SI
200x170 - S		0,11	0,35	-	SI
286x255 - E		0,13	0,35	-	SI
310x240 - W		0,13	0,35	-	SI
90x240 - E		0,13	0,35	-	SI

3.6 FORMAZIONE MUFFA PONTI TERMICI

	Esito	Verificato			
Formazione muffa ponti termici	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE – Unità immobiliare 01					
VERIFICA MUFFA					
Ponti termici FEM		Valore	Limite	Um	Verificato
Parete – copertura		0,92	0,69	-	SI
Angolo fra due pareti esterne		0,92	0,69	-	SI

3.7 INDICE DI PRESTAZIONE

	Esito	Verificato			
Indice di prestazione	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER RISCALDAMENTO					
		Valore	Limite	Um	Verificato
EPH,nd		65,45	67,33	kWh/m ² a	SI
INDICE DI PRESTAZIONE TERMICA UTILE PER RAFFRESCAMENTO					
		Valore	Limite	Um	Verificato
EPC,nd		5,64	10,50	kWh/m ² a	SI
INDICE DI PRESTAZIONE GLOBALE DELL'EDIFICIO					
		Valore	Limite	Um	Verificato
EPgl,tot		200,79	237,61	kWh/m ² a	SI

3.8 EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE

	Esito	Verificato			
Efficienza media stagionale	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
ng,H,tot - Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale		0,68	0,63	-	SI
ng,W,tot - Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS		0,70	0,45	-	SI
ng,C,tot - Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva		2,16	1,05	-	SI

3.9 DLGS 199/2021 RINNOVABILI

	Esito	Verificato			
Dlgs 199/2021 rinnovabili	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
COPERTURA % PER LA PRODUZIONE DI ACS DA FONTE RINNOVABILE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
Copertura percentuale		66,33	66,00	%	SI
COPERTURA % DEI CONSUMI PREVISTI PER ACS, RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO DA FONTE RINNOVABILE					
		Valore	Limite	Um	Verificato
Copertura percentuale		66,05	66,00	%	SI
POTENZA MINIMA INSTALLATA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA PER FONTE RINNOVABILE					
In caso di valore limite di potenza installata nullo è necessario compilare il dato di superficie in pianta all'interno del pannello solare					

	Valore	Limite	Um	Verificato
Potenza installata	10,25	5,50	kW	SI
VERIFICA PRESTAZIONE LIMITE D.Lgs 199/2021 CON FONTI RINNOVABILI				
Verifica richiesta nei casi di impossibilità tecnica (da giustificare in relazione tecnica) a soddisfare le precedenti tre verifiche				
	Valore	Limite	Um	Verificato
Prestazione globale	39,73	66,27	kWh/m ² a	SI

3.10 VERIFICHE AGGIUNTIVE EMILIA ROMAGNA

	Esito	Verificato			
Verifiche aggiuntive Emilia Romagna	1 / 1	SI			
Verifica superata NZEB					
DETTAGLIO DELLE VERIFICHE DI LEGGE - Unità immobiliare 01					
Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione η_u					
	Valore	Limite	Um	Verificato	
Sistema di generazione H [H]	0,92	0,88	-	SI	
Sistema di generazione ACS [W]	0,93	0,70	-	SI	
Sistema di generazione H [C]	0,95	0,91	-	SI	
Efficienze media η_{gn} dei sottosistemi di generazione					
	Valore	Limite	Um	Verificato	
LG ELECTRONICS - Multi V S - ARUN080LSS0 [H]	3,64	3,00	-	SI	
ARISTON THERMO GROUP - NUOS 250 [W]	2,93	2,50	-	SI	
LG ELECTRONICS - Multi V S - ARUN080LSS0 C [C]	3,67	2,50	-	SI	
En elettrica in situ	9 555,72	955,57	kWh	SI	

4 ALLEGATI

- 4.1 **RELAZIONE DEI CARICHI TERMICI INVERNALI**
- 4.2 **RELAZIONE DI EFFICIENZA ENERGETICA**
- 4.3 **DETTAGLI DI INVOLUCRO**

Ferrara, **16/12/2022**

Il Progettista
Ing. Lorenzo Travagli

Comune di Cento- (FE)

RELAZIONE dei CARICHI TERMICI INVERNALI

Calcolo del carico termico invernale richiesto dall'edificio
secondo UNI 12831

EDIFICIO	Nuovo nido d'infanzia - Cento (Fe)
COMMITTENTE	comune di Cento
PROGETTISTA	Ing.Lorenzo Travagli
DATA	16/12/2022
	Firma: _____

1 CARICO TERMICO DI PROGETTO DELL'EDIFICIO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: CALCOLO DEL CARICO TERMICO INVERNALE

Calcolo del carico termico di progetto per impianti di riscaldamento negli edifici.

Di seguito si riportano i dettagli dei carichi termici per le unità immobiliari, le zone e i locali costituenti l'edificio. Il calcolo è eseguito secondo i principi della norma UNI EN 12831 e si riferisce al salto termico di progetto tra la temperatura interna e la temperatura esterna di progetto definita dalla UNI

Il calcolo è da supporto alla progettazione dell'impianto di riscaldamento. Secondo le indicazioni di norma, il valore del carico è valutato secondo tre componenti: trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa.

Carico termico invernale richiesto per le unità immobiliari dell'edificio

Unità immobiliare	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Unità immobiliare 01	486,8 m ²	19 362,0 W	39,778 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle unità immobiliari

Unità immobiliare	ϕ_{trasm}	ϕ_{vent}	ϕ_{ripresa}
Unità immobiliare 01	9 572,7 W	7 842,3 W	1 947,0 W

2 CARICO TERMICO PER SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE

Unità immobiliare 01

Carico termico invernale richiesto per singola zona riscaldata

Zona riscaldata	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Zona 1	486,8 m ²	19 362,0 W	39,778 W/m ²

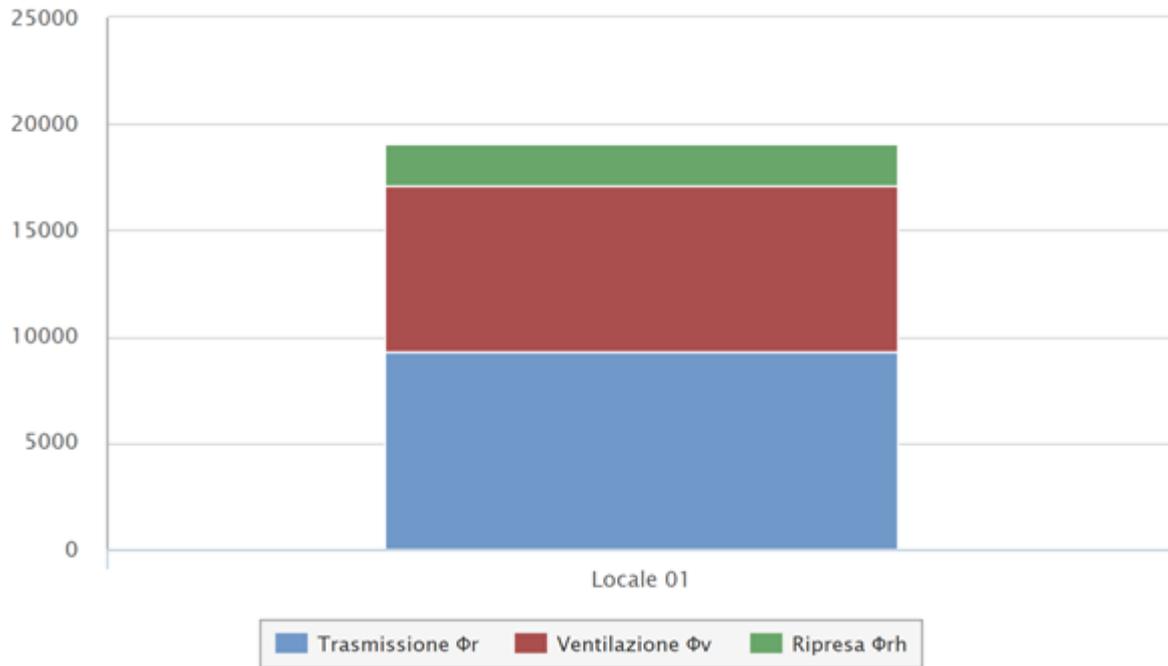
Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nelle zone riscaldate

Unità immobiliare	ϕ_{trasm}	ϕ_{vent}	ϕ_{ripresa}
Zona 1	9 572,7 W	7 842,3 W	1 947,0 W

Di seguito il carico richiesto per gli ambienti costituenti le zone riscaldate dell'unità immobiliare

Zona 1

Dispersioni per trasmissione, ventilazione e potenza di ripresa [W] - Zona 1



Carico termico invernale richiesto per singolo ambiente

Locale	Sup,utile	Carico totale	Carico specifico
Locale 01	486,8 m ²	19 362,0 W	39,778 W/m ²

Carico termico per trasmissione, ventilazione e ripresa nei singoli ambienti

Locale	ϕ_{trasm}	ϕ_{vent}	$\phi_{ripresa}$
Locale 01	9 572,7 W	7 842,3 W	1 947,0 W

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Locale 01 - Dqprogetto = 26,8 °C

Elemento disperdente	Verso	Or	e	An o l	U o ψ	Hix	btrx	ϕT
parete estena legno xlam	Esterno	W	1,10	65,38	0,131	8,564	1,00	252,505
310x240	Esterno	W	1,10	7,44	1,326	9,862	1,00	290,790
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	11,00	0,200	2,200	1,00	64,868
310x240	Esterno	W	1,10	7,44	1,326	9,862	1,00	290,790
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	11,00	0,200	2,200	1,00	64,868
310x240	Esterno	W	1,10	7,44	1,326	9,862	1,00	290,790
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	11,00	0,200	2,200	1,00	64,868
310x240	Esterno	W	1,10	7,44	1,326	9,862	1,00	290,790
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	11,00	0,200	2,200	1,00	64,868
200x160	Esterno	W	1,10	3,20	1,398	4,475	1,00	131,947
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	7,20	0,200	1,440	1,00	42,459
200x160	Esterno	W	1,10	3,20	1,398	4,475	1,00	131,947
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	7,20	0,200	1,440	1,00	42,459
160x160	Esterno	W	1,10	2,01	1,208	2,424	1,00	71,474
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	5,02	0,200	1,005	1,00	29,630
160x160	Esterno	W	1,10	2,01	1,208	2,424	1,00	71,474
W18 Serramenti	Esterno	W	1,10	5,02	0,200	1,005	1,00	29,630
parete estena legno xlam	Esterno	S	1,00	32,63	0,131	4,274	1,00	114,564
200x170	Esterno	S	1,00	3,40	1,329	4,519	1,00	121,135
W18 Serramenti	Esterno	S	1,00	7,40	0,200	1,480	1,00	39,671

parete estena legno xlam	Esterno	E	1,15	5,84	0,131	0,765	1,00	23,581
parete estena legno xlam	Esterno	N	1,20	1,87	0,131	0,245	1,00	7,895
parete estena legno xlam	Esterno	E	1,15	7,66	0,131	1,004	1,00	30,936
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
parete estena legno xlam	Esterno	S	1,00	1,87	0,131	0,244	1,00	6,553
parete estena legno xlam	Esterno	E	1,15	53,22	0,131	6,970	1,00	214,861
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
286x255	Esterno	E	1,15	7,29	1,365	9,958	1,00	306,965
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	10,82	0,200	2,164	1,00	66,707
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
160x170	Esterno	E	1,15	2,72	1,288	3,503	1,00	107,992
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
160x170	Esterno	E	1,15	2,72	1,288	3,503	1,00	107,992
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
parete estena legno xlam	Esterno	N	1,20	1,86	0,131	0,244	1,00	7,847
parete estena legno xlam	Esterno	E	1,15	7,66	0,131	1,003	1,00	30,918
90x240	Esterno	E	1,15	2,16	1,302	2,813	1,00	86,714
W18 Serramenti	Esterno	E	1,15	6,60	0,200	1,320	1,00	40,690
parete estena legno xlam	Esterno	S	1,00	1,86	0,131	0,243	1,00	6,526
parete estena legno xlam	Esterno	E	1,15	5,40	0,131	0,707	1,00	21,796
parete estena legno xlam	Esterno	N	1,20	29,85	0,131	3,909	1,00	125,744
200x170	Esterno	N	1,20	3,40	1,329	4,519	1,00	145,362
W18 Serramenti	Esterno	N	1,20	7,40	0,200	1,480	1,00	47,606
parete estena legno xlam	Esterno	S	1,00	3,29	0,131	0,432	1,00	11,567
parete estena legno xlam	Esterno	N	1,20	32,63	0,131	4,273	1,00	137,459
200x170	Esterno	N	1,20	3,40	1,329	4,519	1,00	145,362
W18 Serramenti	Esterno	N	1,20	7,40	0,200	1,480	1,00	47,606
parete estena legno xlam	Esterno	N	1,20	3,34	0,131	0,437	1,00	14,071
parete estena legno xlam	Esterno	S	1,00	29,90	0,131	3,916	1,00	104,978
200x170	Esterno	S	1,00	3,40	1,329	4,519	1,00	121,135
W18 Serramenti	Esterno	S	1,00	7,40	0,200	1,480	1,00	39,671
PAV001-ΠV (pavimento controterra)	Terreno	-	1,00	486,75	0,309	150,635	0,45	1817,000
COP001-ΠV (tetto in legno)	Esterno	-	1,00	284,04	0,189	53,583	1,00	1436,289
COP001-ΠV (tetto in legno)	Esterno	-	1,00	240,85	0,189	45,435	1,00	1217,898
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,65	-0,037	-0,323	1,00	-8,670
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,65	-0,037	-0,323	1,00	-8,670
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	14,14	-0,037	-0,529	1,00	-14,175
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	14,14	-0,037	-0,529	1,00	-14,175
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,65	-0,037	-0,324	1,00	-8,671
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	8,65	-0,037	-0,324	1,00	-8,671
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,79	-0,037	-0,029	1,00	-0,787
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,79	-0,037	-0,029	1,00	-0,787
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,251
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,251
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,30	-0,037	-0,049	1,00	-1,303
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,30	-0,037	-0,049	1,00	-1,303
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,250
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,250
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	10,03	-0,037	-0,375	1,00	-10,054
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	10,03	-0,037	-0,375	1,00	-10,054
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,249
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	0,25	-0,037	-0,009	1,00	-0,249
Parete - copertura	Esterno	-	1,00	1,30	-0,037	-0,049	1,00	-1,302

Comune di Cento- (FE)

RELAZIONE di EFFICIENZA ENERGETICA

Dettagli del modello energetico e dei suoi elementi

EDIFICIO	Nuovo nido per l'infanzia- Cento (FE)
PROGETTISTA	Hi-Tech Project s.r.l. società di ingegneria (Ing. lorenzo travagli)
DATA	16/12/2022
	Firma: _____

INFORMAZIONI GENERALI

Progetto per la realizzazione di

Nuovo nido per l'infanzia

Comune di Cento

Provincia

FE

Sito in alberone, via G.Pascoli

Anno di costruzione 2022

Riscaldamento Autonomo

Acqua calda sanitaria Autonomo

Raffrescamento Autonomo

Ventilazione Assente

Illuminazione Presente

Trasporto Assente

Utilizzo prevalente

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Numero delle unità immobiliari 1

Numero di piani 1

UNITÀ IMMOBILIARE Unità immobiliare 01

Proprietario

Responsabile

Amministratore

Dati catastali

Sezione - / -

Foglio -

Particella -

Subalterno -

Categoria catastale B/5

Numero di piano 1 Piani dell'unità 1

Scala - Interno -

Sopralluoghi

Sopralluogo eseguito in data

Note

ZONA CLIMATIZZATA Zona 1**Dati geometrici**Superficie lorda 521,8 m² Superficie netta 486,8 m²

Altezza lorda 4,21 m Altezza netta 3,54 m

Volume lordo	2 195,2 m ³	Volume netto	1 721,0 m ³
--------------	------------------------	--------------	------------------------

Classificazione della zona termica - DPR 412/93

E.7. - attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

Elenco degli ambienti che costituiscono la zona

Nome locale	Tipo Ambiente	Sup utile	H netta	V netto
Locale 01	asili nido e scuole materne (scuole per l'infanzia)	486,8 m ²	3,54 m	1 721,0 m ³

Dati della capacità termica

Intonaco	Gesso	Isolamento pareti esterne	Interno
Peso pareti esterne	Qualsiasi	Pavimenti	Piastrelle

Acqua calda sanitaria

Tipo di attività presente per ACS

Ventilazione

Elenco degli ambienti e delle tipologie di portata d'aria

Nome locale	Periodo di riscaldamento	Periodo di raffrescamento	Periodo di ventilazione
Locale 01	Naturale	Naturale	Naturale

DETTAGLI DI INVOLUCRO

Di seguito si riportano i dettagli del modello energetico. Per ogni ambiente sono indicate area, trasmittanza, esposizione e verso delle strutture.

Modello di involucro dell'edificio

Immagini rappresentative del modello

Elenco degli ambienti e delle strutture disperdenti

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Locale 01

Codice	Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or	Anetta	U o ψ
pa0001	parete estena legno xlam	Esterno	W	65,38	0,131
se0001	310x240	Esterno	W	7,44	1,194
pt0013	W18 Serramenti	Esterno	W	11,00	0,200
se0002	310x240	Esterno	W	7,44	1,194
pt0014	W18 Serramenti	Esterno	W	11,00	0,200
se0003	310x240	Esterno	W	7,44	1,194
pt0015	W18 Serramenti	Esterno	W	11,00	0,200
se0006	310x240	Esterno	W	7,44	1,194
pt0016	W18 Serramenti	Esterno	W	11,00	0,200
se0007	200x160	Esterno	W	3,20	1,253
pt0017	W18 Serramenti	Esterno	W	7,20	0,200
se0008	200x160	Esterno	W	3,20	1,253
pt0018	W18 Serramenti	Esterno	W	7,20	0,200
se0020	160x160	Esterno	W	2,01	1,096
pt0019	W18 Serramenti	Esterno	W	5,02	0,200
se0021	160x160	Esterno	W	2,01	1,096
pt0020	W18 Serramenti	Esterno	W	5,02	0,200

pa0002	parete estena legno xlam	Esterno	S	32,63	0,131
se0004	200x170	Esterno	S	3,40	1,197
pt0021	W18 Serramenti	Esterno	S	7,40	0,200
pa0003	parete estena legno xlam	Esterno	E	5,84	0,131
pa0004	parete estena legno xlam	Esterno	N	1,87	0,131
pa0005	parete estena legno xlam	Esterno	E	7,66	0,131
se0017	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0022	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
pa0006	parete estena legno xlam	Esterno	S	1,87	0,131
pa0007	parete estena legno xlam	Esterno	E	53,22	0,131
se0011	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0023	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
se0012	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0024	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
se0013	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0025	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
se0014	286x255	Esterno	E	7,29	1,226
pt0026	W18 Serramenti	Esterno	E	10,82	0,200
se0016	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0027	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
se0018	160x170	Esterno	E	2,72	1,163
pt0028	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
se0019	160x170	Esterno	E	2,72	1,163
pt0029	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
pa0008	parete estena legno xlam	Esterno	N	1,86	0,131
pa0009	parete estena legno xlam	Esterno	E	7,66	0,131
se0015	90x240	Esterno	E	2,16	1,175
pt0030	W18 Serramenti	Esterno	E	6,60	0,200
pa0010	parete estena legno xlam	Esterno	S	1,86	0,131
pa0011	parete estena legno xlam	Esterno	E	5,40	0,131
pa0012	parete estena legno xlam	Esterno	N	29,85	0,131
se0010	200x170	Esterno	N	3,40	1,197
pt0031	W18 Serramenti	Esterno	N	7,40	0,200
pa0013	parete estena legno xlam	Esterno	S	3,29	0,131
pa0014	parete estena legno xlam	Esterno	N	32,63	0,131
se0005	200x170	Esterno	N	3,40	1,197
pt0032	W18 Serramenti	Esterno	N	7,40	0,200
pa0015	parete estena legno xlam	Esterno	N	3,34	0,131
pa0016	parete estena legno xlam	Esterno	S	29,90	0,131
se0009	200x170	Esterno	S	3,40	1,197
pt0033	W18 Serramenti	Esterno	S	7,40	0,200
pv0001	PAV001-□V (pavimento controterra)	Terreno	-	486,75	0,309
co0001	COP001-□V (tetto in legno)	Esterno	-	284,04	0,189
co0002	COP001-□V (tetto in legno)	Esterno	-	240,85	0,189
pt0001	Parete - copertura	Esterno	-	8,65	-0,037
pt0001	Parete - copertura	Esterno	-	8,65	-0,037
pt0002	Parete - copertura	Esterno	-	14,14	-0,037
pt0002	Parete - copertura	Esterno	-	14,14	-0,037
pt0003	Parete - copertura	Esterno	-	8,65	-0,037
pt0003	Parete - copertura	Esterno	-	8,65	-0,037

pt0004	Parete - copertura	Esterno	-	0,79	-0,037
pt0004	Parete - copertura	Esterno	-	0,79	-0,037
pt0005	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0005	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0006	Parete - copertura	Esterno	-	1,30	-0,037
pt0006	Parete - copertura	Esterno	-	1,30	-0,037
pt0007	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0007	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0008	Parete - copertura	Esterno	-	10,03	-0,037
pt0008	Parete - copertura	Esterno	-	10,03	-0,037
pt0009	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0009	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0010	Parete - copertura	Esterno	-	1,30	-0,037
pt0010	Parete - copertura	Esterno	-	1,30	-0,037
pt0011	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0011	Parete - copertura	Esterno	-	0,25	-0,037
pt0012	Parete - copertura	Esterno	-	0,73	-0,037
pt0012	Parete - copertura	Esterno	-	0,73	-0,037
pt0001	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0001	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0002	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0002	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0003	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0003	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0004	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0004	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0005	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0005	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0006	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063
pt0006	Angolo fra due pareti esterne	Esterno	-	1,65	-0,063

SERVIZIO DI climatizzazione invernale

Unità immobiliare 01

GENERAZIONE

Elenco dei generatori previsti nell'unità immobiliare

Generatori	Vettore energetico	Pn
LG ELECTRONICS - Multi V S - ARUN080LSS0	Energia elettrica	24,50 kW

TERMINALI DI EROGAZIONE

Elenco delle tipologia e della regolazione prevista per i terminali presenti nelle zone termiche

Zona	Terminale	Potenza erogata	Tipo regolazione
Zona 1	Bocchette e diffusori in sistemi non canalizzati	19 049,20 W	Per singolo ambiente + climatica

DISTRIBUZIONE

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Zona	Fluido termovettore	Rendimento	Assorbimento	Funzionamento
------	---------------------	------------	--------------	---------------

Zona 1	Acqua	0,990	0,00 W	Continuo
--------	-------	-------	--------	----------

ELENCO DELLE TUBAZIONI (prevista in metodo analitico)

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Tubo	Tipo distribuzione	Lunghezza	Disposizione	U
-	-	- m	-	- W/mK

ACCUMULO

Accumulo	Capacità del serbatoio	Ubicazione	kboll
-	- l	-	- W/K

SERVIZIO DI produzione acqua calda sanitaria

Unità immobiliare 01

GENERAZIONE

Elenco dei generatori previsti nell'unità immobiliare

Generatori	Vettore energetico	Pn
ARISTON THERMO GROUP - NUOS 250	Energia elettrica	2,67 kW

TERMINALI DI EROGAZIONE

Elenco delle tipologia e della regolazione prevista per i terminali presenti nelle zone termiche

Zona	Terminale	Potenza erogata	Tipo regolazione
Zona 1	-	- W	-

DISTRIBUZIONE

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Zona	Fluido termovettore	Rendimento	Assorbimento	Funzionamento
Zona 1	Acqua	0,926	- W	-

ELENCO DELLE TUBAZIONI (prevista in metodo analitico)

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Tubo	Tipo distribuzione	Lunghezza	Disposizione	U
-	-	- m	-	- W/mK

ACCUMULO

Accumulo	Capacità del serbatoio	Ubicazione	kboll
-	- l	-	- W/K

SERVIZIO DI climatizzazione estiva

Unità immobiliare 01

GENERAZIONE

Elenco dei generatori previsti nell'unità immobiliare

Generatori	Vettore energetico	Pn
LG ELECTRONICS - Multi V S - ARUN080LSS0 C	Energia elettrica	22,40 kW

TERMINALI DI EROGAZIONE

Elenco delle tipologia e della regolazione prevista per i terminali presenti nelle zone termiche

Zona	Terminale	Potenza erogata	Tipo regolazione
Zona 1	Terminali ad acqua o ad espansione diretta con ventilatore a bordo (ventilconvettori, apparecchi in genere con ventilatore ausiliario)	19 000,00 W	Regolazione modulante (banda 1 °C)

DISTRIBUZIONE

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Zona	Fluido termovettore	Rendimento	Assorbimento	Funzionamento
Zona 1	Acqua	0,990	0,00 W	Continuo

ELENCO DELLE TUBAZIONI (prevista in metodo analitico)

Di seguito si riportano i dettagli dei circuiti di distribuzione che veicolano il fluido termovettore all'interno degli ambienti.

Tubo	Tipo distribuzione	Lunghezza	Disposizione	U
-	-	- m	-	- W/mK

ACCUMULO

Accumulo	Capacità del serbatoio	Ubicazione	kboll
-	- l	-	- W/K

IMPIANTI SOLARI TERMICI E FOTOVOLTAICI

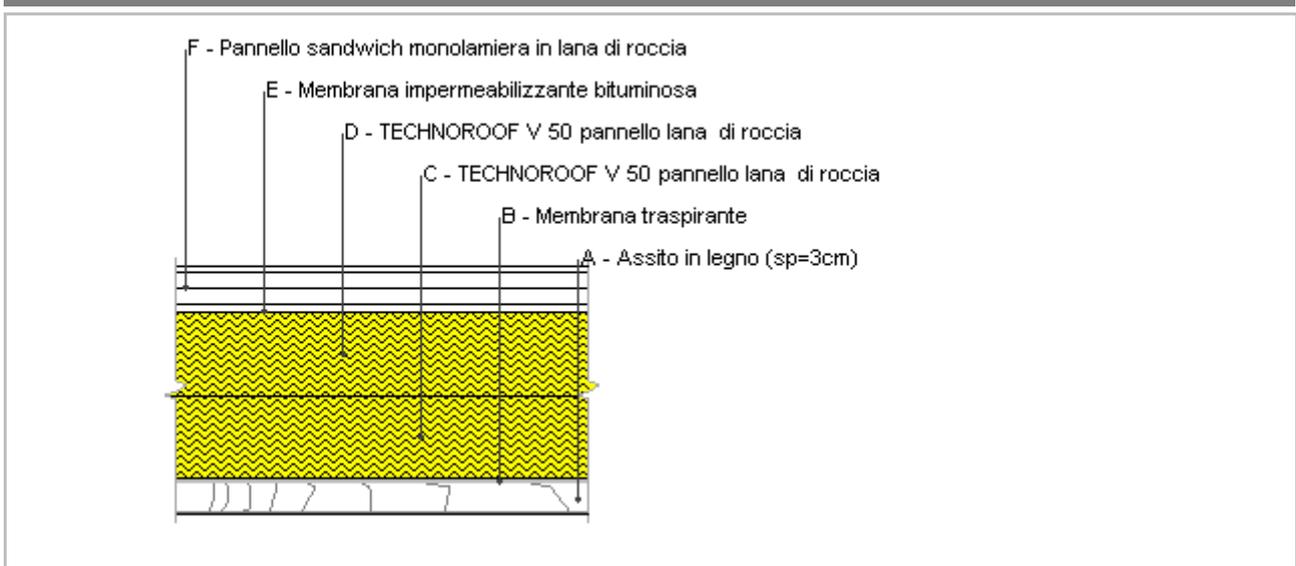
Nell'edificio è prevista l'installazione di pannelli solari che garantiscono la fornitura di energia rinnovabile

Tipo impianto	Tipologia pannello	Area	Inclinazione	Azimut	Potenza
Solare fotovoltaico: Impianto solare fotovoltaico	HYUNDAI - HiE-S410VG ▪ Asol = 1,960 m ² - P = 410 W	49,00 m ²	10 °	45 °	10250 W

SERVIZIO DI ILLUMINAZIONE

Dettagli del servizio di illuminazione

Unità immobiliare 01		
Zona - Locale	Tipologia di lampade	Potenza
Zona 1 - Locale 01	Lampade a led	9 735,00 W

COP001-IV (tetto in legno)

Spessore	240,0 mm	Trasmittanza	0,189 W/m ² K
Resistenza	5,301 m ² K/W	Massa superf.	65 kg/m ²
Tipologia	Copertura		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-
A	Assito in legno (sp=3cm)	30,0	0,180	0,167	710	2,40	44,4
B	Membrana traspirante	5,0	0,400	0,013	620	1,50	100,0
C	TECHNOROOF V 50 pannello lana di roccia	80,0	0,040	2,000	170	1,03	1,0
D	TECHNOROOF V 50 pannello lana di roccia	80,0	0,040	2,000	170	1,03	1,0
E	Membrana impermeabilizzante bituminosa	5,0	0,170	0,029	1 200	1,00	999 999,0
F	Pannello sandwich monolamiera in lana di roccia	40,0	0,042	0,952	194	1,00	80,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	240,0		5,301			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Cento
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	1,5 °C	80,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,6 °C	58,3 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	9,8 °C	57,8 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,8 °C	62,7 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	17,9 °C	56,9 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	22,4 °C	52,8 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	25,0 °C	45,2 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	21,8 °C	56,1 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	19,5 °C	67,3 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	15,8 °C	75,7 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,5 °C	77,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	4,0 °C	80,8 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	1,50 °C	548,20 Pa
ESTIVA	20,00 °C	2 057,80 Pa	25,00 °C	1 430,50 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 691,805 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 691,805 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	15,8 °C	1358,07 Pa	249,1 Pa	1607,17 Pa	20 °C	76 %
novembre	9,5 °C	916,87 Pa	472,75 Pa	1389,62 Pa	20 °C	77 %
dicembre	4,0 °C	656,99 Pa	668 Pa	1324,99 Pa	20 °C	81 %
gennaio	1,5 °C	548,18 Pa	756,75 Pa	1304,93 Pa	20 °C	81 %
febbraio	5,6 °C	529,74 Pa	611,2 Pa	1140,94 Pa	20 °C	58 %
marzo	9,8 °C	699,59 Pa	462,1 Pa	1161,69 Pa	20 °C	58 %
aprile	13,8 °C	988,09 Pa	320,1 Pa	1308,19 Pa	20 °C	63 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,58°C	0,4238
novembre	15,29°C	0,5519
dicembre	14,56°C	0,6597
gennaio	14,32°C	0,6929
febbraio	12,26°C	0,4626
marzo	12,54°C	0,2682
aprile	14,36°C	0,09

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{si} critica: temperatura superficiale critica fR_{si} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile**Riepilogo dei risultati**

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fR_{si} : 0,6929 (mese di Gennaio)**Pressione di vapore e pressione di saturazione**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 304,9	1 140,9	1 161,7	1 308,2	1 340,1	1 443,8	1 353,0	1 501,3	1 641,8	1 607,2	1 389,6	1 325,0
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 110,7	984,0	1 043,1	1 226,0	1 295,3	1 440,0	1 372,9	1 492,0	1 611,6	1 543,2	1 268,3	1 153,5
	2 140,1	2 182,4	2 226,5	2 269,3	2 313,8	2 363,6	2 392,8	2 356,9	2 331,4	2 290,9	2 223,3	2 165,8
A-B	1 037,8	925,2	998,6	1 195,2	1 278,5	1 438,6	1 380,4	1 488,6	1 600,3	1 519,2	1 222,7	1 089,2
	2 134,4	2 177,9	2 223,3	2 267,3	2 313,1	2 364,4	2 394,5	2 357,5	2 331,3	2 289,5	2 220,0	2 160,8
B-C	1 026,1	915,8	991,4	1 190,3	1 275,8	1 438,4	1 381,6	1 488,0	1 598,5	1 515,4	1 215,5	1 078,9
	1 379,4	1 555,0	1 754,9	1 965,9	2 205,0	2 496,2	2 679,4	2 455,5	2 304,9	2 079,5	1 739,9	1 484,3
C-D	1 014,5	906,4	984,3	1 185,3	1 273,1	1 438,1	1 382,8	1 487,5	1 596,6	1 511,6	1 208,2	1 068,6
	869,9	1 094,3	1 375,4	1 700,3	2 101,2	2 634,4	2 993,4	2 557,1	2 278,8	1 886,6	1 353,4	1 001,3
D-E	1 014,5	906,4	984,3	1 185,3	1 273,1	1 438,1	1 382,8	1 487,5	1 596,6	1 511,6	1 208,2	1 068,6
	863,9	1 088,5	1 370,4	1 696,6	2 099,7	2 636,5	2 998,3	2 558,6	2 278,4	1 883,9	1 348,3	995,4
E-F	548,2	529,7	699,6	988,1	1 165,6	1 429,0	1 430,5	1 465,2	1 524,1	1 358,1	916,9	657,0
	687,1	915,8	1 217,1	1 581,8	2 051,9	2 704,6	3 159,0	2 608,3	2 266,1	1 797,7	1 193,0	819,6
F-Add	548,2	529,7	699,6	988,1	1 165,6	1 429,0	1 430,5	1 465,2	1 524,1	1 358,1	916,9	657,0
	680,4	909,1	1 211,0	1 577,1	2 049,9	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	1 794,2	1 186,8	812,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,2	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,2	20,1	20,0	19,8	19,5	19,3
A-B	18,6	18,9	19,2	19,5	19,8	20,2	20,4	20,1	20,0	19,7	19,2	18,8
B-C	18,5	18,9	19,2	19,5	19,8	20,2	20,4	20,1	20,0	19,7	19,2	18,7
C-D	11,8	13,6	15,5	17,2	19,1	21,1	22,2	20,8	19,8	18,1	15,3	12,9
D-E	5,0	8,3	11,7	15,0	18,3	22,0	24,1	21,5	19,6	16,6	11,5	7,0
E-F	4,9	8,2	11,7	14,9	18,3	22,0	24,1	21,5	19,6	16,6	11,4	6,9
F-Add	1,6	5,7	9,9	13,8	17,9	22,4	25,0	21,8	19,5	15,8	9,6	4,1
Add-Esterno	1,5	5,6	9,8	13,8	17,9	22,4	25,0	21,8	19,5	15,8	9,5	4,0

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

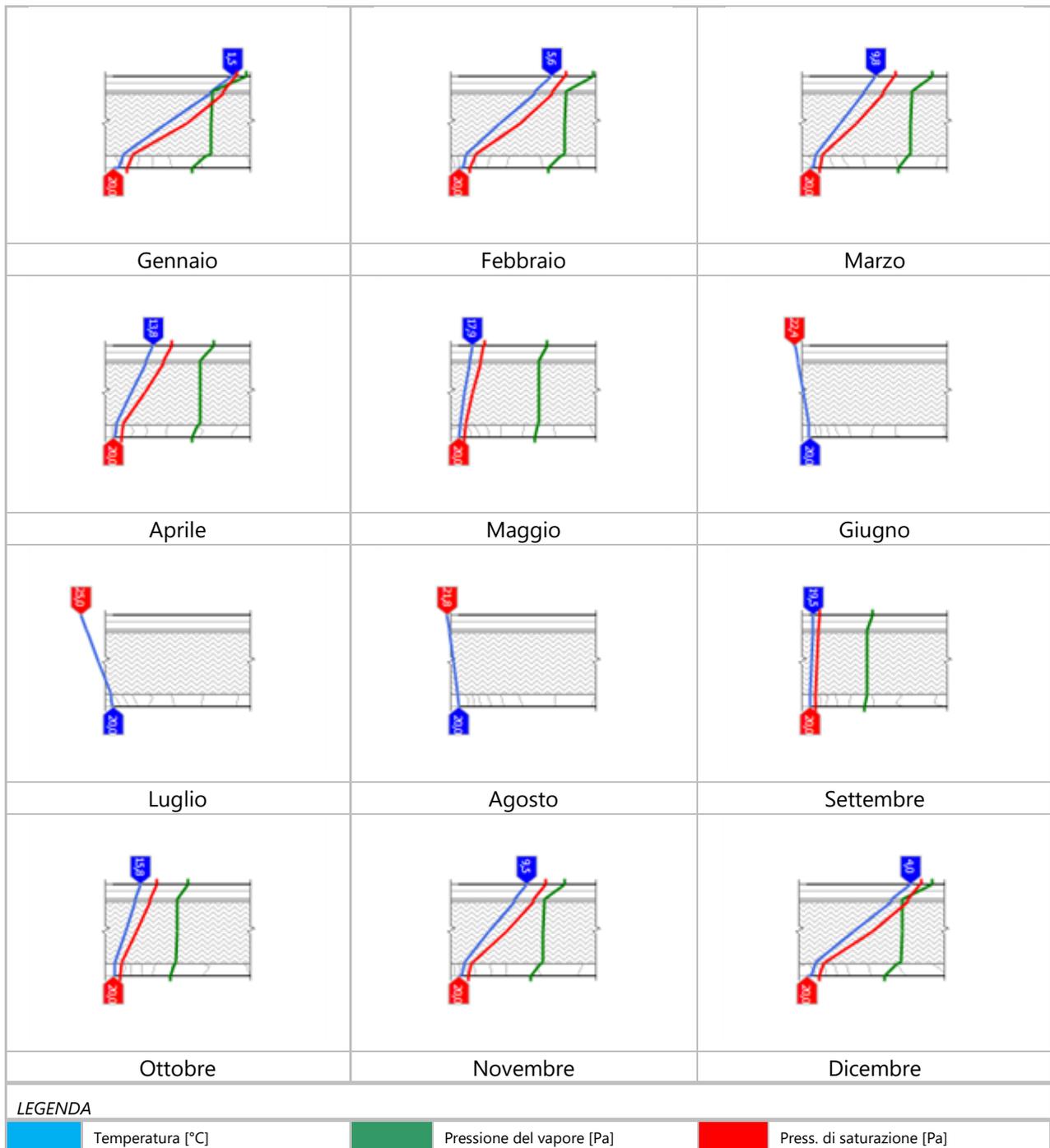
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	65 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Cento
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	25,0 °C
Temperatura massima estiva	33,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	13,2 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	273,15 W/m ²

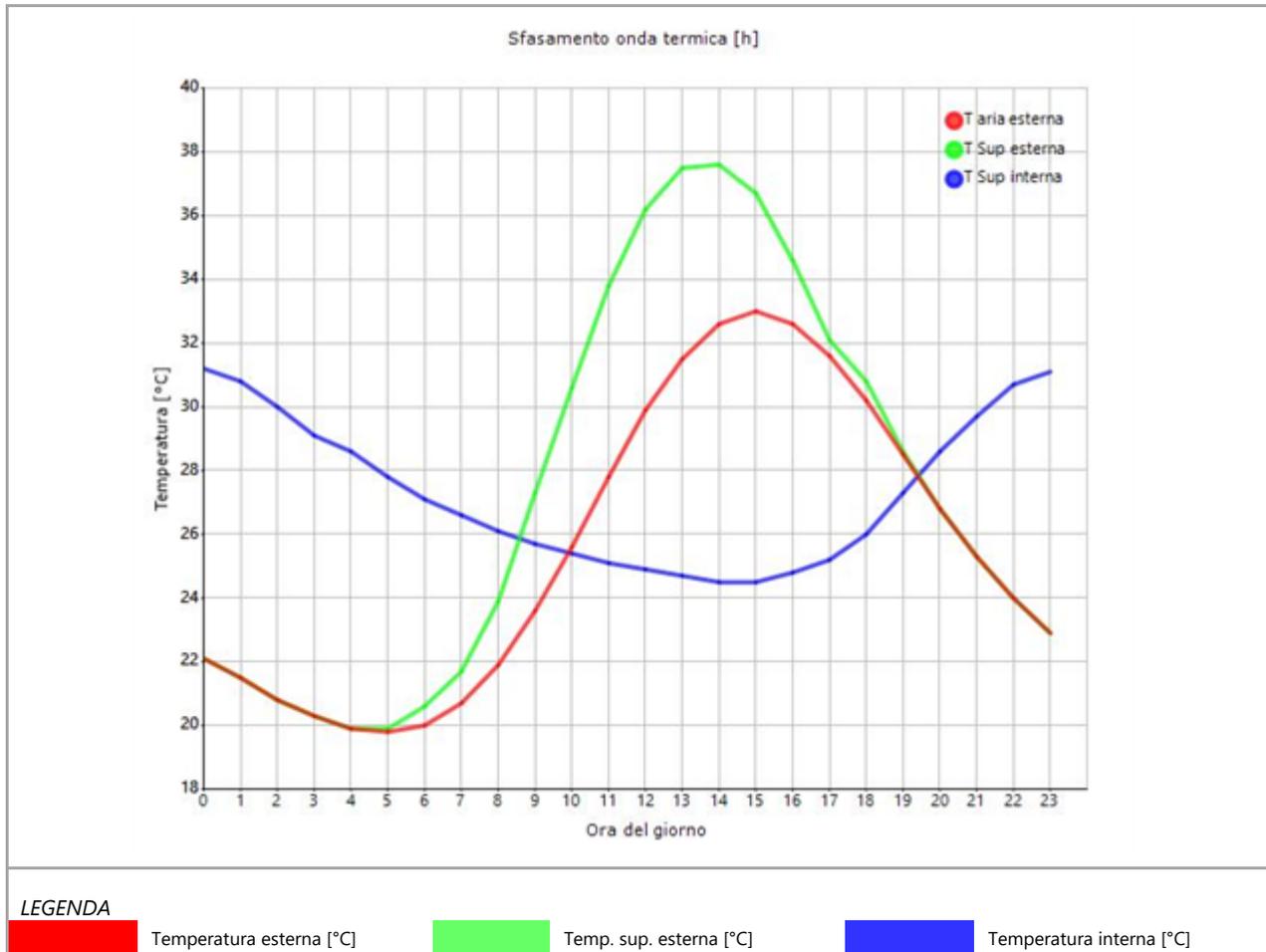
Inerzia termica

Sfasamento dell'onda termica	10h 22'
Fattore di attenuazione	0,3758
Capacità termica interna C1	47,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	12,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,3 W/m ² K
Ammettenza interna	0,9 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	14,7 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,9 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,071 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

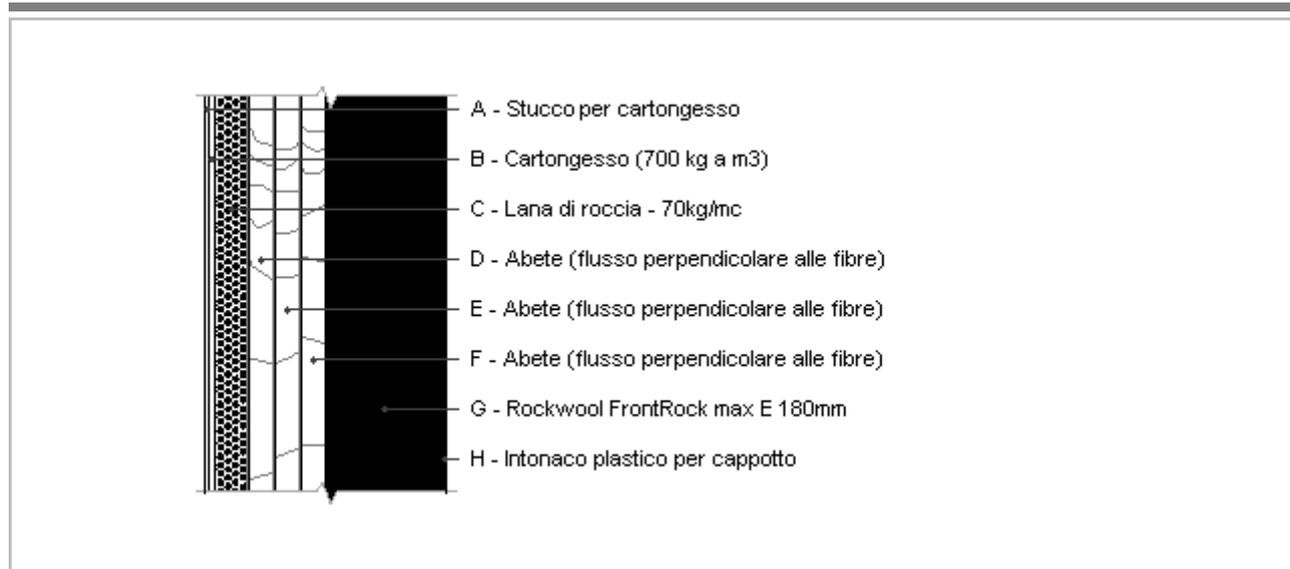
Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradiazione solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	22,14	0,00	22,14	31,19
1:00	21,48	0,00	21,48	30,82
2:00	20,82	0,00	20,82	30,04
3:00	20,29	0,00	20,29	29,10
4:00	19,90	0,00	19,90	28,61
5:00	19,77	8,43	19,87	27,79
6:00	20,03	47,43	20,60	27,10
7:00	20,69	85,36	21,71	26,56
8:00	21,88	166,73	23,88	26,06
9:00	23,59	307,53	27,28	25,66
10:00	25,57	422,96	30,65	25,37
11:00	27,82	497,68	33,79	25,12
12:00	29,93	523,68	36,21	24,87
13:00	31,51	497,68	37,49	24,67
14:00	32,57	422,96	37,64	24,52
15:00	32,97	307,53	36,66	24,51
16:00	32,57	166,73	34,57	24,79
17:00	31,65	35,95	32,08	25,21
18:00	30,19	48,72	30,78	26,02
19:00	28,48	8,43	28,58	27,30
20:00	26,76	0,00	26,76	28,56

21:00	25,31	0,00	25,31	29,74
22:00	23,99	0,00	23,99	30,65
23:00	22,93	0,00	22,93	31,13

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA



parete estena legno xlam



Spessore	370,0 mm	Trasmittanza	0,131 W/m ² K
Resistenza	7,635 m ² K/W	Massa superf.	86 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Stucco per cartongesso	5,0	0,380	0,013	1 150	8,00	0,0
B	Cartongesso (700 kg a m ³)	10,0	0,210	0,048	700	1,00	4,0
C	Lana di roccia - 70kg/mc	50,0	0,036	1,389	70	1,03	1,0
D	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	40,0	0,120	0,333	450	1,38	33,3
E	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	40,0	0,120	0,333	450	1,38	33,3
F	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	40,0	0,120	0,333	450	1,38	33,3
G	Rockwool FrontRock max E 180mm	180,0	0,036	5,000	90	1,03	1,0
H	Intonaco plastico per cappotto	5,0	0,330	0,015	1 300	0,84	32,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	370,0		7,635			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

Condizioni al contorno e dati climatici

Comune	Cento
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici con indice di affollamento non noto
Produz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	1,5 °C	80,6 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	5,6 °C	58,3 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	9,8 °C	57,8 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	13,8 °C	62,7 %	0,5 1/h
maggio	18,0 °C	- %	17,9 °C	56,9 %	0,5 1/h
giugno	22,4 °C	- %	22,4 °C	52,8 %	0,5 1/h
luglio	25,0 °C	- %	25,0 °C	45,2 %	0,5 1/h
agosto	21,8 °C	- %	21,8 °C	56,1 %	0,5 1/h
settembre	19,5 °C	- %	19,5 °C	67,3 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	15,8 °C	75,7 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	9,5 °C	77,3 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	4,0 °C	80,8 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	1,50 °C	548,40 Pa
ESTIVA	25,00 °C	2 057,80 Pa	25,00 °C	1 431,00 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 623,099 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 623,099 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	15,8 °C	1358,21 Pa	249,1 Pa	1607,31 Pa	20 °C	76 %
novembre	9,5 °C	917,39 Pa	472,75 Pa	1390,14 Pa	20 °C	77 %
dicembre	4,0 °C	656,78 Pa	668 Pa	1324,78 Pa	20 °C	81 %
gennaio	1,5 °C	548,44 Pa	756,75 Pa	1305,19 Pa	20 °C	81 %
febbraio	5,6 °C	529,98 Pa	611,2 Pa	1141,18 Pa	20 °C	58 %
marzo	9,8 °C	699,93 Pa	462,1 Pa	1162,03 Pa	20 °C	58 %
aprile	13,8 °C	988,85 Pa	320,1 Pa	1308,95 Pa	20 °C	63 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fRsi-amm
ottobre	17,58°C	0,4241
novembre	15,3°C	0,5524
dicembre	14,55°C	0,6596
gennaio	14,32°C	0,6931
febbraio	12,26°C	0,4628
marzo	12,54°C	0,2687
aprile	14,37°C	0,0915

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{si} critica: temperatura superficiale critica fR_{si} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile**Riepilogo dei risultati**

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale fR_{si} : 0,6931 (mese di Gennaio)**Pressione di vapore e pressione di saturazione**

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	1 305,2	1 141,2	1 162,0	1 308,9	1 340,9	1 444,4	1 353,5	1 500,5	1 642,5	1 607,3	1 390,1	1 324,8
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 062,8	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	1 300,0	1 137,0	1 158,9	1 306,8	1 339,7	1 444,3	1 354,0	1 500,3	1 641,7	1 605,6	1 386,9	1 320,2
	2 247,7	2 267,2	2 287,3	2 306,7	2 062,4	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 316,4	2 285,9	2 259,6
A-B	1 287,1	1 126,6	1 151,0	1 301,3	1 336,8	1 444,0	1 355,3	1 499,7	1 639,7	1 601,4	1 378,9	1 308,8
	2 231,8	2 254,8	2 278,5	2 301,2	2 062,3	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 312,7	2 276,8	2 245,8
B-C	1 280,7	1 121,4	1 147,1	1 298,6	1 335,3	1 443,9	1 356,0	1 499,3	1 638,7	1 599,2	1 374,8	1 303,1
	1 810,9	1 917,6	2 032,5	2 147,5	2 060,0	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 207,1	2 024,1	1 875,3
C-D	1 051,2	936,1	1 006,9	1 201,5	1 282,4	1 439,4	1 379,5	1 488,4	1 603,0	1 523,7	1 231,5	1 100,6
	1 720,9	1 843,5	1 977,0	2 111,9	2 059,4	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 182,3	1 967,2	1 794,8
D-E	821,8	750,7	866,8	1 104,5	1 229,4	1 434,9	1 403,0	1 477,5	1 567,3	1 448,2	1 088,1	898,1
	1 634,9	1 772,0	1 922,9	2 076,9	2 058,9	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 157,9	1 911,8	1 717,4
E-F	592,3	565,4	726,7	1 007,4	1 176,5	1 430,4	1 426,5	1 466,5	1 531,6	1 372,7	944,8	695,5
	1 552,6	1 703,0	1 870,1	2 042,4	2 058,3	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	2 133,6	1 857,7	1 642,9
F-G	569,1	546,7	712,5	997,6	1 171,2	1 430,0	1 428,9	1 465,4	1 528,0	1 365,0	930,3	675,0
	686,9	915,5	1 216,9	1 581,6	2 050,0	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	1 797,6	1 192,8	819,4
G-H	548,4	530,0	699,9	988,8	1 166,4	1 429,6	1 431,0	1 464,4	1 524,7	1 358,2	917,4	656,8
	685,1	913,8	1 215,2	1 580,4	2 050,0	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	1 796,7	1 191,1	817,6
H-Add	548,4	530,0	699,9	988,8	1 166,4	1 429,6	1 431,0	1 464,4	1 524,7	1 358,2	917,4	656,8
	680,4	909,1	1 211,0	1 577,1	2 049,9	2 707,5	3 165,9	2 610,4	2 265,6	1 794,2	1 186,8	812,8

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,4	19,5	19,7	19,8	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	19,9	19,7	19,5
A-B	19,4	19,5	19,7	19,8	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	19,9	19,6	19,5
B-C	19,3	19,4	19,6	19,8	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	19,8	19,6	19,4
C-D	15,9	16,8	17,8	18,6	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	19,1	17,7	16,5
D-E	15,2	16,2	17,3	18,4	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	18,9	17,2	15,8
E-F	14,4	15,6	16,9	18,1	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	18,7	16,8	15,1
F-G	13,6	15,0	16,4	17,8	18,0	22,4	25,0	21,8	19,5	18,5	16,3	14,4
G-H	1,6	5,7	9,9	13,8	17,9	22,4	25,0	21,8	19,5	15,8	9,6	4,1
H-Add	1,6	5,7	9,9	13,8	17,9	22,4	25,0	21,8	19,5	15,8	9,6	4,1
Add-Esterno	1,5	5,6	9,8	13,8	17,9	22,4	25,0	21,8	19,5	15,8	9,5	4,0

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m ²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m ²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

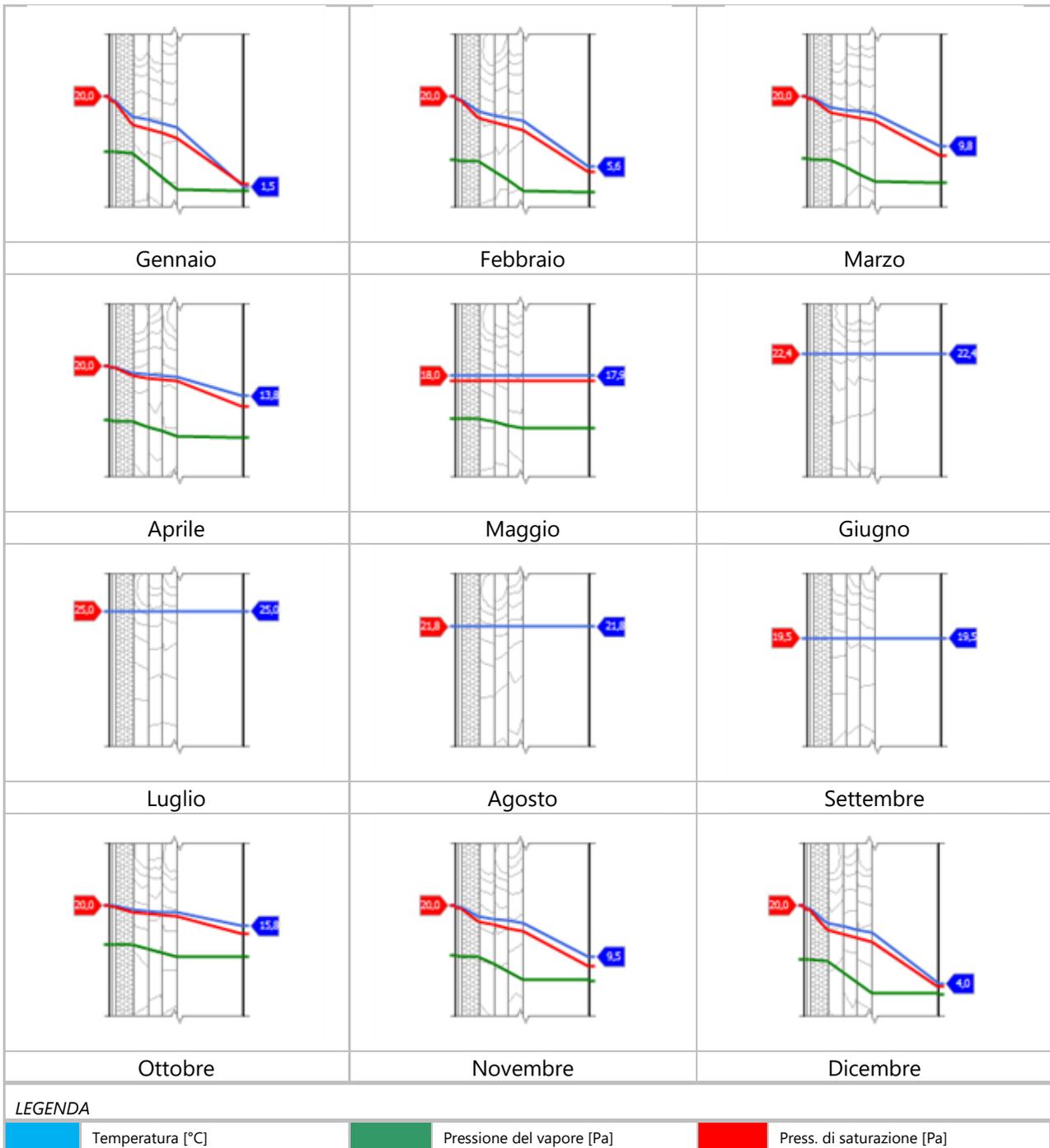
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



CARATTERISTICHE DI INERZIA TERMICA - UNI 13786**Verifica di massa**

Massa della struttura per metro quadrato di superficie	86 kg/m ²
Valore minimo di massa superficiale	230 kg/m ²
Esito della verifica di massa	OK

Condizioni al contorno

Comune	Cento
Orientamento	S
Colorazione	Chiaro
Mese massima insolazione	luglio
Temperatura media nel mese di massima insolazione	25,0 °C
Temperatura massima estiva	33,0 °C
Escursione giorno più caldo dell'anno	13,2 °C
Irradianza mensile massima sul piano orizzontale	273,15 W/m ²

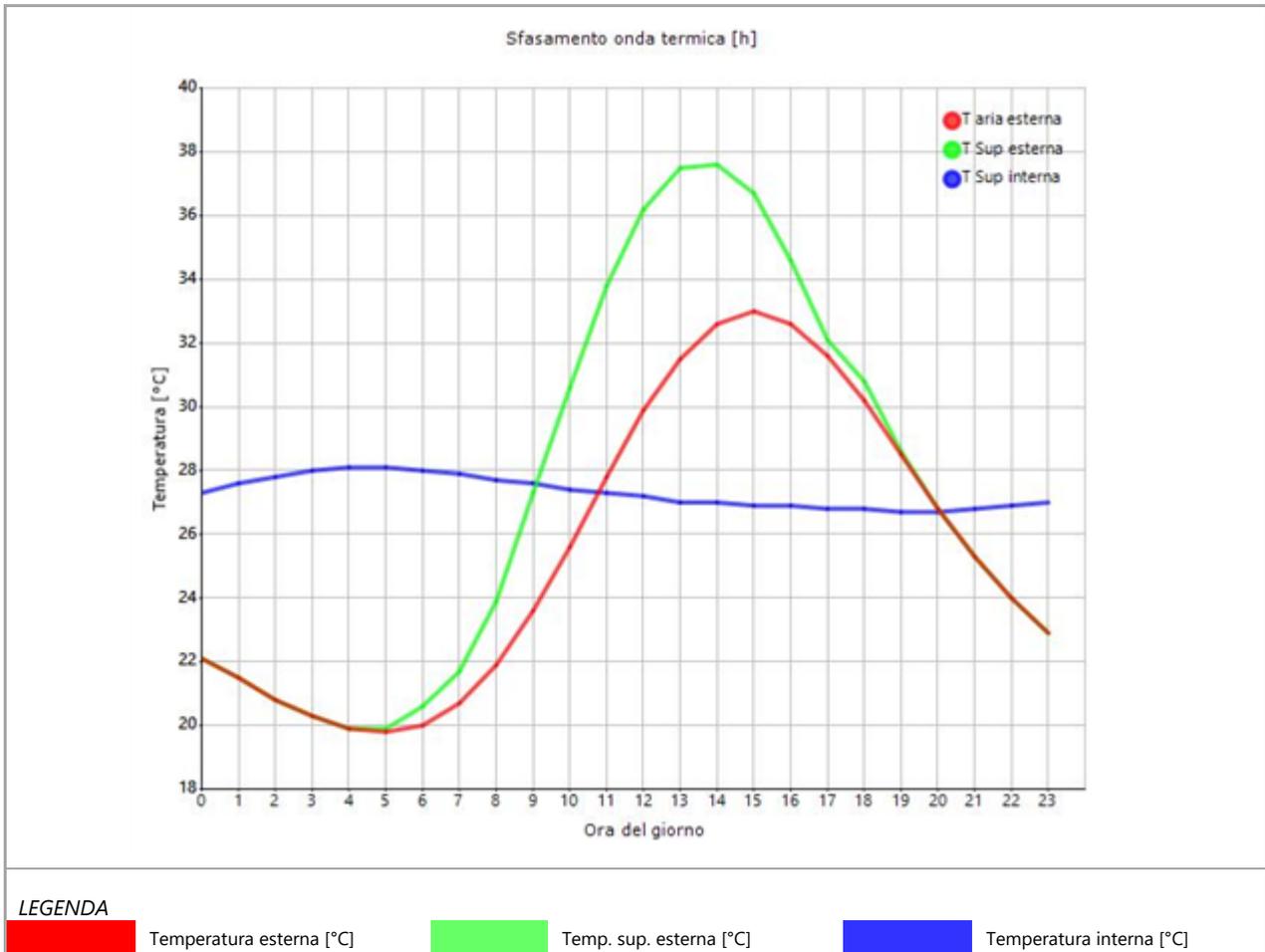
Inerzia termica

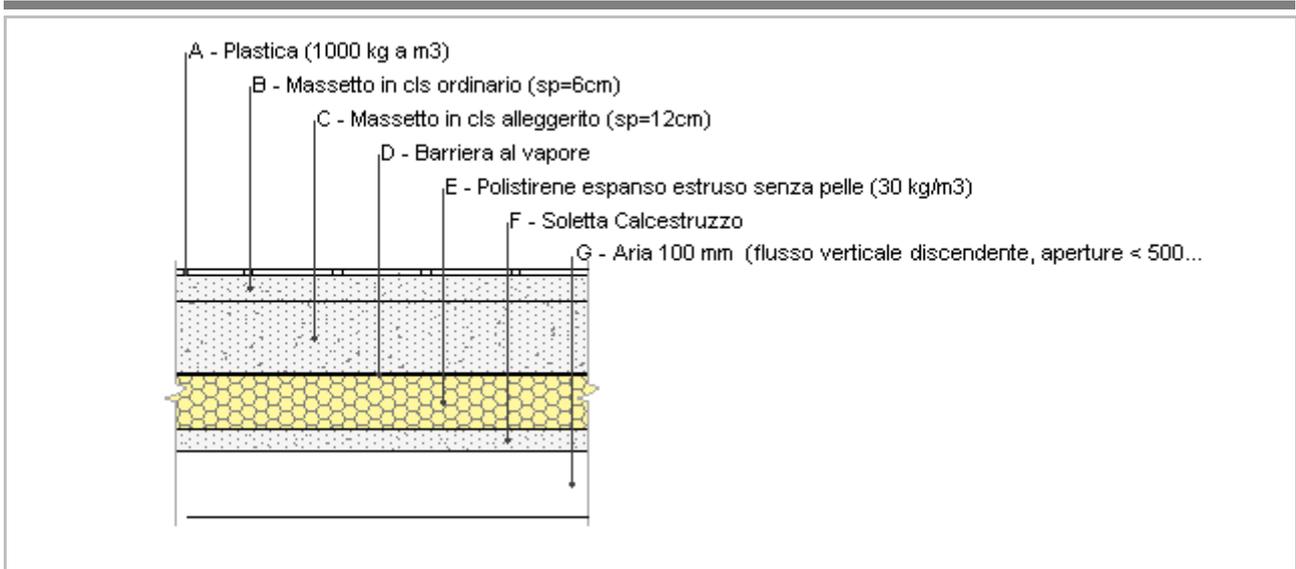
Sfasamento dell'onda termica	14h 37'
Fattore di attenuazione	0,0781
Capacità termica interna C1	46,2 kJ/m ² K
Capacità termica esterna C2	10,9 kJ/m ² K
Ammettenza interna oraria	15,7 W/m ² K
Ammettenza interna	0,8 W/m ² K
Ammettenza esterna oraria	16,3 W/m ² K
Ammettenza esterna	0,8 W/m ² K
Trasmittanza periodica Y	0,010 W/m ² K
Valore limite Ylim	
Classificazione normativa	
Esito della verifica di inerzia	OK

Ora	Temperatura esterna giorno più caldo Te °C	Irradianza solare giorno più caldo Ie W/m ²	Temp. sup. esterna giorno più caldo Te,sup °C	Temp interna giorno più caldo Ti °C
0:00	22,14	0,00	22,14	27,31
1:00	21,48	0,00	21,48	27,57
2:00	20,82	0,00	20,82	27,81
3:00	20,29	0,00	20,29	28,00
4:00	19,90	0,00	19,90	28,10
5:00	19,77	8,43	19,87	28,12
6:00	20,03	47,43	20,60	28,04
7:00	20,69	85,36	21,71	27,88
8:00	21,88	166,73	23,88	27,68
9:00	23,59	307,53	27,28	27,58
10:00	25,57	422,96	30,65	27,41
11:00	27,82	497,68	33,79	27,27
12:00	29,93	523,68	36,21	27,15
13:00	31,51	497,68	37,49	27,05
14:00	32,57	422,96	37,64	26,97
15:00	32,97	307,53	36,66	26,90
16:00	32,57	166,73	34,57	26,85
17:00	31,65	35,95	32,08	26,80
18:00	30,19	48,72	30,78	26,76
19:00	28,48	8,43	28,58	26,73
20:00	26,76	0,00	26,76	26,73

21:00	25,31	0,00	25,31	26,78
22:00	23,99	0,00	23,99	26,87
23:00	22,93	0,00	22,93	27,04

DIAGRAMMA DI SFASAMENTO DELL'ONDA TERMICA

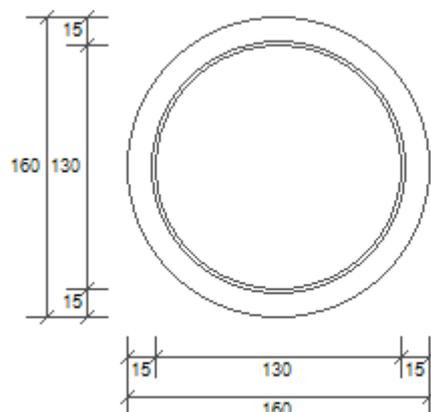


PAV001-□V (pavimento controterra)

Spessore	454,0 mm	Trasmittanza	0,309 W/m ² K
Resistenza	3,231 m ² K/W	Massa superf.	378 kg/m ²
Tipologia	Pavimento		
Descrizione			

Stratigrafia

	Descrizione	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-
A	Plastica (1000 kg a m3)	10,0	0,200	0,050	1 000	1,00	10 000,0
B	Massetto in cls ordinario (sp=6cm)	50,0	1,060	0,047	1 700	1,00	3,3
C	Massetto in cls alleggerito (sp=12cm)	130,0	0,580	0,224	1 400	1,00	3,3
D	Barriera al vapore	4,0	0,400	0,010	360	1,50	20 000,0
E	Polistirene espanso estruso senza pelle (30 kg/m3)	100,0	0,041	2,439	30	1,34	90,9
F	Soletta Calcestruzzo	40,0	1,650	0,024	2 400	1,00	70,0
G	Aria 100 mm (flusso verticale discendente, aperture < 500 mm2)	120,0	0,450	0,267	1	1,00	1,0
	TOTALE	454,0		3,231			

160x160

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	160 cm
Area del vetro	Ag	1,325 m ²
Area del telaio	Af	0,682 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,007 m ²
Perimetro del vetro	p	4,082 m
Trasmittanza	Uw	1,208 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,096 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

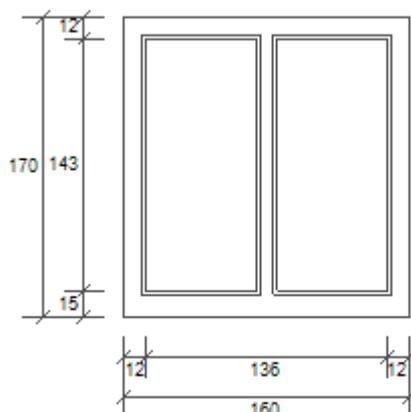
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	5,0	0,200

160x170

Larghezza	L	160 cm
Altezza	H	170 cm
Area del vetro	Ag	1,773 m ²
Area del telaio	Af	0,947 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,720 m ²
Perimetro del vetro	p	8,200 m
Trasmittanza	Uw	1,288 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,163 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

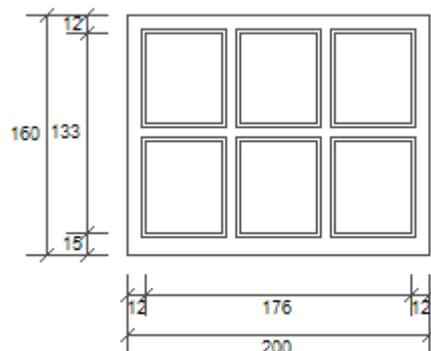
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	6,6	0,200

200x160

Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	160 cm
Area del vetro	Ag	1,839 m ²
Area del telaio	Af	1,361 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,200 m ²
Perimetro del vetro	p	13,340 m
Trasmittanza	Uw	1,398 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,253 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

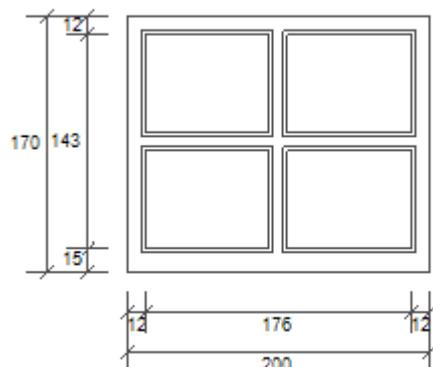
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	7,2	0,200

200x170

Larghezza	L	200 cm
Altezza	H	170 cm
Area del vetro	Ag	2,148 m ²
Area del telaio	Af	1,252 m ²
Area totale del serramento	Aw	3,400 m ²
Perimetro del vetro	p	11,800 m
Trasmittanza	Uw	1,329 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,197 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

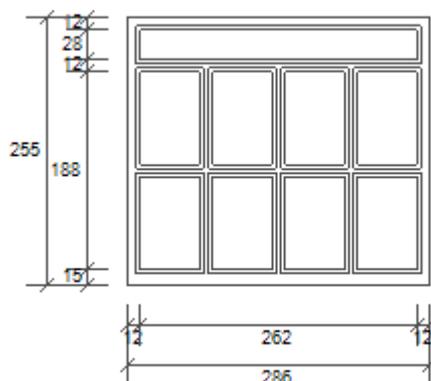
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	7,4	0,200

286x255

Larghezza	L	286 cm
Altezza	H	215 cm
Area del vetro	Ag	4,711 m ²
Area del telaio	Af	2,582 m ²
Area totale del serramento	Aw	7,293 m ²
Perimetro del vetro	p	28,920 m
Trasmittanza	Uw	1,365 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,226 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

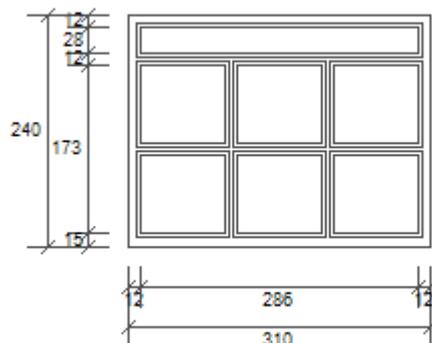
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	10,8	0,200

310x240

Larghezza	L	310 cm
Altezza	H	200 cm
Area del vetro	Ag	5,019 m ²
Area del telaio	Af	2,421 m ²
Area totale del serramento	Aw	7,440 m ²
Perimetro del vetro	p	26,420 m
Trasmittanza	Uw	1,326 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,194 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Frangisole a lamelle orizzontali o verticali	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

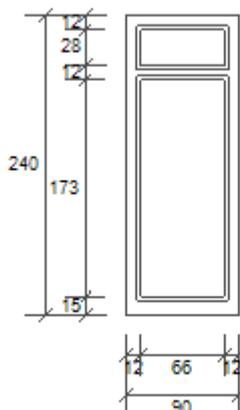
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	11,0	0,200

90x240

Larghezza	L	90 cm
Altezza	H	200 cm
Area del vetro	Ag	1,327 m ²
Area del telaio	Af	0,833 m ²
Area totale del serramento	Aw	2,160 m ²
Perimetro del vetro	p	6,660 m
Trasmittanza	Uw	1,302 W/(m ² K)
Trasmittanza corretta	Uw,corr	1,175 W/(m ² K)

Vetro

Tipologia	tipo	Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo
Trasmittanza	Ug	0,965 W/(m ² K)
Coeff di trasmissione solare	ggl	0,500
Emissività	ε	0,837

Telaio

Materiale		PVC profilo vuoto
Spessore	sf	0 mm
Tipologia	tipo	Con cinque camere
Distanziatore	dist	Metallo
Trasmittanza	Uf	1,200 W/(m ² K)
Ponte termico tra vetro e telaio	ψfg	0,080 W/(mK)

Schermature mobili

Tipo schermatura	Tenda veneziana	
Colore	Bianco	
Posizione	Schermatura esterna	
Trasparenza	Opaca	

Fattore di schermatura diffuso	g,gl,sh,d	0,23
Fattore di schermatura diretto	g,gl,sh,b	0,09
Fattore di schermatura tende	g,gl,sh/g,gl	-

Chiusura oscurante

Tipo chiusura	Alluminio
Permeabilità	Bassa permeabilità all'aria
Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura ΔR	0,150 m ² K/W

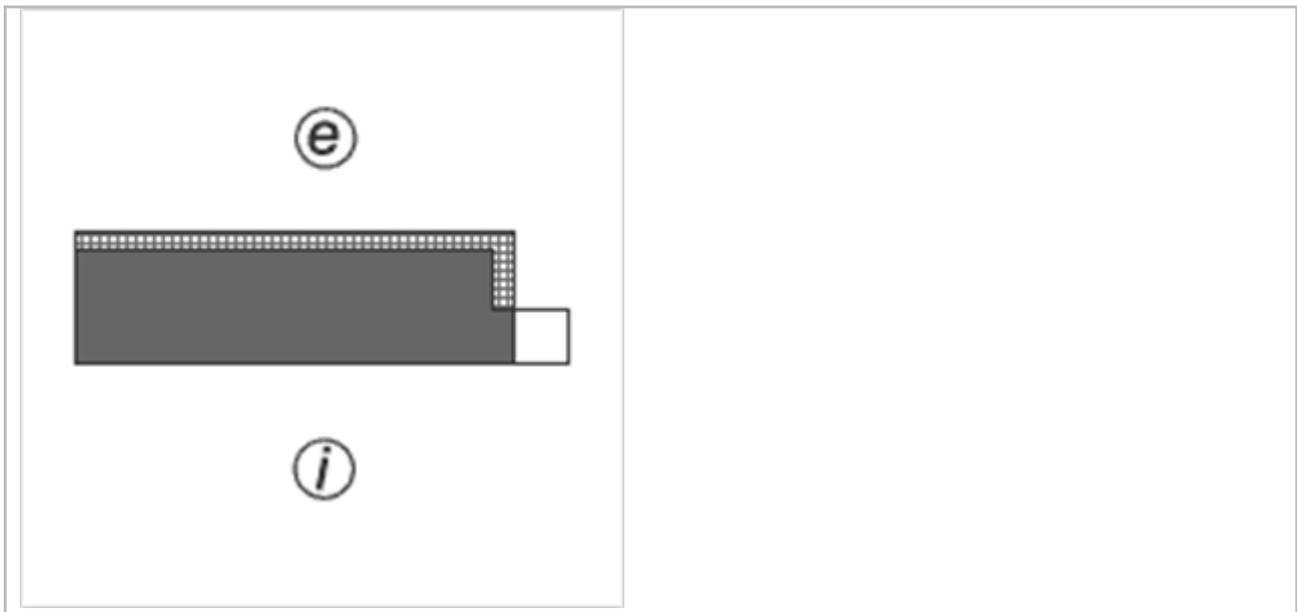
Permeabilità all'aria

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026 (MIN 1-MAX 4) Non dichiarato

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.

Strutture associate al serramento

Strutture opache e ponti termici	Area [m ²] o lunghezza [m]	Trasmittanza W/(m ² K) o W/(mK)
W18 Serramenti (Ponte termico)	6,6	0,200

PONTE TERMICO W18 Serramenti

Nome	W18 Serramenti		
Categoria	Serramenti		
Codice	W18	Disperde verso	Esterno
Ricavato da	Ponte termico di valore noto		

Trasmittanza termica lineare del ponte termico

Riferita alle dimensioni esterne Ψ_e	0,200 W/mK
Riferita alle dimensioni interne Ψ_i	0,200 W/mK
Riferita a dimensioni interne lorde	0,200 W/mK

RELAZIONE DI CALCOLO DEL PONTE TERMICO

Calcolo della trasmittanza lineica del ponte termico e
verifica del rischio di formazione di muffa

EDIFICIO	- Cento (FE)
RELAZIONE a cura di	
DATA	04/01/2023
	Firma: _____

INDICE

1. PREMESSA METODOLOGICA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO e METODO DI CALCOLO
3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

- 4.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo fra due pareti esterne
- 4.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 4.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 4.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 4.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 4.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 5.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura
- 5.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 5.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 5.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 5.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 5.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

- 6.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento su terreno
- 6.5 CONDIZIONI AL CONTORNO
- 6.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI
- 6.7 CURVE DI TEMPERATURA
- 6.8 RISULTATI DI CALCOLO
- 6.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

1. PREMESSA

Il ponte termico è una discontinuità dell'involucro edilizio nella quale la resistenza termica non è uniforme e cambia in modo significativo; i ponti termici localizzati per la maggioranza dei casi nelle giunzioni tra gli elementi e provocano due effetti:

- Modifica del flusso termico
- Modifica della temperatura superficiale

rispetto agli stessi elementi privi di ponte termico.

La presente relazione riporta la valutazione della trasmittanza lineica ψ del ponte termico tramite analisi ad elementi finiti, per ponti termico geometrico o strutturale.

Per ciascun ponte termico è analizzata la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico e la mappa delle temperature interne al nodo. La valutazione del rischio di formazione di muffa e quindi di condensa superficiale si ottiene valutando la temperatura superficiale raggiunta sulla faccia interna.

2. NORMA DI RIFERIMENTO E METODO DI CALCOLO

Di seguito le norme di riferimento utilizzate per il calcolo.

UNI EN ISO 10211 – Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures
General calculation methods.

UNI EN ISO 13788 - Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods

UNI EN ISO 6946 - Building components and building elements - Thermal resistance and thermal transmittance - Calculation method

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211.

La norma specifica la definizione dei limiti geometrici del modello e dei criteri da adottare per la sua suddivisione, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare.

La norma si fonda sulle seguenti ipotesi:

- le condizioni termiche si intendono stazionarie
- tutte le proprietà fisiche sono indipendenti dalla temperatura
- non ci sono sorgenti di calore all'interno delle strutture edilizie

3. VALIDAZIONE DEL METODO DI CALCOLO

L'Appendice A della norma UNI 10211 riporta le condizioni generali e i requisiti che deve rispettare il metodo numerico per considerarsi validato.

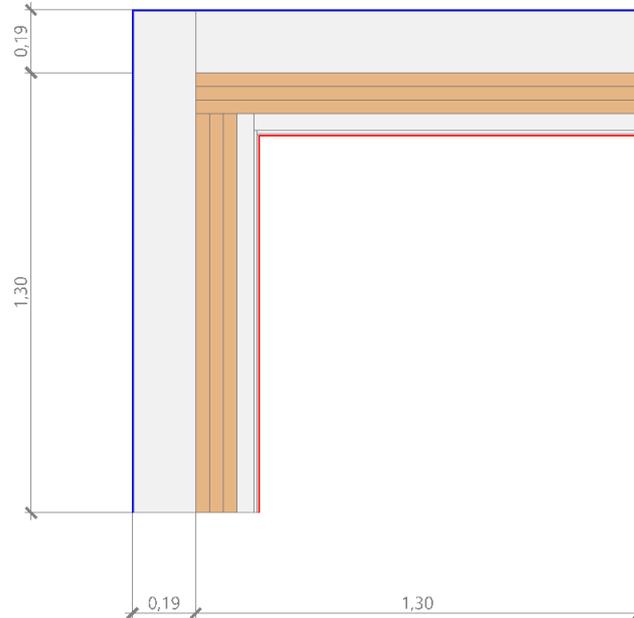
Il presente metodo numerico rispetta tutte le regole contenute nell'appendice A. In particolare:

- Fornisce le temperature e i flussi termici
- Consente di calcolare temperature e flussi termici anche in posizioni diverse da quelle indicate.
- Converge alla soluzione analitica (dove esiste) all'aumentare delle suddivisioni.
- Determina il numero di suddivisioni seguendo questa regola: esegue la somma dei valori assoluti di tutti i flussi termici che entrano nell'oggetto considerato, per n suddivisioni e per $2n$ suddivisioni. La differenza tra i due risultati non deve essere maggiore del 2% o in alternativa si aumenta il numero di suddivisioni fino a che il criterio non è soddisfatto.

- Le iterazioni di calcolo proseguono finché la somma di tutti i flussi termici (positivi o negativi) entranti nell'oggetto, divisa per la metà della somma dei valori assoluti dei medesimi flussi termici è minore di 0.001

4.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Angolo fra due pareti esterne

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
2	Intonaco plastico per cappotto	0,330
3	Rockwool FrontRock max E 180mm	0,036
9	Intonaco plastico per cappotto	0,330
11	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
12	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
13	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
14	Lana di roccia - 70kg/mc	0,036
15	Cartongesso (700 kg a m3)	0,210
16	Stucco per cartongesso	0,380
17	Intonaco plastico per cappotto	0,330
18	Rockwool FrontRock max E 180mm	0,036
21	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
22	Lana di roccia - 70kg/mc	0,036
23	Cartongesso (700 kg a m3)	0,210
24	Stucco per cartongesso	0,380
20	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
19	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120

4.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Cento - (FE).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,5	0,04
2	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
3	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,5	0,04

4.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

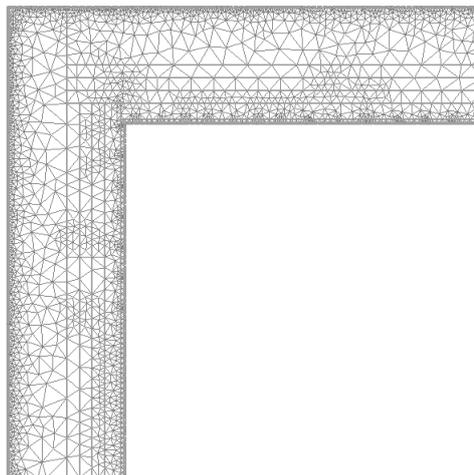
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

3 110

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

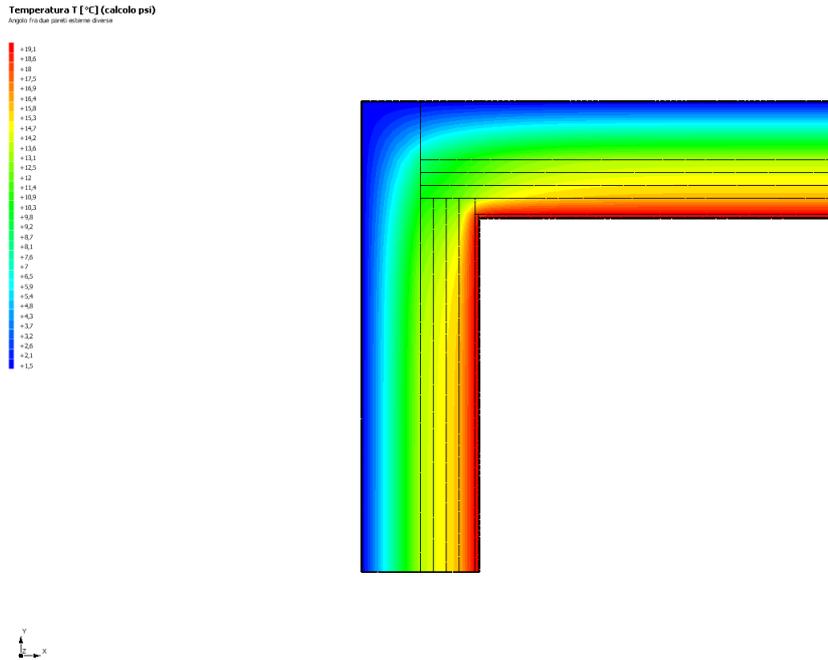
Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Angolo tra due pareti adiacenti (gradi)



4.7 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



4.8 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico. Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	6,00	W/m
Ψ interno	0,0336	W/mK
Ψ esterno	-0,0633	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,32	W/mK
Temperatura minima	18,5	°C

4.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

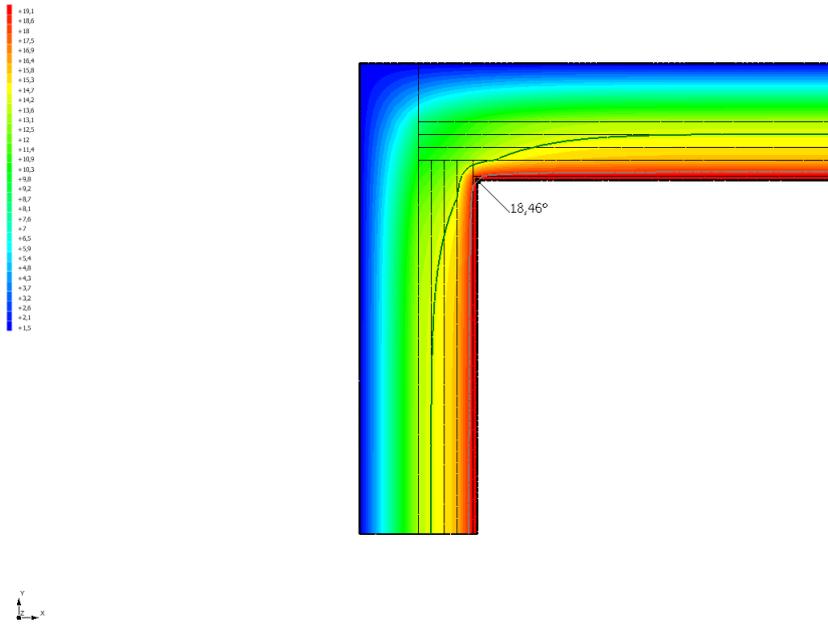
$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)
Angolo fisso dai pareti esterne diverse



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Cento, FE

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	15,80	75,7	1 358,2	249,1	1 607,3	2 009,1	17,58	20,00	0,4241
novembre	9,50	77,3	917,4	472,8	1 390,1	1 737,7	15,30	20,00	0,5524
dicembre	4,00	80,8	656,8	668,0	1 324,8	1 656,0	14,55	20,00	0,6596
gennaio	1,50	80,6	548,4	756,8	1 305,2	1 631,5	14,32	20,00	0,6931
febbraio	5,60	58,3	530,0	611,2	1 141,2	1 426,5	12,26	20,00	0,4628
marzo	9,80	57,8	699,9	462,1	1 162,0	1 452,5	12,54	20,00	0,2687
aprile	13,80	62,7	988,8	320,1	1 308,9	1 636,2	14,37	20,00	0,0915

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

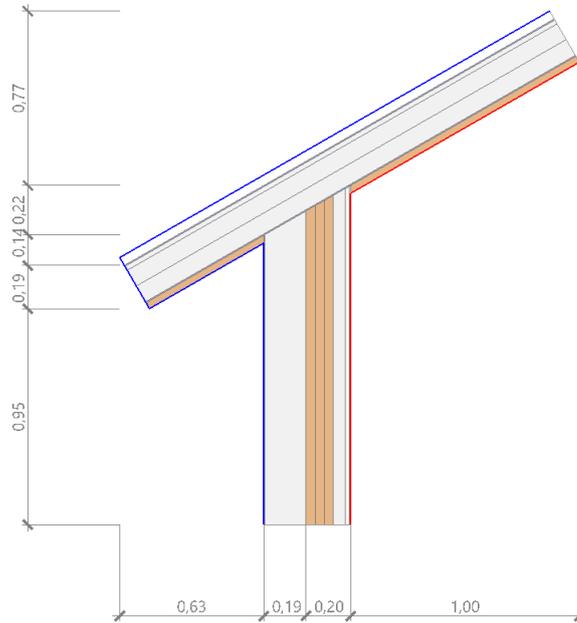
fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,917
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,693
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f _{rsi} > f _{rsi,max} : assenza di muffa

5.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - copertura

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,330
2	Rockwool FrontRock max E 180mm	0,036
3	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
4	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
5	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
6	Lana di roccia - 70kg/mc	0,036
7	Cartongesso (700 kg a m3)	0,210
8	Stucco per cartongesso	0,380
9	Assito in legno (sp=3cm)	0,180
10	Assito in legno (sp=3cm)	0,180
11	Membrana traspirante	0,400
12	TECHNOROOF V 50 pannello lana di roccia	0,040
13	TECHNOROOF V 50 pannello lana di roccia	0,040
14	Tavole a fibre orientate (OSB)	0,130
15	Membrana impermeabilizzante bituminosa	0,170
16	Pannello sandwich monolamiera in lana di roccia	0,042

5.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Cento - (FE).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,5	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,5	0,04
3	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,5	0,04
4	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,5	0,04
5	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
6	Temperatura interna: direzione ascendente del flusso	20,0	0,10

5.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi

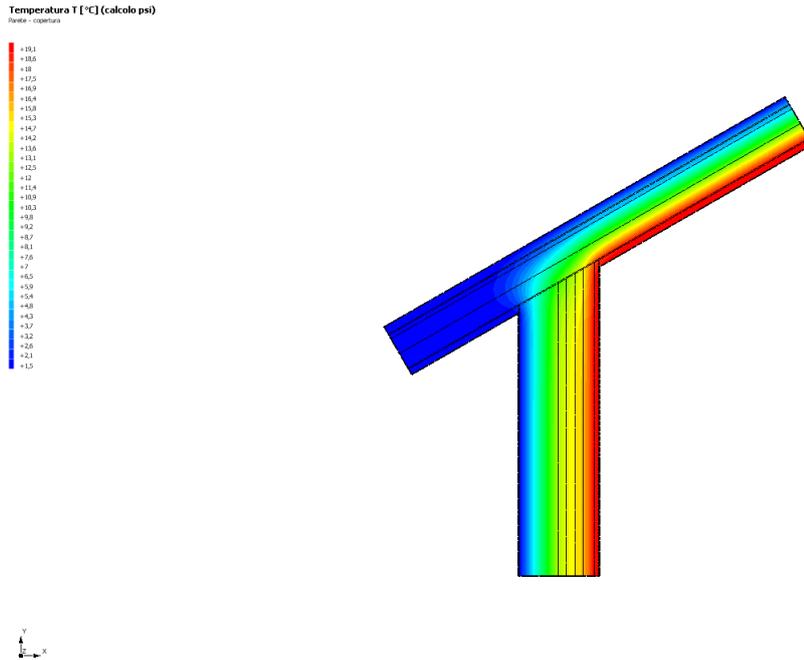
5 396

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Parte superiore





5.8 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	7,91	W/m
Ψ interno	0,0261	W/mK
Ψ esterno	-0,0374	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	0,43	W/mK
Temperatura minima	18,5	°C

5.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

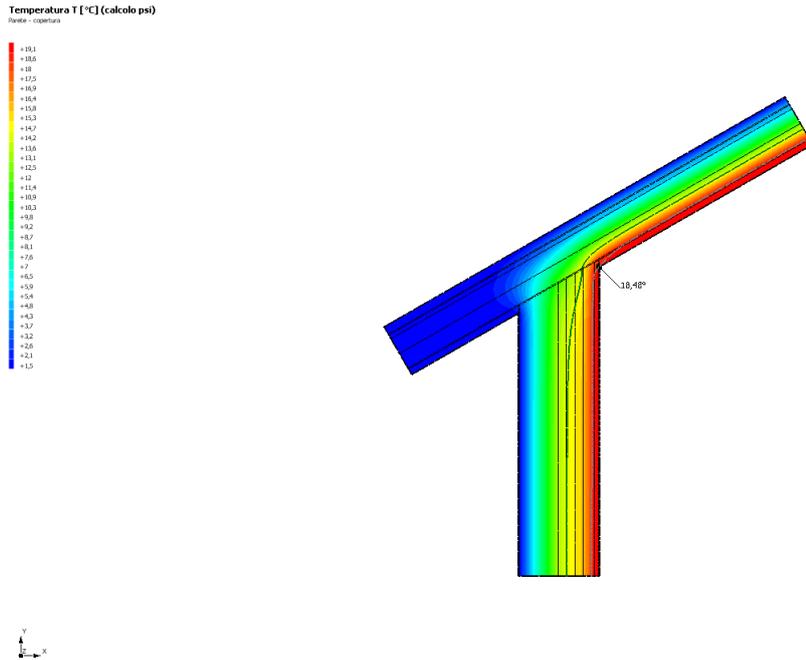
Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Cento, FE

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Mese	Te [°C]	φe [%]	Pe [Pa]	Δp [Pa]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	Ti [°C]	fRsi
ottobre	15,80	75,7	1 358,2	249,1	1 607,3	2 009,1	17,58	20,00	0,4241
novembre	9,50	77,3	917,4	472,8	1 390,1	1 737,7	15,30	20,00	0,5524
dicembre	4,00	80,8	656,8	668,0	1 324,8	1 656,0	14,55	20,00	0,6596
gennaio	1,50	80,6	548,4	756,8	1 305,2	1 631,5	14,32	20,00	0,6931
febbraio	5,60	58,3	530,0	611,2	1 141,2	1 426,5	12,26	20,00	0,4628
marzo	9,80	57,8	699,9	462,1	1 162,0	1 452,5	12,54	20,00	0,2687
aprile	13,80	62,7	988,8	320,1	1 308,9	1 636,2	14,37	20,00	0,0915

Te temperatura esterna media mensile [°C]

φe umidità relativa esterna [%]

Pe pressione esterna [Pa]

ΔP variazione di pressione [Pa]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,918
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,693
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	f _{rsi} > f _{rsi,max} : assenza di muffa

6.4 DETTAGLI DEL PONTE TERMICO - Parete - pavimento su terreno

Si riporta di seguito il modello geometrico di ponte termico con il dettaglio dei materiali componenti e delle conduttività termiche utilizzate nella valutazione della trasmittanza.



Dettaglio dei materiali

	Materiale	λ [W/mK]
1	Creta o argilla (1500 kg a m3)	1,500
2	Plastica (1000 kg a m3)	0,200
3	Leca Masettomix PaRis	1,830
4	Lecacem Mini	0,153
5	Barriera al vapore	0,400
6	Soletta Calcestruzzo	1,650
7	Polistirene espanso estruso senza pelle (30 kg/m3)	0,041
8	Intonaco plastico per cappotto	0,330
9	Rockwool FrontRock max E 180mm	0,036
10	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
11	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
12	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
13	Lana di roccia - 70kg/mc	0,036
14	Cartongesso (700 kg a m3)	0,210
15	Stucco per cartongesso	0,380
16	Intonaco plastico per cappotto	0,330
17	Rockwool FrontRock max E 180mm	0,036
18	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
19	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120

20	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120
21	Lana di roccia - 70kg/mc	0,036
22	Cartongesso (700 kg a m3)	0,210
23	Stucco per cartongesso	0,380
24	Creta o argilla (1500 kg a m3)	1,500

6.5 CONDIZIONI AL CONTORNO

La valutazione è eseguita nel comune di Cento - (FE).

Di seguito il dettaglio delle condizioni al contorno utilizzate per la valutazione della trasmittanza termica lineica.

Nelle condizioni al contorno sono specificati l'ambiente interno e uno o più ambienti esterni con le relative resistenze di calcolo.

Dettaglio dei confini

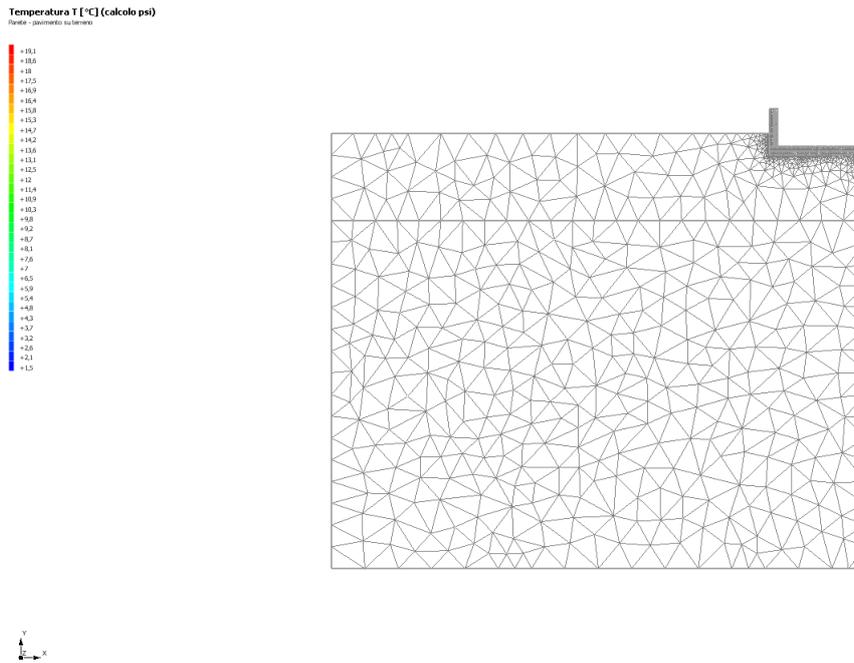
	Confine	T [°C]	R [m ² K/W]
1	Temperatura esterna: direzione orizzontale del flusso	1,5	0,04
2	Temperatura esterna: direzione ascendente del flusso	1,5	0,04
3	Temperatura interna: direzione discendente del flusso	20,0	0,17
4	Temperatura interna: direzione orizzontale del flusso	20,0	0,13
5	Temperatura terreno: direzione ascendente del flusso	7,7	0,00

6.6 DISCRETIZZAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per portare a convergenza il risultato finale il Ponte termico calcolato è stato suddiviso in triangoli, la mesh di calcolo.

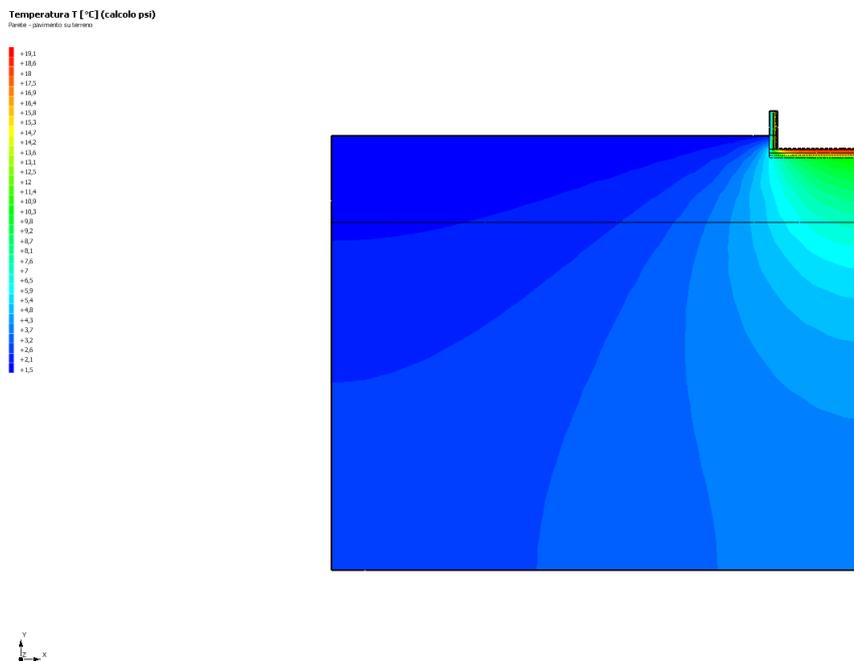
Numero di triangoli utilizzati per la discretizzazione degli elementi 11 536

Di seguito la rappresentazione della mesh di calcolo del ponte termico:



6.7 CURVE DI TEMPERATURA

In base al modello di ponte termico e alle sue condizioni al contorno si ottiene la seguente distribuzione di temperatura all'interno degli elementi:



6.8 RISULTATI DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i risultati di calcolo relativi alla struttura di ponte termico.

Il principale risultato il flusso termico per ogni metro di lunghezza e per ogni grado di differenza di temperatura: la trasmittanza termica lineica del ponte termico viene ottenuta per differenza tra la dispersione del modello geometrico comprensivo di ponte termico e la dispersione in assenza di discontinuità.

Flusso Φ	19,35	W/m
Ψ interno	0,1869	W/mK
Ψ esterno	0,0800	W/mK
Coefficiente di accoppiamento L2D	1,05	W/mK
Temperatura minima	16,9	°C

6.9 VERIFICA DI ASSENZA DI FORMAZIONE DI MUFFA

Il metodo di calcolo della condensa superficiale su superficie interna è contenuto nella norma UNI EN ISO 13788 che prevede il calcolo del fattore di temperatura superficiale f_{Rsi} calcolato come segue

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

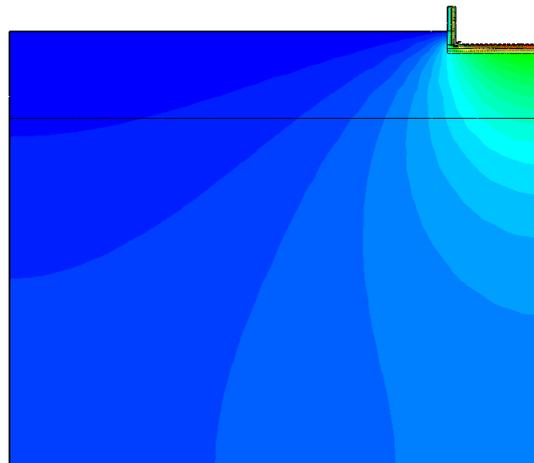
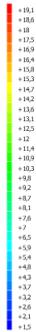
Con θ_{si} temperatura superficiale interna [°C]

θ_e temperatura dell'aria esterna [°C]

θ_i temperatura dell'aria interna [°C]

Temperatura T [°C] (calcolo psi)

Scala: -15,000000 a 19,100000



La norma precisa che al fine di evitare formazione di muffa, l'umidità superficiale critica da considerare nella valutazione della pressione di saturazione deve essere pari all' 80%.

I dati climatici utilizzati nella verifica sono riferiti al comune di Cento, FE

Di seguito il dettaglio di pressione e temperatura valutati lungo tutto l'arco dell'anno:

Tipo di calcolo	Umidità relativa interna costante
Classe di edificio	Edifici con indice di affollamento non noto

Contorno interno - esterno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	ϕ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	15,80	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,4906

novembre	9,50	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7963
dicembre	4,00	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8663
gennaio	1,50	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8844
febbraio	5,60	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8514
marzo	9,80	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7903
aprile	13,80	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,6550

Contorno interno – altro contorno

Mese	Te [°C]	Ti [°C]	φ [%]	Pi [Pa]	Psi [Pa]	Tsi [°C]	fRsi
ottobre	16,69	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,3534
novembre	14,84	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,5853
dicembre	11,69	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7425
gennaio	8,94	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8065
febbraio	7,69	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,8262
marzo	9,74	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7915
aprile	11,84	20,00	65	1 635,9	2 044,8	17,86	0,7378

Te temperatura esterna media mensile [°C]

Ti temperatura interna media mensile [°C]

φ umidità relativa interna [%]

Pi pressione interna [Pa]

Psi pressione di saturazione interna [Pa]

Tsi Temperatura superficiale interna [°C]

fRsi Fattore di resistenza superficiale

ESITO DELLA VERIFICA DI ASSENZA DI MUFFA

Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsi	0,834
Fattore di resistenza superficiale nel mese critico fRsiAmm	0,884
Mese critico	Gennaio
ESITO VERIFICA DI CONDENSA SUPERFICIALE	fRsi < fRsi,max: possibile presenza di muffa

Comune di Cento- (FE)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta U' è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi. La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

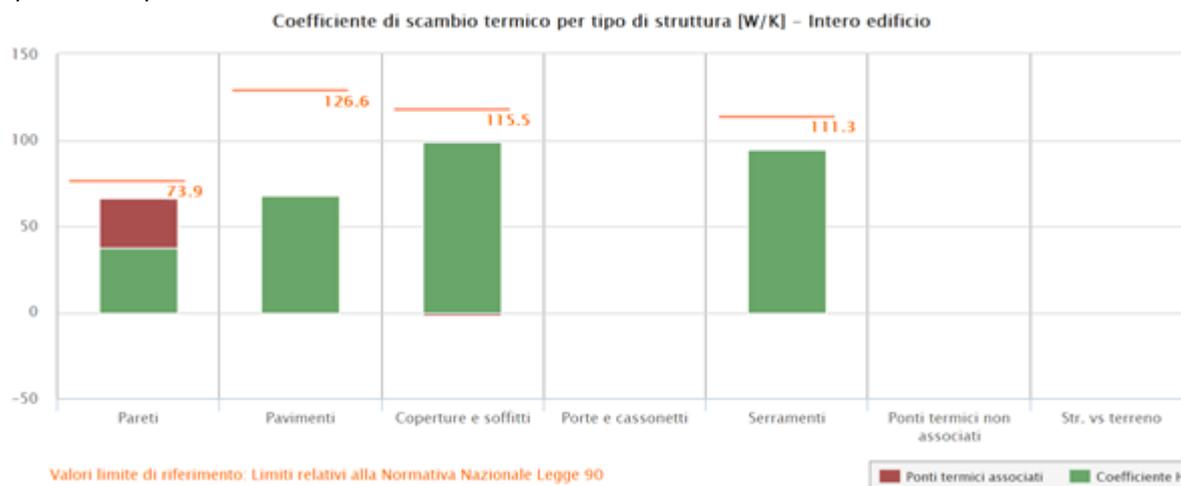
Unità immobiliare 01

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,121 W/(m ² K)	0,260 W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali di pavimento	0,107 W/(m ² K)	0,260 W/(m ² K)	-
Strutture orizzontali o inclinate di copertura	0,185 W/(m ² K)	0,220 W/(m ² K)	-
Serramenti	1,323 W/(m ² K)	1,400 W/(m ² K)	-

2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

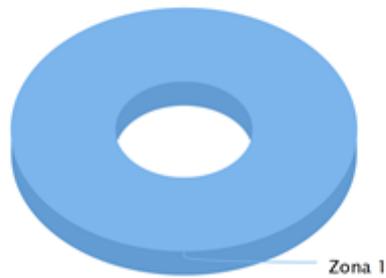
La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



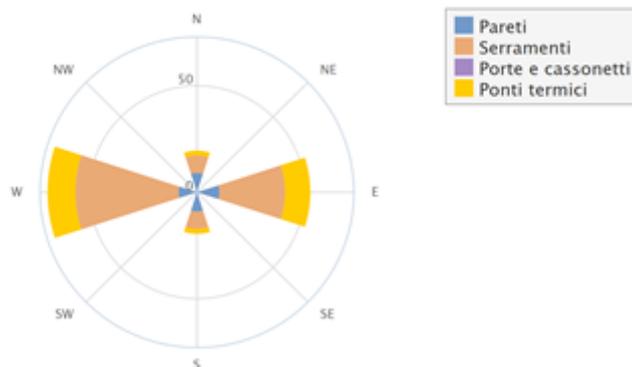
Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.

Coefficiente globale di scambio termico [W/K]



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento delle strutture verticali sullo scambio termico globale.

Coefficiente di scambio termico per orientamento [W/K]



3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta, molto utile per la progettazione, è determinata in funzione della relazione seguente:

$$U' = \frac{U \cdot A + \sum \Psi \cdot l}{A}$$

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.

Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

Unità immobiliare 01 - Zona 1 - Locale 01

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0001	parete estena legno xlam	65,4 m ²	W	0,131 W/(m ² K)	0,329 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0013	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	11,0 m	2,200 W/K	15,9 %
pt0014	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	11,0 m	2,200 W/K	15,9 %
pt0015	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	11,0 m	2,200 W/K	15,9 %
pt0016	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	11,0 m	2,200 W/K	15,9 %
pt0017	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,2 m	1,440 W/K	10,4 %
pt0018	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,2 m	1,440 W/K	10,4 %
pt0019	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	5,0 m	1,005 W/K	7,3 %
pt0020	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	5,0 m	1,005 W/K	7,3 %
pt0002	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	14,1 m	-0,529 W/K	- %
pt0001	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %
pt0004	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	parete estena legno xlam	32,6 m ²	S	0,131 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0021	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,4 m	1,480 W/K	31,4 %
pt0003	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	8,7 m	-0,324 W/K	- %
pt0004	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	parete estena legno xlam	5,8 m ²	E	0,131 W/(m ² K)	0,090 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,8 m	-0,029 W/K	- %
pt0003	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %
pt0005	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	parete estena legno xlam	1,9 m ²	N	0,131 W/(m ² K)	0,070 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0005	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,3 m	-0,009 W/K	- %
pt0005	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0005	parete estena legno xlam	7,7 m ²	E	0,131 W/(m ² K)	0,296 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0022	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	102,6 %
pt0006	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	1,3 m	-0,049 W/K	- %
pt0007	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0007	parete estena legno xlam	53,2 m ²	E	0,131 W/(m ² K)	0,313 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0023	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0024	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0025	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0026	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	10,8 m	2,164 W/K	22,2 %
pt0027	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0028	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0029	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	13,5 %
pt0008	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	10,0 m	-0,375 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0008	parete estena legno xlam	1,9 m ²	N	0,131 W/(m ² K)	0,126 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0009	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009	parete estena legno xlam	7,7 m ²	E	0,131 W/(m ² K)	0,296 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0030	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	6,6 m	1,320 W/K	102,7 %
pt0010	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	1,3 m	-0,049 W/K	- %
pt0011	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0010	parete estena legno xlam	1,9 m ²	S	0,131 W/(m ² K)	0,075 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0006	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0011	parete estena legno xlam	5,4 m ²	E	0,131 W/(m ² K)	0,087 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0012	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,7 m	-0,027 W/K	- %
pt0002	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %
pt0006	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0012	parete estena legno xlam	29,8 m ²	N	0,131 W/(m ² K)	0,177 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0031	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,4 m	1,480 W/K	34,0 %
pt0002	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0014	parete estena legno xlam	32,6 m ²	N	0,131 W/(m ² K)	0,163 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0032	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,4 m	1,480 W/K	31,4 %
pt0001	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	8,7 m	-0,323 W/K	- %
pt0001	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0016	parete estena legno xlam	29,9 m ²	S	0,131 W/(m ² K)	0,177 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0033	W18 Serramenti	0,200 W/(mK)	7,4 m	1,480 W/K	33,9 %
pt0003	Angolo fra due pareti esterne	-0,063 W/(mK)	1,7 m	-0,104 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0001	COP001-□ V (tetto in legno)	284,0 m ²	-	0,189 W/(m ² K)	0,186 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0002	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	14,1 m	-0,529 W/K	- %
pt0003	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	8,7 m	-0,324 W/K	- %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
co0002	COP001-□ V (tetto in legno)	240,9 m ²	-	0,189 W/(m ² K)	0,185 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	8,7 m	-0,323 W/K	- %
pt0004	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,8 m	-0,029 W/K	- %
pt0005	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,3 m	-0,009 W/K	- %
pt0006	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	1,3 m	-0,049 W/K	- %
pt0007	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %
pt0008	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	10,0 m	-0,375 W/K	- %
pt0009	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %
pt0010	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	1,3 m	-0,049 W/K	- %
pt0011	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,2 m	-0,009 W/K	- %
pt0012	Parete - copertura	-0,037 W/(mK)	0,7 m	-0,027 W/K	- %