

REGIONE UMBRIA

COMUNE DI NORCIA

LEGGE 15 dicembre 2016, n. 229 smi
interventi in favore delle popolazioni colpite dal sisma
del 24 agosto 2016 e successivi

Ordinanza Commissariale 130 del 15 dicembre 2022 e s.m.i.
Testo Unico della Ricostruzione Privata

Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di
immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli
eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)

Ubicazione intervento: Norcia, Loc. Frascaro, via Leopardi, 58-64

Committente / Delegato
Sig.ra Rosa Di Alessandro
Via Tranquillo Graziani, 21 - 06043 Cascia (Pg)

Progetto architettonico e DL
Geom. Aldo Leoncilli
Via dei Priori, 59 - 06046 Norcia (Pg)

Progetto strutture
Dott. Ing. Marco Piandoro
Via G. Gabribaldi, 2 - 06055 Marsciano (Pg)

Relazione Geologica
Dott. Geol. Luca Ercolini
Via Monte Sella, 7 - 06034 Foligno (Pg)

Verifiche termiche e impianti tecnologici
Dott. Ing. Michele Valigi
Strada Marscianese, 183/H - 06132 San Fortunato della Collina (Pg)

Rilievo, computo e contributiva
Geom. Fabrizio Brodolini
Via Marsciano, 6 - 06039 Trevi (Pg)

PROGETTI IMPIANTI

Elaborato

Relazione tecnica sul contenimento dei consumi energetici
in edilizia ai sensi dell'art. 28 L10/91 e s.m.i.

SP.19

COD: S16 - S45

Scala: 1:100

File: SF03-SP01 RIL e PROG_S45.dwg

Attività	Note
1	Elaborati allegati alla richiesta di contributo L. 229/2016 e s.m.i.

LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE DI QUESTO ELABORATO È VIETATA AI TERMINI DI LEGGE

euro 3



EURO 3

GEOMETRA
Aldo Leoncilli

Via dei Priori, 59
06046 Norcia (Pg)
tel 0743/816998
leoncilli75@hotmail.it

UNITA' IMMOBILIARE 1

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

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 indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

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 legislativo 192/2005.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Norcia*

Provincia di *Perugia*

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

Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)

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)
Loc. Frascaro, Via Leopardi 58-64, 06046 Norcia (PG)

Richiesta Permesso di Costruire

n del *30/08/2023*

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; 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): *Sig.ra Rosa Di Alessandro*

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio:

Valigi Michele

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)	2608 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5.1 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31.7 °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)	515.65 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	467.32 m ²
Rapporto S/V	0.91 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	104.69 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	☐ sì ☒ 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	☐ sì ☒ 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 materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture ☐ sì ☒ no

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

Coperture delimitanti zone non riscaldate

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

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

Coperture delimitanti zone non riscaldate

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:

Non previsto - impianto singolo

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199.

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 (%): 0.37

- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 0.63

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): 236.00
- potenza elettrica (kW): 0.00

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Non previsti

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

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

Impianto a radiatori dotato di valvole termostatiche

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

-

Verifiche di cui alla lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Tutte le pareti opache verticali ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} : $0.06 < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tutte le pareti opache orizzontali e inclinate:

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} : $0.12 < 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

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

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 16

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

Viessman Vitodens 100 e

Viessman Vitodens 100 e

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):

Radiatori

Valore nominale della potenza termica utile *23.80 kW*

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn

Valore di progetto *97.9 %*

Rendimento termico utile al 30% Pn

Valore di progetto *107.7 %*

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: *Centralina di regolazione temperatura programmabile*

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

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *2 livelli di programmazione*

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

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)

Si veda schema

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

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

Condotti circolari in materiale plastico dimensionati secondo UNI 13384

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

Descrizione e caratteristiche principali

Dosatore idrodinamico di polifosfati

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Le tubazioni calde dell'impianto di riscaldamento saranno isolate con materiale a celle chiuse adatto per acqua calda e refrigerata. Gli spessori dell'isolante sono quelli previsti dalla Tabella 1 - Allegato B al Decreto Presidente Repubblica 26 agosto 1993, n.412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'articolo 4, comma 4, della Legge 09 gennaio 1991, n.10. Gli spessori sopra indicati dovranno essere 100% dello spessore per tubazioni correnti all'esterno o in locali non riscaldati, 50% dello spessore per tubazioni correnti all'interno lungo pareti disperdenti; 30% dello spessore per tubazioni correnti all'interno lungo pareti non disperdenti

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenza 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
Non previsti

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non previsti

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non oggetto di intervento

5.5 Altri impianti

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

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Verifica termoigrometrica
(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0.50	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 paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- H'_T : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789): **0.26 $\text{W/m}^2\text{K}$** ;
 $H'_{T,L}$: coefficiente medio globale limite di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (Tabella 10 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): **0.50 $\text{W/m}^2\text{K}$** ;
Verifica $H'_T < H'_{T,L}$ **POSITIVA**
 $A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} = \mathbf{0.008} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{limite}} = \mathbf{0.030}$ (Tabella 11 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005)
- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **74.21 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
 $EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **78.91 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
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): **0.84 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
 $EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **0.90 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
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): **102.45** kWh/m²anno;

$EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia primaria totale): **138.76** kWh/m²anno;

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

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0.9089**;

$\eta_{H,limite}$ 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): ---;
- $\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;
- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0.8468**;
- $\eta_{W,limite}$: 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) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ($E_{p,del}$): 10,658 kWh
- energia rinnovabile ($E_{p,gl,ren}$): 68 kWh
- energia esportata ($E_{p,exp}$): 0 kWh
- energia rinnovabile in situ: 0 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{p,gl,tot}$): 10,726 kWh

d) 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

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto *Valigi Michele*, iscritto a *Ordine ingegneri* provincia di *Perugia* n° iscrizione *A3014* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

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

Data 31/08/2023

Valigi



A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

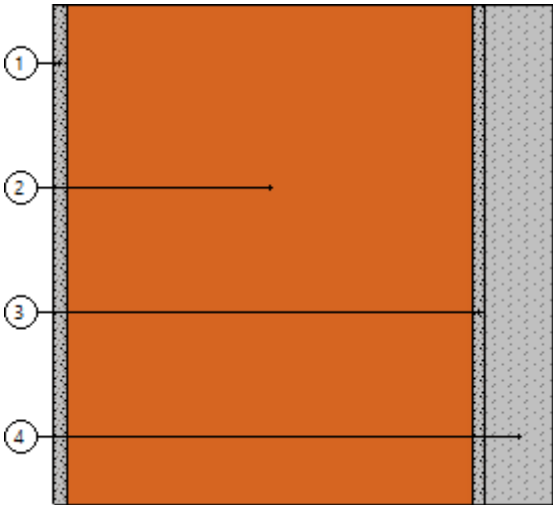
Parete in pietra 60 isol_EST

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	60.00	0.900		2,000	28	0.667
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		74.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.243	Resistenza termica totale	4.107

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.243
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.001
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	23.992
Smorzamento	0.003
Capacità termica [kJ/m²K]	67.600

Massa superficiale: 1,201.70 kg/m²



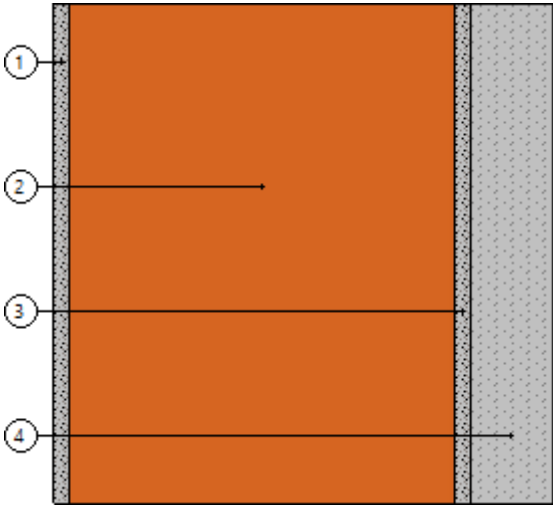
Parete in pietra 47 isol_EST

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	47.00	0.900		2,000	28	0.522
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		61.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.252	Resistenza termica totale	3.962

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.252
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.003
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	19.528
Smorzamento	0.011
Capacità termica [kJ/m²K]	67.593

Massa superficiale: 941.70 kg/m²



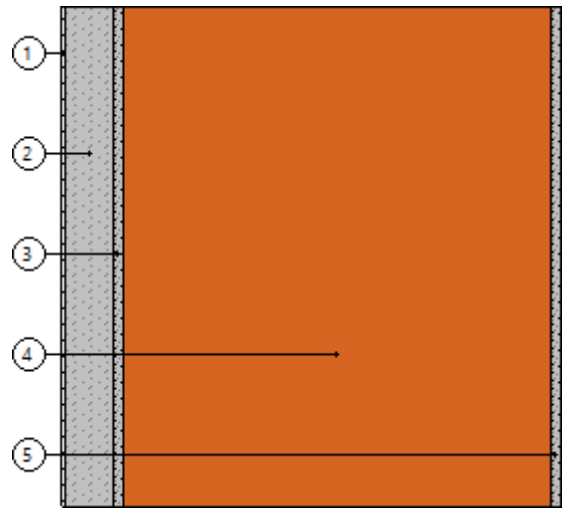
Parete in pietra 89 isol_INT

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	Cartongesso in lastre	1.00	0.210		900	24	0.048
2	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	89.00	0.900		2,000	28	0.989
5	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		104.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.223	Resistenza termica totale	4.477

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.223
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0.000
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	33.471
Smorzamento	0.000
Capacità termica [kJ/m²K]	10.203

Massa superficiale: 1,790.70 kg/m²



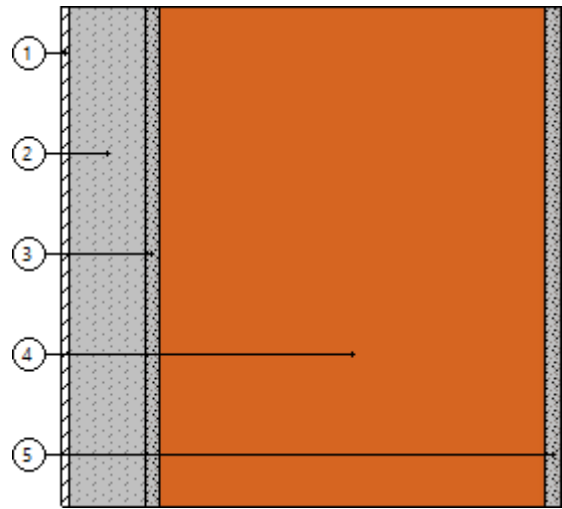
Parete in pietra 51 isol_INT

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	Cartongesso in lastre	1.00	0.210		900	24	0.048
2	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	51.00	0.900		2,000	28	0.567
5	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		66.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.247	Resistenza termica totale	4.055

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.247
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.003
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	20.424
Smorzamento	0.012
Capacità termica [kJ/m²K]	10.160

Massa superficiale: 1,030.70 kg/m²



Parete in mattoni isol_EST

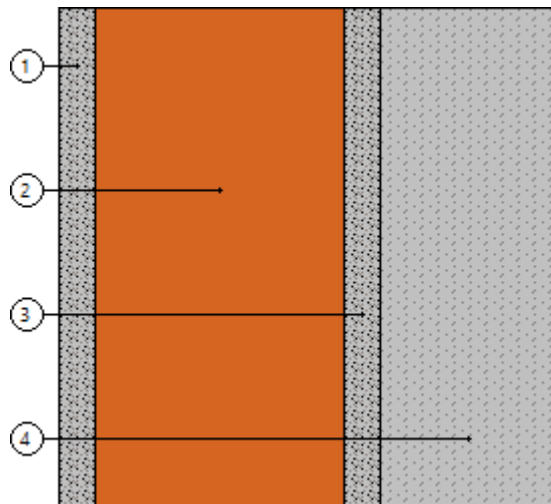
N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	Spessore [cm]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	δ [kg/m³]	$\delta_p \times 10^{12}$ [kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Mattoni pieni per pareti interne con umidità dello 0,5% (1200 kg/m³)	14.00	0.430		1,200	28	0.326
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		28.00					

Resistenza superficiale interna	0.130
Resistenza superficiale esterna	0.040

Trasmittanza termica [W/m²K]	0.266	Resistenza termica totale	3.766
------------------------------	-------	---------------------------	-------

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.266
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.055
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	8.820
Smorzamento	0.209
Capacità termica [kJ/m²K]	59.479

Massa superficiale: 169.70 kg/m²



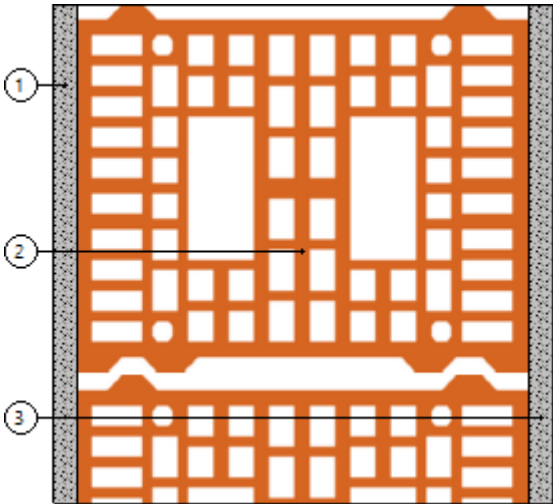
Parete in blocchi semipieni

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	38.00	0.093		672	39	4.086
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		42.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.233	Resistenza termica totale	4.300

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.233
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.274
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0.006
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	23.079
Smorzamento	0.026
Capacità termica [kJ/m²K]	44.464

Massa superficiale: 255.36 kg/m²



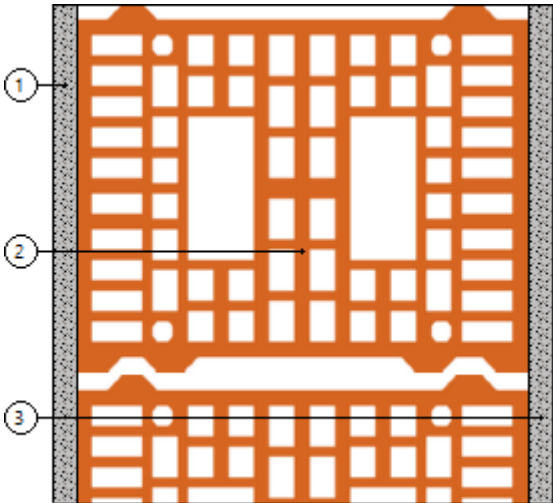
Parete in blocchi semipieni

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	38.00	0.093		672	39	4.086
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		42.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.233	Resistenza termica totale	4.300

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati		
Trasmittanza [W/m²K]		0.233
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]		0.006
Valore limite [W/m²K]		0.100
Sfasamento [h]		23.079
Smorzamento		0.026
Capacità termica [kJ/m²K]		44.464

Massa superficiale: 255.36 kg/m²



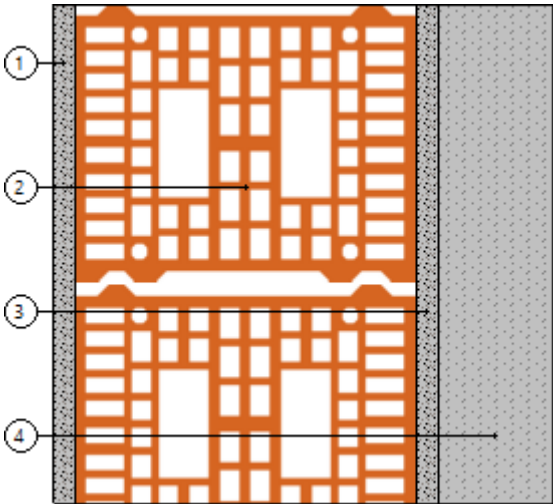
Parete in blocchi semipieni IS EST

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	30.00	0.093		672	39	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		44.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.150	Resistenza termica totale	6.666

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0.150
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.002
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	22.215
Smorzamento	0.011
Capacità termica [kJ/m²K]	44.513

Massa superficiale: 203.30 kg/m²



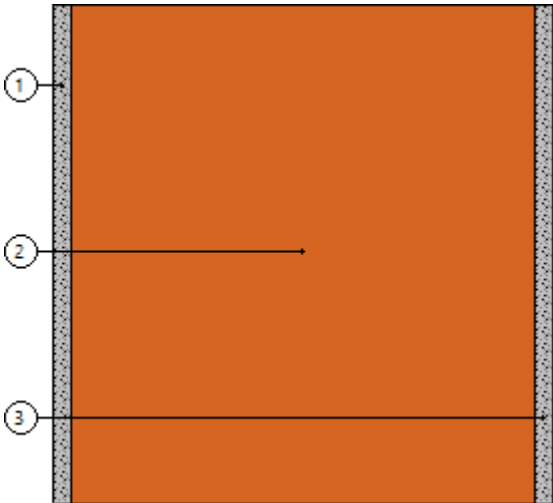
Parete in pietra 54 INTERNA

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	54.00	0.900		2,000	28	0.600
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		58.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1.106	Resistenza termica totale	0.904

Divisorio	
Trasmittanza [W/m²K]	1.106
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.024
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	20.427
Smorzamento	0.022
Capacità termica [kJ/m²K]	67.347

Massa superficiale: 1,080.00 kg/m²



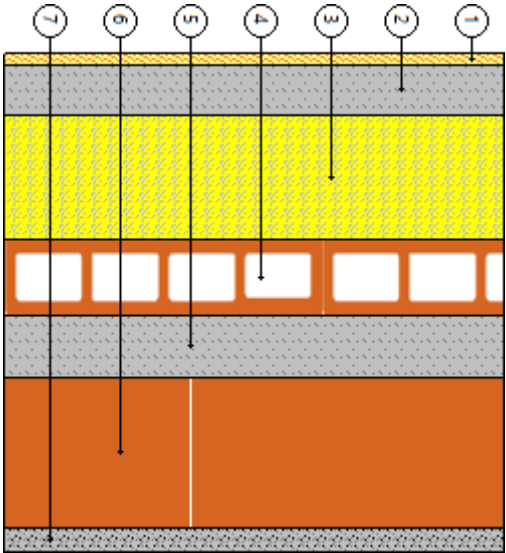
Volta in laterizio con isolamento

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	1.00	1.300		2,300	0	0.008
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m³)	4.00	0.580		900	2	0.069
3	Pannello in lana di roccia 0.034	10.00	0.034		100	193	2.941
4	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	6.00		7.143	617	21	0.140
5	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
6	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	12.00		6.667	1,800	21	0.150
7	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		40.00					

		Resistenza superficiale interna	0.170
		Resistenza superficiale esterna	0.170
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.270	Resistenza termica totale	3.707

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.270
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.215
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.027
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	12.954
Smorzamento	0.099
Capacità termica [kJ/m²K]	43.741

Massa superficiale: 422.02 kg/m²



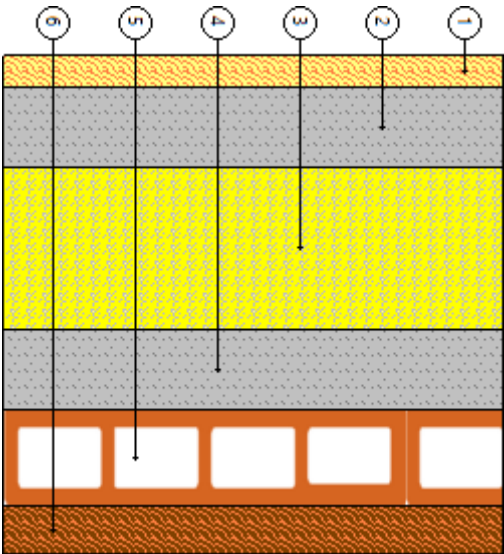
Solaio in legno nuovo

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	2.00	1.300		2,300	0	0.015
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m³)	5.00	0.580		900	2	0.086
3	Pannello in lana di roccia 0.034	10.00	0.034		100	193	2.941
4	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
5	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	6.00		7.143	617	21	0.140
6	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	3.00	0.120		450	0	0.250
Spessore totale		31.00					

		Resistenza superficiale interna	0.170
		Resistenza superficiale esterna	0.170
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.262	Resistenza termica totale	3.810

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.262
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.215
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.034
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	11.178
Smorzamento	0.131
Capacità termica [kJ/m²K]	54.226

Massa superficiale: 251.52 kg/m²



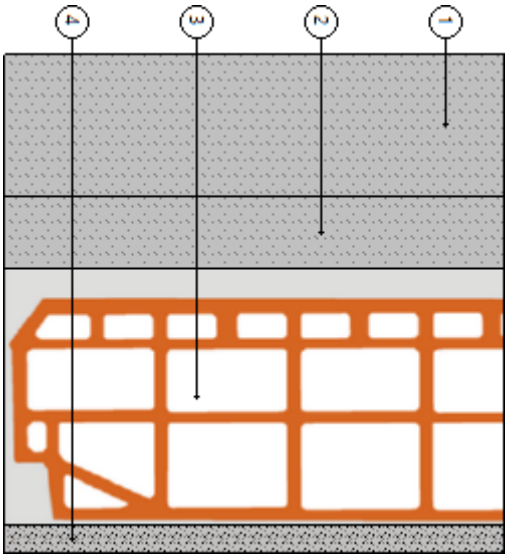
Solaio in laterizio con isolamento SOF

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	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
2	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
3	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180 (171 kg/m²)	18.00		3.333	950	21	0.300
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		35.00					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.264	Resistenza termica totale	3.785

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.264
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.198
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.042
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	9.416
Smorzamento	0.160
Capacità termica [kJ/m²K]	66.358

Massa superficiale: 272.70 kg/m²



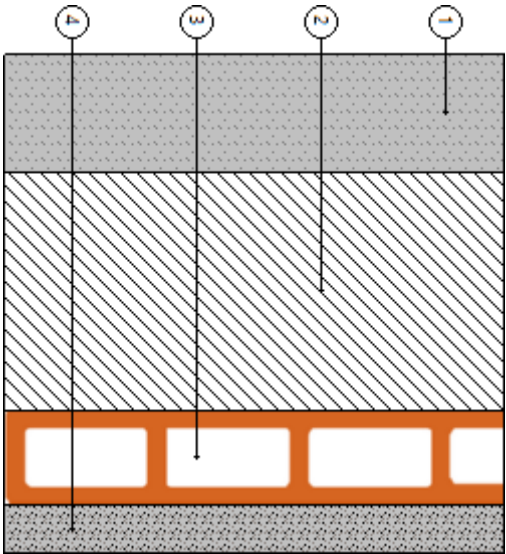
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF

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	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
2	EPS Q35 150 T Bianco CAM	10.00	0.035		19	4	2.857
3	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	4.00		8.333	800	21	0.120
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		21.00					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.309	Resistenza termica totale	3.236

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.309
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.198
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{ie} [W/m²K]	0.207
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	5.533
Smorzamento	0.671
Capacità termica [kJ/m²K]	58.675

Massa superficiale: 133.90 kg/m²



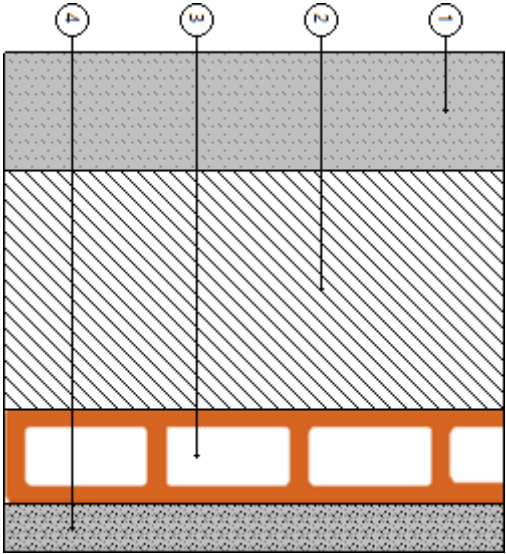
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento BAS

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	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
2	EPS Q35 150 T Bianco CAM	10.00	0.035		19	4	2.857
3	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	4.00		8.333	800	21	0.120
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		21.00					

		Resistenza superficiale interna	0.170
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.308	Resistenza termica totale	3.246

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0.308
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.181
Valore limite [W/m²K]	0.180
Sfasamento [h]	5.517
Smorzamento	0.589
Capacità termica [kJ/m²K]	60.280

Massa superficiale: 133.90 kg/m²



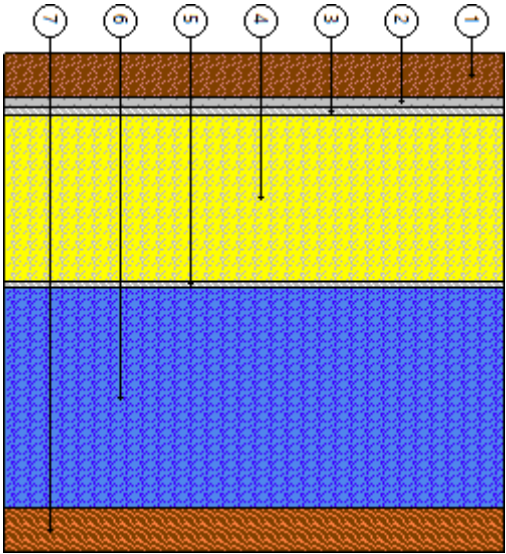
Copertura soffitta con pannello sandwich

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	Terracotta	2.00	1.000		2,000	5	0.020
2	Bitume: feltro/foglio	0.50	0.230		1,100	0	0.022
3	Acciaio	0.30	52.000		7,800	0	0.000
4	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (40 kg/m³)	7.60	0.032		40	2	2.375
5	Acciaio	0.30	52.000		7,800	0	0.000
6	Aria intercapedine flusso ascendente 100 mm	10.00		6.156	1	193	0.162
7	Legname (700 kg/m³)	2.00	0.180		700	1	0.111
Spessore totale		22.70					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.353	Resistenza termica totale	2.830

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati		
Trasmittanza [W/m²K]		0.353
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]		0.319
Valore limite [W/m²K]		0.180
Sfasamento [h]		3.128
Smorzamento		0.902
Capacità termica [kJ/m²K]		30.495

Massa superficiale: 109.46 kg/m²



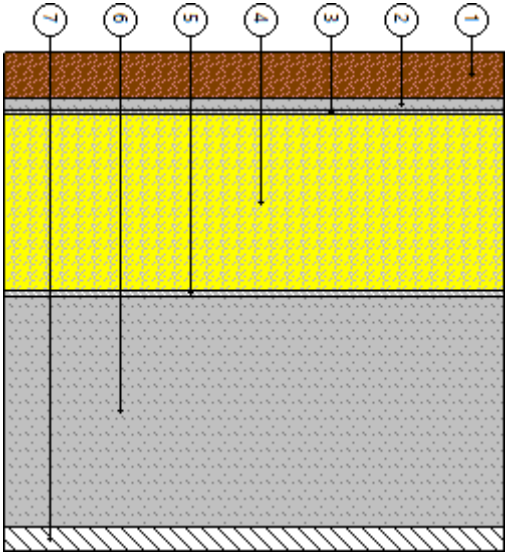
Copertura con pannello sandwich R

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	Terracotta	2.00	1.000		2,000	5	0.020
2	Bitume: feltro/foglio	0.50	0.230		1,100	0	0.022
3	Acciaio	0.20	52.000		7,800	0	0.000
4	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (40 kg/m³)	7.60	0.032		40	2	2.375
5	Acciaio	0.20	52.000		7,800	0	0.000
6	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
7	Cartongesso in lastre	1.00	0.210		900	24	0.048
Spessore totale		21.50					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.172	Resistenza termica totale	5.830

Copertura	
Trasmittanza [W/m²K]	0.172
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.198
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.120
Valore limite [W/m²K]	0.180
Sfasamento [h]	4.745
Smorzamento	0.702
Capacità termica [kJ/m²K]	12.296

Massa superficiale: 90.44 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^2K	U_f W/m^2K	Ψ W/mK	U_w W/m^2K	$U_{w,corr}$ W/m^2K	U_{lim} W/m^2K	Classe perm.
Finestra in legno 90x100	0.49	0.41	4.52	1.00	1.30	0.05	1.39	1.19	---	4
Finestra in legno 90x190	1.01	0.70	8.12	1.00	1.30	0.05	1.36	1.17	---	4
Finestra in legno 74x105	0.47	0.31	4.72	1.00	1.30	0.04	1.36	1.17	---	4
Finestra in legno 91x105	0.53	0.43	4.74	1.00	1.30	0.05	1.38	1.19	---	4

B.2. Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache

Descrizione	U $[W/m^2K]$	U^* $[W/m^2K]$	U_{lim} $[W/m^2K]$	Classe di permeabilità
Portoncino blindato	1.02	1.02	---	1

B.3. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [-]	$g_{gl+sh,lim}$ [-]
Finestra in legno 90x100	Verticale	0.19	0.35
Finestra in legno 90x190	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

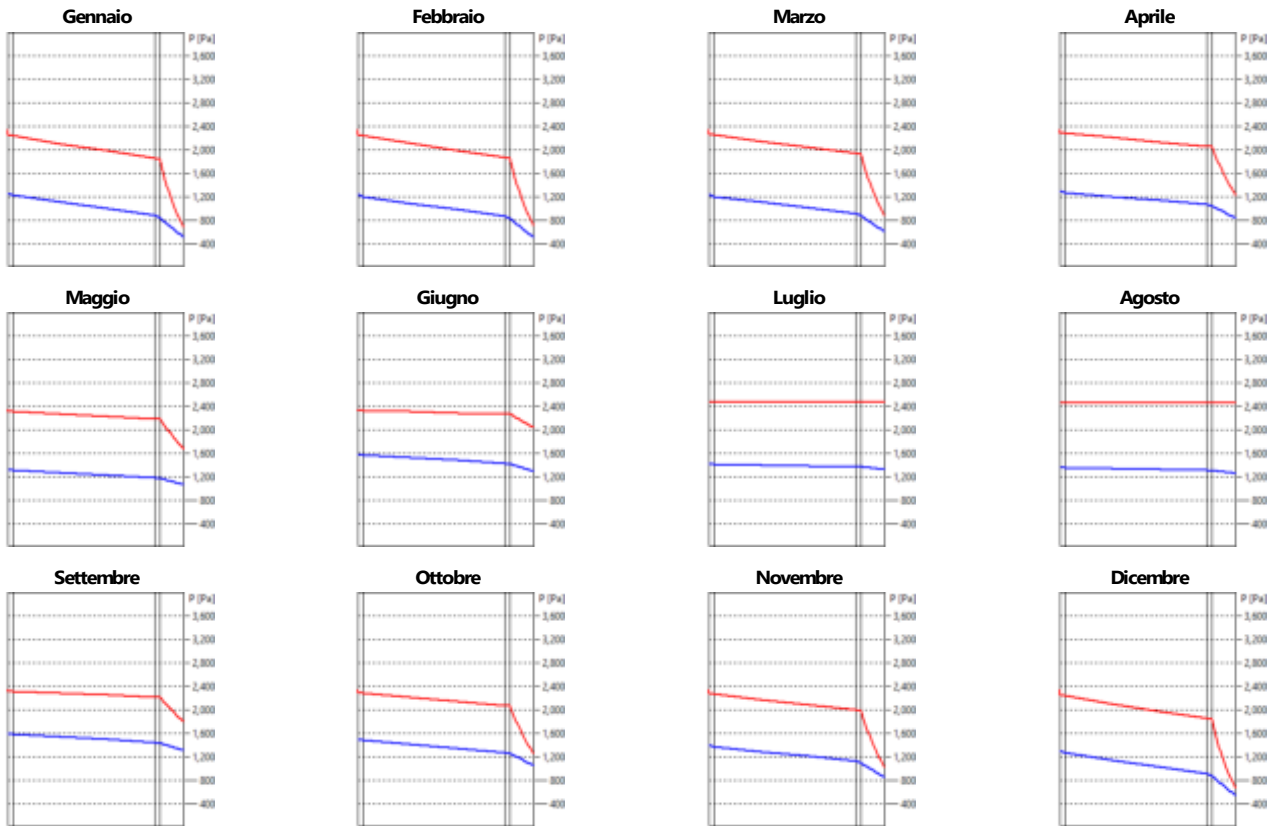
C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

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

Parete in pietra 60 isol_EST

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m ² K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	7.0	60.00	0.667
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			74.00	4.107

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/m ²]	M _a [kg/m ²]
Gennaio	20.0	1,263	1.7	514	18.9	13.8	0.6615	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	19.0	13.5	0.6339	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.1	13.5	0.5621	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	0.0000	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0000	0.0000



f_{rsi} Struttura: 0.9409

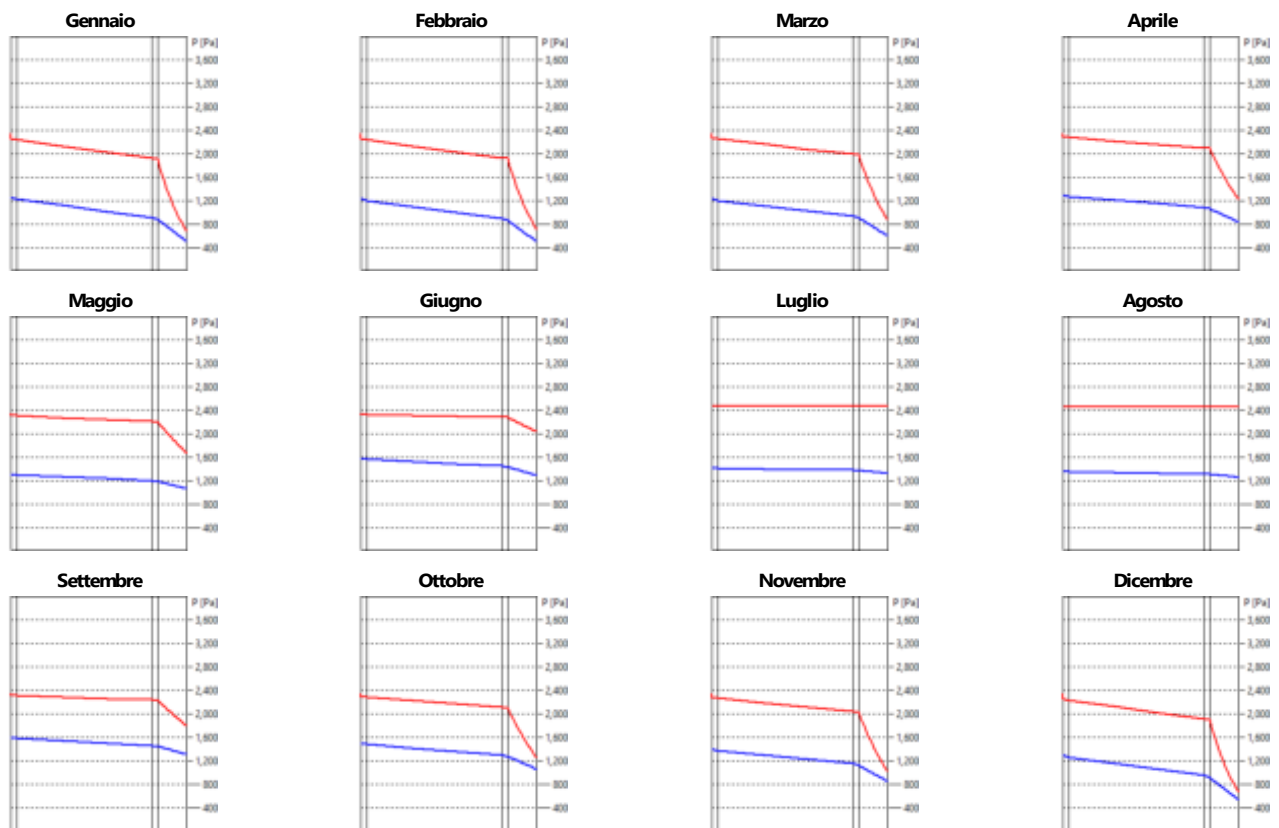
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Parete in pietra 47 isol_EST

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	7.0	47.00	0.522
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			61.00	3.962

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	1,263	1.7	514	18.9	13.8	0.6615	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	18.9	13.5	0.6339	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.1	13.5	0.5621	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	0.0000	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0000	0.0000



f_{Rsi} Struttura: 0.9388

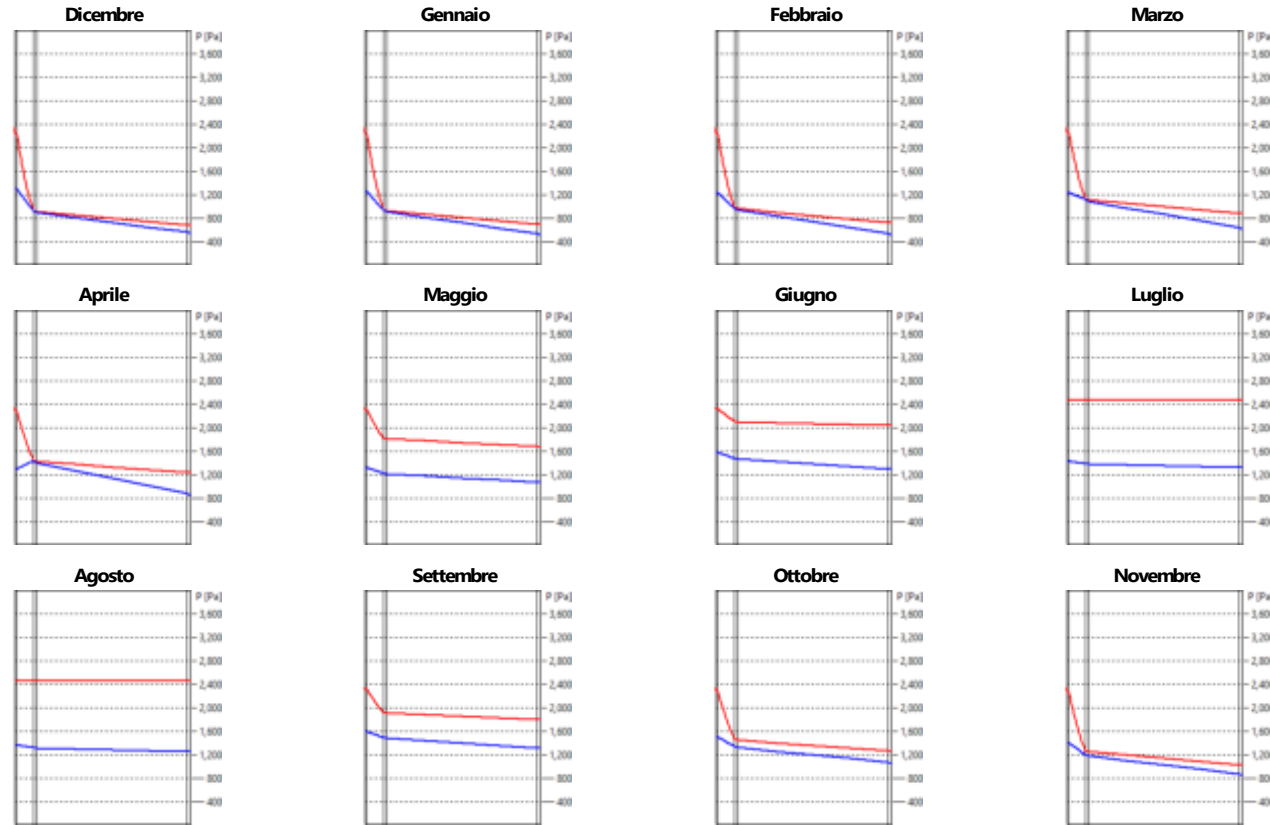
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Parete in pietra 89 isol_INT

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Cartongesso in lastre	8.0	1.00	0.048
2	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	7.0	89.00	0.989
5	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			104.00	4.477

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]
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	19.0	14.3	0.6922	0.0203	0.0203
Gennaio	20.0	1,263	1.7	514	19.0	13.8	0.6615	0.0100	0.0303
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	19.0	13.5	0.6339	0.0005	0.0308
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.2	13.5	0.5621	-0.0241	0.0067
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.5	14.2	0.4227	-0.0067	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.5	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.3	15.5	0.6419	0.0000	0.0000

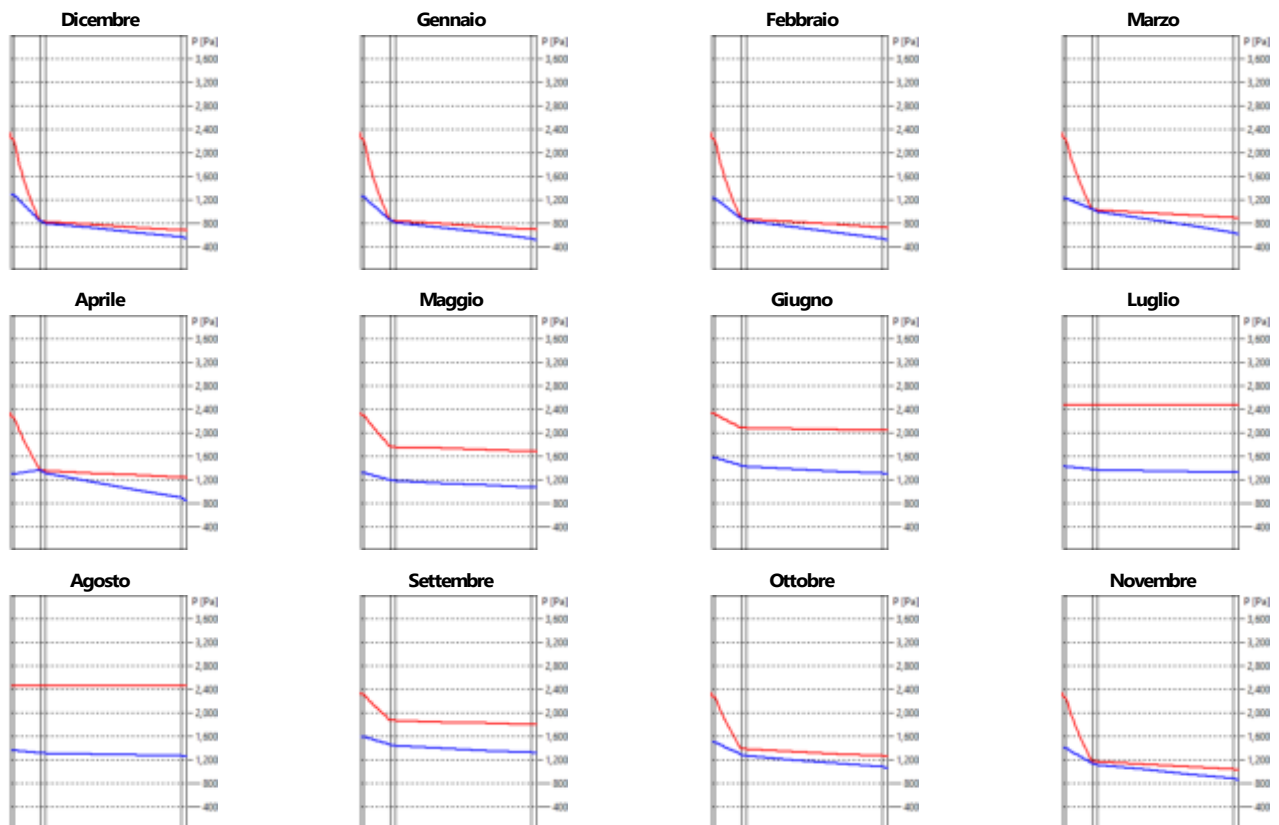


f_{rsi} Struttura: 0.9456
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.
La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a dicembre).
La quantità di condensa massima (a febbraio) è di 0.03082 kg/m².
La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

Parete in pietra 51 isol_INT

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Cartongesso in lastre	8.0	1.00	0.048
2	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	7.0	51.00	0.567
5	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			66.00	4.055

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]
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0257	0.0257
Gennaio	20.0	1,263	1.7	514	18.9	13.8	0.6615	0.0134	0.0391
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	18.9	13.5	0.6339	0.0023	0.0414
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.1	13.5	0.5621	-0.0255	0.0159
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	-0.0159	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0000	0.0000



f_{Rsi} Struttura: 0.9401

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia a dicembre).

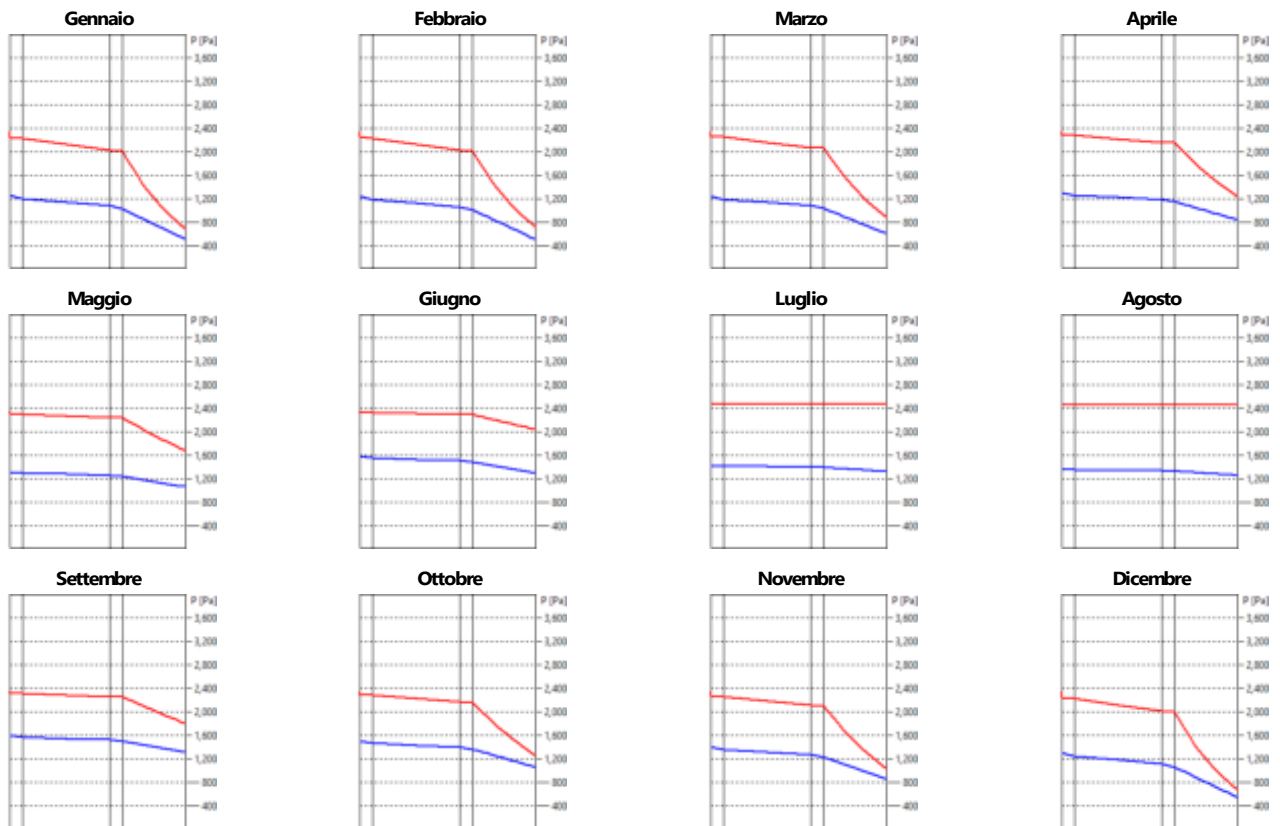
La quantità di condensa massima (a febbraio) è di 0.04139 kg/m².

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

Parete in mattoni isol_EST

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
2	Mattoni pieni per pareti interne con umidità dello 0,5% (1200 kg/m³)	7.0	14.00	0.326
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			28.00	3.766

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	1,263	1.7	514	18.8	13.8	0.6615	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	18.9	13.5	0.6339	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.0	13.5	0.5621	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	0.0000	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.8	14.3	0.6922	0.0000	0.0000



f_{Rsi} Struttura: 0.9357

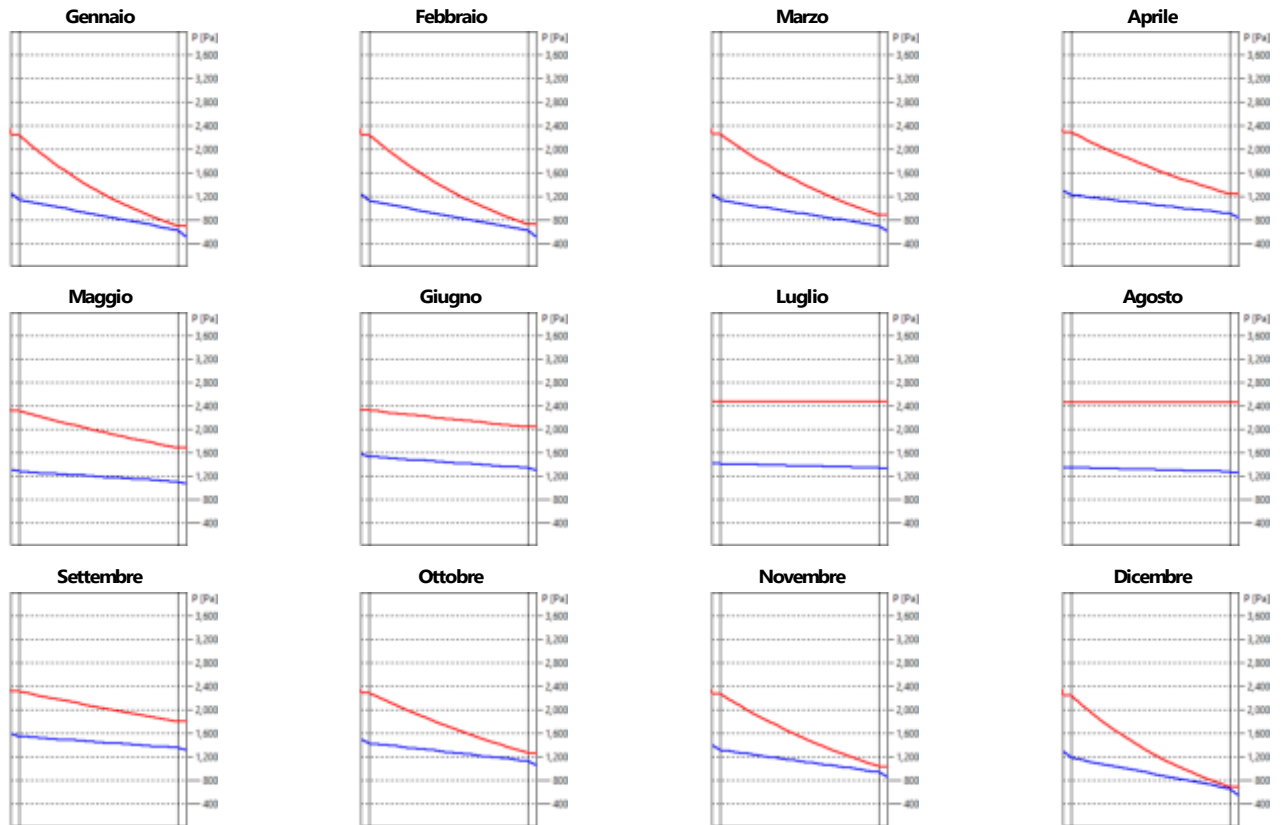
La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Parete in blocchi semipieni

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	5.0	38.00	4.086
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			42.00	4.300

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	1,263	1.7	514	19.0	13.8	0.6615	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	19.0	13.5	0.6339	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.2	13.5	0.5621	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	0.0000	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.5	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.3	15.5	0.6419	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0000	0.0000



f_{Rsi} Struttura: 0.9434

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

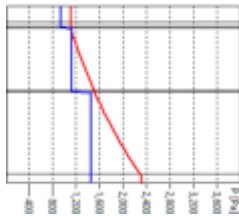
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Copertura con pannello sandwich R

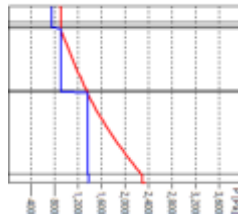
N	Descrizione dall'alto verso il basso	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Terracotta	40.0	2.00	0.020
2	Bitume: feltro/foglio	50,000.0	0.50	0.022
3	Acciaio	1,000,000.0	0.20	0.000
4	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (40 kg/m³)	125.0	7.60	2.375
5	Acciaio	1,000,000.0	0.20	0.000
6	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
7	Cartongesso in lastre	8.0	1.00	0.048
Resistenza superficiale interna				0.100
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			21.50	5.830

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]
Ottobre	20.0	1,442	8.3	927	19.5	15.9	0.6463	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,365	5.3	744	19.4	15.0	0.6607	0.0010	0.0011
Dicembre	20.0	1,276	-0.6	466	19.1	14.0	0.7072	0.0259	0.0270
Gennaio	20.0	1,253	-0.3	443	19.2	13.7	0.6892	0.0212	0.0481
Febbraio	20.0	1,242	0.3	443	19.2	13.6	0.6726	0.0147	0.0628
Marzo	20.0	1,227	3.1	528	19.3	13.4	0.6075	-0.0026	0.0602
Aprile	20.0	1,262	8.0	737	19.5	13.8	0.4833	-0.0307	0.0295
Maggio	18.0	1,035	12.7	935	0.0	0.0	0.0000	-0.0291	0.0004
Giugno	18.0	1,241	15.8	1,141	0.0	0.0	0.0000	-0.0003	0.0001
Luglio	18.9	1,271	18.9	1,171	0.0	0.0	0.0000	-0.0001	0.0000
Agosto	18.8	1,213	18.8	1,113	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,250	13.8	1,150	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000

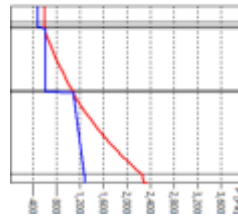
Ottobre



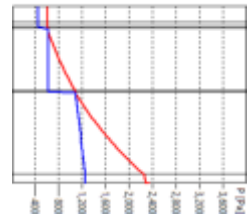
Novembre



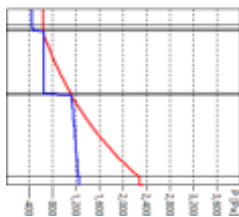
Dicembre



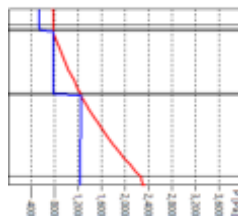
Gennaio



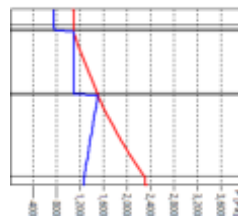
Febbraio



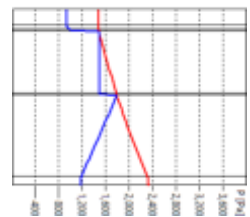
Marzo



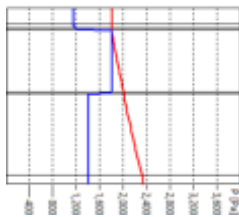
Aprile



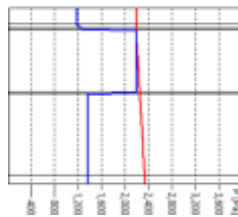
Maggio



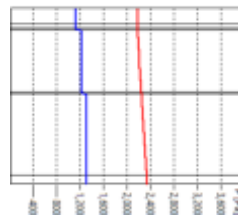
Giugno



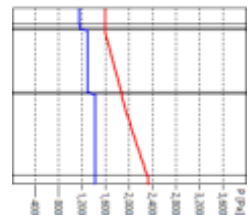
Luglio



Agosto



Settembre



f_{Rsi} Struttura: 0.9582

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia ad ottobre).

La quantità di condensa massima (a febbraio) è di 0.06281 kg/m².

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

RELAZIONE DI CALCOLO

Comune:	Norcia (PG)
Descrizione:	Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)
Committente:	Sig.ra Rosa Di Alessandro
Progettista impianti termici:	Valigi Michele

Parametri climatici della località

Gradi giorno
2608 °C

Temperatura minima di progetto
-5.1 °C

Altitudine
604 m

Zona climatica
E

Giorni di riscaldamento
183

Velocità del vento
3.0 m/s

Zona di vento
3

Province di riferimento
AP
TR

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1.7	2.3	5.1	10.0	14.7	17.8	20.9	20.8	15.8	10.3	7.3	1.4

Irradianza media mensile (W/m²)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Orizz.	44.0	75.2	118.1	177.1	238.4	265.0	292.8	243.1	160.9	91.4	59.0	33.6
S	53.3	86.2	101.0	110.4	113.8	110.6	126.5	134.1	123.9	95.6	74.2	42.6
SE/SO	44.6	74.3	97.1	123.3	141.7	144.9	165.7	159.9	126.4	85.0	61.8	35.2
E/O	31.1	54.2	81.6	118.6	154.4	168.9	188.9	162.1	110.9	65.0	42.5	23.8
NE/NO	21.0	33.8	56.5	88.8	126.4	144.3	156.2	122.6	76.9	41.9	27.0	16.0
N	20.0	28.9	43.6	61.6	92.1	109.8	113.0	81.4	53.9	34.6	25.0	15.5

Dispersioni dei locali

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno 1

Zona termica 1

Locale	θ_i [°C]	P_t [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
Camera 1	20.00	663.70	164.91	166.98	995.59
Ingresso	20.00	183.10	40.18	46.30	269.58
Salone	20.00	681.41	289.92	294.50	1,265.84
Locale 4	20.00	47.98	31.05	37.62	116.65
Soggiorno	20.00	335.75	148.58	145.79	630.13
Bagno 2	20.00	268.83	70.96	67.54	407.33
Disimpegno	20.00	23.80	16.05	18.73	58.58
Camera 2	20.00	399.50	158.88	152.03	710.41
Cucina	20.00	369.92	157.20	150.45	677.56
Bagno 1	20.00	154.72	38.94	42.01	235.67
Antibagno	20.00	137.74	24.67	29.66	192.07
Totale zona		3,266.45	1,141.34	1,151.61	5,559.41
Totale subalterno		3,266.45	1,141.34	1,151.61	5,559.41
Totale edificio		3,266.45	1,141.34	1,151.61	5,559.41
TOTALE		3,266.45	1,141.34	1,151.61	5,559.41

Legenda

- θ_i : temperatura interna
- P_t : potenza dispersa per trasmissione
- P_v : potenza dispersa per ventilazione
- P_{RH} : potenza di ripresa richiesta per compensare gli effetti del riscaldamento intermittente
- P : potenza dispersa totale

Zone termiche non calcolate

Temperatura interna T_u [°C]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Sottotetto	4.7	5.2	7.5	11.6	15.6	18.2	20.8	20.7	16.5	11.9	9.4	4.4
Fondi PT	5.4	5.9	8.1	12.0	15.8	18.3	20.7	20.7	16.7	12.3	9.9	5.1

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno 1

Zona termica 1

Perdita di calore per trasmissione

Perdite di calore per trasmissione verso l'esterno

Strutture Esterne

Struttura	Esposizione	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Sottofinestra Finestra in legno 90x100	Nord-Est	2.430	0.266	0.645
Sottofinestra Finestra in legno 90x100	Sud-Ovest	0.810	0.266	0.215
Parete in pietra 60 isol EST	Sud-Ovest	20.003	0.243	4.871
Parete in pietra 60 isol EST	Nord-Ovest	22.301	0.243	5.430
Parete in pietra 47 isol EST	Sud-Est	8.025	0.252	2.025
Parete in pietra 89 isol INT	Nord-Est	20.751	0.223	4.635
Parete in pietra 51 isol INT	Nord-Est	24.509	0.247	6.045
Sottofinestra Finestra in legno 74x105	Nord-Ovest	0.666	0.233	0.155
Parete in pietra 51 isol INT	Sud-Ovest	23.843	0.247	5.880
Sottofinestra Finestra in legno 91x105	Nord-Ovest	0.819	0.233	0.190
Parete in mattoni isol EST	Sud-Ovest	8.185	0.266	2.173
Parete in blocchi semipieni	Nord-Ovest	8.361	0.233	1.944
Parete in blocchi semipieni	Sud-Ovest	7.355	0.233	1.710
Parete in blocchi semipieni	Nord-Est	6.441	0.233	1.498
Copertura con pannello sandwich R	Orizzontale	9.004	0.172	1.544
Portoncino blindato	Sud-Ovest	2.100	1.015	2.132
Finestra in legno 90x100	Sud-Ovest	0.900	1.194	1.075
Finestra in legno 90x100	Nord-Est	2.700	1.194	3.224
Finestra in legno 90x190	Sud-Ovest	3.420	1.172	4.009
Finestra in legno 74x105	Nord-Ovest	0.777	1.174	0.912
Finestra in legno 91x105	Nord-Ovest	0.956	1.189	1.137
Totale		174.356		51.450

Ponte termico	Esposizione	l [m]	ψ [W/mK]	H [W/K]
Infisso IS EST	Sud-Ovest	11.200	0.021	0.235
Infisso IS INT	Nord-Est	11.400	0.244	2.782
Infisso IS INT	Sud-Ovest	3.800	0.244	0.927
Infisso blocchi	Nord-Ovest	7.500	0.085	0.638
Angolo Pietra	Nord-Est	3.100	-0.126	-0.391
Angolo Pietra	Sud-Ovest	6.200	-0.126	-0.781
Angolo Blocchi	Sud-Ovest	2.600	-0.140	-0.364
Angolo Blocchi	Nord-Est	2.600	-0.140	-0.364
Solaio 1	Sud-Ovest	5.600	0.035	0.198
Solaio 1	Nord-Est	7.000	0.035	0.248
Solaio 1	Nord-Ovest	4.300	0.035	0.152
Solaio 2	Nord-Est	9.600	0.074	0.710
Solaio 2	Sud-Ovest	6.600	0.074	0.488
Balcone	Sud-Ovest	3.000	-0.031	-0.093
Solaio 4	Nord-Ovest	6.800	-0.057	-0.388
Solaio 4	Sud-Ovest	2.200	-0.057	-0.125
Solaio 4	Nord-Est	2.200	-0.057	-0.125
Copertura 1	Sud-Ovest	5.600	0.107	0.599
Copertura 1	Nord-Est	7.200	0.107	0.770
Copertura 1	Nord-Ovest	4.300	0.107	0.460
Copertura 2	Sud-Ovest	9.600	-0.033	-0.317
Copertura 2	Nord-Est	9.600	-0.033	-0.317
Totale				4.943

H _D	56.393
----------------	--------

Riscaldamento

Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati

Strutture verso il locale Fondi PT

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Volta in laterizio con isolamento	141.875	0.270	38.271
Solaio in legno nuovo	11.210	0.262	2.942
	153.085		41.214
Totale			41.214
b _{tr}			0.800
H _U Fondi PT [W/K]			32.971

Strutture verso il locale Locale 17

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento SOF	73.911	0.264	19.527
	73.911		19.527
Totale			19.527
b _{tr}			0.837
H _U Locale 17 [W/K]			16.341

Strutture verso il locale Locale 18

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	29.642	0.309	9.159
	29.642		9.159
Totale			9.159
b _{tr}			0.837
H _U Locale 18 [W/K]			7.665

Strutture verso il locale Locale 19

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	36.325	0.309	11.224
	36.325		11.224
Totale			11.224
b _{tr}			0.837
H _U Locale 19 [W/K]			9.393

H _U [W/K]	66.369
----------------------	--------

Mese	gg	θ _{int,set,H} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{tr,adj} [W/K]	Fr*Φ _r [W]	Q _{sol,op} [kWh]	Q _{H,tr} [kWh]
Gennaio	31	20.0	1.7	18.3	122.763	49.327	31.266	1,690.513
Febbraio	28	20.0	2.3	17.7	122.763	51.716	47.016	1,460.907
Marzo	31	20.0	5.1	14.9	122.763	53.268	76.193	1,339.182
Aprile	15	20.0	8.9	11.1	122.763	52.769	49.856	467.095
Ottobre	17	20.0	9.5	10.5	122.763	38.759	31.827	514.319
Novembre	30	20.0	7.3	12.7	122.763	41.320	40.854	1,122.273
Dicembre	31	20.0	1.4	18.6	122.763	45.543	24.277	1,720.931
Totale								8,315.220

Raffrescamento

Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati

Strutture verso il locale Fondi PT

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Volta in laterizio con isolamento	141.875	0.270	38.271
Solaio in legno nuovo	11.210	0.262	2.942
	153.085		41.214
Totale			41.214
b _{tr}			0.800

H _U Fondi PT [W/K]	32.971
-------------------------------	--------

Strutture verso il locale Locale 17

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento SOF	73.911	0.264	19.527
	73.911		19.527

Totale	19.527
b _{tr}	0.837
H _U Locale 17 [W/K]	16.341

Strutture verso il locale Locale 18

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	29.642	0.309	9.159
	29.642		9.159

Totale	9.159
b _{tr}	0.837
H _U Locale 18 [W/K]	7.665

Strutture verso il locale Locale 19

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	36.325	0.309	11.224
	36.325		11.224

Totale	11.224
b _{tr}	0.837
H _U Locale 19 [W/K]	9.393

H _U [W/K]	66.369
----------------------	--------

Mese	gg	θ _{int,set,C} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{tr,adj} [W/K]	Fr*Φ _r [W]	Q _{sol,op} [kWh]	Q _{C,tr} [kWh]
Luglio	26	26.0	20.7	5.3	122.763	68.484	138.892	325.864
Agosto	17	26.0	20.8	5.2	122.763	71.475	81.320	219.914
Totale								545.778

Legenda

A: area struttura
 U: trasmittanza termica struttura
 H: coefficiente di scambio termico
 b_{tr}: fattore di correzione del locale
 l: lunghezza ponte termico
 ψ: trasmittanza termica lineica ponte termico
 θ_{int,set,H}: temperatura interna di set-up nel periodo di riscaldamento
 θ_{int,set,C}: temperatura interna di set-up nel periodo di raffrescamento
 θ_e: temperatura esterna
 T_a: temperatura locale adiacente
 H_{tr,adj}: coefficiente di scambio termico per trasmissione
 Fr*Φ_r: extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste
 Q_{H,tr}: energia scambiata nel periodo di riscaldamento
 Q_{C,tr}: energia scambiata nel periodo di raffrescamento
 P: perimetro pavimento esposto al terreno
 S_w: spessore pareti perimetrali
 d_{is}: spessore isolante
 λ_{is}: conduttività isolante
 D: larghezza isolamento di bordo
 z: altezza pavimento dal terreno
 U_w: trasmittanza pareti spazio areato
 ε: area apertura di ventilazione
 U_g: trasmittanza pavimento interrato

Perdita di calore per ventilazione

V [m³]	n [1/h]	q _{ve} [m³/h]	H [W/K]
272.832	0.50	136.416	27.283

Mese	gg	θ _{int,set,H} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{H,ve} [kWh]
Gennaio	31	20.0	1.7	18.3	27.283	371.149
Febbraio	28	20.0	2.3	17.7	27.283	324.230
Marzo	31	20.0	5.1	14.9	27.283	302.133
Aprile	15	20.0	8.9	11.1	27.283	108.933
Ottobre	17	20.0	9.5	10.5	27.283	116.420
Novembre	30	20.0	7.3	12.7	27.283	249.170
Dicembre	31	20.0	1.4	18.6	27.283	377.238
Totale						1,849.3

Mese	gg	θ _{int,set,C} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{C,ve} [kWh]
Luglio	26	26.0	20.7	5.3	27.283	89.892
Agosto	17	26.0	20.8	5.2	27.283	57.805
Totale						147.697

Legenda
V: volume netto locale
n: ricambi d'aria
q_{ve}: portata d'aria
H_{ve,adj}: coefficiente di scambio termico
θ_{int,set}: temperatura interna
θ_e: temperatura esterna
Q_{H,ve}: energia scambiata nel periodo di riscaldamento
Q_{C,ve}: energia scambiata nel periodo di raffrescamento

Riscaldamento

[illegible][illegible][illegible][illegible]

Finestra in legno 90x100 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	21.0	0.590	1.000	1.000	1.000	0.842	0.487	0.242	3.780
Febbraio	28	33.8	0.600	1.000	1.000	1.000	0.852	0.487	0.249	5.662
Marzo	31	56.5	0.605	1.000	1.000	1.000	0.793	0.487	0.234	9.827
Aprile	15	81.5	0.604	1.000	1.000	1.000	0.772	0.487	0.227	6.666
Ottobre	17	38.1	0.601	1.000	1.000	1.000	0.775	0.487	0.227	3.524
Novembre	30	27.0	0.595	1.000	1.000	1.000	0.810	0.487	0.235	4.566
Dicembre	31	16.0	0.591	1.000	1.000	1.000	0.848	0.487	0.244	2.907
Totale										36.932

Finestra in legno 90x190 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	44.6	0.616	1.000	1.000	1.000	0.556	1.009	0.345	11.448
Febbraio	28	74.3	0.616	1.000	1.000	1.000	0.498	1.009	0.310	15.465
Marzo	31	97.1	0.603	1.000	1.000	1.000	0.476	1.009	0.290	20.938
Aprile	15	117.4	0.585	1.000	1.000	1.000	0.522	1.009	0.308	13.022
Ottobre	17	79.0	0.612	1.000	1.000	1.000	0.455	1.009	0.281	9.057
Novembre	30	61.8	0.619	1.000	1.000	1.000	0.577	1.009	0.360	16.035
Dicembre	31	35.2	0.618	1.000	1.000	1.000	0.525	1.009	0.328	8.579
Totale										94.543

Finestra in legno 74x105 su Parete in blocchi semipieni (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	21.0	0.590	1.000	1.000	1.000	0.881	0.465	0.242	3.779
Febbraio	28	33.8	0.600	1.000	1.000	1.000	0.831	0.465	0.232	5.270
Marzo	31	56.5	0.605	1.000	1.000	1.000	0.803	0.465	0.226	9.495
Aprile	15	81.5	0.604	1.000	1.000	1.000	0.801	0.465	0.225	6.603
Ottobre	17	38.1	0.601	1.000	1.000	1.000	0.813	0.465	0.227	3.527
Novembre	30	27.0	0.595	1.000	1.000	1.000	0.908	0.465	0.251	4.887
Dicembre	31	16.0	0.591	1.000	1.000	1.000	0.872	0.465	0.239	2.856
Totale										36.415

Finestra in legno 91x105 su Parete in blocchi semipieni (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _i	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w,mn} [kWh]
Gennaio	31	21.0	0.590	1.000	1.000	1.000	0.881	0.525	0.273	4.266
Febbraio	28	33.8	0.600	1.000	1.000	1.000	0.831	0.525	0.262	5.950
Marzo	31	56.5	0.605	1.000	1.000	1.000	0.803	0.525	0.255	10.720
Aprile	15	81.5	0.604	1.000	1.000	1.000	0.801	0.525	0.254	7.454
Ottobre	17	38.1	0.601	1.000	1.000	1.000	0.813	0.525	0.256	3.982
Novembre	30	27.0	0.595	1.000	1.000	1.000	0.908	0.525	0.284	5.517
Dicembre	31	16.0	0.591	1.000	1.000	1.000	0.872	0.525	0.270	3.224
Totale										41.114

Riepilogo

Mese	Q _{sol,w,mn} [kWh]	Q _{sd,w} [kWh]	Q _{sol,w} [kWh]
Gennaio	47.806	0.000	47.806
Febbraio	66.599	0.000	66.599
Marzo	101.678	0.000	101.678
Aprile	66.384	0.000	66.384
Ottobre	40.565	0.000	40.565
Novembre	63.910	0.000	63.910
Dicembre	36.101	0.000	36.101
Totale	423.042	0.000	423.042

Raffrescamento

Finestra in legno 90x190 su Parete in pietra 60 isol_EST (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	163.5	0.563	1.000	1.000	1.000	0.539	1.009	0.306	31.253
Agosto	17	160.8	0.574	1.000	1.000	1.000	0.484	1.009	0.280	18.394
Totale										49.647

Finestra in legno 90x100 su Parete in pietra 89 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	149.8	0.585	1.000	1.000	1.000	0.749	0.487	0.213	19.946
Agosto	17	129.0	0.598	1.000	1.000	1.000	0.755	0.487	0.220	11.572
Totale										31.518

Finestra in legno 90x100 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	163.5	0.563	1.000	1.000	1.000	0.539	0.487	0.148	15.084
Agosto	17	160.8	0.574	1.000	1.000	1.000	0.484	0.487	0.135	8.878
Totale										23.962

Finestra in legno 90x100 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	149.8	0.585	1.000	1.000	1.000	0.749	0.487	0.213	19.946
Agosto	17	129.0	0.598	1.000	1.000	1.000	0.755	0.487	0.220	11.572
Totale										31.518

Finestra in legno 90x100 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	149.8	0.585	1.000	1.000	1.000	0.749	0.487	0.213	19.946
Agosto	17	129.0	0.598	1.000	1.000	1.000	0.755	0.487	0.220	11.572
Totale										31.518

Finestra in legno 90x190 su Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	163.5	0.563	1.000	1.000	1.000	0.539	1.009	0.306	31.253
Agosto	17	160.8	0.574	1.000	1.000	1.000	0.484	1.009	0.280	18.394
Totale										49.647

Finestra in legno 74x105 su Parete in blocchi semipieni (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	149.8	0.585	1.000	1.000	1.000	0.752	0.465	0.205	19.131
Agosto	17	129.0	0.598	1.000	1.000	1.000	0.765	0.465	0.213	11.193
Totale										30.324

Finestra in legno 91x105 su Parete in blocchi semipieni (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I _{sol} [W/m²]	gg _l	F _{hor}	F _{fin}	F _{ov}	F _{sh,gl}	A _g [m²]	A _{sol,w} [m²]	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	26	149.8	0.585	1.000	1.000	1.000	0.752	0.525	0.231	21.599
Agosto	17	129.0	0.598	1.000	1.000	1.000	0.765	0.525	0.240	12.637
Totale										34.236

Riepilogo

Mese	Q _{sol,w} [kWh]
Luglio	178.157
Agosto	104.212
Totale	282.369

Legenda

g_g : trasmissione solare

F_{hor} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni

F_{fin} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti verticali

F_{ov} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti orizzontali

$F_{sh,gl}$: fattore di riduzione dovuto a tendaggi

A_g : area trasparente

$A_{sol,w}$: area equivalente

$Q_{sol,w,mn}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti vetrati

$Q_{sd,w}$: apporti serra diretti attraverso le partizioni trasparenti

$Q_{sol,w}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti vetrati comprensivi dei contributi serra

Apporti solari attraverso superfici opache

Riscaldamento

Parete in pietra 60 isol_EST (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	3.875
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	5.839
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	8.442
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	4.941
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	3.769
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	5.202
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	20.0	0.243	0.040	0.117	3.062
Totale											35.130

Parete in pietra 60 isol_EST (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	21.0	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	2.036
Febbraio	28	33.8	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	2.963
Marzo	31	56.5	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	5.482
Aprile	15	81.5	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	3.826
Ottobre	17	38.1	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	2.023
Novembre	30	27.0	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	2.533
Dicembre	31	16.0	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	1.554
Totale											20.417

Parete in pietra 47 isol_EST (esposizione Sud-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	1.611
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	2.428
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	3.510
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	2.054
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	1.567
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	2.163
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	8.0	0.252	0.040	0.049	1.273
Totale											14.608

Parete in mattoni isol_EST (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	1.900
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	2.864
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	4.140
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	2.423
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	1.848
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	2.551
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.266	0.040	0.057	1.501
Totale											17.227

Portoncino blindato (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol}	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$	R_{se}	$A_{sol,op}$	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
------	----	-----------	-----------	-----------	----------	----------------	------------	------------	----------	--------------	-----------------------

[illegible]

Parete in pietra 89 isol INT (esposizione Nord-Est)

[illegible]

Sottofinestra Finestra in legno 90x100 (esposizione Nord-Est)

[illegible]

Parete in pietra 51 isol_INT (esposizione Sud-Ovest)

[illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sd,op}$ [kWh]	Q_{si} [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Gennaio	24.037	7.228	0.000	0.000	31.266
Febbraio	35.870	11.145	0.000	0.000	47.016
Marzo	56.937	19.256	0.000	0.000	76.193
Aprile	35.939	13.917	0.000	0.000	49.856
Ottobre	23.619	8.208	0.000	0.000	31.827
Novembre	31.460	9.394	0.000	0.000	40.854
Dicembre	18.753	5.524	0.000	0.000	24.277
Totale	226.616	74.673	0.000	0.000	301.288

[illegible]

Mese	gg	I_{sol} [W/m ² gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m ²]	$U_{c,eq}$ [W/m ² K]	R_{se} [m ² K/W]	$A_{sol,op}$ [m ²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Luglio	26	149.8	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	12.183
Agosto	17	129.0	1.000	1.000	1.000	0.6	22.3	0.243	0.040	0.130	6.860
Totale											19.043

[illegible][illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Copertura con pannello sandwich R (orizzontale)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Luglio	26	282.8	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.172	0.040	0.037	6.541
Agosto	17	252.5	1.000	1.000	1.000	0.6	9.0	0.172	0.040	0.037	3.818
Totale											10.359

Parete in blocchi semipieni (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Luglio	26	163.5	1.000	1.000	1.000	0.6	7.4	0.233	0.040	0.041	4.188
Agosto	17	160.8	1.000	1.000	1.000	0.6	7.4	0.233	0.040	0.041	2.694
Totale											6.881

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Luglio	99.166	39.726	138.892
Agosto	59.703	21.617	81.320
Totale	158.870	61.343	220.212

Legenda

- F_{hor} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni
- F_{fin} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti orizzontali
- F_{ov} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti verticali
- α_{sol} : coefficiente di assorbimento della radiazione solare
- A_c : area della struttura
- $U_{c,eq}$: trasmittanza termica della struttura
- R_{se} : Resistenza superficiale esterna della struttura
- $A_{sol,op}$: area equivalente
- $Q_{sol,op,mn}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi
- $Q_{sol,mn,u}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare negli ambienti non climatizzati adiacenti
- $Q_{sd,op}$: apporti serra diretti attraverso le partizioni opache
- Q_{si} : apporti serra indiretti attraverso le partizioni opache e trasparenti
- $Q_{sol,op}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi comprensivi degli apporti serra e degli apporti degli ambienti non climatizzati adiacenti

Fabbisogno energetico utile

Riscaldamento

Mese	$Q_{H,tr}$ [kWh]	$Q_{H,ve}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	$Q_{sol,w}$ [kWh]	γ_H	$\eta_{H,gn}$	$Q_{H,nd}$ [kWh]
Gennaio	1,690.5	371.1	334.3	47.8	0.185	1.000	1,679.6
Febbraio	1,460.9	324.2	301.9	66.6	0.206	1.000	1,416.6
Marzo	1,339.2	302.1	334.3	101.7	0.266	1.000	1,205.5
Aprile	467.1	108.9	161.7	66.4	0.396	0.998	348.4
Ottobre	514.3	116.4	183.3	40.6	0.355	0.999	407.1
Novembre	1,122.3	249.2	323.5	63.9	0.282	1.000	984.2
Dicembre	1,720.9	377.2	334.3	36.1	0.177	1.000	1,727.8
Totale							7,769.3

Raffrescamento

Mese	$Q_{C,tr}$ [kWh]	$Q_{C,ve}$ [kWh]	Q_{int} [kWh]	$Q_{sol,w}$ [kWh]	γ_C	$\eta_{C,ls}$	$Q_{C,nd}$ [kWh]
Luglio	325.9	89.9	280.3	178.2	1.103	0.957	60.6
Agosto	219.9	57.8	183.3	104.2	1.035	0.935	27.9
Totale							88.4

Acqua calda sanitaria

Mese	gg	V_w [l]	θ_{er} [°C]	θ_0 [°C]	$Q_{W,nd}$
Gennaio	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Febbraio	28	148.38	10.69	40.00	141.49
Marzo	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Aprile	30	148.38	10.69	40.00	151.60
Maggio	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Giugno	30	148.38	10.69	40.00	151.60
Luglio	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Agosto	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Settembre	30	148.38	10.69	40.00	151.60
Ottobre	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Novembre	30	148.38	10.69	40.00	151.60
Dicembre	31	148.38	10.69	40.00	156.65
Totale					1,844.46

Fabbisogno energia primaria per il riscaldamento della zona

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	Q'_{H} [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnren,H}$ [kWh]	$Q_{pren,H}$ [kWh]	$Q_{ptot,H}$ [kWh]
Gennaio	1,679.6	1,668.3	97.7	97.0	99.2	104.4	91.1	1,832.8	11.5	1,844.3
Febbraio	1,416.6	1,406.5	97.7	97.0	99.2	104.3	91.0	1,547.3	10.0	1,557.3
Marzo	1,205.5	1,194.2	97.7	97.0	99.2	104.3	90.7	1,319.6	9.7	1,329.3
Aprile	348.4	342.9	97.7	97.0	99.2	104.8	90.5	381.3	3.8	385.1
Ottobre	407.1	400.9	97.7	97.0	99.2	104.9	90.6	444.9	4.3	449.3
Novembre	984.2	973.3	97.7	97.0	99.2	104.5	90.6	1,077.0	8.7	1,085.7
Dicembre	1,727.8	1,716.5	97.7	97.0	99.2	104.4	91.1	1,884.8	11.7	1,896.5
Totale	7,769.3	7,702.7	97.7	97.0	99.2	104.4	90.9	8,487.8	59.8	8,547.5

Fabbisogno energia primaria per il raffrescamento della zona

Mese	$Q_{C,nd}$ [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnren,C}$ [kWh]	$Q_{pren,C}$ [kWh]	$Q_{ptot,C}$ [kWh]
Luglio	60.6	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Agosto	27.9	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Totale	88.4	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0

Fabbisogno energia primaria per l'acqua calda sanitaria della zona

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnren,W}$ [kWh]	$Q_{pren,W}$ [kWh]	$Q_{ptot,W}$ [kWh]
Gennaio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Febbraio	141.5	100.0	92.6	97.9	84.7	166.5	0.6	167.1
Marzo	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Aprile	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Maggio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Giugno	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Luglio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Agosto	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Settembre	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Ottobre	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Novembre	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Dicembre	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Totale	1,844.5	100.0	92.6	97.9	84.7	2,170.2	8.1	2,178.3

Legenda

- $Q_{H,tr}$: energia scambiata per trasmissione
- $Q_{H,ve}$: energia scambiata per ventilazione
- Q_{int} : energia da apporti gratuiti interni
- $Q_{sol,w}$: energia da apporti solari interni (superfici trasparenti)
- γ : rapporto tra apporti interni e energia scambiata per trasmissione e ventilazione
- μ : fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti
- $Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento
- $Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- $Q_{W,nd}$: fabbisogno energetico utile per l'acqua calda sanitaria
- $Q'_{H'}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi
- $Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento
- η_e : rendimento di emissione
- η_c : rendimento di regolazione
- η_d : rendimento di distribuzione
- η_{gn} : rendimento di generazione
- η_g : rendimento globale
- Q_p : fabbisogno di energia primaria

Subalterno 1

Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	Q'_{H} [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,H}$ [kWh]	$Q_{p,ren,H}$ [kWh]	$Q_{p,tot,H}$ [kWh]
Gennaio	1,679.6	1,668.3	97.7	97.0	99.2	104.4	91.1	1,832.8	11.5	1,844.3
Febbraio	1,416.6	1,406.5	97.7	97.0	99.2	104.3	91.0	1,547.3	10.0	1,557.3
Marzo	1,205.5	1,194.2	97.7	97.0	99.2	104.3	90.7	1,319.6	9.7	1,329.3
Aprile	348.4	342.9	97.7	97.0	99.2	104.8	90.5	381.3	3.8	385.1
Ottobre	407.1	400.9	97.7	97.0	99.2	104.9	90.6	444.9	4.3	449.3
Novembre	984.2	973.3	97.7	97.0	99.2	104.5	90.6	1,077.0	8.7	1,085.7
Dicembre	1,727.8	1,716.5	97.7	97.0	99.2	104.4	91.1	1,884.8	11.7	1,896.5
Totale	7,769.3	7,702.7	97.7	97.0	99.2	104.4	90.9	8,487.8	59.8	8,547.5

Fabbisogno di energia primaria per il raffrescamento

Mese	$Q_{C,nd}$ [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,C}$ [kWh]	$Q_{p,ren,C}$ [kWh]	$Q_{p,tot,C}$ [kWh]
Luglio	60.6	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Agosto	27.9	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Totale	88.4	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0

Fabbisogno di energia primaria per l'acqua calda sanitaria

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,W}$ [kWh]	$Q_{p,ren,W}$ [kWh]	$Q_{p,tot,W}$ [kWh]
Gennaio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Febbraio	141.5	100.0	92.6	97.9	84.7	166.5	0.6	167.1
Marzo	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Aprile	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Maggio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Giugno	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Luglio	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Agosto	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Settembre	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Ottobre	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Novembre	151.6	100.0	92.6	97.9	84.7	178.4	0.7	179.0
Dicembre	156.7	100.0	92.6	97.9	84.7	184.3	0.7	185.0
Totale	1,844.5	100.0	92.6	97.9	84.7	2,170.2	8.1	2,178.3

Riepilogo fonti rinnovabili (energia primaria)

	Riscaldamento	Acqua calda	Raffrescamento	Ventilazione	Illuminazione	Trasporto
Fonti rinnovabili termiche [kWh]	60	8	0	0	0	0
Fonti rinnovabili elettriche [kWh]	0	0	0	0	0	0
Totale [kWh]	60	8	0	0	0	0

Legenda

$Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento

Q'_H : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi

$Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento

η_e : rendimento di emissione

η_c : rendimento di regolazione

η_d : rendimento di distribuzione

η_{gn} : rendimento di generazione

η_g : rendimento globale

Q_p : fabbisogno di energia primaria

[illegible][illegible]

Energia primaria e quote rinnovabili

Subalterno 1

Ep rinnovabile [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	12	10	10	4	0	0	0	0	0	4	9	12	60
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	11	10	4	1	1	1	1	1	5	9	12	68

Ep non rinnovabile [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1,833	1,547	1,320	381	0	0	0	0	0	445	1,077	1,885	8,488
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	184	166	184	178	184	178	184	184	178	184	178	184	2,170
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,017	1,714	1,504	560	184	178	184	184	178	629	1,255	2,069	10,658

Ep totale [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1,844	1,557	1,329	385	0	0	0	0	0	449	1,086	1,896	8,548
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	185	167	185	179	185	179	185	185	179	185	179	185	2,178
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2,029	1,724	1,514	564	185	179	185	185	179	634	1,265	2,081	10,726

Quota rinnovabile

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1 %	1 %	1 %	1 %	---	---	---	---	---	1 %	1 %	1 %	1 %
C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
W	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
T	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	1 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %

Indici di prestazione energetica

Subalterno 1

EP rinnovabile [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0.11	0.10	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.08	0.11	0.57
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.12	0.10	0.10	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.09	0.12	0.65

EP non rinnovabile [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	17.51	14.78	12.60	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.25	10.29	18.00	81.07
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	1.76	1.59	1.76	1.70	1.76	1.70	1.76	1.76	1.70	1.76	1.70	1.76	20.73
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19.27	16.37	14.37	5.35	1.76	1.70	1.76	1.76	1.70	6.01	11.99	19.76	101.80

EP totale [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	17.62	14.88	12.70	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29	10.37	18.11	81.64
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	1.77	1.60	1.77	1.71	1.77	1.71	1.77	1.77	1.71	1.77	1.71	1.77	20.81
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19.38	16.47	14.46	5.39	1.77	1.71	1.77	1.77	1.71	6.06	12.08	19.88	102.45

UNITA' IMMOBILIARE 2

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

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 indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

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 legislativo 192/2005.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di *Norcia*

Provincia di *Perugia*

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

Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)

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)
Loc. Frascaro, Via Leopardi 58-64, 06046 Norcia (PG)

Richiesta Permesso di Costruire

n del *30/08/2023*

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; 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): *Sig.ra Rosa Di Alessandro*

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio:

Valigi Michele

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)	2608 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti)	-5.1 °C
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	31.7 °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)	265.00 m ³
Superficie disperdente che delimita il volume riscaldato (S)	253.49 m ²
Rapporto S/V	0.96 m ⁻¹
Superficie utile climatizzata dell'edificio	61.24 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	☐ sì ☒ 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	☐ sì ☒ 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:

Coperture delimitanti zone non riscaldate

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:

Non previsto - impianto singolo

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all'allegato 3, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199.

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 (%): 0.37

- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 0.83

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): 236.00
- potenza elettrica (kW): 0.00

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Non previsti

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

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

Impianto a radiatori dotato di valvole termostatiche

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

-

Verifiche di cui alla lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Tutte le pareti opache verticali ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

Valore della massa superficiale parete M_s : 481.70 > 230 kg/mq

Tutte le pareti opache orizzontali e inclinate:

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} : 0.00 < 0,18 W/m²K

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

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 16

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

Viessman Vitodens 100 e

Viessman Vitodens 100 e

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):

Radiatori

Valore nominale della potenza termica utile 23.80 kW

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% P_n

Valore di progetto 97.9 %

Rendimento termico utile al 30% Pn
Valore di progetto 107.7 %

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

Tipo di conduzione invernale prevista: *Intermittente*

Tipo di conduzione estiva prevista: *Assente*

Sistema di gestione dell'impianto termico: *Centralina di regolazione temperatura programmabile*

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

Centralina climatica, numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore: *2 livelli di programmazione*

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

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)
Si veda schema

f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)
Condotti circolari in materiale plastico dimensionati secondo UNI 13384

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

Descrizione e caratteristiche principali
Dosatore idrodinamico di polifosfati

h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Le tubazioni calde dell'impianto di riscaldamento saranno isolate con materiale a celle chiuse adatto per acqua calda e refrigerata. Gli spessori dell'isolante sono quelli previsti dalla Tabella 1 - Allegato B al Decreto Presidente Repubblica 26 agosto 1993, n.412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'articolo 4, comma 4, della Legge 09 gennaio 1991, n.10. Gli spessori sopra indicati dovranno essere 100% dello spessore per tubazioni correnti all'esterno o in locali non riscaldati, 50% dello spessore per tubazioni correnti all'interno lungo pareti disperdenti; 30% dello spessore per tubazioni correnti all'interno lungo pareti non disperdenti

i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenza 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
Non previsti

5.3 Impianti solari termici

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non previsti

5.4 Impianti di illuminazione

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato
Non oggetto di intervento

5.5 Altri impianti

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

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria

Verifica termoigrometrica
(vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)	0.50	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 paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

- 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 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005): **0.50 $\text{W/m}^2\text{K}$** ;
Verifica $H'_T < H'_{T,L}$ **POSITIVA**
 $A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}} = 0.012 < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup utile}})_{\text{limite}} = 0.030$ (Tabella 11 appendice A all'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005)
- $EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio: **64.76 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
 $EP_{H,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale calcolato nell'edificio di riferimento: **67.67 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
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): **5.12 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
 $EP_{C,nd,limite}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): **5.85 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
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): **100.80 $\text{kWh/m}^2\text{anno}$** ;
 $EP_{gl,tot,limite}$: indice della prestazione energetica globale dell'edificio calcolato nell'edificio di riferimento (Energia

primaria totale): **128.87** kWh/m²anno;

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

- η_H : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento: **0.8483**;

$\eta_{H,limite}$ 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): ---;
- $\eta_{C,limite}$: efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato nell'edificio di riferimento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità): ---;
- η_W : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria: **0.8468**;
- $\eta_{W,limite}$: 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) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ($E_{p,del}$): 6,122 kWh
- energia rinnovabile ($E_{p,gl,ren}$): 51 kWh
- energia esportata ($E_{p,exp}$): 0 kWh
- energia rinnovabile in situ: 0 kWh
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ($E_{p,gl,tot}$): 6,173 kWh

d) 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

9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto *Valigi Michele*, iscritto a *Ordine ingegneri* provincia di *Perugia* n° iscrizione *A3014* essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto legislativo 192/2005 nonché nel decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

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

Data 31/08/2023

Valigi Michele



A. CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE

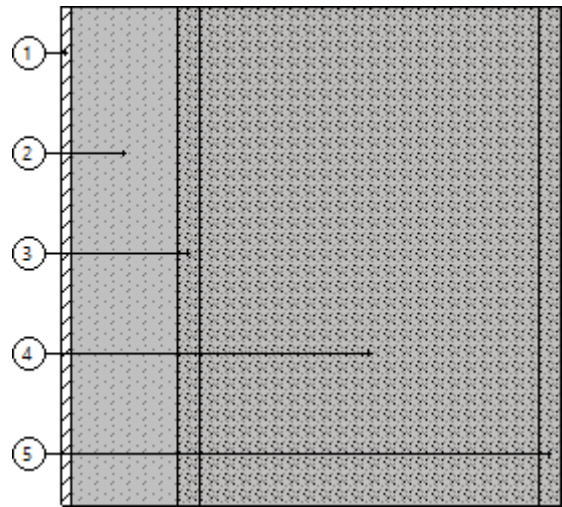
Parete in tufo 32 isol_INT

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	Cartongesso in lastre	1.00	0.210		900	24	0.048
2	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	Tufo (1500 kg/m³)	32.00	0.630		1,500	0	0.508
5	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		47.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.250	Resistenza termica totale	3.996

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.250
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.299
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.016
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	14.220
Smorzamento	0.064
Capacità termica [kJ/m²K]	10.207

Massa superficiale: 490.70 kg/m²



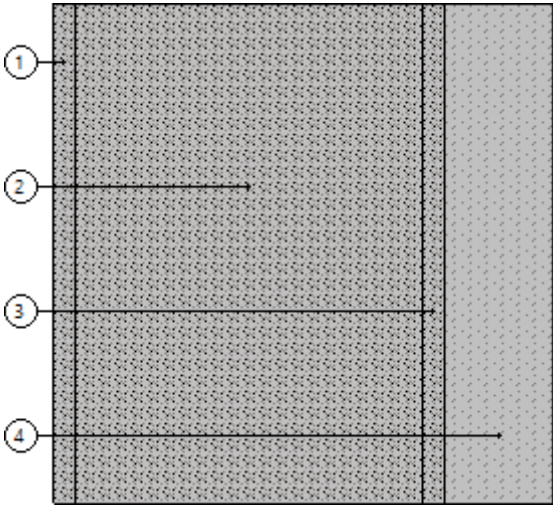
Parete in tufo 32 isol_EST

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Tufo (1500 kg/m³)	32.00	0.630		1,500	0	0.508
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		46.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.253	Resistenza termica totale	3.948

Struttura verticale esterna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.253
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.299
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.011
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	14.759
Smorzamento	0.042
Capacità termica [kJ/m²K]	62.791

Massa superficiale: 481.70 kg/m²



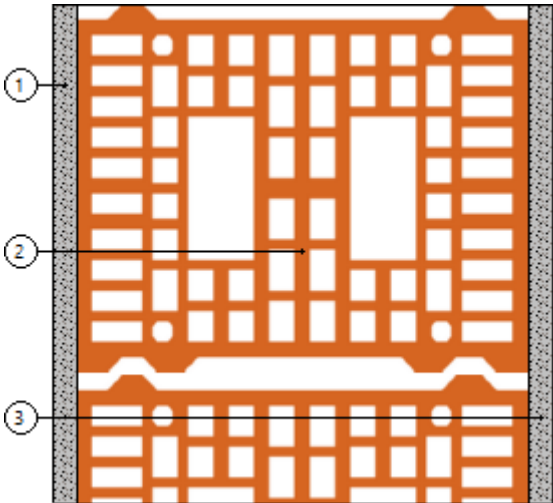
Parete in blocchi semipieni

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	38.00	0.093		672	39	4.086
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		42.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.233	Resistenza termica totale	4.300

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0.233
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.006
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	23.079
Smorzamento	0.026
Capacità termica [kJ/m²K]	44.464

Massa superficiale: 255.36 kg/m²



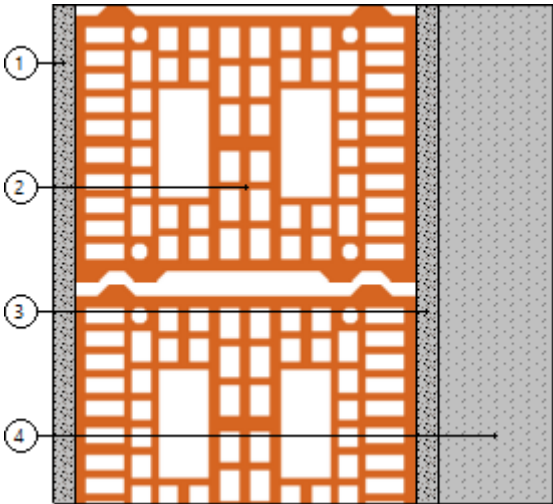
Parete in blocchi semipieni IS EST

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	BLOCCO SUPERPOR	30.00	0.093		672	39	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
4	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
Spessore totale		44.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.150	Resistenza termica totale	6.666

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0.150
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{IE} [W/m²K]	0.002
Valore limite [W/m²K]	0.100
Sfasamento [h]	22.215
Smorzamento	0.011
Capacità termica [kJ/m²K]	44.513

Massa superficiale: 203.30 kg/m²



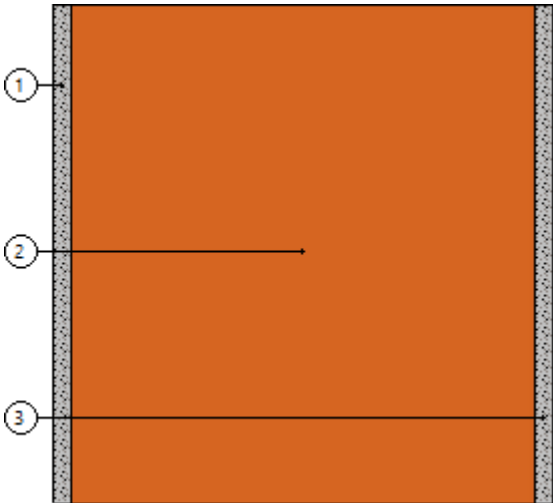
Parete in pietra 54 INTERNA

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	2.00	0.900		1,800	9	0.022
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	54.00	0.900		2,000	28	0.600
3	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		58.00					

		Resistenza superficiale interna	0.130
		Resistenza superficiale esterna	0.130
Trasmittanza termica [W/m²K]	1.106	Resistenza termica totale	0.904

Divisorio	
Trasmittanza [W/m²K]	1.106
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.024
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	20.427
Smorzamento	0.022
Capacità termica [kJ/m²K]	67.347

Massa superficiale: 1,080.00 kg/m²



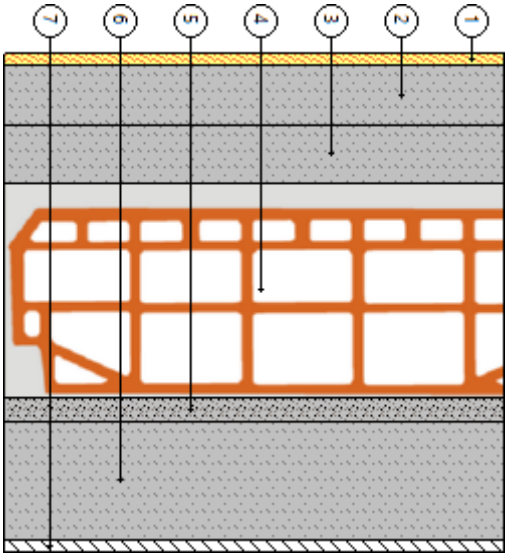
Solaio in laterizio con isolamento

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	1.00	1.300		2,300	0	0.008
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m³)	5.00	0.580		900	2	0.086
3	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
4	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180 (171 kg/m²)	18.00		3.333	950	21	0.300
5	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
6	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
7	Cartongesso in lastre	1.00	0.210		900	24	0.048
Spessore totale		42.00					

		Resistenza superficiale interna	0.170
		Resistenza superficiale esterna	0.170
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.246	Resistenza termica totale	4.067

Struttura orizzontale interna		
Trasmittanza [W/m²K]		0.246
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]		0.197
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]		0.022
Valore limite [W/m²K]		---
Sfasamento [h]		12.068
Smorzamento		0.089
Capacità termica [kJ/m²K]		51.664

Massa superficiale: 349.70 kg/m²



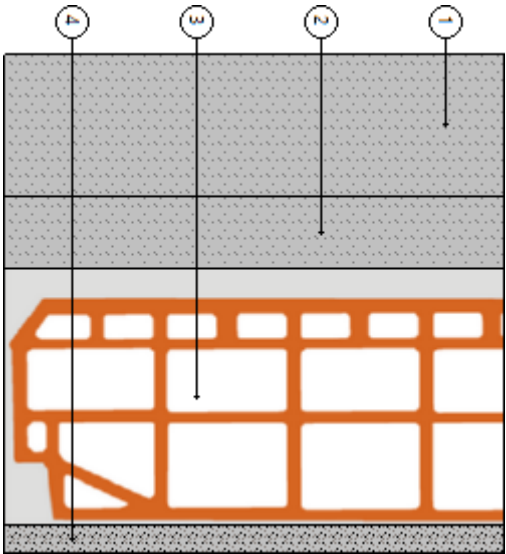
Solaio in laterizio con isolamento SOF

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	EPS [1]	10.00	0.031		17	5	3.226
2	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
3	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180 (171 kg/m²)	18.00		3.333	950	21	0.300
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		35.00					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.264	Resistenza termica totale	3.785

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.264
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.201
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m²K]	0.042
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	9.416
Smorzamento	0.160
Capacità termica [kJ/m²K]	66.358

Massa superficiale: 272.70 kg/m²



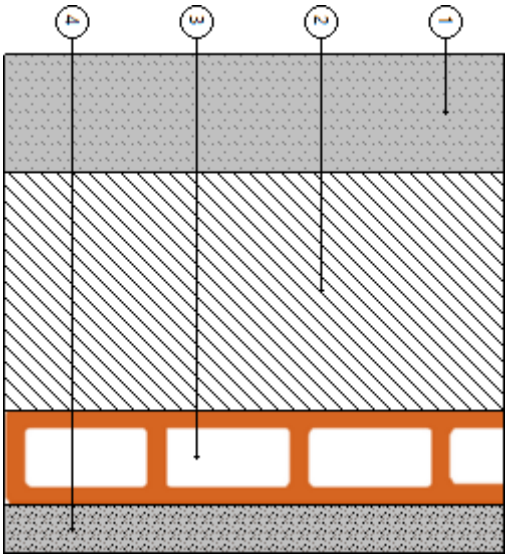
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF

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	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
2	EPS 035 150 T Bianco CAM	10.00	0.035		19	4	2.857
3	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	4.00		8.333	800	21	0.120
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		21.00					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.100
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.309	Resistenza termica totale	3.236

Struttura orizzontale interna	
Trasmittanza [W/m²K]	0.309
Trasmittanza (media tra struttura e ponti termici)[W/m²K]	0.201
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica γ_{ie} [W/m²K]	0.207
Valore limite [W/m²K]	---
Sfasamento [h]	5.533
Smorzamento	0.671
Capacità termica [kJ/m²K]	58.675

Massa superficiale: 133.90 kg/m²



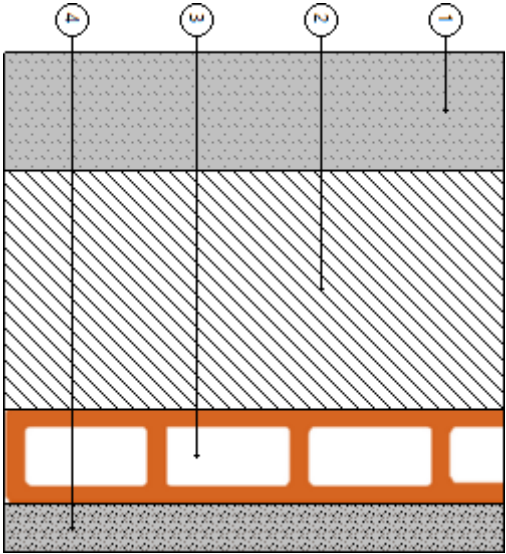
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento BAS

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	Calcestruzzo (2000 kg/m³)	5.00	1.350		2,000	2	0.037
2	EPS Q35 150 T Bianco CAM	10.00	0.035		19	4	2.857
3	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	4.00		8.333	800	21	0.120
4	Malta di calce o di calce e cemento	2.00	0.900		1,800	9	0.022
Spessore totale		21.00					

		Resistenza superficiale interna	0.170
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.308	Resistenza termica totale	3.246

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati	
Trasmittanza [W/m²K]	0.308
Valore limite [W/m²K]	---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]	0.181
Valore limite [W/m²K]	0.180
Sfasamento [h]	5.517
Smorzamento	0.589
Capacità termica [kJ/m²K]	60.280

Massa superficiale: 133.90 kg/m²



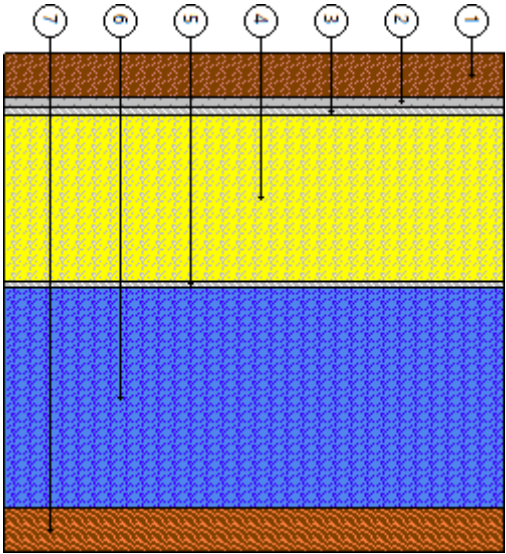
Copertura soffitta con pannello sandwich

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	Terracotta	2.00	1.000		2,000	5	0.020
2	Bitume: feltro/foglio	0.50	0.230		1,100	0	0.022
3	Acciaio	0.30	52.000		7,800	0	0.000
4	Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (40 kg/m³)	7.60	0.032		40	2	2.375
5	Acciaio	0.30	52.000		7,800	0	0.000
6	Aria intercapedine flusso ascendente 100 mm	10.00		6.156	1	193	0.162
7	Legname (700 kg/m³)	2.00	0.180		700	1	0.111
Spessore totale		22.70					

		Resistenza superficiale interna	0.100
		Resistenza superficiale esterna	0.040
Trasmittanza termica [W/m²K]	0.353	Resistenza termica totale	2.830

Struttura esterna che delimita locali non riscaldati		
Trasmittanza [W/m²K]		0.353
Valore limite [W/m²K]		---
Trasmittanza termica periodica Y_{IE} [W/m²K]		0.319
Valore limite [W/m²K]		0.180
Sfasamento [h]		3.128
Smorzamento		0.902
Capacità termica [kJ/m²K]		30.495

Massa superficiale: 109.46 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.
Finestra in legno 115x140	1.03	0.58	6.62	1.00	1.30	0.05	1.31	1.14	---	4
Finestra in legno 60x140	0.44	0.25	2.86	1.00	1.30	0.05	1.32	1.14	---	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
Portoncino blindato	1.02	1.02	---	1

B.3. Fattore di trasmissione solare totale

Descrizione	Orientamento	g_{gl+sh} [-]	$g_{gl+sh,lim}$ [-]
Finestra in legno 115x140	Verticale	0.19	0.35
Finestra in legno 60x140	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

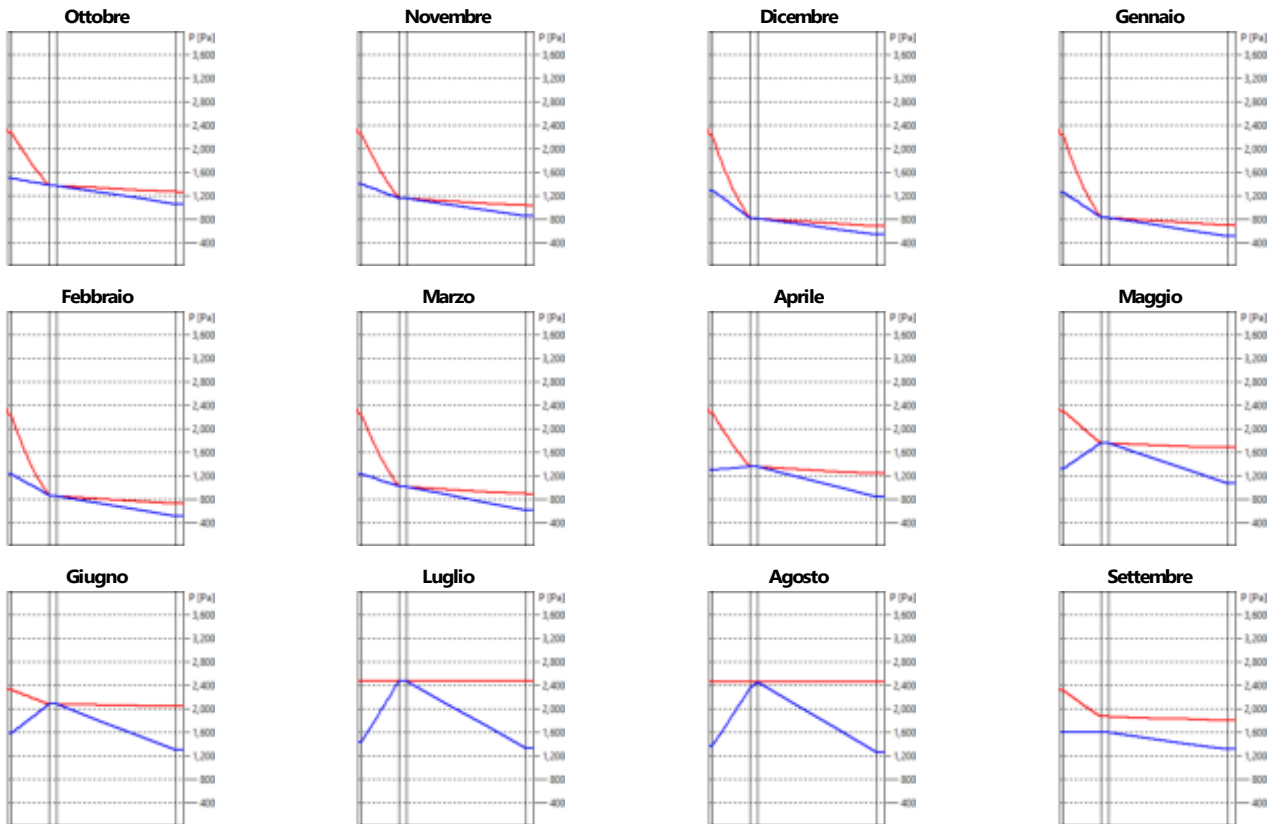
C. VERIFICA TERMOIGROMETRICA

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

Parete in tufo 32 isol_INT

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Cartongesso in lastre	8.0	1.00	0.048
2	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	Tufo (1500 kg/m³)	10,000.0	32.00	0.508
5	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale			47.00	3.996

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]
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0164	0.0164
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0306	0.0470
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0628	0.1098
Gennaio	20.0	1,263	1.7	514	18.9	13.8	0.6615	0.0558	0.1656
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	18.9	13.5	0.6339	0.0440	0.2096
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.1	13.5	0.5621	0.0278	0.2374
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	-0.0074	0.2299
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	-0.0739	0.1560
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	-0.0824	0.0737
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	-0.0254	0.0482
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	-0.0482	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000



f_{rsi} Struttura: 0.9393

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale (inizia ad ottobre).

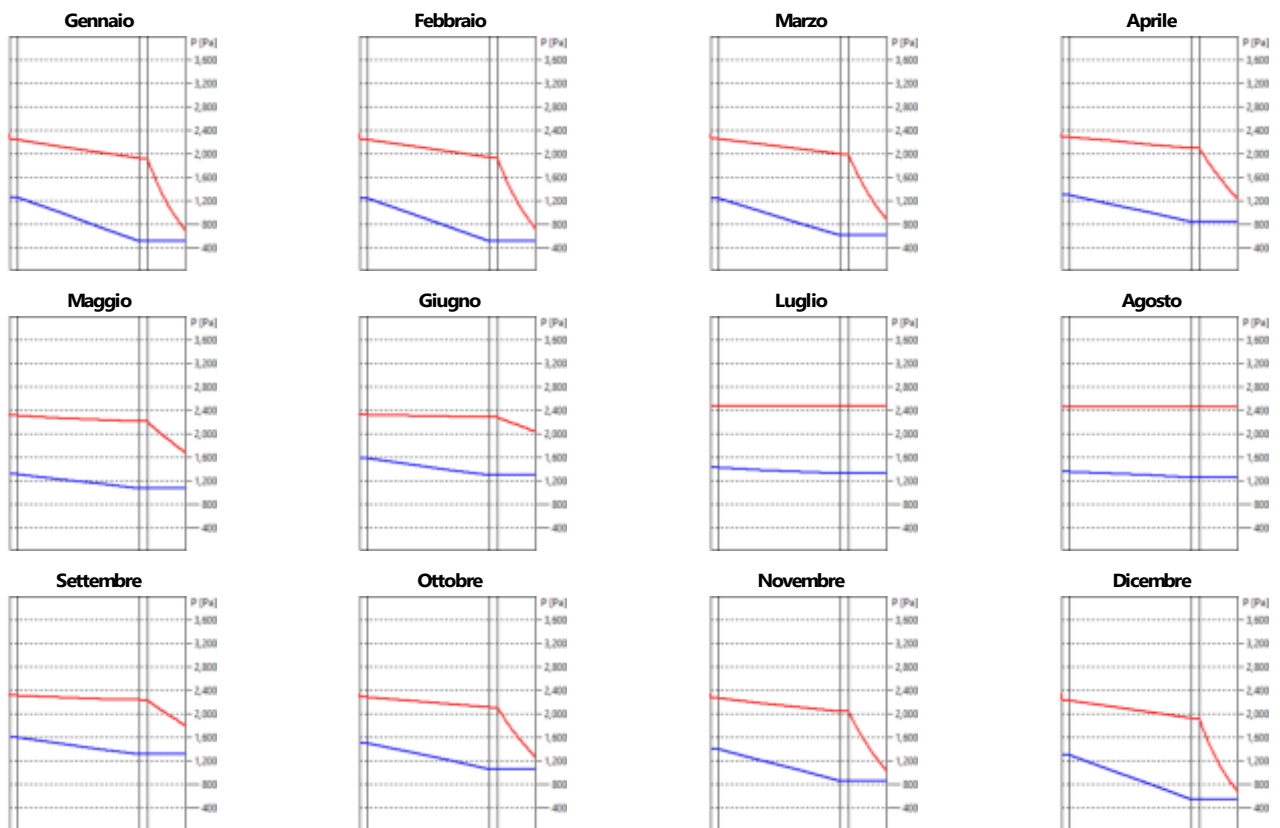
La quantità di condensa massima (a marzo) è di 0.23736 kg/m².

La condensa evapora completamente nei mesi successivi.

Parete in tufo 32 isol_EST

N	Descrizione dall'interno verso l'esterno	μ	Spessore [cm]	R [m²K/W]
1	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
2	Tufo (1500 kg/m³)	10,000.0	32.00	0.508
3	Malta di calce o di calce e cemento	22.0	2.00	0.022
4	EPS [1]	40.0	10.00	3.226
Resistenza superficiale interna				0.130
Resistenza superficiale esterna				0.040
Totale				3.948

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	1,263	1.7	514	18.9	13.8	0.6615	0.0000	0.0000
Febbraio	20.0	1,239	2.3	512	18.9	13.5	0.6339	0.0000	0.0000
Marzo	20.0	1,236	5.1	607	19.1	13.5	0.5621	0.0000	0.0000
Aprile	20.0	1,298	10.0	843	19.4	14.2	0.4227	0.0000	0.0000
Maggio	18.0	1,165	14.7	1,065	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Giugno	18.0	1,395	17.8	1,295	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Luglio	20.9	1,425	20.9	1,325	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Agosto	20.8	1,360	20.8	1,260	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Settembre	18.0	1,408	15.8	1,308	0.0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000
Ottobre	20.0	1,504	10.3	1,060	19.4	16.5	0.6421	0.0000	0.0000
Novembre	20.0	1,404	7.3	854	19.2	15.5	0.6419	0.0000	0.0000
Dicembre	20.0	1,302	1.4	542	18.9	14.3	0.6922	0.0000	0.0000



f_{Rsi} Struttura: 0.9385

La struttura non presenta rischi di formazione muffe.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

RELAZIONE DI CALCOLO

Comune:	Norcia (PG)
Descrizione:	Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)
Committente:	Sig.ra Rosa Di Alessandro
Progettista impianti termici:	Valigi Michele

Parametri climatici della località

Gradi giorno
2608 °C

Temperatura minima di progetto
-5.1 °C

Altitudine
604 m

Zona climatica
E

Giorni di riscaldamento
183

Velocità del vento
3.0 m/s

Zona di vento
3

Province di riferimento
AP
TR

Temperature medie mensili (°C)

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1.7	2.3	5.1	10.0	14.7	17.8	20.9	20.8	15.8	10.3	7.3	1.4

Irradianza media mensile (W/m²)

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Orizz.	44.0	75.2	118.1	177.1	238.4	265.0	292.8	243.1	160.9	91.4	59.0	33.6
S	53.3	86.2	101.0	110.4	113.8	110.6	126.5	134.1	123.9	95.6	74.2	42.6
SE/SO	44.6	74.3	97.1	123.3	141.7	144.9	165.7	159.9	126.4	85.0	61.8	35.2
E/O	31.1	54.2	81.6	118.6	154.4	168.9	188.9	162.1	110.9	65.0	42.5	23.8
NE/NO	21.0	33.8	56.5	88.8	126.4	144.3	156.2	122.6	76.9	41.9	27.0	16.0
N	20.0	28.9	43.6	61.6	92.1	109.8	113.0	81.4	53.9	34.6	25.0	15.5

Dispersioni dei locali

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno 2

Zona termica 2

Locale	θ_i [°C]	P_t [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
Camera 1	20.00	339.86	148.91	0.00	488.77
Camera 2	20.00	385.49	102.41	0.00	487.90
Disimpegno	20.00	20.60	17.29	0.00	37.89
Bagno	20.00	143.71	45.80	0.00	189.51
Soggiorno	20.00	1,009.43	372.24	0.00	1,381.68
Totale zona		1,899.09	686.65	0.00	2,585.75
Totale subalterno		1,899.09	686.65	0.00	2,585.75
Totale edificio		1,899.09	686.65	0.00	2,585.75
TOTALE		1,899.09	686.65	0.00	2,585.75

Legenda

- θ_i : temperatura interna
- P_t : potenza dispersa per trasmissione
- P_v : potenza dispersa per ventilazione
- P_{RH} : potenza di ripresa richiesta per compensare gli effetti del riscaldamento intermittente
- P : potenza dispersa totale

Zone termiche non calcolate

Temperatura interna T_u [°C]

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Sottotetto	4.7	5.2	7.5	11.6	15.6	18.2	20.8	20.7	16.5	11.9	9.4	4.4
Fondi PT	5.4	5.9	8.1	12.0	15.8	18.3	20.7	20.7	16.7	12.3	9.9	5.1

Edificio Edificio

Subalterno Subalterno 2

Zona termica 2

Perdita di calore per trasmissione

Perdite di calore per trasmissione verso l'esterno

Strutture Esterne

Struttura	Esposizione	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Sottofinestra Finestra in legno 115x140	Sud-Ovest	1.035	0.250	0.259
Sottofinestra Finestra in legno 115x140	Nord-Est	2.070	0.250	0.518
Sottofinestra Finestra in legno 115x140	Sud-Est	1.035	0.250	0.259
Sottofinestra Finestra in legno 60x140	Sud-Est	0.540	0.253	0.137
Parete in tufo 32 isol INT	Nord-Est	17.721	0.250	4.435
Parete in tufo 32 isol EST	Sud-Est	35.997	0.253	9.117
Parete in tufo 32 isol EST	Nord-Ovest	9.740	0.253	2.467
Parete in tufo 32 isol EST	Sud-Ovest	21.107	0.253	5.346
Portoncino blindato	Nord-Ovest	2.310	1.015	2.345
Finestra in legno 115x140	Sud-Ovest	1.610	1.137	1.831
Finestra in legno 115x140	Sud-Est	1.610	1.137	1.831
Finestra in legno 115x140	Nord-Est	3.220	1.137	3.662
Finestra in legno 60x140	Sud-Est	0.690	1.140	0.787
Totale		98.685		32.993

Ponte termico	Esposizione	l [m]	ψ [W/mK]	H [W/K]
Infisso IS EST TUFO	Sud-Est	3.500	0.013	0.046
Infisso IS INT TUFO	Sud-Ovest	5.100	0.160	0.816
Infisso IS INT TUFO	Nord-Est	10.200	0.160	1.632
Infisso IS INT TUFO	Sud-Est	5.100	0.160	0.816
Angolo Tufo	Sud-Ovest	6.400	-0.085	-0.544
Angolo Tufo	Nord-Est	3.200	-0.085	-0.272
Solaio 3	Sud-Est	11.700	0.045	0.527
Solaio 3	Nord-Est	7.100	0.045	0.320
Solaio 3	Nord-Ovest	3.700	0.045	0.167
Solaio 3	Sud-Ovest	6.900	0.045	0.311
Copertura 3	Sud-Ovest	6.900	0.011	0.076
Copertura 3	Nord-Est	7.100	0.011	0.078
Copertura 3	Sud-Est	11.700	0.011	0.129
Copertura 3	Nord-Ovest	3.700	0.011	0.041
Totale				4.140

H _D	37.133
----------------	--------

Riscaldamento

Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati

Strutture verso il locale Fondi PT

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento	77.485	0.246	19.054
	77.485		19.054

Totale	19.054
b _{tr}	0.800
H _U Fondi PT [W/K]	15.243

Strutture verso il locale Locale 20

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento SOF	37.320	0.264	9.860
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	39.997	0.309	12.358
	77.317		22.218

Totale	22.218
b _{tr}	0.837
H _U Locale 20 [W/K]	18.593

H _U [W/K]	33.836
----------------------	--------

Mese	gg	θ _{int,set,H} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{tr,adj} [W/K]	Fr*Φ _r [W]	Q _{sol,op} [kWh]	Q _{H,tr} [kWh]
Gennaio	31	20.0	1.7	18.3	70.970	28.975	19.714	975.672
Febbraio	28	20.0	2.3	17.7	70.970	30.379	29.658	842.095
Marzo	31	20.0	5.1	14.9	70.970	31.290	46.781	771.473
Aprile	15	20.0	8.9	11.1	70.970	30.997	29.964	268.897
Ottobre	17	20.0	9.5	10.5	70.970	22.767	19.907	295.830
Novembre	30	20.0	7.3	12.7	70.970	24.272	25.932	646.491
Dicembre	31	20.0	1.4	18.6	70.970	26.752	15.374	993.555
Totale								4,794.013

Raffrescamento

Perdita di calore per trasmissione verso locali non riscaldati

Strutture verso il locale Fondi PT

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento	77.485	0.246	19.054
	77.485		19.054

Totale	19.054
b _{tr}	0.800
H _U Fondi PT [W/K]	15.243

Strutture verso il locale Locale 20

Struttura	A [m²]	U [W/m²K]	H [W/K]
Solaio in laterizio con isolamento SOF	37.320	0.264	9.860
Solaio in ACCIAIO E TAVELONI con isolamento SOF	39.997	0.309	12.358
	77.317		22.218

Totale	22.218
b _{tr}	0.837
H _U Locale 20 [W/K]	18.593

H _U [W/K]	33.836
----------------------	--------

Mese	gg	θ _{int,set,C} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{tr,adj} [W/K]	Fr*Φ _r [W]	Q _{sol,op} [kWh]	Q _{C,tr} [kWh]
Giugno	16	26.0	18.6	7.4	70.970	33.108	46.477	173.106
Luglio	31	26.0	20.9	5.1	70.970	40.229	98.317	211.721
Agosto	28	26.0	20.3	5.7	70.970	41.986	77.307	233.560
Totale								618.387

Legenda

A: area struttura

U: trasmittanza termica struttura

H: coefficiente di scambio termico

b_{tr} : fattore di correzione del locale

l: lunghezza ponte termico

ψ : trasmittanza termica lineica ponte termico

$\theta_{int,set,H}$: temperatura interna di set-up nel periodo di riscaldamento

$\theta_{int,set,C}$: temperatura interna di set-up nel periodo di raffrescamento

θ_e : temperatura esterna

T_a : temperatura locale adiacente

$H_{tr,adj}$: coefficiente di scambio termico per trasmissione

$Fr \cdot \Phi_r$: extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$Q_{H,tr}$: energia scambiata nel periodo di riscaldamento

$Q_{C,tr}$: energia scambiata nel periodo di raffrescamento

P: perimetro pavimento esposto al terreno

S_w : spessore pareti perimetrali

d_{is} : spessore isolante

λ_{is} : conduttività isolante

D: larghezza isolamento di bordo

z: altezza pavimento dal terreno

U_w : trasmittanza pareti spazio areato

ε : area apertura di ventilazione

U_g : trasmittanza pavimento interrato

Perdita di calore per ventilazione

V [m³]	n [1/h]	q _{ve} [m³/h]	H [W/K]
164.141	0.50	82.071	16.414

Mese	gg	θ _{int,set,H} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{H,ve} [kWh]
Gennaio	31	20.0	1.7	18.3	16.414	223.291
Febbraio	28	20.0	2.3	17.7	16.414	195.064
Marzo	31	20.0	5.1	14.9	16.414	181.769
Aprile	15	20.0	8.9	11.1	16.414	65.537
Ottobre	17	20.0	9.5	10.5	16.414	70.041
Novembre	30	20.0	7.3	12.7	16.414	149.906
Dicembre	31	20.0	1.4	18.6	16.414	226.954
Totale						1,112.6

Mese	gg	θ _{int,set,C} [°C]	θ _e [°C]	Δθ [°C]	H _{ve,adj} [W/K]	Q _{C,ve} [kWh]
Giugno	16	26.0	18.6	7.4	16.414	46.701
Luglio	31	26.0	20.9	5.1	16.414	62.091
Agosto	28	26.0	20.3	5.7	16.414	62.834
Totale						171.626

Legenda

- V: volume netto locale
- n: ricambi d'aria
- q_{ve}: portata d'aria
- H_{ve,adj}: coefficiente di scambio termico
- θ_{int,set}: temperatura interna
- θ_e: temperatura esterna
- Q_{H,ve}: energia scambiata nel periodo di riscaldamento
- Q_{C,ve}: energia scambiata nel periodo di raffrescamento

Riscaldamento

[illegible][illegible][illegible][illegible]

[illegible]

Mese	$Q_{sol,w,mn}$ [kWh]	$Q_{sd,w}$ [kWh]	$Q_{sol,w}$ [kWh]
Gennaio	42.829	0.000	42.829
Febbraio	63.309	0.000	63.309
Marzo	92.586	0.000	92.586
Aprile	59.212	0.000	59.212
Ottobre	35.981	0.000	35.981
Novembre	54.140	0.000	54.140
Dicembre	32.788	0.000	32.788
Totale	380.846	0.000	380.846

[illegible][illegible][illegible][illegible][illegible]

Riepilogo

Mese	Q _{sol,w} [kWh]
Giugno	98.094
Luglio	197.740
Agosto	148.278
Totale	444.112

Legenda

- ggi: trasmissione solare
- F_{hor}: fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni
- F_{fin}: fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti verticali
- F_{ov}: fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad aggetti orizzontali
- F_{sh,gl}: fattore di riduzione dovuto a tendaggi
- A_g: area trasparente
- A_{sol,w}: area equivalente
- Q_{sol,w,mn}: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti vetrati
- Q_{sd,w}: apporti serra diretti attraverso le partizioni trasparenti
- Q_{sol,w}: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti vetrati comprensivi dei contributi serra

Apporti solari attraverso superfici opache

Riscaldamento

Parete in tufo 32 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	21.0	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	1.857
Febbraio	28	33.8	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	2.702
Marzo	31	56.5	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	5.000
Aprile	15	81.5	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	3.490
Ottobre	17	38.1	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	1.846
Novembre	30	27.0	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	2.311
Dicembre	31	16.0	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	1.417
Totale											18.623

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Sud-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	7.363
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	11.095
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	16.040
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	9.387
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	7.161
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	9.884
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	5.818
Totale											66.747

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	21.0	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	0.925
Febbraio	28	33.8	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	1.346
Marzo	31	56.5	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	2.490
Aprile	15	81.5	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	1.738
Ottobre	17	38.1	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	0.919
Novembre	30	27.0	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	1.151
Dicembre	31	16.0	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	0.706
Totale											9.276

Portoncino blindato (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	21.0	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	0.879
Febbraio	28	33.8	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	1.279
Marzo	31	56.5	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	2.367
Aprile	15	81.5	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	1.652
Ottobre	17	38.1	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	0.874
Novembre	30	27.0	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	1.094
Dicembre	31	16.0	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	0.671
Totale											8.817

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol}	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$	R_{se}	$A_{sol,op}$	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
------	----	-----------	-----------	-----------	----------	----------------	------------	------------	----------	--------------	-----------------------

		[W/m²gg]						[W/m²K]	[m²K/W]	[m²]	
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	4.253
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	6.409
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	9.266
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	5.423
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	4.137
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	5.710
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	3.361
Totale											38.558

Sottofinestra Finestra in legno 115x140 (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.206
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.311
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.449
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.263
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.200
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.277
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.163
Totale											1.868

Sottofinestra Finestra in legno 115x140 (esposizione Sud-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Gennaio	31	44.6	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.206
Febbraio	28	74.3	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.311
Marzo	31	97.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.449
Aprile	15	117.4	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.263
Ottobre	17	79.0	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.200
Novembre	30	61.8	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.277
Dicembre	31	35.2	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.163
Totale											1.868

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sd,op}$ [kWh]	Q_{si} [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Gennaio	15.689	4.024	0.000	0.000	19.714
Febbraio	23.453	6.205	0.000	0.000	29.658
Marzo	36.061	10.720	0.000	0.000	46.781
Aprile	22.216	7.748	0.000	0.000	29.964
Ottobre	15.337	4.569	0.000	0.000	19.907
Novembre	20.703	5.230	0.000	0.000	25.932
Dicembre	12.298	3.075	0.000	0.000	15.374
Totale	145.758	41.571	0.000	0.000	187.329

Raffrescamento

Parete in tufo 32 isol_INT (esposizione Nord-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	147.3	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	6.722
Luglio	31	156.2	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	13.811
Agosto	28	121.9	1.000	1.000	1.000	0.6	19.8	0.250	0.040	0.119	9.735
Totale											30.268

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Sud-Est)

Mese	gg	I_{sol}	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$	R_{se}	$A_{sol,op}$	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
------	----	-----------	-----------	-----------	----------	----------------	------------	------------	----------	--------------	-----------------------

		[W/m²gg]						[W/m²K]	[m²K/W]	[m²]	
Giugno	16	150.1	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	12.799
Luglio	31	165.7	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	27.374
Agosto	28	157.1	1.000	1.000	1.000	0.6	36.5	0.253	0.040	0.222	23.440
Totale											63.614

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	147.3	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	3.348
Luglio	31	156.2	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	6.879
Agosto	28	121.9	1.000	1.000	1.000	0.6	9.7	0.253	0.040	0.059	4.849
Totale											15.076

Portoncino blindato (esposizione Nord-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	147.3	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	3.183
Luglio	31	156.2	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	6.539
Agosto	28	121.9	1.000	1.000	1.000	0.6	2.3	1.015	0.040	0.056	4.609
Totale											14.330

Parete in tufo 32 isol_EST (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	150.1	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	7.394
Luglio	31	165.7	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	15.813
Agosto	28	157.1	1.000	1.000	1.000	0.6	21.1	0.253	0.040	0.128	13.541
Totale											36.748

Sottofinestra Finestra in legno 115x140 (esposizione Sud-Ovest)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	150.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.358
Luglio	31	165.7	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.766
Agosto	28	157.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.656
Totale											1.781

Sottofinestra Finestra in legno 115x140 (esposizione Sud-Est)

Mese	gg	I_{sol} [W/m²gg]	F_{hor}	F_{fin}	F_{ov}	α_{sol}	A_c [m²]	$U_{c,eq}$ [W/m²K]	R_{se} [m²K/W]	$A_{sol,op}$ [m²]	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]
Giugno	16	150.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.358
Luglio	31	165.7	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.766
Agosto	28	157.1	1.000	1.000	1.000	0.6	1.0	0.250	0.040	0.006	0.656
Totale											1.781

Riepilogo

Mese	$Q_{sol,op,mn}$ [kWh]	$Q_{sol,mn,u}$ [kWh]	$Q_{sol,op}$ [kWh]
Giugno	34.163	12.314	46.477
Luglio	71.949	26.369	98.317
Agosto	57.485	19.822	77.307
Totale	163.597	58.505	222.102

Legenda

F_{hor} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad ostruzioni

F_{fin} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti orizzontali

F_{ov} : fattore di riduzione ombreggiatura dovuta ad oggetti verticali

α_{sol} : coefficiente di assorbimento della radiazione solare

A_c : area della struttura

$U_{c,eq}$: trasmittanza termica della struttura

R_{se} : Resistenza superficiale esterna della struttura

$A_{sol,op}$: area equivalente

$Q_{sol,op,mn}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi

$Q_{sol,mn,u}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare negli ambienti non climatizzati adiacenti

$Q_{sd,op}$: apporti serra diretti attraverso le partizioni opache

Q_{si} : apporti serra indiretti attraverso le partizioni opache e trasparenti

$Q_{sol,op}$: apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente su componenti opachi comprensivi degli apporti serra e degli apporti degli ambienti non climatizzati adiacenti

Fabbisogno energetico utile

Riscaldamento

Mese	Q _{H,tr} [kWh]	Q _{H,ve} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{sol,w} [kWh]	γ _H	η _{H,gn}	Q _{H,nd} [kWh]
Gennaio	975.7	223.3	265.4	42.8	0.257	1.000	890.8
Febbraio	842.1	195.1	239.7	63.3	0.292	0.999	734.3
Marzo	771.5	181.8	265.4	92.6	0.376	0.998	596.1
Aprile	268.9	65.5	128.4	59.2	0.561	0.983	150.0
Ottobre	295.8	70.0	145.6	36.0	0.496	0.990	186.1
Novembre	646.5	149.9	256.9	54.1	0.391	0.997	486.3
Dicembre	993.6	227.0	265.4	32.8	0.244	1.000	922.4
Totale							3,966.0

Raffrescamento

Mese	Q _{C,tr} [kWh]	Q _{C,ve} [kWh]	Q _{int} [kWh]	Q _{sol,w} [kWh]	γ _C	η _{C,ls}	Q _{C,nd} [kWh]
Giugno	173.1	46.7	137.0	98.1	1.069	0.942	28.1
Luglio	211.7	62.1	265.4	197.7	1.692	0.999	189.7
Agosto	233.6	62.8	239.7	148.3	1.309	0.986	95.7
Totale							313.5

Acqua calda sanitaria

Mese	gg	V _w [l]	θ _{er} [°C]	θ ₀ [°C]	Q _{W,nd}
Gennaio	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Febbraio	28	102.01	10.69	40.00	97.28
Marzo	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Aprile	30	102.01	10.69	40.00	104.23
Maggio	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Giugno	30	102.01	10.69	40.00	104.23
Luglio	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Agosto	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Settembre	30	102.01	10.69	40.00	104.23
Ottobre	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Novembre	30	102.01	10.69	40.00	104.23
Dicembre	31	102.01	10.69	40.00	107.70
Totale					1,268.14

Fabbisogno energia primaria per il riscaldamento della zona

Mese	Q _{H,nd} [kWh]	Q' _H [kWh]	η _e [%]	η _c [%]	η _d [%]	η _{gn} [%]	η _g [%]	Q _{pnrn,H} [kWh]	Q _{prn,H} [kWh]	Q _{ptot,H} [kWh]
Gennaio	890.8	883.1	97.7	97.0	99.2	98.6	85.3	1,036.1	8.6	1,044.6
Febbraio	734.3	727.3	97.7	97.0	99.2	98.4	85.0	856.4	7.5	863.9
Marzo	596.1	588.4	97.7	97.0	99.2	98.3	84.3	699.5	7.4	706.9
Aprile	150.0	146.2	97.7	97.0	99.2	99.1	83.1	177.5	3.1	180.6
Ottobre	186.1	181.8	97.7	97.0	99.2	99.6	83.8	218.6	3.5	222.1
Novembre	486.3	478.8	97.7	97.0	99.2	98.8	84.3	569.9	6.9	576.8
Dicembre	922.4	914.6	97.7	97.0	99.2	98.6	85.4	1,071.9	8.7	1,080.6
Totale	3,966.0	3,920.2	97.7	97.0	99.2	98.6	84.8	4,629.9	45.6	4,675.4

Fabbisogno energia primaria per il raffrescamento della zona

Mese	Q _{C,nd} [kWh]	η _e [%]	η _c [%]	η _d [%]	η _{gn} [%]	η _g [%]	Q _{pnrn,C} [kWh]	Q _{prn,C} [kWh]	Q _{ptot,C} [kWh]
Giugno	28.1	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Luglio	189.7	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Agosto	95.7	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Totale	313.5	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0

Fabbisogno energia primaria per l'acqua calda sanitaria della zona

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{pnren,W}$ [kWh]	$Q_{pren,W}$ [kWh]	$Q_{ptot,W}$ [kWh]
Gennaio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Febbraio	97.3	100.0	92.6	97.9	84.7	114.5	0.4	114.9
Marzo	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Aprile	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Maggio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Giugno	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Luglio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Agosto	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Settembre	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Ottobre	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Novembre	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Dicembre	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Totale	1,268.1	100.0	92.6	97.9	84.7	1,492.1	5.6	1,497.6

Legenda

$Q_{H,tr}$: energia scambiata per trasmissione

$Q_{H,ve}$: energia scambiata per ventilazione

Q_{int} : energia da apporti gratuiti interni

$Q_{sol,w}$: energia da apporti solari interni (superfici trasparenti)

γ : rapporto tra apporti interni e energia scambiata per trasmissione e ventilazione

μ : fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti

$Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento

$Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento

$Q_{W,nd}$: fabbisogno energetico utile per l'acqua calda sanitaria

$Q'_{H'}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi

$Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento

η_e : rendimento di emissione

η_c : rendimento di regolazione

η_d : rendimento di distribuzione

η_{gn} : rendimento di generazione

η_g : rendimento globale

Q_p : fabbisogno di energia primaria

Subalterno 2

Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Mese	$Q_{H,nd}$ [kWh]	Q'_{H} [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,H}$ [kWh]	$Q_{p,ren,H}$ [kWh]	$Q_{p,tot,H}$ [kWh]
Gennaio	890.8	883.1	97.7	97.0	99.2	98.6	85.3	1,036.1	8.6	1,044.6
Febbraio	734.3	727.3	97.7	97.0	99.2	98.4	85.0	856.4	7.5	863.9
Marzo	596.1	588.4	97.7	97.0	99.2	98.3	84.3	699.5	7.4	706.9
Aprile	150.0	146.2	97.7	97.0	99.2	99.1	83.1	177.5	3.1	180.6
Ottobre	186.1	181.8	97.7	97.0	99.2	99.6	83.8	218.6	3.5	222.1
Novembre	486.3	478.8	97.7	97.0	99.2	98.8	84.3	569.9	6.9	576.8
Dicembre	922.4	914.6	97.7	97.0	99.2	98.6	85.4	1,071.9	8.7	1,080.6
Totale	3,966.0	3,920.2	97.7	97.0	99.2	98.6	84.8	4,629.9	45.6	4,675.4

Fabbisogno di energia primaria per il raffrescamento

Mese	$Q_{C,nd}$ [kWh]	η_e [%]	η_c [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,C}$ [kWh]	$Q_{p,ren,C}$ [kWh]	$Q_{p,tot,C}$ [kWh]
Giugno	28.1	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Luglio	189.7	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Agosto	95.7	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0
Totale	313.5	100.0	---	---	---	---	0.0	0.0	0.0

Fabbisogno di energia primaria per l'acqua calda sanitaria

Mese	$Q_{W,nd}$ [kWh]	η_{er} [%]	η_d [%]	η_{gn} [%]	η_g [%]	$Q_{p,nren,W}$ [kWh]	$Q_{p,ren,W}$ [kWh]	$Q_{p,tot,W}$ [kWh]
Gennaio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Febbraio	97.3	100.0	92.6	97.9	84.7	114.5	0.4	114.9
Marzo	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Aprile	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Maggio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Giugno	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Luglio	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Agosto	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Settembre	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Ottobre	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Novembre	104.2	100.0	92.6	97.9	84.7	122.6	0.5	123.1
Dicembre	107.7	100.0	92.6	97.9	84.7	126.7	0.5	127.2
Totale	1,268.1	100.0	92.6	97.9	84.7	1,492.1	5.6	1,497.6

Riepilogo fonti rinnovabili (energia primaria)

	Riscaldamento	Acqua calda	Raffrescamento	Ventilazione	Illuminazione	Trasporto
Fonti rinnovabili termiche [kWh]	46	6	0	0	0	0
Fonti rinnovabili elettriche [kWh]	0	0	0	0	0	0
Totale [kWh]	46	6	0	0	0	0

Legenda

$Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico utile per il riscaldamento

Q'_H : fabbisogno energetico utile per il riscaldamento al netto dei recuperi

$Q_{C,nd}$: fabbisogno energetico utile per il raffrescamento

η_e : rendimento di emissione

η_c : rendimento di regolazione

η_d : rendimento di distribuzione

η_{gn} : rendimento di generazione

η_g : rendimento globale

Q_p : fabbisogno di energia primaria

[illegible][illegible]

Energia primaria e quote rinnovabili

Subalterno 2

Ep rinnovabile [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	9	7	7	3	0	0	0	0	0	4	7	9	46
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	8	8	4	0	0	0	0	0	4	7	9	51

Ep non rinnovabile [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1,036	856	699	178	0	0	0	0	0	219	570	1,072	4,630
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	127	114	127	123	127	123	127	127	123	127	123	127	1,492
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,163	971	826	300	127	123	127	127	123	345	693	1,199	6,122

Ep totale [kWh]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1,045	864	707	181	0	0	0	0	0	222	577	1,081	4,675
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	127	115	127	123	127	123	127	127	123	127	123	127	1,498
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1,172	979	834	304	127	123	127	127	123	349	700	1,208	6,173

Quota rinnovabile

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	1 %	1 %	1 %	2 %	---	---	---	---	---	2 %	1 %	1 %	1 %
C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
W	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
V	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
T	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	1 %	1 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %

Indici di prestazione energetica

Subalterno 2

EP rinnovabile [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	0.14	0.12	0.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.11	0.14	0.74
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.09
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.15	0.13	0.13	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.12	0.15	0.83

EP non rinnovabile [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	16.92	13.98	11.42	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.57	9.31	17.50	75.60
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	2.07	1.87	2.07	2.00	2.07	2.00	2.07	2.07	2.00	2.07	2.00	2.07	24.36
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	18.99	15.85	13.49	4.90	2.07	2.00	2.07	2.07	2.00	5.64	11.31	19.57	99.97

EP totale [kWh/m²]

Servizio	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
H	17.06	14.11	11.54	2.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.63	9.42	17.64	76.35
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
W	2.08	1.88	2.08	2.01	2.08	2.01	2.08	2.08	2.01	2.08	2.01	2.08	24.45
V	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19.13	15.98	13.62	4.96	2.08	2.01	2.08	2.08	2.01	5.70	11.43	19.72	100.80

RELAZIONE DI CALCOLO PONTI TERMICI

Comune: Norcia (PG)

Descrizione: Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016 (Esito E)

Committente: Sig.ra Rosa Di Alessandro

Progettista: Valigi Michele

SOMMARIO

PREMESSA	3
Infisso_IS EST	4
Infisso_IS EST TUFO	8
Infisso_IS INT	12
Infisso_IS INT TUFO	16
Infisso_blocchi	20
Angolo Pietra	24
Angolo Blocchi	29
Angolo Tufo	34
Solaio 1	39
Solaio 2	44
Balcone	49
Solaio 3	54
Solaio 4	59
Copertura 1	64
Copertura 2	69
Copertura 3	74

PREMESSA

I ponti termici, che in genere si verificano in corrispondenza di qualsiasi giunzione tra componenti edilizi o dove nell'edificio la struttura cambia composizione, hanno due conseguenze:

- una variazione del flusso di calore, e
- una variazione della temperatura superficiale interna.

Sebbene vengano utilizzate procedure di calcolo simili, le procedure non sono identiche per il calcolo dei flussi di calore e delle temperature superficiali.

In questa relazione di calcolo si riporta la valutazione della trasmittanza lineica del ponte termico, sia per misure interne sia per misure esterne, tramite analisi ad elementi finiti.

Per ogni ponte termico sono analizzati: la distribuzione del flusso termico, il coefficiente di accoppiamento termico per calcolo bidimensionale, la distribuzione delle temperature calcolate ad ogni nodo, le temperature superficiali e di conseguenza il rischio di formazione di muffa.

Le norme utilizzate per il calcolo sono:

UNI EN ISO 10211: Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati

UNI EN ISO 13788: 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 6946: Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

Il metodo di calcolo utilizzato nella valutazione del ponte termico si basa su quanto indicato dalla norma UNI EN ISO 10211, che definisce i limiti geometrici del modello, i criteri da adottare per l'analisi del modello, la convergenza del metodo di calcolo e le condizioni termiche al contorno.

In particolare il metodo numerico soddisfa i requisiti elencati di seguito, come da UNI EN ISO 10211:

- Il metodo fornisce temperature e flussi di calore, per ogni località richiesta.
- Per un numero crescente di suddivisioni, la soluzione del metodo convergere alla soluzione analitica, se tale soluzione esiste.
- La somma dei valori assoluti di tutti i flussi di calore che entrano nell'oggetto vengono calcolati due volte, per n nodi (o celle) e per $2n$ nodi (o celle). La differenza tra questi due risultati non deve superare l'1%. In caso negativo, saranno effettuate ulteriori suddivisioni fino a quando questo criterio è soddisfatto.

Infisso_IS EST



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
3	EPS [1]	0.031
4	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	0.140

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

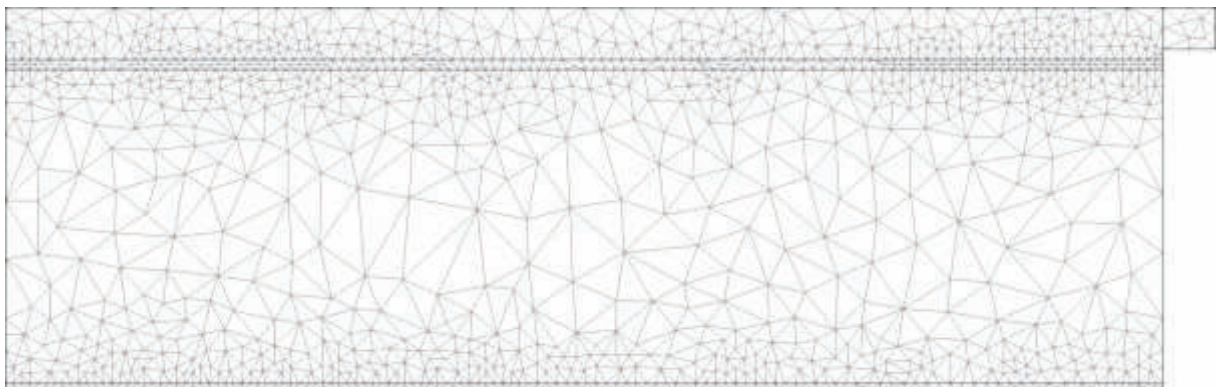
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	12.942 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.696 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.021 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.021 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m ² K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.243	2.220	2.220	---
2	1.349	0.100	0.100	---

Legenda

U Trasmittanza termica del componente
L_{int} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L_{ext} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b_{tr} Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

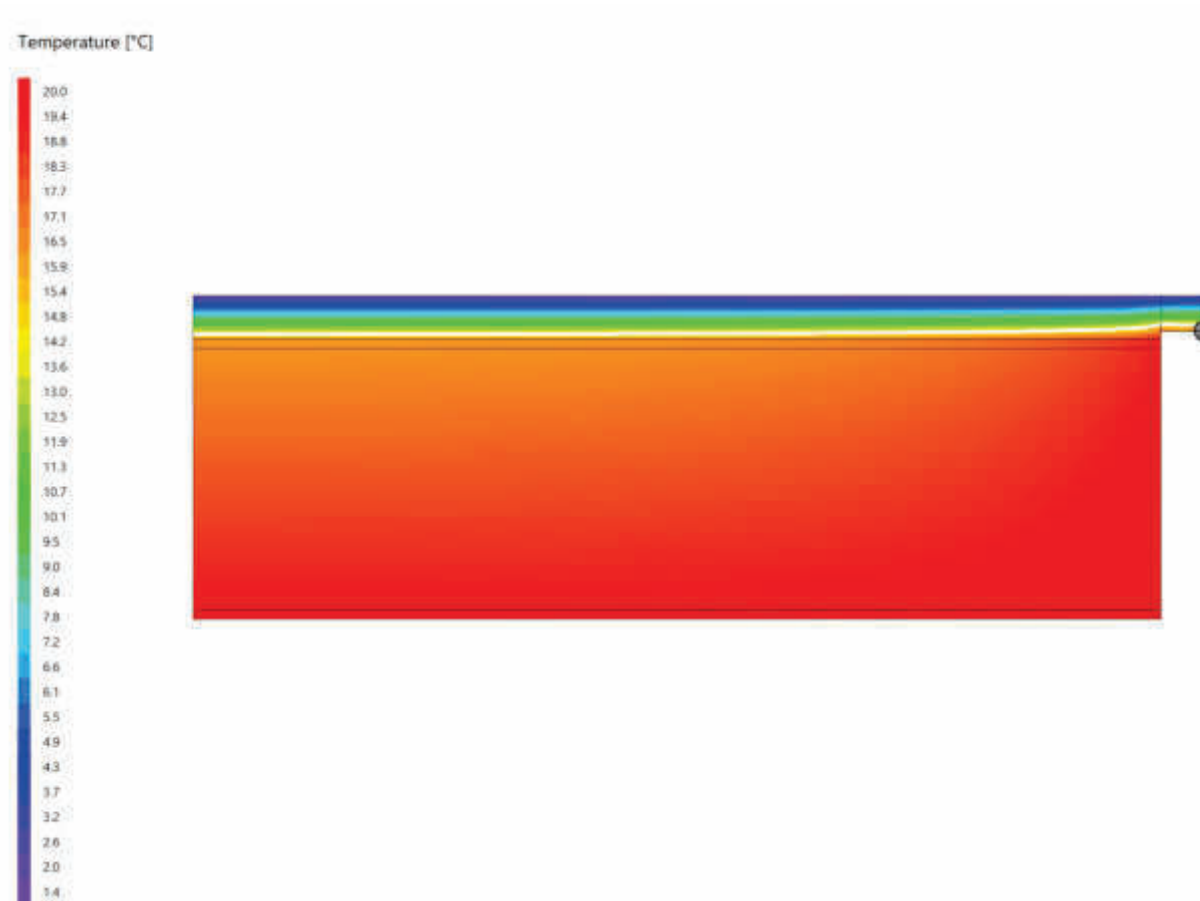
Tipo di calcolo Classi di concentrazione

Classe di vapore Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ _e [°C]	φ _e [%]	p _e [Pa]	Δp [Pa]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	θ _i [°C]	f _{Rsi,min}
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

θ_e Temperatura esterna
φ_e Umidità relativa esterna
p_e Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i Pressione parziale di vapore acqueo interna
p_{sat}(θ_{si}) Pressione di saturazione minima accettabile
θ_{si,min} Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i Temperatura interna
f_{Rsi,min} Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8247
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	16.74 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Infisso_IS EST TUFO



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Tufo (1500 kg/m ³)	0.630
3	EPS [1]	0.031
4	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	0.140

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

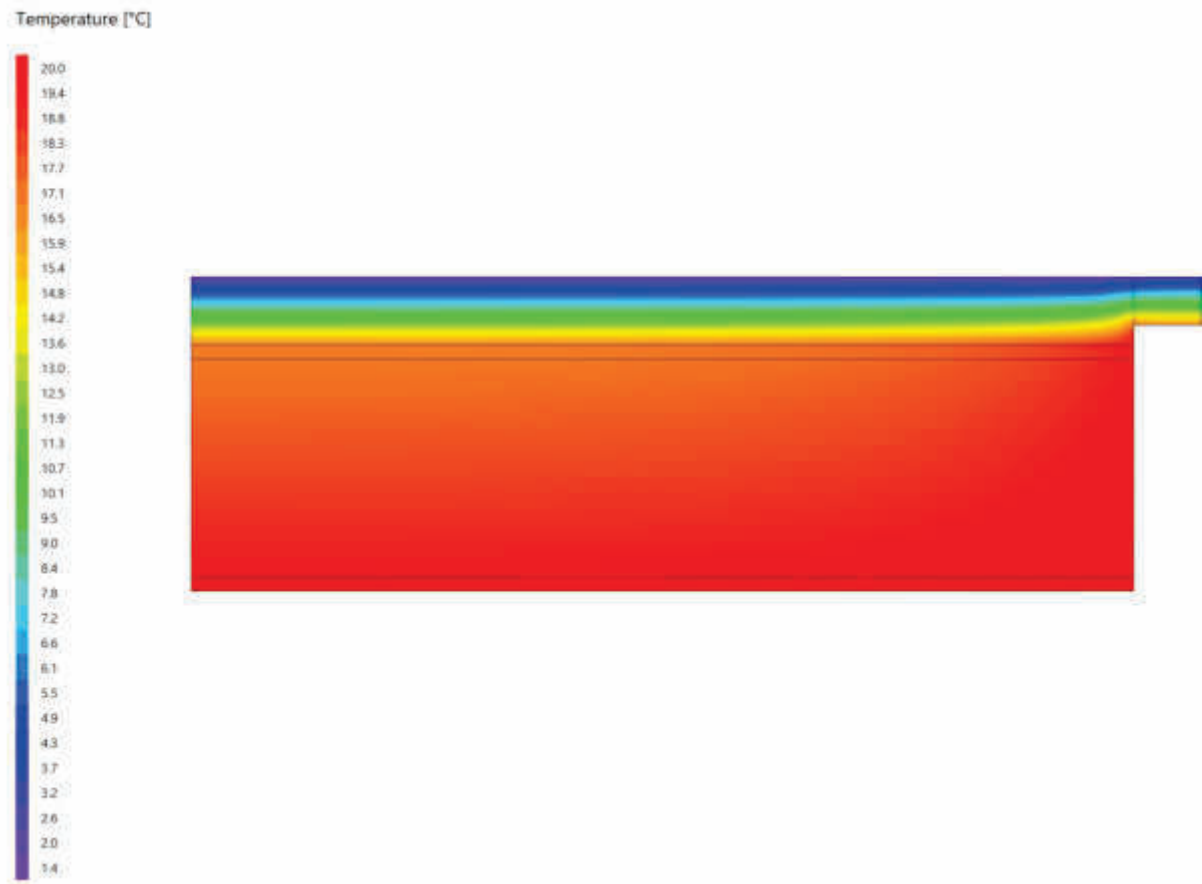
	Confine	θ [°C]	R_s [m ² K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

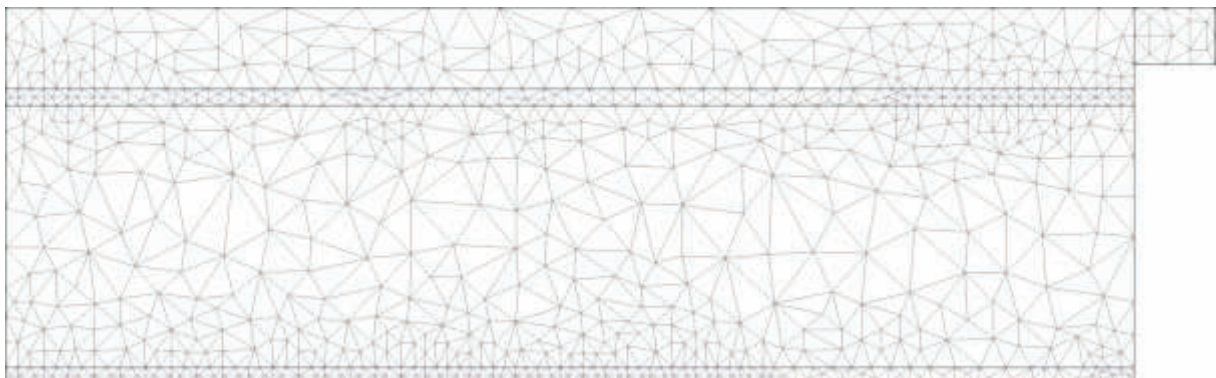
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	9.513 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.512 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.013 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.013 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.253	1.380	1.380	---
2	1.493	0.100	0.100	---

Legenda

U Trasmittanza termica del componente
L_{int} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L_{ext} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b_{tr} Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

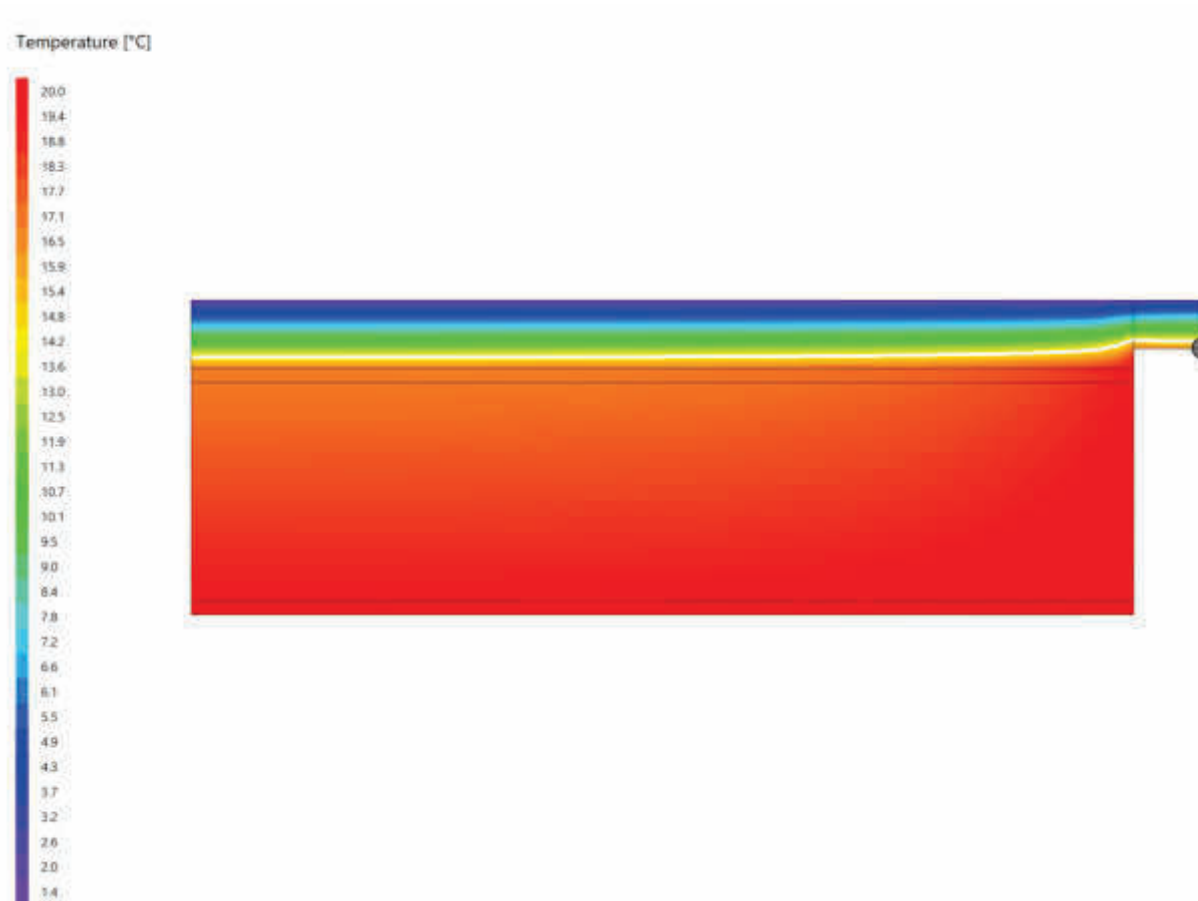
Tipo di calcolo Classi di concentrazione

Classe di vapore Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ _e [°C]	φ _e [%]	p _e [Pa]	Δp [Pa]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	θ _i [°C]	f _{Rsi,min}
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

θ_e Temperatura esterna
φ_e Umidità relativa esterna
p_e Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i Pressione parziale di vapore acqueo interna
p_{sat}(θ_{si}) Pressione di saturazione minima accettabile
θ_{si,min} Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i Temperatura interna
f_{Rsi,min} Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8058
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	16.39 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Infisso_IS INT



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Cartongesso in lastre	0.210
2	EPS [1]	0.031
3	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
5	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	0.140

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

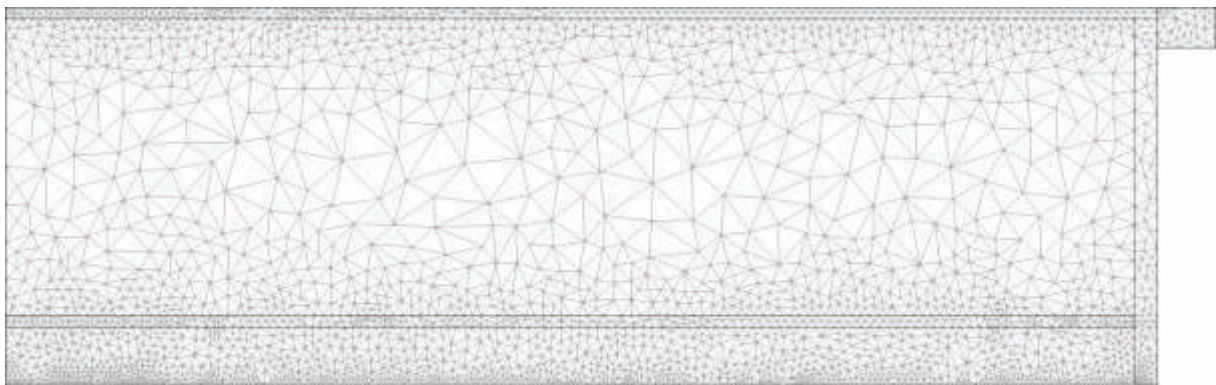
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	16.381 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.881 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.244 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.244 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.247	1.980	1.980	---
2	1.493	0.100	0.100	---

Legenda

U Trasmittanza termica del componente
L_{int} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L_{ext} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b_{tr} Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

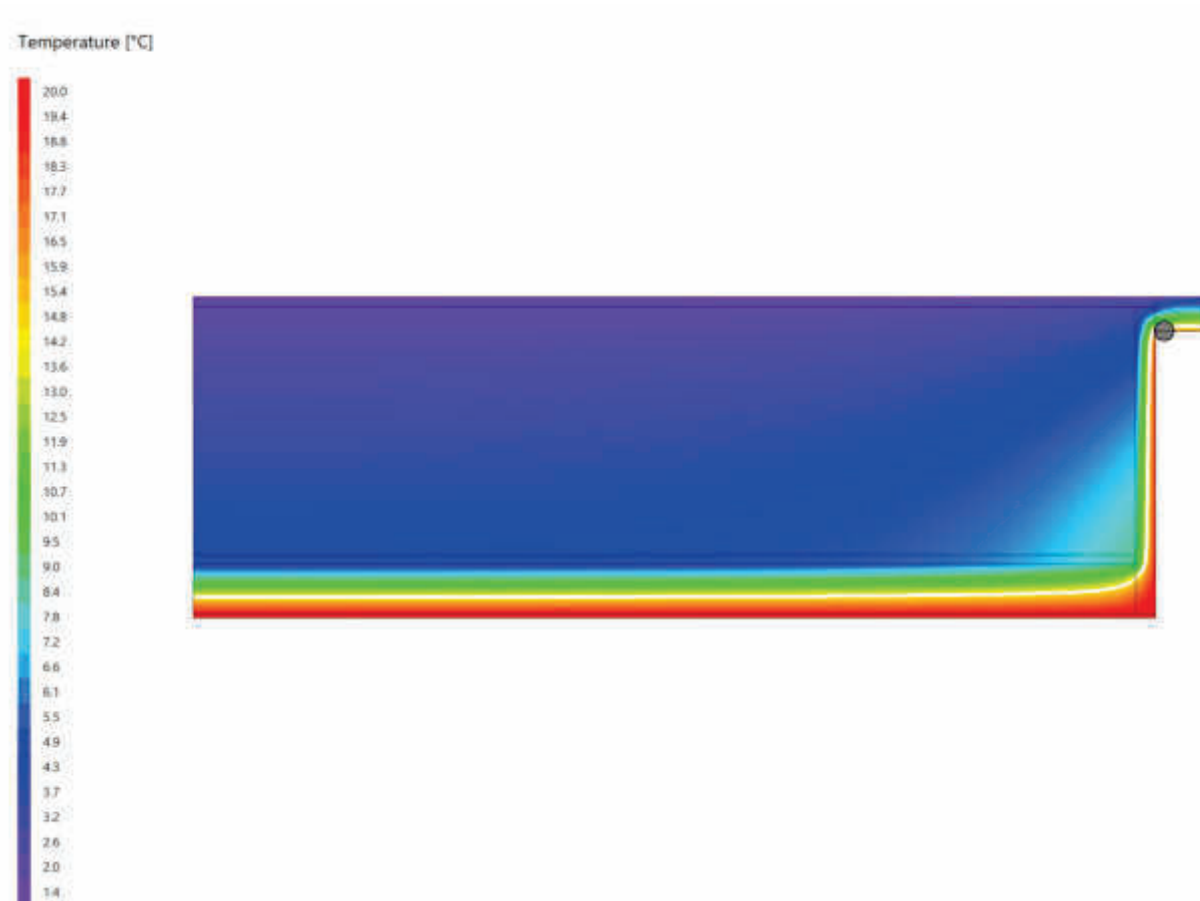
Tipo di calcolo Classi di concentrazione

Classe di vapore Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ _e [°C]	φ _e [%]	p _e [Pa]	Δp [Pa]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	θ _i [°C]	f _{Rsi,min}
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

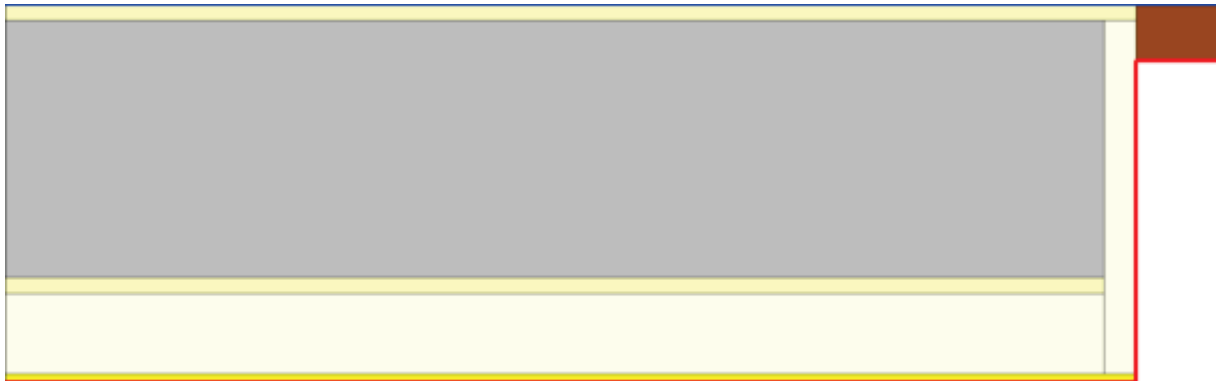
θ_e Temperatura esterna
φ_e Umidità relativa esterna
p_e Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i Pressione parziale di vapore acqueo interna
p_{sat}(θ_{si}) Pressione di saturazione minima accettabile
θ_{si,min} Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i Temperatura interna
f_{Rsi,min} Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7862
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	16.03 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Infisso_IS INT TUFO



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Cartongesso in lastre	0.210
2	EPS [1]	0.031
3	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
4	Tufo (1500 kg/m ³)	0.630
5	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	0.140

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

	Confine	θ [°C]	R_s [m ² K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

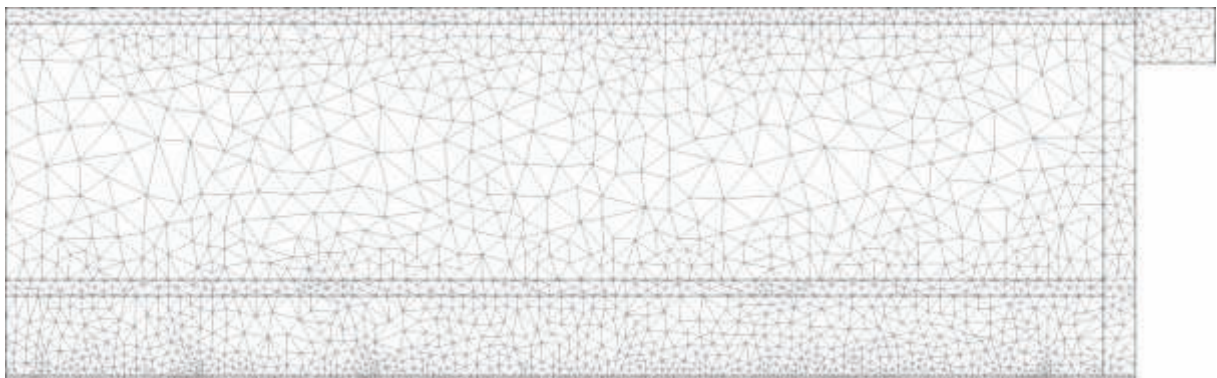
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	12.307 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.662 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.160 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.160 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.250	1.410	1.410	---
2	1.493	0.100	0.100	---

Legenda

U Trasmittanza termica del componente
L_{int} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L_{ext} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b_{tr} Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

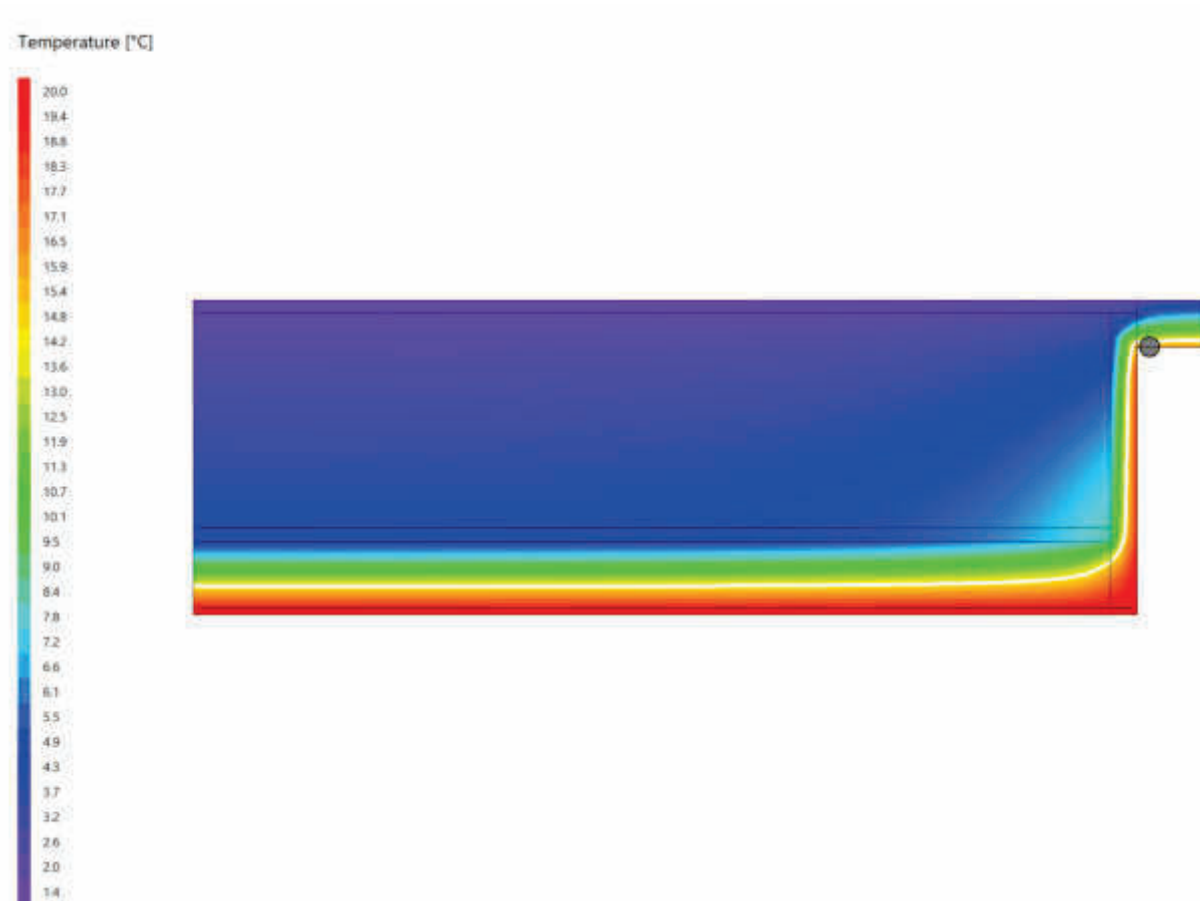
Tipo di calcolo Classi di concentrazione

Classe di vapore Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ _e [°C]	φ _e [%]	p _e [Pa]	Δp [Pa]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	θ _i [°C]	f _{Rsi,min}
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

θ_e Temperatura esterna
φ_e Umidità relativa esterna
p_e Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i Pressione parziale di vapore acqueo interna
p_{sat}(θ_{si}) Pressione di saturazione minima accettabile
θ_{si,min} Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i Temperatura interna
f_{Rsi,min} Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7864
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	16.03 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Infisso_blocchi



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	BLOCCO SUPERPOR	0.093
3	Pino (flusso perpendicolare alle fibre)	0.140

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

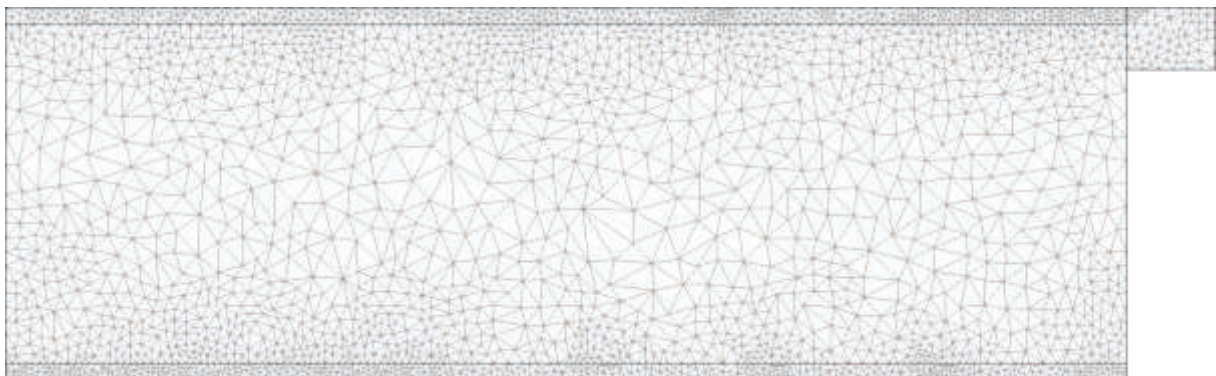
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	9.790 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.527 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.085 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.085 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.233	1.260	1.260	---
2	1.493	0.100	0.100	---

Legenda

U Trasmittanza termica del componente
L_{int} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L_{ext} Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b_{tr} Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

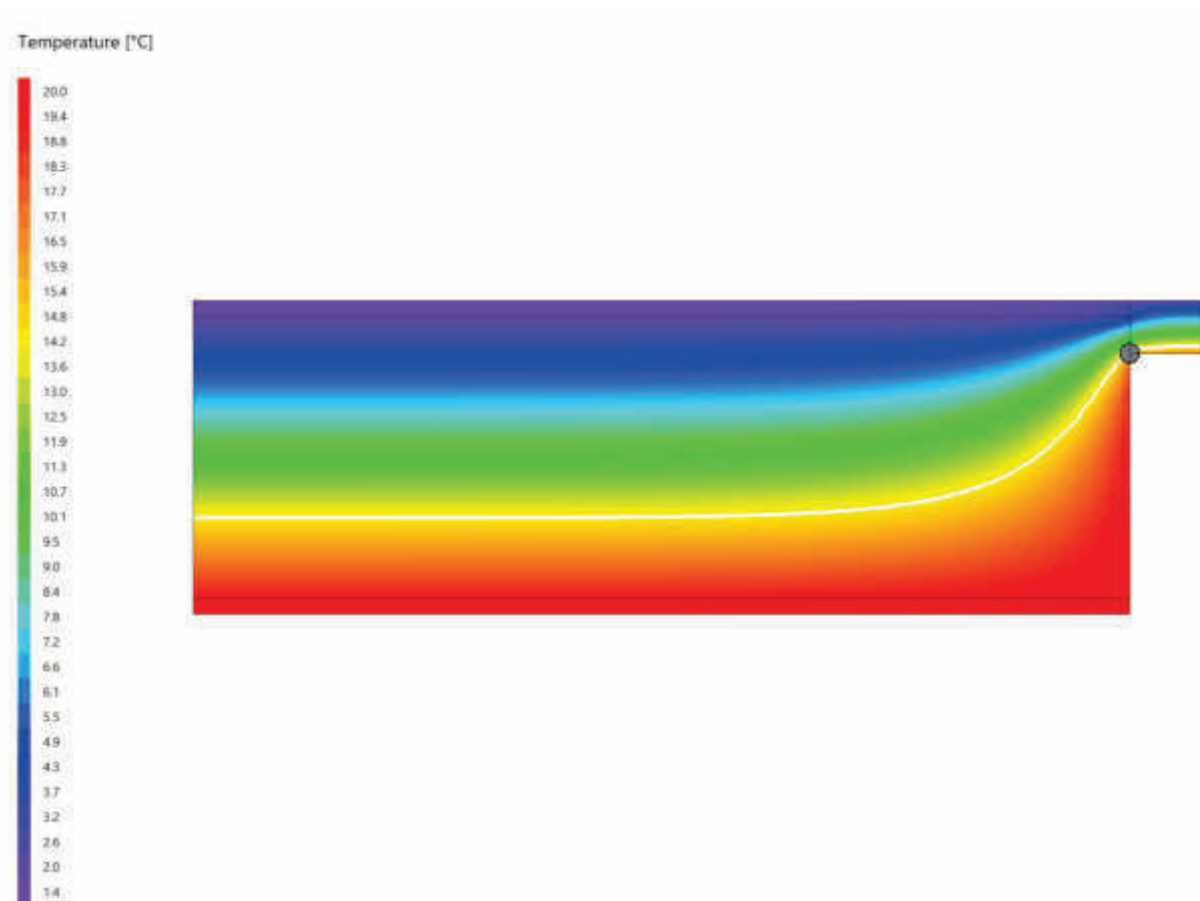
Tipo di calcolo Classi di concentrazione

Classe di vapore Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ _e [°C]	φ _e [%]	p _e [Pa]	Δp [Pa]	p _i [Pa]	p _{sat} (θ _{si}) [Pa]	θ _{si,min} [°C]	θ _i [°C]	f _{Rsi,min}
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

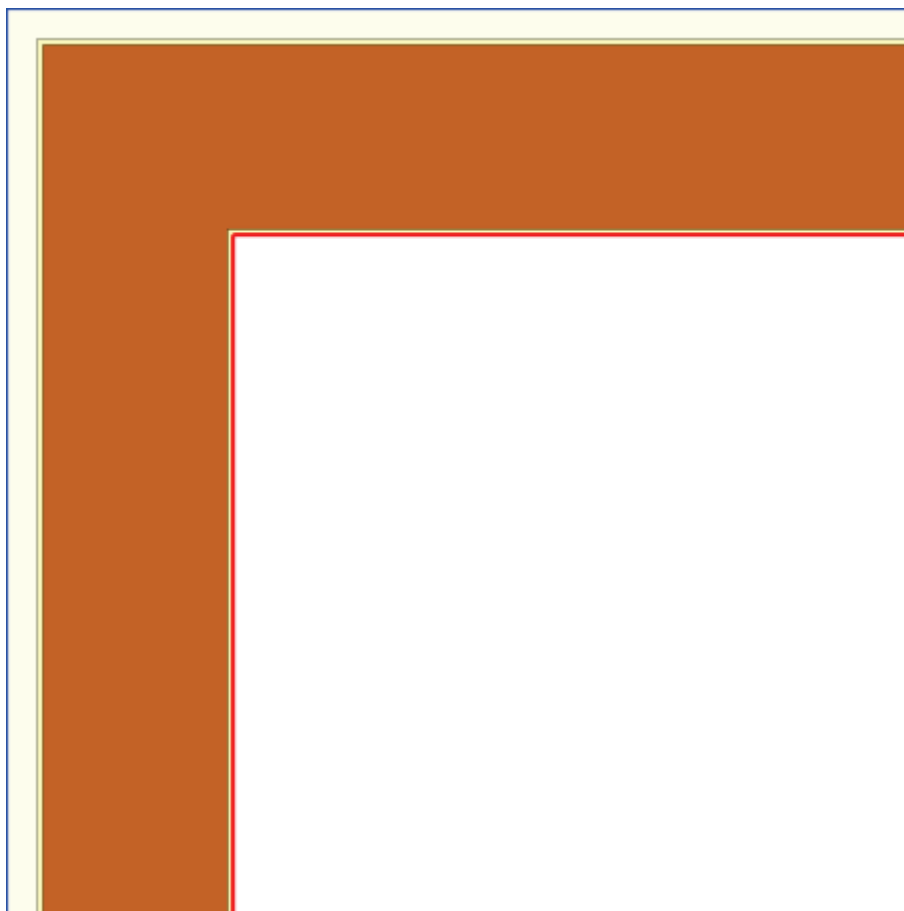
θ_e Temperatura esterna
φ_e Umidità relativa esterna
p_e Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i Pressione parziale di vapore acqueo interna
p_{sat}(θ_{si}) Pressione di saturazione minima accettabile
θ_{si,min} Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i Temperatura interna
f_{Rsi,min} Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7633
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	15.60 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Angolo Pietra



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
3	EPS [1]	0.031

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

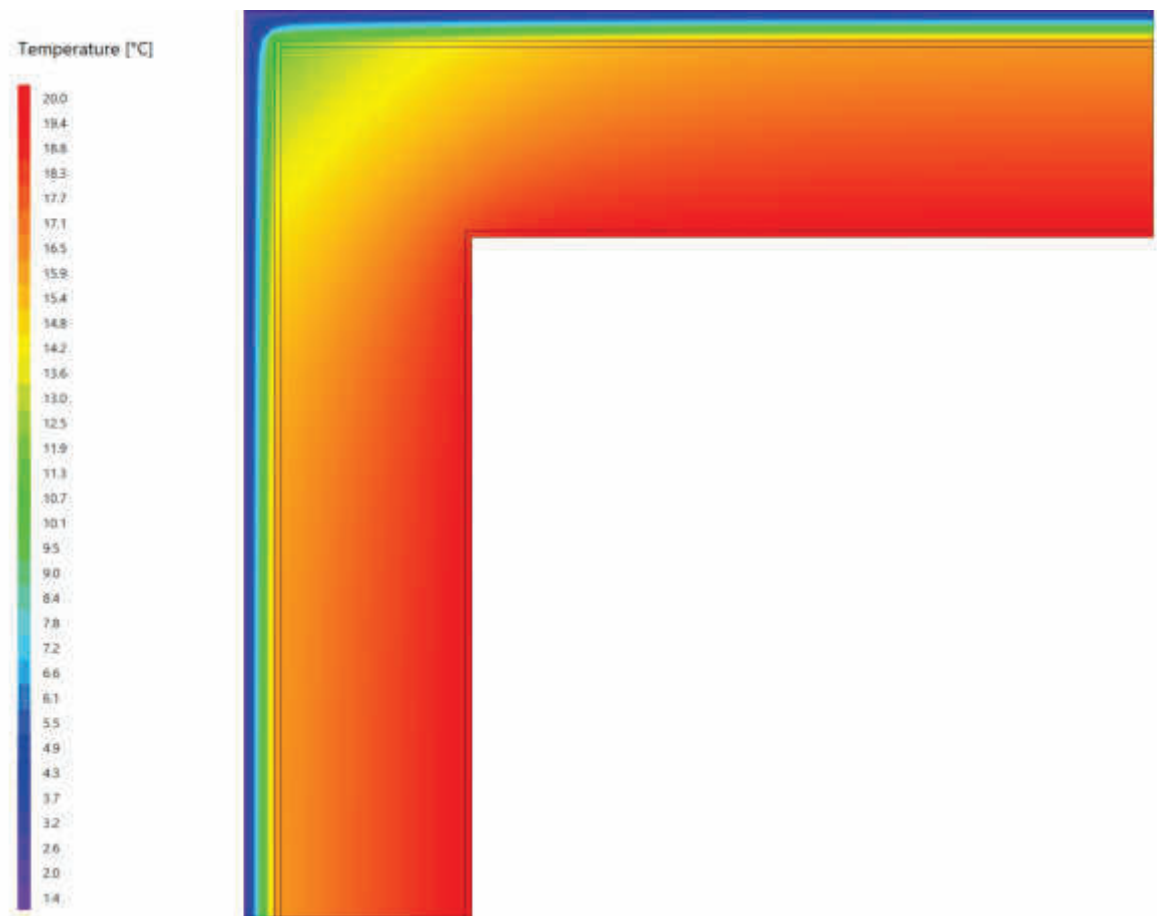
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

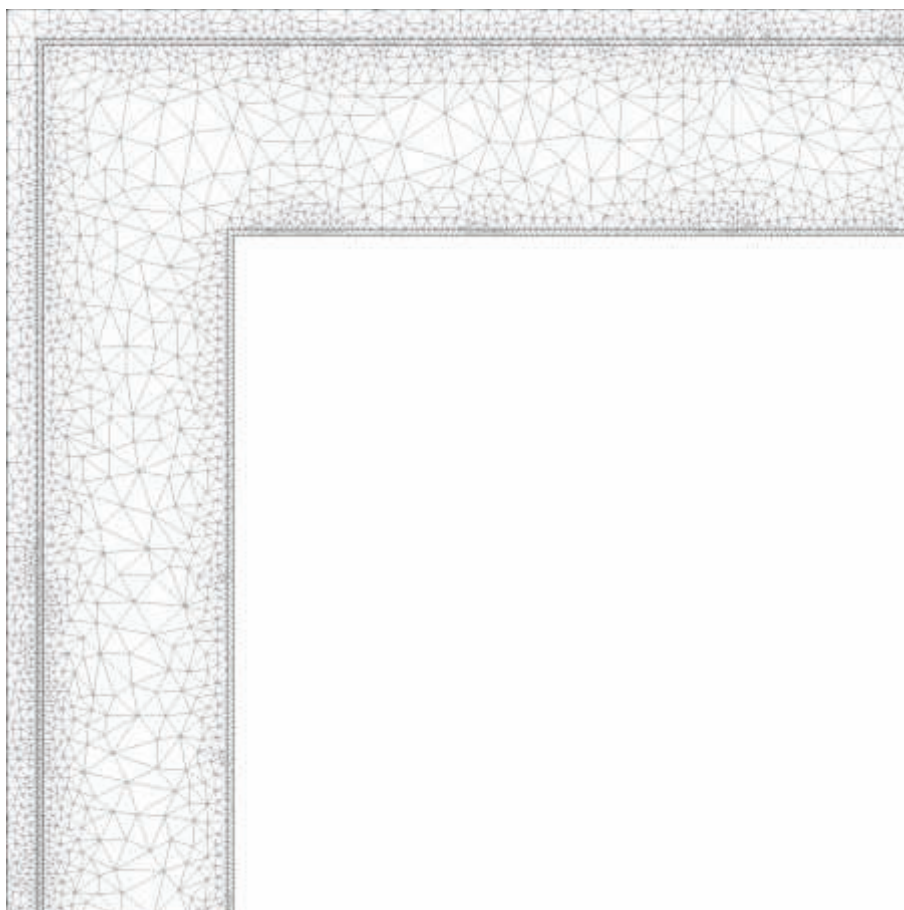
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	24.451 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	1.316 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.235 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.126 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.243	2.220	2.960	---
2	0.243	2.220	2.960	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

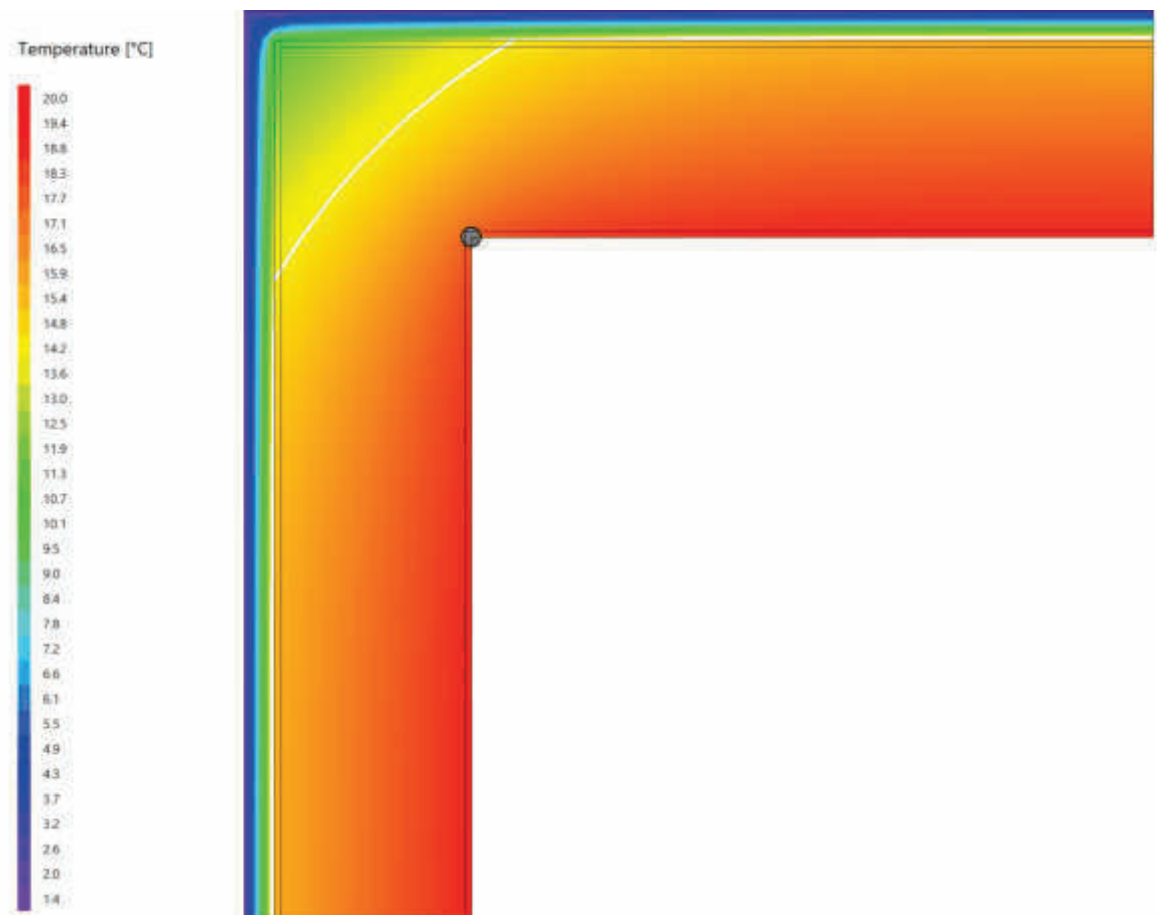
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

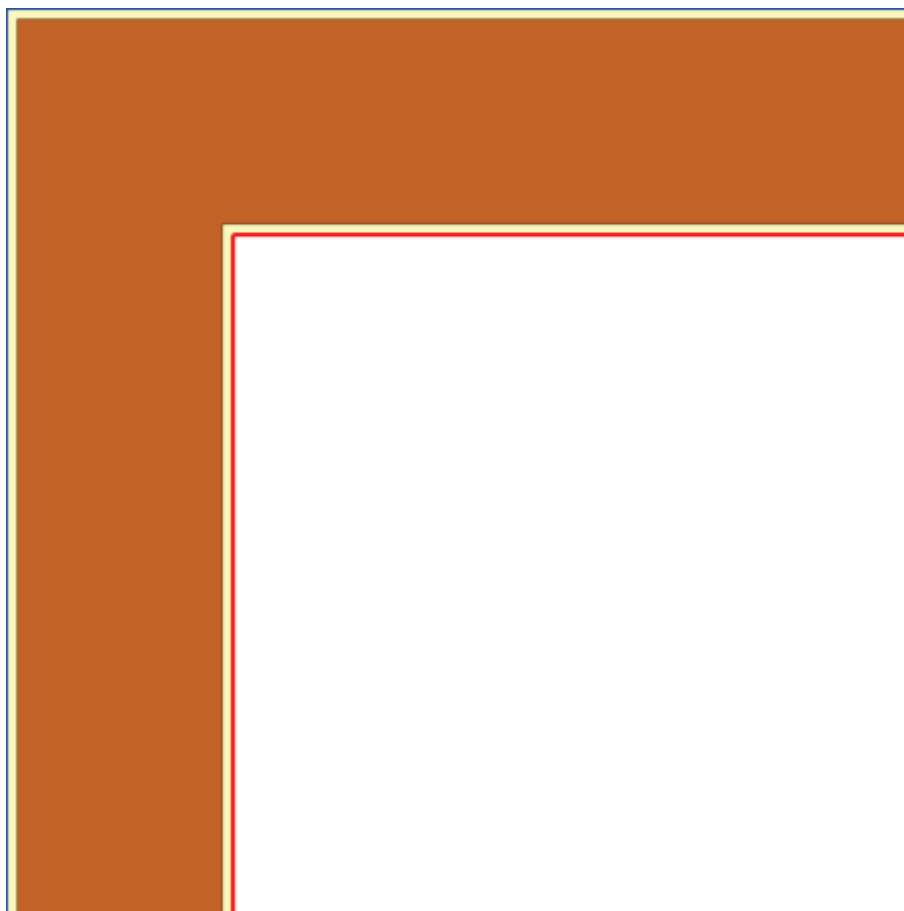
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8648
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.49 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Angolo Blocchi



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	BLOCCO SUPERPOR	0.093

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

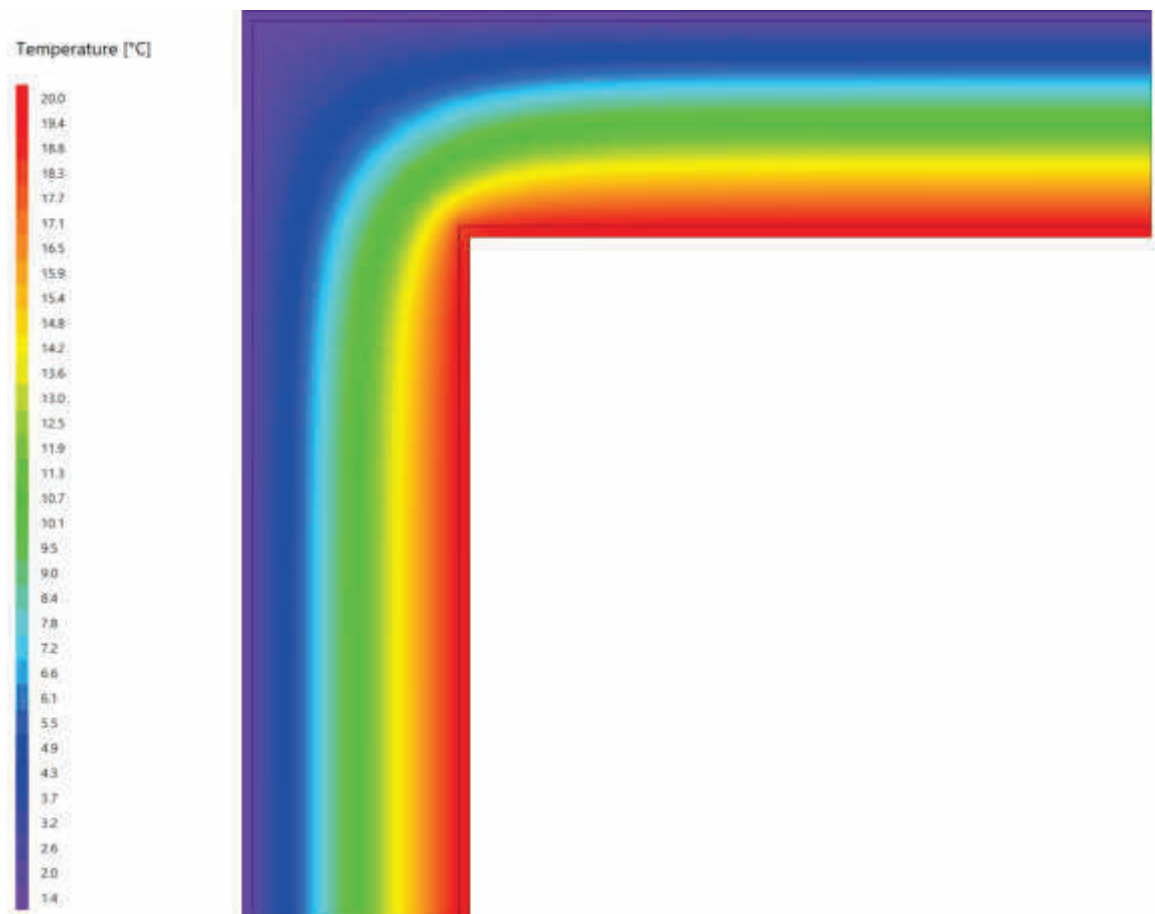
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

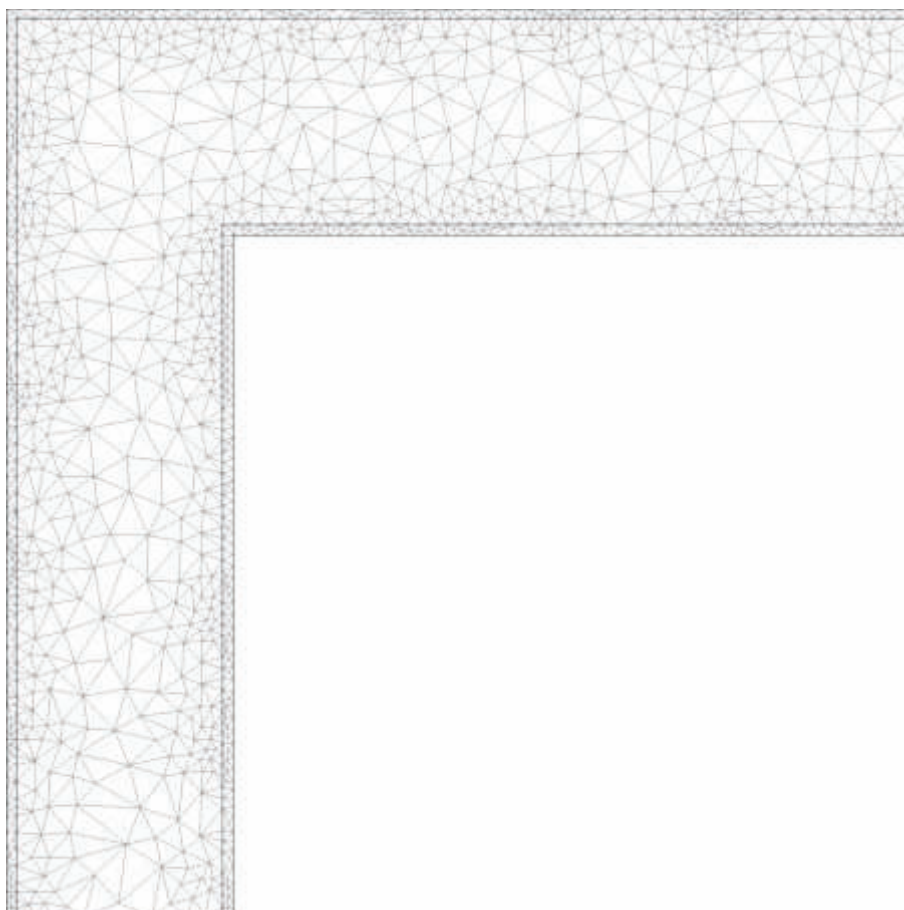
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	11.927 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.642 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.056 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.140 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.233	1.260	1.680	---
2	0.233	1.260	1.680	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

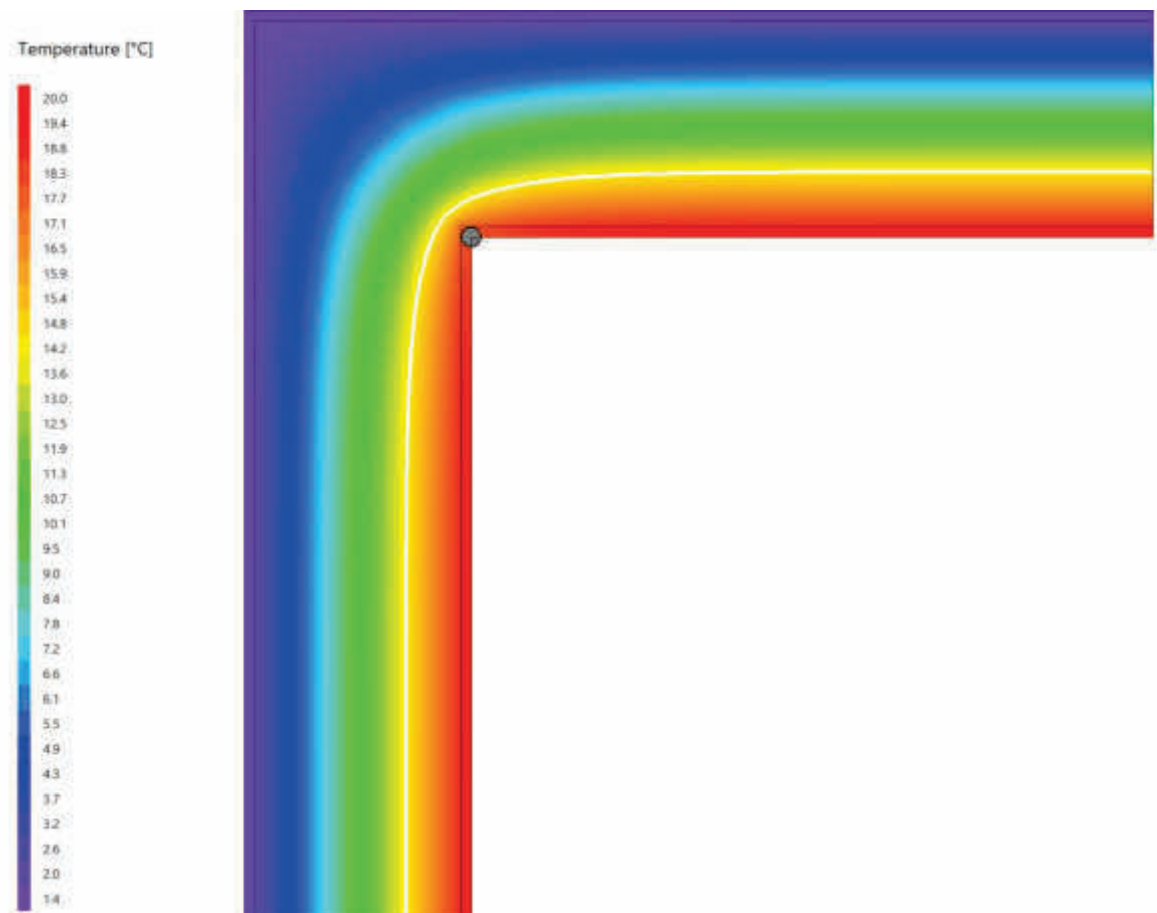
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

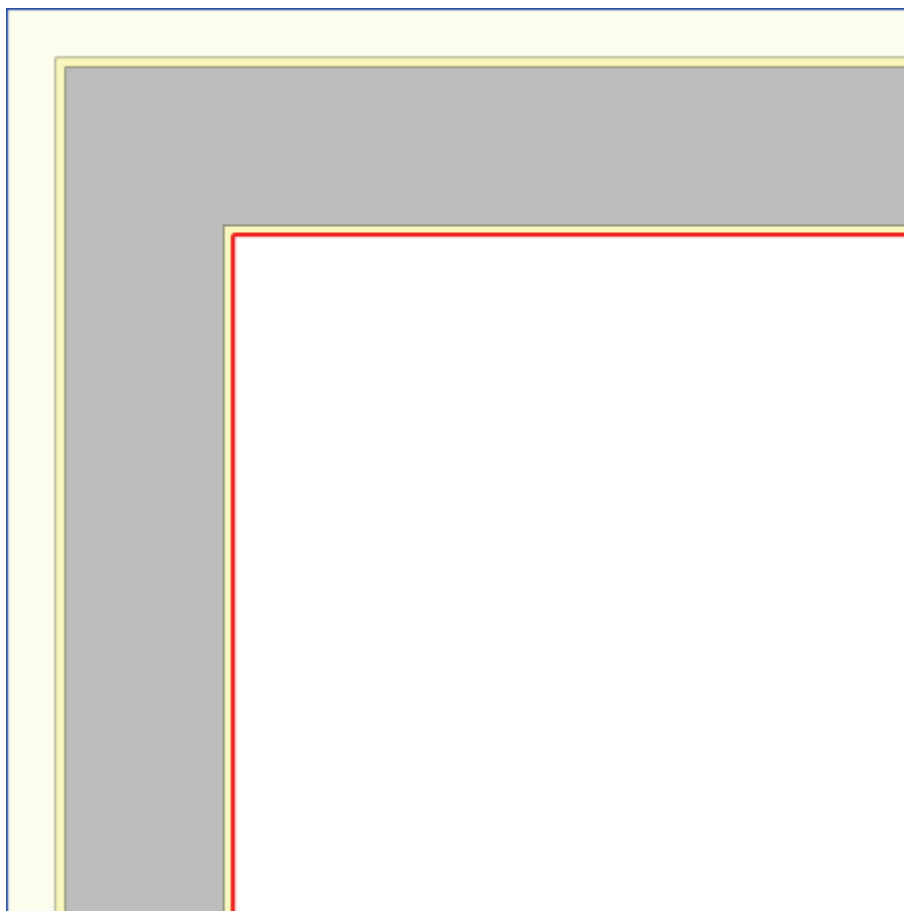
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8815
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.80 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Angolo Tufo



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Tufo (1500 kg/m ³)	0.630
3	EPS [1]	0.031

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

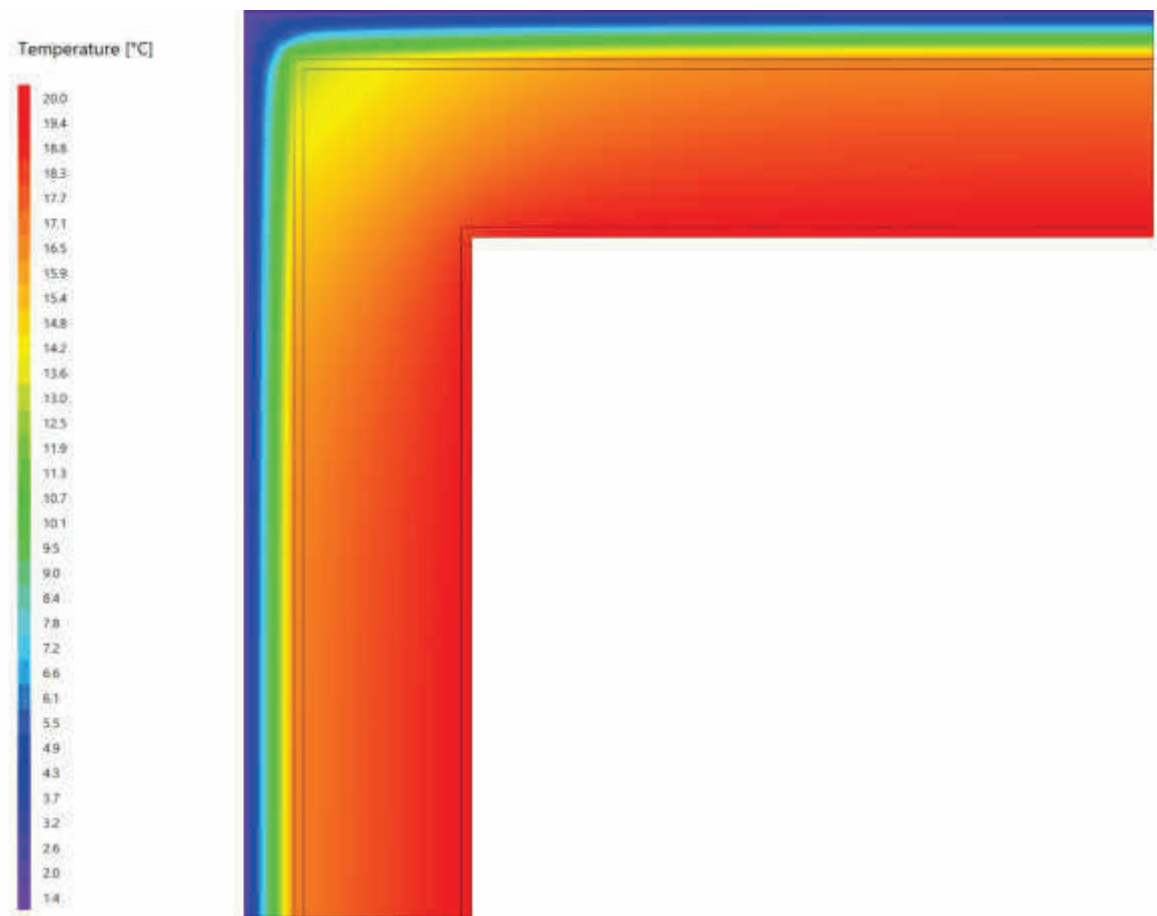
	Confine	θ [°C]	R_s [m ² K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

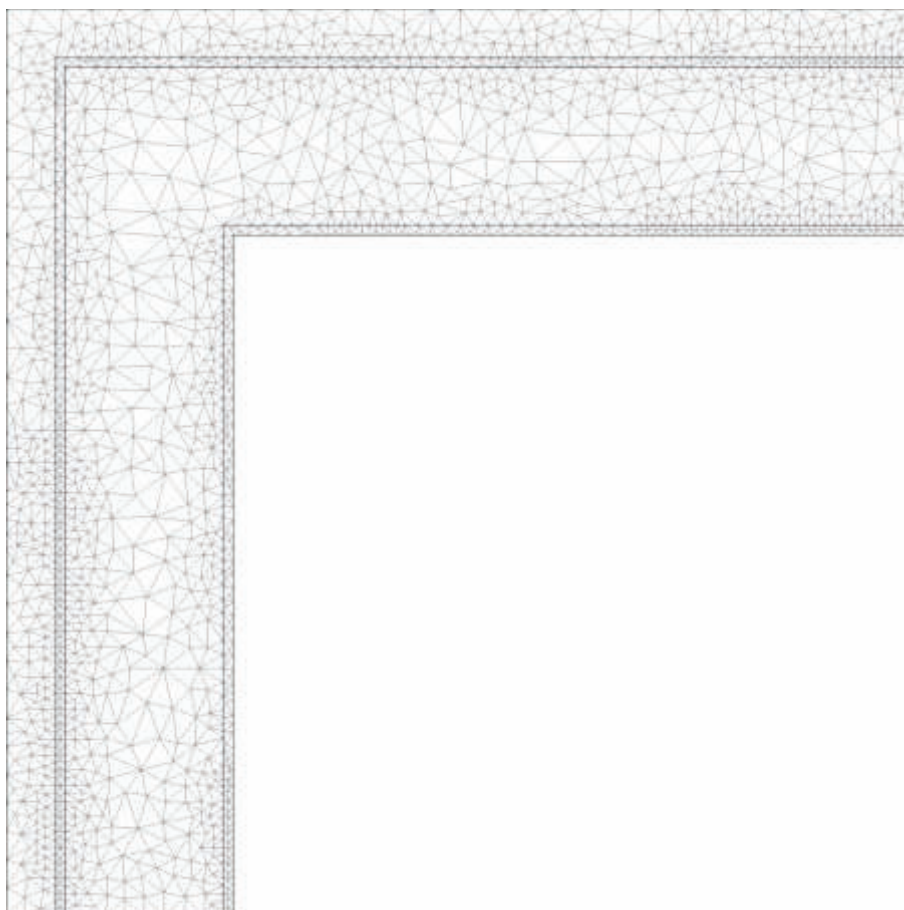
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	15.734 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.847 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.148 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.085 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.253	1.380	1.840	---
2	0.253	1.380	1.840	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

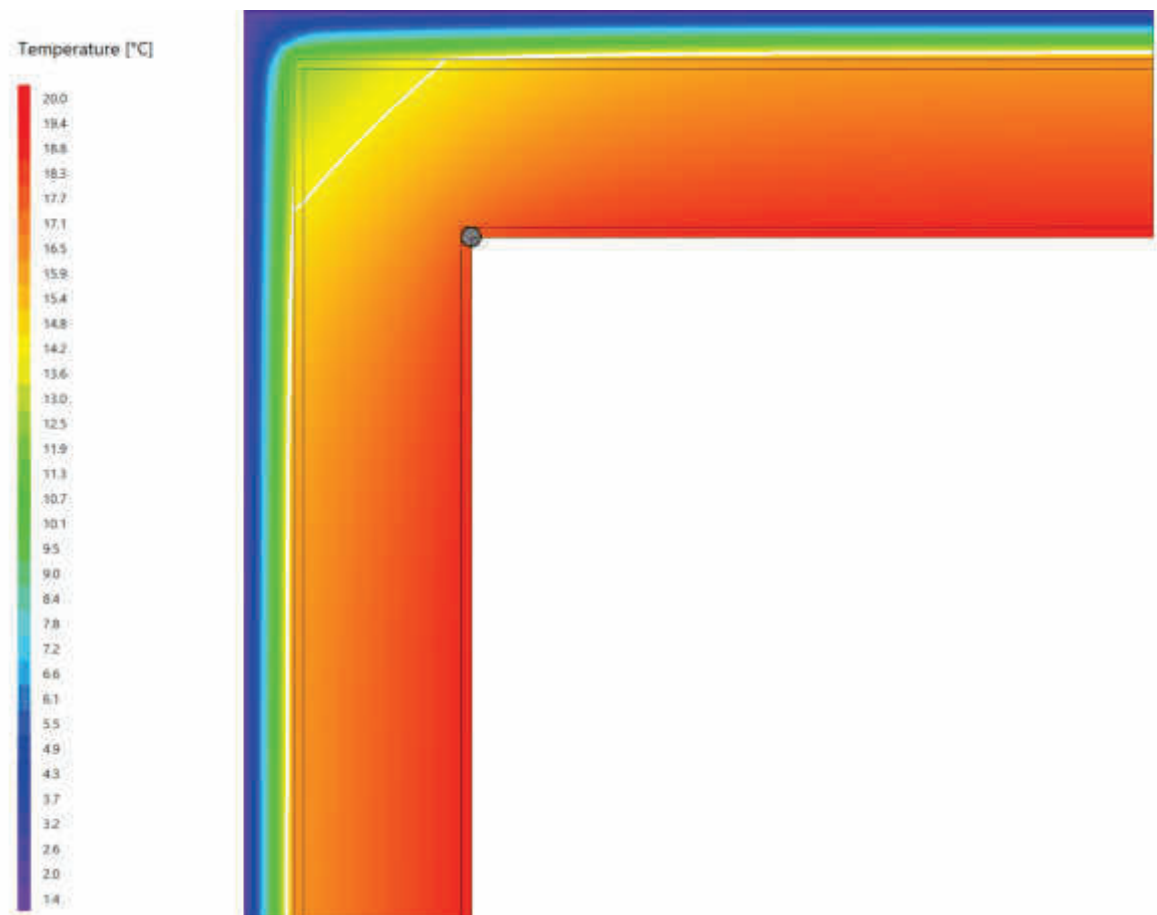
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

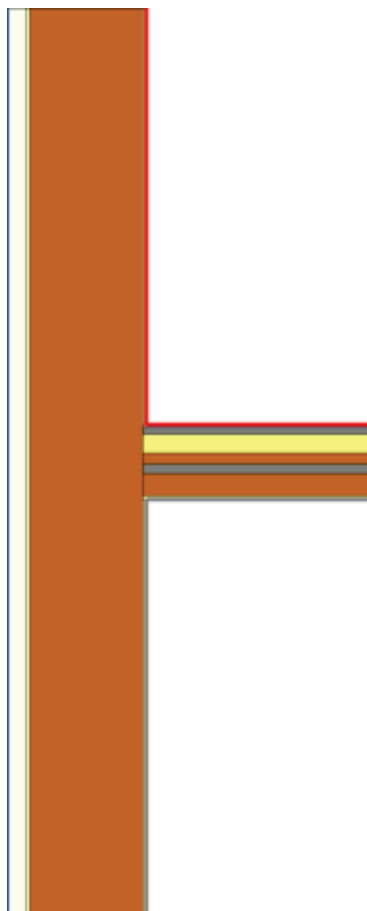
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8669
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.53 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Solaio 1



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
3	EPS [1]	0.031
4	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	0.800
5	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
6	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	0.429
7	Pannello in lana di roccia 0.034	0.034
8	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0.580
9	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.300

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

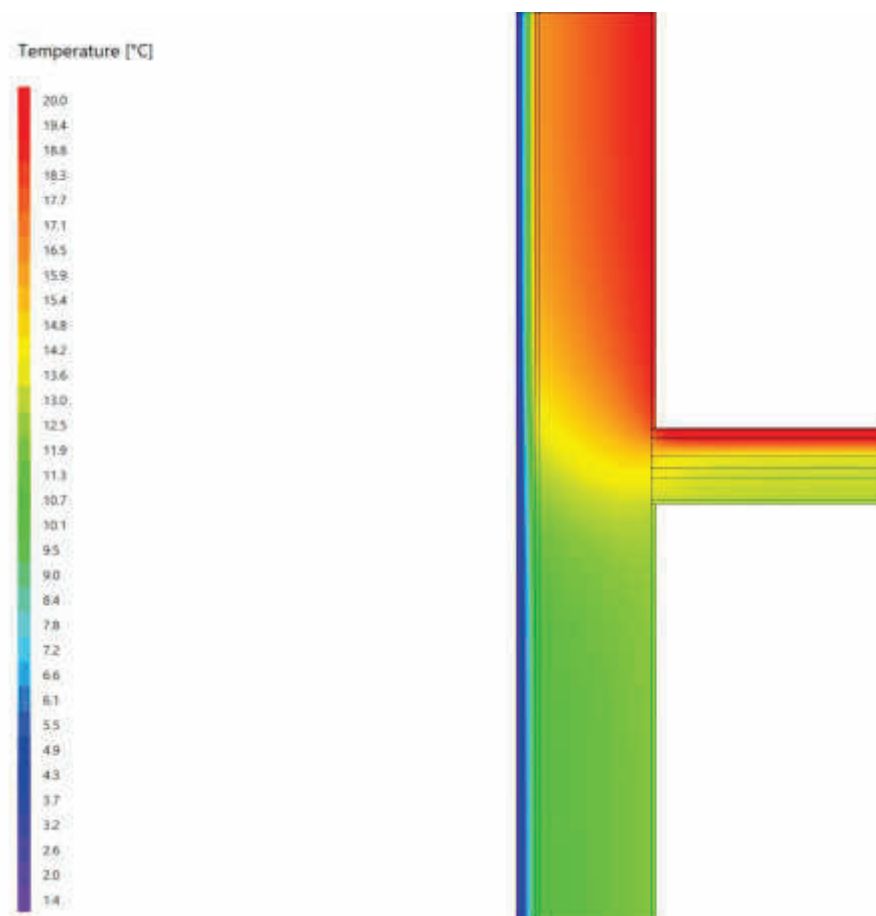
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.170
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.170

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

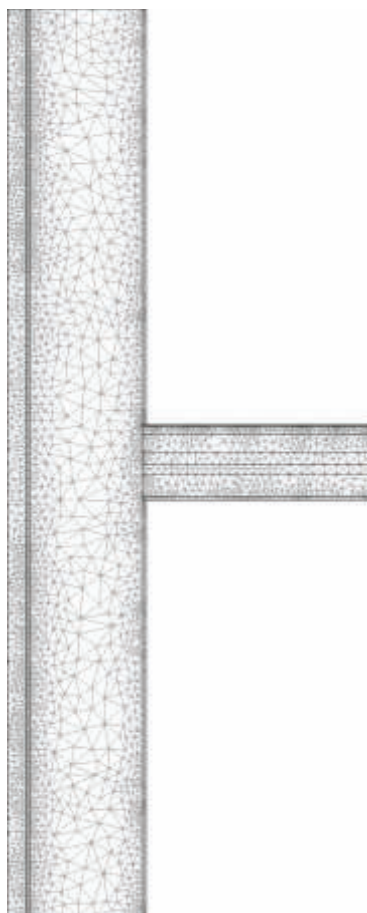
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	16.403 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.883 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.213 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.035 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.270	1.200	1.940	0.400
2	0.243	2.220	2.620	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

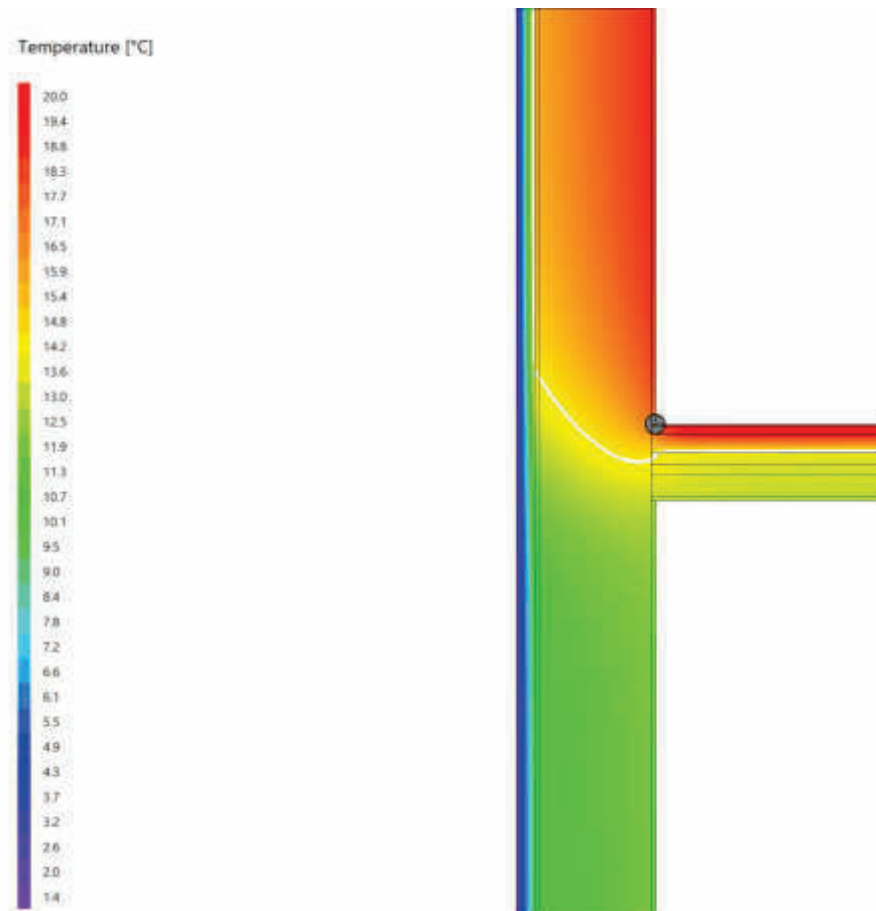
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

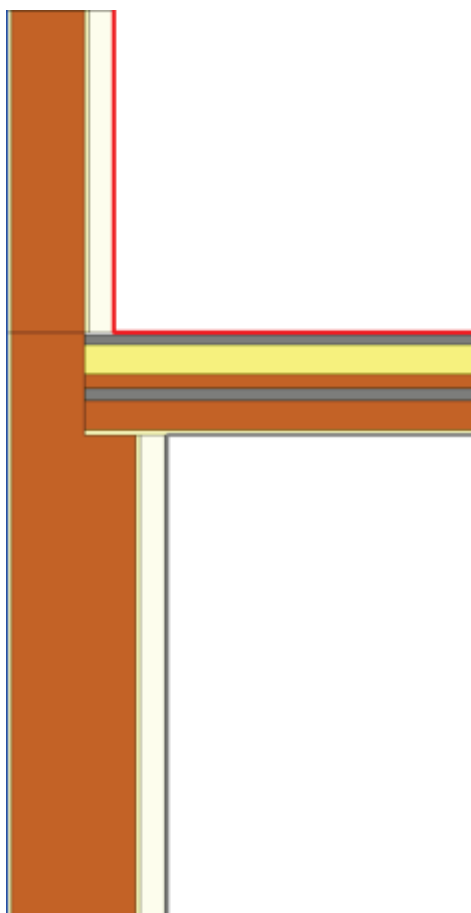
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8577
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.36 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Solaio 2



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Cartongesso in lastre	0.210
2	EPS [1]	0.031
3	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
5	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	0.800
6	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
7	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	0.429
8	Pannello in lana di roccia 0.034	0.034
9	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0.580
10	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.300
11	BLOCCO SUPERPOR	0.093

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

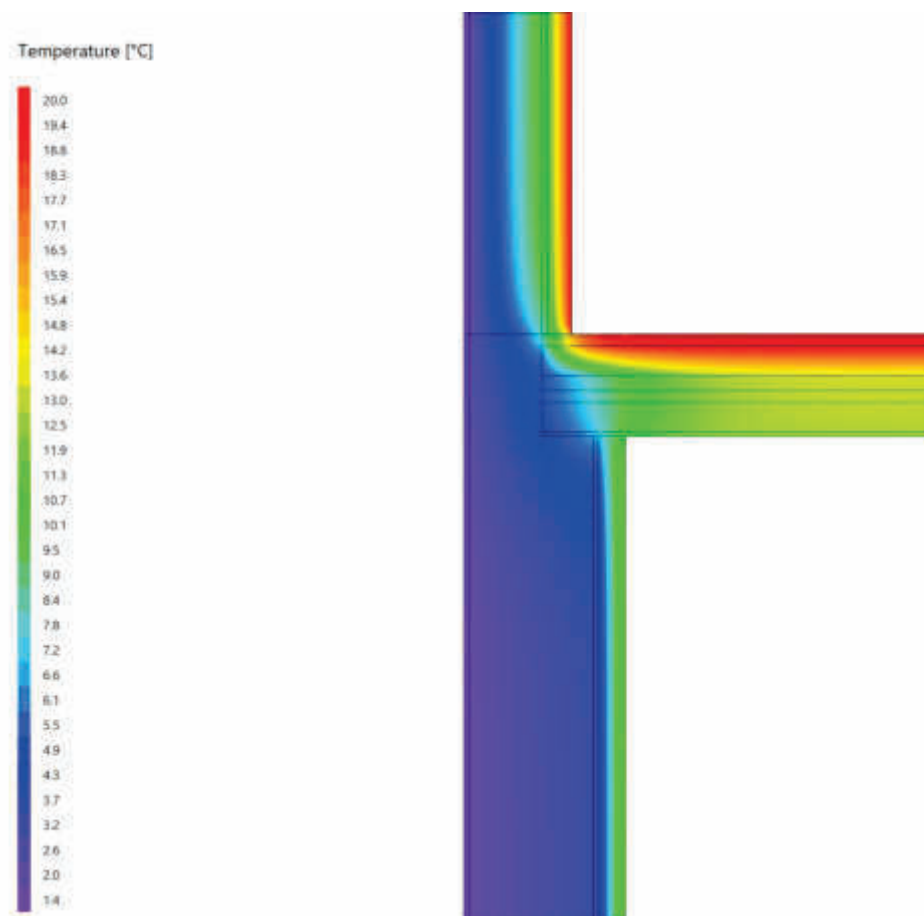
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.170
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.170

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

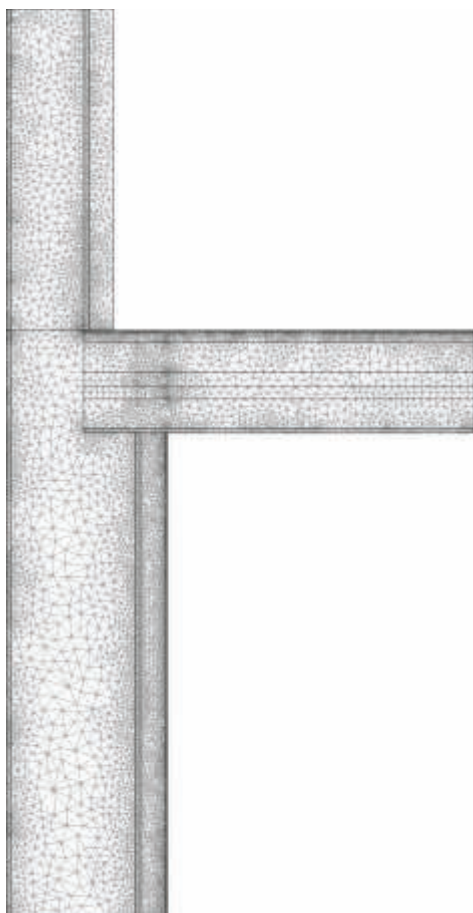
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	9.176 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.494 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.178 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.074 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.233	1.260	1.700	0.400
2	0.150	1.320	1.740	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

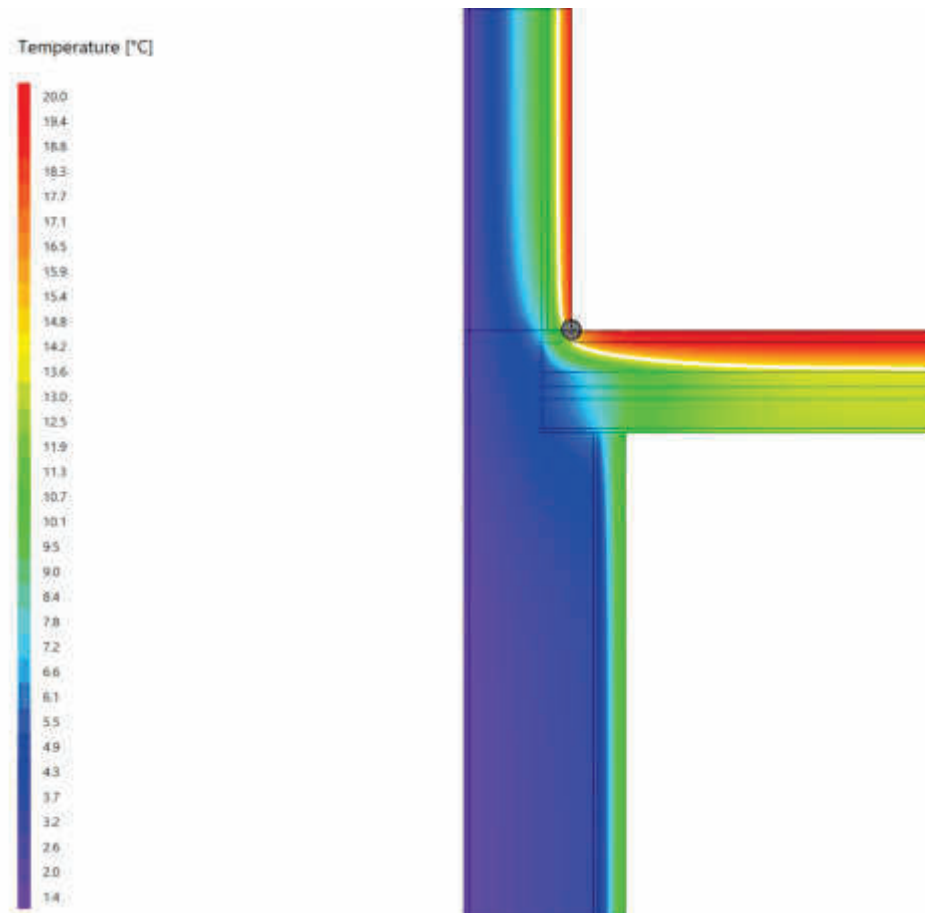
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

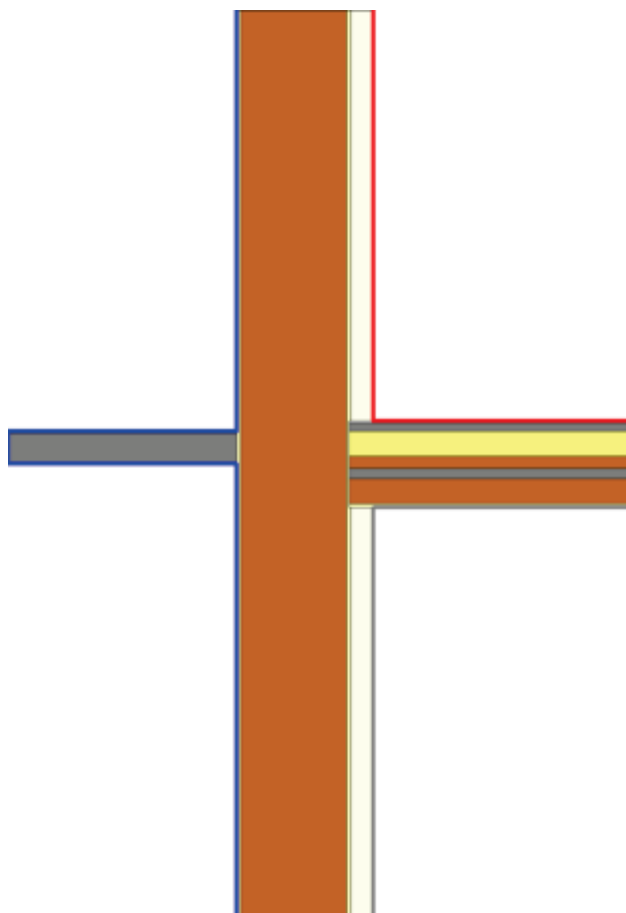
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7028
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	14.48 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Balcone



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Cartongesso in lastre	0.210
2	EPS [1]	0.031
3	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
5	Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	0.800
6	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
7	Tavellone per strutture orizzontali (250*60*1200) spessore 60	0.429
8	Pannello in lana di roccia 0.034	0.034
9	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0.580
10	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.300
11	Calcestruzzo a struttura aperta di argilla espansa per pareti esterne con umidità del 6% (1000 kg/m ³)	0.330
12	Pavimentazione interna - gres	1.470

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTERNO

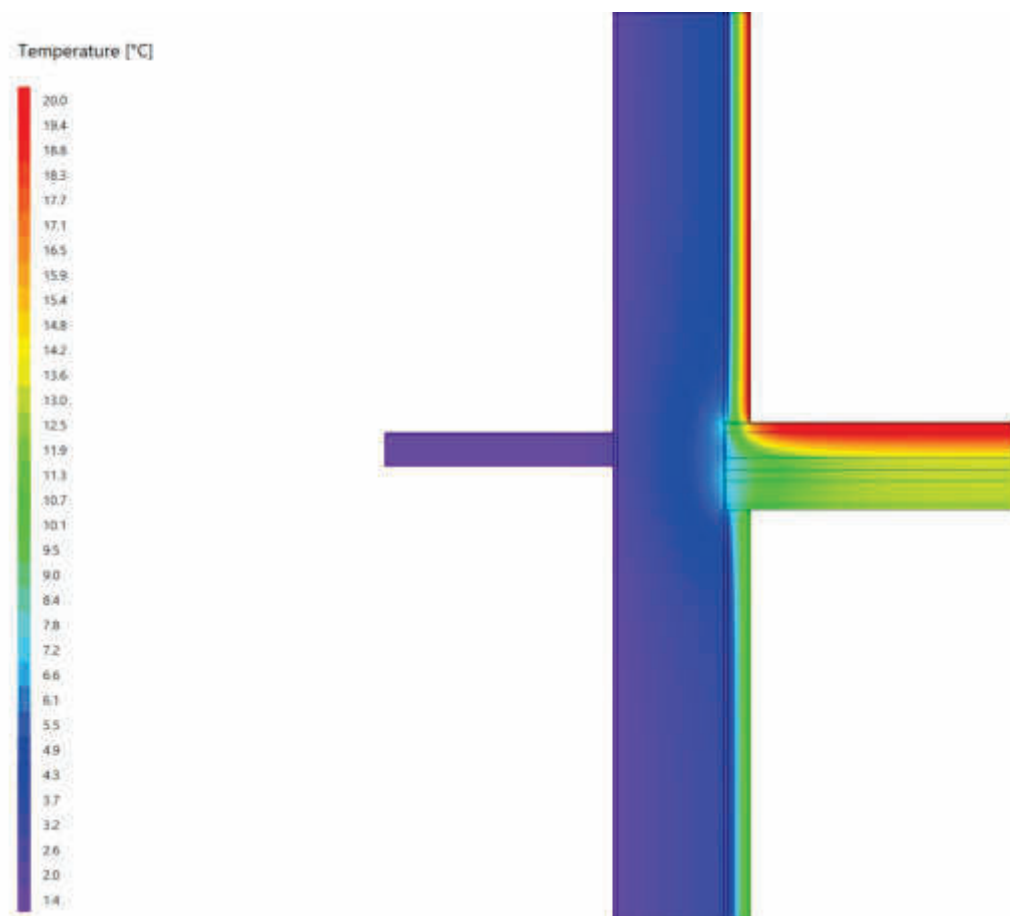
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.170
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.170

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

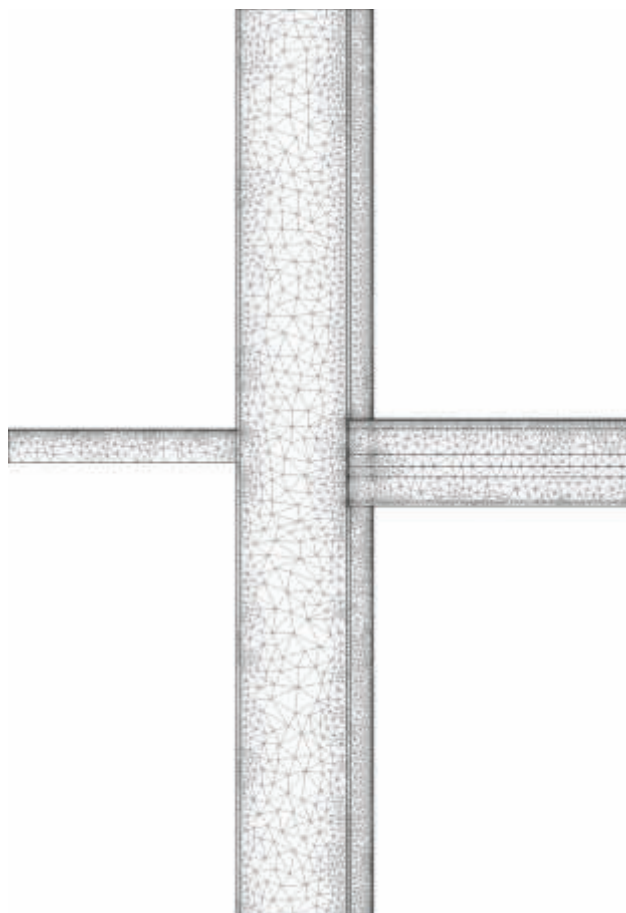
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	13.743 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.740 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.134 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.031 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L _{int} [m]	L _{ext} [m]	b _{tr}
1	0.233	1.260	1.920	0.400
2	0.247	1.980	2.400	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

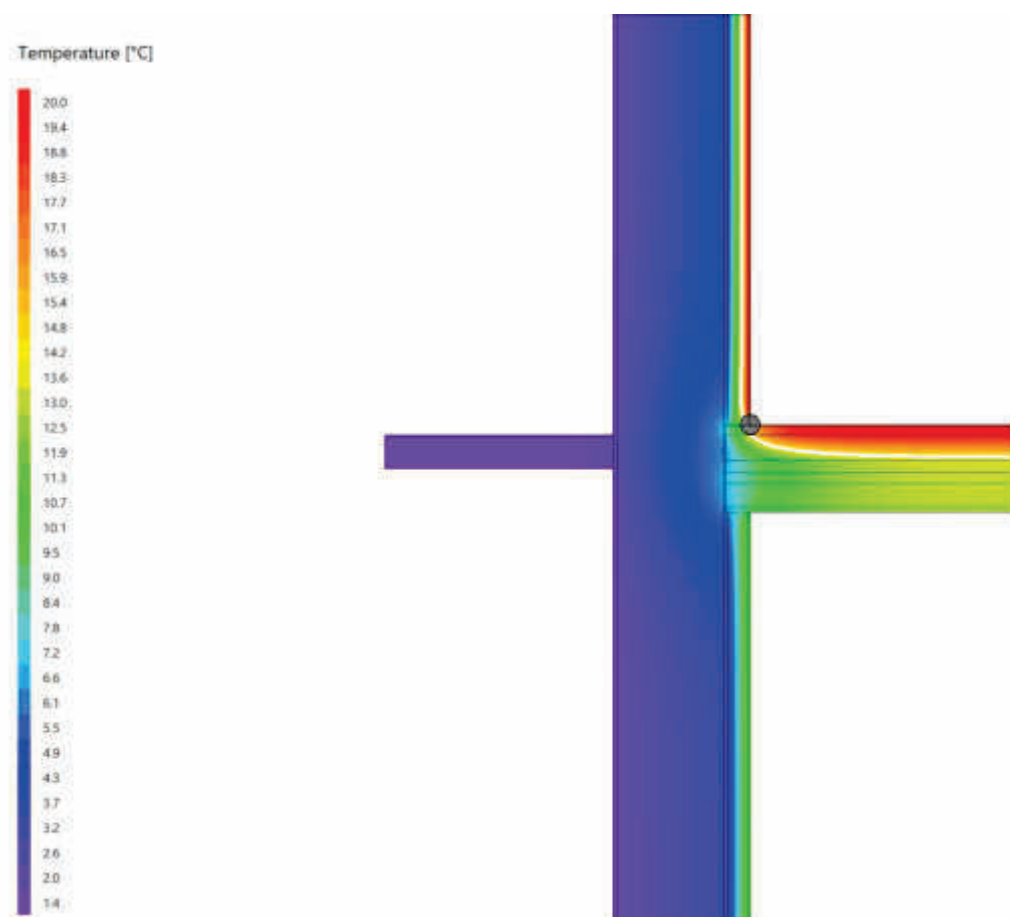
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

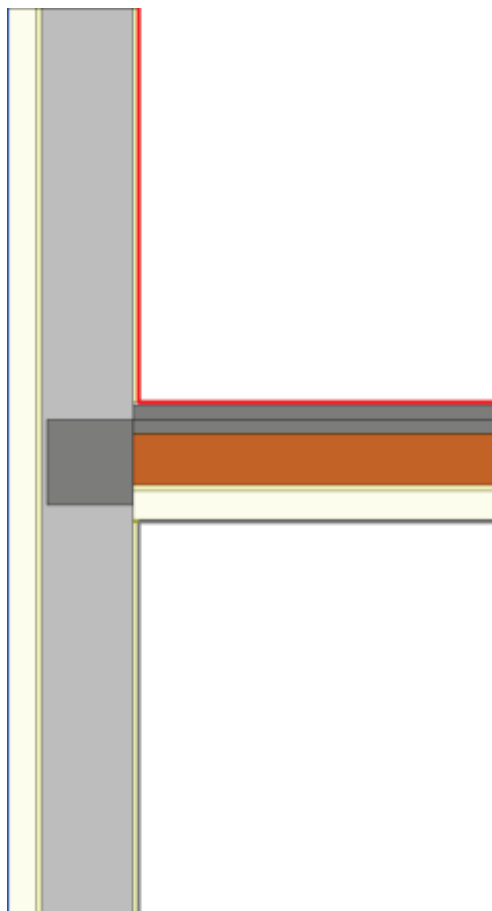
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7192
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	14.78 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Solaio 3



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Tufo (1500 kg/m ³)	0.630
3	EPS [1]	0.031
4	Cartongesso in lastre	0.210
5	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180 (171 kg/m ²)	0.600
6	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
7	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0.580
8	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.300

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

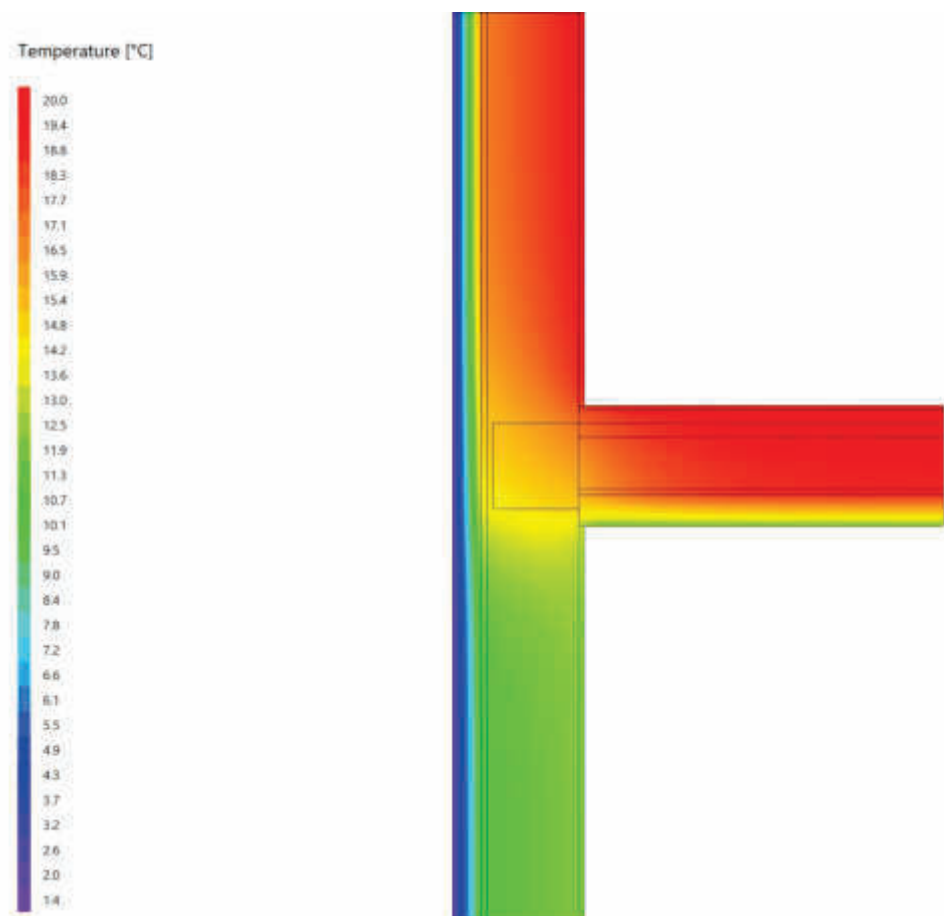
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.170
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.170

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

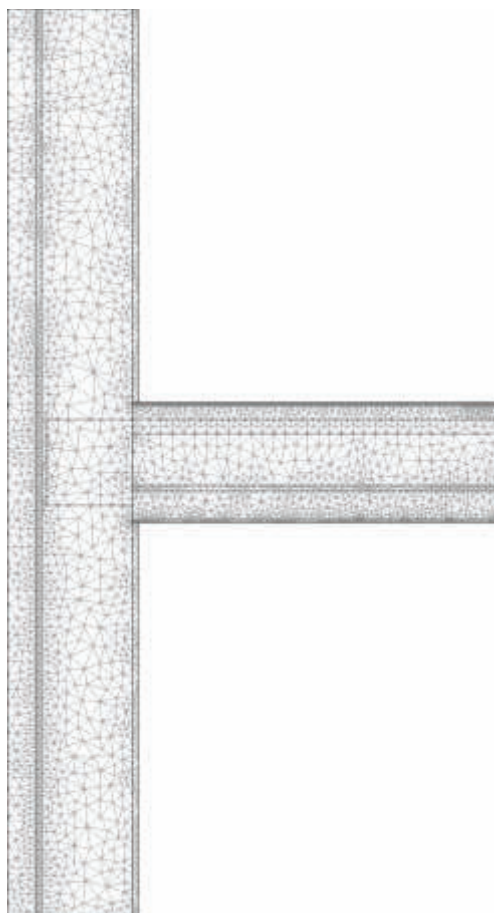
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	12.450 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.670 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.196 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.045 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.246	1.260	1.720	0.400
2	0.253	1.380	1.800	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

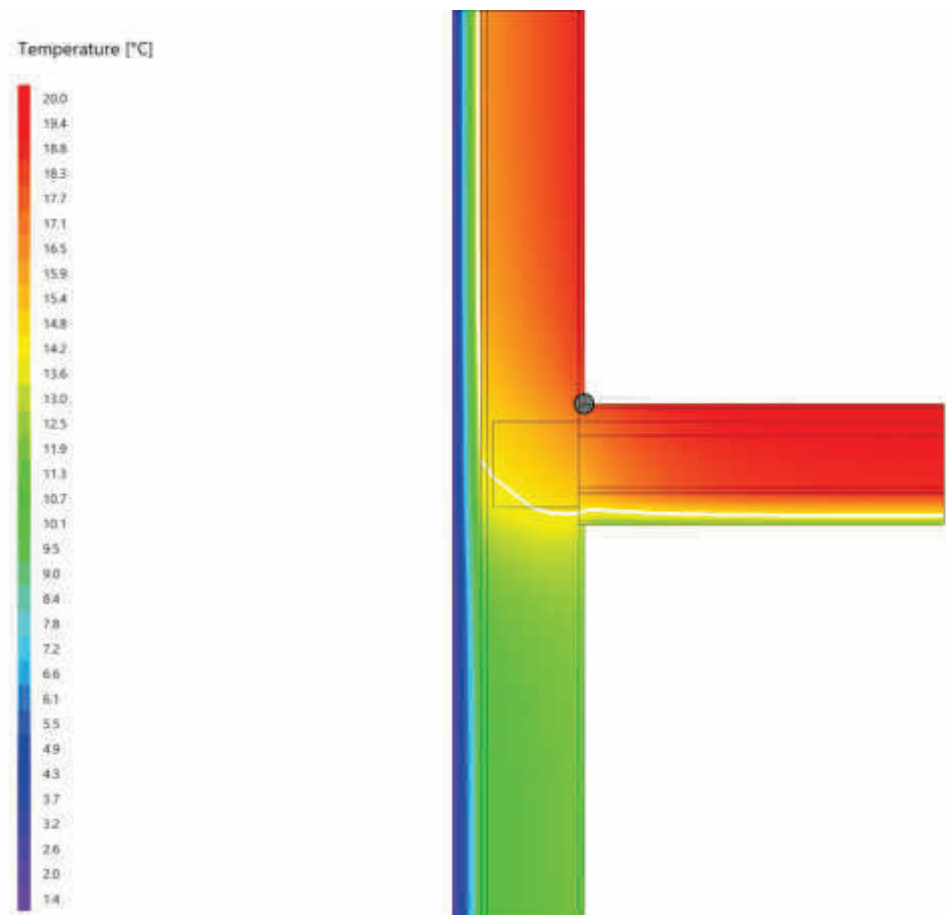
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

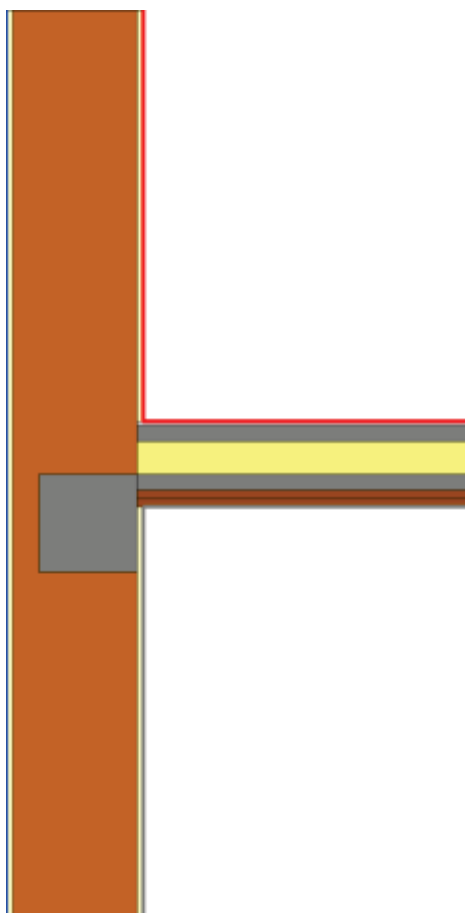
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8693
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.57 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Solaio 4



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	BLOCCO SUPERPOR	0.093
3	Abete (flusso perpendicolare alle fibre)	0.120
4	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
5	Pannello in lana di roccia 0.034	0.034
6	Massetto in calcestruzzo alleggerito (900 kg/m ³)	0.580
7	Piastrelle in ceramica / porcellana	1.300

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

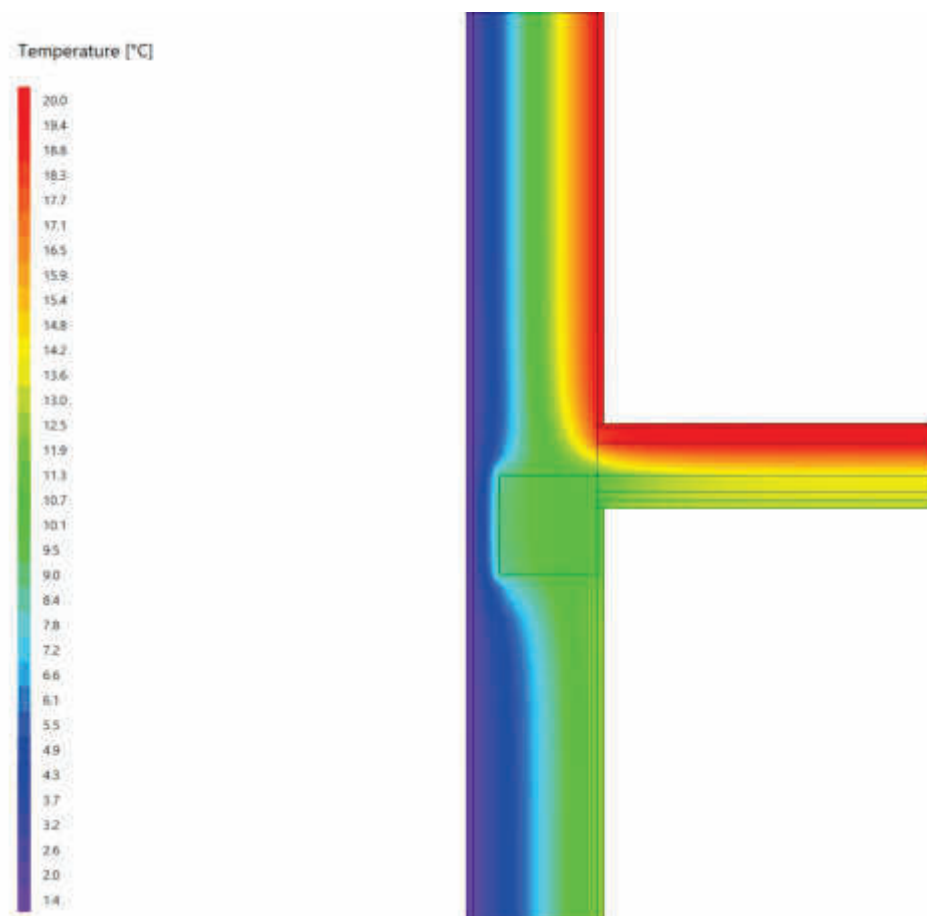
CONDIZIONI AL CONTORNO

	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.170
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.170

Legenda

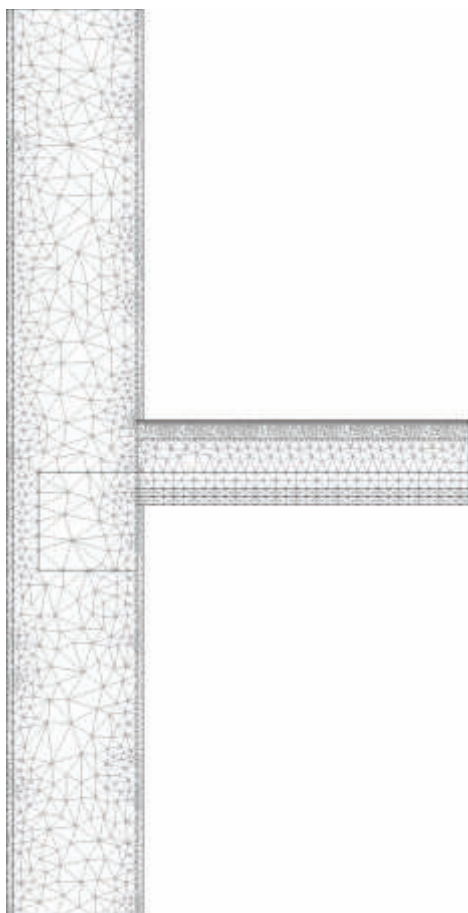
θ Temperatura dell'ambiente
 R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	8.260 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.444 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.047 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.057 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.261	1.000	1.420	0.400
2	0.233	1.260	1.520	---

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

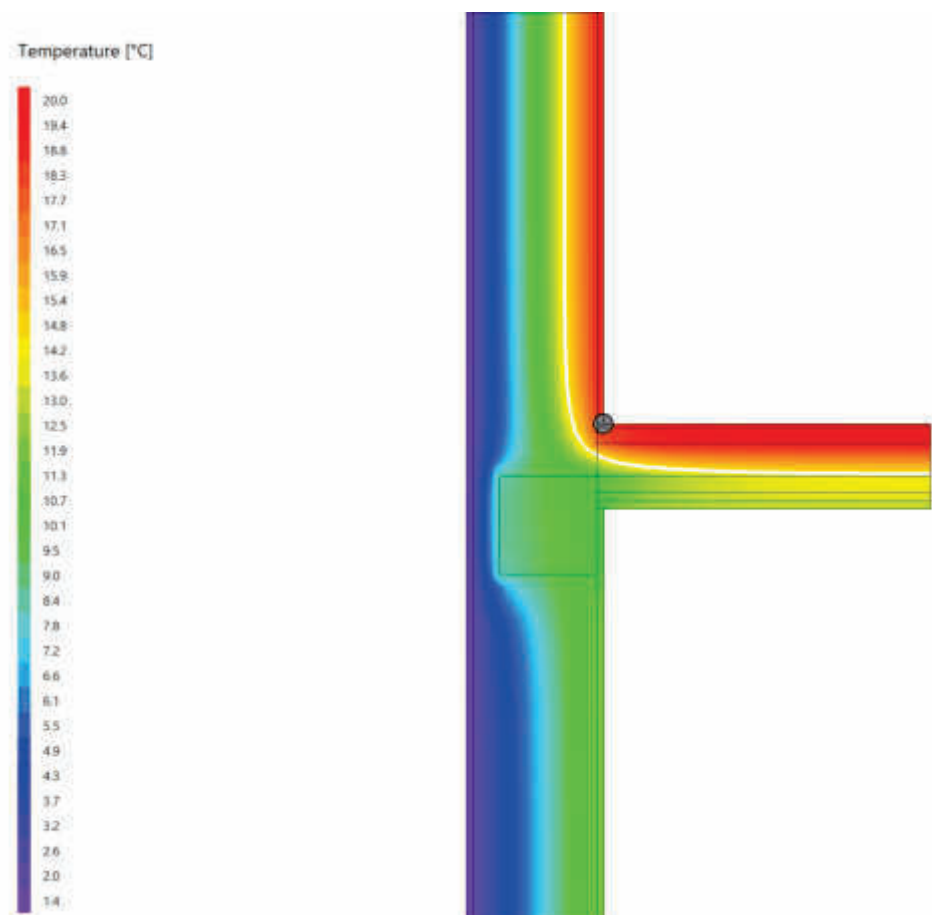
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

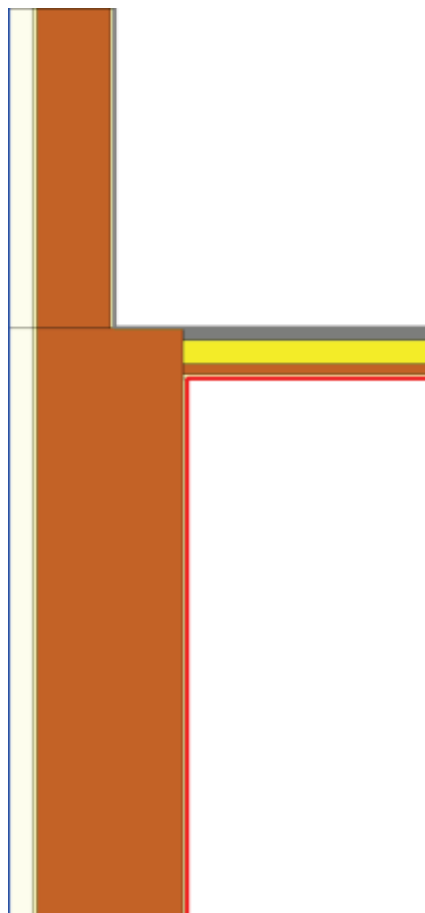
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.9103
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	18.33 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Copertura 1



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
3	EPS [1]	0.031
4	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	0.333
5	EPS 035 150 T Bianco CAM	0.035
6	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
7	BLOCCO SUPERPOR	0.093

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTERNO

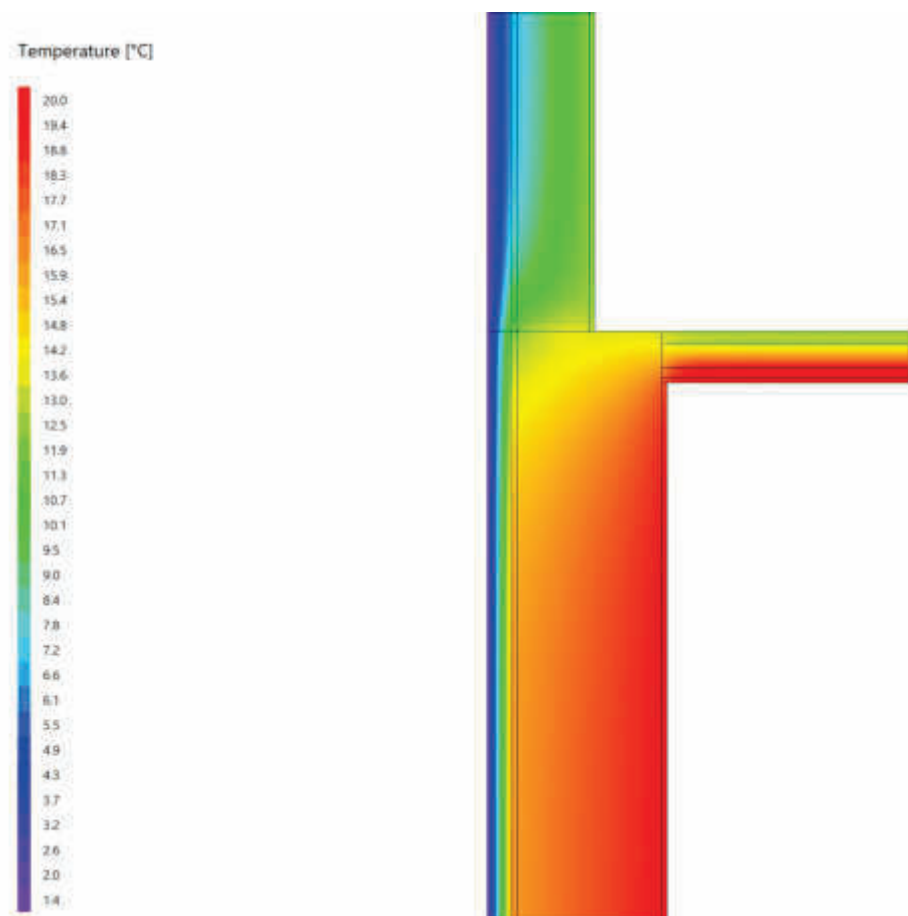
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.100
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.100

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

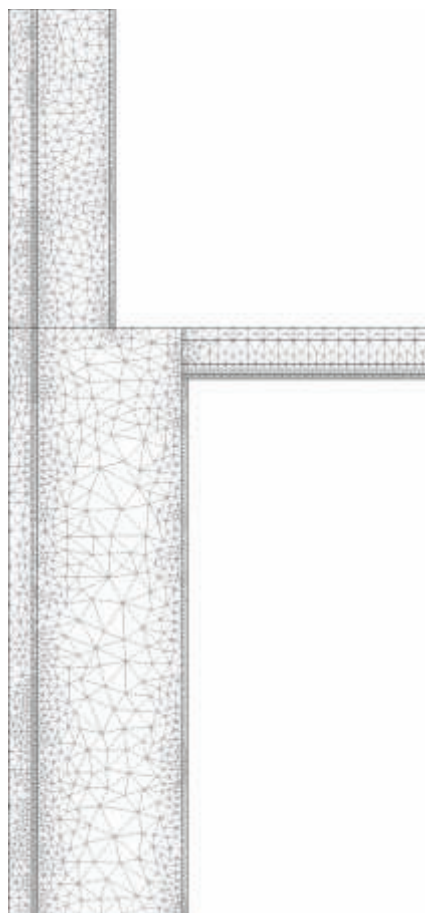
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	16.984 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.914 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.250 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.107 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.243	2.220	2.430	---
2	0.309	1.000	1.740	0.400

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

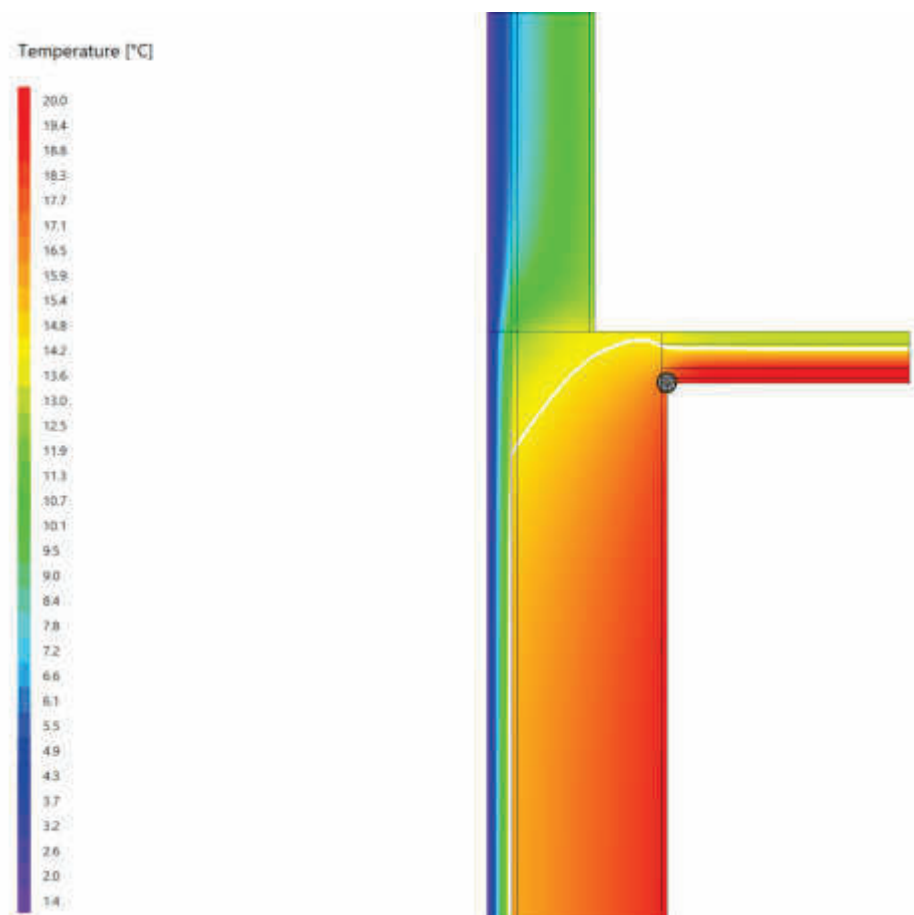
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

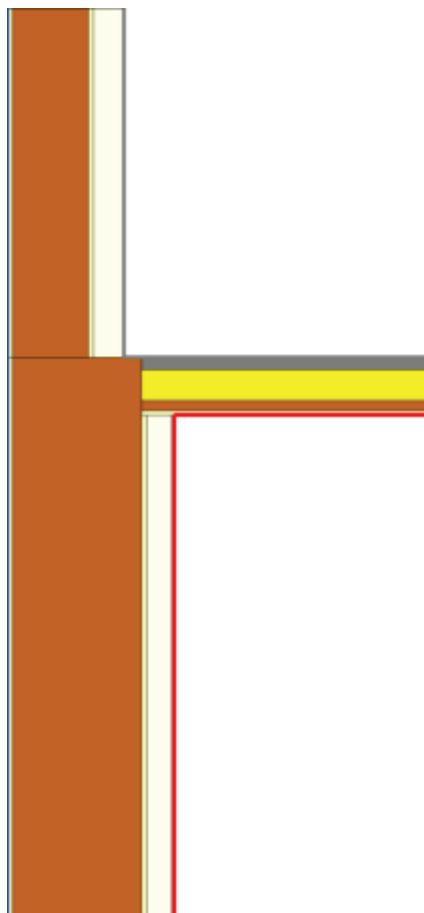
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8533
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.27 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Copertura 2



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Cartongesso in lastre	0.210
2	EPS [1]	0.031
3	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
4	Mattoni e sassi (12-64 cm)	0.900
5	Tavellone per strutture orizzontali (250*40*1200) spessore 40	0.333
6	EPS 035 150 T Bianco CAM	0.035
7	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
8	BLOCCO SUPERPOR	0.093

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

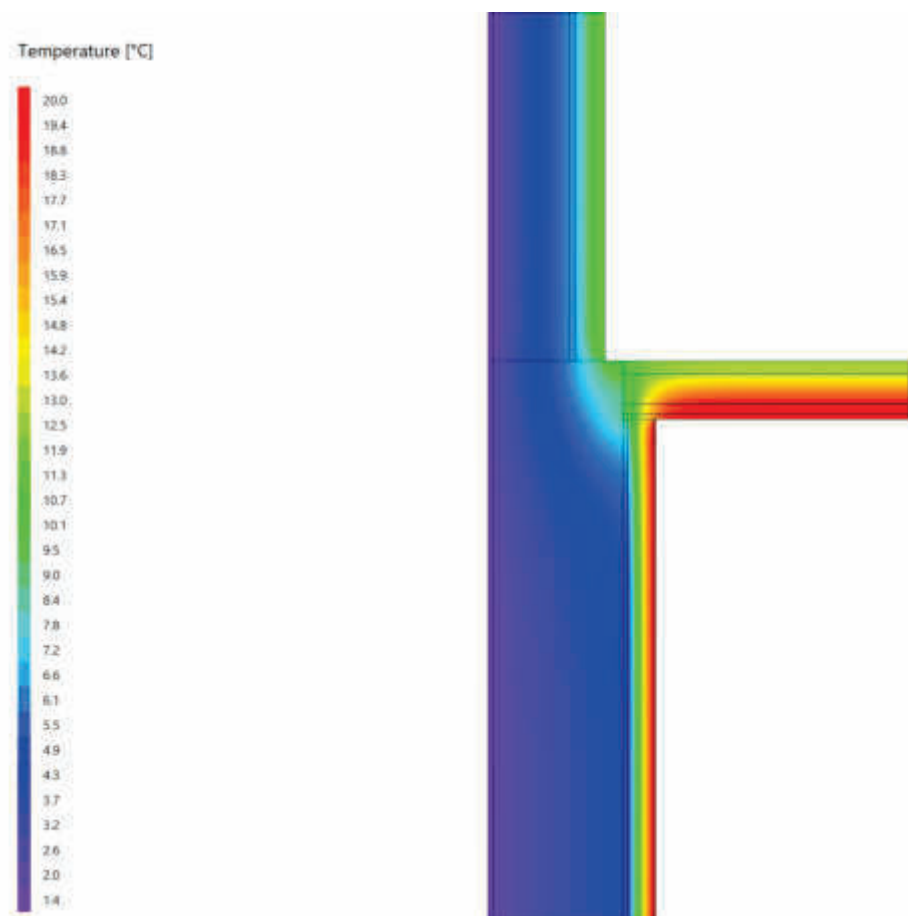
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.100
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.100

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

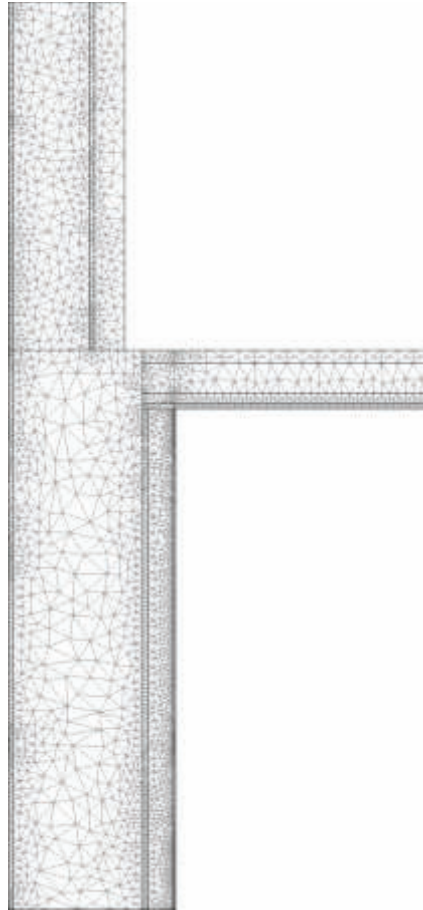
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	12.749 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.686 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.093 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	-0.033 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.247	1.980	2.210	---
2	0.263	1.000	1.660	0.400

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

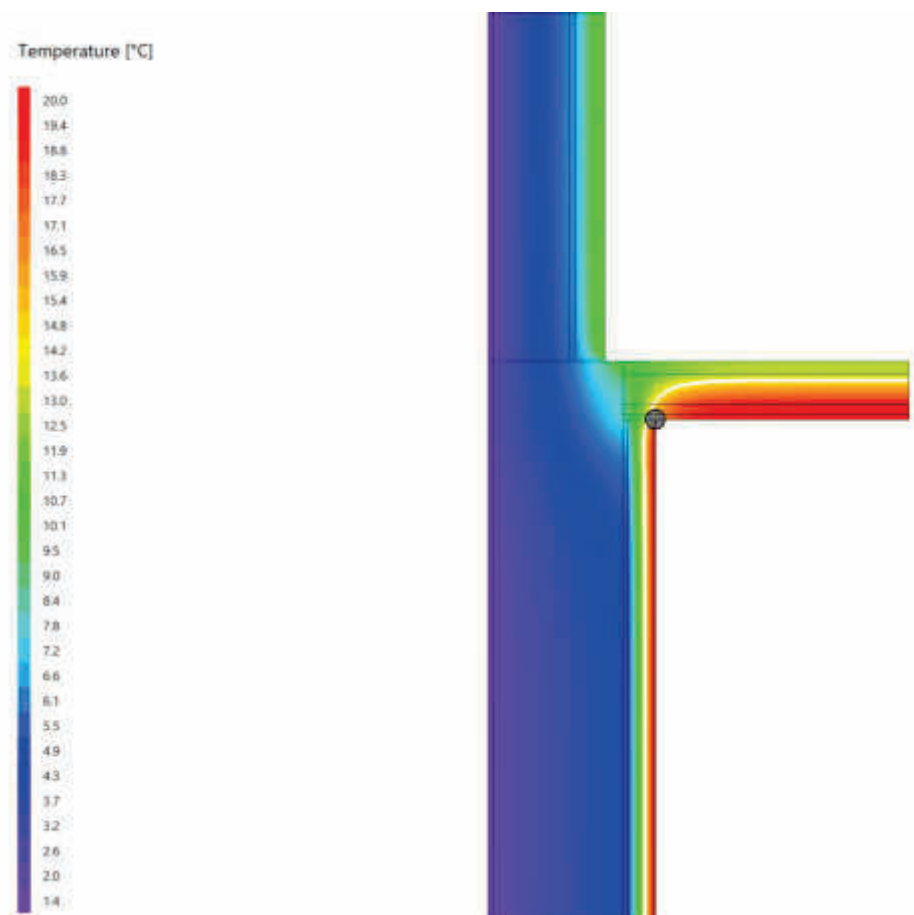
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

Legenda

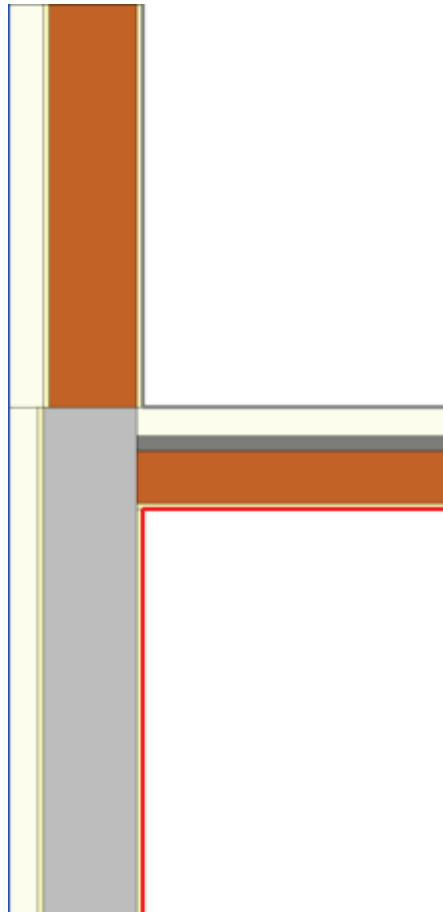
θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.7600
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	15.54 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE

Copertura 3



Modello geometrico del ponte termico

MATERIALI UTILIZZATI

	Materiale	λ [W/mK]
1	Malta di calce o di calce e cemento	0.900
2	Tufo (1500 kg/m ³)	0.630
3	EPS [1]	0.031
4	Blocco da solaio di laterizio (495*160*250) spessore 180 (171 kg/m ²)	0.600
5	Calcestruzzo (2000 kg/m ³)	1.350
6	BLOCCO SUPERPOR	0.093

Legenda

λ Conduttività termica del materiale

CONDIZIONI AL CONTORNO

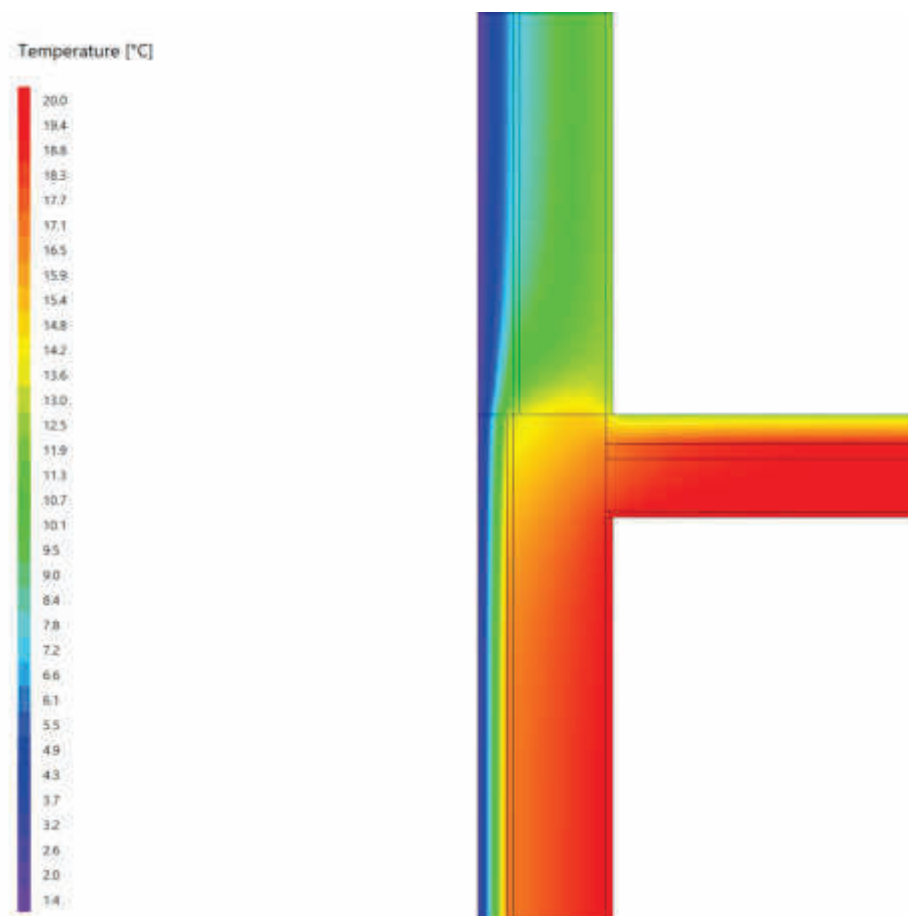
	Confine	θ [°C]	R_s [m²K/W]
1	Ambiente esterno	1.42	0.040
2	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.130
3	Ambiente interno riscaldato	20.00	0.100
4	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.130
5	Ambiente interno non riscaldato	12.57	0.100

Legenda

θ Temperatura dell'ambiente

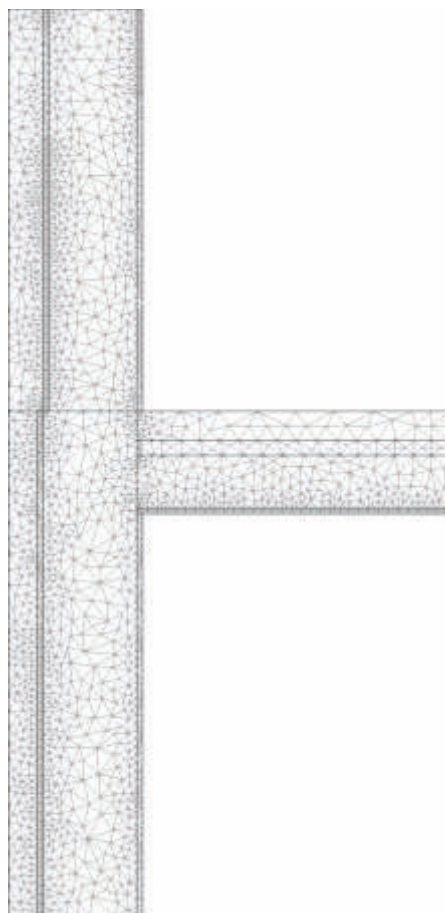
R_s Resistenza superficiale del materiale a contatto con l'ambiente

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA LINEICA



Distribuzione delle temperature all'interno del modello

Flusso termico Φ	11.305 W/m
Coefficiente di accoppiamento L_{2D}	0.608 W/mK
Trasmittanza lineica interna ψ_i	0.148 W/mK
Trasmittanza lineica esterna ψ_e	0.011 W/mK



Mesh di calcolo

	U [W/m²K]	L_{int} [m]	L_{ext} [m]	b_{tr}
1	0.253	1.380	1.730	---
2	0.264	1.050	1.510	0.400

Legenda

U	Trasmittanza termica del componente
L _{int}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica interna
L _{ext}	Lunghezza considerata per il calcolo della trasmittanza lineica esterna
b _{tr}	Coefficiente di scambio termico per locali non riscaldati

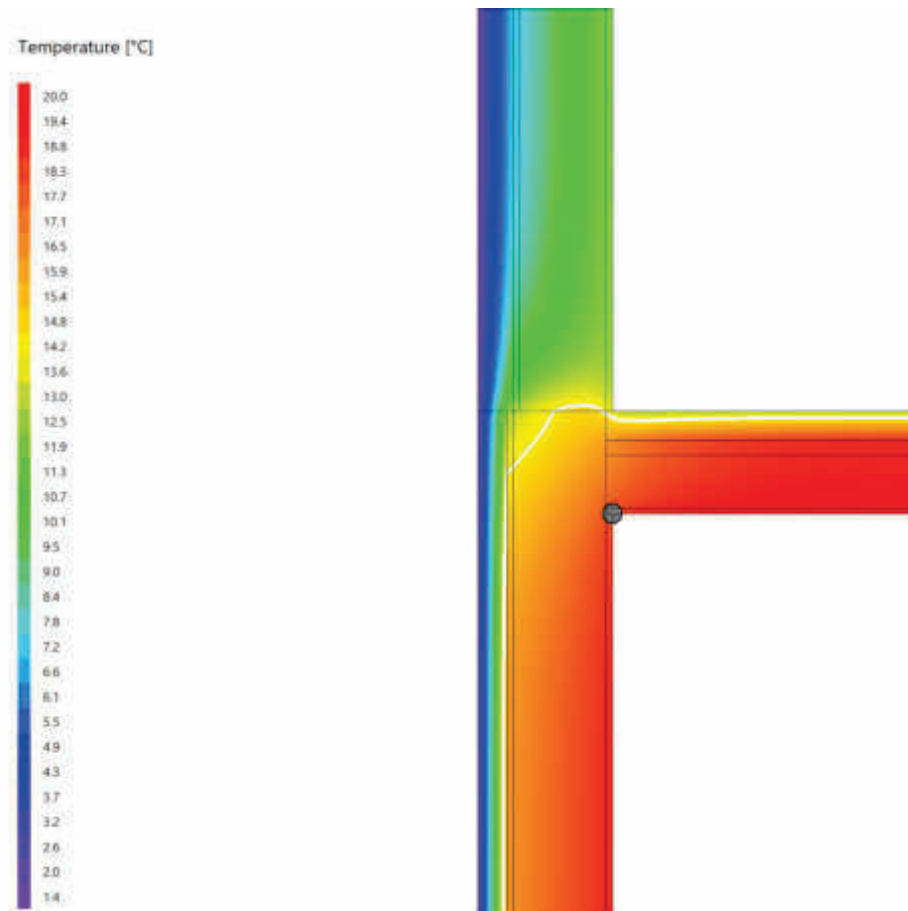
VERIFICA FORMAZIONE MUFFA

Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Classe di vapore	Alloggi senza ventilazione meccanica controllata, edifici con indice di affollamento non noto

Mese	θ_e [°C]	φ_e [%]	p_e [Pa]	Δp [Pa]	p_i [Pa]	$p_{sat}(\theta_{si})$ [Pa]	$\theta_{si,min}$ [°C]	θ_i [°C]	$f_{Rsi,min}$
Ottobre	10.32	84.59	1,060	444	1,504	1,880	16.53	20.00	0.6421
Novembre	7.32	83.45	854	550	1,404	1,755	15.46	20.00	0.6419
Dicembre	1.42	80.10	542	760	1,302	1,627	14.28	20.00	0.6922
Gennaio	1.72	74.31	514	749	1,263	1,578	13.81	20.00	0.6615
Febbraio	2.32	70.92	512	728	1,239	1,549	13.53	20.00	0.6339
Marzo	5.12	69.11	607	628	1,236	1,545	13.48	20.00	0.5621
Aprile	10.02	68.65	843	454	1,298	1,622	14.24	20.00	0.4227

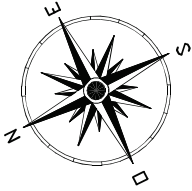
Legenda

θ_e	Temperatura esterna
φ_e	Umidità relativa esterna
p_e	Pressione parziale di vapore acqueo esterna
Δp	Differenza di pressione parziale di vapore acqueo fra interno e esterno
p_i	Pressione parziale di vapore acqueo interna
$p_{sat}(\theta_{si})$	Pressione di saturazione minima accettabile
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficiale minima accettabile
θ_i	Temperatura interna
$f_{Rsi,min}$	Fattore di temperatura minimo



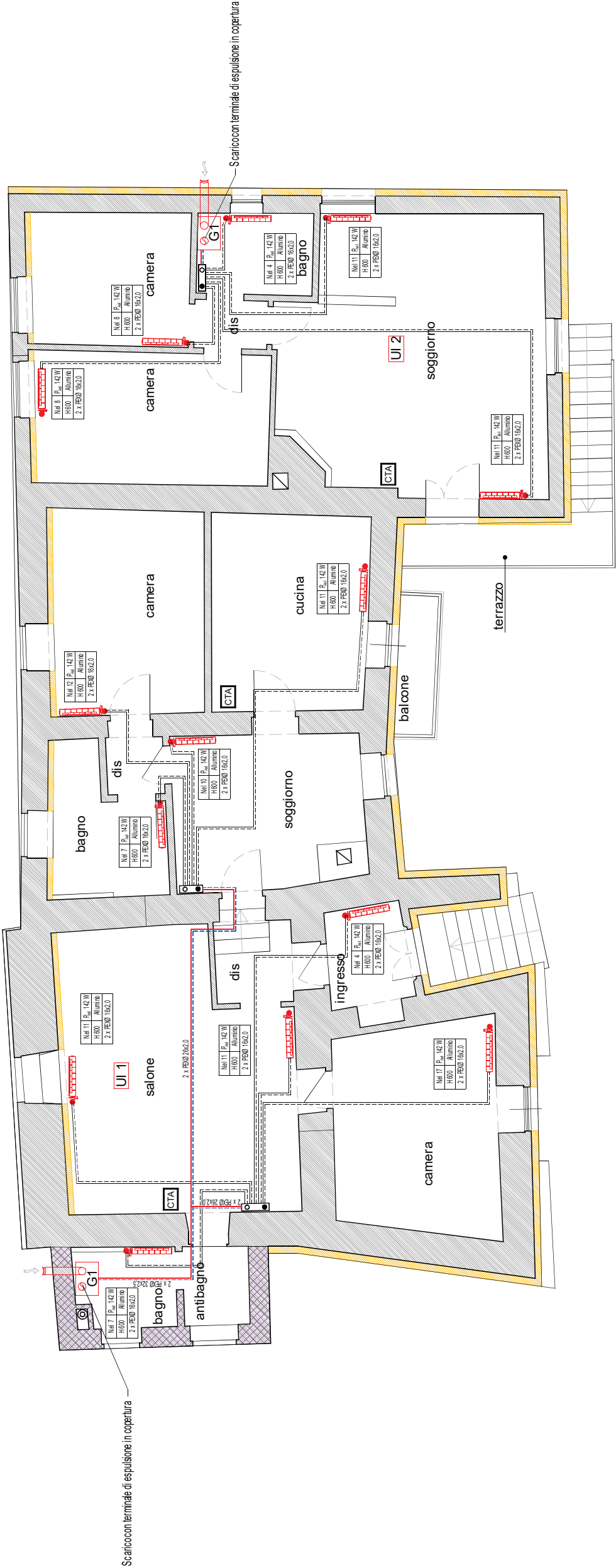
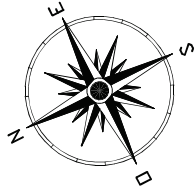
Distribuzione delle temperature e isoterma della temperatura limite

Mese critico	Dicembre
Fattore di temperatura massimo $f_{Rsi,max}$	0.6922
Fattore di temperatura f_{Rsi}	0.8886
Temperatura superficiale limite $\theta_{Rsi,max}$	14.28 °C
Temperatura superficiale minima θ_{min}	17.93 °C
Rischio formazione muffe	ASSENTE



pianta piano terra

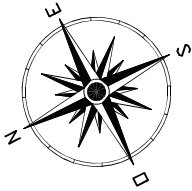
CG 1		Caldaia a gas a condensazione con produzione istantanea di ACS. Dati tecnici caldaia: Portata termica al focolare: 7.4 - 24.3 kW Potenza utile riscaldamento (60/60): 7.2 - 23.7 kW Rendimento 100% (60/60): 97.6% Rendimento 30% (40/30): 108.1% Marca Viessmann Modello Vitodens 100e o equivalente		Cronotermistato ambiente con programmazione giornaliero-settimanale
				Linee principali impianto termico mandata/ritorno in multistrato
				Linee di distribuzione impianto termico mandata/ritorno in multistrato
				Blocchi in laterizio semipieni C=0.093 W/mK
		Radiatore in alluminio pressofuso. Altezza variabile.		
		Collettore di zona per impianti di riscaldamento del tipo complanare		Pannello isolante in EPS spessore 10 cm - Conduttività termica: 0.031 W/mK - Massa volumica: 17 kg/mc - Calore Specifico: 1450 J/KgK.
		Valvola con testina termostatica per la regolazione dell'a temperatura su ogni singolo corpo scaldante		Zona non riscaldata



pianta piano primo

ISOLAMENTO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL CALORE NEGLI IMPIANTI TERMICI									
IN RIFERIMENTO AL D.M. N. 412/83 E S.M.I., LE TUBAZIONI DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI DEVONO ESSERE COIBENTATE CON MATERIALE ISOLANTE IL CUI SPESSORE MINIMO E' FISSATO DALLA SEGUENTE TABELLA:									
CONDUTTIVITA' TERMICA UTILE DELL'ISOLANTE (W/m²·°C)	DIAMETRO ESTERNO DELLA TUBAZIONE								
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	da 100 a 119	da 120 a 149	da 150 a 179	>180
0.030	13	19	26	33	37	40			
0.032	14	21	29	36	40	44			
0.034	15	23	31	39	44	48			
0.036	17	25	34	43	47	52			
0.038	18	28	37	46	51	56			
0.040	20	30	40	50	55	60			
0.042	22	32	43	54	59	64			
0.044	24	35	46	58	63	69			
0.046	26	38	50	62	68	74			
0.048	28	41	54	66	72	79			
0.050	30	44	58	71	77	84			
I MONTANTI VERTICALI DELLE TUBAZIONI DEVONO ESSERE POSTI AL DI FUORI DELL'ISOLAMENTO TERMICO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO VERSO L'INTERNO DEL FABBRICATO ED I RELATIVI SPESSORI MINIMI DELL'ISOLAMENTO VANNO MOLTIPLICATI PER 0.3 PER LE TUBAZIONI CORRENTI ENTRO STRUTTURE NON AFFACCiate NE ALL'ESTERNO NE SU LOCALI NON RISCALDATI GLI SPESSORI DI CUI ALLA TABELLA VANNO MOLTIPLICATI PER 0.3									

CG 1		Caldaia a gas a condensazione con produzione istantanea di ACS. Dati tecnici caldaia: Portata termica al focolare: 7.4 - 24.3 kW Potenza utile riscaldamento (80/60): 7.2 - 23.7 kW Rendimento 100% (80/60): 97.6% Rendimento 30% (40/30): 108.1% Marca Viessmann Modello Vitodens 100e o equivalente			Grontermstab ambiente con programmazione giornaliero-settimanale
		Radiatore in alluminio pressofuso. Altezza variabile.			Blocchi in laterizio semipieni C=0.093 W/mK
		Collettore di zona per impianti di riscaldamento del tipo complanare			Pannello isolante in EPS spessore 10 cm - Conduttività termica: 0.031 W/mK - Massa volumica: 17 kg/m³ - Calore Specifico: 1450 J/KgK .
		Valvola con testina termostatica per la regolazione della temperatura su ogni singolo corpo scaldante			Zona non riscaldata



pianta piano sottotetto

CG 1		Caldaia a gas a condensazione con produzione istantanea di ACS. Dati tecnici caldaia: Portata termica al focolare: 7.4 - 24.3 kW Potenza utile riscaldamento (80/60): 7.2 - 23.7 kW Rendimento 100% (80/60): 97.6% Rendimento 30% (40/30): 108.1% Marca Viessmann Modello Vitodens 100e o equivalente		Cronotermostato ambiente con programmazione giornaliero-settimanale
				Linee principali impianto termico mandata/ritorno in multistrato
				Linee di distribuzione impianto termico mandata/ritorno in multistrato
				Blocchi in laterizio semipieni C=0.093 W/mK
				Pannello isolante in EPS spessore 10 cm - Conduttività termica: 0.031 W/mK - Massa volumica: 17 kg/m³ - Calore Specifico: 1450 J/KgK .
		Valvola con testina termostatica per la regolazione della temperatura su ogni singolo corpo scaldante		Zona non riscaldata
		Radiatore in alluminio pressofuso. Altezza variabile.		
		Collettori di zona per impianti di riscaldamento del tipo compianare		