



“ Finanziato dall'Unione Europea con fondo complementare al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR: Programma Sicuro, verde e sociale”

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17 LUGLIO 2015

RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE I° LIVELLO

Progetto : Riqualificazione energetica e miglioramento sismico degli alloggi di edilizia residenziale pubblica. Fg. “7” – Part. “5568” – Sub.ni “2-3-5”

Sito in : Via F. Lussana, 22 – CENATE SOPRA (BG)

Committente : COMUNE DI CENATE SOPRA

Progettista : Geom. Poloni Dino

ATTESTAZIONE DI DEPOSITO

Si attesta che la presente relazione tecnica, è stata depositata presso il comune di Cenate Sopra (BG) in data odierna al n. _____

Timbro

Data

Firma del funzionario

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELLE DISPOSIZIONI ALLEGATE AL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione integrale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Cenate Sopra*

Provincia di *Bergamo*

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

Riqualificazione energetica e miglioramento sismico degli alloggi di edilizia residenziale pubblica. SUB."2"

Edificio pubblico ☒ sì ☐ no

Edificio a uso pubblico ☐ sì ☒ no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)
Via Filippo Lussana 22, 24060 Cenate Sopra (BG)

Richiesta Permesso di Costruire n del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1 (1)-Edificio adibito a residenza con carattere continuativo

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): *Comune di Cenate Sopra*

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

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2686 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5,2 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31,0 °C

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

Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	223,50 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	222,10 m ²
Rapporto S/V	0,99 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	47,67 m ²
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	0,00 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	0,00 m ²
Superficie utile climatizzata dell'edificio	0,00 m ²
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe: ---

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Nessun intervento sulla copertura esistente

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 0,25
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 0,25

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 181,63
- potenza elettrica (kW): 9,60
- potenza elettrica limite (kW) $P=(1/K)*S$: 4,00

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (specificare anche le caratteristiche e l'ubicazione (comune, indirizzo, foglio e particella catastale) di eventuali impianti per cui ci si avvale della possibilità prevista al punto 2 della DGR 2480 del 18.11.2019), allegando l'atto di assenso del legittimo proprietario o dell'avente titolo:

Sostituzione di generatore termico combinato esistente con nuovo generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica. Ausiliari elettrici del generatore e dell'eventuale impiantistica di distribuzione assolti da impianto fotovoltaico in copertura

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Sistemi mobili per favorire il contributo dell'irraggiamento solare durante il periodo di climatizzazione invernale e limitarne durante il periodo estivo

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

SUB. 2 - APP. SX

Generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica per i servizi di climatizzazione invernale e acs. Sistema di emissione costituito da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☒ sì ☐ no

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi > 15

Filtro di sicurezza ☒ sì ☐ no

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ sì ☒ no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto ☐ sì ☒ no

Caldaia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa ☐ sì ☒ no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto

Combustibile utilizzato: *Metano*

Fluido termovettore: *Acqua*

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/radiatori/strisce radianti/termoconvettori/travi fredde/ventilconvettori/altro):

Pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Valore nominale della potenza termica utile *24,00 kW*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn
Valore di progetto 98,0 %

Rendimento termico utile al 30% Pn
Valore di progetto 109,6 %

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Residenziale autonomo*

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati): *Tramite sonda climatica esterna e centralina climatica*

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *Programmabile*

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Installazione di sensori ambiente

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo:

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Numero di apparecchi (quando applicabile), tipo, potenza termica nominale (quando applicabile)

Terminali di emissione costituiti da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

In acciaio inox e secondo prescrizioni di legge

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

Descrizione e caratteristiche principali

Sistema a dosatore di polifosfati e secondo prescrizioni di legge

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Le reti di distribuzione per impianto termico e rete acs saranno isolate con tubo multistrato in PE-X/Al/PE-X secondo le normative vigenti. Conduttività termica del materiale isolante: 0,023 W/mK; Coducibilità termica del tubo: 0,30 W/mK

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Installazione in copertura di impianto fotovoltaico esclusivo composto da n. 08 pannelli monocristallini per un totale di 3,20 kWp

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non presenti

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Residenziale autonomo

5.5 Altri impianti

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato
Non presenti

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito **"edificio ad energia quasi zero"** in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

- pareti verticali: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
- solai: $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Confronto con il valore limite pari a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0,30	h^{-1}
---	------	-----------------

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in $\text{kWh/m}^2\text{anno}$, così come definiti al punto 6 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **$0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

$H'_{T,L}$: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015): **$0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

Verifica $H'_T < H'_{T,L}$ **POSITIVA**

$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} = \mathbf{0,014} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{limite}} = \mathbf{0,030}$ (Tabella 11 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015)

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **$55,54 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

$EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **$60,49 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

Verifica $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo

dell'umidità): **10,36 kWh/m²anno**;

$EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **13,97 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale ($EP_{gl,tot}$) e in energia primaria non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$)

$EP_{gl,tot}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale): **92,45 kWh/m²anno**;

$EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **118,93 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ **POSITIVA**

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0,8050**;

$\eta_{H,limite}$ efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **0,7329**;

Verifica $\eta_H > \eta_{H,limite}$ **POSITIVA**

- η_C : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;

$\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;

- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,8796**;

$\eta_{W,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,5667**;

Verifica $\eta_W > \eta_{W,limite}$ **POSITIVA**

c) Impianti fotovoltaici

FV 3,20 kWp - APP. 02

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,20 kWp - APP. 03

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,2 kWp - APP. 05

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: *100,00 %*

d) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ($E_{p,del}$): **4.186 kWh**

- energia rinnovabile ($E_{P,gl,ren}$): 11 kWh
- energia esportata ($E_{P,exp}$): 3.255 kWh
- energia rinnovabile in situ: 11 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{P,gl,tot}$): 4.407 kWh

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

Schede in allegato

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

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

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
 - ☒ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
 - ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
 - ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i)' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria
 - ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza
- Altri eventuali allegati non obbligatori:
- Calcolo dei ponti termici agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211
 - Schede prodotti
 - Certificazione CTI software di calcolo

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *Geom. Dino Poloni*, iscritto a *Geometri e Geometri Laureati* provincia di *Bergamo* n° iscrizione 3676 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

La presente relazione tecnica è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013

A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

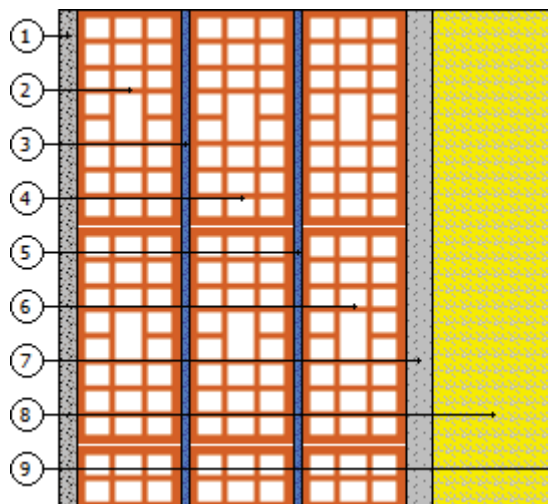
PE1 - PARETE ESTERNA 420

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
4	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
6	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
7	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	2,0	0,660		1.400	3	0,045
8	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
9	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		56,5					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,194	Resistenza termica totale	5,163

Struttura verticale esterna		
Trasmittanza [W/m²K]		0,194
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]		0,212
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]		0,003
Valore limite [W/m²K]		0,100
Sfasamento [h]		18,983
Smorzamento		0,017
Capacità termica [kJ/m²K]		60,388

Massa superficiale: 472,14 kg/m²



PE2 - PARETE ESTERNA 340

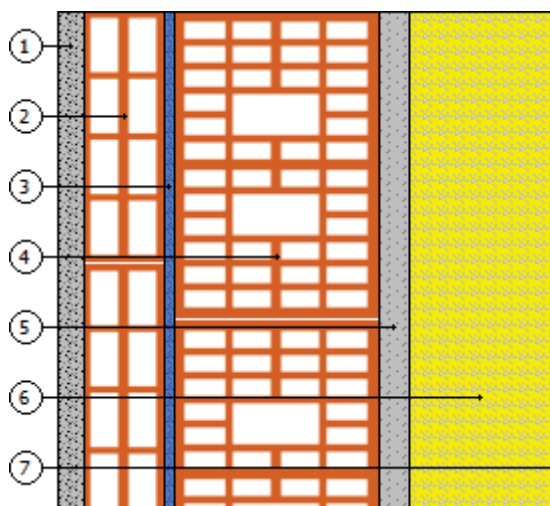
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,5	0,900		1.800	9	0,028
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
4	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore	20,0		2,128	820	21	0,470

	200						
5	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
6	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
7	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		49,0					

		Resistenza superficiale interna		0,130
		Resistenza superficiale esterna		0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,201	Resistenza termica totale		4,969

Struttura verticale esterna		
Trasmittanza [W/m²K]		0,201
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]		0,212
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]		0,013
Valore limite [W/m²K]		0,100
Sfasamento [h]		14,191
Smorzamento		0,063
Capacità termica [kJ/m²K]		56,853

Massa superficiale: 278,01 kg/m²



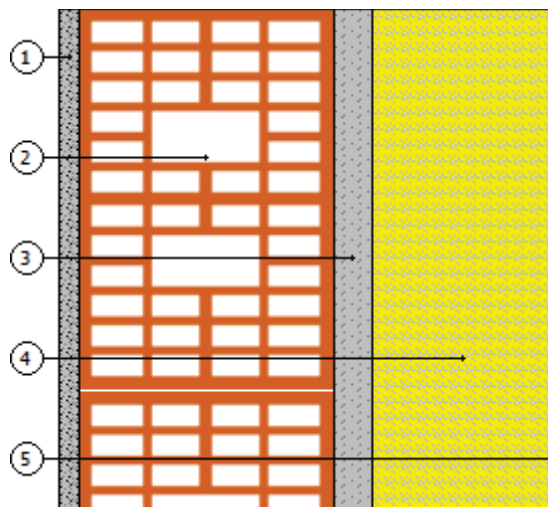
PE3 - PARETE ESTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0		2,128	820	21	0,470
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	2,0	0,660		1.400	3	0,045
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
5	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		38,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,217	Resistenza termica totale	4,608

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,217
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,212
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,035
Valore limite [W/m²K]	0,100
Sfasamento [h]	10,527
Smorzamento	0,161
Capacità termica [kJ/m²K]	53,201

Massa superficiale: 216,00 kg/m²



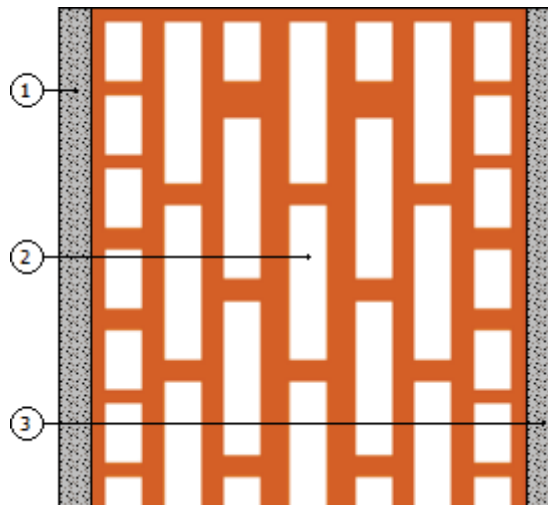
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Struttura verticale interna		
Trasmittanza [W/m²K]		1,107
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]		0,443
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]		0,526
Valore limite [W/m²K]		---
Sfasamento [h]		7,584
Smorzamento		0,475
Capacità termica [kJ/m²K]		56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



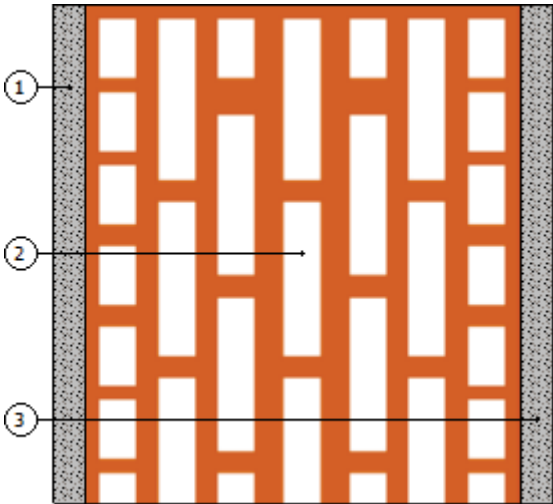
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Divisorio	
Trasmittanza [W/m²K]	1,107
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,526
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	7,584
Smorzamento	0,475
Capacità termica [kJ/m²K]	56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



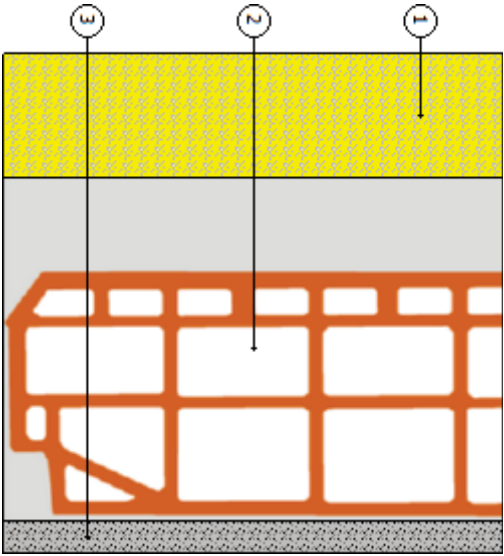
SOL1 - SOFFITTO ABITAZIONE VS. SOTTOTETTO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	GEMATHERM XC 3 80mm - lastre di polistirene espanso estruso a Norma EN ISO13164	8,0		0,449	35	1	2,227
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo a	22,0		3,030	1.273	21	0,330
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		32,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,360	Resistenza termica totale	2,779

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,360
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,327
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,068
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	9,338
Smorzamento	0,188
Capacità termica [kJ/m²K]	71,992

Massa superficiale: 282,86 kg/m²



PAVIMENTO CANTINA

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	2,000
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,900
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y _{ie} [W/m²K]	1,000
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	0,000
Smorzamento	0,000
Capacità termica [kJ/m²K]	48,376

Massa superficiale: 278,46 kg/m²

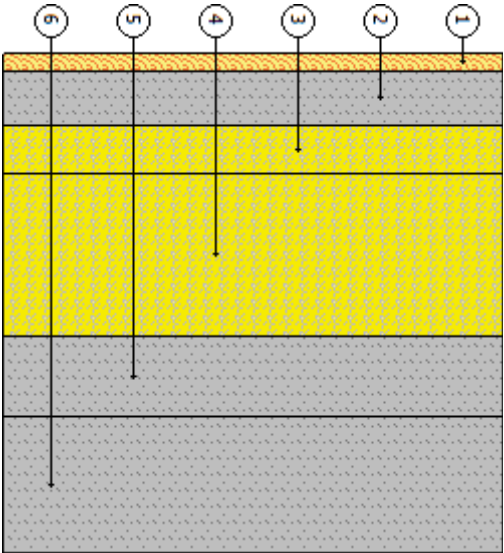
PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	δ _p x 10 ¹² [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1,3	1,300		2.300	0	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	4,0	1,000		1.800	6	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	3,5	0,031		20	5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	12,0	0,034		25	4	3,529
5	Alleggerito	6,0	0,080		300	21	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	10,0	1,350		2.000	2	0,074
Spessore totale		36,8					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,174	Resistenza termica totale	5,743

Basamento	
Trasmittanza [W/m²K]	0,174
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,134
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y _{ie} [W/m²K]	0,064
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	10,466
Smorzamento	0,365
Capacità termica [kJ/m²K]	59,262

Massa superficiale: 323,60 kg/m²



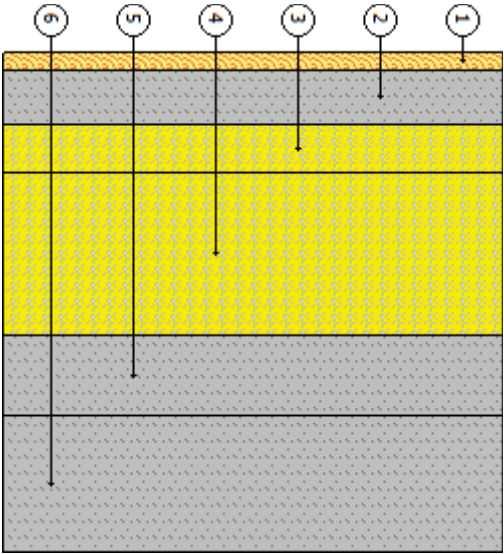
PAV2 - PAVIMENTO VS. CANTINA

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1,3	1,300		2.300	0	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	4,0	1,000		1.800	6	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	3,5	0,031		20	5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	12,0	0,034		25	4	3,529
5	Alleggerito	6,0	0,080		300	21	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	10,0	1,350		2.000	2	0,074
Spessore totale		36,8					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,170
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,170	Resistenza termica totale	5,873

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,170
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,134
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,029
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	12,184
Smorzamento	0,171
Capacità termica [kJ/m²K]	58,718

Massa superficiale: 323,60 kg/m²



B. CHIUSURE TECNICHE

B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A_g m ²	A_f m ²	l_g m	U_g W/m ² K	U_f W/m ² K	Ψ W/mK	U_w W/m ² K	$U_{w,corr}$ W/m ² K	U_{lim} W/m ² K	Classe perm.
F1 - SERRAMENTO 110X130	0,94	0,50	6,20	1,00	---	---	1,30	1,13	---	4
F3 - SERRAMENTO 80X130	0,73	0,31	3,56	1,00	---	---	1,30	1,13	---	4
F4 - SERRAMENTO 130X130	1,16	0,53	6,60	1,00	---	---	1,30	1,13	---	4

B.2. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache

Descrizione	U [W/m ² K]	U^* [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]	Classe di permeabilità
PORTA INGRESSO	1,30	0,52	---	0

B.3. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [-]	$g_{gl+sh,lim}$ [-]
F1 - SERRAMENTO 110X130	Verticale	0,19	0,35
F3 - SERRAMENTO 80X130	Verticale	0,19	0,35
F4 - SERRAMENTO 130X130	Verticale	0,19	0,35

Legenda

A_g	Area del vetro
A_f	Area del telaio
l_g	Perimetro della superficie vetrata
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U_f	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U_w	Trasmittanza termica totale del serramento
$U_{w,corr}$	Trasmittanza termica ridotta del serramento comprensiva delle chiusure opache
U^*	Trasmittanza comprensiva dell'effetto degli ambienti adiacenti (da confrontare con il limite)
U_{lim}	Trasmittanza limite
g_{gl+sh}	Fattore di trasmissione solare totale
$g_{gl+sh,lim}$	Fattore di trasmissione solare totale limite

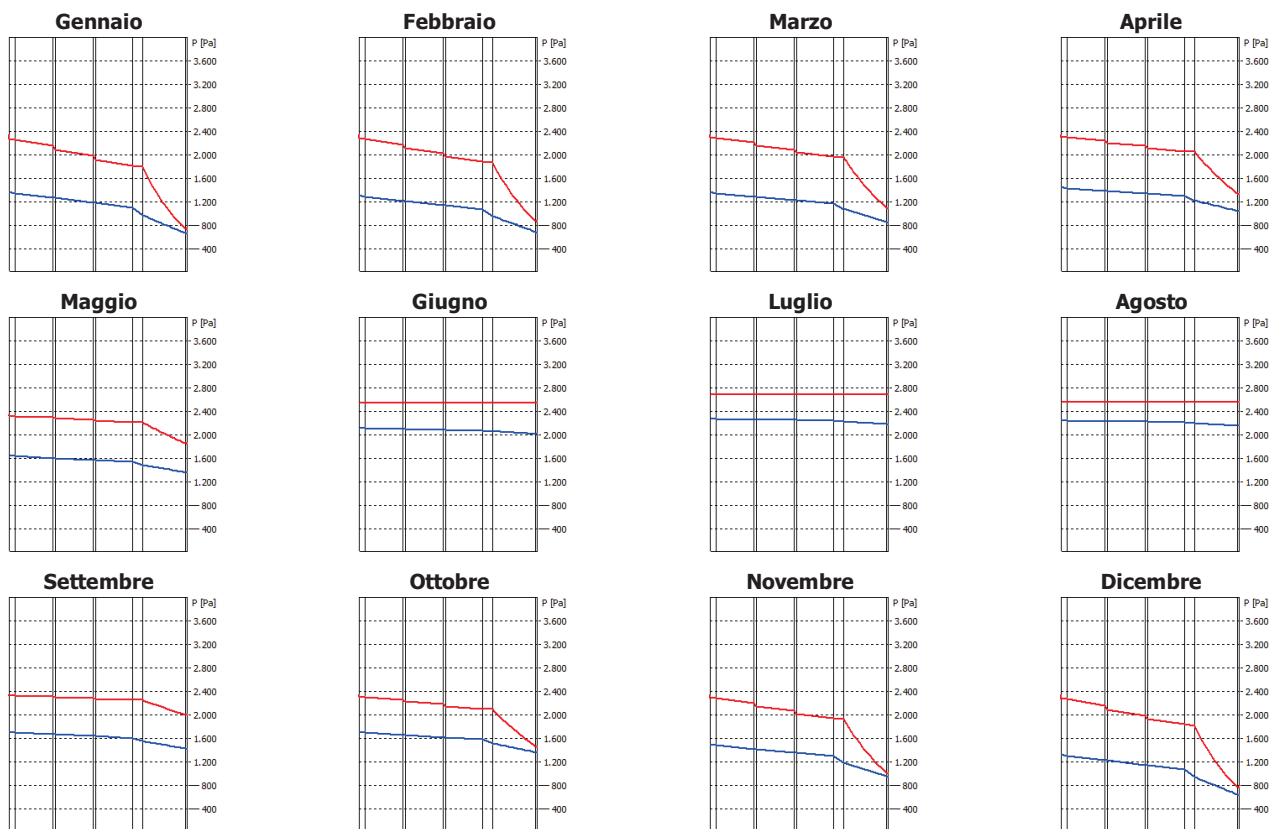
C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il calcolo delle pressioni parziali di vapore è effettuato secondo il criterio delle classi di concentrazione

PE1 - PARETE ESTERNA 420

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	2,0	0,022
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
4	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
6	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
7	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
8	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
9	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			57,5	5,163

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,2	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,3	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,6	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,4	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,2	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



fRsi Struttura: 0,9527

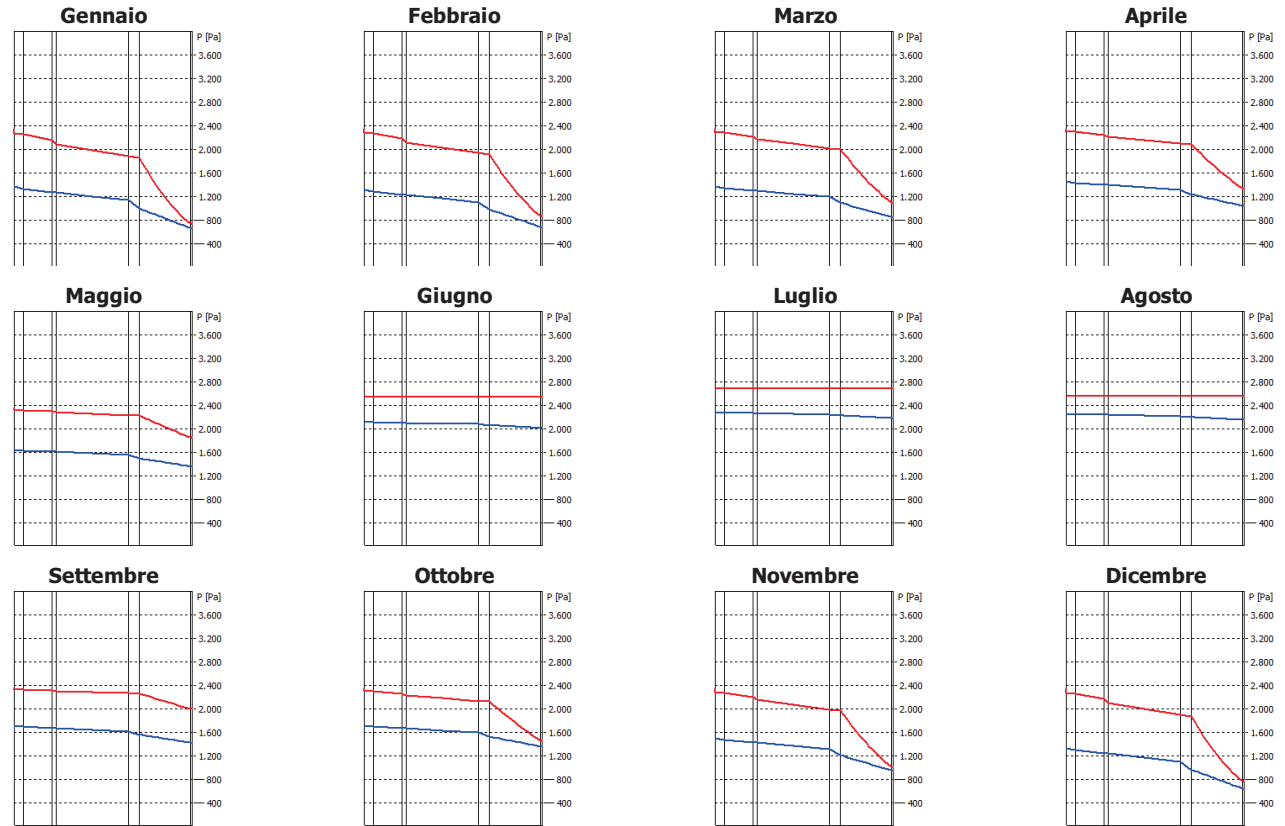
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PE2 - PARETE ESTERNA 340

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	2,5	0,028
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	9,0	8,0	0,200
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
4	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	9,0	20,0	0,470
5	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
6	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
7	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			49,0	4,969

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,1	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,3	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,6	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,4	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,2	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9509

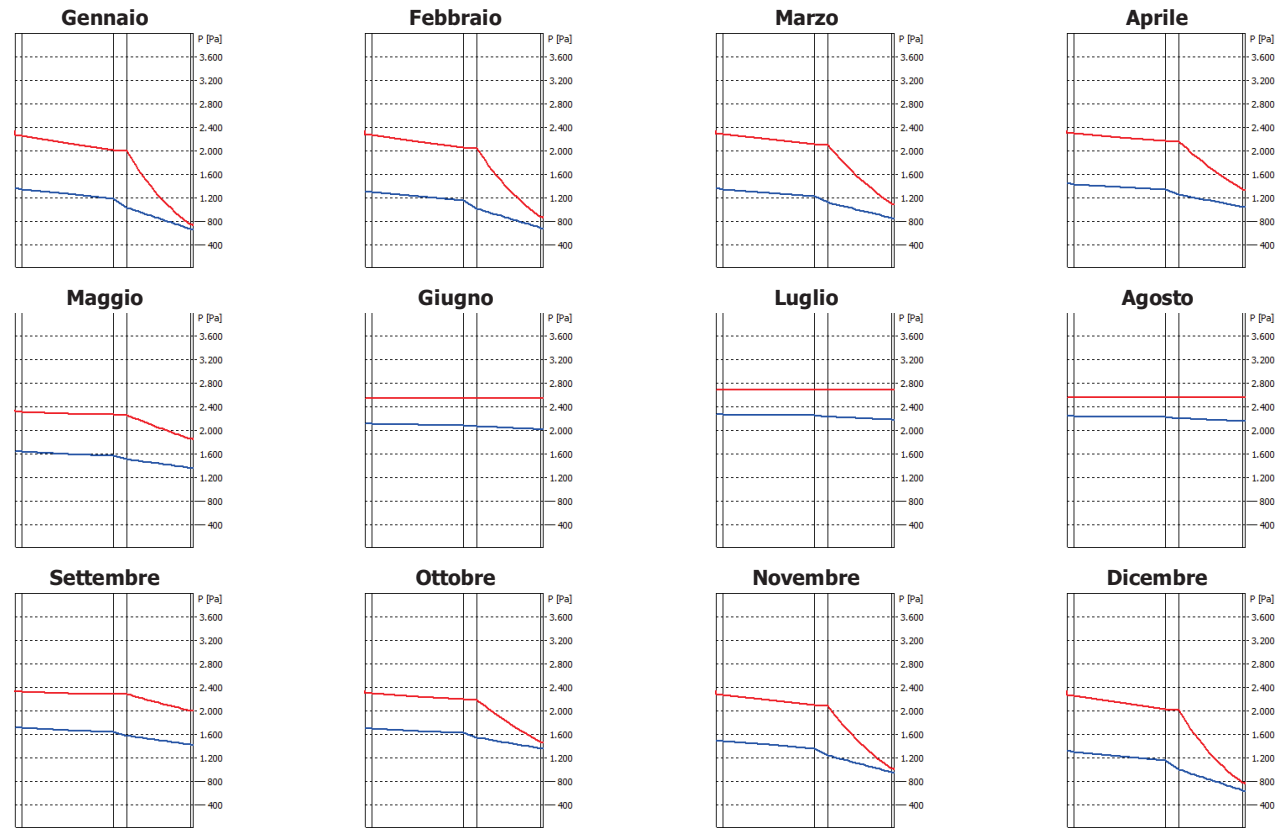
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PE3 - PARETE ESTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	1,5	0,017
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	9,0	20,0	0,470
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
5	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			39,0	4,608

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,1	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,2	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,5	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,3	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,1	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9471

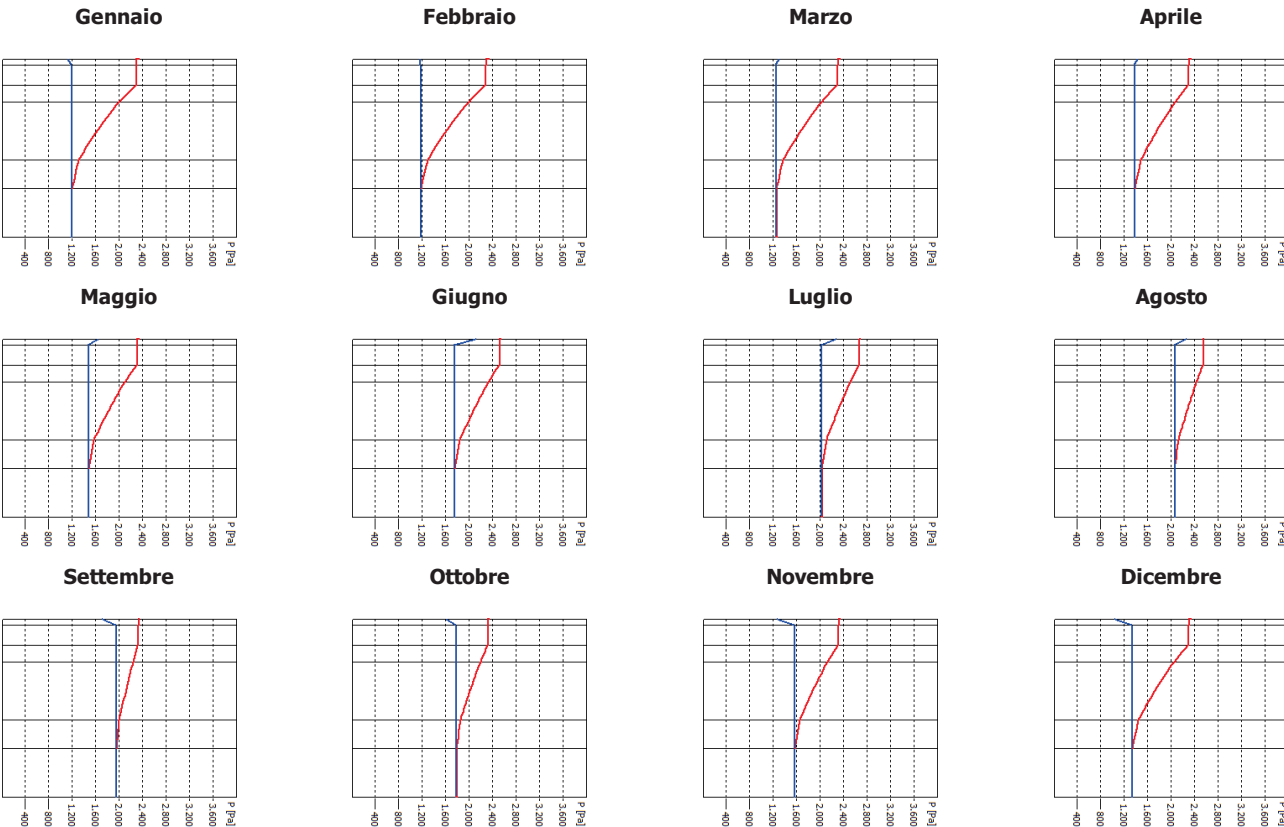
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1.000.000,0	1,3	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	30,0	4,0	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	40,0	3,5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	50,0	12,0	3,529
5	Alleggerito	9,0	6,0	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	100,0	10,0	0,074
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			36,8	5,743

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.129	9,5	1.186	19,5	12,1	0,2483	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.161	9,2	1.165	19,5	12,5	0,3057	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.296	10,2	1.245	19,6	14,2	0,4090	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.434	11,7	1.372	19,6	15,8	0,4940	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	12,7	1.465	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	15,3	1.742	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	17,7	2.018	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	17,9	2.053	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,1	1.947	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.608	15,7	1.778	19,8	17,6	0,4451	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.273	13,6	1.552	19,7	13,9	0,0593	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.048	11,2	1.326	19,6	11,0	0,0000	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9571

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELLE DISPOSIZIONI ALLEGATE AL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione integrale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Cenate Sopra*

Provincia di *Bergamo*

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

Riqualificazione energetica e miglioramento sismico degli alloggi di edilizia residenziale pubblica. SUB."3"

Edificio pubblico ☒ sì ☐ no

Edificio a uso pubblico ☐ sì ☒ no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)
Via Filippo Lussana 22, 24060 Cenate Sopra (BG)

Richiesta Permesso di Costruire n del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1 (1)-Edificio adibito a residenza con carattere continuativo

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): *Comune di Cenate Sopra*

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

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2686 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5,2 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31,0 °C

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

Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	211,98 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	184,71 m ²
Rapporto S/V	0,87 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	46,17 m ²
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	0,00 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	0,00 m ²
Superficie utile climatizzata dell'edificio	0,00 m ²
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe: ---

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Nessun intervento sulla copertura esistente

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 0,25
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 0,25

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 181,63
- potenza elettrica (kW): 9,60
- potenza elettrica limite (kW) $P=(1/K)*S$: 4,00

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (specificare anche le caratteristiche e l'ubicazione (comune, indirizzo, foglio e particella catastale) di eventuali impianti per cui ci si avvale della possibilità prevista al punto 2 della DGR 2480 del 18.11.2019), allegando l'atto di assenso del legittimo proprietario o dell'avente titolo:

Sostituzione di generatore termico combinato esistente con nuovo generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica. Ausiliari elettrici del generatore e dell'eventuale impiantistica di distribuzione assolti da impianto fotovoltaico in copertura

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Sistemi mobili per favorire il contributo dell'irraggiamento solare durante il periodo di climatizzazione invernale e limitarne durante il periodo estivo

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

SUB. 3 - APP. CNT

Generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica per i servizi di climatizzazione invernale e acs. Sistema di emissione costituito da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☒ sì ☐ no

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi > 15

Filtro di sicurezza ☒ sì ☐ no

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ sì ☒ no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto ☐ sì ☒ no

Caldia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa ☐ sì ☒ no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto

Combustibile utilizzato: *Metano*

Fluido termovettore: *Acqua*

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/radiatori/strisce radianti/termoconvettori/travi fredde/ventilconvettori/altro):

Pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Valore nominale della potenza termica utile *24,00 kW*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn
Valore di progetto 98,0 %

Rendimento termico utile al 30% Pn
Valore di progetto 109,6 %

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Residenziale autonomo*

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati): *Tramite sonda climatica esterna e centralina climatica*

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *Programmabile*

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Installazione di sensori ambiente

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo:

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Numero di apparecchi (quando applicabile), tipo, potenza termica nominale (quando applicabile)

Terminali di emissione costituiti da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

In acciaio inox e secondo prescrizioni di legge

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

Descrizione e caratteristiche principali

Sistema a dosatore di polifosfati e secondo prescrizioni di legge

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Le reti di distribuzione per impianto termico e rete acs saranno isolate con tubo multistrato in PE-X/Al/PE-X secondo le normative vigenti. Conduttibilità termica del materiale isolante: 0,023 W/mK; Coducibilità termica del tubo: 0,30 W/mK

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Installazione in copertura di impianto fotovoltaico esclusivo composto da n. 08 pannelli monocristallini per un totale di 3,20 kWp

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non presenti

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Residenziale autonomo

5.5 Altri impianti

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato
Non presenti

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito **"edificio ad energia quasi zero"** in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

- pareti verticali: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
- solai: $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Confronto con il valore limite pari a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0,30	h^{-1}
---	------	-----------------

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in $\text{kWh/m}^2\text{anno}$, così come definiti al punto 6 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **$0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

$H'_{T,L}$: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015): **$0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

Verifica $H'_T < H'_{T,L}$ **POSITIVA**

$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} = 0,010 < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{limite}} = 0,030$ (Tabella 11 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015)

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **$53,73 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

$EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **$54,89 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

Verifica $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo

dell'umidità): **8,86 kWh/m²anno**;

$EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **11,00 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale ($EP_{gl,tot}$) e in energia primaria non rinnovabile ($EP_{gl,nren}$)

$EP_{gl,tot}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale): **89,90 kWh/m²anno**;

$EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **110,68 kWh/m²anno**;

Verifica $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ **POSITIVA**

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0,8037**;
 $\eta_{H,limite}$ efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **0,7329**;

Verifica $\eta_H > \eta_{H,limite}$ **POSITIVA**

- η_C : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;
 $\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;
- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,8796**;
 $\eta_{W,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,5667**;

Verifica $\eta_W > \eta_{W,limite}$ **POSITIVA**

c) Impianti fotovoltaici

FV 3,20 kWp - APP. 02

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,20 kWp - APP. 03

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,2 kWp - APP. 05

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: *100,00 %*

d) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ($E_{p,del}$): **3.943 kWh**

- energia rinnovabile ($E_{P,gl,ren}$): 10 kWh
- energia esportata ($E_{P,exp}$): 3.256 kWh
- energia rinnovabile in situ: 10 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{P,gl,tot}$): 4.151 kWh

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

Schede in allegato

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

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

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
 - ☒ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
 - ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
 - ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i)' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria
 - ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza
- Altri eventuali allegati non obbligatori:
- Calcolo dei ponti termici agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211
 - Schede prodotti
 - Certificazione CTI software di calcolo

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *Geom. Dino Poloni*, iscritto a *Geometri e Geometri Laureati* provincia di *Bergamo* n° iscrizione 3676 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

La presente relazione tecnica è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013

A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

PE2 - PARETE ESTERNA 340

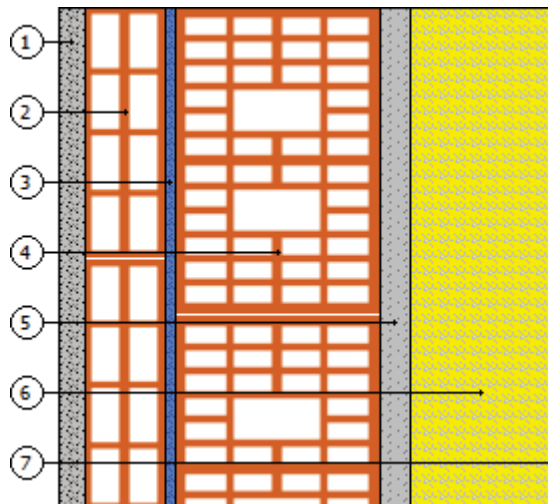
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,5	0,900		1.800	9	0,028
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
4	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0		2,128	820	21	0,470
5	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
6	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
7	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		49,0					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m²K]	0,201	Resistenza termica totale	4,969
------------------------------	-------	---------------------------	-------

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,201
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici) [W/m²K]	0,244
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0,013
Valore limite [W/m²K]	0,100
Sfasamento [h]	14,191
Smorzamento	0,063
Capacità termica [kJ/m²K]	56,853

Massa superficiale: 278,01 kg/m²



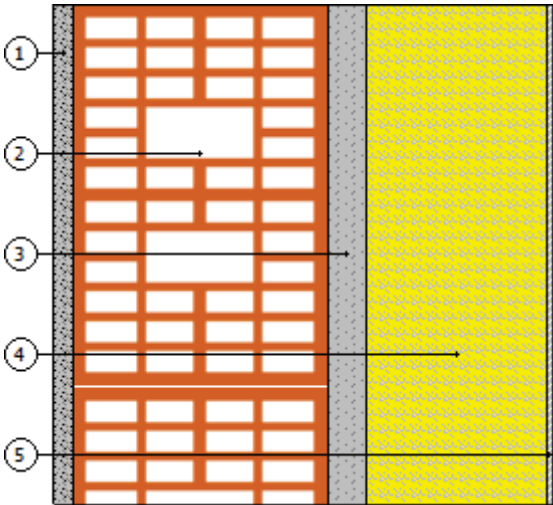
PE3 - PARETE ESTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0		2,128	820	21	0,470
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
5	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		39,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,217	Resistenza termica totale	4,608

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0,217
Valore limite [W/m²K]	0,800
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0,035
Valore limite [W/m²K]	0,100
Sfasamento [h]	10,527
Smorzamento	0,161
Capacità termica [kJ/m²K]	53,201

Massa superficiale: 216,00 kg/m²



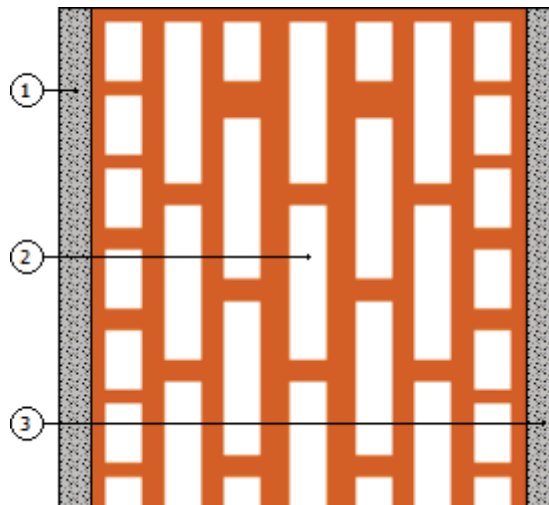
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Struttura verticale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	1,107
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,443
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,526
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	7,584
Smorzamento	0,475
Capacità termica [kJ/m²K]	56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



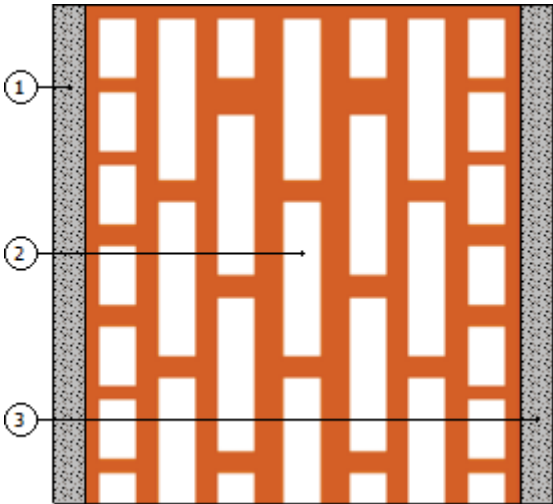
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Divisorio	
Trasmittanza [W/m²K]	1,107
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,526
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	7,584
Smorzamento	0,475
Capacità termica [kJ/m²K]	56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



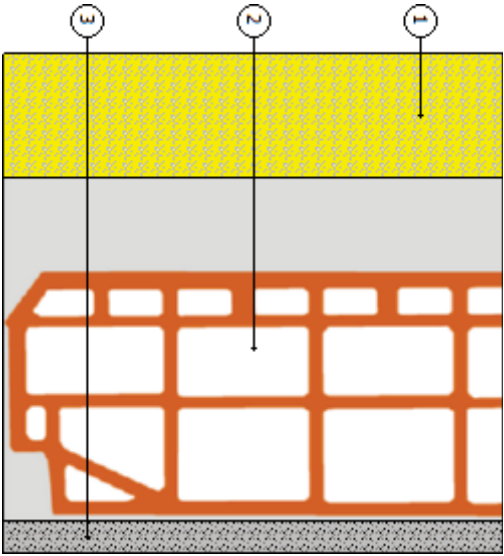
SOL1 - SOFFITTO ABITAZIONE VS. SOTTOTETTO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	GEMATHERM XC 3 80mm - lastre di polistirene espanso estruso a Norma EN ISO13164	8,0		0,449	35	1	2,227
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo a	22,0		3,030	1.273	21	0,330
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		32,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,360	Resistenza termica totale	2,779

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,360
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,327
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,068
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	9,338
Smorzamento	0,188
Capacità termica [kJ/m²K]	71,992

Massa superficiale: 282,86 kg/m²



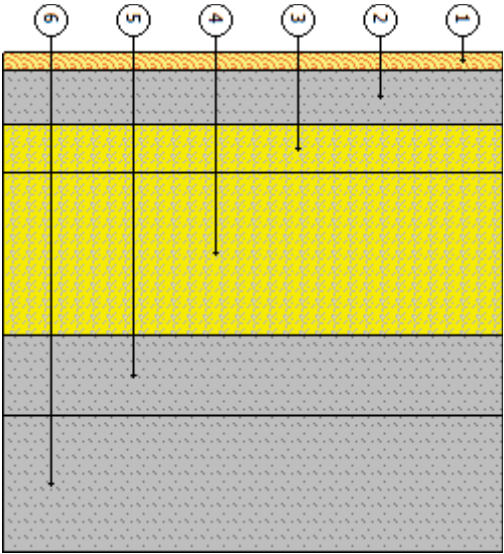
PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1,3	1,300		2.300	0	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	4,0	1,000		1.800	6	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	3,5	0,031		20	5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	12,0	0,034		25	4	3,529
5	Alleggerito	6,0	0,080		300	21	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	10,0	1,350		2.000	2	0,074
Spessore totale		36,8					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,174	Resistenza termica totale	5,743

Basamento	
Trasmittanza [W/m²K]	0,174
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,145
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,064
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	10,466
Smorzamento	0,365
Capacità termica [kJ/m²K]	59,262

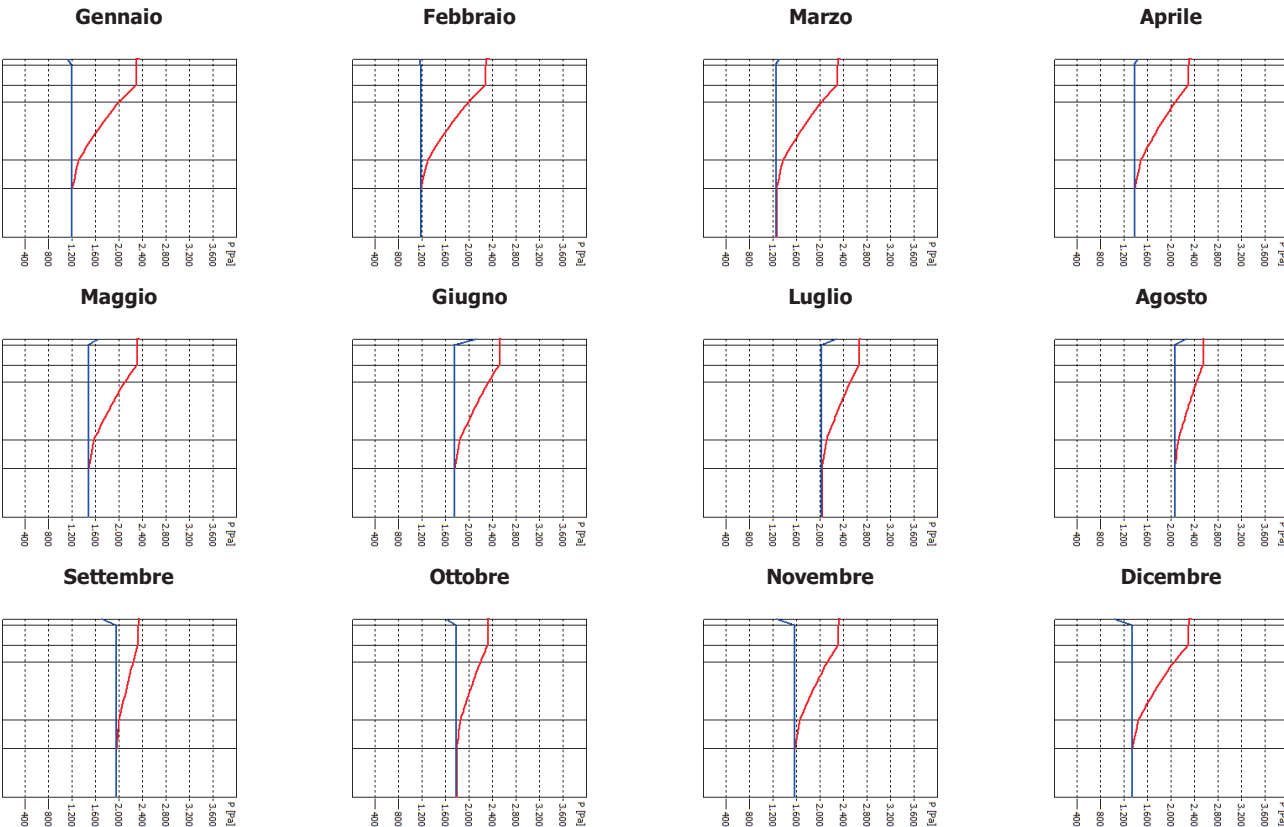
Massa superficiale: 323,60 kg/m²



PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1.000.000,0	1,3	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	30,0	4,0	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	40,0	3,5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	50,0	12,0	3,529
5	Alleggerito	9,0	6,0	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	100,0	10,0	0,074
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			36,8	5,743

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.129	9,5	1.186	19,5	12,1	0,2483	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.161	9,2	1.165	19,5	12,5	0,3057	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.296	10,2	1.245	19,6	14,2	0,4090	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.434	11,7	1.372	19,6	15,8	0,4940	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	12,7	1.465	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	15,3	1.742	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	17,7	2.018	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	17,9	2.053	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,1	1.947	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.608	15,7	1.778	19,8	17,6	0,4451	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.273	13,6	1.552	19,7	13,9	0,0593	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.048	11,2	1.326	19,6	11,0	0,0000	0,0000	0,0000



f_{rsi} Struttura: 0,9571

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELLE DISPOSIZIONI ALLEGATE AL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie definite nell'allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione integrale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Cenate Sopra*

Provincia di *Bergamo*

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

Riqualificazione energetica e miglioramento sismico degli alloggi di edilizia residenziale pubblica. SUB."5"

Edificio pubblico ☒ sì ☐ no

Edificio a uso pubblico ☐ sì ☒ no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)
Via Filippo Lussana 22, 24060 Cenate Sopra (BG)

Richiesta Permesso di Costruire n del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1 (1)-Edificio adibito a residenza con carattere continuativo

Numero delle unità immobiliari: *1*

Committente(i): *Comune di Cenate Sopra*

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

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2686 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5,2 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31,0 °C

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

Climatizzazione invernale

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	225,22 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	222,51 m ²
Rapporto S/V	0,99 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	48,02 m ²
Valore di progetto della temperatura interna invernale	20,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	50,0 %
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Climatizzazione estiva

Volume delle parti di edificio abitabili al lordo delle strutture che li delimitano (V)	0,00 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume condizionato (S)	0,00 m ²
Superficie utile climatizzata dell'edificio	0,00 m ²
Valore di progetto della temperatura interna estiva	26,0 °C
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	50 %
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no

Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), classe: ---

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Nessun intervento sulla copertura esistente

Adozione di misuratori d'energia (Energy Meter) ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell'A.C.S. ☐ sì ☒ no

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento di cui ai punti 6.13 e 6.15 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Produzione di energia termica

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 0,25
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 0,25

Produzione di energia elettrica

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): 181,63
- potenza elettrica (kW): 9,60
- potenza elettrica limite (kW) $P=(1/K)*S$: 4,00

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (specificare anche le caratteristiche e l'ubicazione (comune, indirizzo, foglio e particella catastale) di eventuali impianti per cui ci si avvale della possibilità prevista al punto 2 della DGR 2480 del 18.11.2019), allegando l'atto di assenso del legittimo proprietario o dell'avente titolo:

Sostituzione di generatore termico combinato esistente con nuovo generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica. Ausiliari elettrici del generatore e dell'eventuale impiantistica di distribuzione assolti da impianto fotovoltaico in copertura

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale ☒ sì ☐ no

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Sistemi mobili per favorire il contributo dell'irraggiamento solare durante il periodo di climatizzazione invernale e limitarne durante il periodo estivo

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

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

a) Descrizione impianto

SUB. 5 - APP. DX

Generatore termico a condensazione ad alta efficienza energetica per i servizi di climatizzazione invernale e acs. Sistema di emissione costituito da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☒ sì ☐ no

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi > 15

Filtro di sicurezza ☒ sì ☐ no

b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ sì ☒ no

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto ☐ sì ☒ no

Caldia/Generatore di aria calda

Generatore di calore a biomassa ☐ sì ☒ no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto

Combustibile utilizzato: *Metano*

Fluido termovettore: *Acqua*

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/radiatori/strisce radianti/termoconvettori/travi fredde/ventilconvettori/altro):

Pavimento radiante disaccoppiato termicamente

Valore nominale della potenza termica utile *24,00 kW*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn
Valore di progetto 98,0 %

Rendimento termico utile al 30% Pn
Valore di progetto 109,6 %

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Continua 24 ore*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Residenziale autonomo*

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati): *Tramite sonda climatica esterna e centralina climatica*

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *Programmabile*

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Installazione di sensori ambiente

d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

Numero di apparecchi, descrizione sintetica del dispositivo:

e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Numero di apparecchi (quando applicabile), tipo, potenza termica nominale (quando applicabile)

Terminali di emissione costituiti da pavimento radiante disaccoppiato termicamente

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

In acciaio inox e secondo prescrizioni di legge

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

Descrizione e caratteristiche principali

Sistema a dosatore di polifosfati e secondo prescrizioni di legge

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Le reti di distribuzione per impianto termico e rete acs saranno isolate con tubo multistrato in PE-X/Al/PE-X secondo le normative vigenti. Conduttività termica del materiale isolante: 0,023 W/mK; Coducibilità termica del tubo: 0,30 W/mK

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

5.2 Impianti fotovoltaici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

Installazione in copertura di impianto fotovoltaico esclusivo composto da n. 08 pannelli monocristallini per un totale di 3,20 kWp

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non presenti

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Residenziale autonomo

5.5 Altri impianti

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato
Non presenti

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito **"edificio ad energia quasi zero"** in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili previsti dalla lettera c) del punto 6.13 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

- pareti verticali: $0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$
- solai: $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Confronto con il valore limite pari a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifica termoigrometrica

(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0,30	h^{-1}
---	------	-----------------

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

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in $\text{kWh/m}^2\text{anno}$, così come definiti al punto 6 dell'Allegato del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **$0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

$H'_{T,L}$: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015): **$0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$** ;

Verifica $H'_T < H'_{T,L}$ **POSITIVA**

$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} = \mathbf{0,014} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{limite}} = \mathbf{0,030}$ (Tabella 11 Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015)

- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **$60,19 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

$EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **$61,00 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$** ;

Verifica $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ **POSITIVA**

- $EP_{C,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo

dell'umidità): **10,97** kWh/m²anno;

EP_{C,nd,limite}: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **14,10** kWh/m²anno;

Verifica EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite} **POSITIVA**

- EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria); questo indice può essere espresso in energia primaria totale (EP_{gl,tot}) e in energia primaria non rinnovabile (EP_{gl,nren})

EP_{gl,tot}: indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale): **98,20** kWh/m²anno;

EP_{gl,tot,limite}: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **119,76** kWh/m²anno;

Verifica EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite} **POSITIVA**

- η_H: efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0,8060**;
η_{H,limite} efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento: **0,7329**;

Verifica η_H > η_{H,limite} **POSITIVA**

- η_C: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;
η_{C,limite}: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0,0000**;
- η_W: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0,8796**;
η_{W,limite}: efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria calcolato nell'edificio di riferimento: **0,5667**;

Verifica η_W > η_{W,limite} **POSITIVA**

c) Impianti fotovoltaici

FV 3,20 kWp - APP. 02

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,20 kWp - APP. 03

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

FV 3,2 kWp - APP. 05

- connessione impianto: *grid connected*
- tipo moduli: *silicio monocristallino*
- tipo installazione: *parzialmente integrati*
- tipo supporto: *supporto metallico*
- inclinazione (°) e orientamento: *16° SUD-EST*
- potenza installata: *3,20 kW*

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo: *100,00 %*

d) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita (E_{P,del}): **4.480** kWh

- energia rinnovabile ($E_{P,gl,ren}$): 12 kWh
- energia esportata ($E_{P,exp}$): 3.254 kWh
- energia rinnovabile in situ: 12 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{P,gl,tot}$): 4.715 kWh

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

Schede in allegato

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

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

8. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (obbligatoria)

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
 - ☒ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
 - ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
 - ☐ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i)' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
 - ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria
 - ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza
- Altri eventuali allegati non obbligatori:
- Calcolo dei ponti termici agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211
 - Schede prodotti
 - Certificazione CTI software di calcolo

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto *Geom. Dino Poloni*, iscritto a *Geometri e Geometri Laureati* provincia di *Bergamo* n° iscrizione 3676 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

La presente relazione tecnica è resa, dal sottoscritto, in forma di dichiarazione sostitutiva di atto notorio ai sensi dell'articolo 47 del D.P.R. 445/2000 e dell'articolo 15, comma 1 del D.Lgs 192/2005 così come modificato dall'articolo 12 del D.L 63/2013

A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

PE1 - PARETE ESTERNA 420

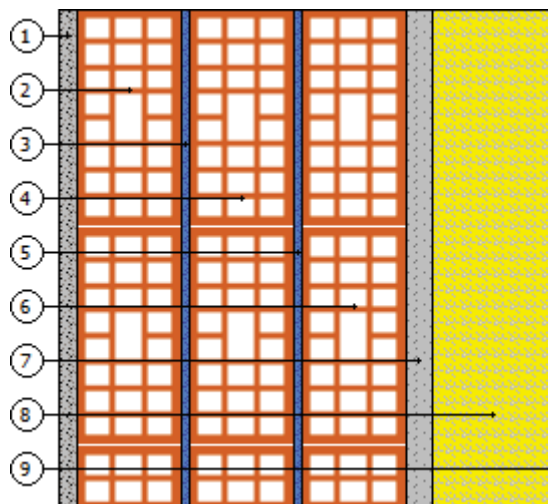
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
4	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
6	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	12,0		4,167	1.167	21	0,240
7	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
8	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
9	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		57,5					

Resistenza superficiale interna	0,130
Resistenza superficiale esterna	0,040

Trasmittanza termica [W/m²K]	0,194	Resistenza termica totale	5,163
------------------------------	-------	---------------------------	-------

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,194
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,225
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,003
Valore limite [W/m²K]	0,100
Sfasamento [h]	18,983
Smorzamento	0,017
Capacità termica [kJ/m²K]	60,388

Massa superficiale: 472,14 kg/m²



PE2 - PARETE ESTERNA 340

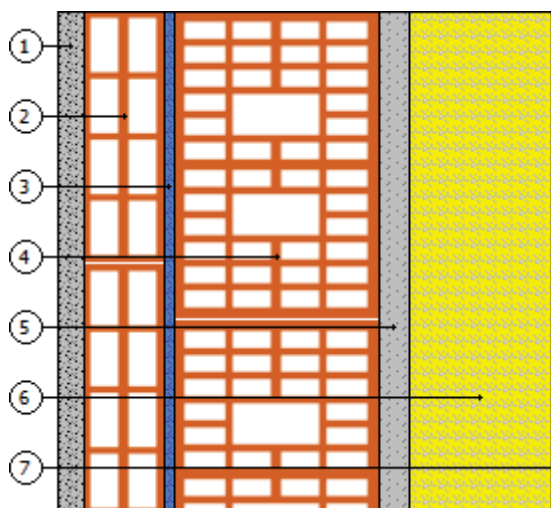
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2,5	0,900		1.800	9	0,028
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	8,0		5,000	775	21	0,200
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0		6,673	1	193	0,150
4	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore	20,0		2,128	820	21	0,470

	200						
5	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
6	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
7	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		49,0					

		Resistenza superficiale interna		0,130
		Resistenza superficiale esterna		0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,201	Resistenza termica totale		4,969

Struttura verticale esterna		
Trasmittanza [W/m²K]		0,201
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]		0,225
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]		0,013
Valore limite [W/m²K]		0,100
Sfasamento [h]		14,191
Smorzamento		0,063
Capacità termica [kJ/m²K]		56,853

Massa superficiale: 278,01 kg/m²



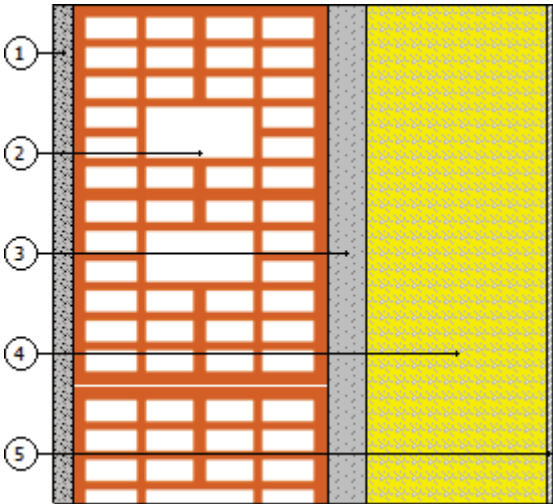
PE3 - PARETE ESTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	20,0		2,128	820	21	0,470
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	3,0	0,660		1.400	3	0,045
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	14,0	0,036		25	6	3,889
5	Intonaco plastico per cappotto esterno	0,5	0,300		1.300	6	0,017
Spessore totale		39,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,217	Resistenza termica totale	4,608

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,217
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,225
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,035
Valore limite [W/m²K]	0,100
Sfasamento [h]	10,527
Smorzamento	0,161
Capacità termica [kJ/m²K]	53,201

Massa superficiale: 216,00 kg/m²



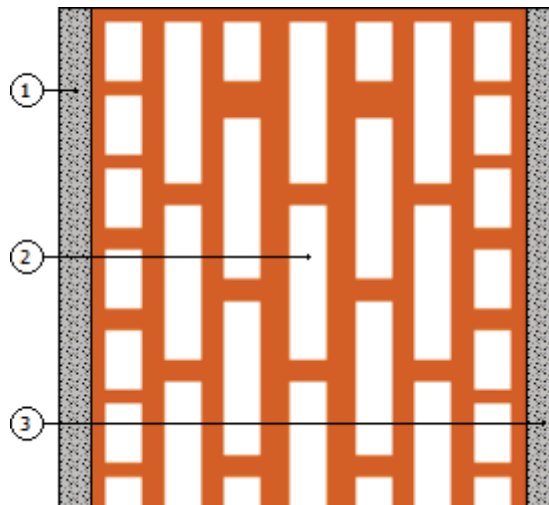
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Struttura verticale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	1,107
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,443
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,526
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	7,584
Smorzamento	0,475
Capacità termica [kJ/m²K]	56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



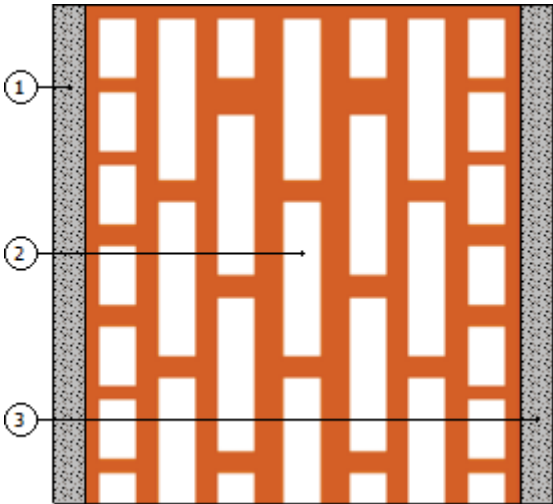
PI1 - PARETE INTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
2	Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura O 60%)	20,0		1,639	765	21	0,610
3	Malta di calce o di calce e cemento	1,5	0,900		1.800	9	0,017
Spessore totale		23,0					

		Resistenza superficiale interna	0,130
		Resistenza superficiale esterna	0,130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1,107	Resistenza termica totale	0,903

Divisorio	
Trasmittanza [W/m²K]	1,107
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,526
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	7,584
Smorzamento	0,475
Capacità termica [kJ/m²K]	56,385

Massa superficiale: 153,00 kg/m²



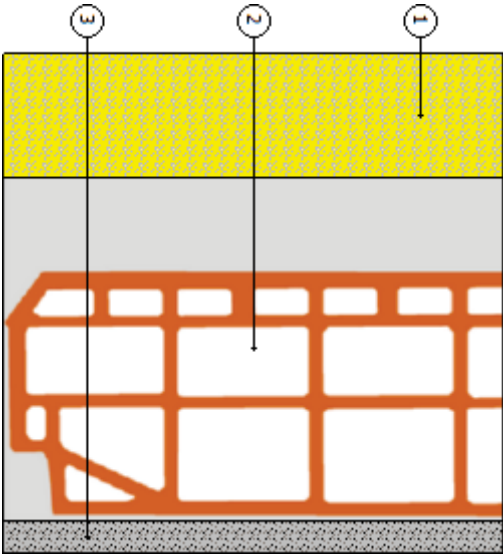
SOL1 - SOFFITTO ABITAZIONE VS. SOTTOTETTO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	GEMATHERM XC 3 80mm - lastre di polistirene espanso estruso a Norma EN ISO13164	8,0		0,449	35	1	2,227
2	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20 + Calcestruzzo a	22,0		3,030	1.273	21	0,330
3	Malta di calce o di calce e cemento	2,0	0,900		1.800	9	0,022
Spessore totale		32,0					

		Resistenza superficiale interna	0,100
		Resistenza superficiale esterna	0,100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,360	Resistenza termica totale	2,779

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0,360
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,327
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0,068
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	9,338
Smorzamento	0,188
Capacità termica [kJ/m²K]	71,992

Massa superficiale: 282,86 kg/m²



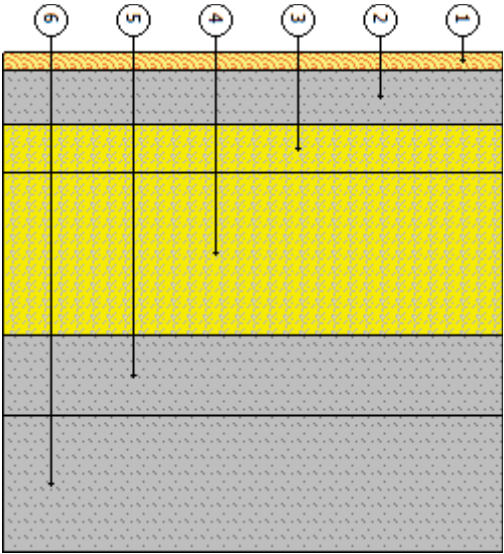
PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1,3	1,300		2.300	0	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	4,0	1,000		1.800	6	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	3,5	0,031		20	5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	12,0	0,034		25	4	3,529
5	Alleggerito	6,0	0,080		300	21	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	10,0	1,350		2.000	2	0,074
Spessore totale		36,8					

		Resistenza superficiale interna	0,170
		Resistenza superficiale esterna	0,040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0,174	Resistenza termica totale	5,743

Basamento	
Trasmittanza [W/m²K]	0,174
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0,148
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0,064
Valore limite [W/m²K]	0,180
Sfasamento [h]	10,466
Smorzamento	0,365
Capacità termica [kJ/m²K]	59,262

Massa superficiale: 323,60 kg/m²



B. CHIUSURE TECNICHE

B.1. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti

Descrizione	A_g m ²	A_f m ²	l_g m	U_g W/m ² K	U_f W/m ² K	Ψ W/mK	U_w W/m ² K	$U_{w,corr}$ W/m ² K	U_{lim} W/m ² K	Classe perm.
F1 - SERRAMENTO 110X130	0,94	0,50	6,20	1,00	---	---	1,30	1,13	1,40	4
F3 - SERRAMENTO 80X130	0,73	0,31	3,56	1,00	---	---	1,30	1,13	1,40	4
F4 - SERRAMENTO 130X130	1,16	0,53	6,60	1,00	---	---	1,30	1,13	1,40	4

B.2. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache

Descrizione	U [W/m ² K]	U^* [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]	Classe di permeabilità
PORTA INGRESSO	1,30	0,52	---	0

B.3. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [-]	$g_{gl+sh,lim}$ [-]
F1 - SERRAMENTO 110X130	Verticale	0,19	0,35

Legenda

A_g	Area del vetro
A_f	Area del telaio
l_g	Perimetro della superficie vetrata
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
U_f	Trasmittanza termica del telaio
Ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
U_w	Trasmittanza termica totale del serramento
$U_{w,corr}$	Trasmittanza termica ridotta del serramento comprensiva delle chiusure opache
U^*	Trasmittanza comprensiva dell'effetto degli ambienti adiacenti (da confrontare con il limite)
U_{lim}	Trasmittanza limite
g_{gl+sh}	Fattore di trasmissione solare totale
$g_{gl+sh,lim}$	Fattore di trasmissione solare totale limite

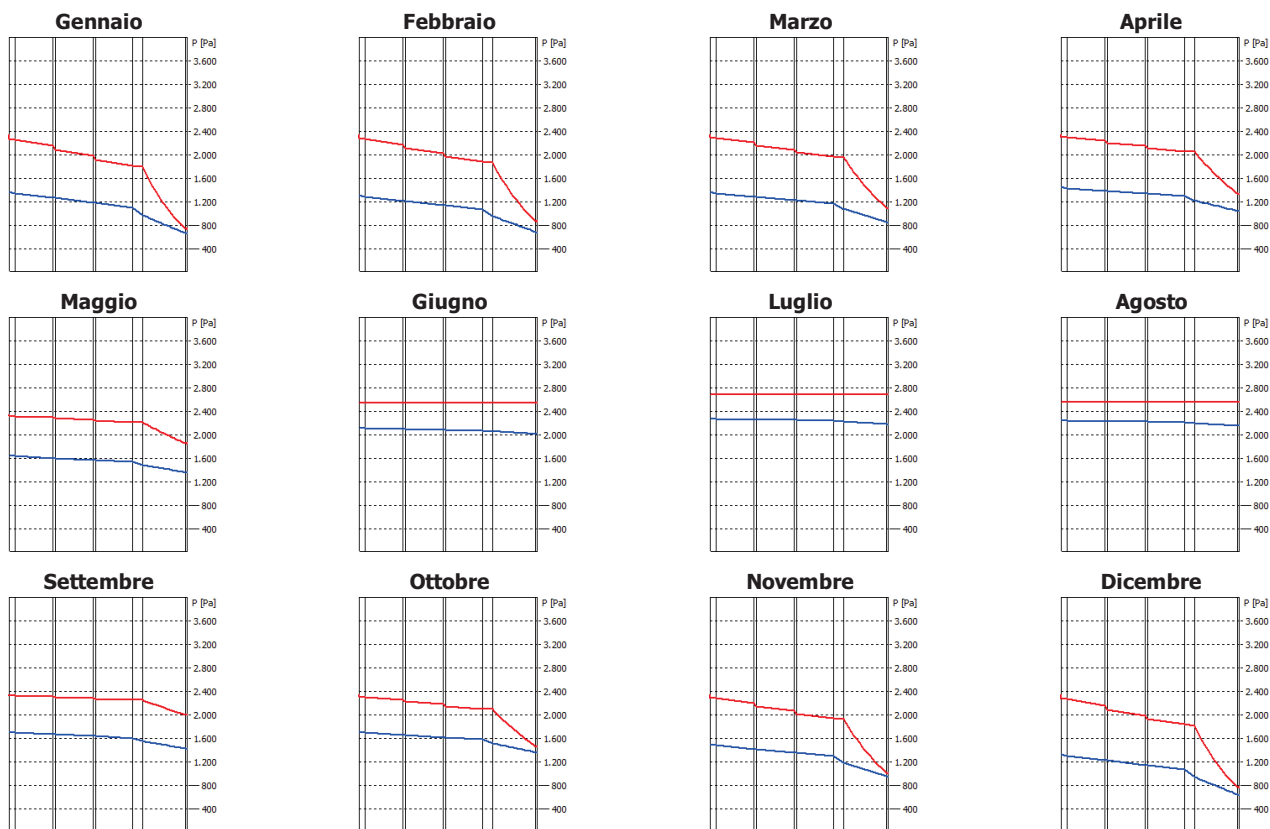
C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

Il calcolo delle pressioni parziali di vapore è effettuato secondo il criterio delle classi di concentrazione

PE1 - PARETE ESTERNA 420

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	2,0	0,022
2	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
4	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
5	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
6	Mattone semipieno di laterizio (250*120*120) spessore 120	9,0	12,0	0,240
7	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
8	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
9	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			57,5	5,163

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,2	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,3	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,6	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,4	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,2	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



fRsi Struttura: 0,9527

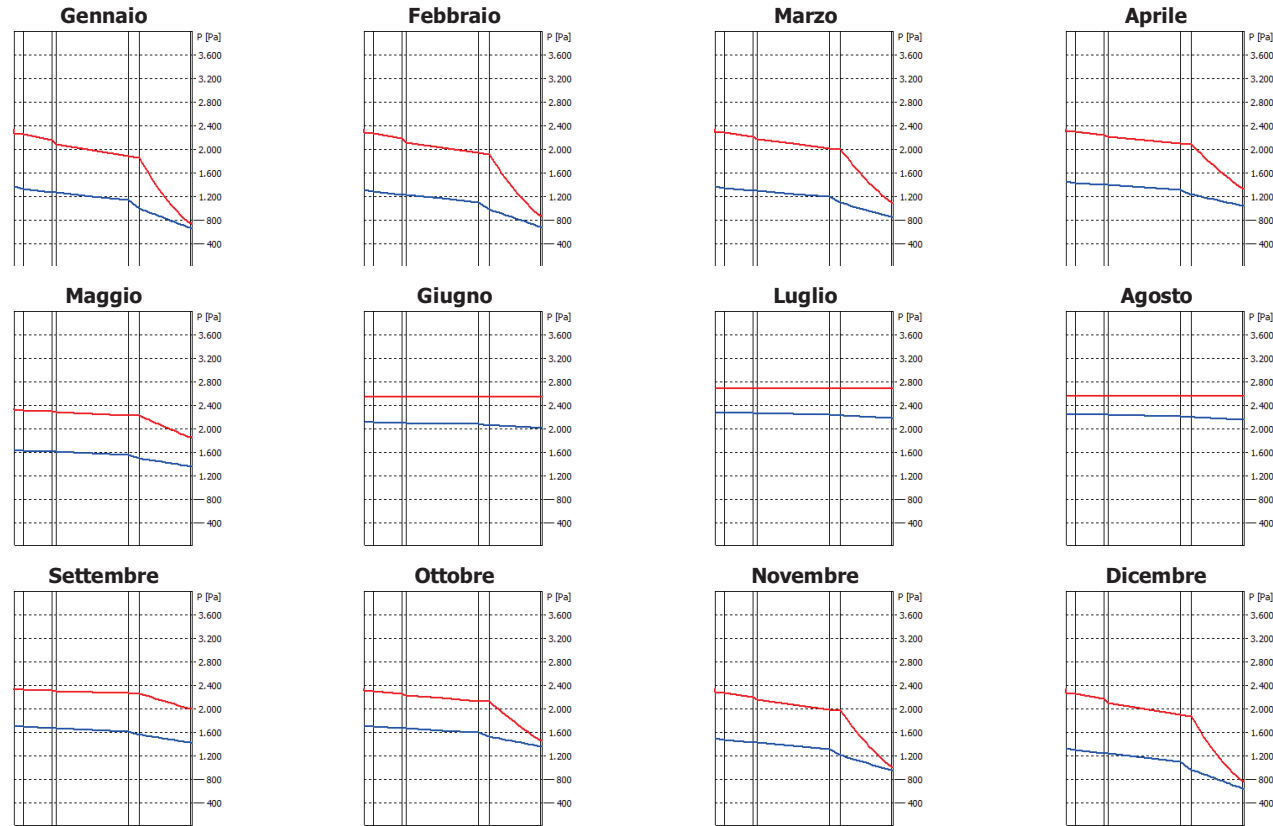
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PE2 - PARETE ESTERNA 340

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	2,5	0,028
2	Mattone forato di laterizio (250*080*250) spessore 80	9,0	8,0	0,200
3	Aria intercapedine flusso orizzontale 10 mm	1,0	1,0	0,150
4	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	9,0	20,0	0,470
5	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
6	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
7	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			49,0	4,969

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,1	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,3	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,6	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,4	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,2	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9509

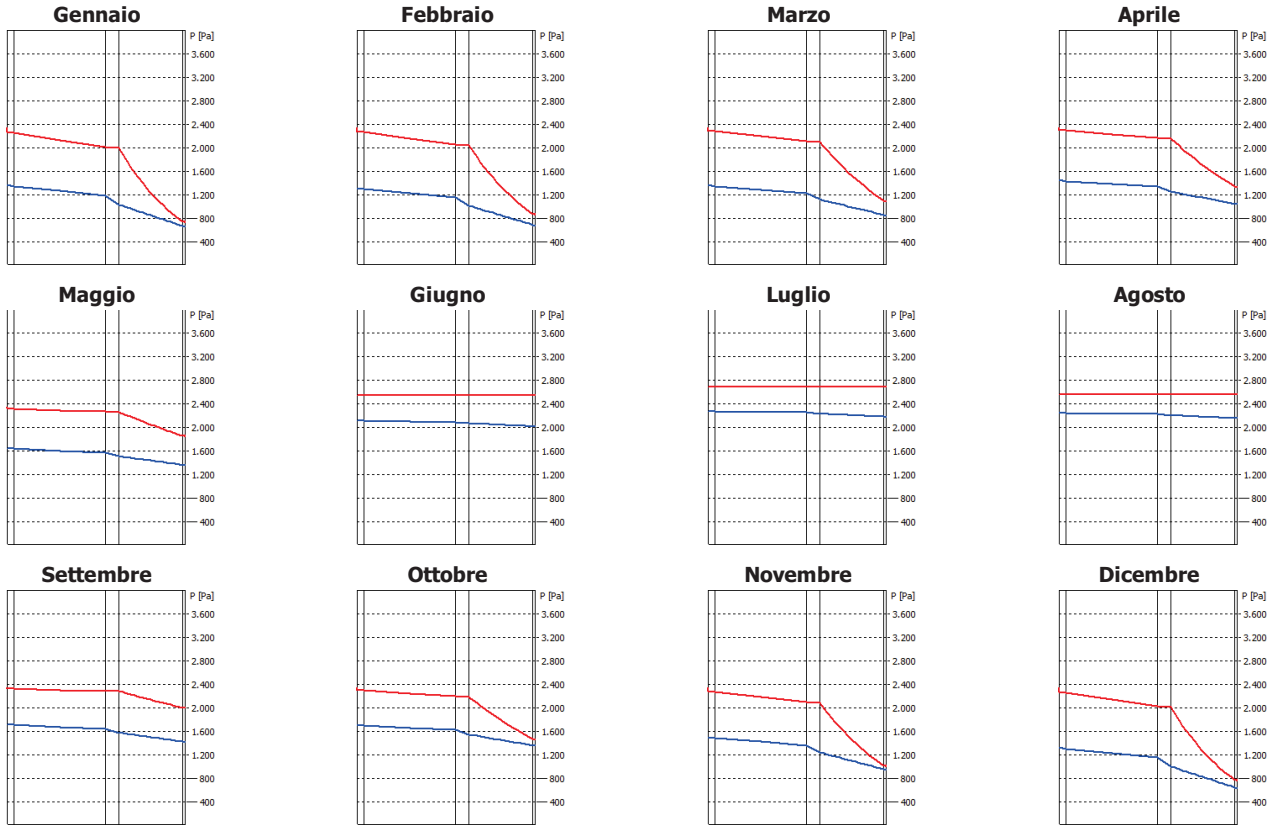
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PE3 - PARETE ESTERNA 230

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22,0	1,5	0,017
2	Blocco semipieno di laterizio (300*200*250) spessore 200	9,0	20,0	0,470
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	60,0	3,0	0,045
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO 100	30,0	14,0	3,889
5	Intonaco plastico per cappotto esterno	30,0	0,5	0,017
Resistenza superficiale interna				0,130
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			39,0	4,608

Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{Rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.378	2,5	655	19,1	15,2	0,7238	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.319	4,8	678	19,2	14,5	0,6376	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.369	8,2	849	19,4	15,1	0,5821	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.452	11,2	1.038	19,5	16,0	0,5441	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	16,3	1.356	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	21,4	2.014	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	22,3	2.178	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	21,5	2.150	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,5	1.418	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.717	12,6	1.354	19,6	18,6	0,8164	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.507	7,0	944	19,3	16,6	0,7359	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.335	3,1	634	19,1	14,7	0,6850	0,0000	0,0000



f_{Rsi} Struttura: 0,9471

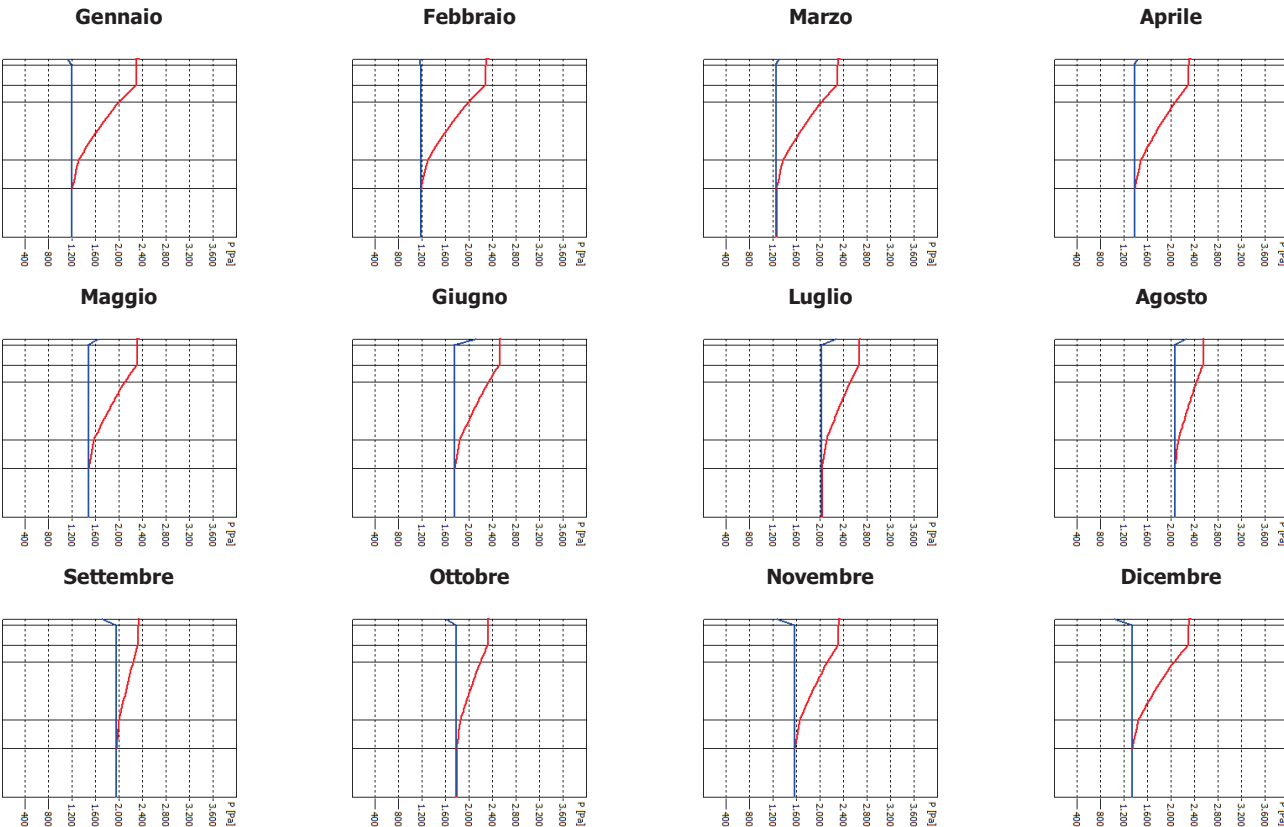
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

PAV1 - PAVIMENTO VS. VESPAIO

N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana [1]	1.000.000,0	1,3	0,010
2	Caldana additivata per pannelli	30,0	4,0	0,040
3	Pannello termoformato pavimento radiante in grafite	40,0	3,5	1,129
4	ISOLCONFORT - ECO ESPANSO F K120	50,0	12,0	3,529
5	Alleggerito	9,0	6,0	0,750
6	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	100,0	10,0	0,074
Resistenza superficiale interna				0,170
Resistenza superficiale esterna				0,040
Totale			36,8	5,743

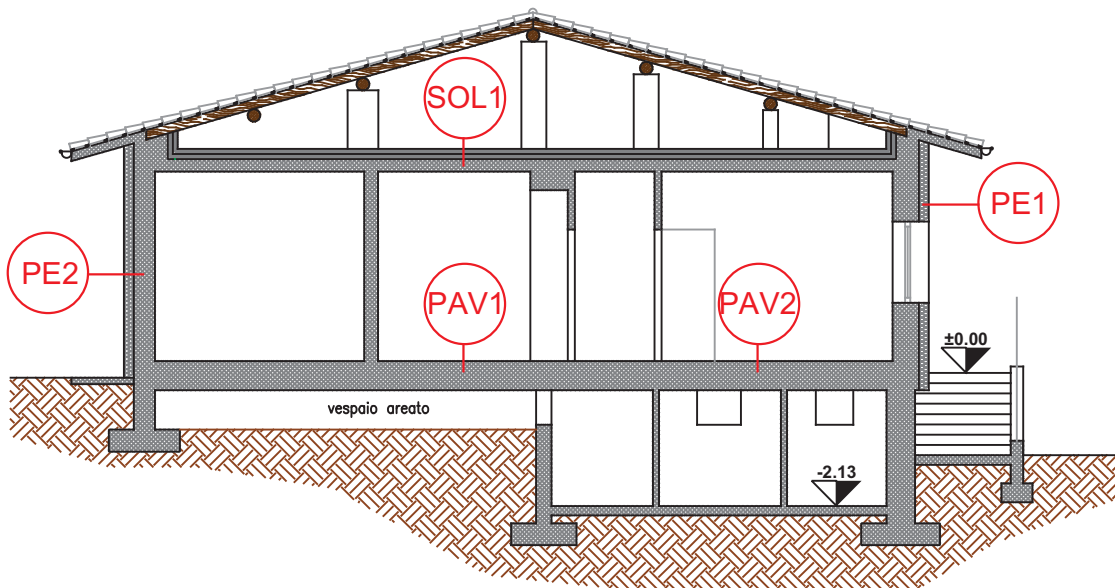
Mese	T _i [°C]	P _i [Pa]	T _e [°C]	P _e [Pa]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	f _{rsi,min}	g _c [kg/m²]	M _a [kg/m²]
Gennaio	20,0	1.129	9,5	1.186	19,5	12,1	0,2483	0,0000	0,0000
Febbraio	20,0	1.161	9,2	1.165	19,5	12,5	0,3057	0,0000	0,0000
Marzo	20,0	1.296	10,2	1.245	19,6	14,2	0,4090	0,0000	0,0000
Aprile	20,0	1.434	11,7	1.372	19,6	15,8	0,4940	0,0000	0,0000
Maggio	18,0	1.456	12,7	1.465	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Giugno	21,4	2.114	15,3	1.742	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Luglio	22,3	2.278	17,7	2.018	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Agosto	21,5	2.250	17,9	2.053	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Settembre	18,0	1.518	17,1	1.947	0,0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000
Ottobre	20,0	1.608	15,7	1.778	19,8	17,6	0,4451	0,0000	0,0000
Novembre	20,0	1.273	13,6	1.552	19,7	13,9	0,0593	0,0000	0,0000
Dicembre	20,0	1.048	11,2	1.326	19,6	11,0	0,0000	0,0000	0,0000



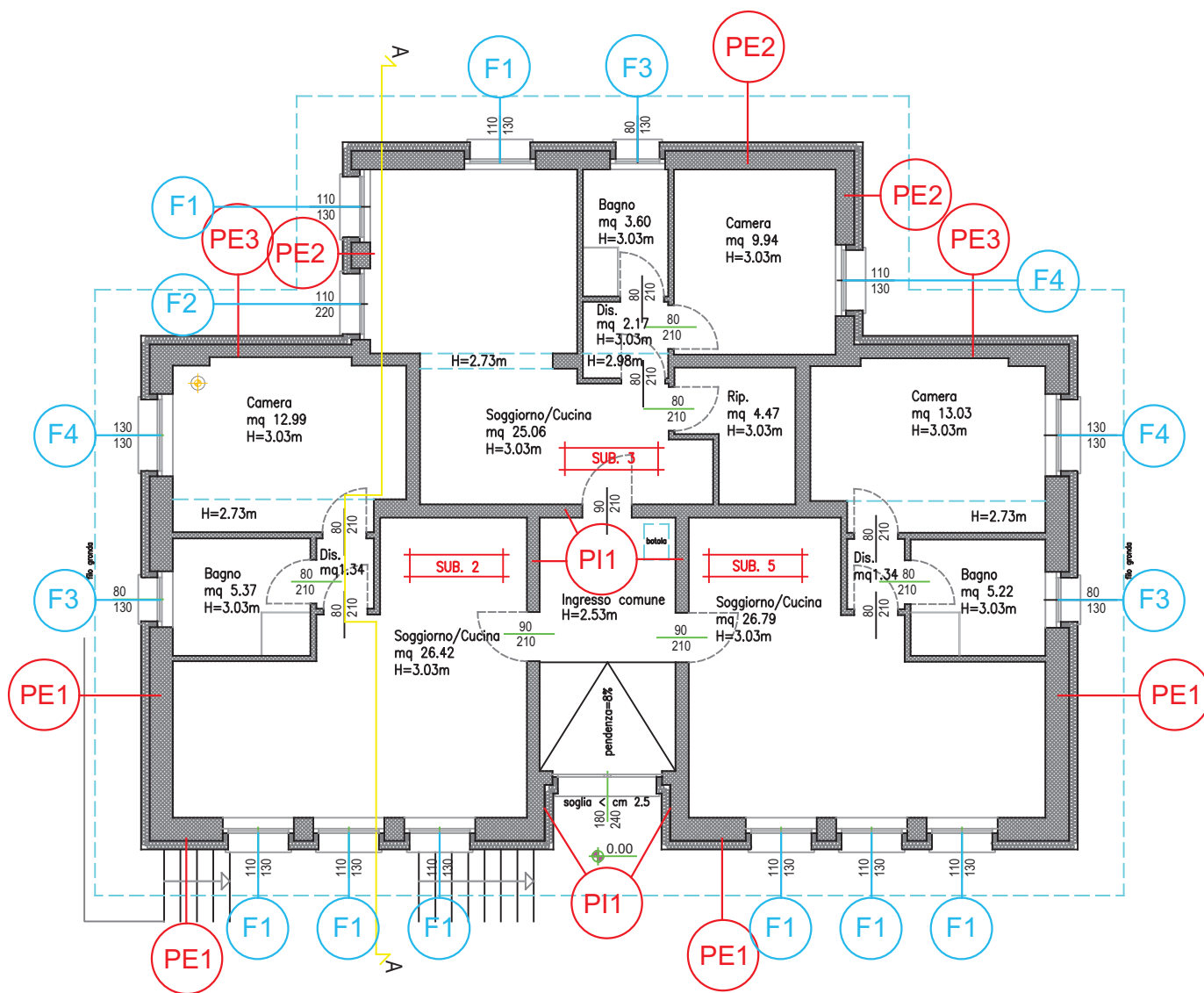
fRsi Struttura: 0,9571

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.



SEZIONE AA



PIANTA PIANO TERRA

TAVOLA STRATIGRAFIE E NODI TERMICI
LEGENDA

M1 SIMBOLO STRATIGRAFIA ELEMENTO OPACO

F1 SIMBOLO ELEMENTO FINISTRATO

RELAZIONE DI CALCOLO DEI PONTI TERMICI ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI

Nome del progetto	Riqualificazione energetica e miglioramento sismico degli alloggi di edilizia residenziale pubblica
Committente	Comune di Cenate Sopra
Indirizzo	Via Filippo Lussana, 22 - Cenate Sopra (BG)
Telefono	
E-mail	
Calcolo eseguito da	Geom. Dino Poloni
Commento	

Premessa

I ponti termici sono elementi dell'involucro edilizio che generano una discontinuità nei flussi termici e nella distribuzione delle temperature superficiali. L'analisi agli elementi finiti basata sulla norma UNI EN ISO 10211 'Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati' consente di determinare il comportamento termico e igrometrico dei ponti termici col fine di calcolare:

- le trasmittanze termiche lineari;
- la distribuzione delle temperature interne e superficiali;
- il rischio di formazione di muffa e di condensa superficiale.

La norma definisce i limiti geometrici e le suddivisioni del modello, le condizioni termiche al contorno, i valori termici e le relazioni da utilizzare. Inoltre il metodo proposto si basa sul presupposto che tutte le proprietà fisiche dei materiali sono indipendenti dalla temperatura e che non ci sono sorgenti di calore all'interno dell'elemento edilizio.

La presente relazione mostra i risultati di un'analisi agli elementi finiti condotta in conformità alla normativa vigente attraverso il software IRIS validato secondo UNI EN ISO 10211.

Riferimenti normativi

IRIS implementa i modelli di calcolo forniti dalle seguenti norme:

UNI EN ISO 10211:2018	Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati
UNI EN ISO 14683:2018	Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento
UNI EN ISO 13788:2013	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13370:2018	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo

Le informazioni presenti negli archivi di IRIS sono ricavate dalle seguenti fonti:

UNI 10351:2015	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
UNI 10355:1994	Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.
UNI EN ISO 10456:2008	Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
UNI/TS 11552:2014	Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici
UNI 10349-1:2016	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
UNI 10349-2:2016	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto
UNI 10349-3:2016	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici
UNI 10349:1994	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici Dati climatici
UNI EN ISO 6946:2018	Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

I risultati della validazione di IRIS sono riportati nel manuale del software.

Elenco dei ponti termici

N.	Tipo	Descrizione	Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	Rischio condens.	Rischio muffa
1	C	ANGOLO SPORGENTE 420	0,127	-0,096	✓	✓
2	C	ANGOLO SPORGENTE 340	0,110	-0,087	✓	✓
3	C	ANGOLO RIENTRANTE 340/230	-0,158	0,027	✓	✓
4	NF	PARETE 420 SOFFITTO SOTTOTETTO	0,304	0,007	✓	✓
5	NF	PARETE 340 SOFFITTO SOTTOTETTO	0,283	0,022	✓	✓
6	NF	PARETE 230 SOFFITTO SOTTOTETTO	0,308	0,109	✓	✓
7	GF	PAVIMENTO 420 VS. VESPAIO	0,245	0,039	✓	✓
8	GF	PAVIMENTO 340 VS. VESPAIO	0,236	0,041	✓	✓
9	GF	PAVIMENTO 230 VS. VESPAIO	0,272	0,084	✓	✓
10	W	SERRAMENTO	0,092	0,092	✓	✓

Informazioni climatiche

Dati climatici esterni

Provincia di appartenenza	BG	Altitudine s.l.m.	330 m
Comune	Cenate Sopra	Temp. di progetto	-5,5°C
Provincia di riferimento	BG	Temp. media annuale	12,3°C
Fonte dei dati climatici	UNI 10349:2016	Gradi giorno	2686
Fonte dei gradi giorno	UNI 10349:2016	Zona climatica	E

Dati climatici interni

Dati noti	Classe di concentrazione del vapore all'interno Classe 3 - Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto		
Mese critico	per il rischio di condensazione superficiale:	gennaio	
	per il rischio di formazione di muffe	ottobre	
Resistenza minima	per evitare il rischio di condensazione superficiale:	0,530 m²K/W	
	per evitare il rischio di formazione di muffe	1,354 m²K/W	

Tabella dei dati climatici

Mese	θ_e [°C]	P_e [Pa]	θ_i [°C]	P_i [Pa]	UR_i [%]	P_{sm} [Pa]	θ_{sm} [°C]	θ_{sc} [°C]	fR_{sm} [-]	fR_{sc} [-]
Gennaio	2,5	655,6	20,0	1377,3	58,9	1721,6	15,2	11,7	0,723	0,528
Febbraio	4,8	677,7	20,0	1318,8	56,4	1648,5	14,5	11,1	0,638	0,415
Marzo	8,2	849,2	20,0	1367,5	58,5	1709,3	15,0	11,6	0,579	0,289
Aprile	11,2	1038,0	20,0	1451,0	62,1	1813,8	16,0	12,5	0,543	0,152
Maggio	16,3	1356,0	18,0	1587,0	76,9	1983,7	17,4	13,9	0,633	-1,430
Giugno	21,4	2013,7	21,4	2113,7	83,2	2642,1	22,0	18,4	1000,000	- 1000,000
Luglio	22,3	2177,7	22,3	2277,7	84,9	2847,1	23,2	19,6	1000,000	- 1000,000
Agosto	21,5	2150,6	21,5	2250,6	88,0	2813,3	23,0	19,4	1000,000	- 1000,000
Settembre	17,5	1417,5	18,0	1605,7	77,8	2007,2	17,6	14,1	0,104	-7,089
Ottobre	12,6	1354,0	20,0	1717,0	73,5	2146,3	18,6	15,1	0,815	0,341
Novembre	7,0	943,9	20,0	1506,8	64,5	1883,5	16,6	13,1	0,736	0,471
Dicembre	3,0	633,5	20,0	1335,6	57,2	1669,6	14,7	11,3	0,686	0,485

Legenda

θ_e = temperatura dell'aria esterna [°C]

P_e = pressione di vapore dell'aria esterna [Pa]

θ_i = temperatura dell'aria interna [°C]

P_i = pressione di vapore dell'aria interna [Pa]

UR_i = umidità relativa dell'aria interna [%]

P_{sm} = pressione di vapore superficiale minima per il rischio muffa [Pa]

θ_{sm} = temperatura superficiale minima per il rischio muffa [°C]

θ_{sc} = temperatura superficiale minima di condensazione (temperatura di rugiada) [°C]

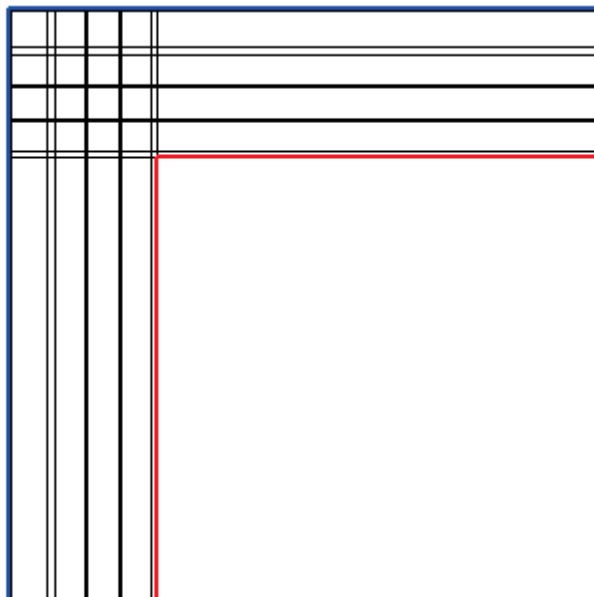
fR_{sm} = fattore di temperatura per il rischio muffa [-]

fR_{sc} = fattore di temperatura di condensazione [-]

Ponte: ANGOLO SPORGENTE 420

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

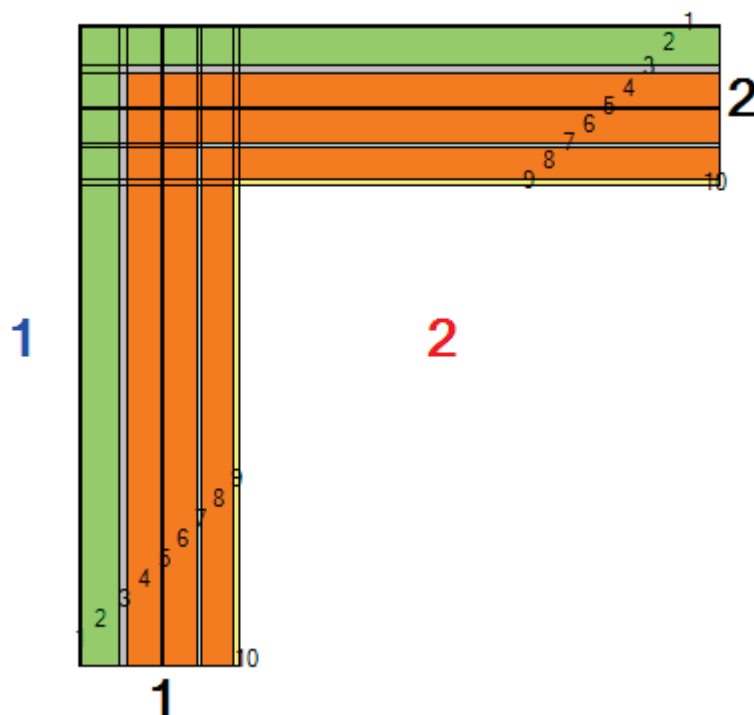
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,064	0,064	0,127
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,048	-0,048	-0,096
Flusso interno [W]	2,947	2,947	5,895
Flusso esterno [W]	2,947	2,947	5,895
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,796

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	19,5°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7	Camera non ventilata	0,067	0,010
8	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
9	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Parete superiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7	Camera non ventilata	0,067	0,010
8	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
9	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Nel nodo

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500
5	Camera non ventilata	0,067
6	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Temperatura [°C]

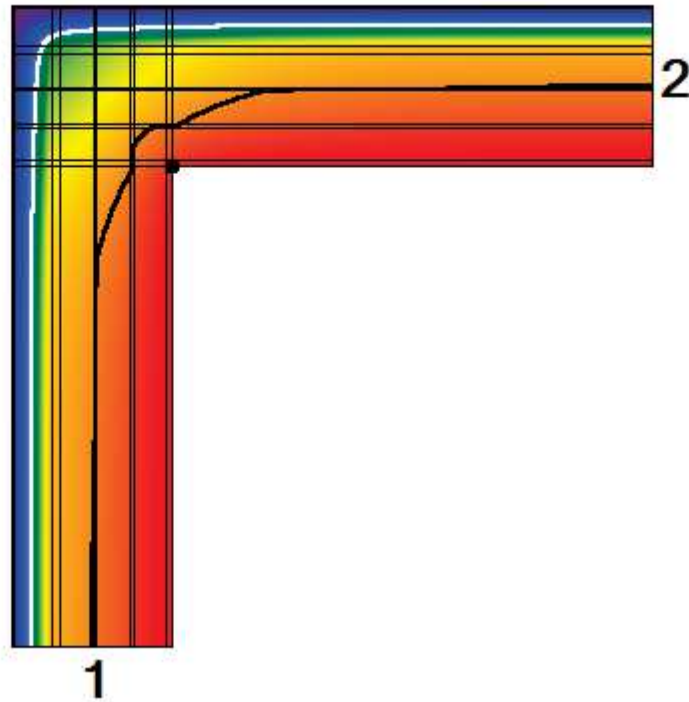
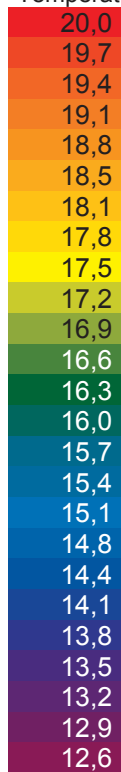


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]

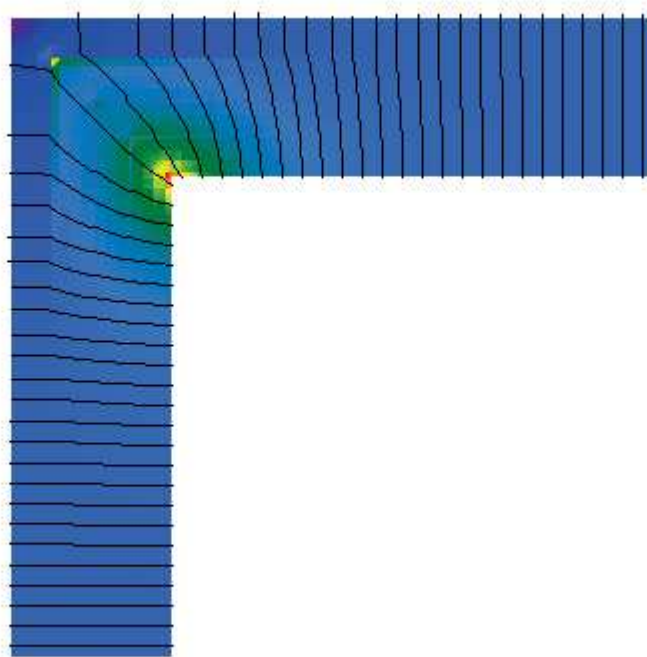


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

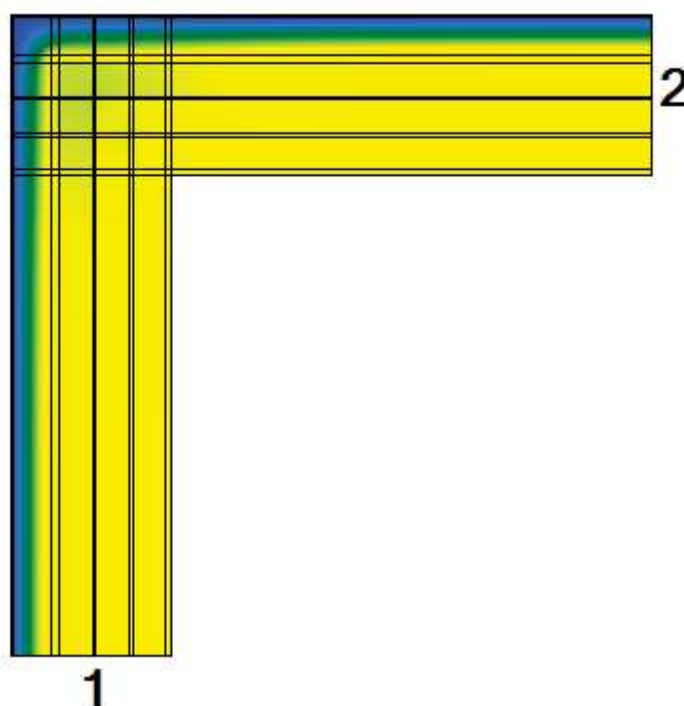
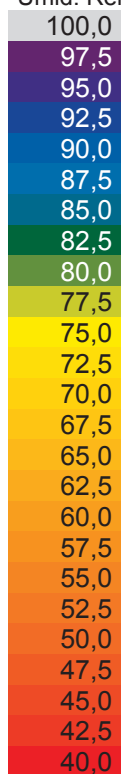


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

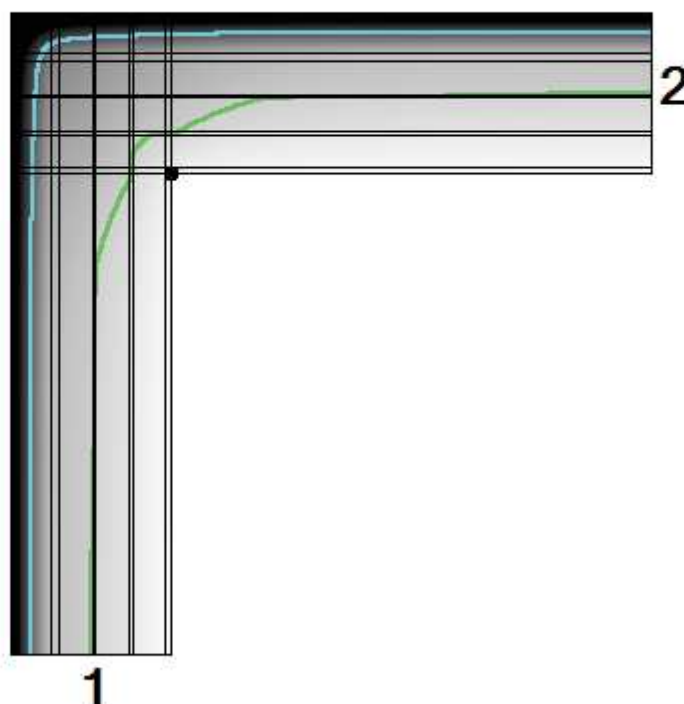
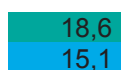
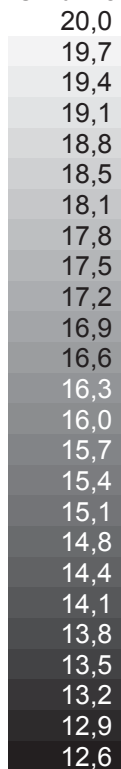
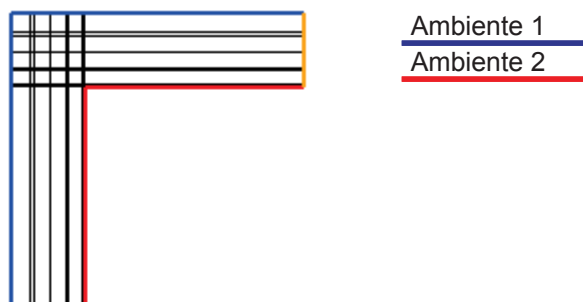


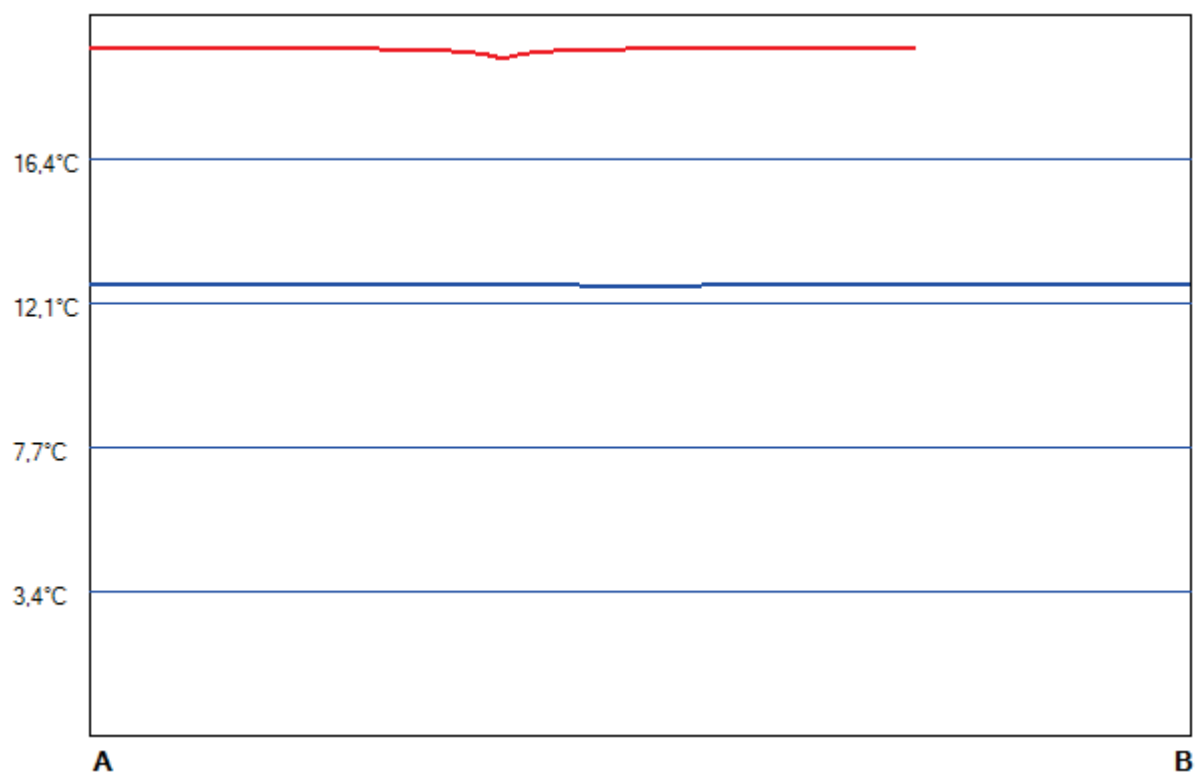
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



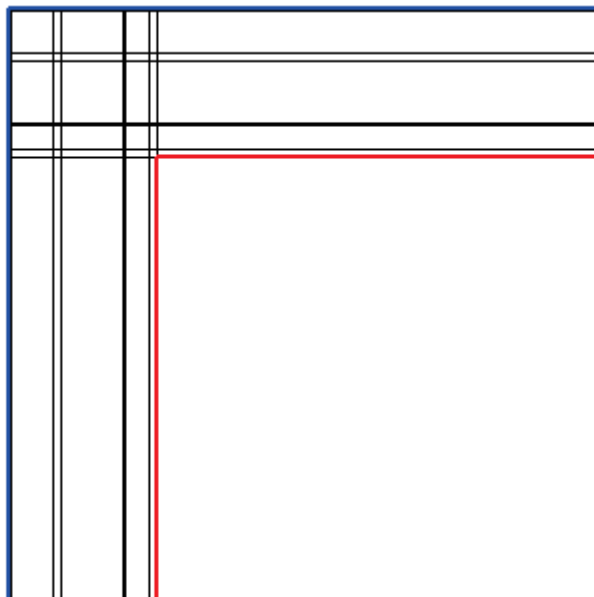
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: ANGOLO SPORGENTE 340

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

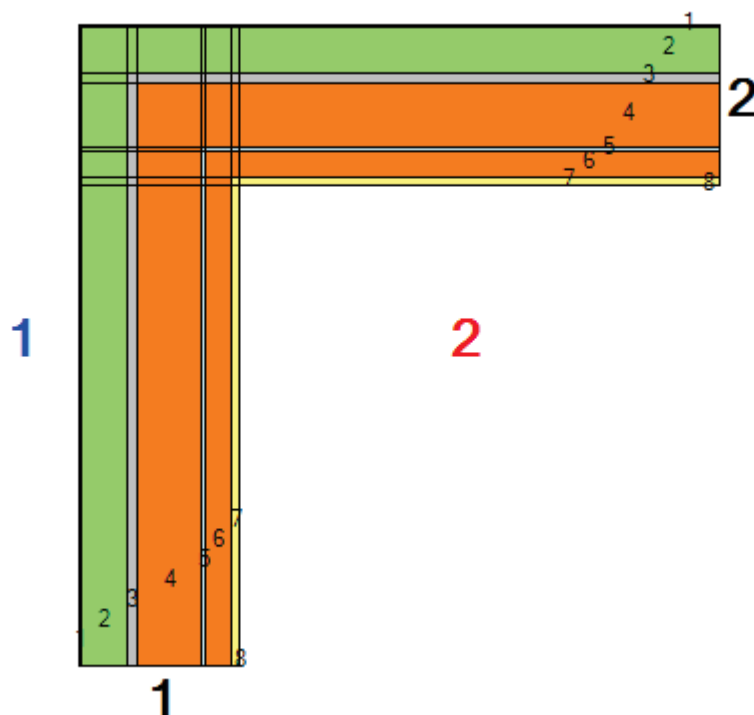
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,055	0,055	0,110
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,044	-0,044	-0,087
Flusso interno [W]	2,601	2,601	5,201
Flusso esterno [W]	2,601	2,601	5,201
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,702

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	19,5°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400	0,080
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025

Parete superiore

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400	0,080
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025

Nel nodo

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660

4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426
5	Camera non ventilata	0,067
6	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Temperatura [°C]

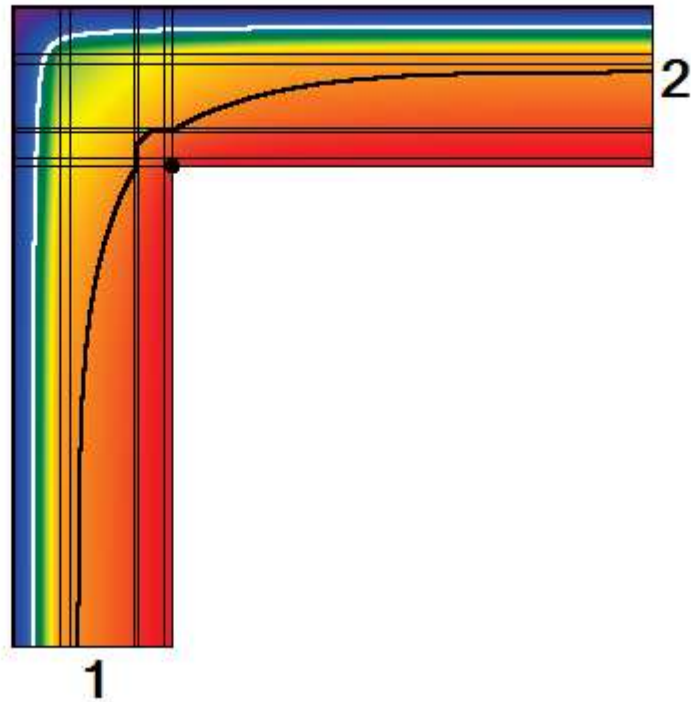
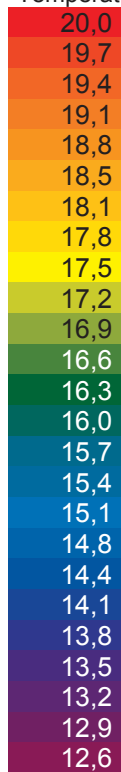


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]

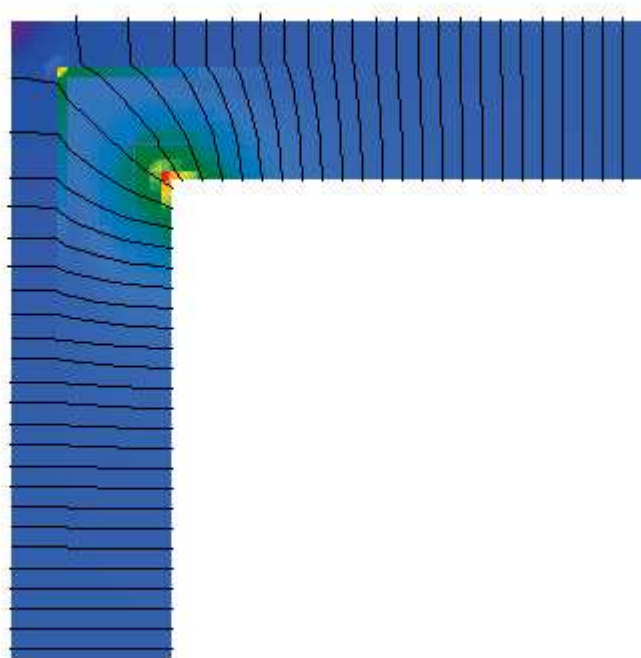


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

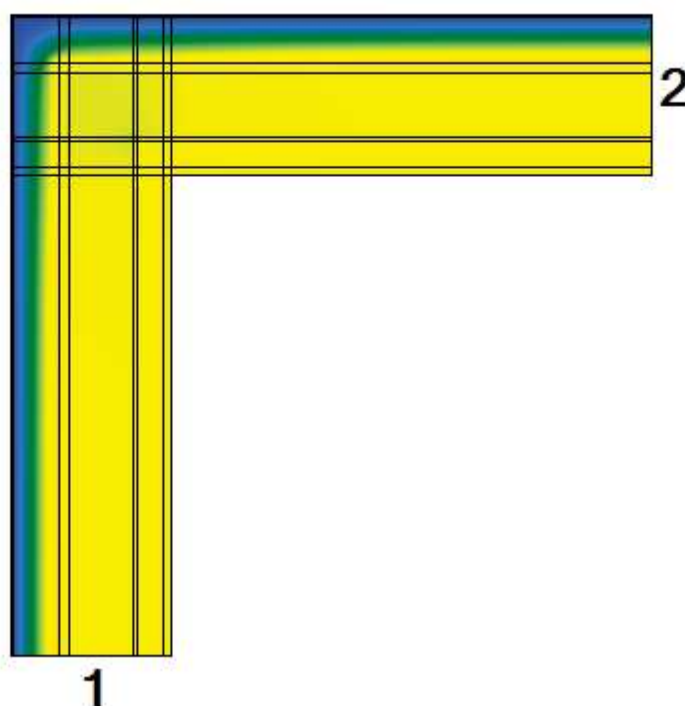
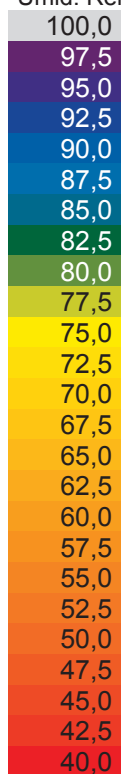


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

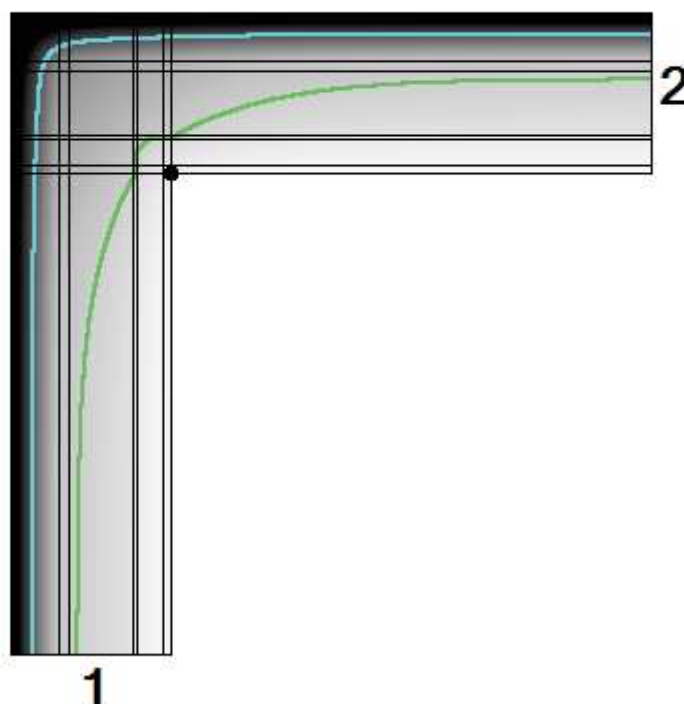
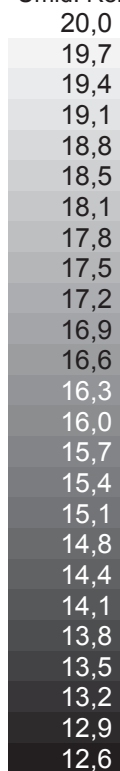
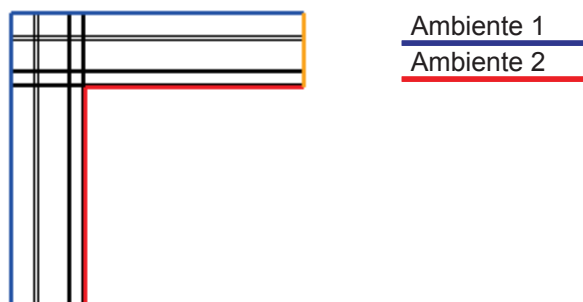


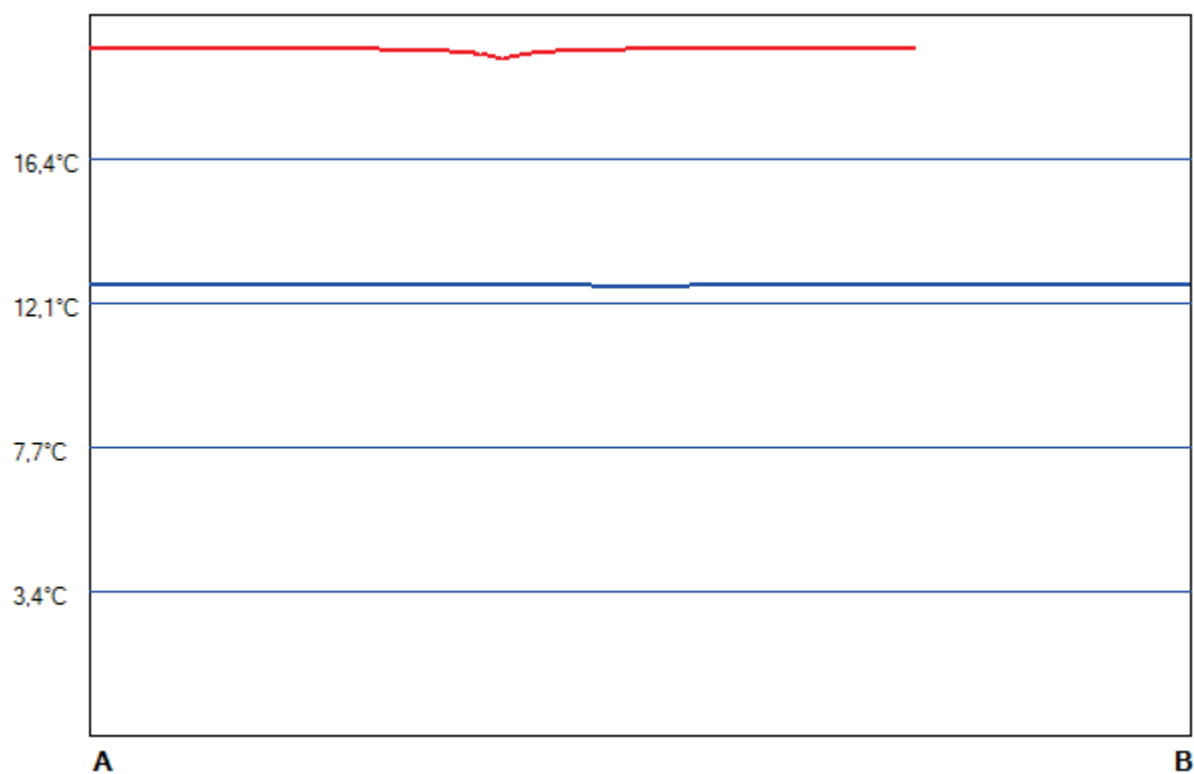
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



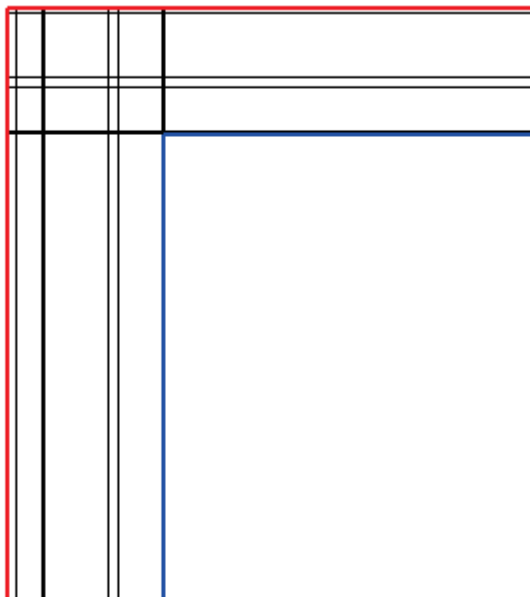
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: ANGOLO RIENTRANTE 340/230

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%
2	Ambiente esterno	12,6°C	93%

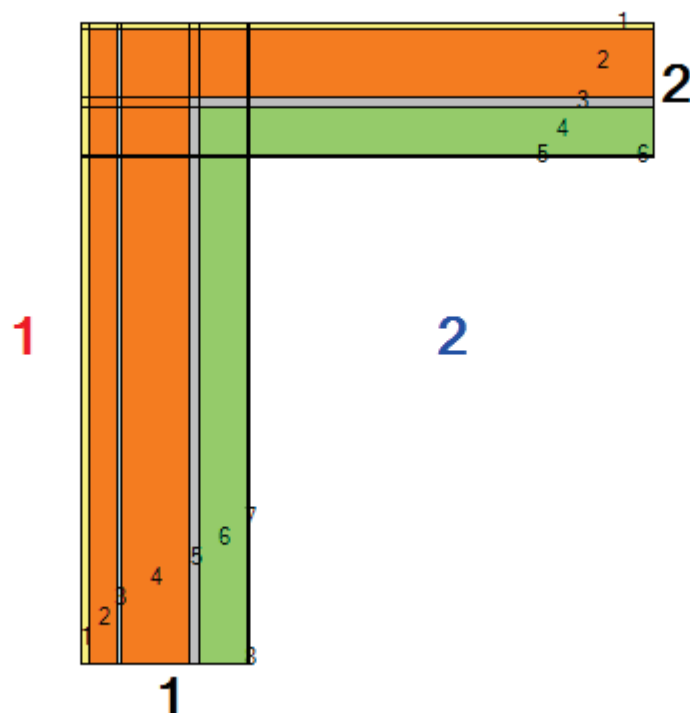
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	-0,063	-0,095	-0,158
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	0,000	0,027	0,027
Flusso interno [W]	2,306	1,967	4,272
Flusso esterno [W]	2,190	2,082	4,272
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,577

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	19,8°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025
2	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400	0,080
3	Camera non ventilata	0,067	0,010
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
6	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
7	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005

Parete superiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,015
2	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
5	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005

Nel nodo

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
2	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400
3	Camera non ventilata	0,067
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426
5	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660

6	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
7	Intonaco plastico per cappotto	0,300

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	20,0°C	73,5%
	Ambiente 2	12,6°C	92,9%

Temperatura [°C]

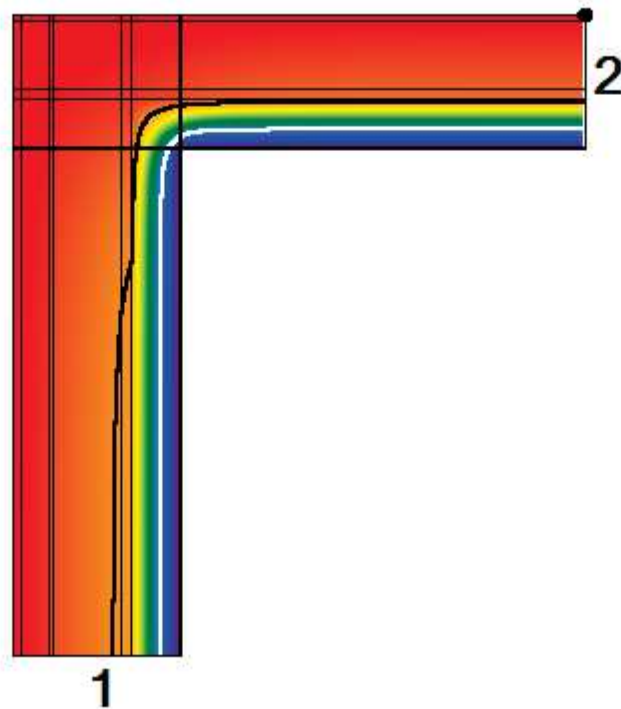
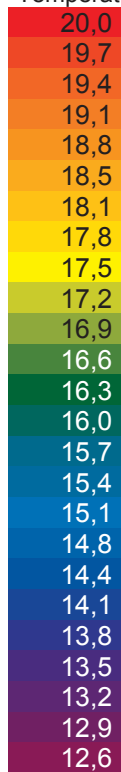


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	20,0°C	73,5%
	Ambiente 2	12,6°C	92,9%

Flusso [W/m²]

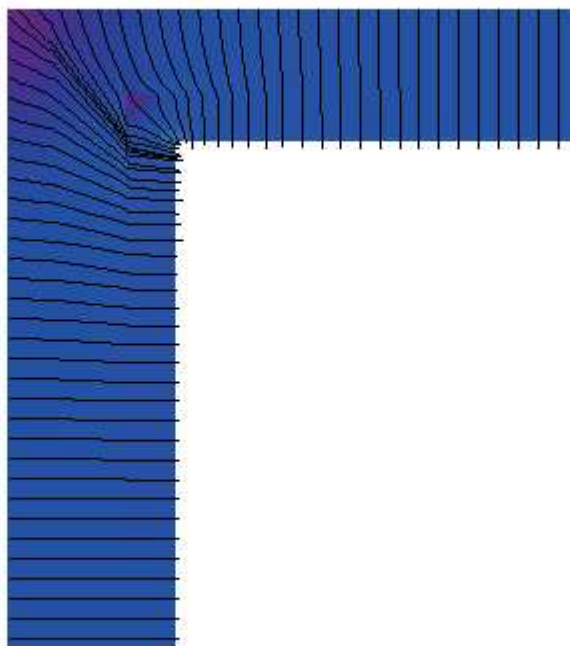
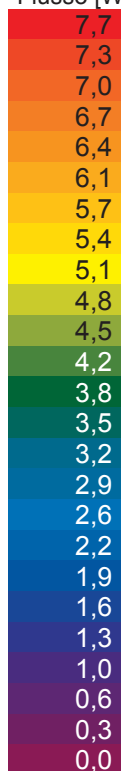


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	20,0°C	73,5%
	Ambiente 2	12,6°C	92,9%

Umid. Rel. [%]

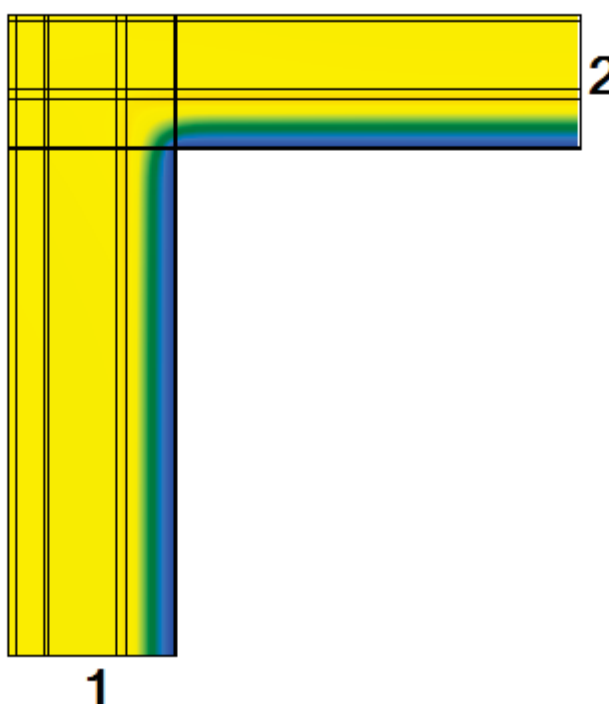
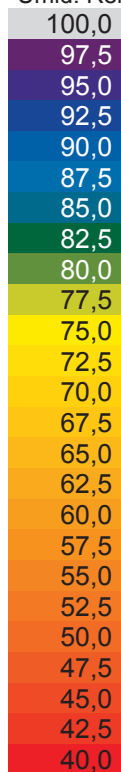


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	20,0°C	73,5%
	Ambiente 2	12,6°C	92,9%

Umid. Rel. [%]

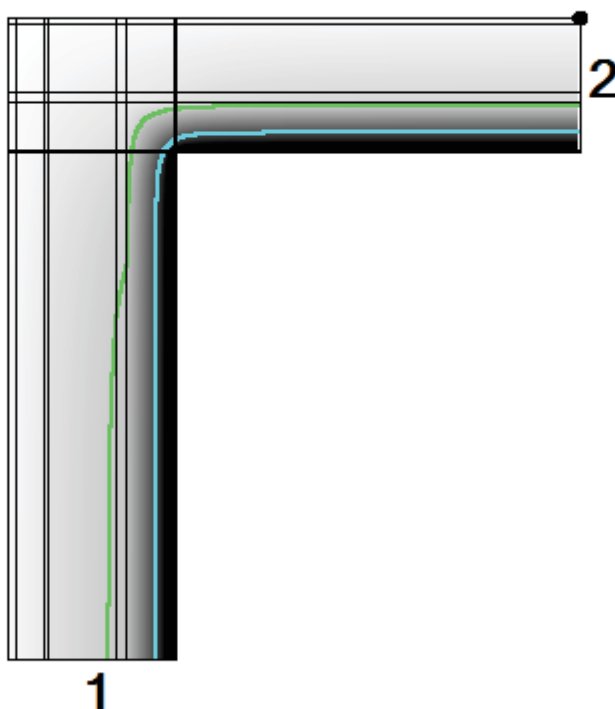
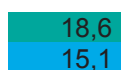
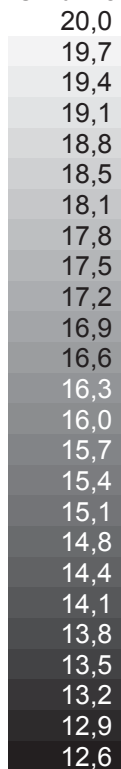
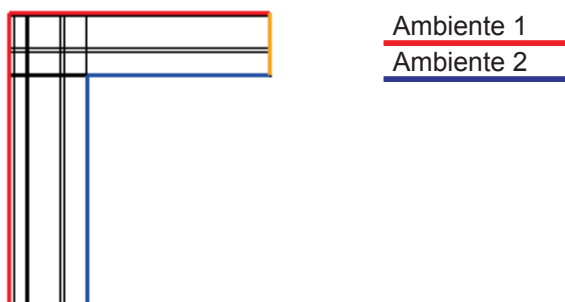


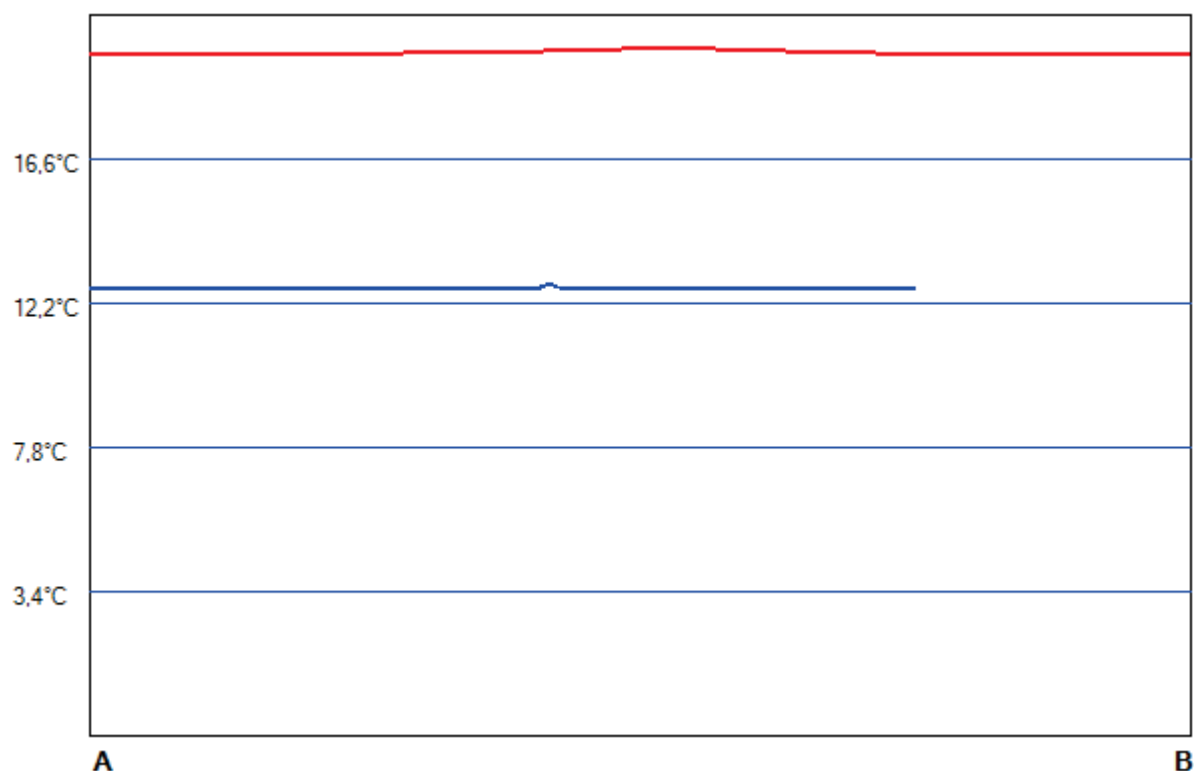
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	20,0°C	73,5%
	Ambiente 2	12,6°C	92,9%



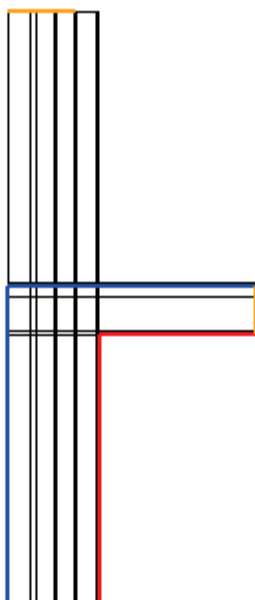
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PARETE 420 SOFFITTO SOTTOTETTO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%
3	Ambiente interno non riscaldato	13,3°C	83%

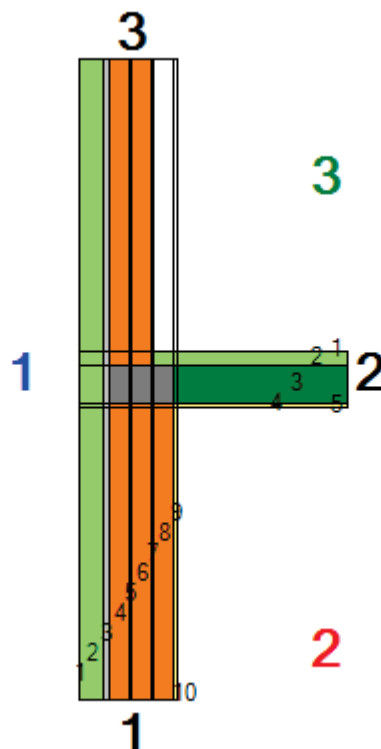
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,154	0,151	0,304
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,035	0,042	0,007
Flusso interno [W]	3,616	3,519	7,134
Flusso esterno [W]	2,674	4,460	7,134
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,963

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,9°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7	Camera non ventilata	0,067	0,010
8	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
9	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Parete superiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7		0,000	0,010
8		0,000	0,120
9		0,000	0,020

Solaio

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1	Gematherm XC3 - 80 mm	0,036	0,080
2	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 2cm rif 2.1.07a - sp.solaio 22cm	0,667	0,220
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Nel nodo

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500
5	Camera non ventilata	0,546
6	Gematherm XC3 - 80 mm	0,036
7	Calcestruzzo - 2200 kg/m ³	1,650
8	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 2cm rif 2.1.07a - sp.solaio 22cm	0,667
9	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Temperatura [°C]

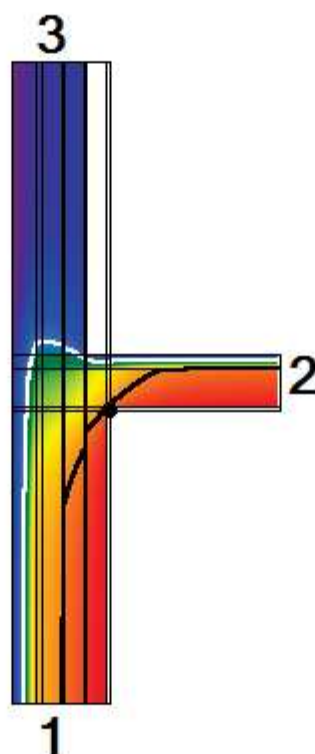
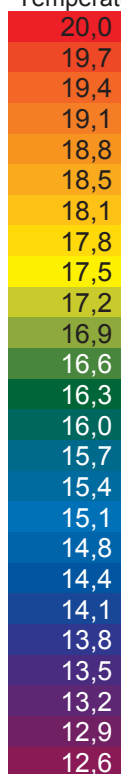


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Flusso [W/m²]

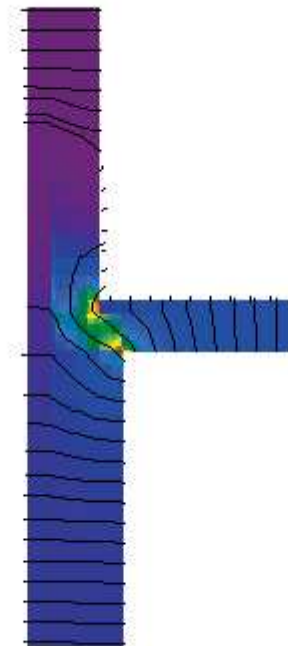
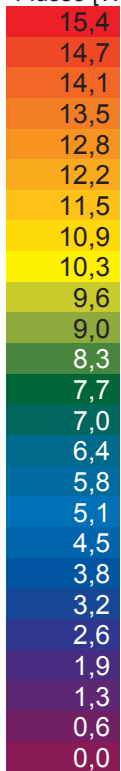


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

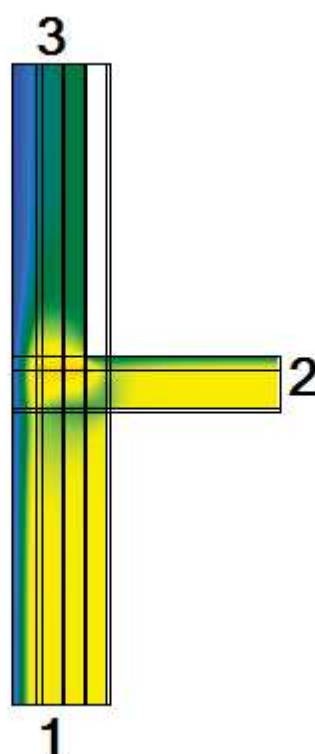
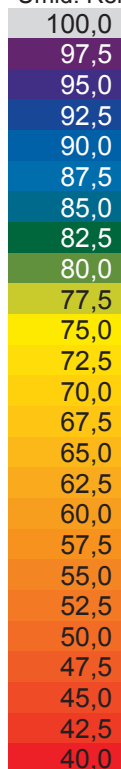


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

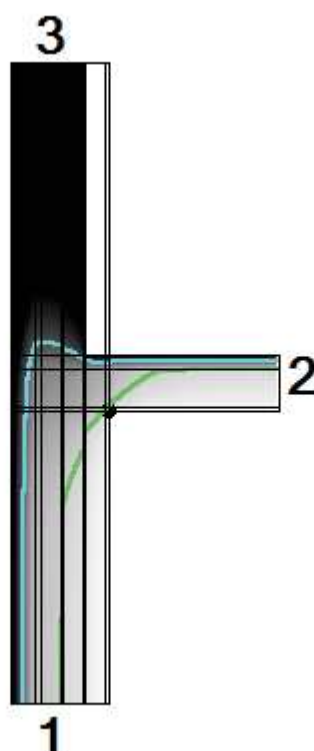
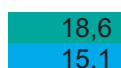
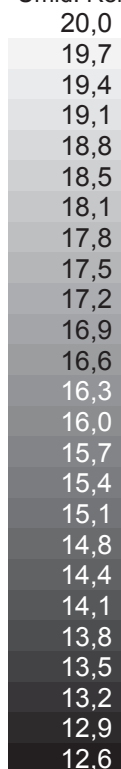
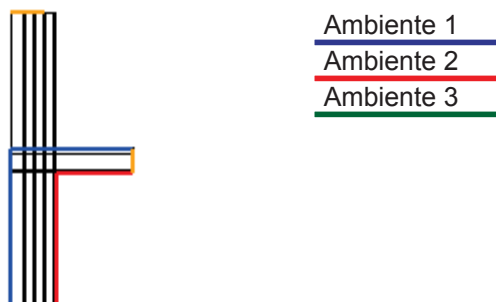


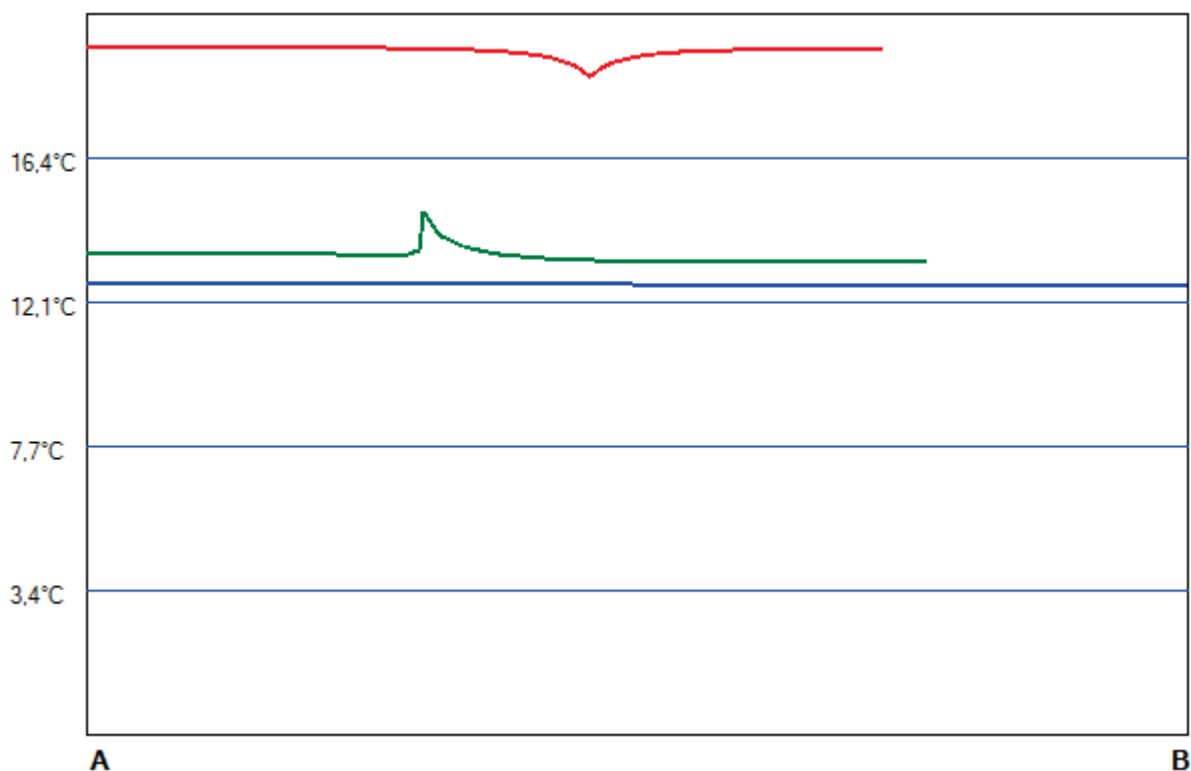
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%



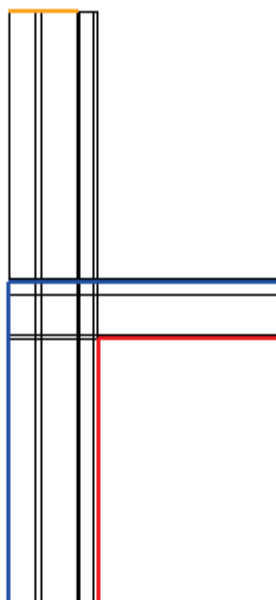
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PARETE 340 SOFFITTO SOTTOTETTO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%
3	Ambiente interno non riscaldato	13,3°C	83%

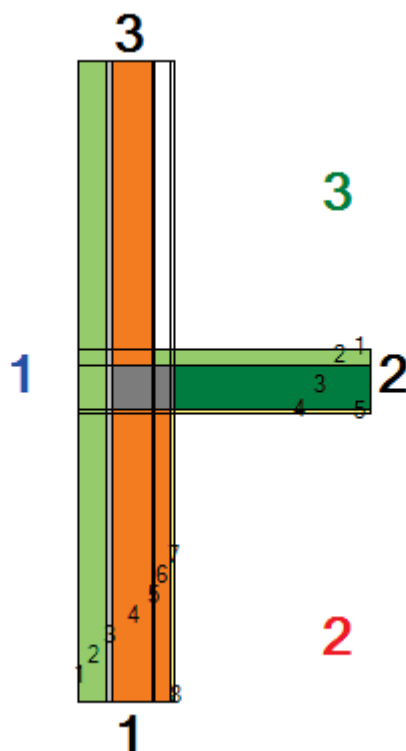
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,126	0,157	0,283
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,031	0,053	0,022
Flusso interno [W]	3,129	3,563	6,692
Flusso esterno [W]	2,439	4,253	6,692
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,903

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,9°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400	0,080
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025

Parete superiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5		0,000	0,010
6		0,000	0,080
7		0,000	0,025

Solaio

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Gematherm XC3 - 80 mm	0,036	0,080
2	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 2cm rif 2.1.07a - sp.solaio 22cm	0,667	0,220
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Nel nodo

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500
5	Gematherm XC3 - 80 mm	0,036
6	Calcestruzzo - 2200 kg/m ³	1,650
7	Camera non ventilata	0,546
8	Malta di calce o di calce e cemento	0,900

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Temperatura [°C]

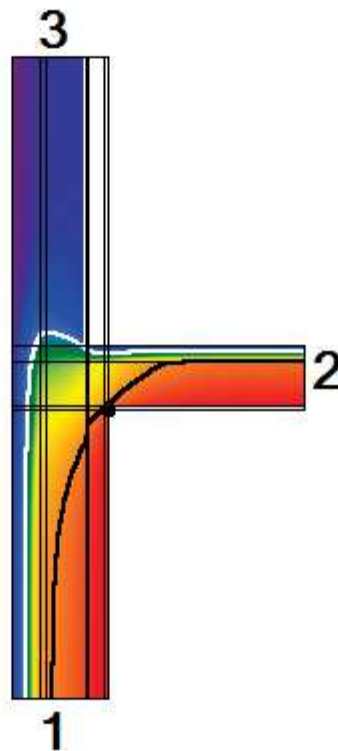
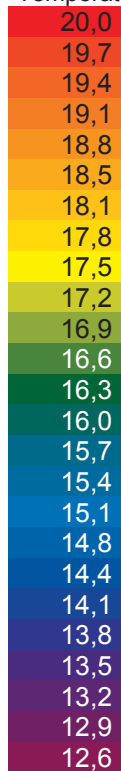


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Flusso [W/m²]

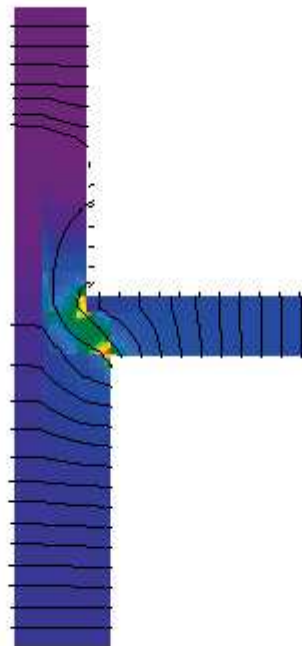


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

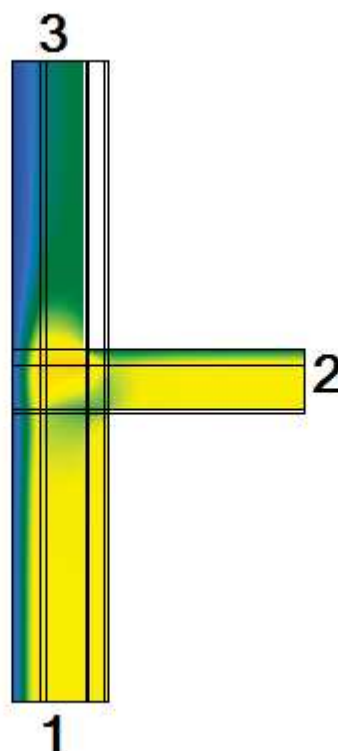
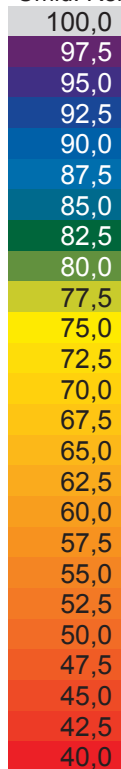


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

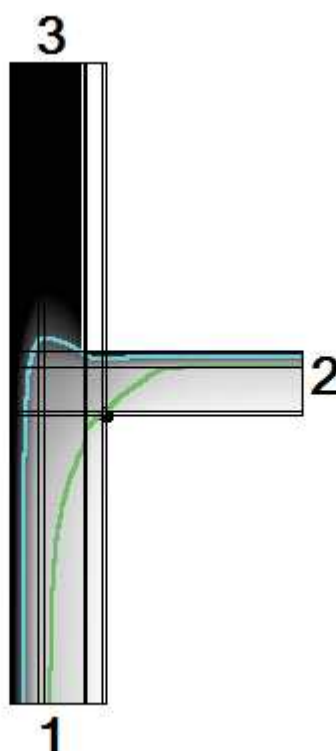
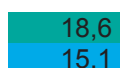
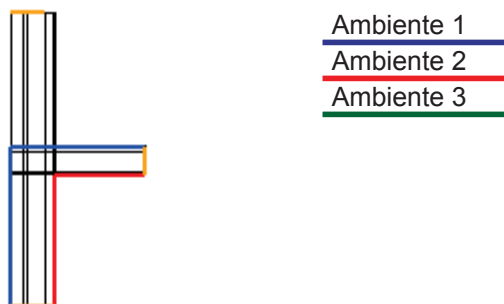


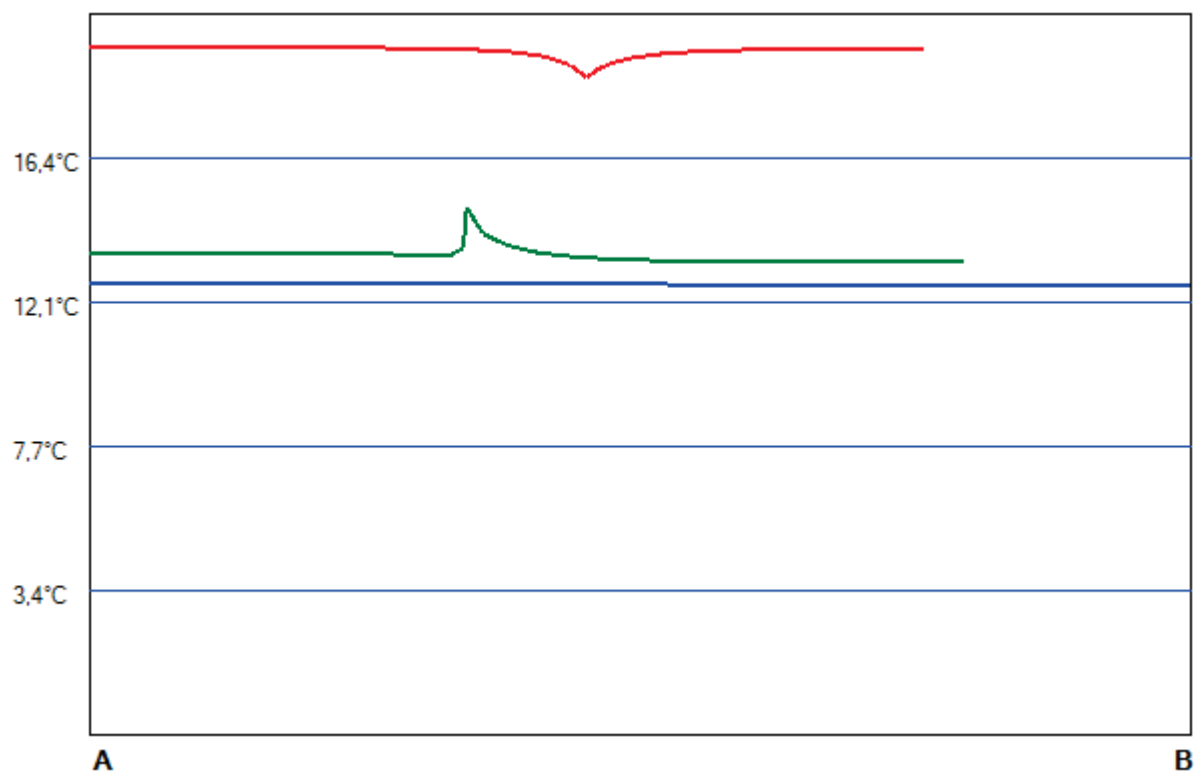
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%



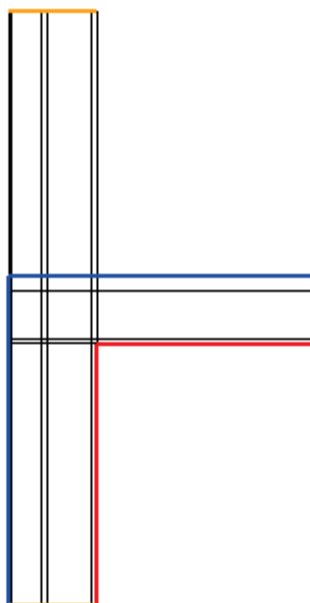
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PARETE 230 SOFFITTO SOTTOTETTO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%
3	Ambiente interno non riscaldato	13,3°C	83%

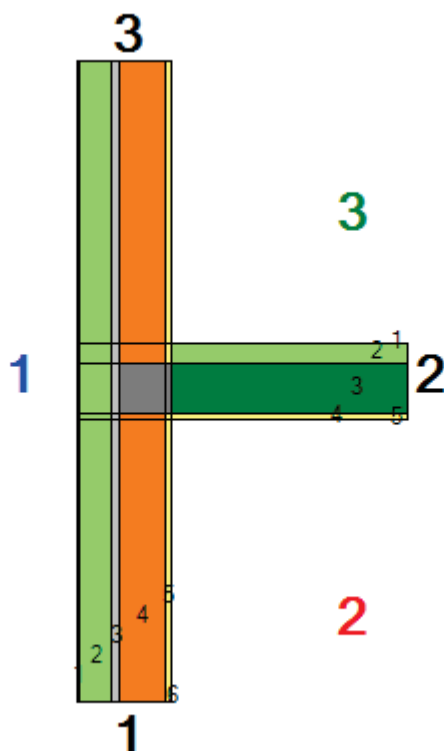
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,129	0,179	0,308
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,031	0,140	0,109
Flusso interno [W]	2,880	3,728	6,608
Flusso esterno [W]	2,205	4,403	6,608
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,892

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,8°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete inferiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025

Parete superiore

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,025

Solaio

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Gematherm XC3 - 80 mm	0,036	0,080
2	Solaio in laterocemento con blocchi 20x49,5x25cm e caldana cls 2cm rif 2.1.07a - sp.solaio 22cm	0,667	0,220
3	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Nel nodo

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036

3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
6	Calcestruzzo - 2200 kg/m ³	1,650

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Temperatura [°C]

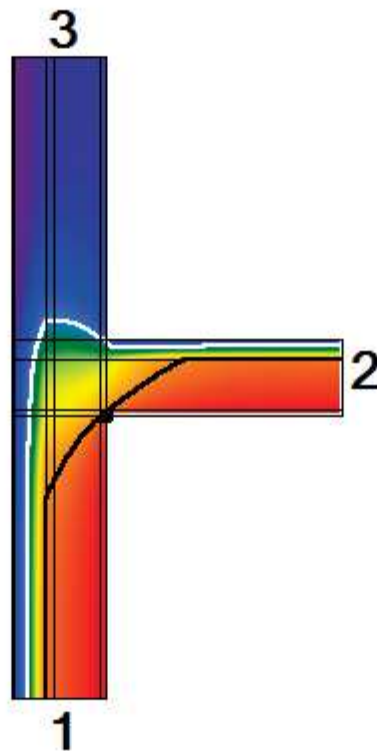


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Flusso [W/m²]

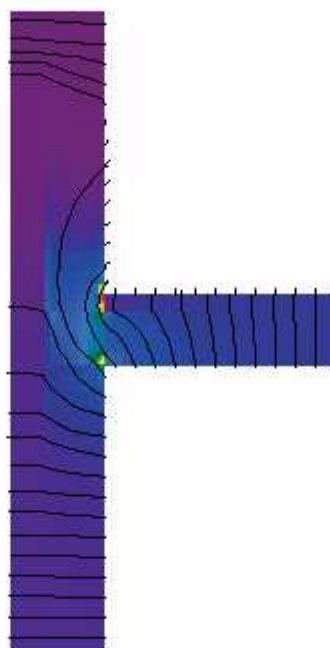
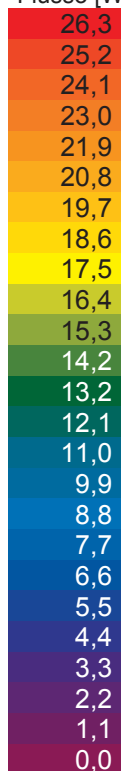


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

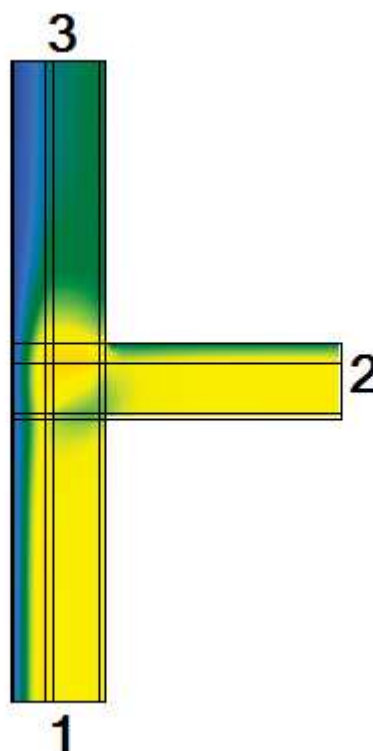
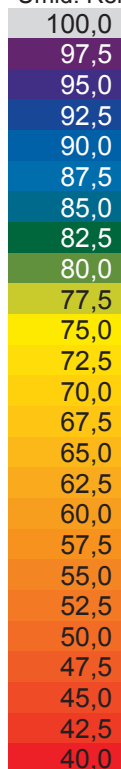


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%

Umid. Rel. [%]

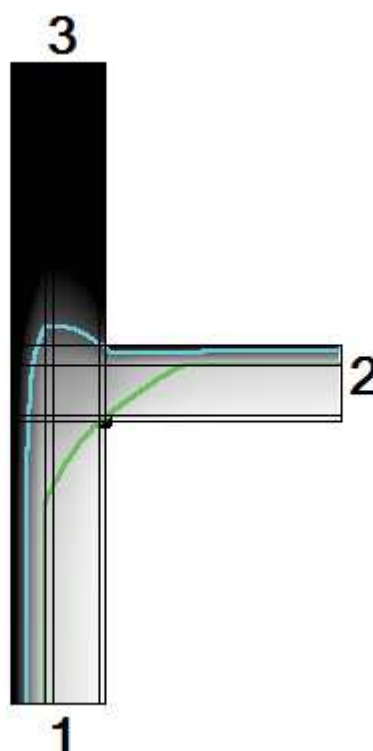
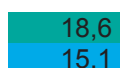
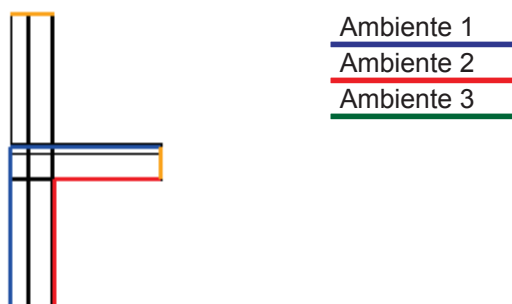


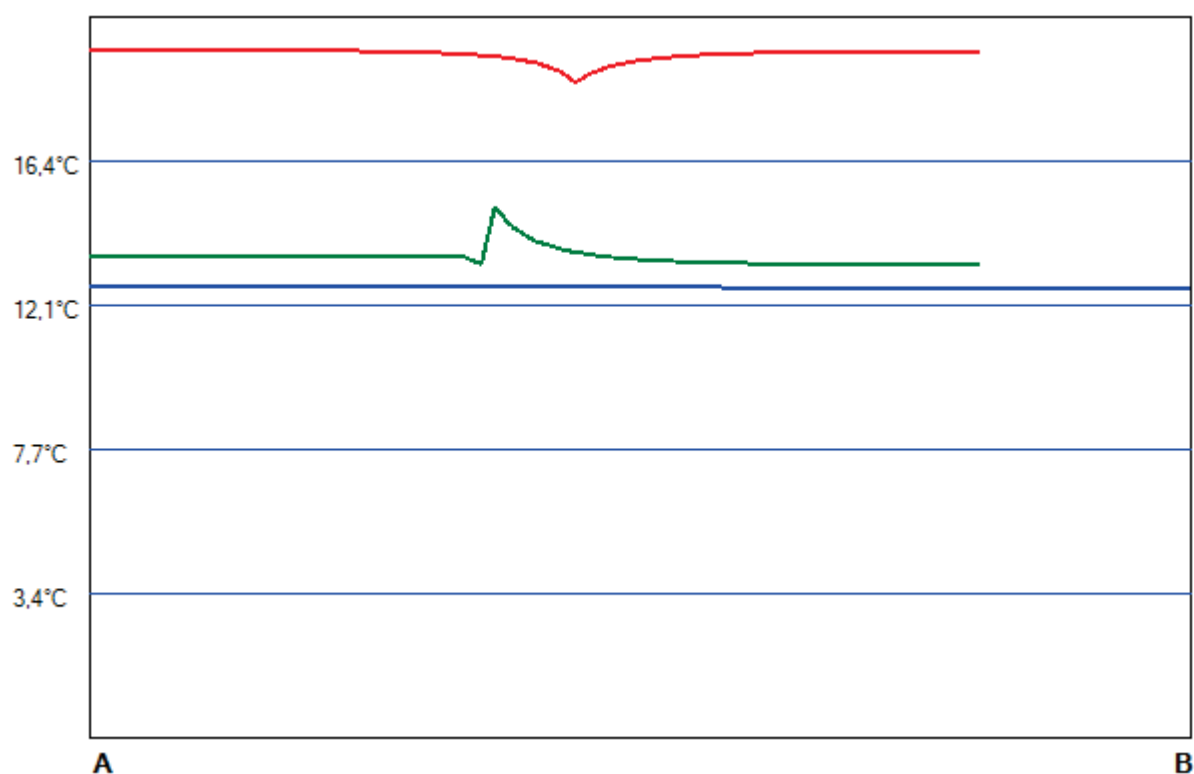
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%
	Ambiente 3	13,3°C	83,2%



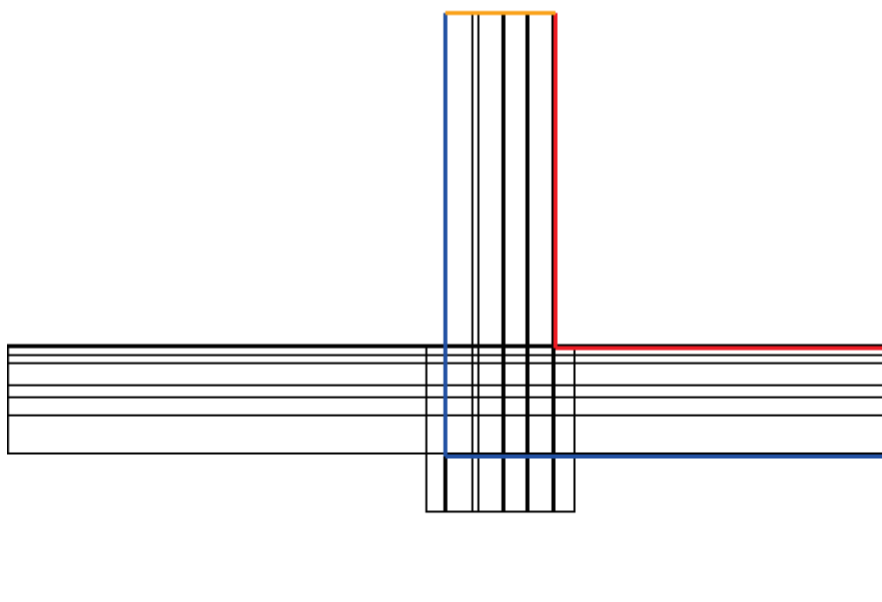
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PAVIMENTO 420 VS. VESPAIO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

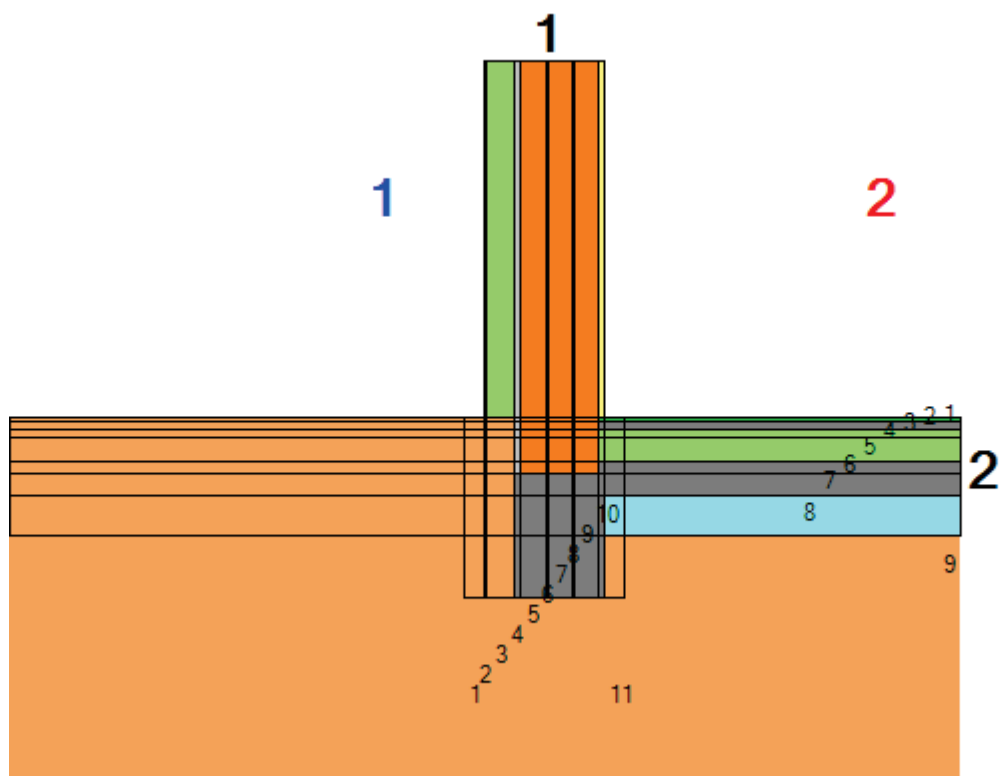
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,233	0,012	0,245
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,119	0,158	0,039
Flusso interno [W]	4,199	2,217	6,416
Flusso esterno [W]	2,408	4,008	6,416
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,866

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,8°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7	Camera non ventilata	0,067	0,010
8	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
9	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Solaio

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	0,013
2	Caldana additivata per pannelli radianti	1,000	0,040
3	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031	0,035
4	Isolconfort - Eco Espanso F K120	0,034	0,120
5	C.L.S. Alleggerito	0,080	0,060
6	Calcestruzzo - 2000 kg/m³	1,350	0,100
7	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750	0,200

Nel nodo

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]
1	Terreno	1,500
2	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660

3	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500
4	Camera non ventilata	0,546
5	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300
6	Caldana addittivata per pannelli radianti	1,000
7	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031
8	Isolconfrot - Eco Espanso F K120	0,034
9	C.L.S. Alleggerito	0,080
10	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³	1,350
11	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Temperatura [°C]

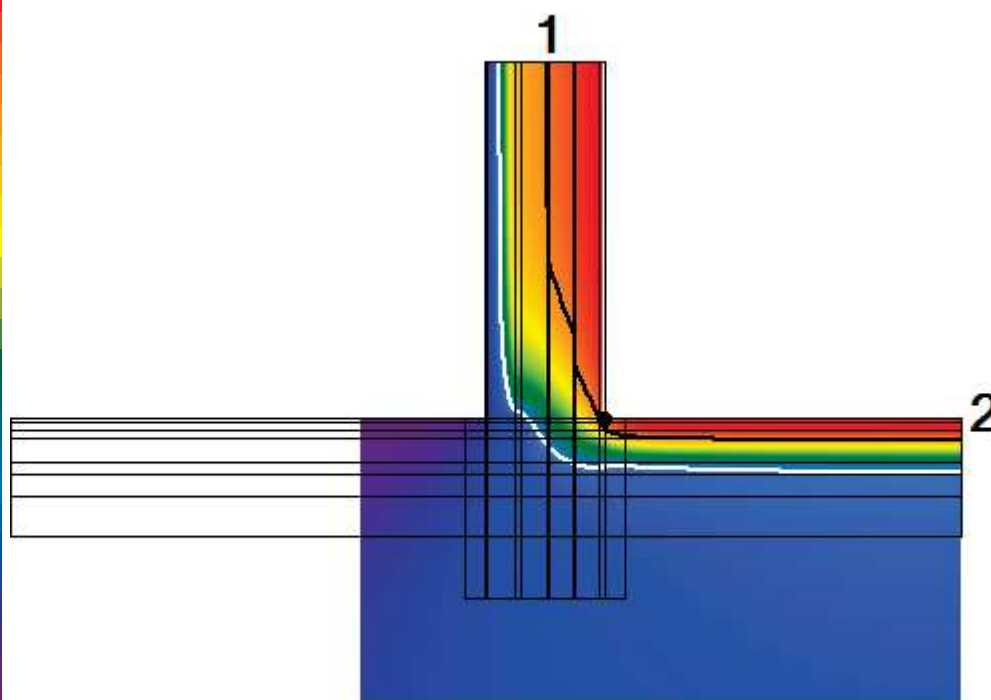
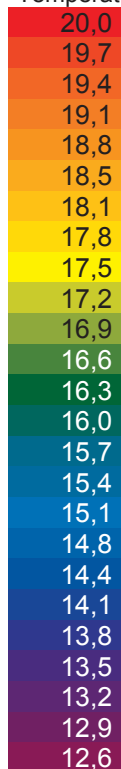


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]

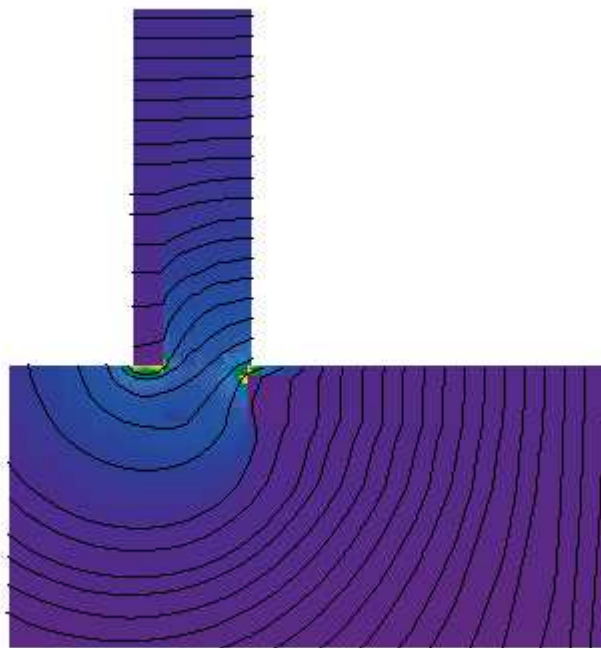


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

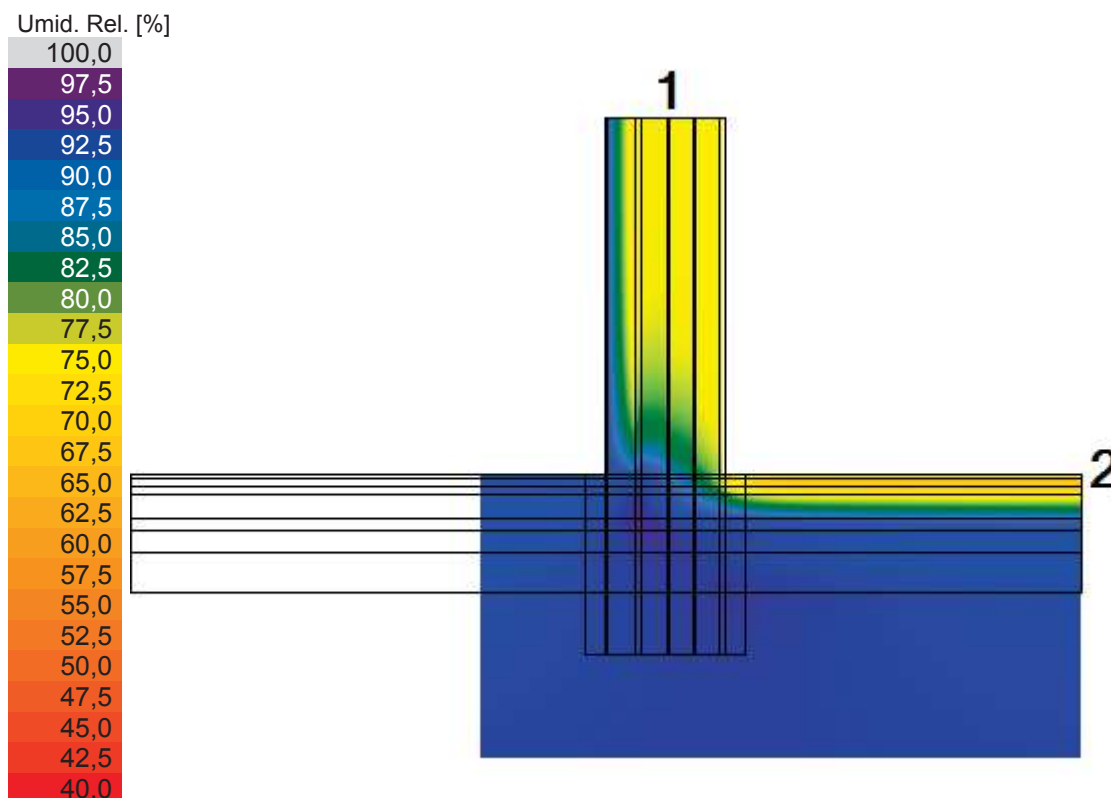


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

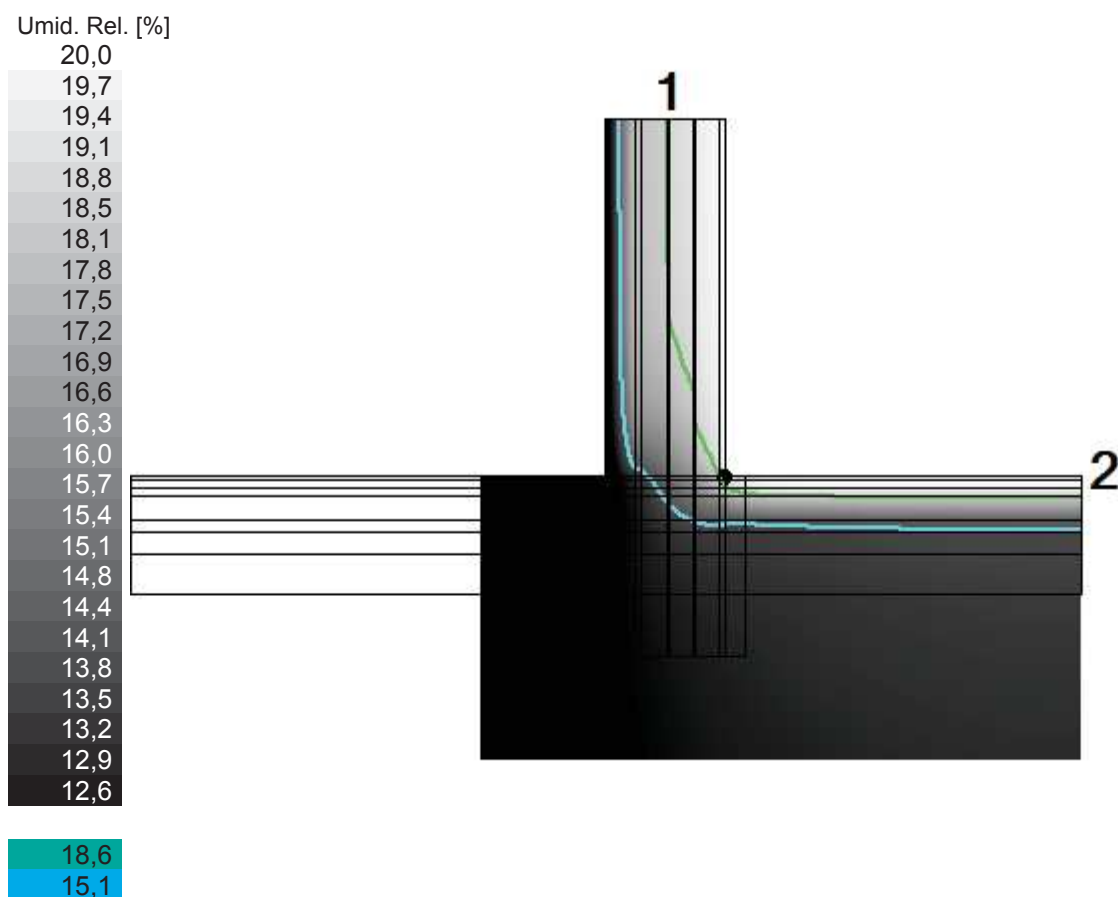
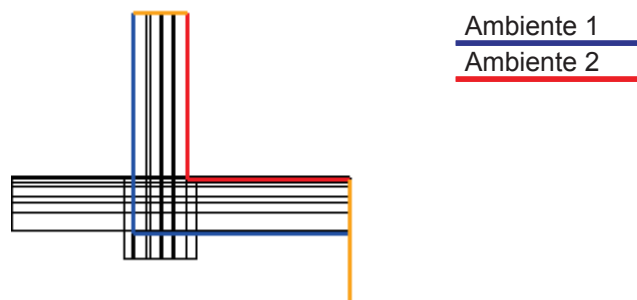


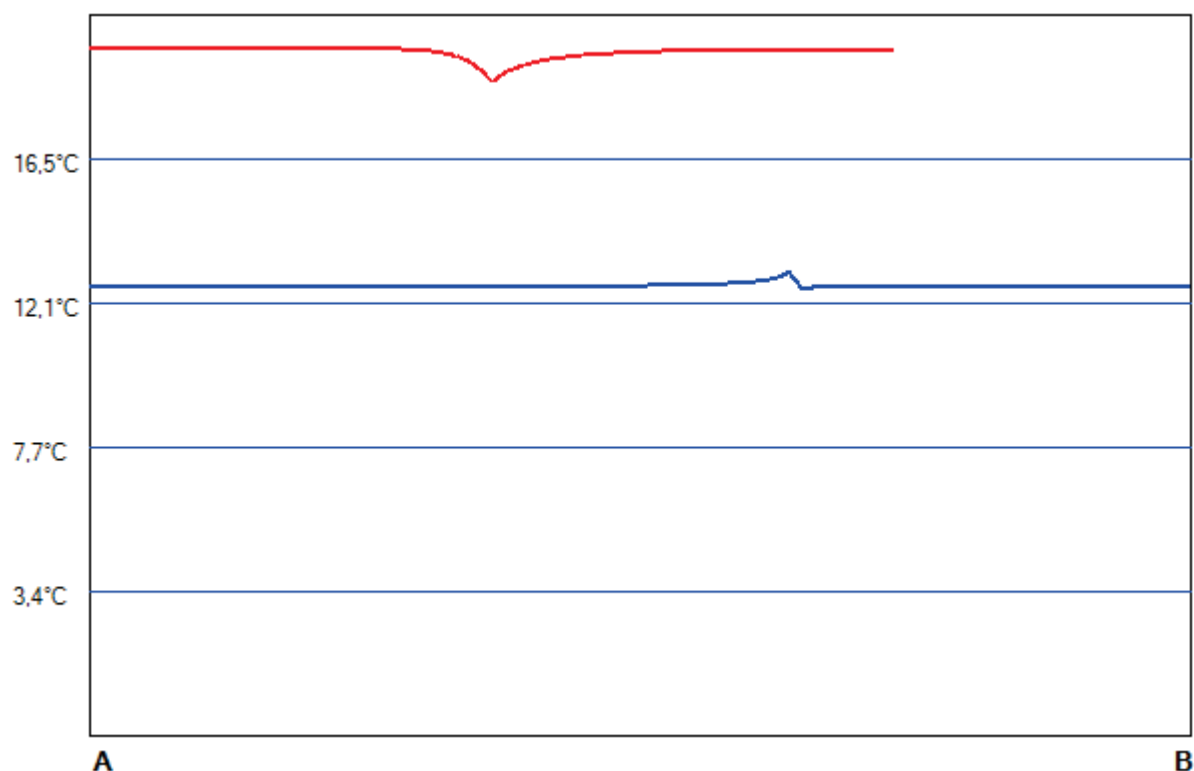
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



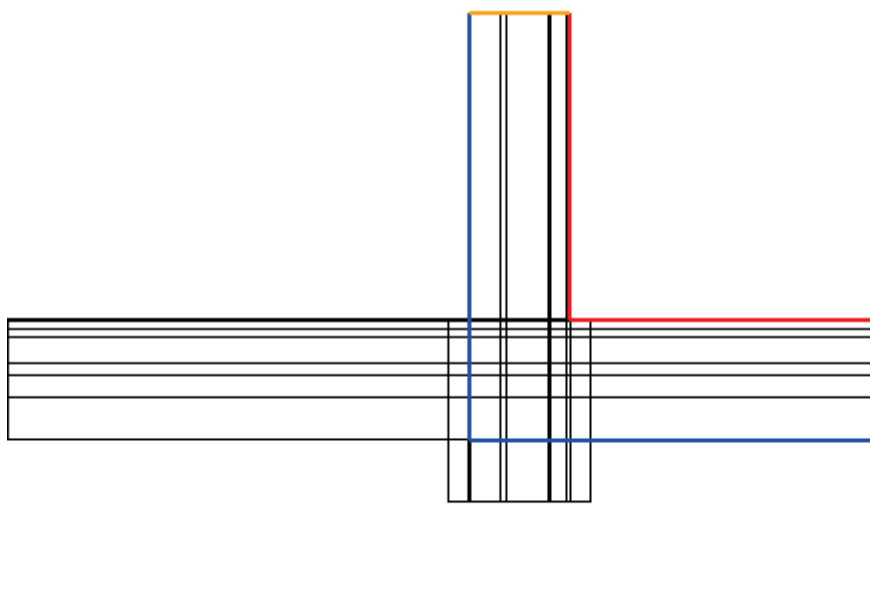
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PAVIMENTO 340 VS. VESPAIO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

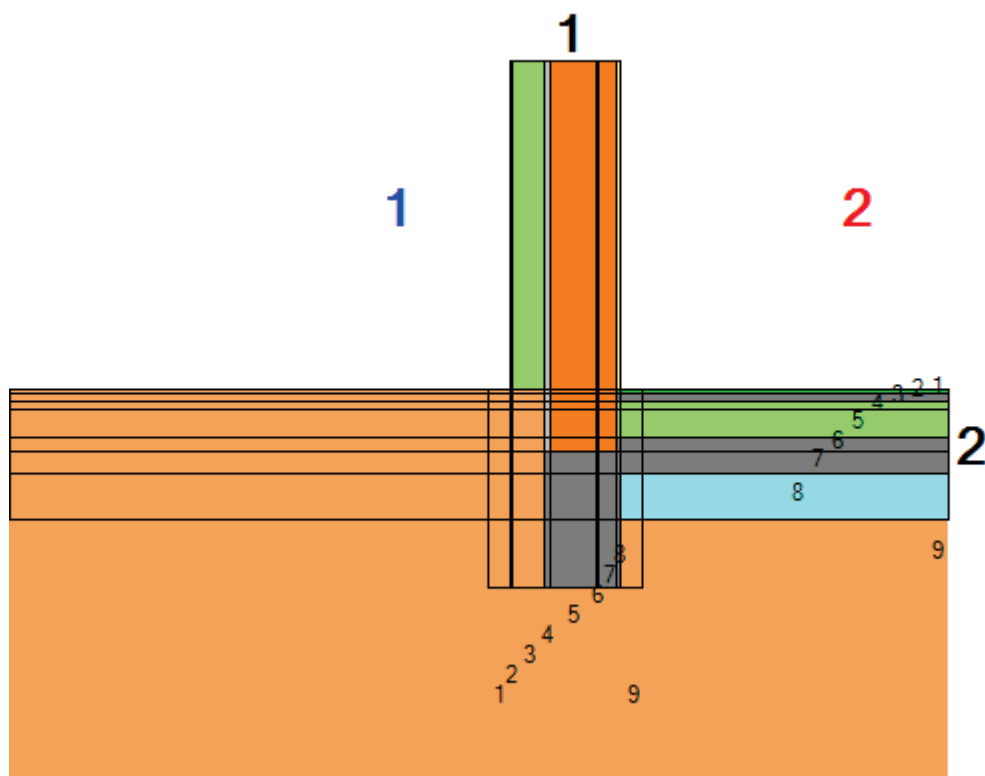
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,199	0,037	0,236
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,122	0,163	0,041
Flusso interno [W]	3,626	2,049	5,675
Flusso esterno [W]	2,096	3,579	5,675
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,766

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,8°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400	0,080
7	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,015

Solaio

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	0,013
2	Caldana additivata per pannelli radianti	1,000	0,040
3	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031	0,035
4	Isolconfort - Eco Espanso F K120	0,034	0,120
5	C.L.S. Alleggerito	0,080	0,060
6	Calcestruzzo - 2000 kg/m³	1,350	0,100
7	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750	0,200

Nel nodo

N.	Materiale	Conduttività [W/mK]
1	Terreno	1,500
2	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
3	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426
4	Camera non ventilata	0,546

5	Struttura in mattoni forati 8x25x25cm rif 1.1.19 - sp.parete 8cm	0,400
6	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300
7	Caldana additivata per pannelli radianti	1,000
8	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031
9	Isolconfrot - Eco Espanso F K120	0,034
10	C.L.S. Alleggerito	0,080
11	Calcestruzzo - 2000 kg/m ³	1,350
12	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

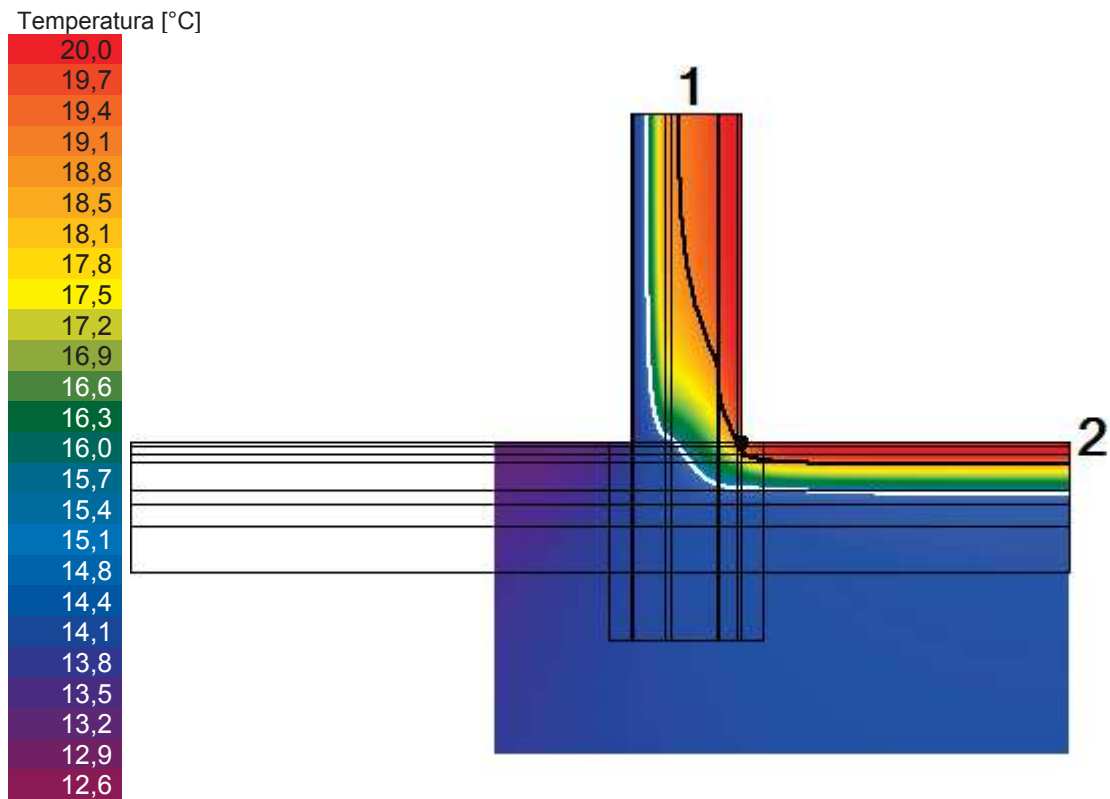


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]

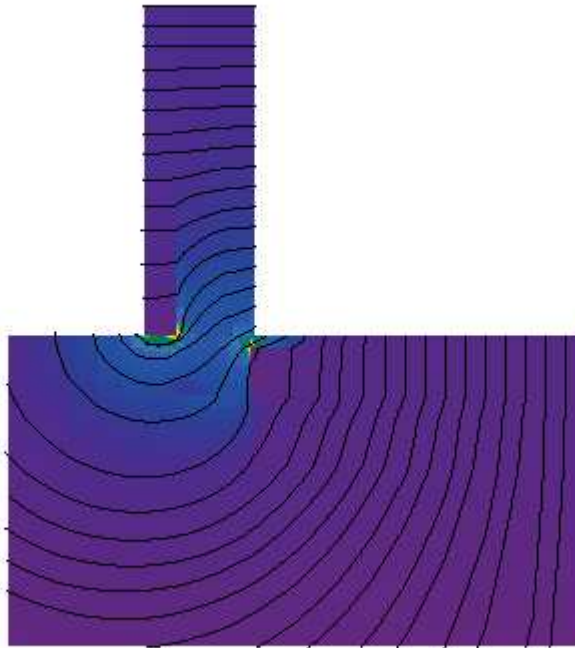
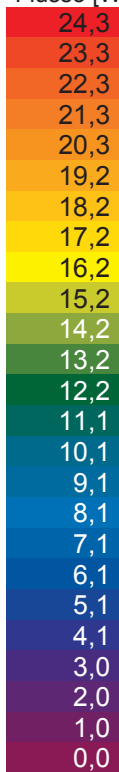


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

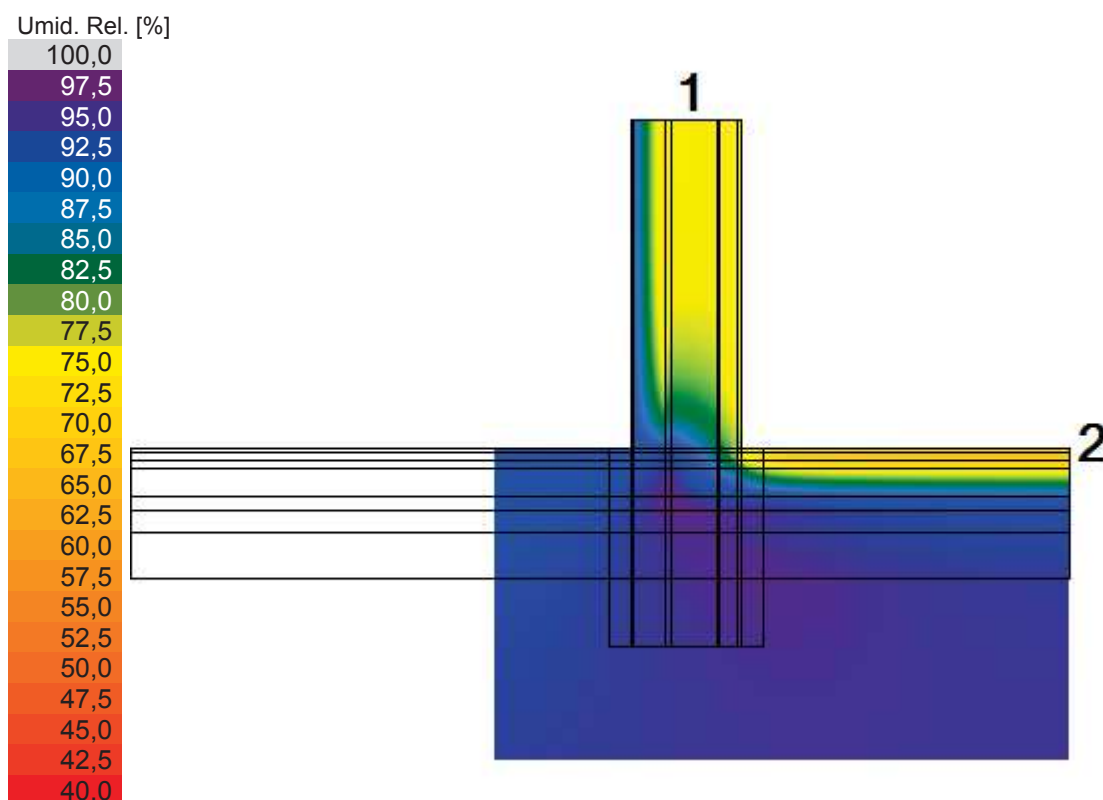


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

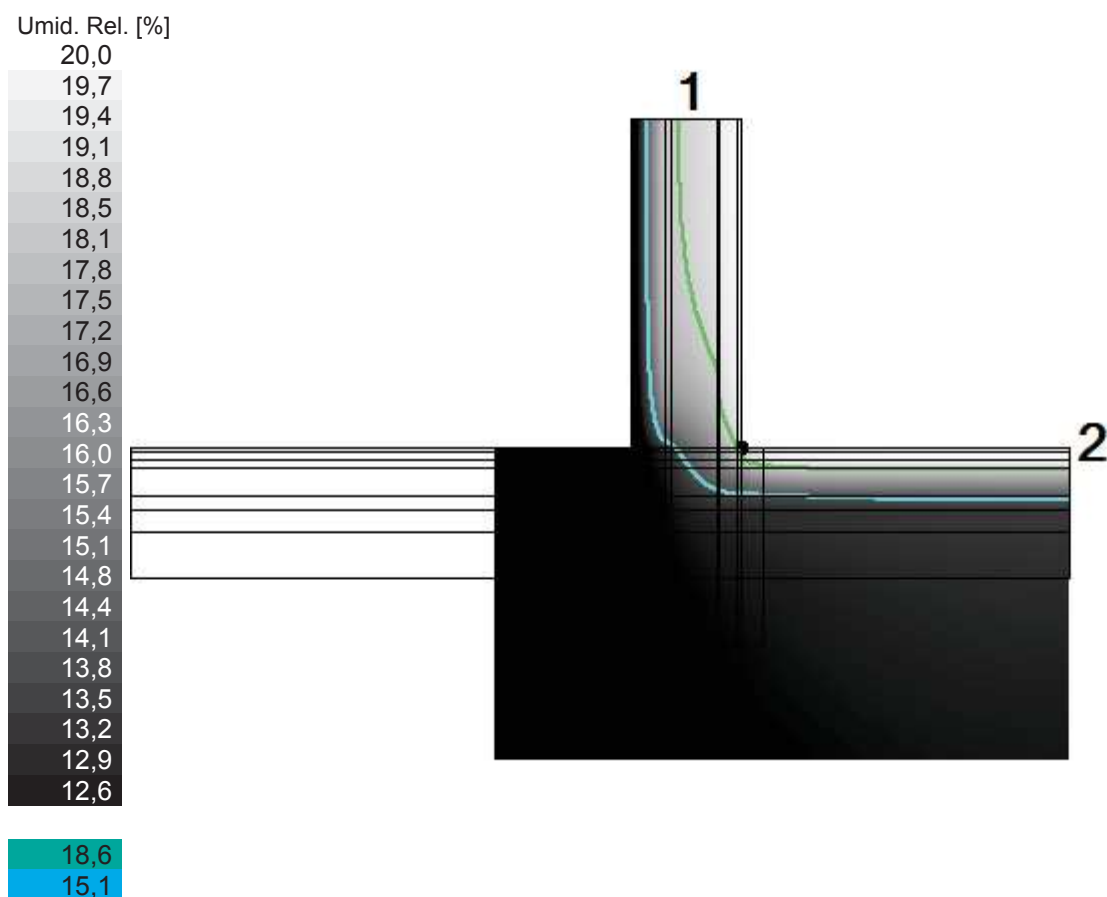
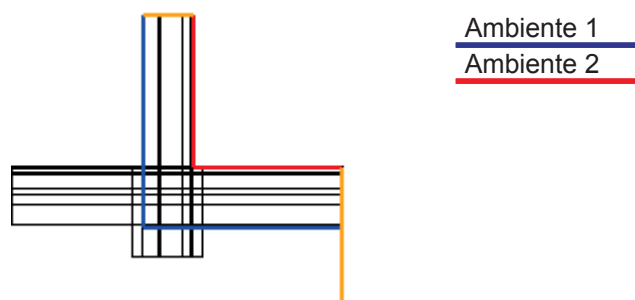


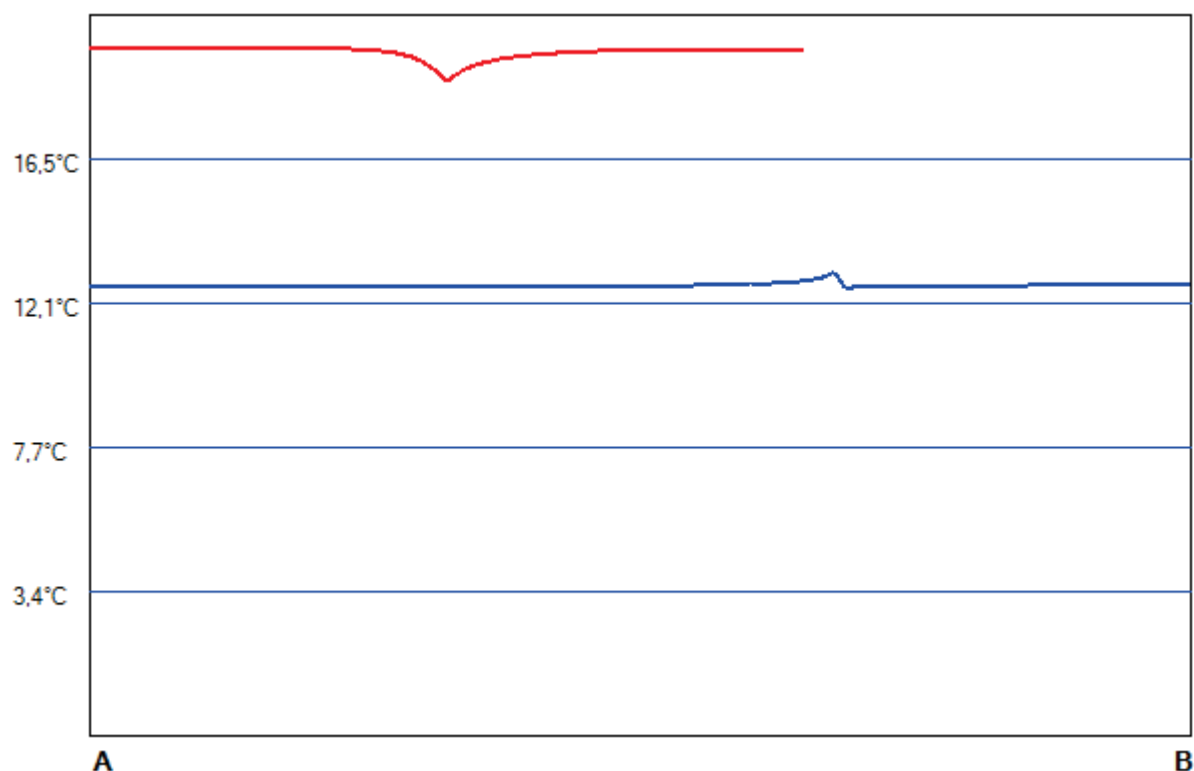
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



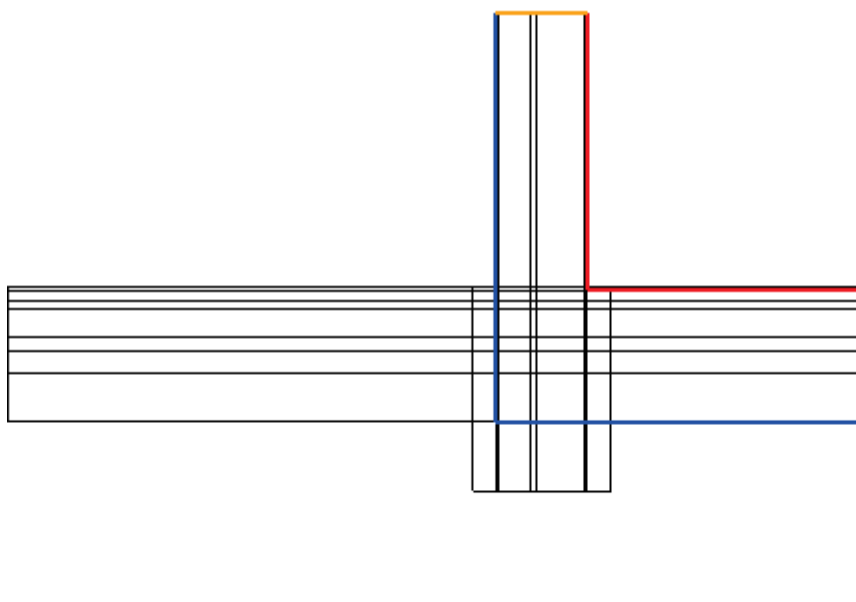
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: PAVIMENTO 230 VS. VESPAIO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

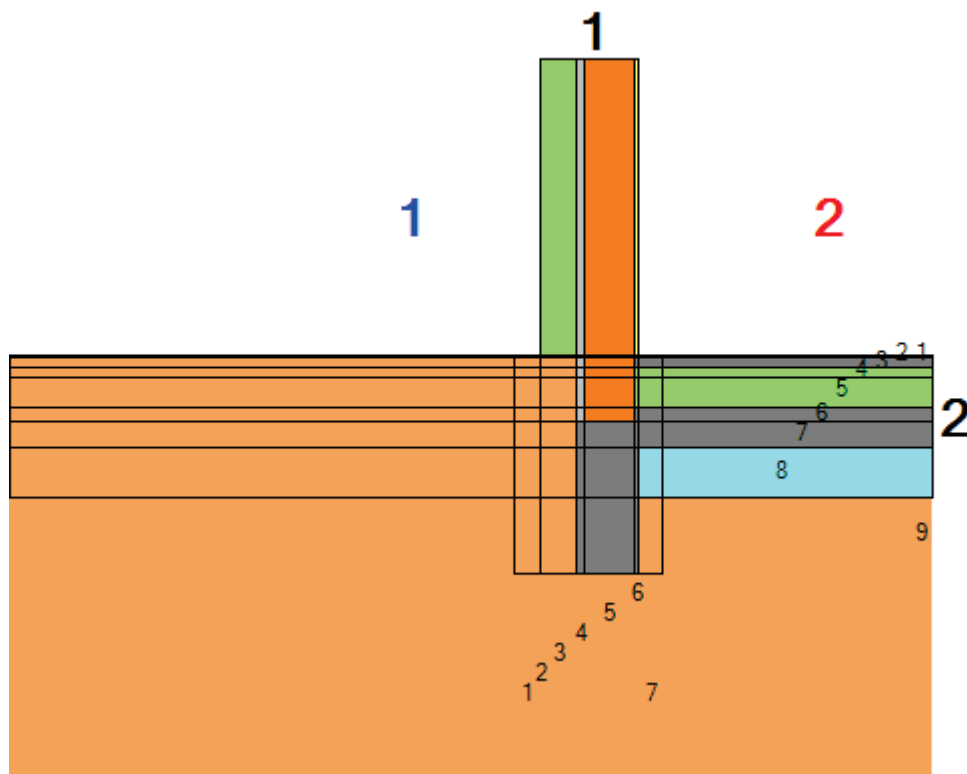
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,208	0,065	0,272
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	-0,124	0,208	0,084
Flusso interno [W]	3,419	1,922	5,341
Flusso esterno [W]	1,874	3,467	5,341
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,721

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,7°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426	0,200
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,015

Solaio

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]	Spessore [m]
1	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300	0,013
2	Caldana additivata per pannelli radianti	1,000	0,040
3	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031	0,035
4	Isolconfrot - Eco Espanso F K120	0,034	0,120
5	C.L.S. Alleggerito	0,080	0,060
6	Calcestruzzo - 2000 kg/m³	1,350	0,100
7	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750	0,200

Nel nodo

N.	Materiale	Conducibilità [W/mK]
1	Terreno	1,500
2	Intonaco armato - - CRM Olympus-Stone	0,660
3	Struttura in blocchi semipieni 20x30x25cm rif 1.1.07 - sp.parete 20cm	0,426
4	Piastrelle in ceramica / porcellana	1,300
5	Caldana additivata per pannelli radianti	1,000
6	Polistirene espanso sinterizzato con grafite	0,031
7	Isolconfrot - Eco Espanso F K120	0,034
8	C.L.S. Alleggerito	0,080

9	Calcestruzzo - 2000 kg/m³	1,350
10	Aria debolmente ventilata, flusso ascendente	0,750

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Temperatura [°C]

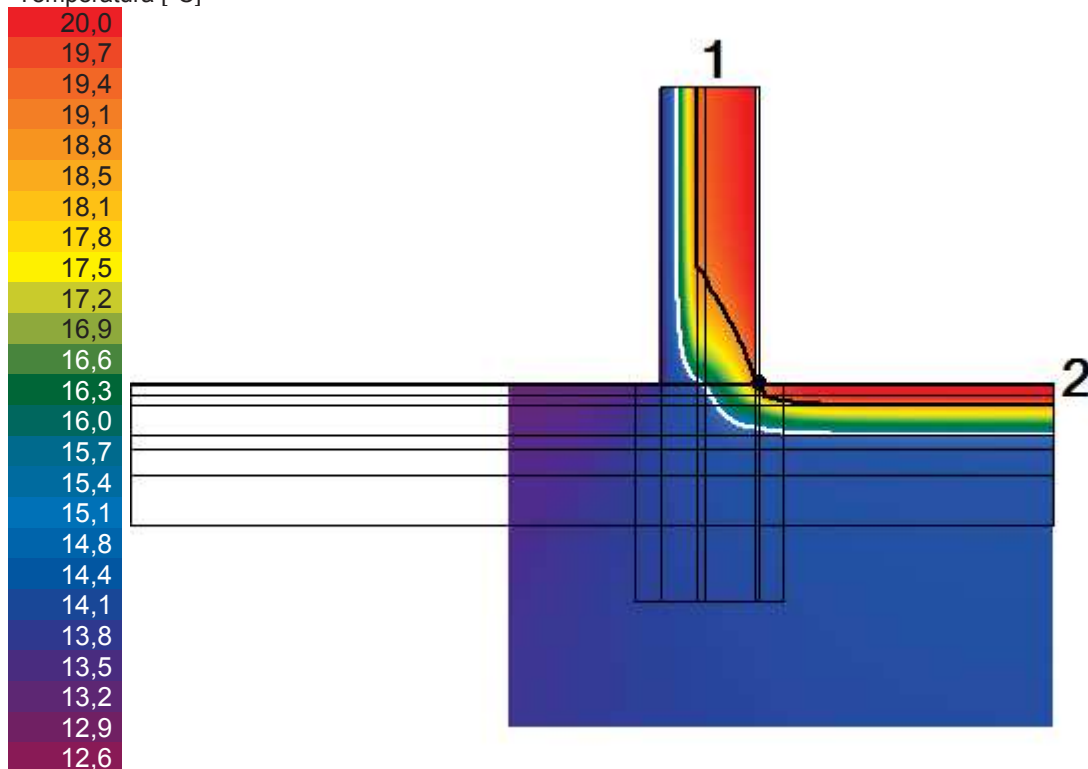


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]

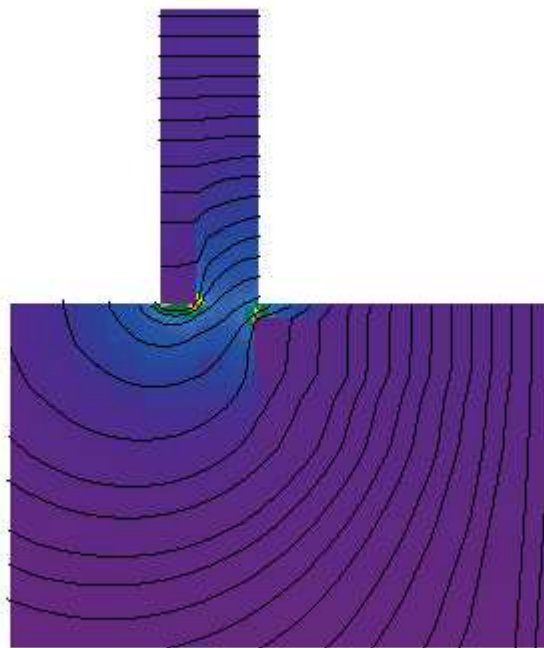
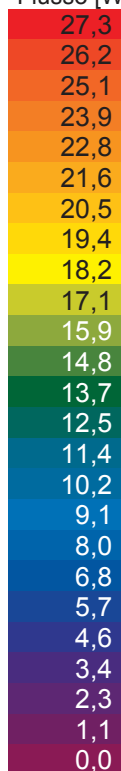


Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

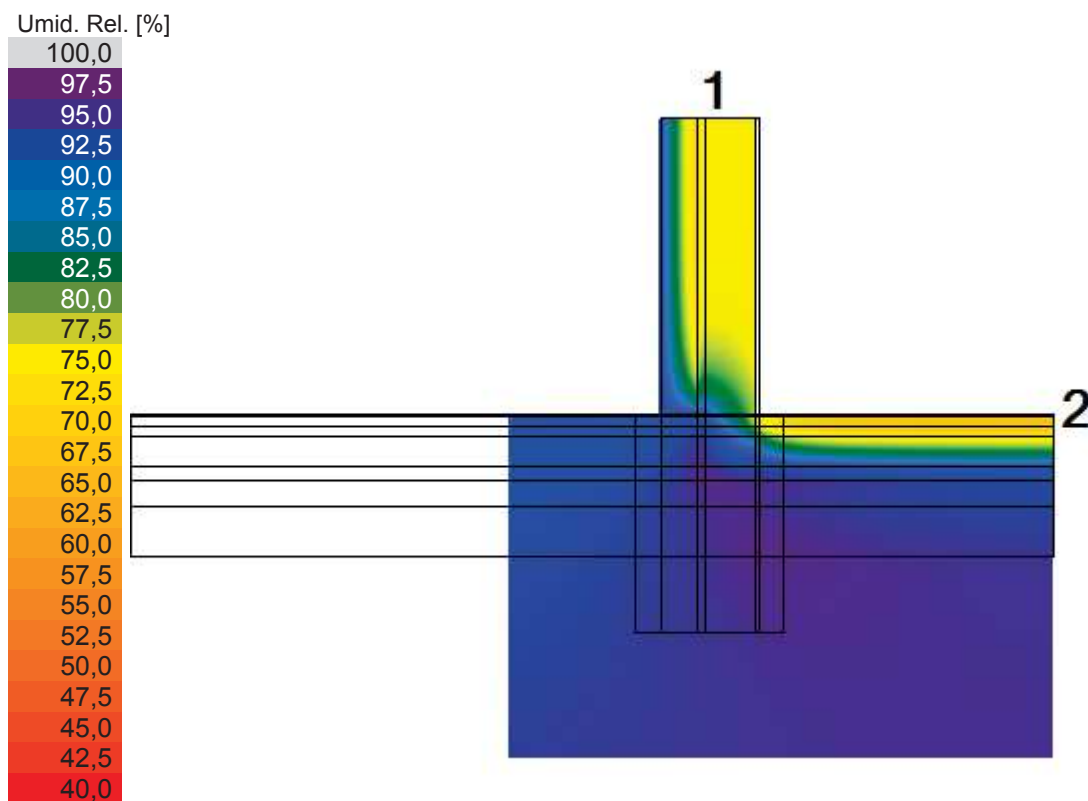


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

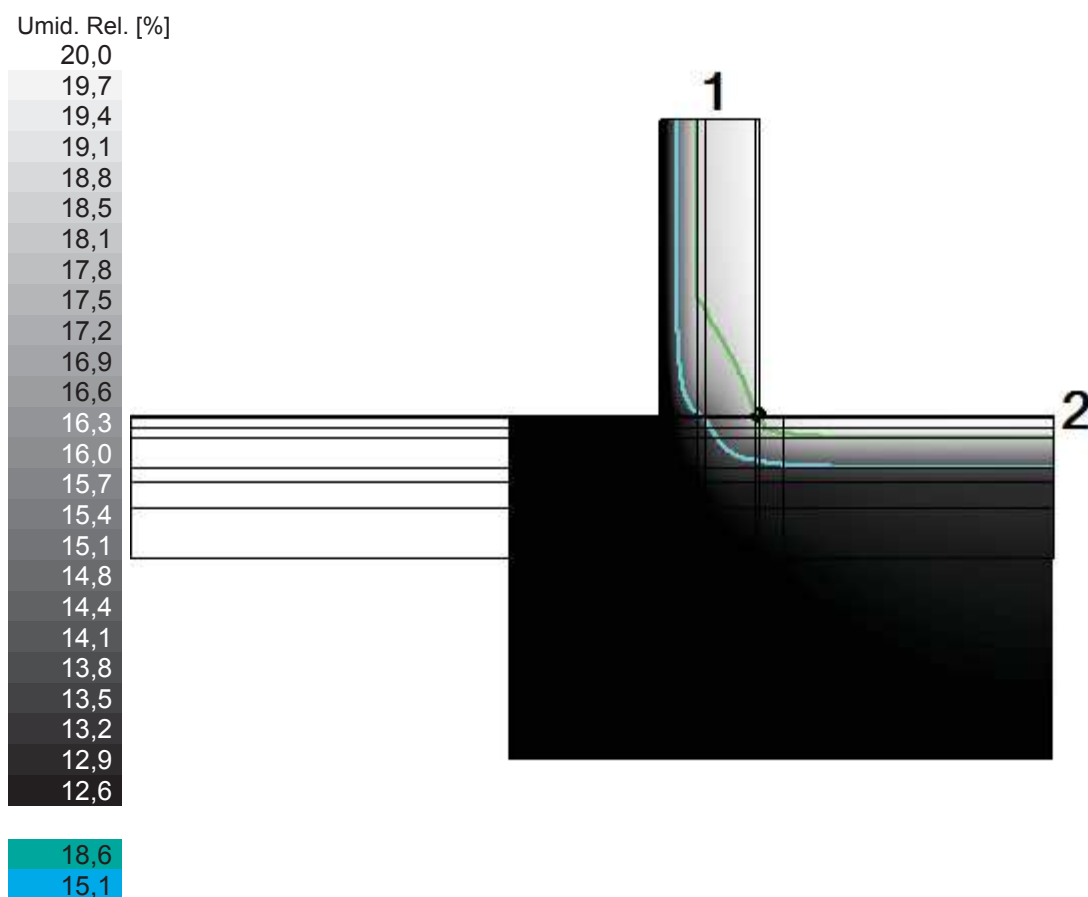
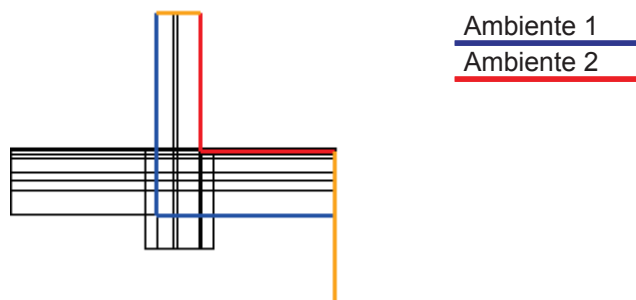


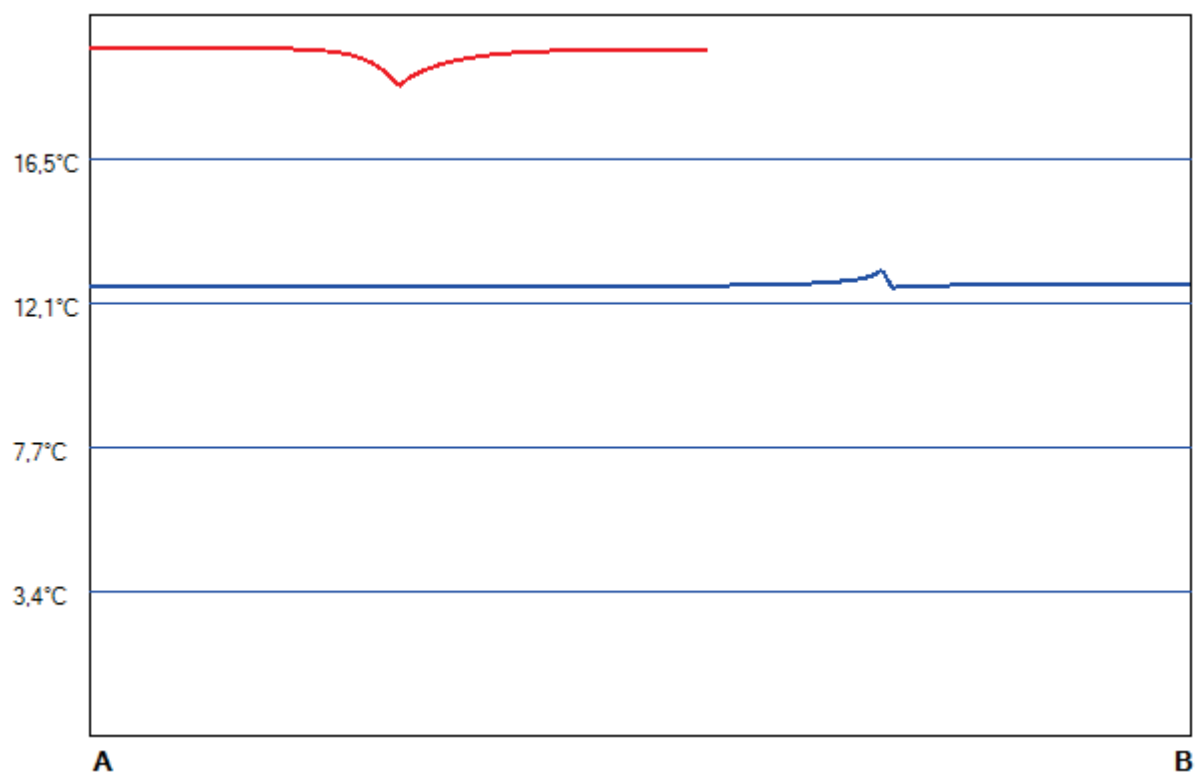
Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



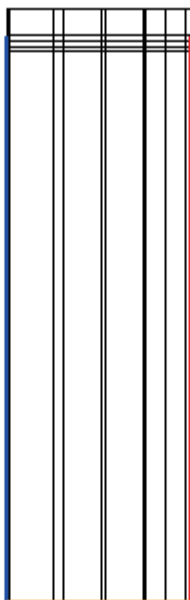
Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).



Ponte: SERRAMENTO

Schema del ponte termico

Di seguito lo schema utilizzato per l'analisi agli elementi finiti. In arancione le superfici adiabatiche del ponte termico. La linea rossa rappresenta la lunghezza interna del nodo, la linea blu la lunghezza esterna, tali confini sono utilizzati per il calcolo delle trasmittanze lineari e dei flussi.



Condizioni al contorno

N.	Tipologia	Temperatura	Umidità relativa
1	Ambiente esterno	12,6°C	93%
2	Ambiente interno riscaldato	20,0°C	73%

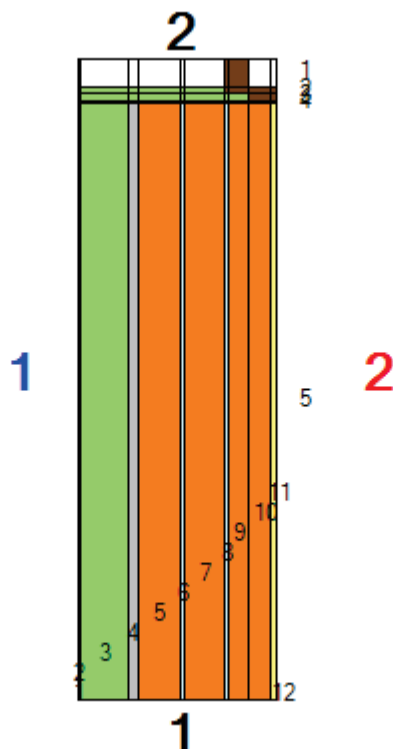
Principali risultati del calcolo

	Attraverso struttura 1	Attraverso struttura 2	Totale
Trasmittanza lineare interna Ψ_i [W/mK]	0,092		
Trasmittanza lineare esterna Ψ_e [W/mK]	0,092		
Flusso interno [W]	3,286	0,733	4,019
Flusso esterno [W]	3,125	0,894	4,019
Coefficiente di accoppiamento L_{2D} [W/mK]	-	-	0,542

Verifiche igrotermiche

Temperatura superficiale minima di progetto	18,7°C
Temperatura superficiale minima per non avere condensa	15,1°C
Temperatura superficiale minima per non avere formazione di muffe	18,6°C
Esito della verifica del rischio di condensazione superficiale:	positivo ✓
Esito della verifica del rischio di formazione di muffa:	positivo ✓

Descrizione dei materiali



Parete

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]	Spessore [m]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300	0,005
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036	0,140
3	Intonaco armato - CRM Olympus-Stone	0,660	0,030
4	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
5	Camera non ventilata	0,067	0,010
6	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,120
7	Camera non ventilata	0,067	0,010
8	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,060
9	Struttura in mattoni semipieni 12x25x12cm rif 1.1.04 - sp.parete 12cm	0,500	0,060
10	Malta di calce o di calce e cemento	0,900	0,020

Nel nodo

N.	Materiale	Conduktivität [W/mK]
1	Intonaco plastico per cappotto	0,300
2	Isolconfort - ECO ESPANSO 100	0,036
3	Pannello Aerogel A2	0,015
4	Malta di calce o di calce e cemento	0,900
5	Pannello Stiferite GT	0,022
6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0,120

Grafico delle temperature

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Temperatura [°C]

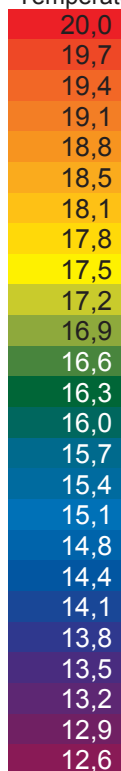


Grafico dei flussi

Il grafico rappresenta la distribuzione dei flussi per le seguenti condizioni al contorno:

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Flusso [W/m²]



Grafico dell'umidità relativa

Il grafico mostra la distribuzione dell'umidità relativa considerando il solo effetto della diffusione del vapore tra i materiali (non sono considerati tutti gli altri fenomeni igroscopici) a partire dalle condizioni al contorno riportate in tabella. Il risultato non vale come 'verifica' del rischio di condensa interstiziale nel ponte termico, ma semplicemente aiuta a capire se è necessaria o meno una maggiore attenzione al tema.

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

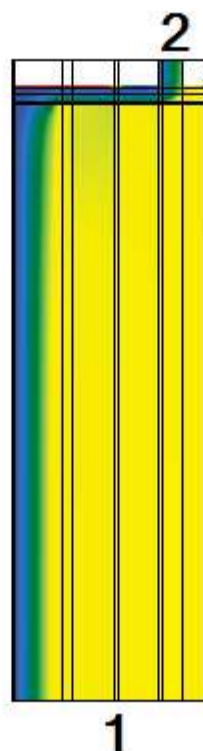
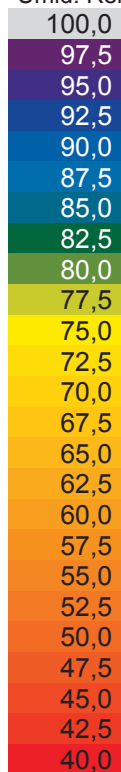


Grafico delle isoterme di rischio muffa e condensa

Il grafico rappresenta la distribuzione delle temperature valutata per le condizioni al contorno riportate in tabella. Sono messe in evidenza le isoterme relative alla temperatura del rischio di formazione di muffa (in verde) e del rischio di condensazione (in azzurro).

		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%

Umid. Rel. [%]

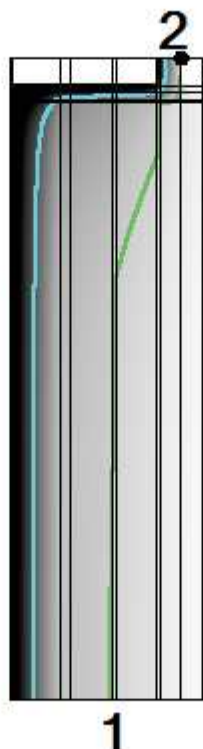
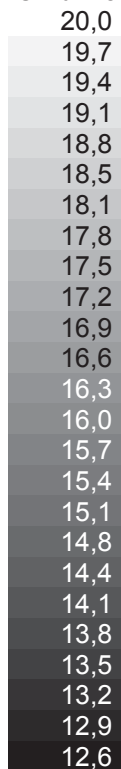
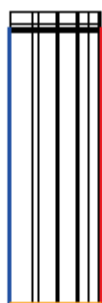


Grafico della distribuzione delle temperature superficiali

Il grafico mostra la distribuzione delle temperature superficiali lungo il profilo A-B indicato nello schema di riferimento. Le condizioni al contorno considerate sono riportate nella seguente tabella:

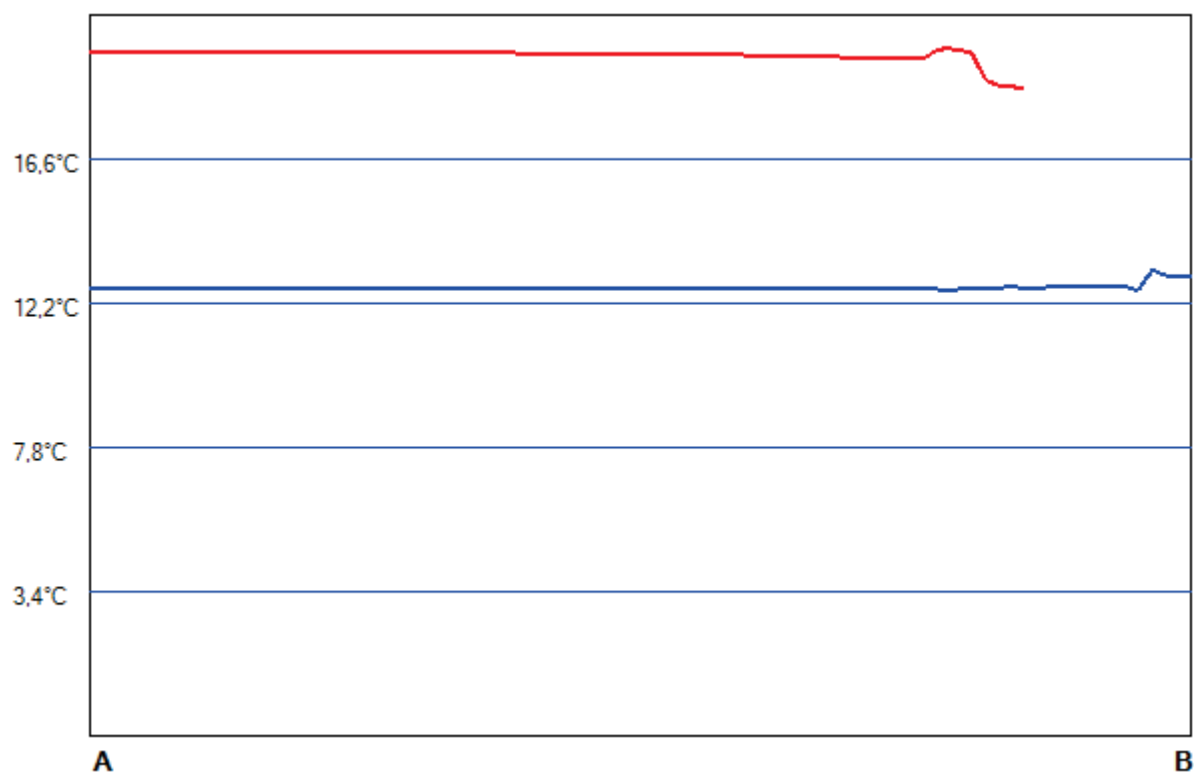
		Temperatura	Umidità relativa
Condizioni esterne:	Ottobre	12,6°C	92,9%
Condizioni interne:	Ambiente 1	12,6°C	92,9%
	Ambiente 2	20,0°C	73,5%



Ambiente 1

Ambiente 2

Andamento delle temperature (l'asse verticale rappresenta le temperature superficiali [°C], l'asse orizzontale la distribuzione del dato lungo il profilo A-B).





Pannello in polistirene espanso sinterizzato, tagliato da blocco, a bordo dritto.
 Prodotto a marcatura CE e ETICS, certificato EPD e disponibile con conformità ai CAM.
 Norma di riferimento UNI EN 13163 e UNI EN 13499.

Campi d'applicazione:

- isolamento termico di pareti a cappotto
- isolamento in controplaccaggio

Dimensioni: 1000x500 mm



PROPRIETÀ ECO ESPANSO 100	NORMA	U. M.	CODICE	ECO ESPANSO 100	REQUISITO ETAG004 / EN13499
Indicatori ambientali misurati e certificati da I.C.M.Q.					
GER		MJ/mc	GER	1508	-
GWP		Kg CO ₂ /mc	GWP	65,19	-
Water Footprint		Lt/mc	WF	199,7	-
Requisiti EN 13163					
Conducibilità termica dichiarata	EN12667	W/mK	λ_d	0,036	$\leq 0,065$
Resistenza termica dichiarata	EN12667	m ² K/W	Rd	-	$\geq 1,00$
Spessore (mm)		m ² K/W	Rd	0,25	
		m ² K/W	Rd	0,55	
		m ² K/W	Rd	0,80	
		m ² K/W	Rd	1,10	
		m ² K/W	Rd	1,35	
		m ² K/W	Rd	1,65	
		m ² K/W	Rd	2,20	
		m ² K/W	Rd	2,75	
		m ² K/W	Rd	3,30	
		m ² K/W	Rd	3,85	
		m ² K/W	Rd	4,15	
		m ² K/W	Rd	4,40	
		m ² K/W	Rd	5,00	
		m ² K/W	Rd	5,55	
Tolleranza sulla lunghezza	EN822	mm	Li	L2=±2	±2
Tolleranza sulla larghezza	EN822	mm	Wi	W2=±2	±2
Tolleranza sullo spessore	EN823	mm	Ti	T1=±1	±1
Tolleranza sull'ortogonalità	EN824	mm	Si	S2=±2/1000	±2/1000
Tolleranza sulla planarità	EN825	mm	Pi	P3: ±3	±3
Stabilità dimensionale in condizioni di laboratorio	EN1603	%	DS(N)	ds(n)2=±0,2	±0,2
Stabilità dimensionale a 70° C	EN1604	%	DS(70,-)	-	-
Reazione al fuoco	EN13501-1	classe	-	E	E
Resistenza a flessione	EN12089	kPa	BS	-	-
Resistenza alla compressione al 10% di deformazione	EN826	kPa	CS(10)	-	-
Resistenza alla trazione perpendicolare delle facce	EN1607	kPa	TR	≥100	≥100
Carico permanente limite con deformazione del 2% a 50 anni	EN1606	kPa	CC(2,5/2/50)	-	-
Resistenza alla diffusione del vapore	EN12086	μ	MU	20 - 30	Dich.
Assorbimento d'acqua per immersione totale	EN12087	%	WL(T)	WL(T)3=≤3	-
Assorbimento d'acqua per diffusione e condensazione	EN12088	%	WD(V)	-	-
Requisiti ETICS - EN 13499					
Assorbimento d'acqua limite per immersione parziale	EN1609	Kg/m ²	Wlp	≤0,5	≤0,5
Resistenza alla trazione perpendicolare delle facce	EN1607	kPa	TR	≥100	≥100
Resistenza al taglio	EN12090	kPa	frk	≥60	≥20
Modulo di taglio	EN12090	kPa	Gm	≥1000	≥1000
Altre caratteristiche					
Coefficiente di dilatazione termica lineare	-	K ⁻¹	-	65 x 10 ⁻⁶	-
Massa volumica apparente	-	Kg/mc	ρ	-	-
Capacità termica specifica	EN10456	J/kgK	Cp	1450	-
Temperatura limite di esercizio	-	°C	-	80	-
Colore	-	-	-	Bianco	-

VOCE DI CAPITOLATO

L'isolamento termico delle pareti verrà realizzato con pannelli tagliati da blocco in polistirene espanso sinterizzato tipo ECO ESPANSO® 100 prodotti con materie prime di qualità a stagionatura garantita da azienda certificata con sistema di qualità UNI EN ISO 9001 in possesso di certificazione ambientale EPD n. ... e conformi ai CAM. I pannelli in EPS dovranno essere conformi alla normativa di settore EN 13163, possedere marcatura CE, in accordo ai requisiti delle linee guida EOTA - ETAG004 per isolamento con sistemi a cappotto e EN 13499 ETICS. I pannelli, con Euro classe di reazione al fuoco E secondo la norma EN 13501-1, avranno dimensione di 100x50 cm e spessore di ... cm, saranno caratterizzati da proprietà di conducibilità termica dichiarata λ_d pari a 0,036 W/mK e di resistenza termica R_d pari a ... m²K/W... e con valori ambientali di G.E.R. 1508 MJ/mc - G.W.P. 65,19 kg CO₂/mc - Water Footprint 199,7 Lt/mc.

Pannello in polistirene espanso sinterizzato ad alte prestazioni meccaniche di compressione tagliato da blocco a bordo dritto.

Prodotto a marcatura CE, certificato EPD e disponibile con conformità ai CAM.

Norma di riferimento UNI EN 13163 e UNI EN 13499.

Campi d'applicazione:

- isolamento termico di pavimenti e solai su spazi riscaldati e non riscaldati



Dimensioni pannello: 1000x500 mm

PROPRIETÀ ECO ESPANSO F	NORMA	U. M.	CODICE	ECO ESPANSO F K120	ECO ESPANSO F K150	ECO ESPANSO F K200
Requisiti EN 13163						
Conducibilità termica dichiarata	EN12667	W/mK	λ_d	0,034	0,033	0,033
Resistenza termica dichiarata	EN12667	m²K/W	Rd	-	-	-
Spessore (mm)		m²K/W	Rd	0,25	0,30	0,30
		m²K/W	Rd	0,55	0,60	0,60
		m²K/W	Rd	0,85	0,90	0,90
		m²K/W	Rd	1,15	1,20	1,20
		m²K/W	Rd	1,45	1,50	1,50
		m²K/W	Rd	1,75	1,80	1,80
		m²K/W	Rd	2,35	2,40	2,40
		m²K/W	Rd	2,90	3,00	3,00
		m²K/W	Rd	3,50	3,60	3,60
		m²K/W	Rd	4,10	4,20	4,20
		m²K/W	Rd	4,40	4,50	4,50
		m²K/W	Rd	4,70	4,80	4,80
		m²K/W	Rd	5,25	5,45	5,45
		m²K/W	Rd	5,85	6,05	6,05
Tolleranza sulla lunghezza	EN822	mm	Li	L2=±2	L2=±2	L2=±2
Tolleranza sulla larghezza	EN822	mm	Wi	W2=±2	W2=±2	W2=±2
Tolleranza sullo spessore	EN823	mm	Ti	T1=±1	T1=±1	T1=±1
Tolleranza sull'ortogonalità	EN824	mm	Si	S2=±2/1000	S2=±2/1000	S2=±2/1000
Tolleranza sulla planarità	EN825	mm	Pi	P3: ±3	P3: ±3	P3: ±3
Stabilità dimensionale in condizioni di laboratorio	EN1603	%	DS(N)	ds(n)2=±0,2	ds(n)2=±0,2	ds(n)2=±0,2
Stabilità dimensionale a 70° C	EN1604	%	DS(70,-)	-	-	-
Reazione al fuoco	EN13501-1	classe	-	E	E	E
Resistenza a flessione	EN12089	kPa	BS	≥170	≥200	≥250
Resistenza alla compressione al 10% di deformazione	EN826	kPa	CS(10)	≥120	≥150	≥200
Carico permanente limite con deformazione del 2% a 50 anni	EN1606	kPa	CC(2,5/2/50)	-	-	-
Resistenza alla diffusione del vapore	EN12086	μ	MU	30 - 70	30 - 70	40 - 100
Assorbimento d'acqua per immersione totale	EN12087	%	WL(T)	WL(T)4=≤4	WL(T)2=≤2	WL(T)5=≤5
Altre caratteristiche						
Coefficiente di dilatazione termica lineare	-	K ⁻¹	-	65 x 10 ⁻⁶	65 x 10 ⁻⁶	65 x 10 ⁻⁶
Massa volumica apparente	-	Kg/mc	ρ	-	-	-
Capacità termica specifica	EN10456	J/kgK	Cp	1450	1450	1450
Temperatura limite di esercizio	-	°C	-	80	80	80
Colore	-	-	-	Bianco	Bianco	Bianco

VOCE DI CAPITOLATO

L'isolamento termico dei pavimenti verrà realizzato con pannelli tagliati da blocco in polistirene espanso tipo ECO ESPANSO F K... prodotti con materie prime di qualità a stagionatura garantita da azienda certificata con sistema di qualità UNI EN ISO 9001, in possesso di certificazione ambientale EPD n. ... e conformi ai CAM. I pannelli in EPS dovranno essere conformi alla normativa di settore EN 13163, possedere marcatura CE. I pannelli, con Euro classe di reazione al fuoco E, secondo la norma EN 13501-1, avranno dimensione di 100x50 cm e spessore di ... cm, saranno caratterizzati da proprietà di conducibilità termica dichiarata λ_d pari a ... W/mK e di resistenza termica Rd pari a ... m²K/W ...



Comitato Termotecnico Italiano

Energia e Ambiente

20124 Milano – Italy
Via Scarlatti, 29
Tel. +39 02 2662651
Fax +39 02 26626550
cti@cti2000.it
www.cti2000.it

C.F. P.I.
11494010157

Ente Federato all'UNI
per l'unificazione nel
settore termotecnico

Fondato nel 1933
Sotto il Patrocinio del
CNR

Riconosciuto dal MAP
con D.D. del 4.6.1999
Iscritto nel Registro
delle Persone
Giuridiche
Col n. 604



CERTIFICATO N. 66 di garanzia di conformità

rilasciato a

Namirial S.p.A.
Via Caduti del Lavoro, 4 – 60019 Senigallia (AN)
P.IVA 02046570426 - prot. N. 71

Il Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente

Certifica

che il software applicativo
Namirial Termo - Versione 4.1.3

è conforme alle UNI/TS 11300-1:2014, UNI/TS 11300-2:2014, UNI/TS 11300-3:2010, UNI/TS 11300-4:2016, UNI/TS 11300-5:2016, UNI/TS 11300-6:2016 e alla UNI EN 15193:2008.

La certificazione esclude altre prestazioni del prodotto o modalità operative.



Il Presidente
Prof. Ing. Cesare Boffa

Milano, 15 marzo 2017



20124 Milano – Italy
Via Scarlatti, 29
Tel. +39 02 2662651
Fax +39 02 26626550
cti@cti2000.it
www.cti2000.it

C.F. P.I.
11494010157

Ente Federato all'UNI
per l'unificazione nel
settore termotecnico

Fondato nel 1933
Sotto il Patrocinio del CNR

Riconosciuto dal MAP
con D.D. del 4.6.1999
Iscritto nel Registro
delle Persone Giuridiche
col n. 604



Comitato Termotecnico Italiano

Energia e Ambiente

**Dichiarazione di esito positivo della Verifica di Sorveglianza Periodica
sul**

**CERTIFICATO N. 66
di garanzia di conformità**

rilasciato a

Namirial S.p.A.

Via Caduti del Lavoro 4 – 60019 Senigallia (AN)
P.IVA 02046570426 - prot. N. 71

Il Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente

Certifica

che il software applicativo
Namirial Termo - Versione 4.1.3

Ha superato positivamente la Verifica di Sorveglianza Periodica
conclusasi in data 13 gennaio 2022



Il Presidente
Prof. Ing. Cesare Boffa

Milano, 19 gennaio 2022