

PROGETTO

## Interreg III – Alpine Space WP 7 – Urban Environment “Living in Mountain Areas”



documento 2

## CASI STUDIO – PARTE 1

OSSERVATORIO TECNOLOGICO BIOEDILIZIA

RESPONSABILE STEFANO DOTTA

PROGETTO A CURA DI ANDREA MORO

DATA LUGLIO 2006

CONTRIBUTI PRINCIPALI STEFANO DOTTA, ENRICO BIZZETTI, DANIELA DI FAZIO,  
VALENTINA COLALEO, DAVIDE GIACHINO, GIANLUCA APRILE, ANTONELLA DI MATTEO

PIANIFICAZIONE  
GESTIONE  
AMBIENTALE

HYSY LAB

CLEAN NT LAB

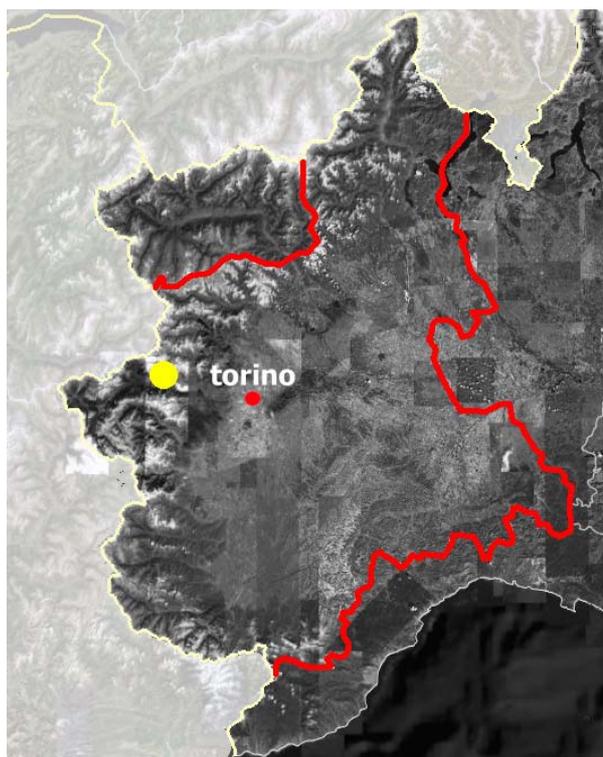
ECO-EFFICIENZA

BIOEDILIZIA

TI TECH



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	-
Città	Borgata Maffiotto – Condove (TO)
Comunità montana	Bassa Val Susa
Data di costruzione	-
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	195 m2



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Borgata in stato di abbandono
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Attività rurali



Prospetto principale



Fienile



Fienile



Copertura fienile



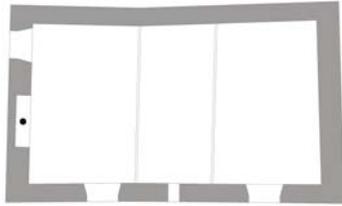
Copertura stalla



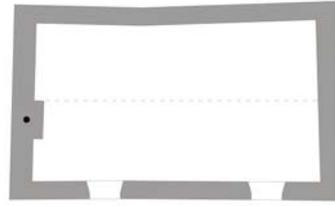
Copertura stalla



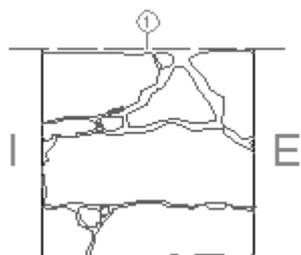
Pianta piano seminterrato



Pianta piano terra



Pianta sottotetto



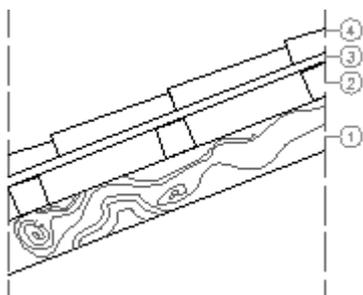
1	Muratura in pietra naturale nord est	76 cm
1	Muratura in pietra naturale ovest	70 cm
1	Muratura in pietra naturale sud	57 cm

### Parete portante

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice

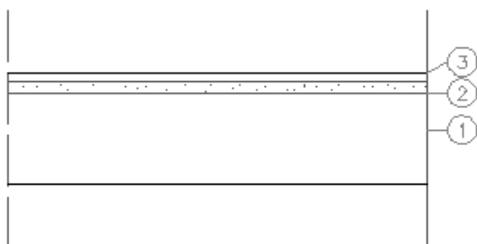


### Serramenti



1	Travi in legno	18 cm
2	Travetti	6 cm
3	Tavolato	5 cm
4	Lose	5 cm

### Copertura



1	Pavimento in legno	4 cm
2	Sabbia	10 cm
3	Volta in pietra	40 cm

### Solaio inferiore



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 01

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante (Nord Est)	2,4	92
Parete portante (Sud)	2,8	70
Parete portante (Ovest)	2,5	36,9
Copertura	5,4	83,5
Solaio inferiore	1,4	63,4
Area vetrata	3,5	10

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

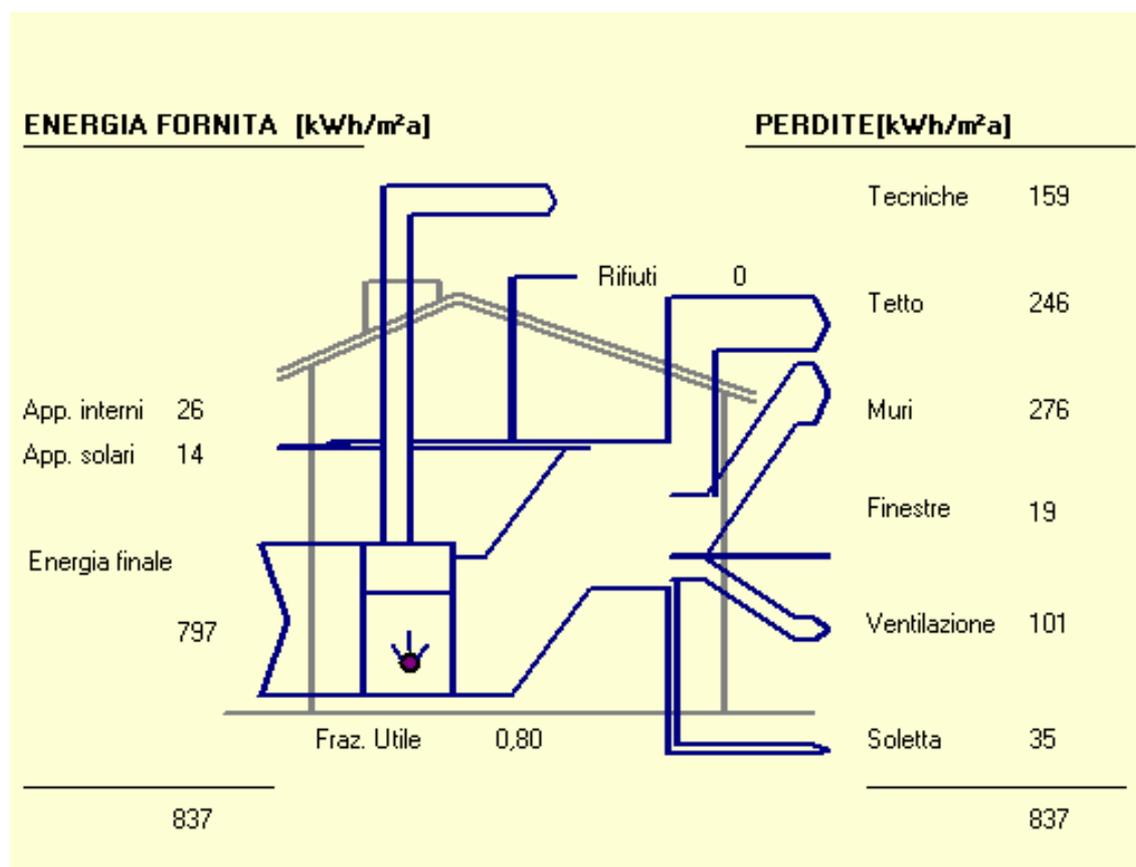
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	276	40,8
Copertura	246	36,3
Solaio inferiore	35	5,2
Serramenti	19	2,8
Ventilazione	101	14,9
TOTALE	677	100

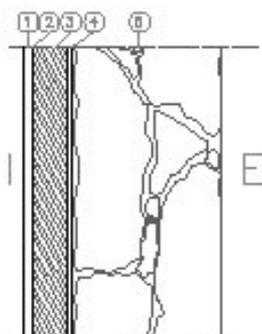


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B 01**

Fabbisogno energia primaria	797	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	14	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

**BILANCIO ENERGETICO**





### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	76 cm

#### Parete portante Nord Est

Descrizione

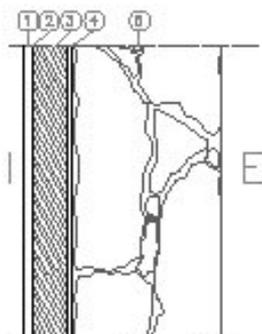
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

92,1 cm

Trasmittanza

0,32 W/m<sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	57 cm

#### Parete portante Sud

Descrizione

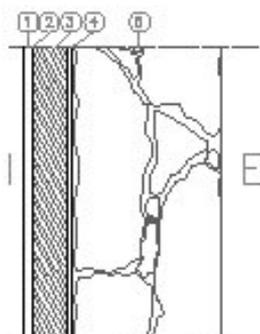
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

73,1 cm

Trasmittanza

0,32 W/m<sup>2</sup> °C

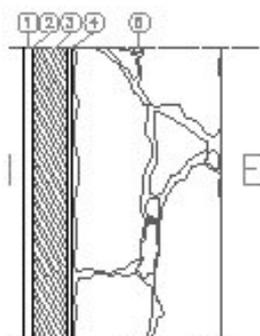


### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	70 cm

#### Parete portante Ovest

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.
Spessore	86,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	34 kWh/m <sup>2</sup>

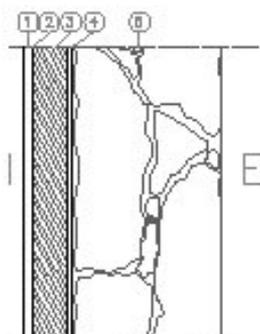


### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	76 cm

#### Parete portante Nord e Est

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.
Spessore	92,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	57 cm

#### Parete portante Sud

Descrizione

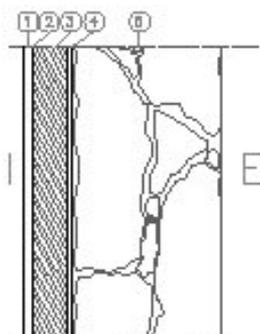
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

73,1 cm

Trasmittanza

0,32 W/m<sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	70 cm

#### Parete portante Sud

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

86,1 cm

Trasmittanza

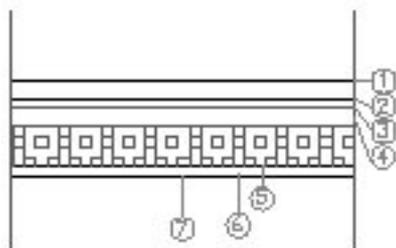
0,32 W/m<sup>2</sup> °C



Calore disperso nella stagione di riscaldamento 34 kWh/m<sup>2</sup>

### Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	12 kWh/m <sup>2</sup>

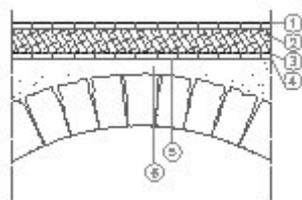


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in losa	5	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,1	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Carta Kraft	0,04	cm
7	Tavolato in legno	3	cm

### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	28,1 cm
Trasmittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	14 kWh/m <sup>2</sup>

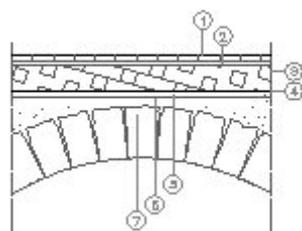


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1,8 cm
2	Pannello in fibra di legno	10 cm
3	Carta kraft	0,05 cm
4	Tavolato in legno	2 cm
5	Sottofondo di cemento magro	10 Cm
6	Volta in pietra	40 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato.
Spessore	63 cm
Trasmittanza	0,33 W/m2 °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m2



### Isolamento del solaio con pannelli i in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Tavolato in legno	2 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
4	Carta kraft	0,05 cm
5	Struttura in legno	2 Cm
6	Sottofondo di cemento magro	10 cm
7	Volta in pietra	40 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	65 cm
Trasmittanza	0,32 W/m2 °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	8 kWh/m2



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 01**

**DATI DI INPUT**

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante (Nord Est)	0,32	0,32	92
Parete portante (Sud)	0,32	0,32	70
Parete portante (Ovest)	0,32	0,32	36,9
Copertura	0,32	0,32	83,5
Solaio inferiore	0,33	0,33	63,4
Area vetrata	2,2	2,2	10

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	34	27,2
Copertura	14	11,2
Solaio inferiore	4	3,2
Serramenti	12	9,6
Ventilazione	61	48,8
<b>TOTALE</b>	<b>125</b>	<b>100</b>

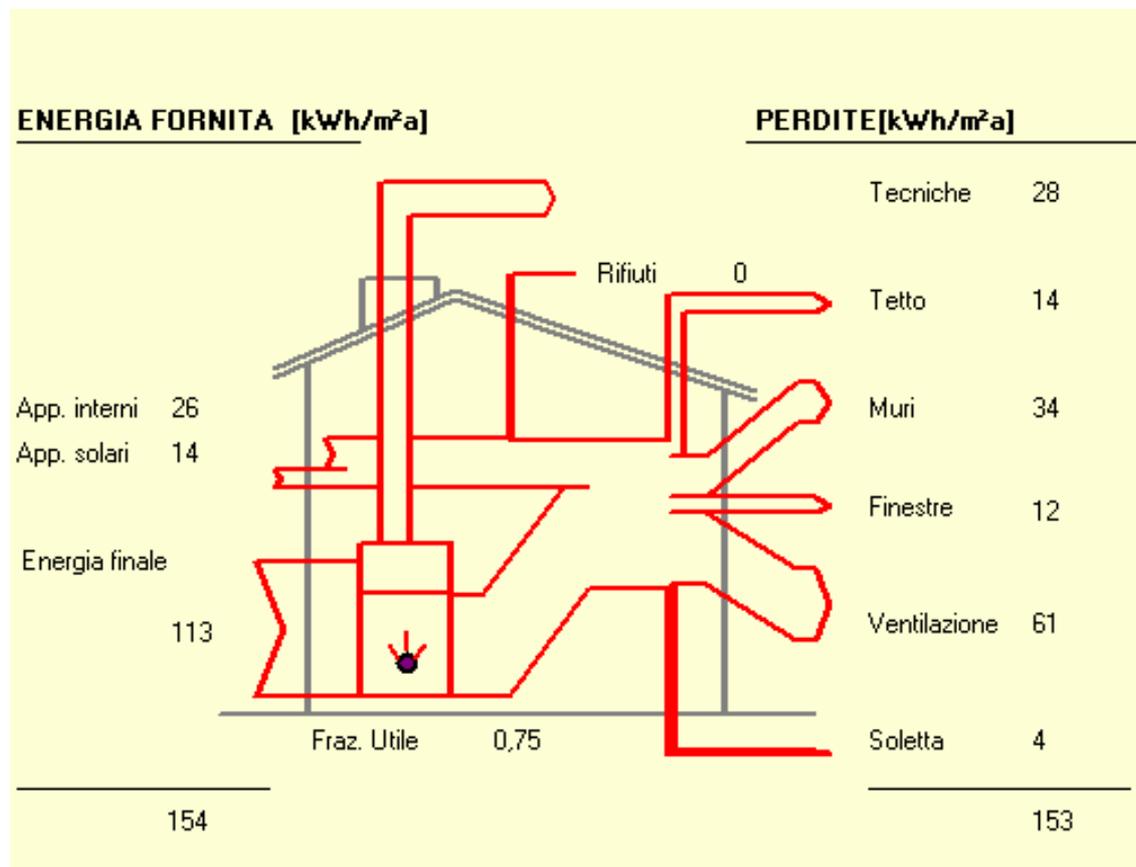


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

D 01

Fabbisogno energia primaria	113	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	14	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1



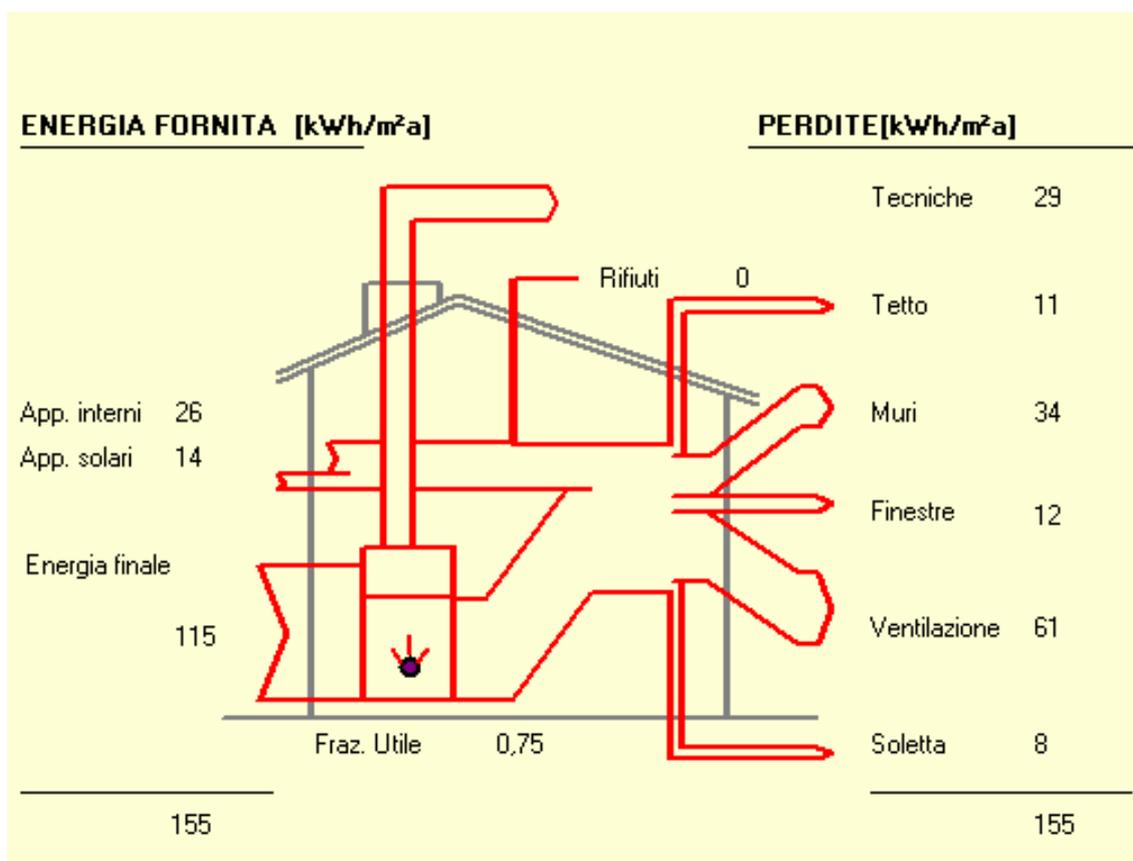


### BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	34	27
Copertura	11	8,7
Solaio inferiore	8	6,3
Serramenti	12	9,6
Ventilazione	61	48,4
<b>TOTALE</b>	<b>126</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	115	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	14	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

### BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

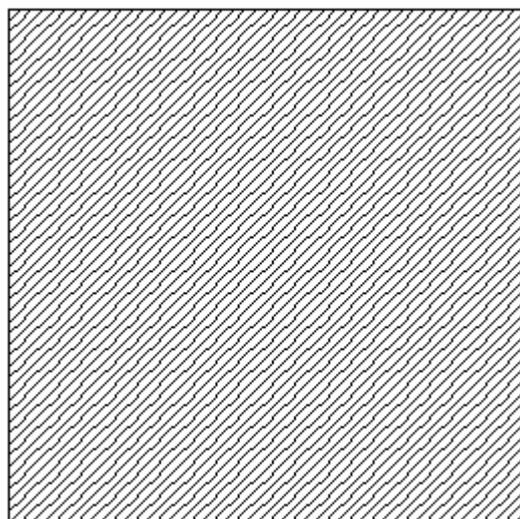
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	760	3,000	3,947	3000	1,333	1,333	0,253
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**760**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,362**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,423**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1180	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 5,39 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

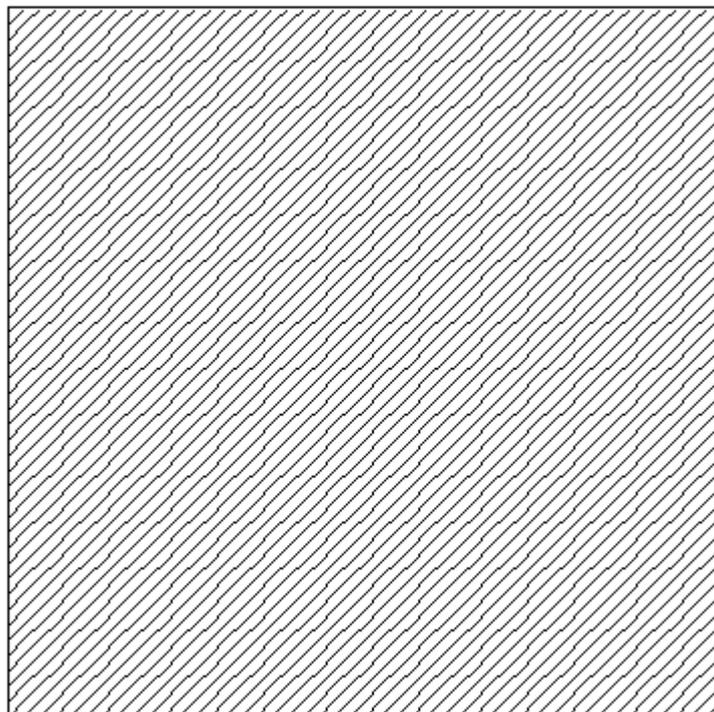
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	760	3,000	0,253	3,000	0,253
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **760** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,423****0,455**Massa areica **2280** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,362****2,196**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,754 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,540$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

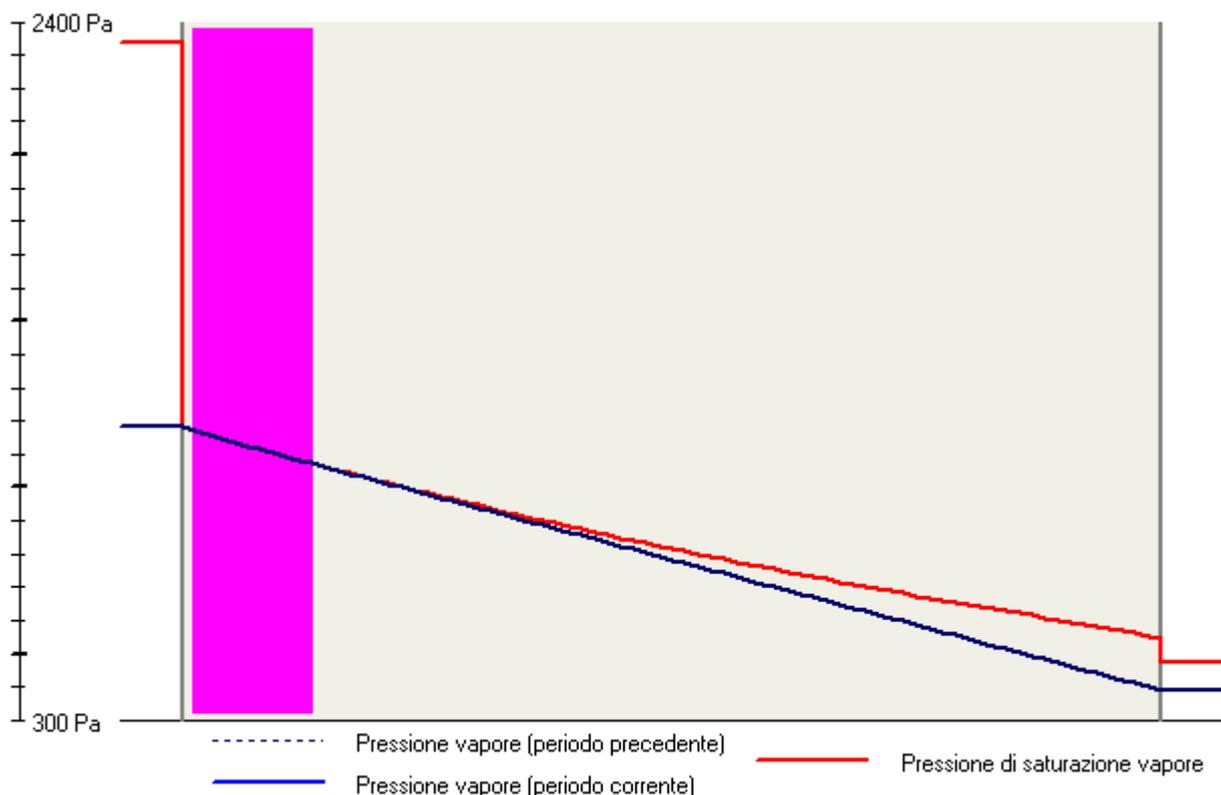
Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Gennaio

Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>Q.tà massima di condensa durante l'anno: 5,39 E-01 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_O\_A**

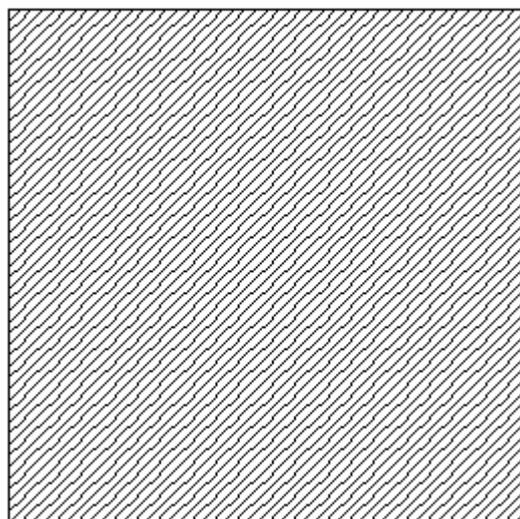
Codice struttura:

**M2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**700**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,479**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,403**

Interno



Esterno

1

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1148	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 3,27 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_O\_A**

Codice struttura:

**M2**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA****CCR**

2,8

1,4

0,130

0,130

0,040

0,072

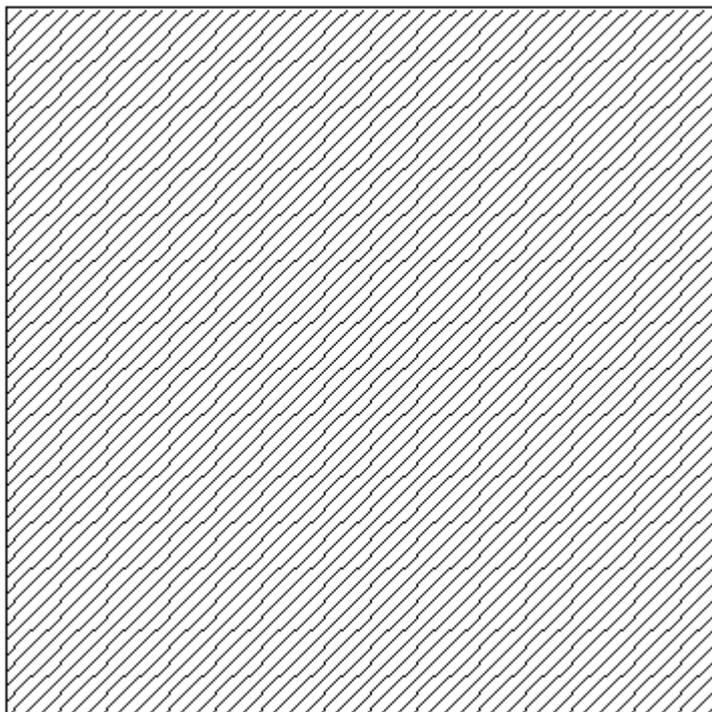
100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **700** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,403****0,435**Massa areica **2100** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,479****2,297**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_O\_A

Codice struttura:

M2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,905 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,522$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

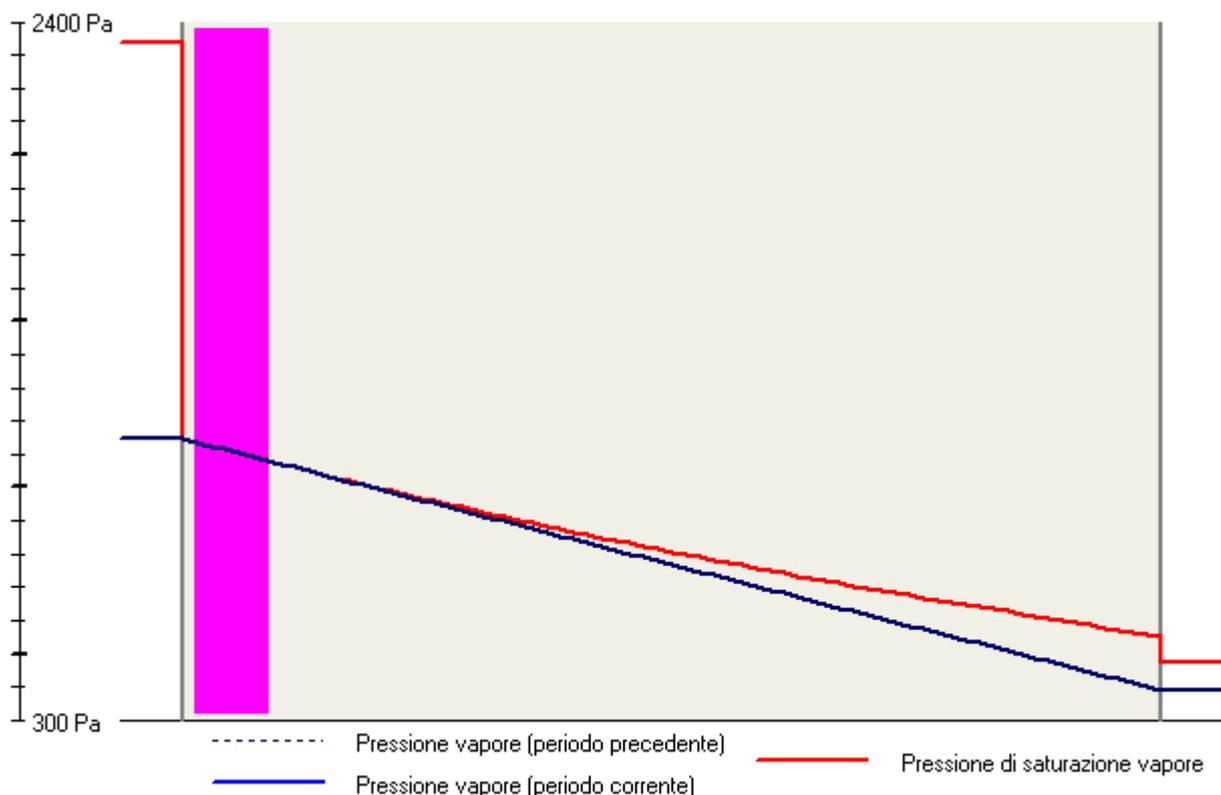
Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Gennaio

Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>Q.tà massima di condensa durante l'anno: 3,27 E-01 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_S\_A**

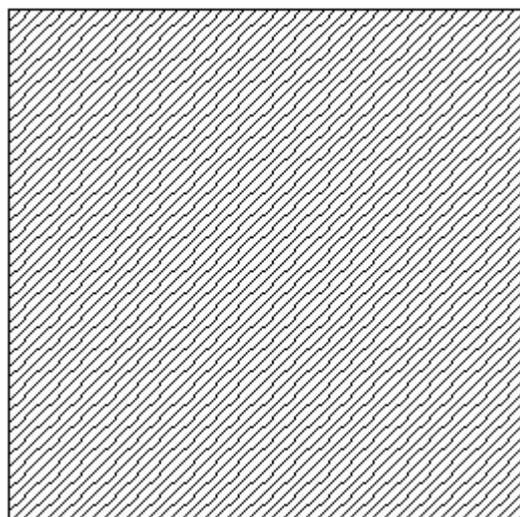
Codice struttura:

**M3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	570	3,000	5,263	3000	1,333	1,333	0,190
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**570**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,778**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,360**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1074	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_S\_A**

Codice struttura:

**M3**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

2,8  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,4  
 0,130  
 0,072  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	570	3,000	0,190	3,000	0,190
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

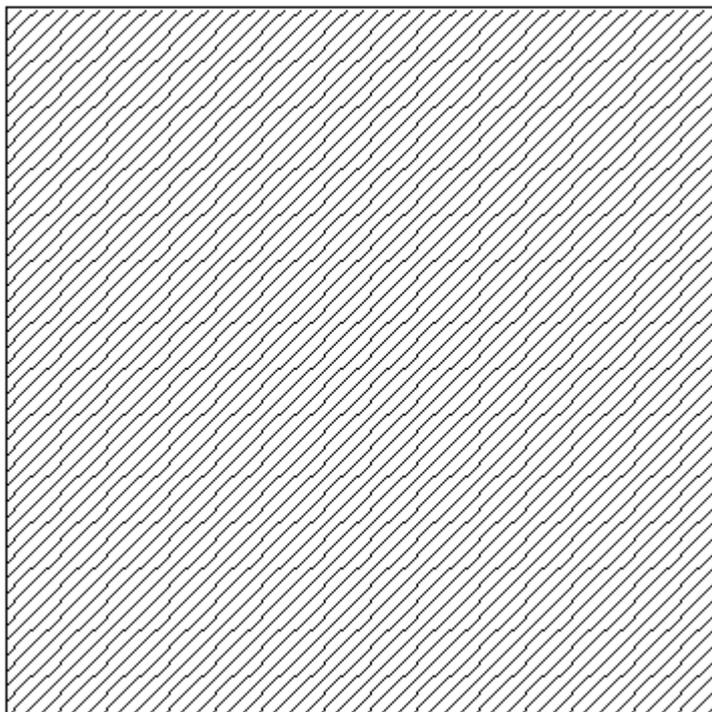
Spessore totale **570** mm  
 Massa areica **1710** kg/m²

R **0,360** m²K/W  
 U **2,778** W/m²K

**0,392**

**2,551**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_S\_A

Codice struttura:

M3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,339 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

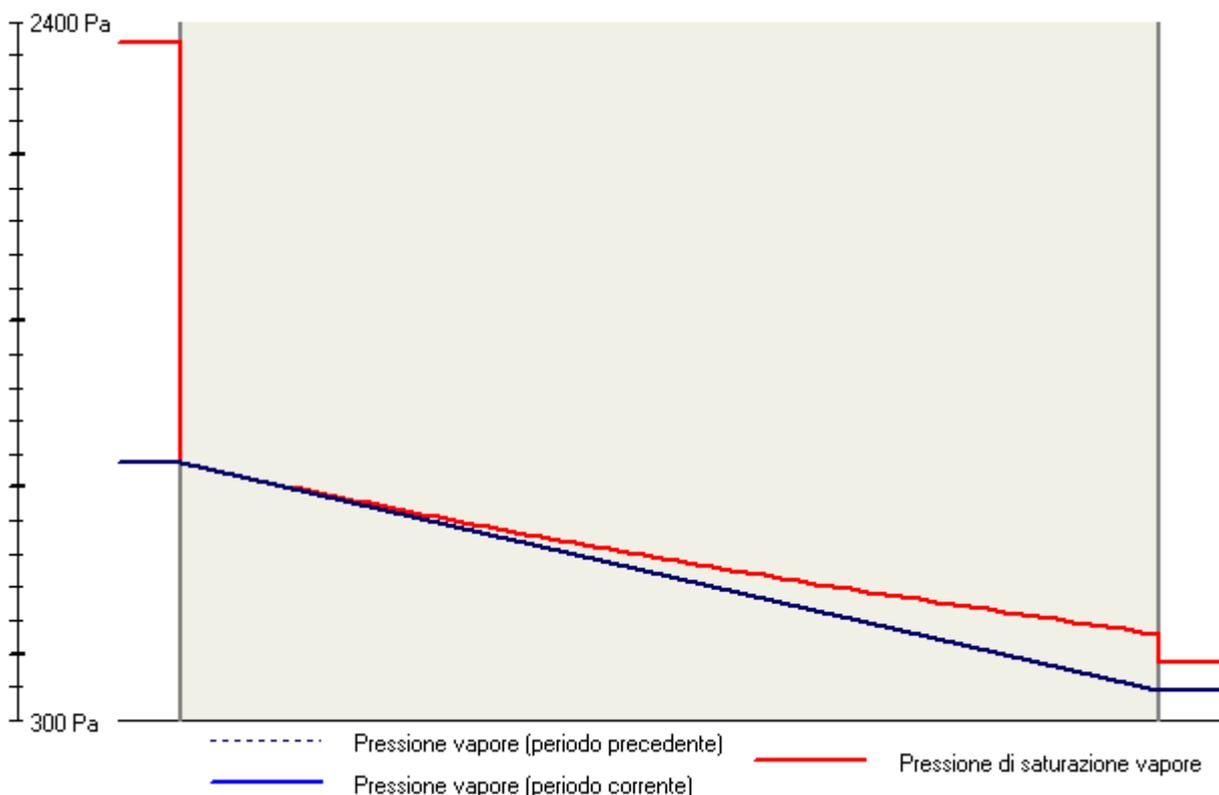
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,479$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

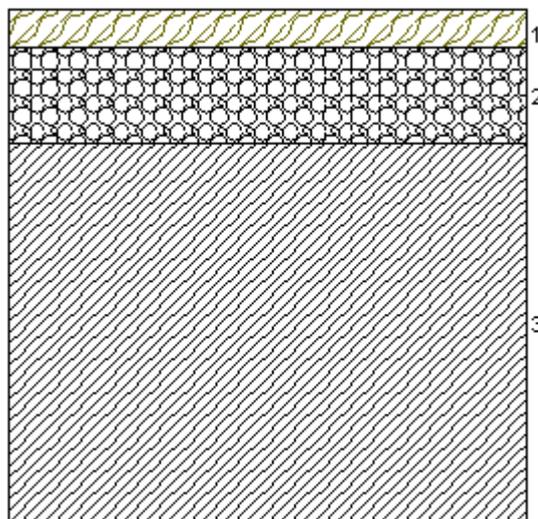
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	40	0,180	4,500	450	4,651	6,250	0,222
2	Sabbia secca (um. < 1%)	100	0,600	6,000	1700	13,333	13,333	0,167
3	Gneiss	400	3,000	7,500	2700	0,020	0,020	0,133
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**540**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,445**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,692****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 362 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P2

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,170

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,170

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	40	0,180	0,222	0,140	0,286
2	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	100	0,600	0,167	0,353	0,283
3	Gneiss	2700	10000	0%	400	3,000	0,133	3,000	0,133
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 540 mm

R m<sup>2</sup>K/W

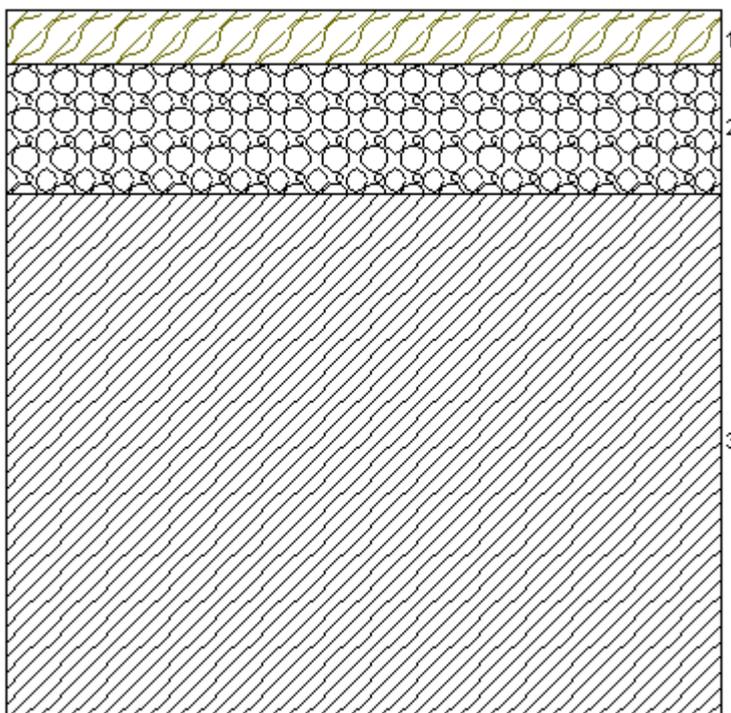
0,732

0,944

Massa areica 1268 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

1,366

1,059



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,050 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,692$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

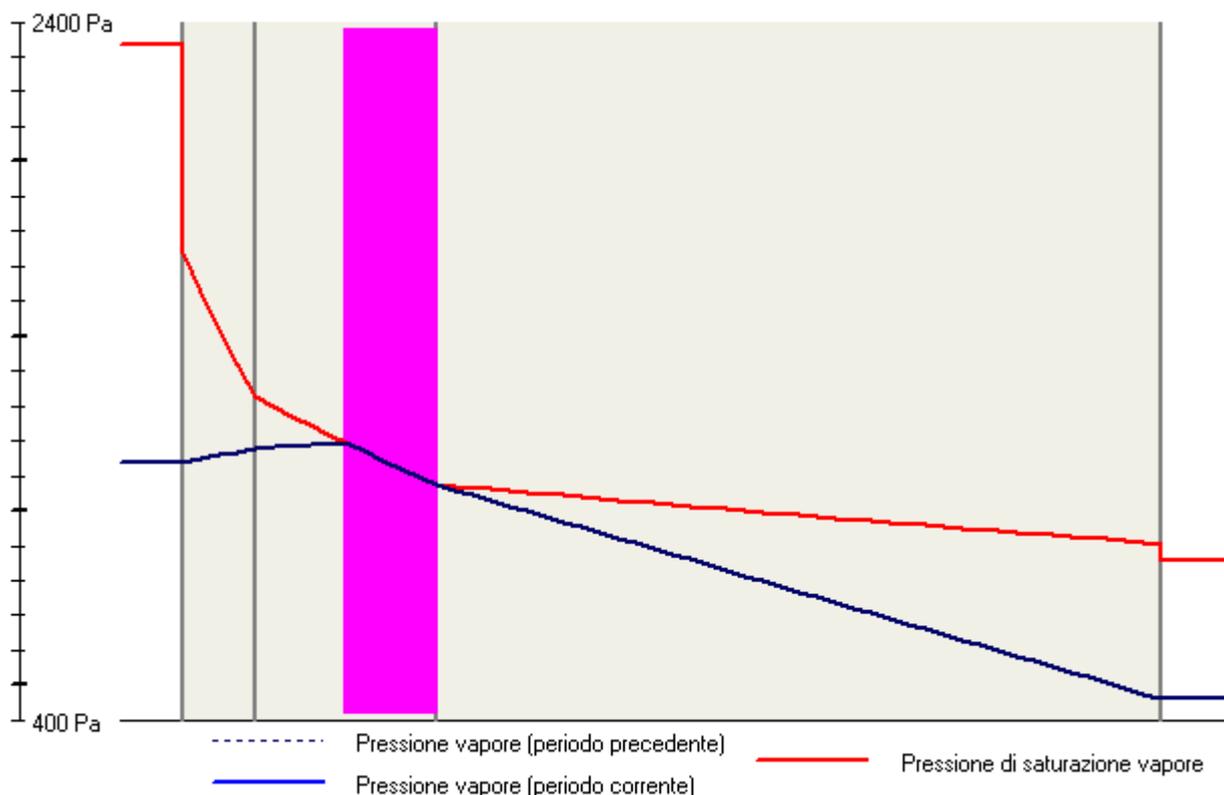
100 g/m<sup>2</sup>

Q.tà massima di condensa durante l'anno:

362 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: **Marzo**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

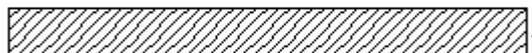
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	668	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA****CCR**

2,8

1,4

0,100

0,100

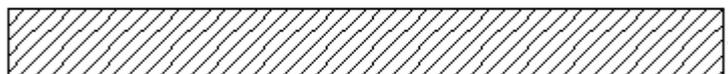
0,040

0,072

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	2700	10000	0%	50	3,000	0,017	3,000	0,017
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **50** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,157****0,189**Massa areica **135** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**6,383****5,302**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

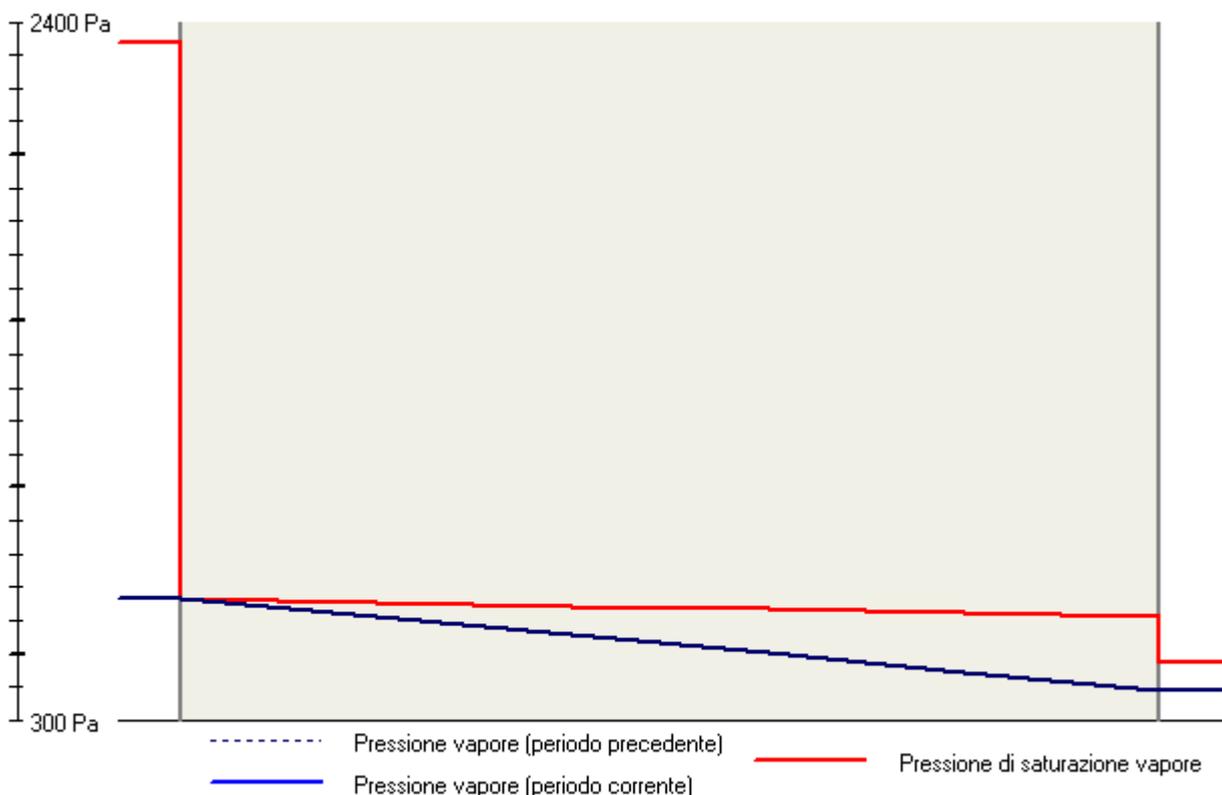
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

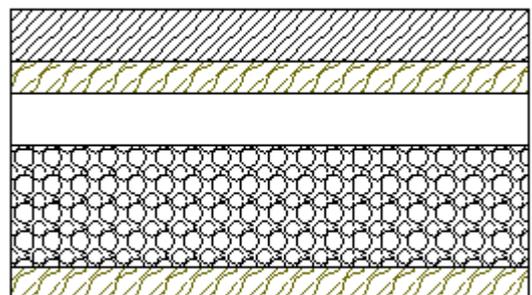
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

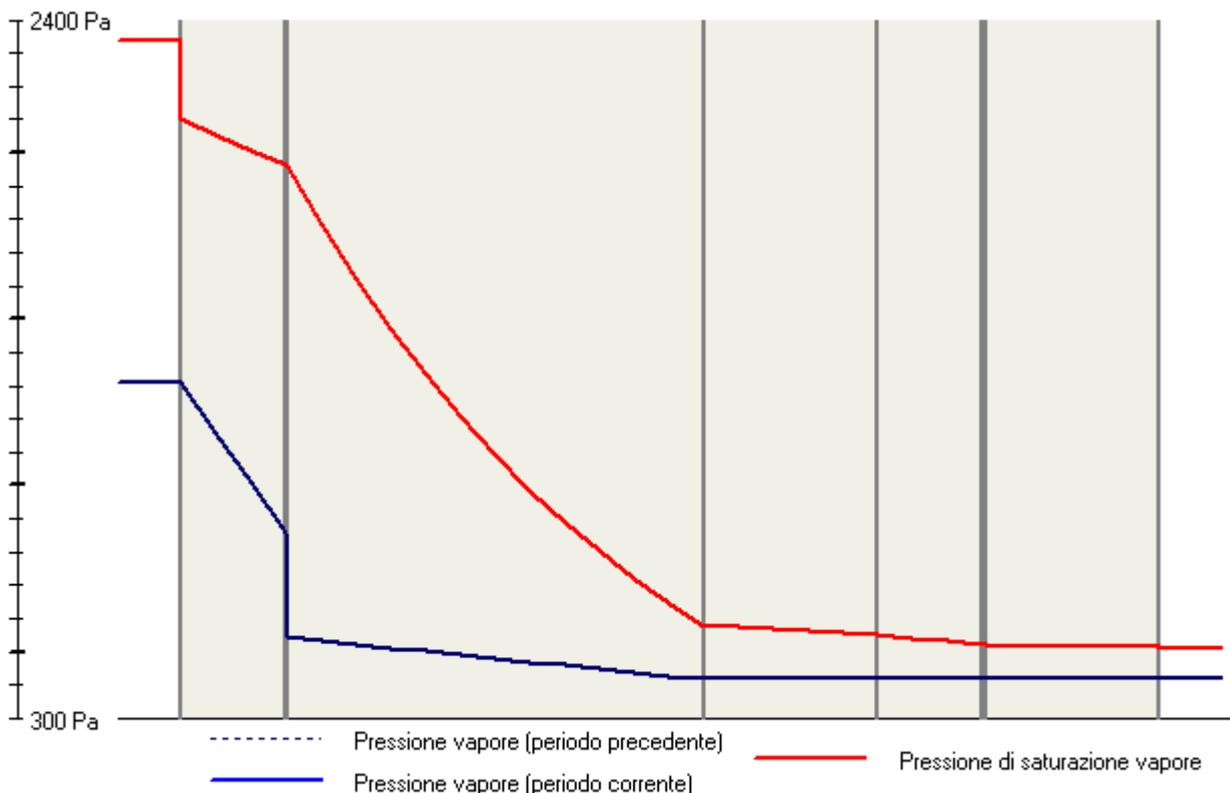
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

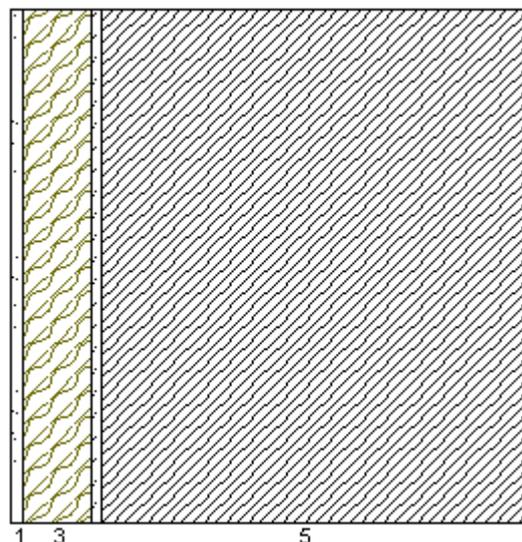
Codice struttura:

**M4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	760	3,000	3,947	3000	1,333	1,333	0,253
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**921,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 756 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

Codice struttura:

**M4**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

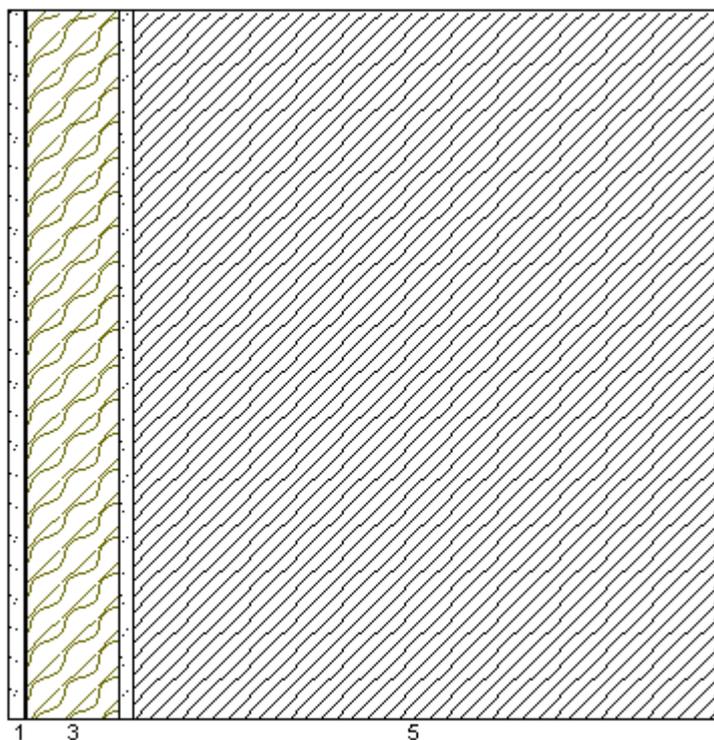
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	760	3,000	0,253	3,000	0,253
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **921,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,203****3,477**Massa areica **2357** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,312****0,288**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B1

Codice struttura:

M4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,053 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

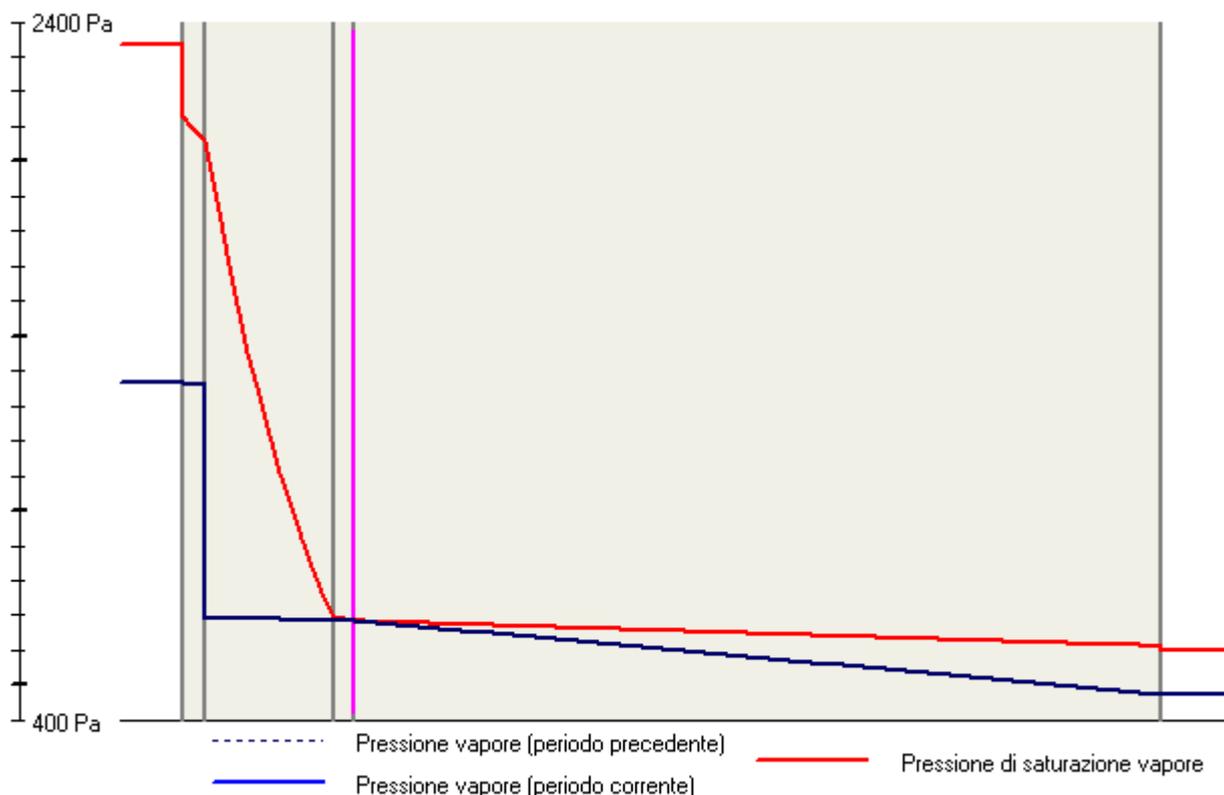
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_O\_B1**

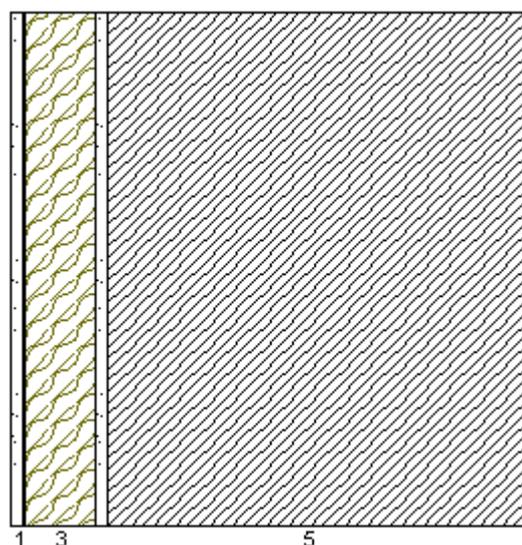
Codice struttura:

**M5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**861,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,314**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,183**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 755 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_O\_B1**

Codice struttura:

**M5**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

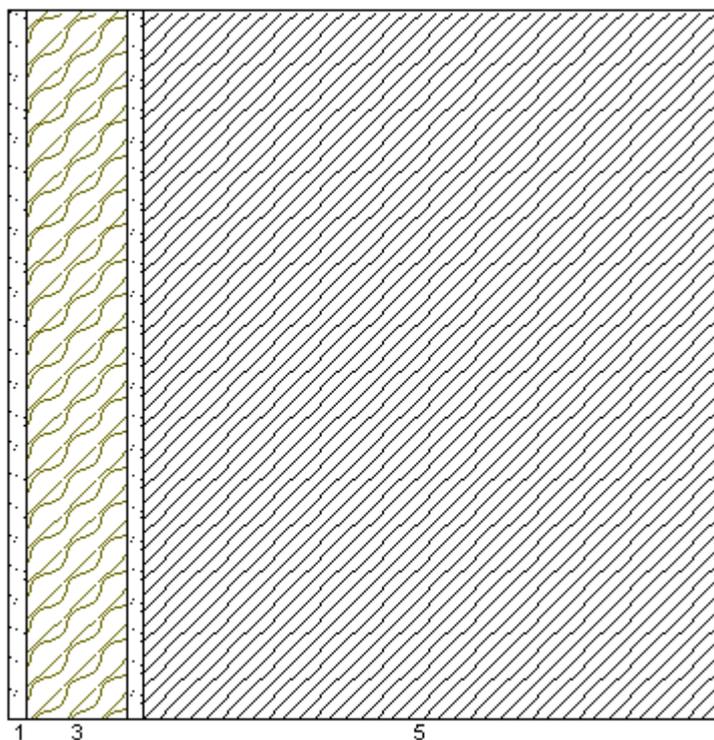
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **861,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,183****3,457**Massa areica **2177** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,314****0,289**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_O\_B1

Codice struttura:

M5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,105 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

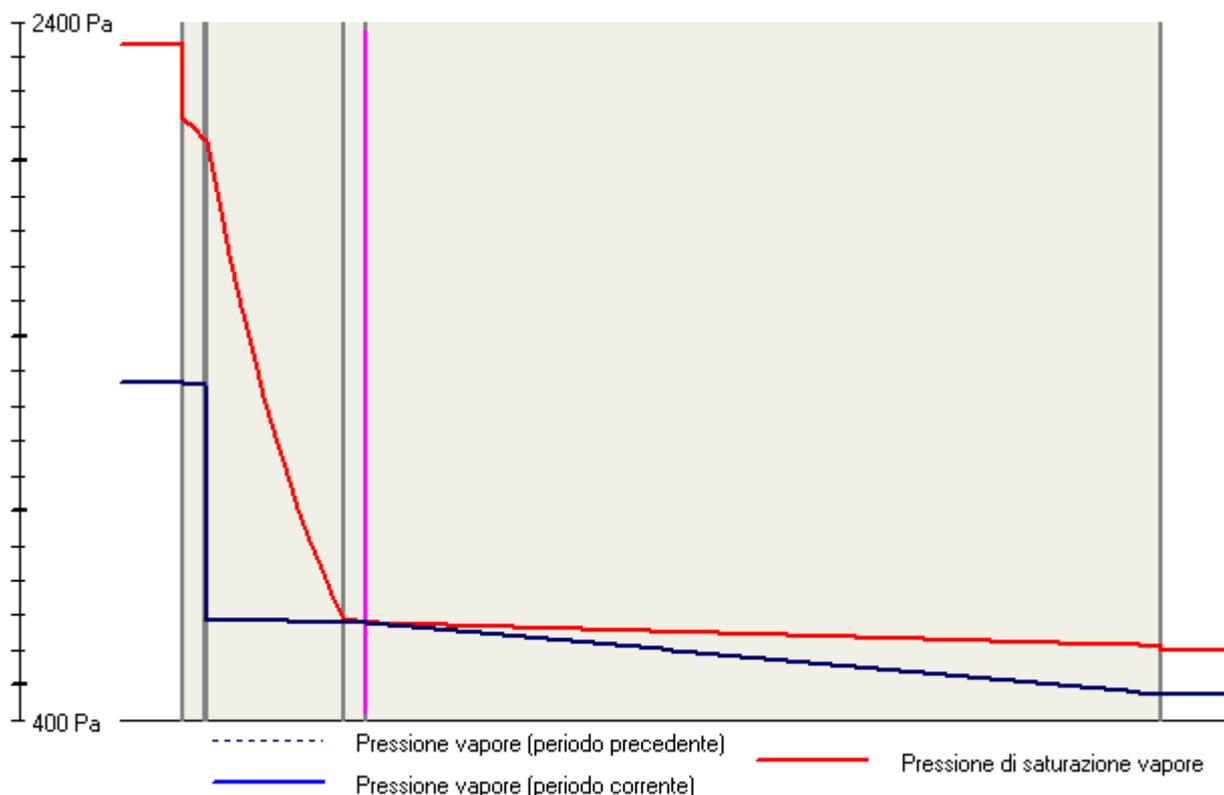
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_S\_B1**

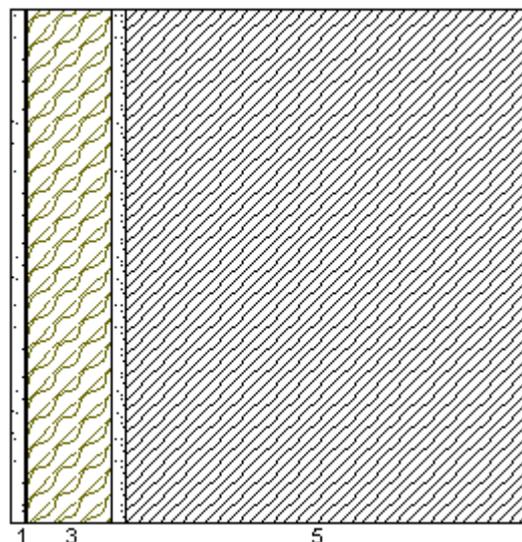
Codice struttura:

**M6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	570	3,000	5,263	3000	1,333	1,333	0,190
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**731,5**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,319**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,140**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 752 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_S\_B1**

Codice struttura:

**M6**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

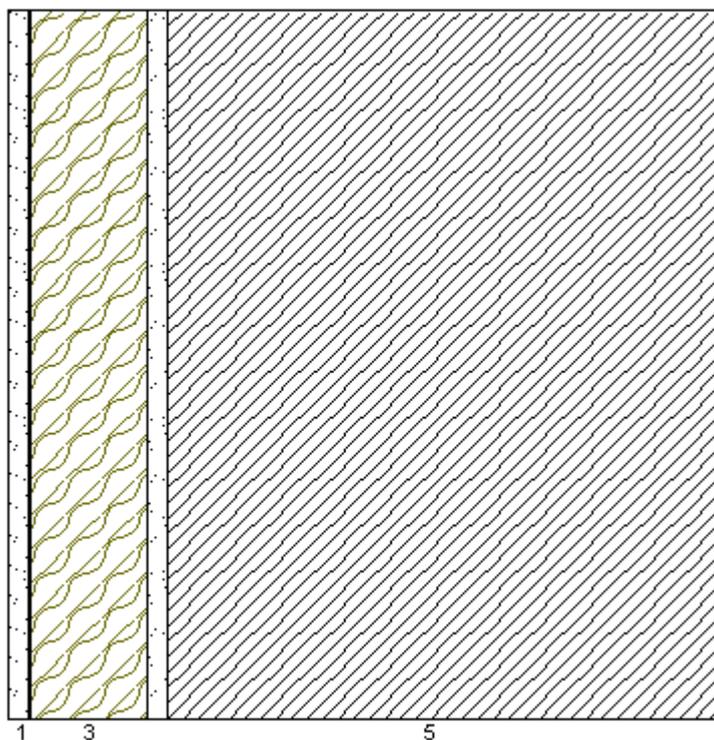
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	570	3,000	0,190	3,000	0,190
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **731,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,140****3,414**Massa areica **1787** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,319****0,293**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_S\_B1

Codice struttura:

M6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,238 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

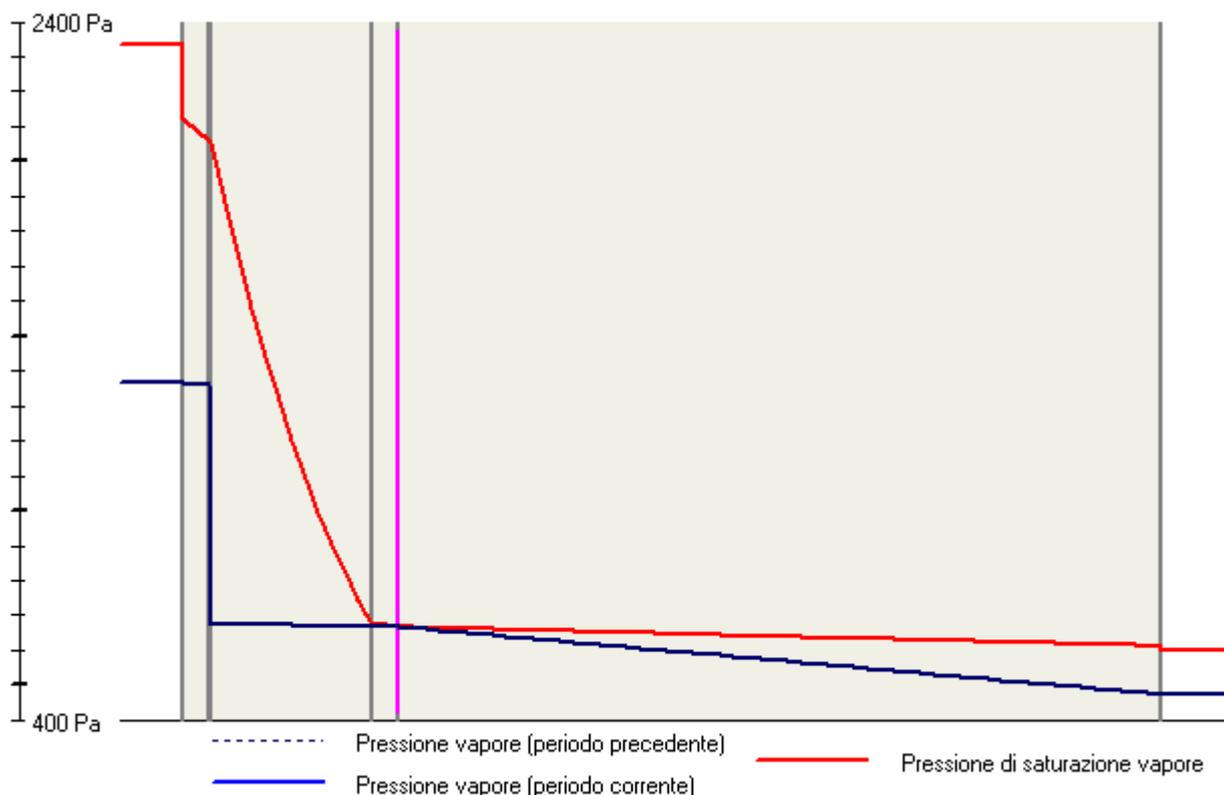
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

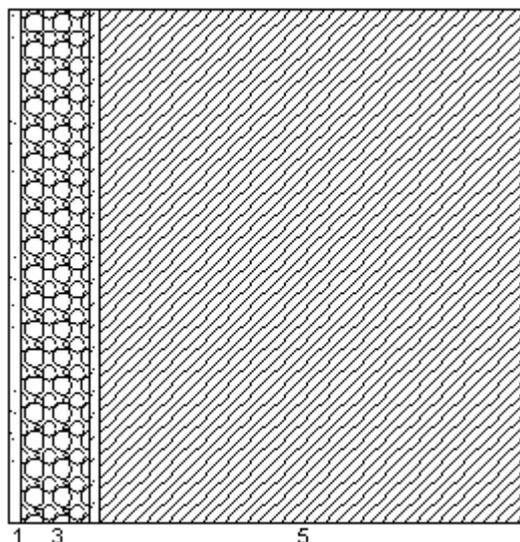
Codice struttura:

**M7**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	760	3,000	3,947	3000	1,333	1,333	0,253
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**921,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 756 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

Codice struttura:

**M7**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

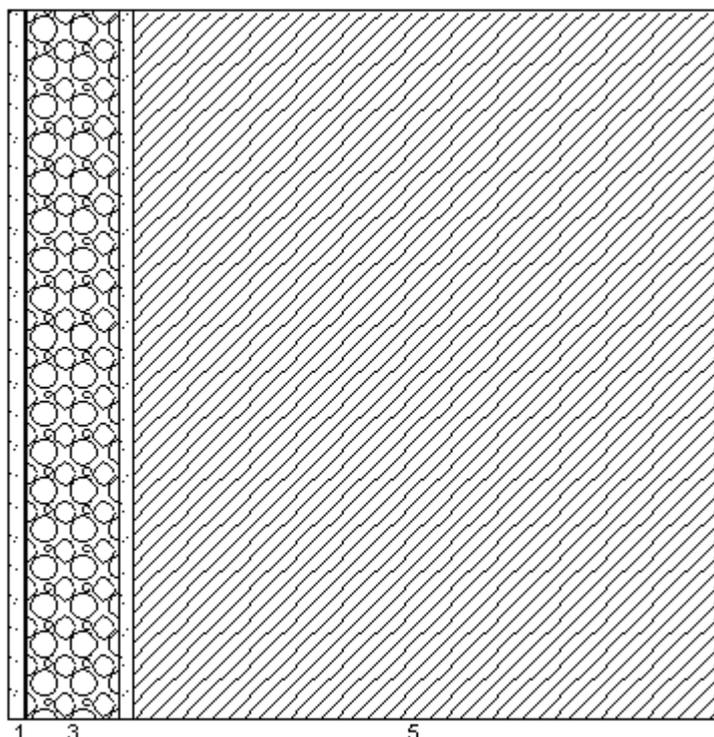
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	760	3,000	0,253	3,000	0,253
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **921,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,203****3,725**Massa areica **2338** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,312****0,268**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B2

Codice struttura:

M7

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,054 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

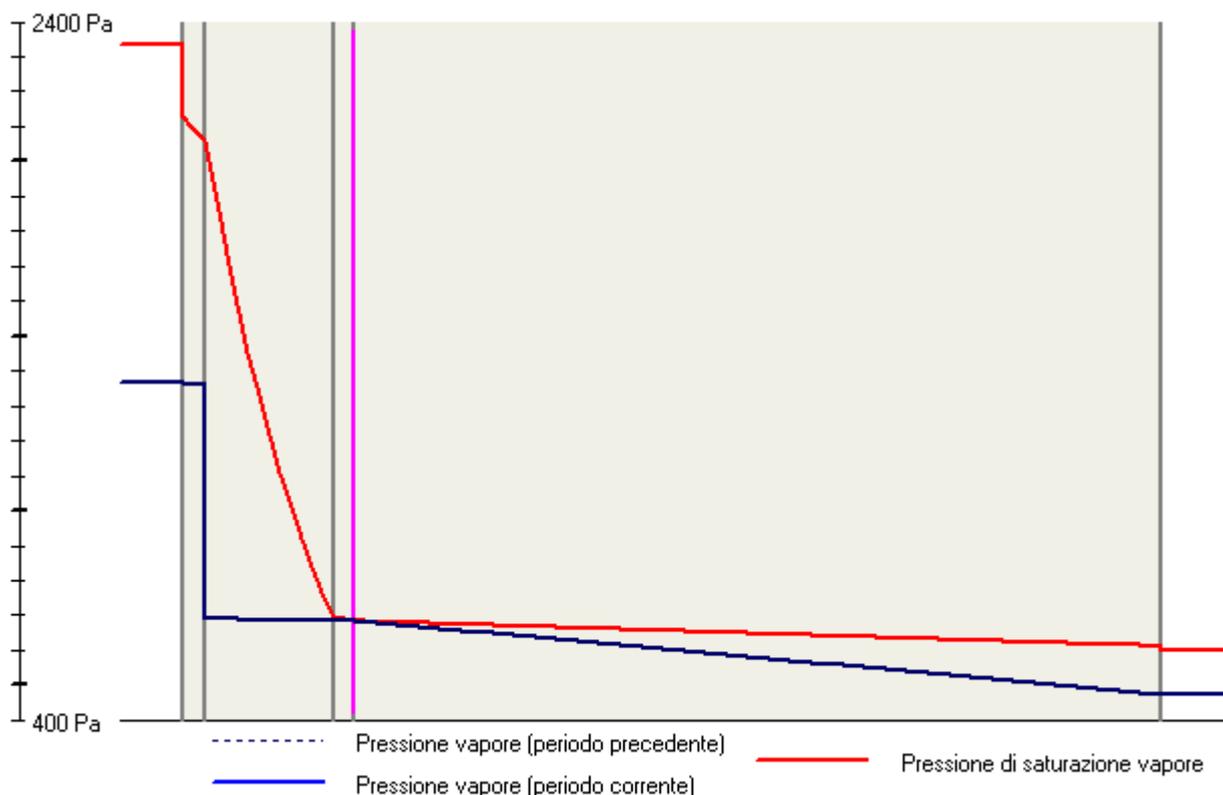
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_O\_B2**

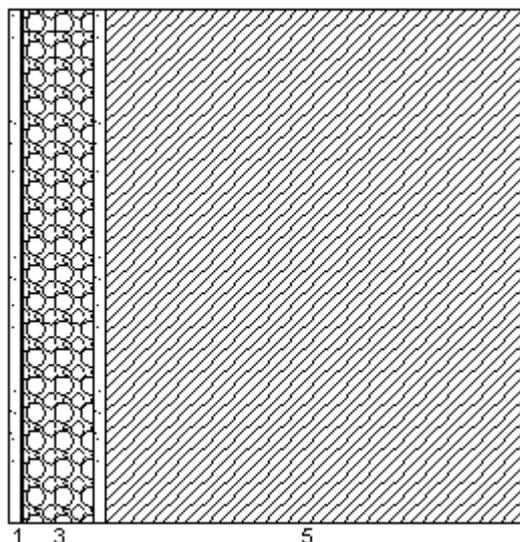
Codice struttura:

**M8**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**861,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,314**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,183**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 755 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_O\_B2**

Codice struttura:

**M8**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

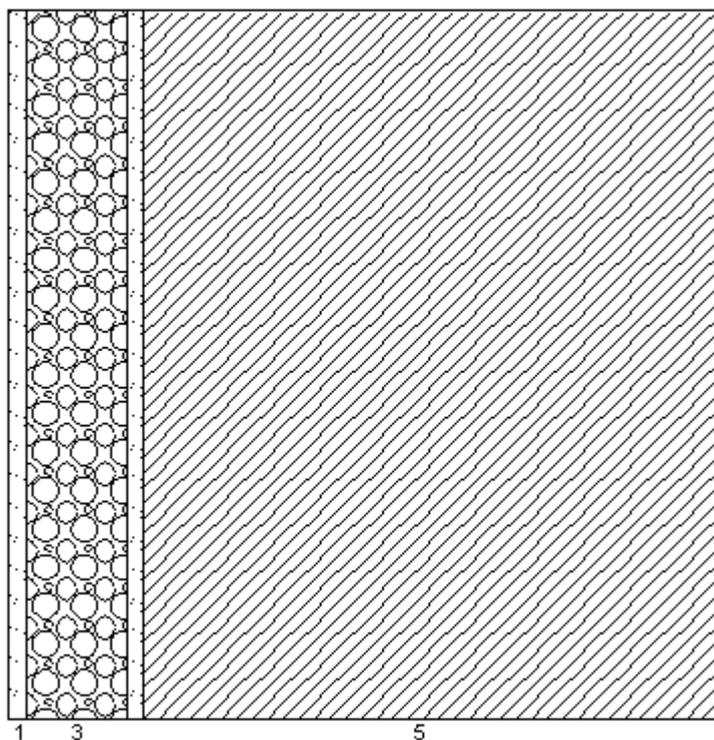
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **861,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,183****3,705**Massa areica **2158** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,314****0,270**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_O\_B2

Codice struttura:

M8

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,106 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

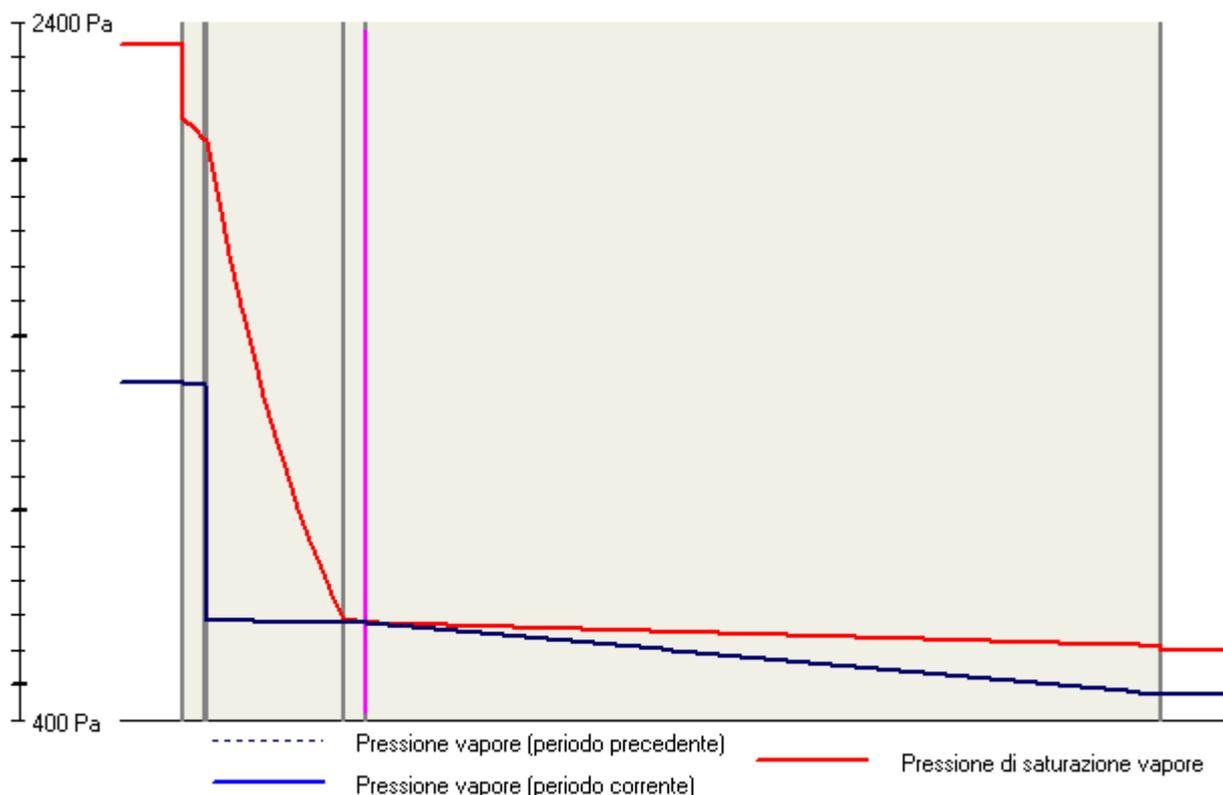
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_S\_B2**

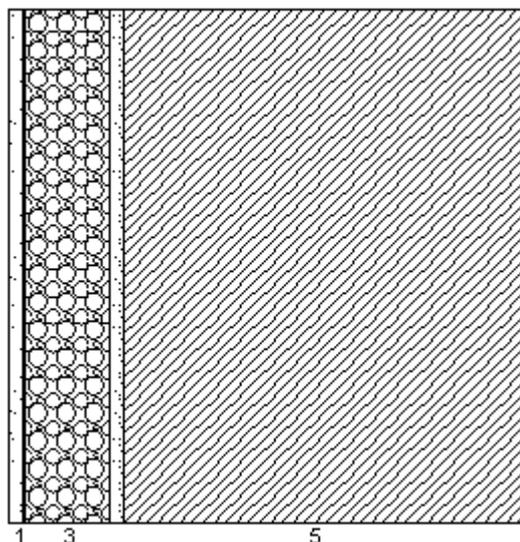
Codice struttura:

**M9**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	570	3,000	5,263	3000	1,333	1,333	0,190
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**731,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,319**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,140**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 752 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_S\_B2**

Codice struttura:

**M9**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	570	3,000	0,190	3,000	0,190
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 731,5 mm

R m<sup>2</sup>K/W

3,140

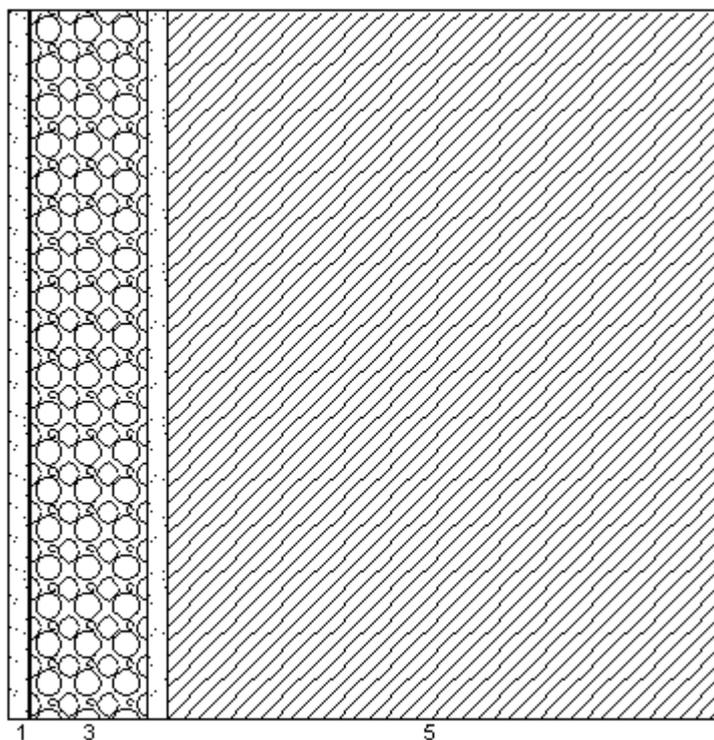
3,661

Massa areica 1768 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

0,319

0,273

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_S\_B2

Codice struttura:

M9

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,240 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,923$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

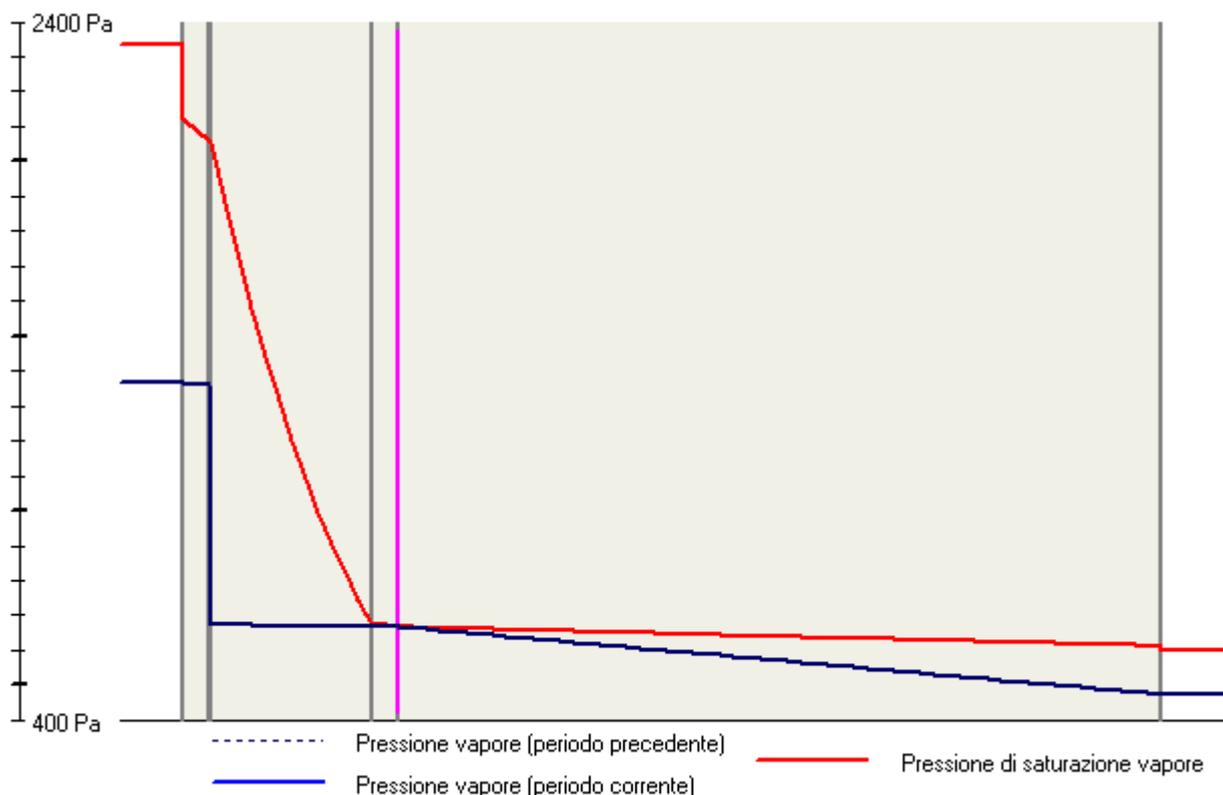
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

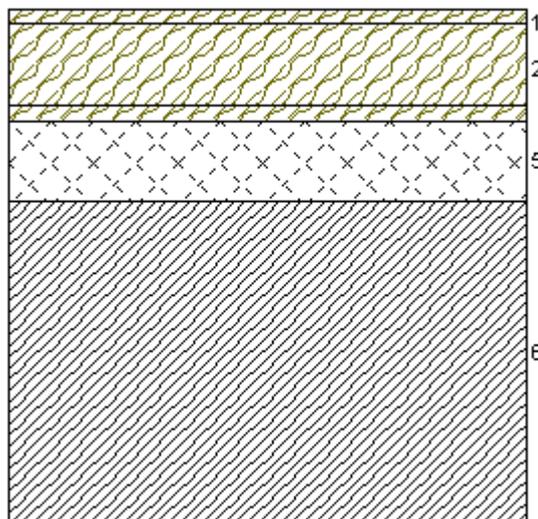
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	18	0,120	6,667	450	0,311	0,935	0,150
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
3	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
5	Sottofondo di cemento magro	100	0,700	7,000	1600	10,000	10,000	0,143
6	Gneiss	400	3,000	7,500	2700	0,020	0,020	0,133
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**638,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,335**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,988****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 112 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità non può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 741 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,170

0,040

100% / 100%

**CCR**

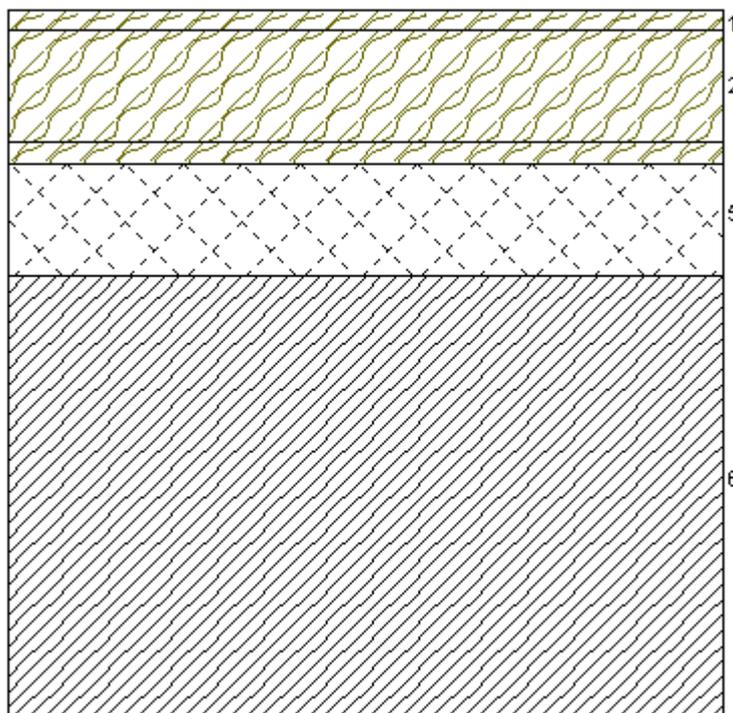
1,4

0,170

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	18	0,120	0,150	0,110	0,164
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
3	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
5	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	100	0,700	0,143	0,583	0,171
6	Gneiss	2700	10000	0%	400	3,000	0,133	3,000	0,133
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **638,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,028****3,319**Massa areica **1282** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,330****0,301**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B1

Codice struttura:

P3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,050 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,920$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

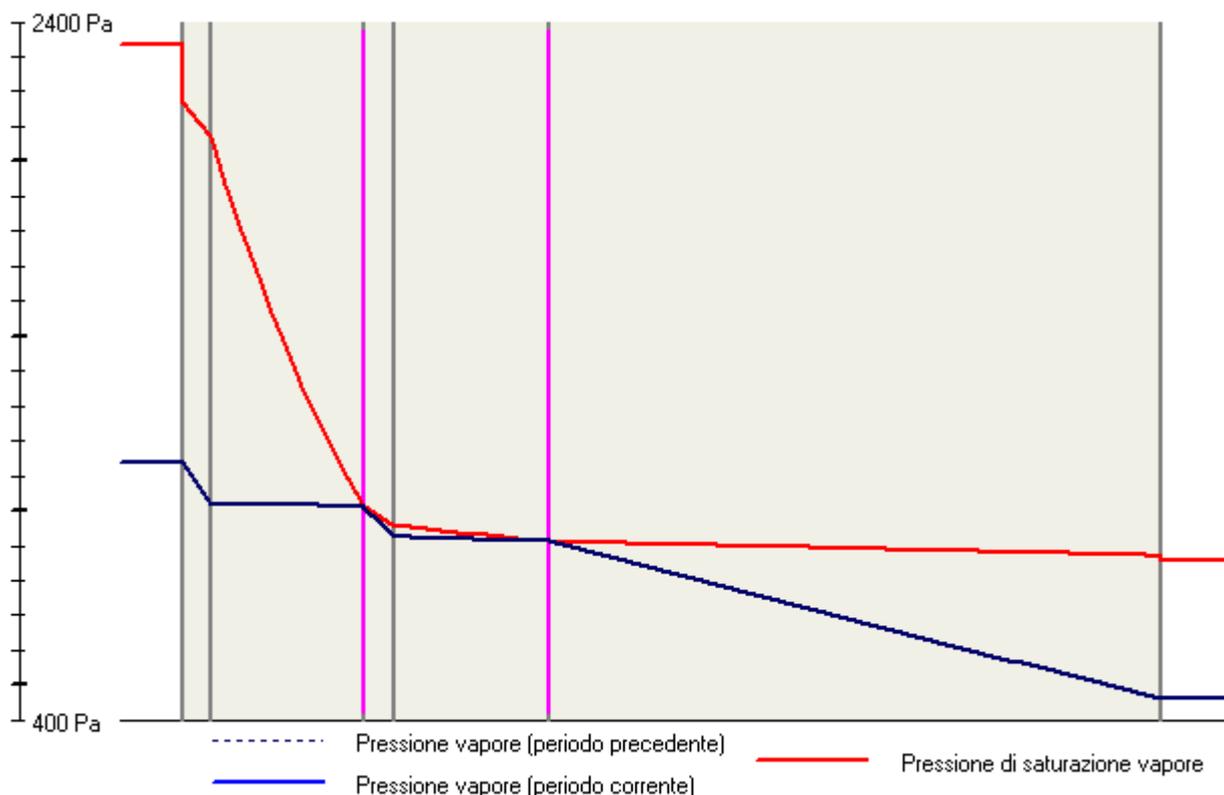
100 g/m<sup>2</sup>

Q.tà massima di condensa durante l'anno:

112 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Incompleta

Grafico delle pressioni del mese di: **Marzo**



**COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO**

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	16,90 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Guaine	3,80 €/m <sup>2</sup>	3,80 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	37,79 €/m <sup>2</sup>	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>102,25 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,21 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>20.337,53 €</b>	<b>16.749,37 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Calcestruzzo	21,93 €/m <sup>2</sup>	21,93 €/m <sup>2</sup>
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
Tavolato e magatelli	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>93,43 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,55 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>5.923,46 €</b>	<b>5.360,47 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>9.801,23 €</b>	<b>8.517,00 €</b>

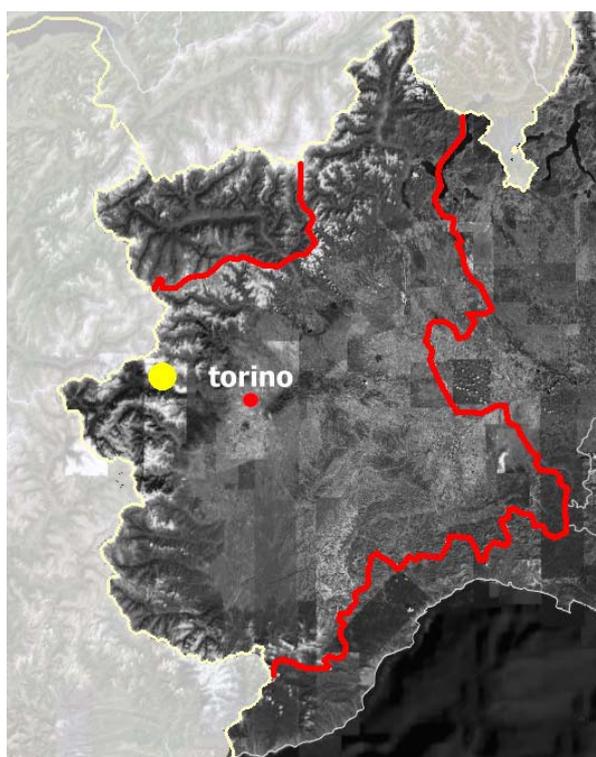


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>3.299,00 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	39.361,22 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	7,0
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	33.925,84 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	7,3



Denominazione	Scuola
Indirizzo	-
Città	Borgata Maffiotto – Condove (TO)
Comunità montana	Bassa Val Susa
Data di costruzione	-
Tipologia edificio	In linea
Superficie utile	184 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Borgata in stato di abbandono
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Attività rurali



Vista Sud



Vista Nord



Viste lato Sud



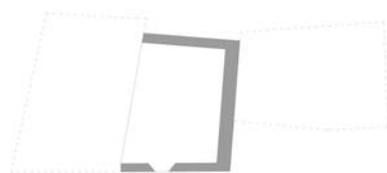
Facciata principale



Cortile posteriore



Particolare finestra



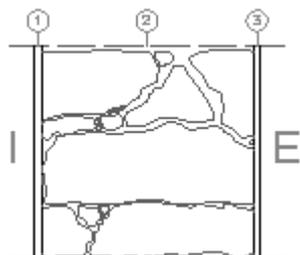
Pianta piano terra



Pianta piano primo



Pianta piano secondo



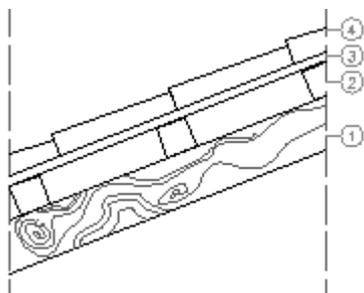
1	Intonaco	2 m
2	Muratura in pietra naturale	56 cm
3	Intonaco	2 cm

### Parete portante

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana

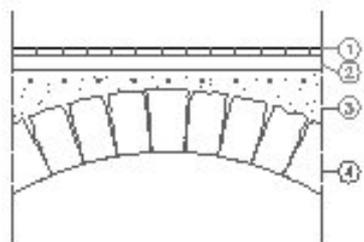


### Serramenti



1	Travi in legno	18 cm
2	Travetti	6 cm
3	Tavolato	5 cm
4	Lose	5 cm

### Copertura



1	Pavimento in legno	3 cm
2	Massetto ripartitore in cls	5 cm
3	Sabbia	5 cm
4	Violta in mattoni	12 cm

### Solaio inferiore



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 02

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante	2,5	174
Copertura	5,4	110
Solaio inferiore	1,4	32,8
Area vetrata	3,5	11

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

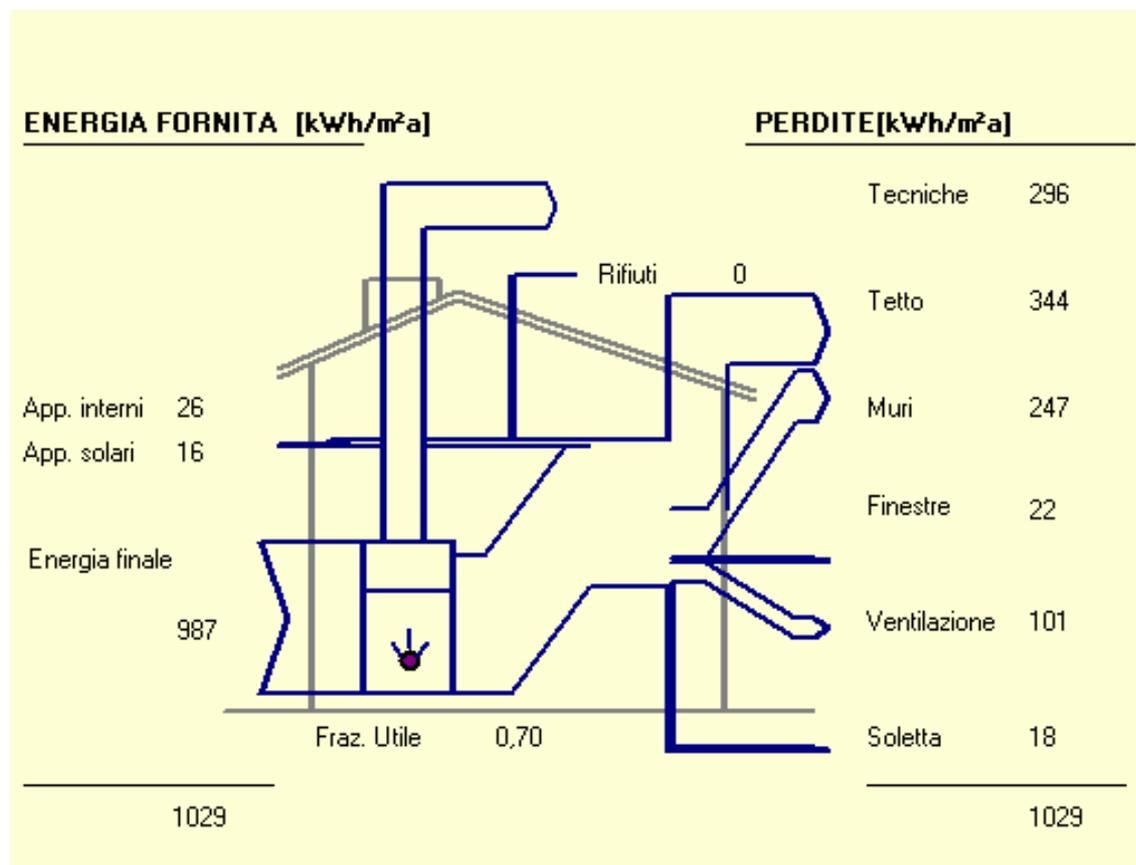
ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	247	33,7
Copertura	344	47
Solaio inferiore	18	2,5
Serramenti	22	3
Ventilazione	101	13,8
TOTALE	732	100

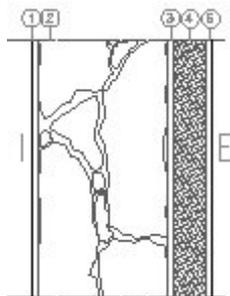


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B 02**

Fabbisogno energia primaria	987	kWh/m2 anno
Apporti solari	14	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO**





### Cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Muratura in pietra naturale	56 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Pannello in fibra di legno	12 cm
5	Intonaco	2 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

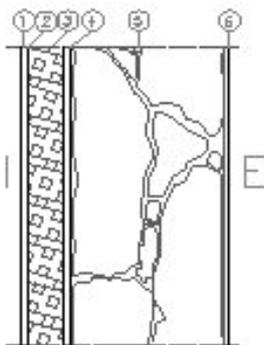
74 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

32 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	56 cm
6	Intonaco	2 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

74,1 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

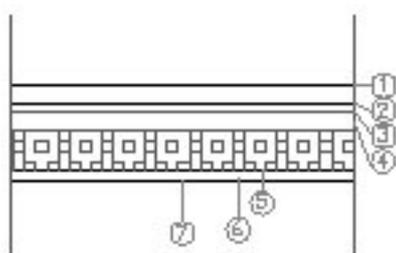
Calore disperso nella stagione di riscaldamento

32 kWh/m<sup>2</sup>



### Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	14 kWh/m <sup>2</sup>

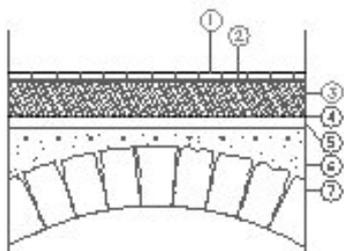


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in losa	5	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,1	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Carta Kraft	0,04	cm
7	Tavolato in legno	3	cm

### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	28,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	20 kWh/m <sup>2</sup>

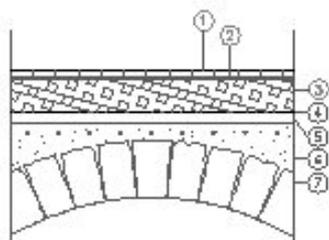


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	1,8 cm
2	Tavolato in legno	2 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Carta kraft	0,05 cm
5	Tavolato in legno	2 cm
6	Sottofondo di cemento magro	5 cm
7	Volta in mattoni	12 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato.
Spessore	32,8 cm
Trasmittanza	0,30 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1,8 cm
2	Tavolato in legno	2 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Carta kraft	0,05 cm
5	Struttura in legno	2 Cm
6	Sottofondo di cemento magro	5 cm
7	Volta in mattoni	12 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	32,8 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	4 kWh/m <sup>2</sup>



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 02**

**DATI DI INPUT**

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,33	0,33	174
Copertura	0,32	0,32	110
Solaio inferiore	0,30	0,30	32,8
Area vetrata	2,2	2,2	11

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3302	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	32	24,4
Copertura	20	15,3
Solaio inferiore	4	3,1
Serramenti	14	10,6
Ventilazione	61	46,6
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>100,1</b>



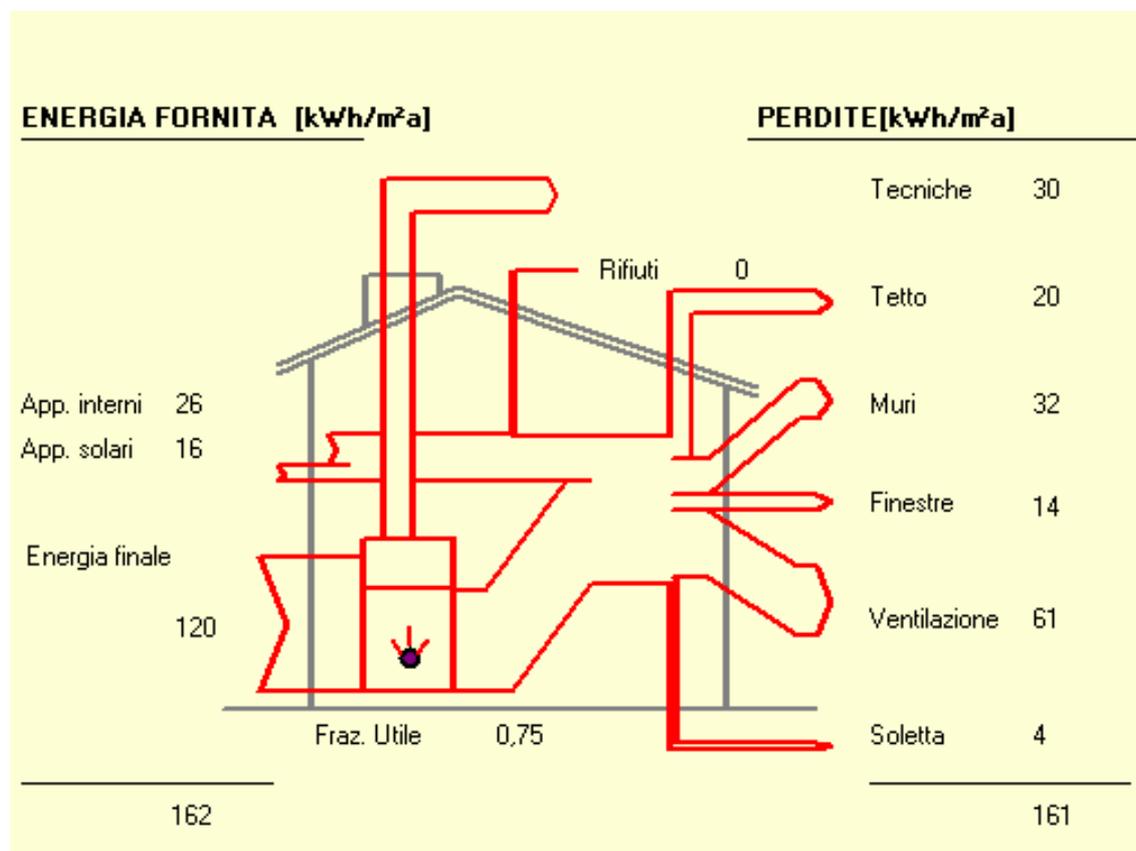
Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto

D

02

Fabbisogno energia primaria	120	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	26	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	14	kWh/m <sup>2</sup> anno

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1



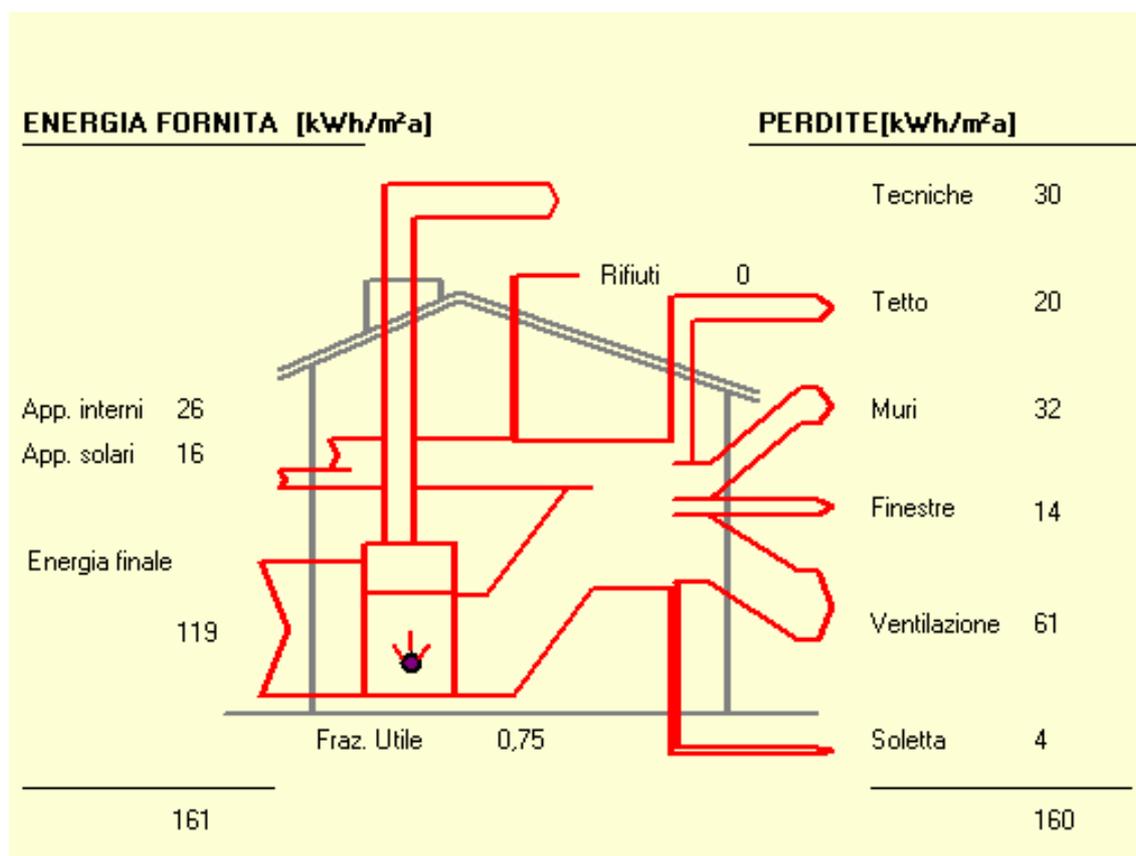


**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	32	24,4
Copertura	20	15,3
Solaio inferiore	7	3,1
Serramenti	14	10,6
Ventilazione	61	46,6
<b>TOTALE</b>	<b>134</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	119	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti solari	16	kWh/m <sup>2</sup> anno
Apporti interni	26	kWh/m <sup>2</sup> anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2**





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



**CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

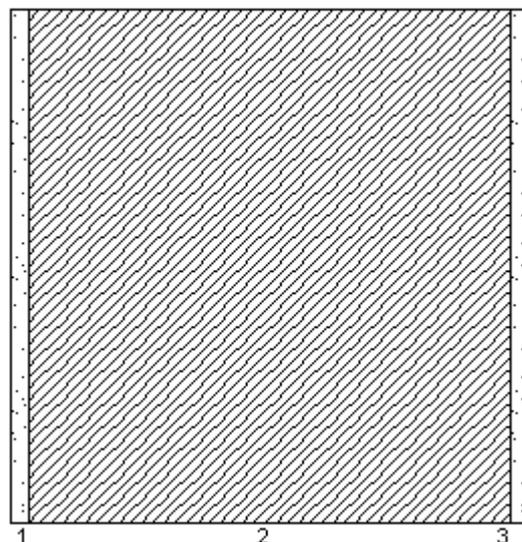
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
2	Gneiss	560	3,000	5,357	2700	0,020	0,020	0,187
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**600**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,459**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,407**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1154	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 795 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

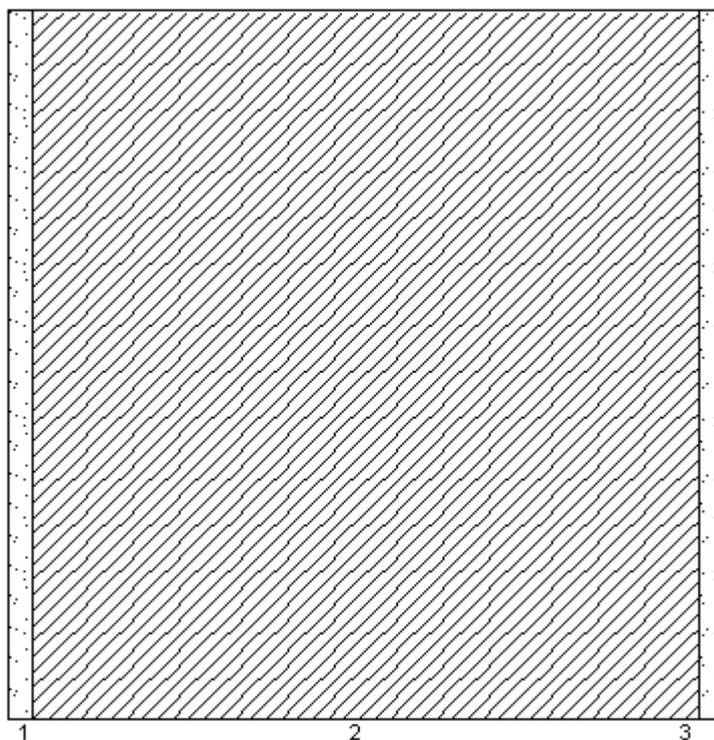
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
2	Gneiss	2700	10000	0%	560	3,000	0,187	3,000	0,187
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **600** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,407****0,439**Massa areica **1576** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,459****2,280**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,036 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,525$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

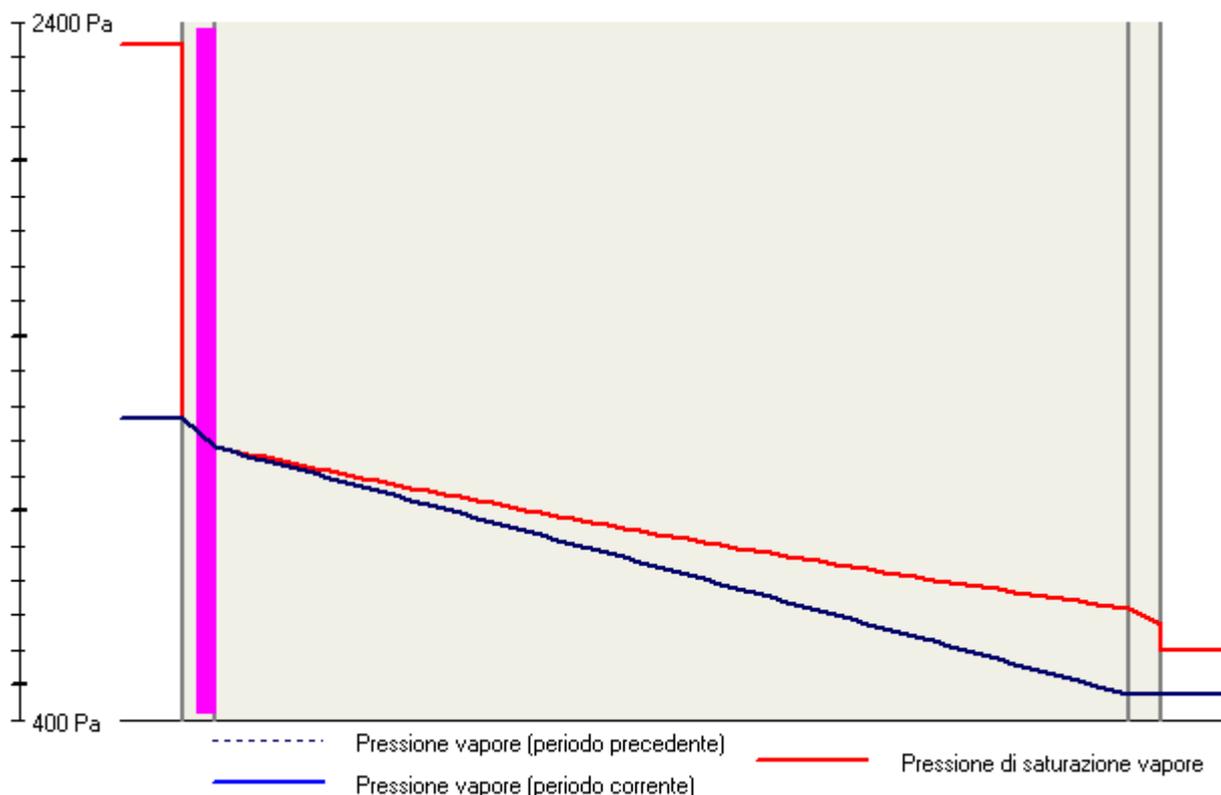
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

795 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

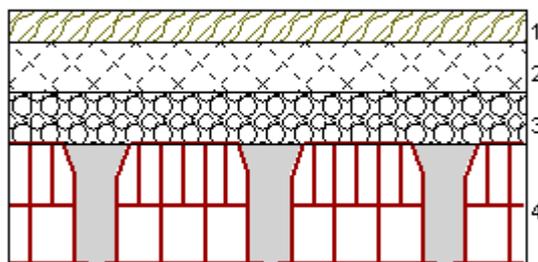


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
3	Sabbia secca (um. < 1%)	50	0,600	12,000	1700	13,333	13,333	0,083
4	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**250**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,477**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,677**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P1

Calcolo per

POTENZA

CCR

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,140	0,214
2	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	50	1,490	0,034	1,242	0,040
3	Sabbia secca (um. < 1%)	1700	15	70%	50	0,600	0,083	0,353	0,142
4	Volta in mattoni	2000	10	12%	120	0,900	0,133	0,804	0,149
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 250 mm

R m<sup>2</sup>K/W

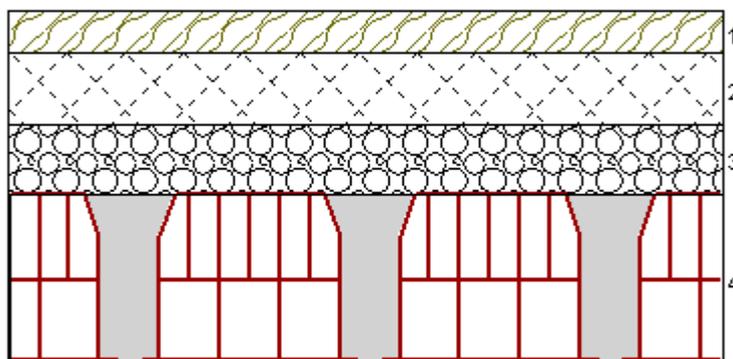
0,757

0,886

Massa areica 449 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

1,321

1,129



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

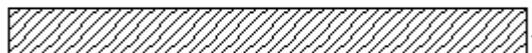
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	668	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

2,8  
 0,100  
 0,040  
 100% / 100%

1,4  
 0,100  
 0,072  
 50% / 0%

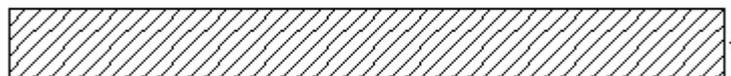
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	2700	10000	0%	50	3,000	0,017	3,000	0,017
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **50** mm  
 Massa areica **135** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**0,157**  
**6,383**

**0,189**  
**5,302**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

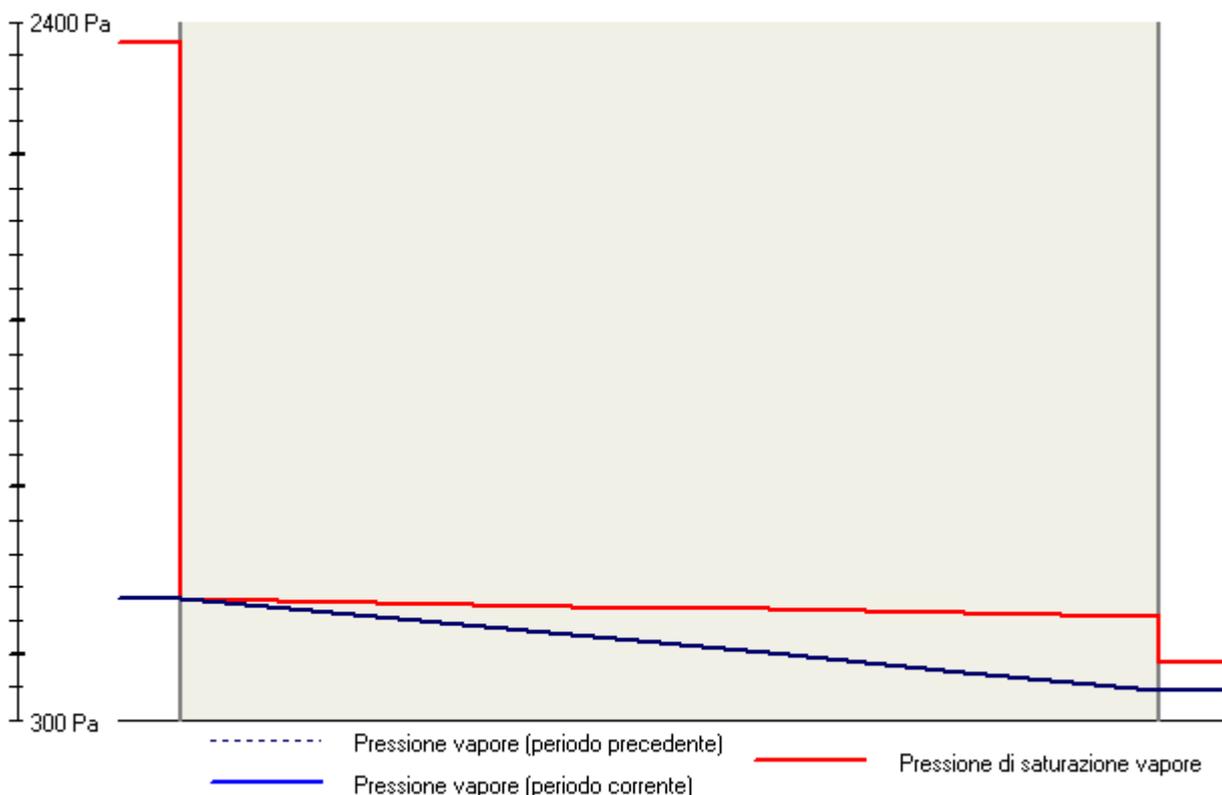
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

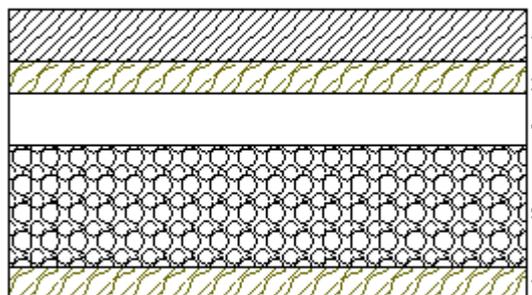
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ C° UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

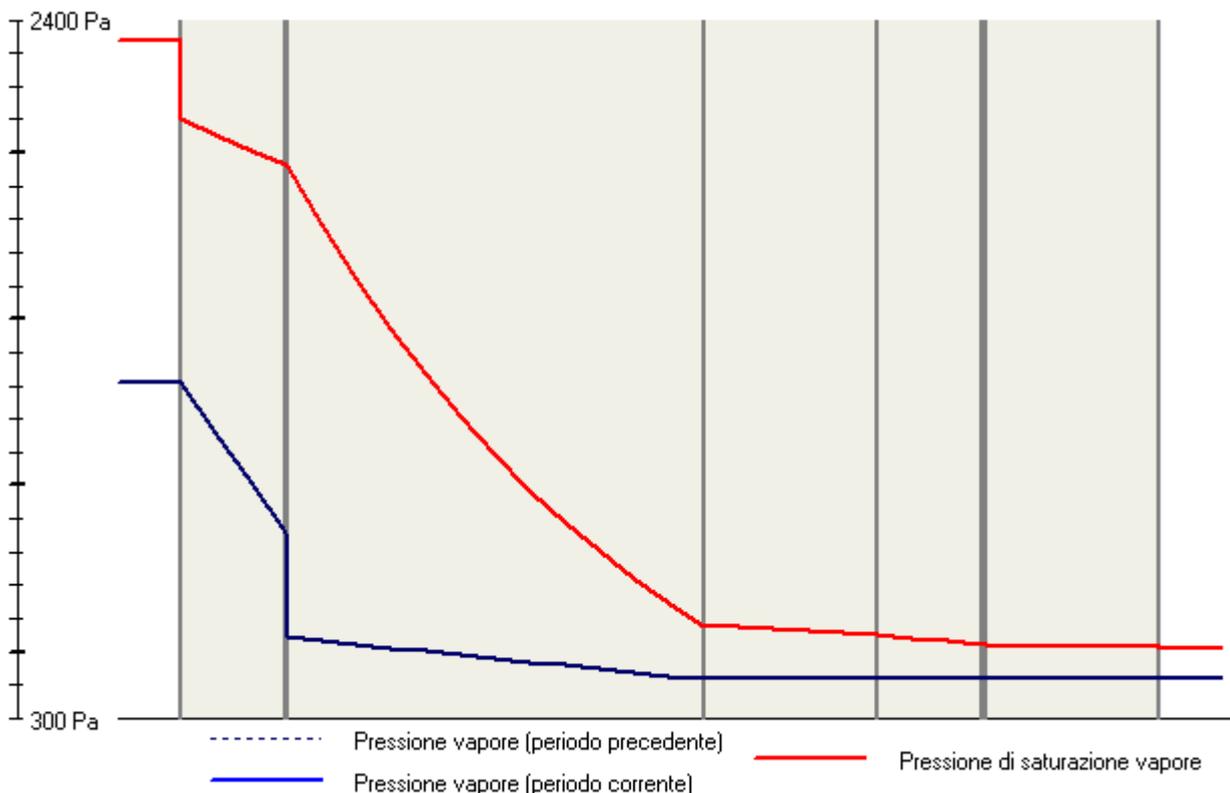
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

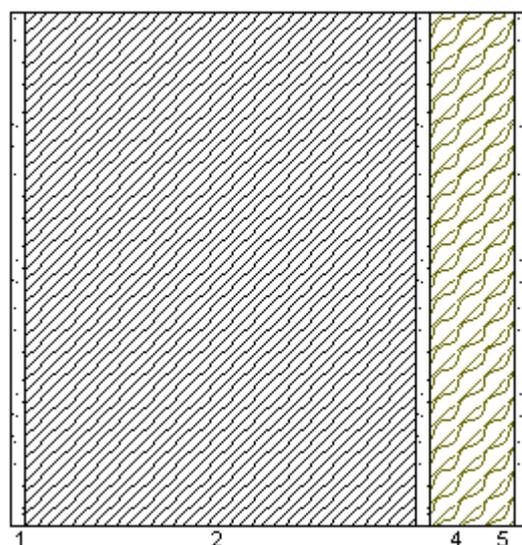
Codice struttura:

**M2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
2	Muratura in pietra naturale	560	3,000	5,357	3000	1,333	1,333	0,187
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
5	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**740**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,322**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,105**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 89 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 749 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B1**

Codice struttura:

**M2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

2,8  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

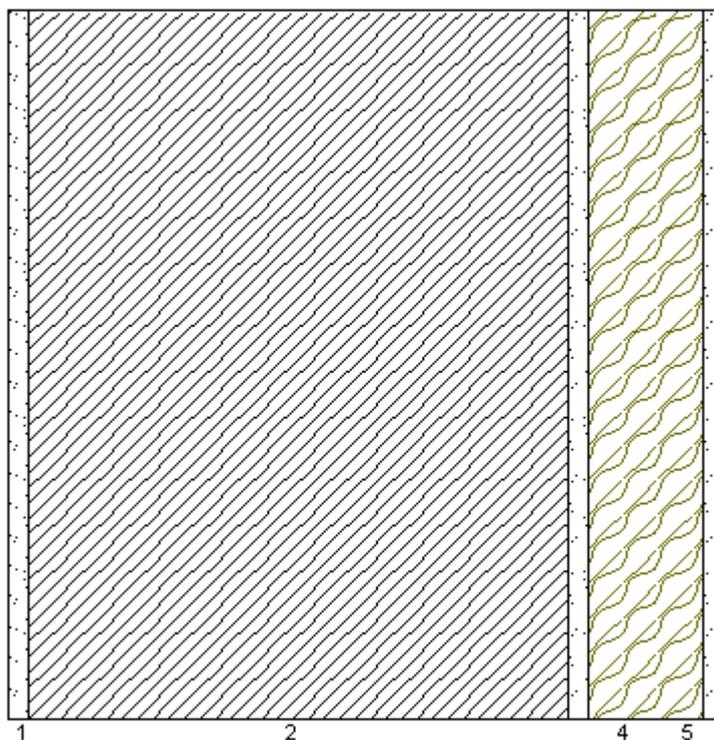
**CCR**

1,4  
 0,130  
 0,072  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
2	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	560	3,000	0,187	3,000	0,187
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
5	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **740** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,105****3,380**Massa areica **1798** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,322****0,296**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,347 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 < f_{Rsi} 0,922$ 

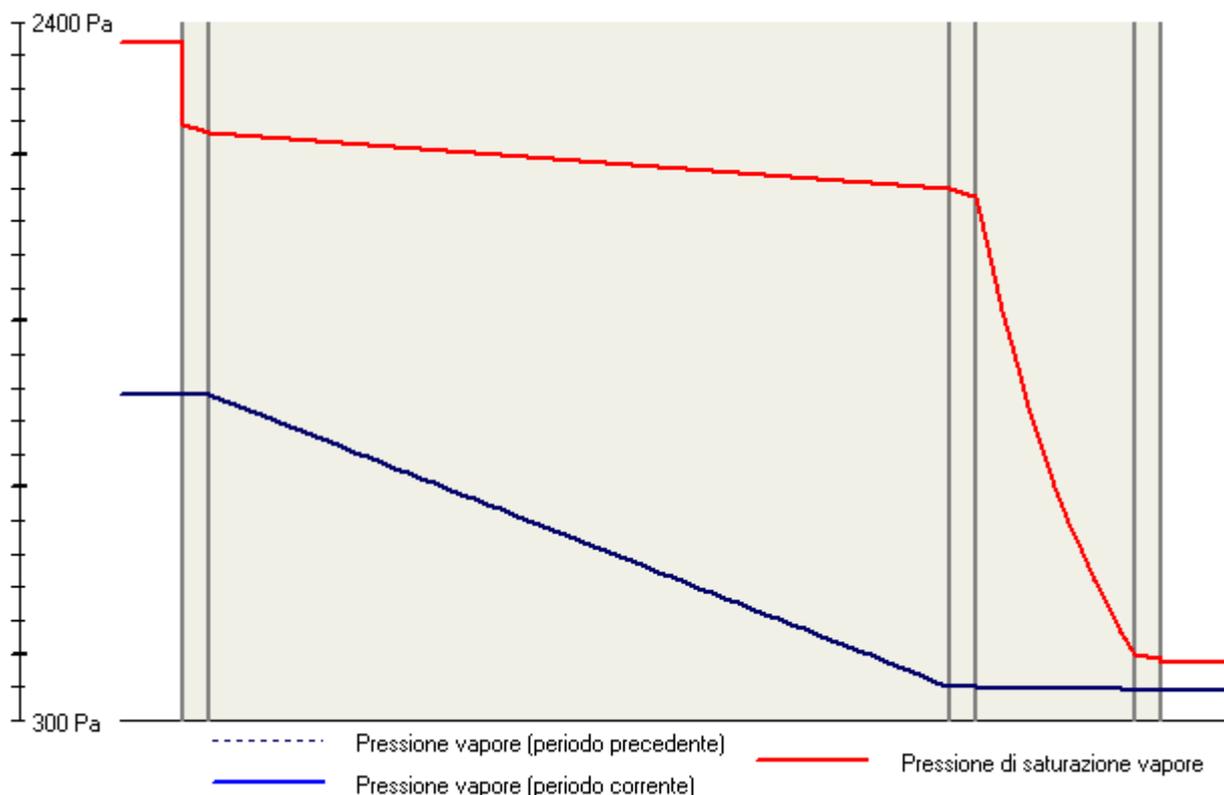
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

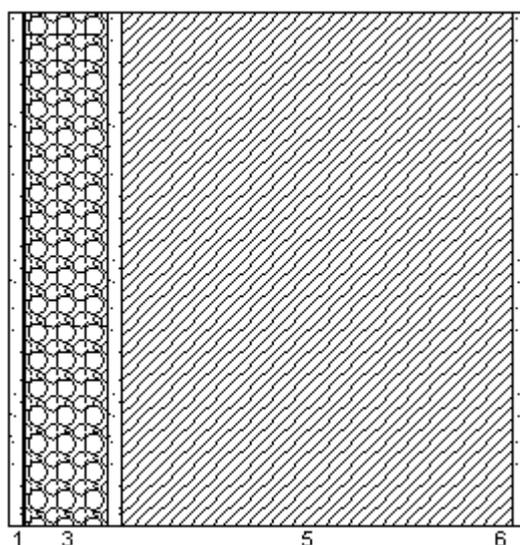
Codice struttura:

**M3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	560	3,000	5,357	3000	1,333	1,333	0,187
6	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**741,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,316**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,161**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 14 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 753 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B2**

Codice struttura:

**M3**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

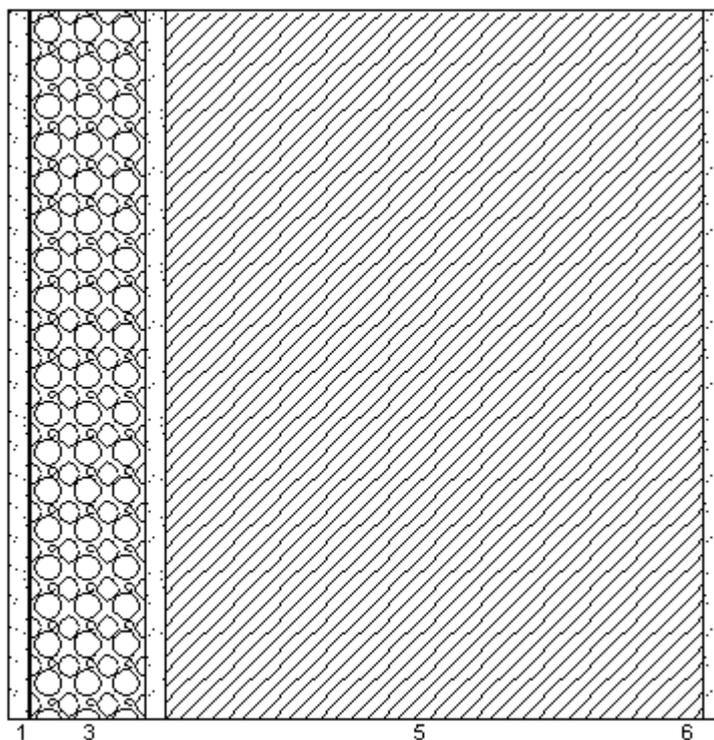
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	560	3,000	0,187	3,000	0,187
6	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **741,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,161****3,683**Massa areica **1770** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,316****0,272**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,250 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

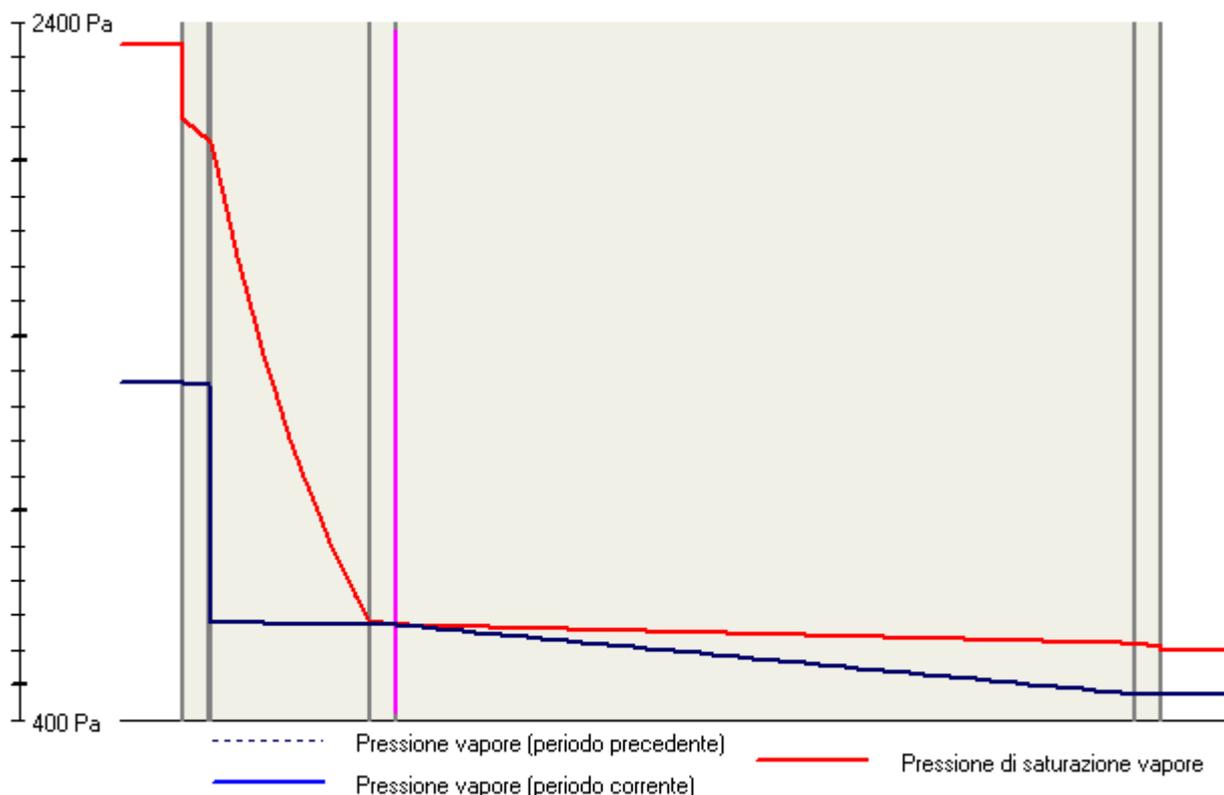
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

14 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

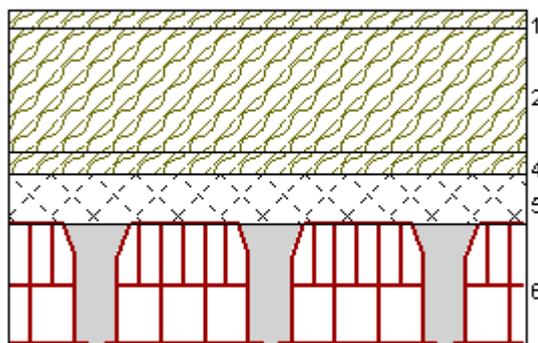
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	18	0,120	6,667	450	0,311	0,935	0,150
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
3	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
6	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**328,5**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,301**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,323****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 87 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 763 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P4**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,170

0,040

100% / 100%

**CCR**

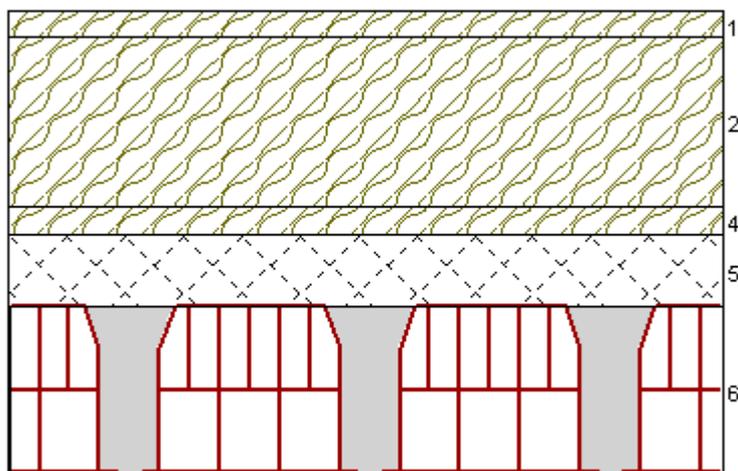
1,4

0,170

0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	18	0,120	0,150	0,110	0,164
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
3	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	50	1,490	0,034	1,242	0,040
6	Volta in mattoni	2000	10	12%	120	0,900	0,133	0,804	0,149
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **328,5** mmR **m<sup>2</sup>K/W****3,363****3,689**Massa areica **397** kg/m<sup>2</sup>U **W/m<sup>2</sup>K****0,297****0,271**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B1

Codice struttura:

P4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,481 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,927$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

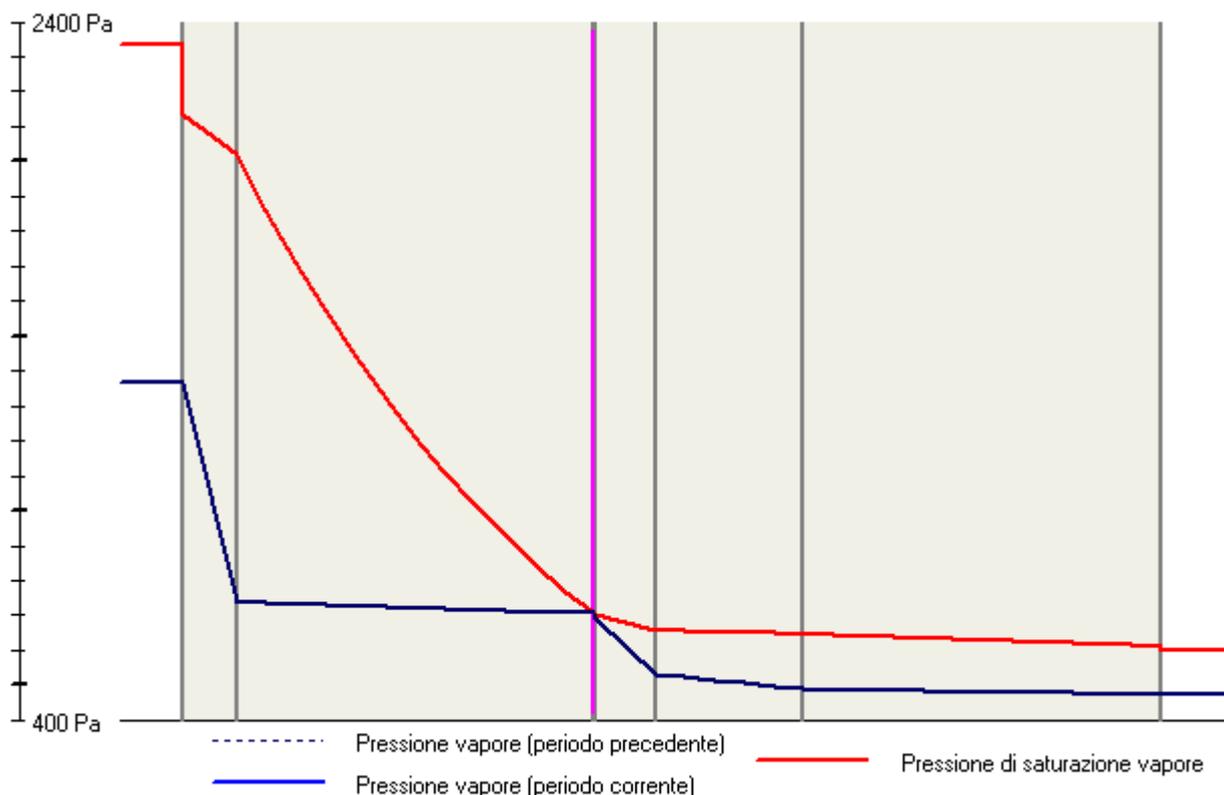
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

87 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

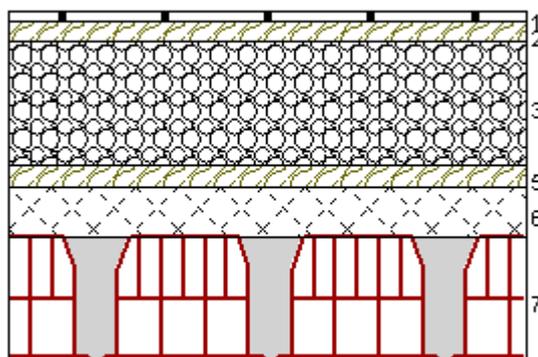
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P5**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	50	1,490	29,800	2200	2,857	2,857	0,034
7	Volta in mattoni	120	0,900	7,500	2000	20,000	20,000	0,133
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**340,5**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,295**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,385****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 74 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 767 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P5**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

2,8  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

**CCR**

1,4  
 0,170  
 0,072  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	50	1,490	0,034	1,242	0,040
7	Volta in mattoni	2000	10	12%	120	0,900	0,133	0,804	0,149
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 340,5 mm

R m<sup>2</sup>K/W

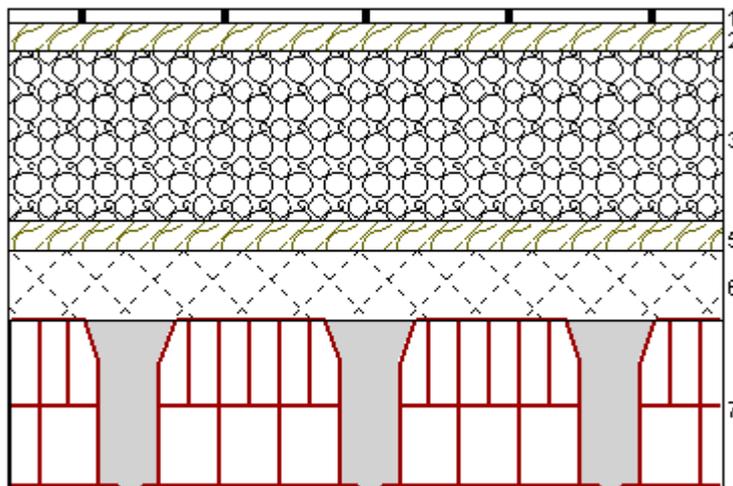
3,425

4,004

Massa areica 387 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

0,292

0,250



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B2

Codice struttura:

P5

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,153 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,929$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

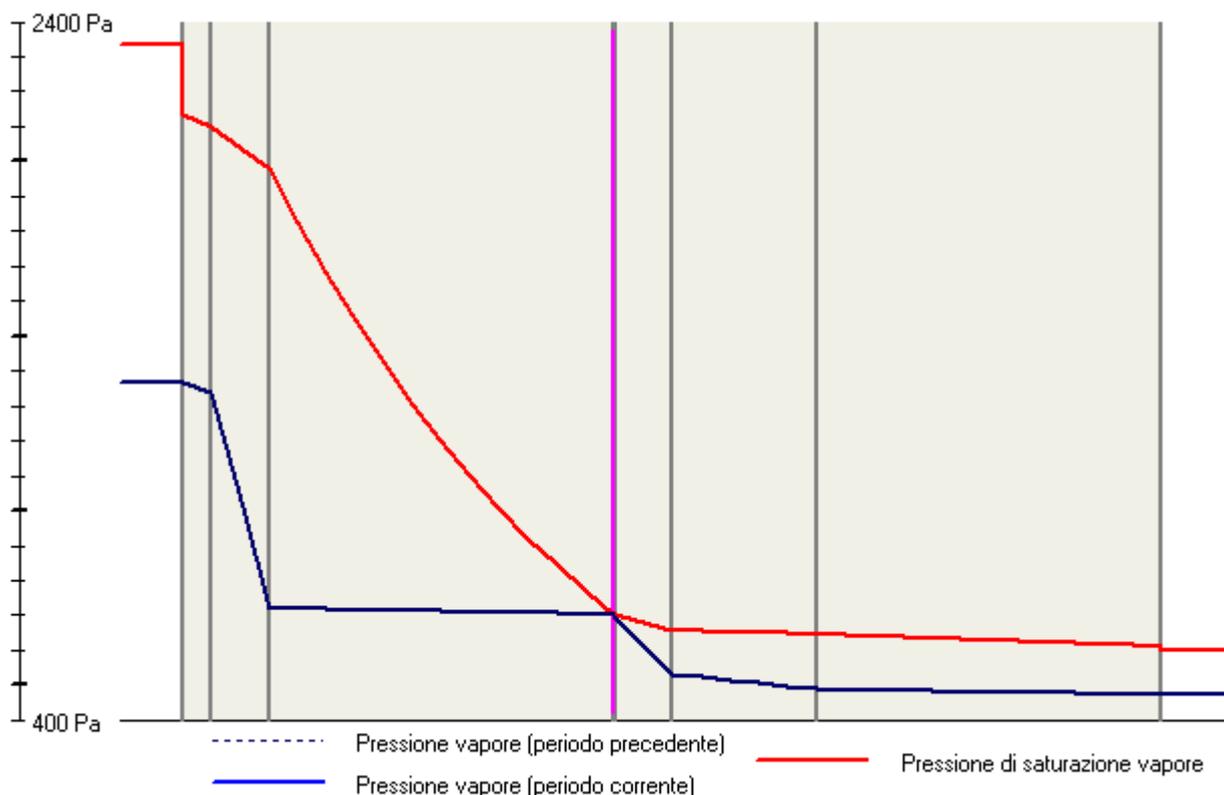
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

74 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	25,44 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Intonaco esterno	64,15 €/m <sup>2</sup>	44,00 €/m <sup>2</sup>
Guaine	-	3,80 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>133,35 €/m<sup>2</sup></b>	<b>128,21 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>23.202,90 €</b>	<b>22.308,54 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Calcestruzzo, rete elettrosaldata	22,15 €/m <sup>2</sup>	22,15 €/m <sup>2</sup>
Isolante termico e carta kraft	41,69 €/m <sup>2</sup>	26,31 €/m <sup>2</sup>
Tavolato e magatelli	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>100,40 €/m<sup>2</sup></b>	<b>88,02 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>6.024,00 €</b>	<b>5.281,20 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	82,09 €/m <sup>2</sup>	82,09 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>127,27 €/m<sup>2</sup></b>	<b>111,89 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>13.999,70 €</b>	<b>12.307,90 €</b>

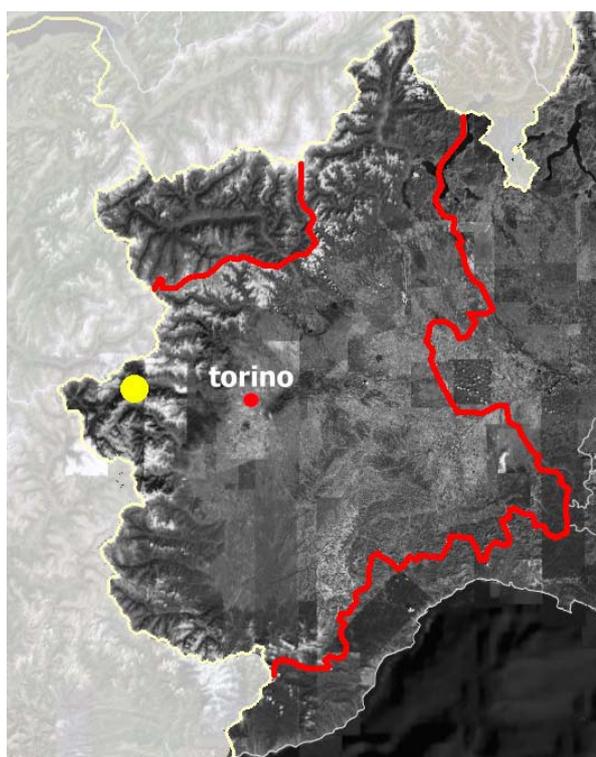


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>3 628,90 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	46.855,50 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	6,9
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	43.526,54 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	7,8



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	-
Città	Fraz. Seghino - Monpanteo(TO)
Comunità montana	Bassa Val Susa
Data di costruzione	1789
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	312 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
Qualità del trasporto pubblico	Scarsa
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Residenziale



Prospetto sul retro



Prospetto laterale



Prospetto principale



Particolari di facciata



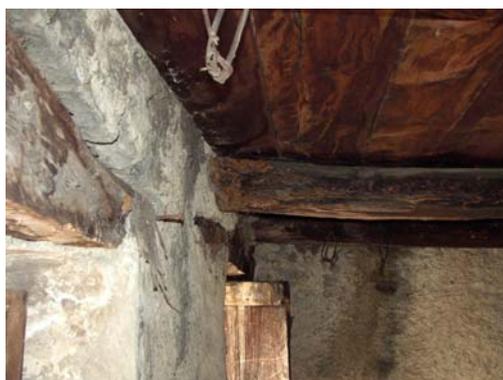
Particolari di facciata



Particolare botola verso il seminterrato



Particolare finestra



Particolare solaio



*Vista laterale*



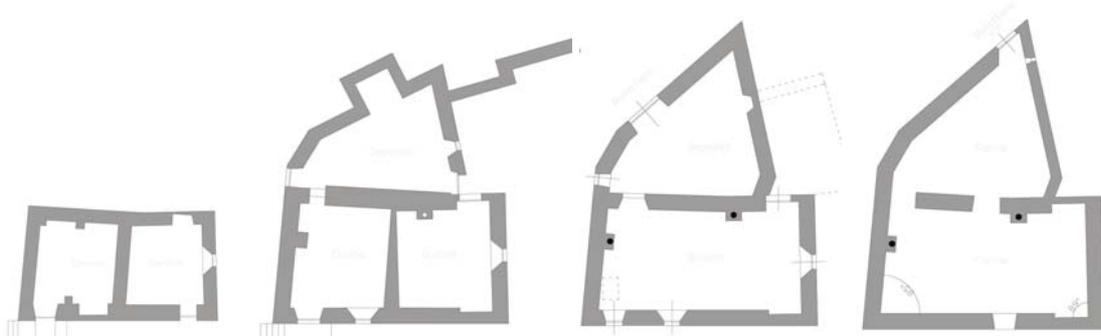
*Copertura*



*Particolare copertura esterno*



*Particolare copertura interno*

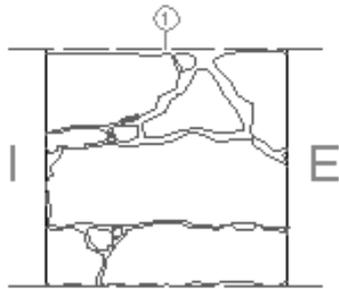


*Pianta piano seminterrato*

*Pianta piano terra*

*Pianta piano primo*

*Pianta piano secondo*



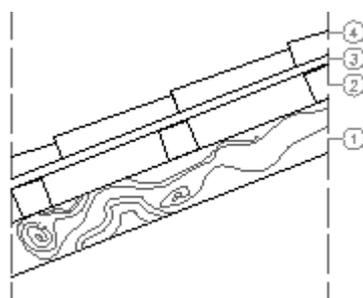
**Parete portante**



1 Muratura in pietra naturale N	45 cm
1 Muratura in pietra naturale SEO	70 cm

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice

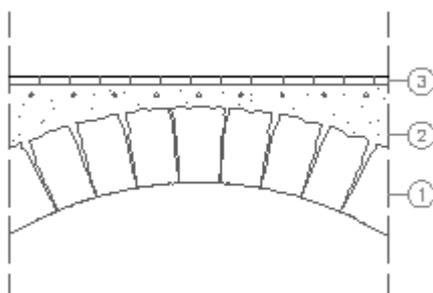
**Serramenti**



**Copertura**



1 Travi in legno	18 cm
2 Travetti	6 cm
3 Tavolato	5 cm
4 Lose	5 cm



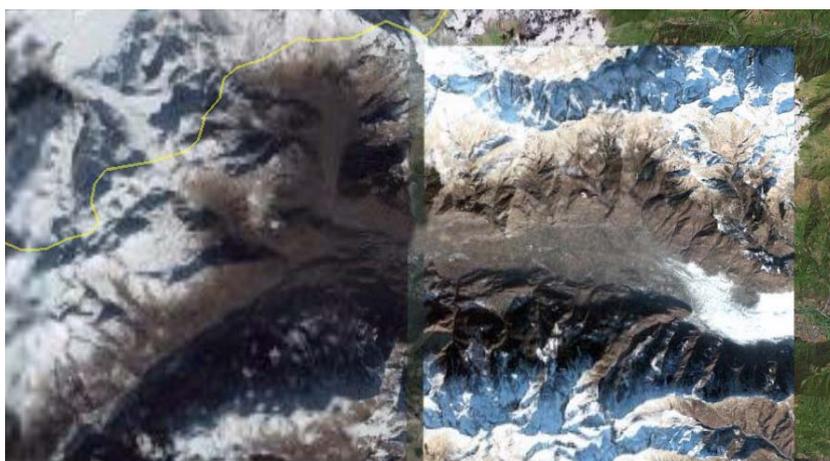
**Solaio inferiore**



1 Pavimento in legno	3 cm
2 Sabbia	3 cm
3 Volta in pietra	15 cm



Denominazione	-
Indirizzo	-
Città	Fraz. Seghino - Monpanteo(TO)
Comunità montana	Bassa Val Susa
Data di costruzione	1789
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	312 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
Qualità del trasporto pubblico	Scarsa
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Presente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Presente
Uso principale del sito e area circostante	Residenziale



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** 03

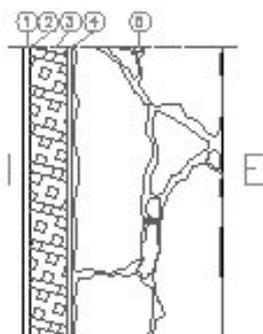
DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante (Sud – Est - Ovest)	2,5	198
Parete portante (Nord)	3,5	79
Copertura	5,4	120
Solaio inferiore	2,5	60
Area vetrata	3,5	19,6

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3085	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	208	38,2
Copertura	188	34,6
Solaio inferiore	37	6,8
Serramenti	25	4,6
Ventilazione	86	15,8
TOTALE	544	100



### Cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	70 cm

### Parete portante SEO

Descrizione

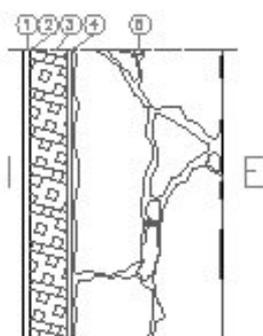
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

86,1 cm

Trasmittanza

0,31 W/m<sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di legno	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	45 cm

### Parete portante N

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

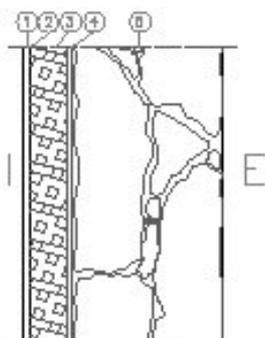
61,1 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	70 cm

### Parete portante SEO

Descrizione

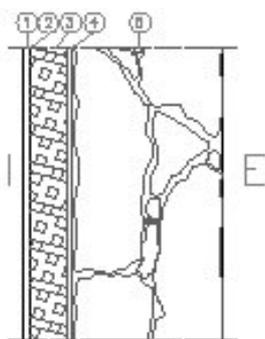
L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

86,1 cm

Trasmittanza

0,31 W/m<sup>2</sup> °C



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Barriera al vapore	0,1 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
4	Intonaco	2 cm
5	Muratura in pietra naturale	45 cm

### Parete portante N

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

61,1 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

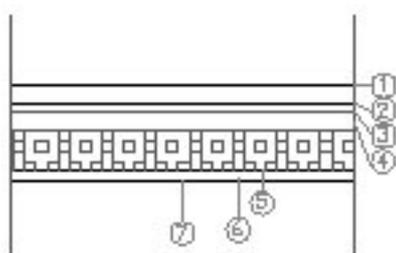
Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m<sup>2</sup>



### Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	14 kWh/m <sup>2</sup>

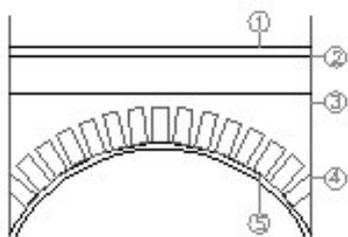


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in losa	5	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,1	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Carta Kraft	0,04	cm
7	Tavolato in legno	3	cm

### Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	28,1 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	11 kWh/m <sup>2</sup>

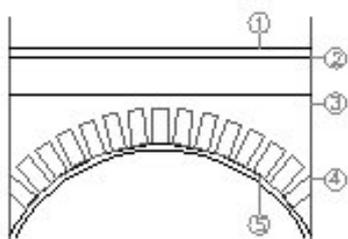


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Pavimento in legno	3 cm
2	Pannello in fibra di legno	12 cm
3	Riempimento di sabbia	4
4	Volta in mattoni	15 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato.
Spessore	34 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	5 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio con pannelli i in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	3 cm
2	Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3	Riempimento di sabbia	4
4	Volta in mattoni	15 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	34 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	5 kWh/m <sup>2</sup>





Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit **D 03**

**DATI DI INPUT**

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante (Sud – Est - Ovest)	0,31	0,31	198
Parete portante (Nord)	0,33	0,33	79
Copertura	0,32	0,32	120
Solaio inferiore	0,32	0,32	60
Area vetrata	2,2	2,2	19,6

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3085	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	27	23,9
Copertura	11	9,8
Solaio inferiore	18	4,4
Serramenti	18	15,9
Ventilazione	52	46
<b>TOTALE</b>	<b>126</b>	<b>100</b>



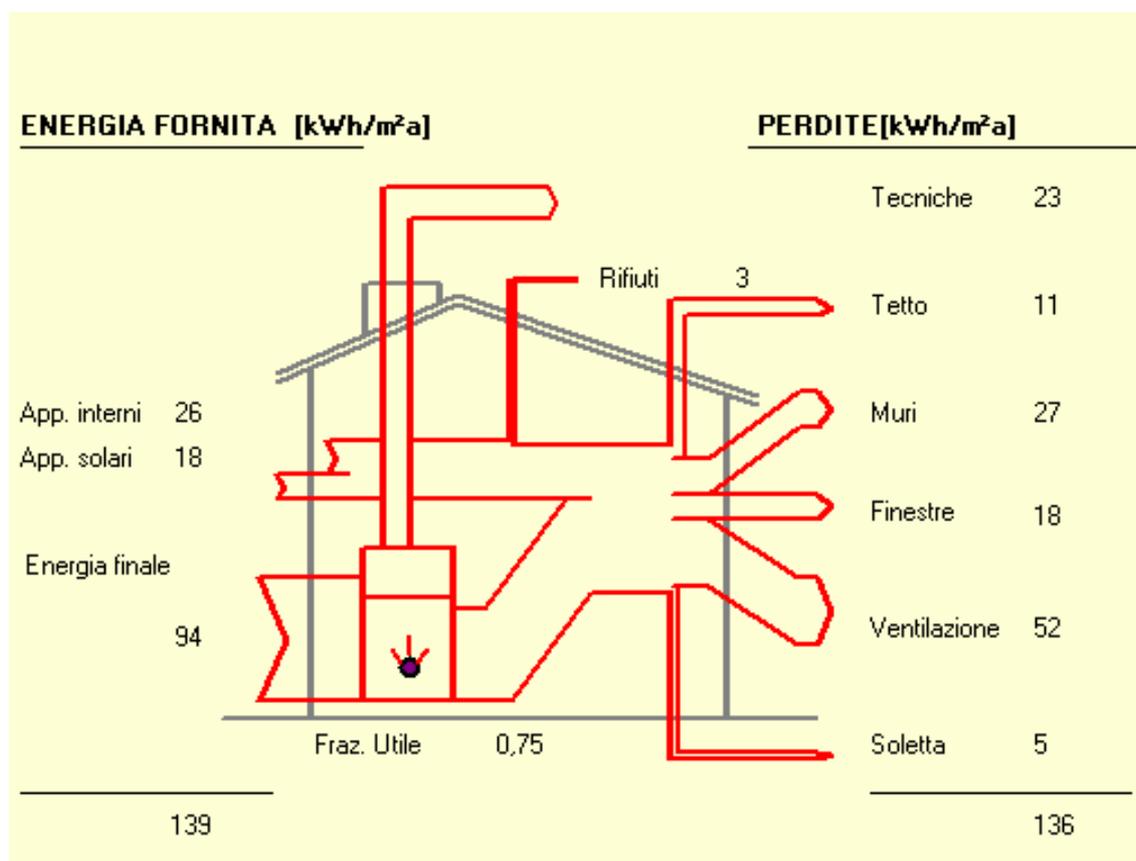


### BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	27	23,9
Copertura	11	9,8
Solaio inferiore	18	4,4
Serramenti	18	15,9
Ventilazione	52	46
<b>TOTALE</b>	<b>126</b>	<b>100</b>

Fabbisogno energia primaria	94	kWh/m2 anno
Apporti solari	18	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

### BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B2





AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

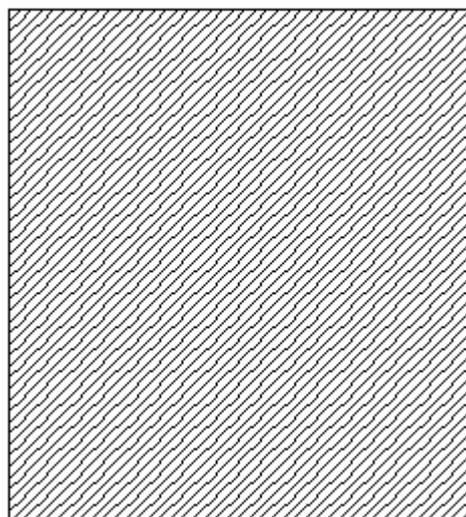
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	450	3,000	6,667	3000	1,333	1,333	0,150
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**450**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**3,125**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,320**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	997	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

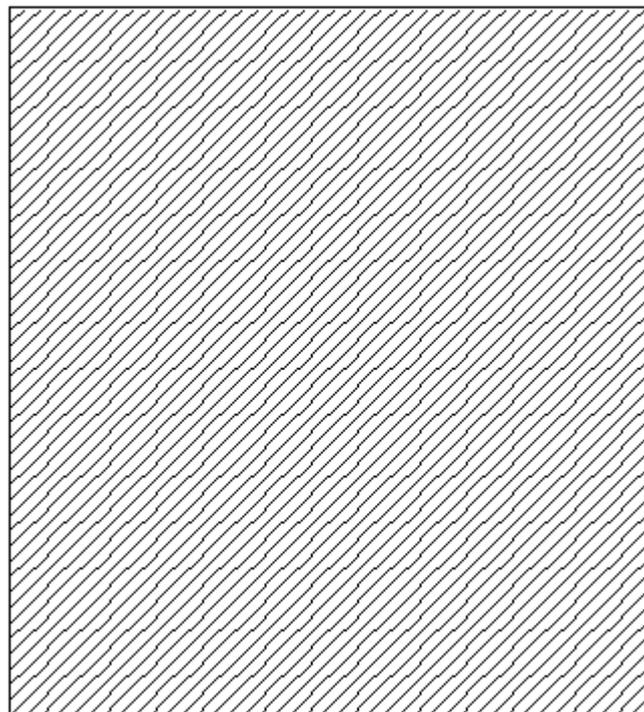
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	450	3,000	0,150	3,000	0,150
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **450** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,320****0,352**Massa areica **1350** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**3,125****2,841**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2,963 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

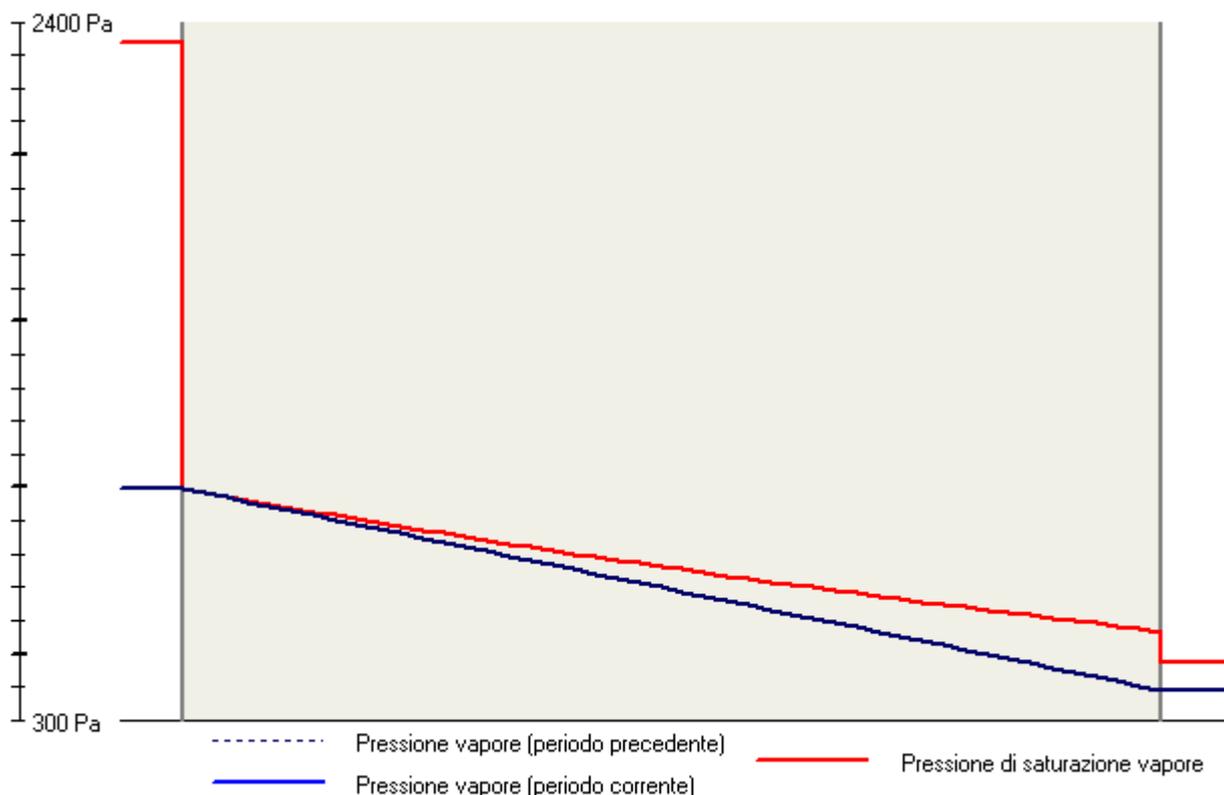
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,432$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_A**

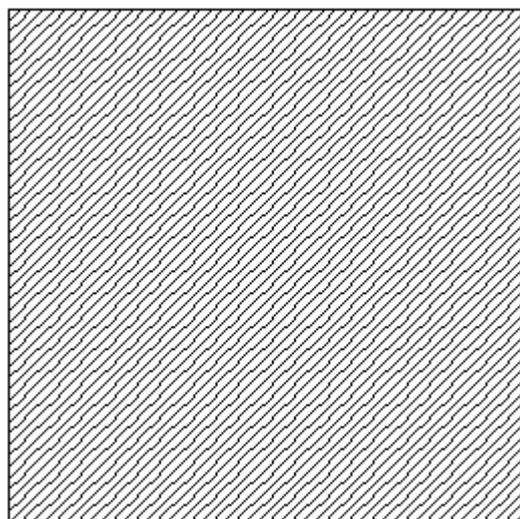
Codice struttura:

**M3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**700**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,479**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,403**

Interno



Esterno

1

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1148	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 3,27 E-01 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_A**

Codice struttura:

**M3**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

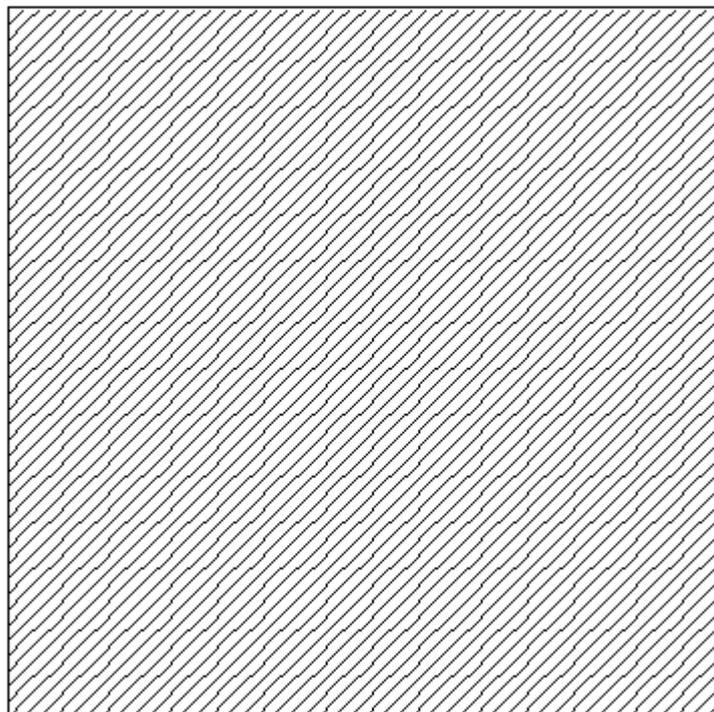
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **700** mmR m<sup>2</sup>K/W**0,403****0,435**Massa areica **2100** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**2,479****2,297**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SEO\_A

Codice struttura:

M3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,905 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,522$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

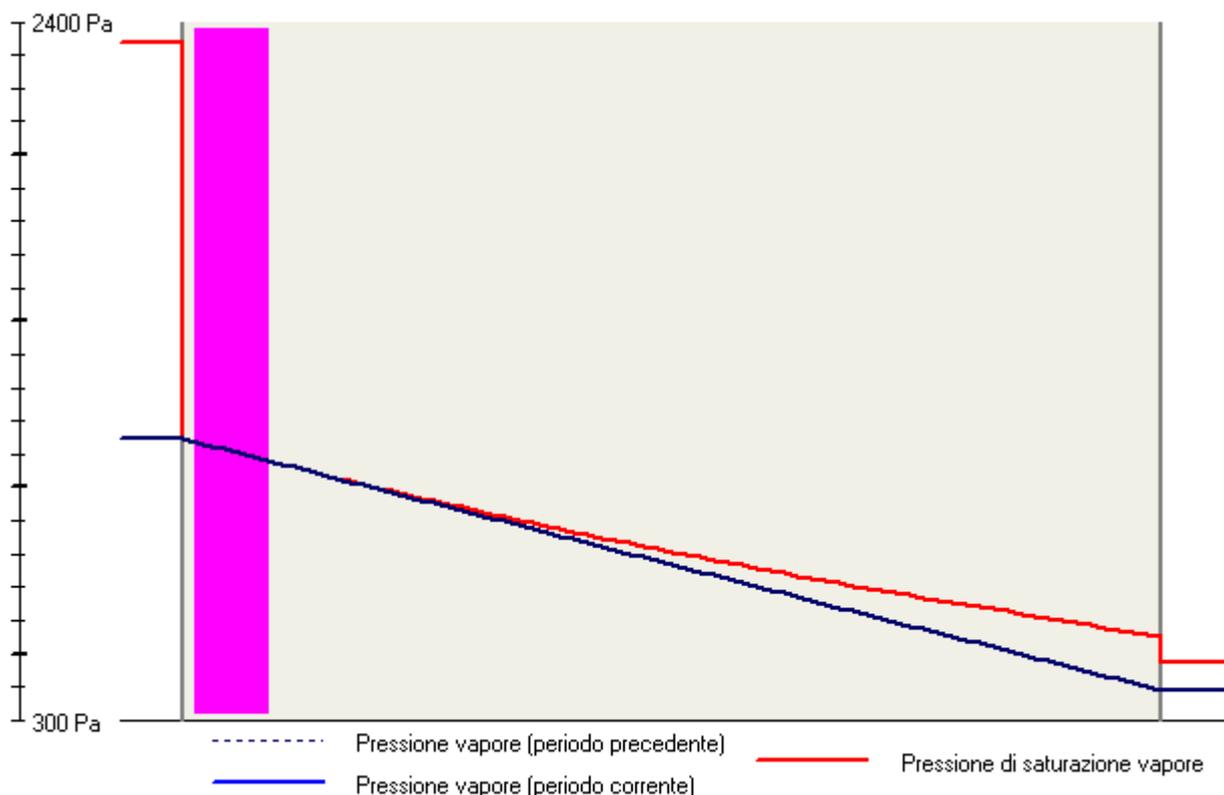
Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Gennaio

Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>Q.tà massima di condensa durante l'anno: 3,27 E-01 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio

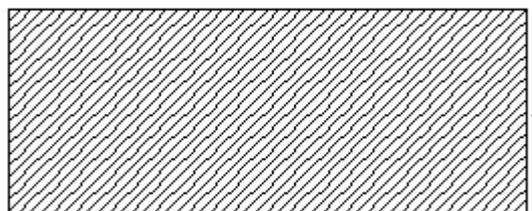


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	200	3,000	15,000	3000	1,333	1,333	0,067
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**200**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**3,061**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,327**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m<sup>2</sup>K/W  
m<sup>2</sup>K/W  
%

**POTENZA**

0,170  
0,170  
100% / 100%

**CCR**

0,170  
0,170  
50% / 0%

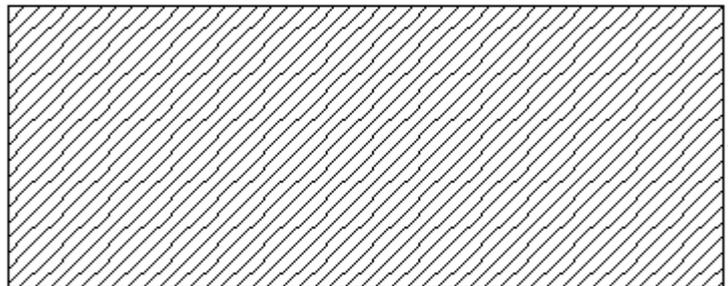
N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	3000	150	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **200**    mm  
 Massa areica    **600**    kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W  
 U    W/m<sup>2</sup>K

**0,407**                      **0,407**

**2,459**                      **2,459**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

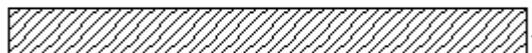
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	0,020	0,020	0,017
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**50**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**5,357**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,187****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	668	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

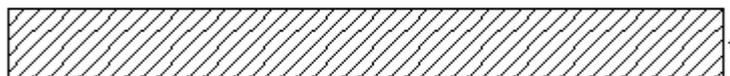
**S1**

Calcolo per

		<b>POTENZA</b>	<b>CCR</b>
Vento	m/s	2,8	1,4
Resistenza superficiale interna	m <sup>2</sup> K/W	0,100	0,100
Resistenza superficiale esterna	m <sup>2</sup> K/W	0,040	0,072
Maggiorazione isolante / non isolante	%	100% / 100%	50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	2700	10000	0%	50	3,000	0,017	3,000	0,017
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

<b>Spessore totale</b>	<b>50</b>	<b>mm</b>	<b>R</b>	<b>m<sup>2</sup>K/W</b>	<b>0,157</b>	<b>0,189</b>
<b>Massa areica</b>	<b>135</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>	<b>U</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>6,383</b>	<b>5,302</b>



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 0,400 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

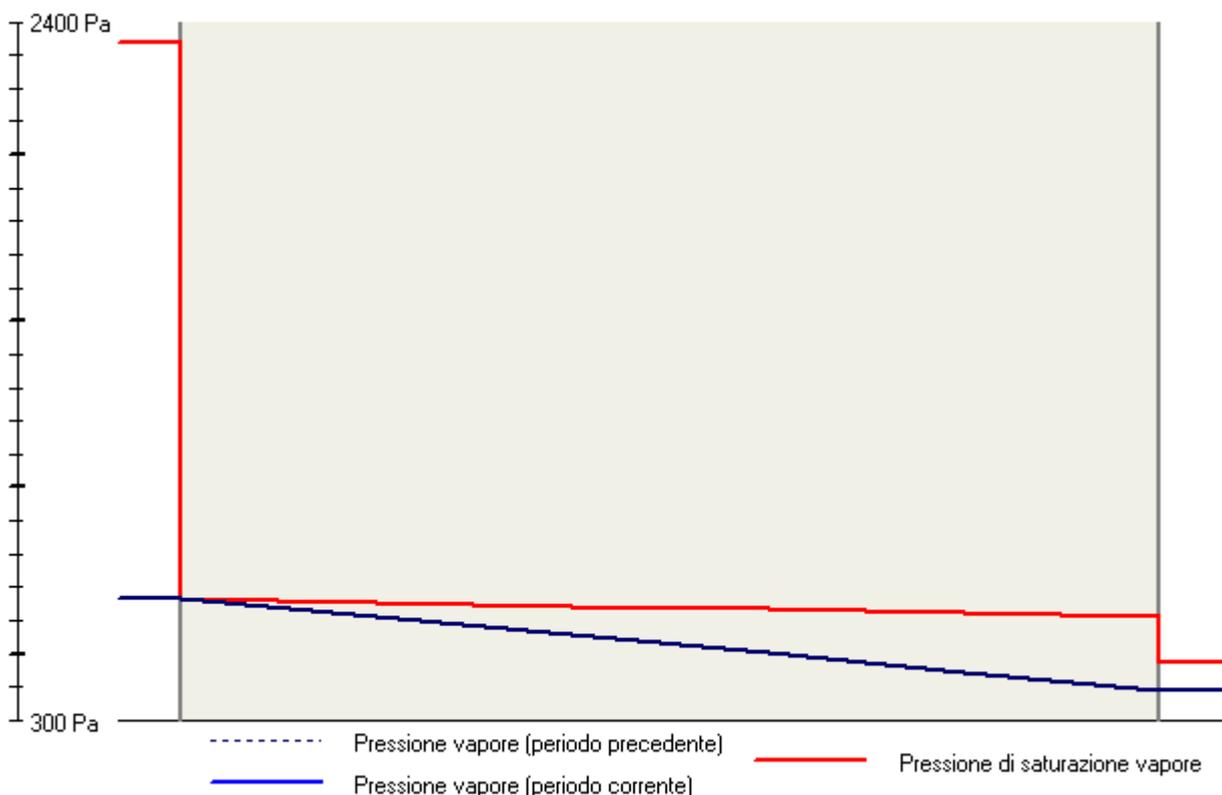
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,185$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



**CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

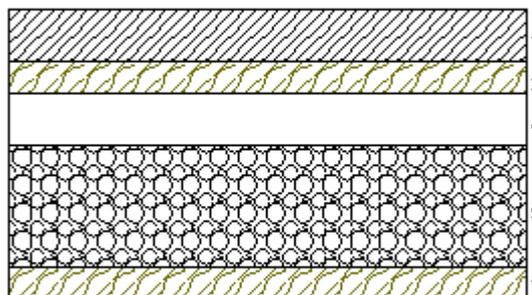
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Gneiss	50	3,000	60,000	2700	-	-	0,011
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	1	0,170	170	800	-	-	0,004
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,109
4	Aria debolmente ventilata (fl.ascend.)	50	0,625	12,500	0	-	-	0,080
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Carta kraft	0,4	0,170	425	590	0,089	0,089	0,002
7	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**281,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**38,203**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,026**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,196****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1309	-2,2	418
Estiva (luglio)	20,7	1568	20,7	1568

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 149 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 731 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 78,431 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,026 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,772 < f_{Rsi} 0,925$ 

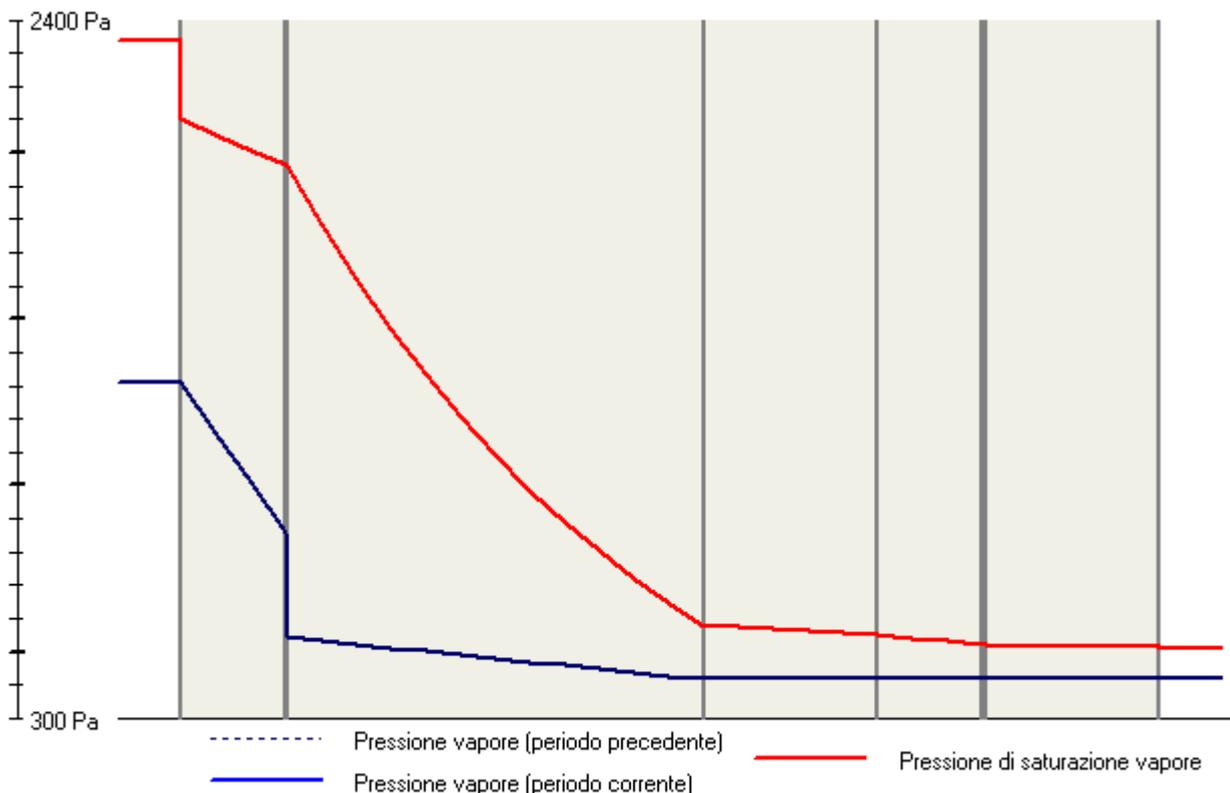
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

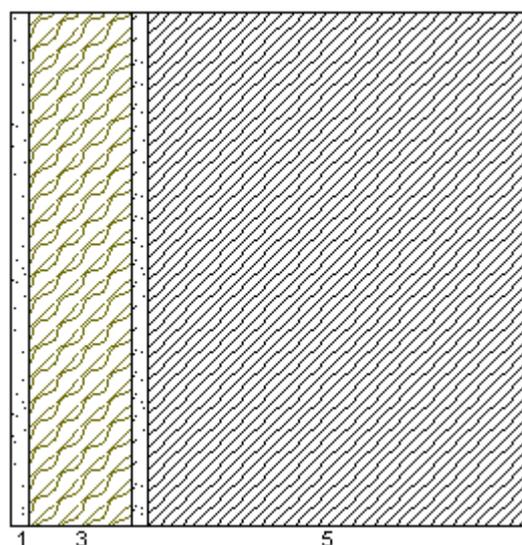
Codice struttura:

**M6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	450	3,000	6,667	3000	1,333	1,333	0,150
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**611,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,323**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,100**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 14 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 749 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B1**

Codice struttura:

**M6**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

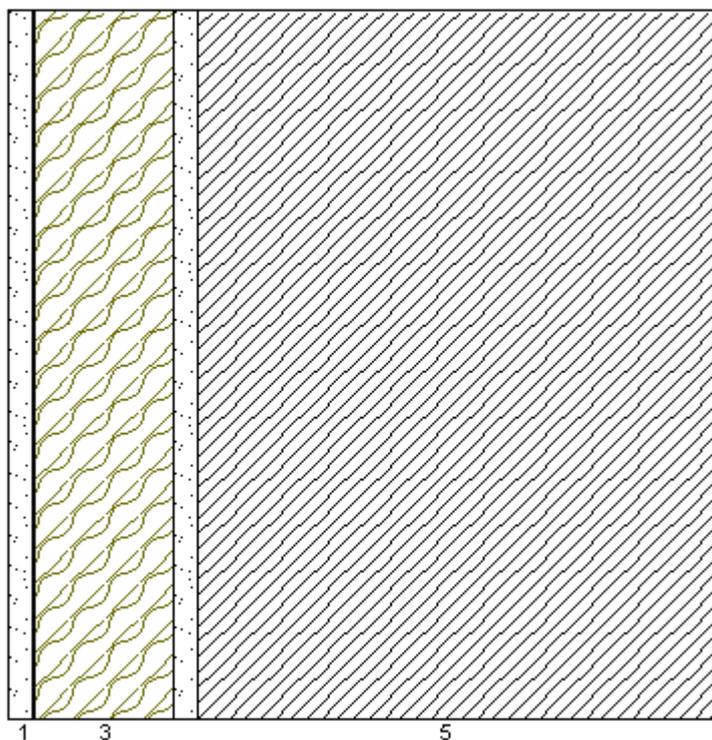
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	450	3,000	0,150	3,000	0,150
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **611,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,100****3,374**Massa areica **1427** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,323****0,296**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B1

Codice struttura:

M6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,394 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,922$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

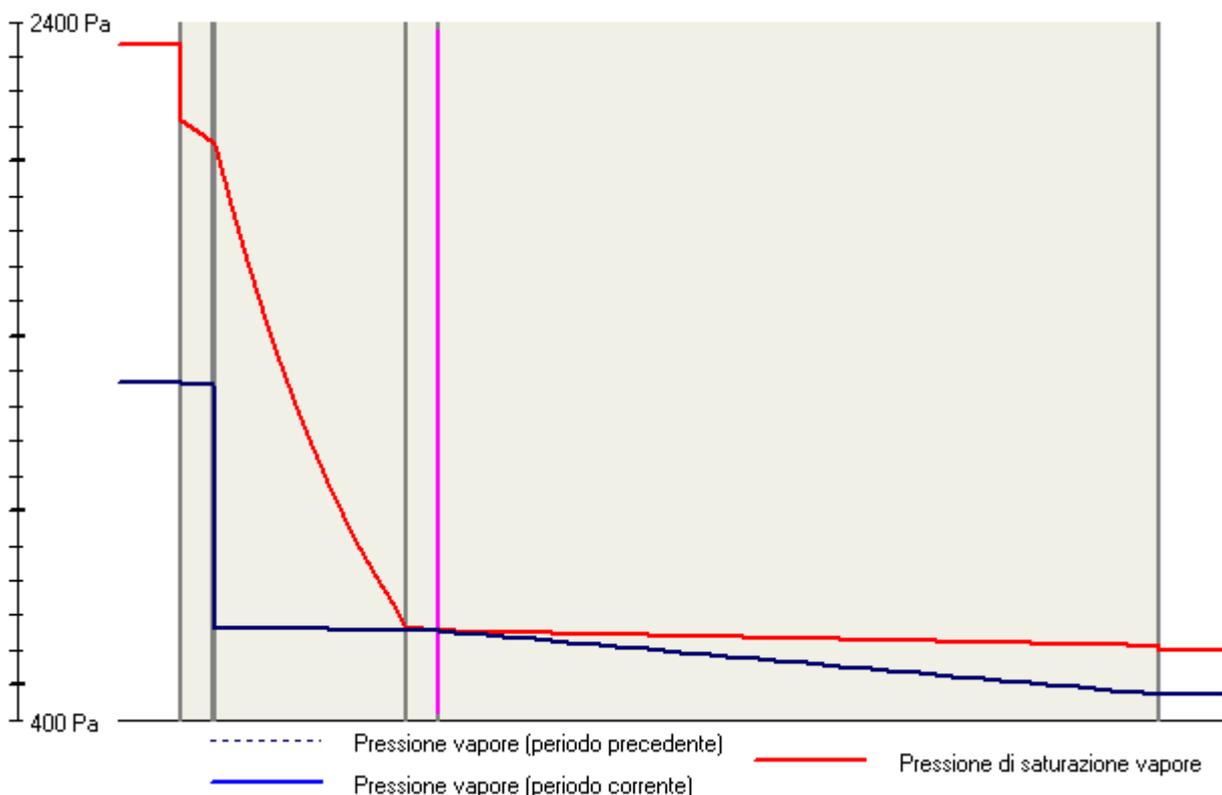
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

14 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_B1**

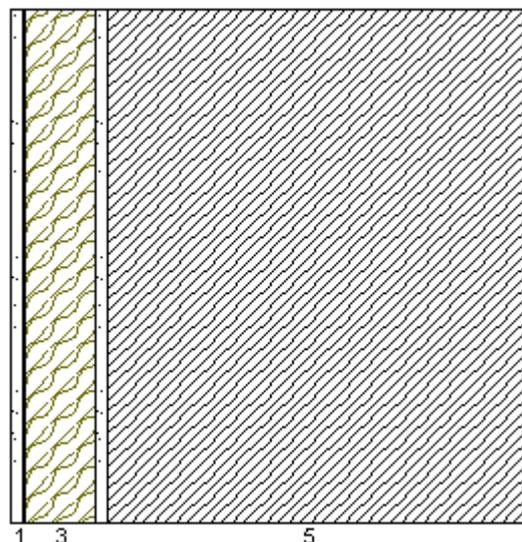
Codice struttura:

**M8**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**861,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,314**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,183**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 755 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_B1**

Codice struttura:

**M8**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

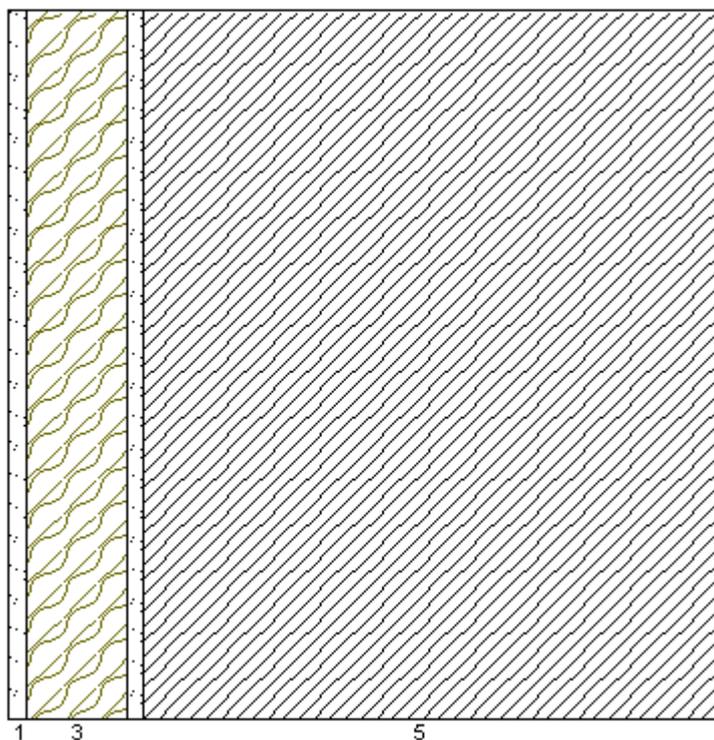
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **861,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,183****3,457**Massa areica **2177** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,314****0,289**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SEO\_B1

Codice struttura:

M8

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,105 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

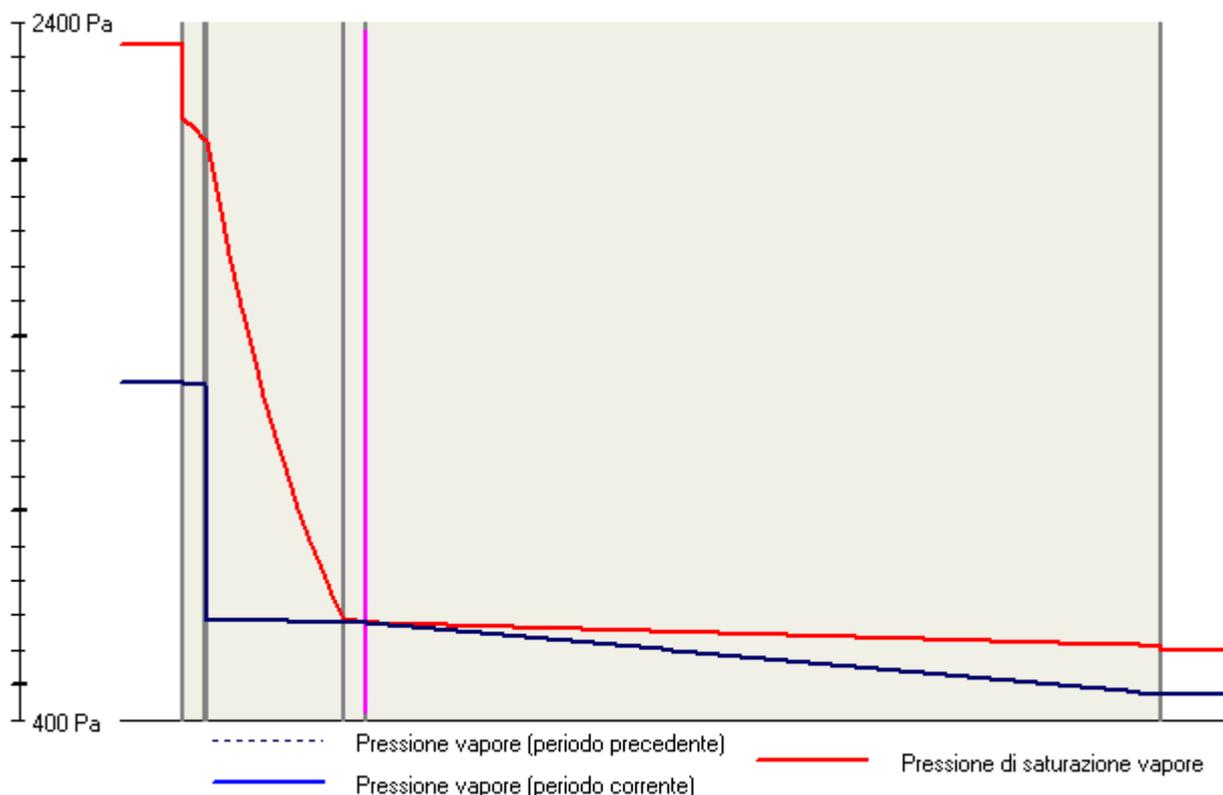
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

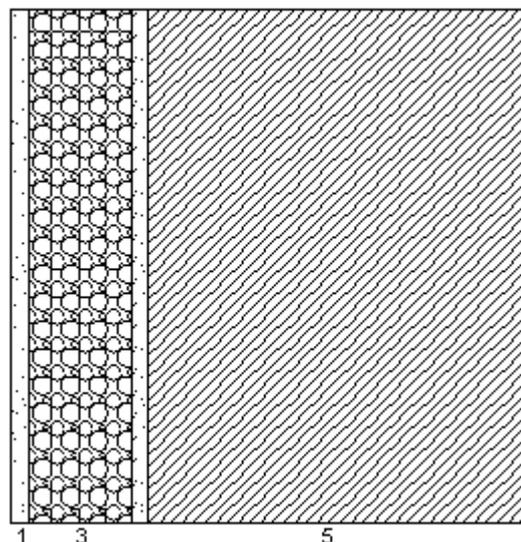
Codice struttura:

**M10**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	450	3,000	6,667	3000	1,333	1,333	0,150
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**611,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,323**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,100**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 14 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 749 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_N\_B2**

Codice struttura:

**M10**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

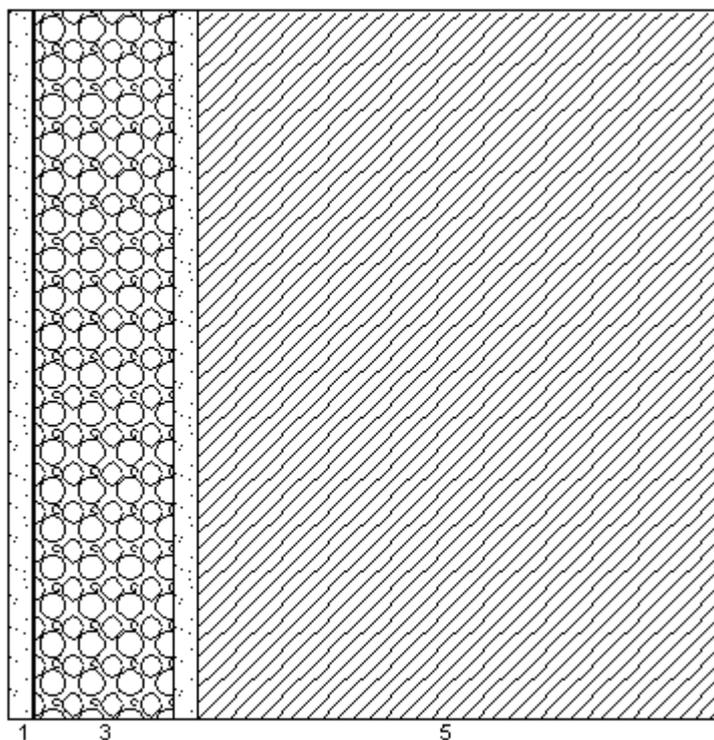
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	450	3,000	0,150	3,000	0,150
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **611,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,100****3,621**Massa areica **1408** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,323****0,276**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_N\_B2

Codice struttura:

M10

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,396 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,922$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

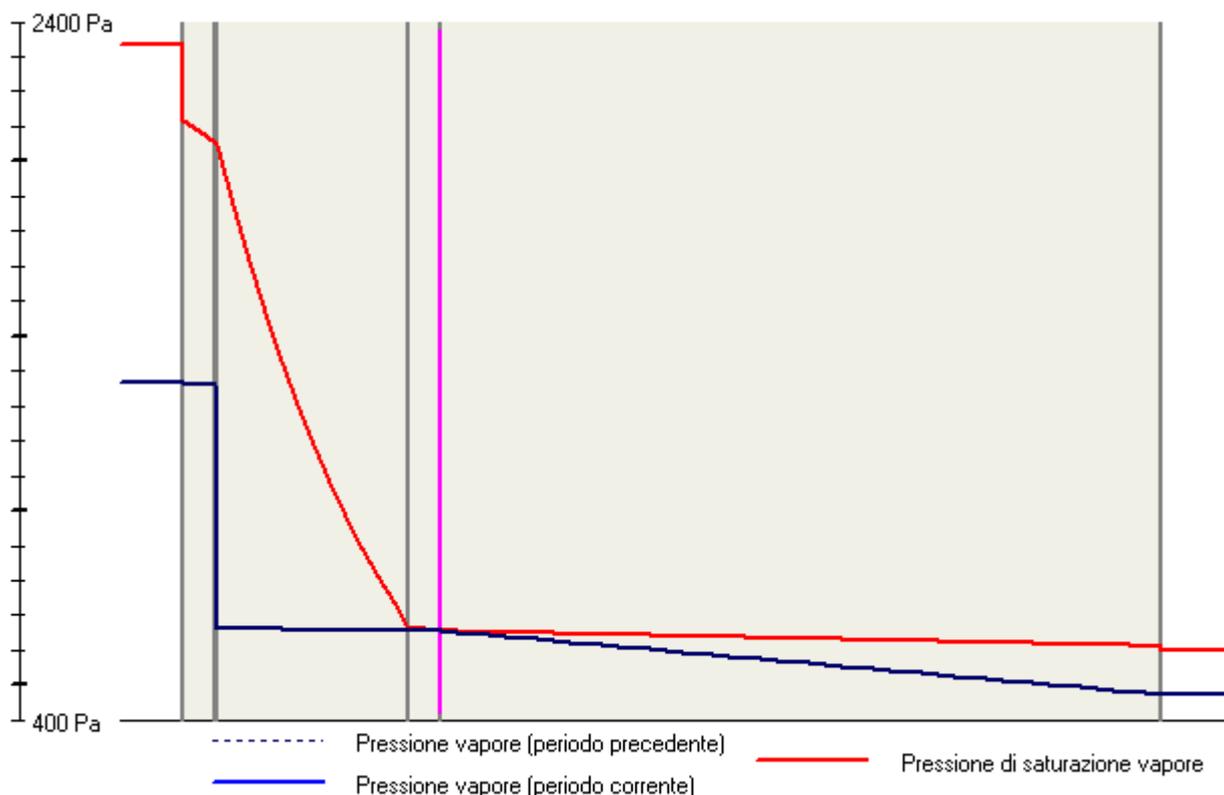
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

14 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_B2**

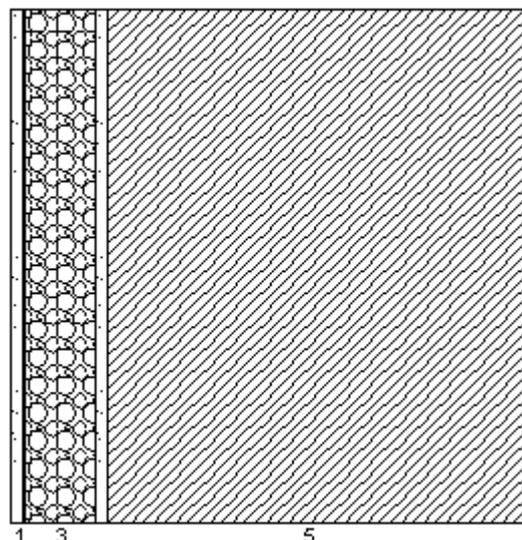
Codice struttura:

**M12**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	1,5	0,350	233	950	0,004	0,004	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
4	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
5	Muratura in pietra naturale	700	3,000	4,286	3000	1,333	1,333	0,233
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**861,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,314**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,183**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1281	-3,0	390
Estiva (luglio)	19,9	1497	19,9	1492

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 15 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 755 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_SEO\_B2**

Codice struttura:

**M12**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

2,8

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,4

0,130

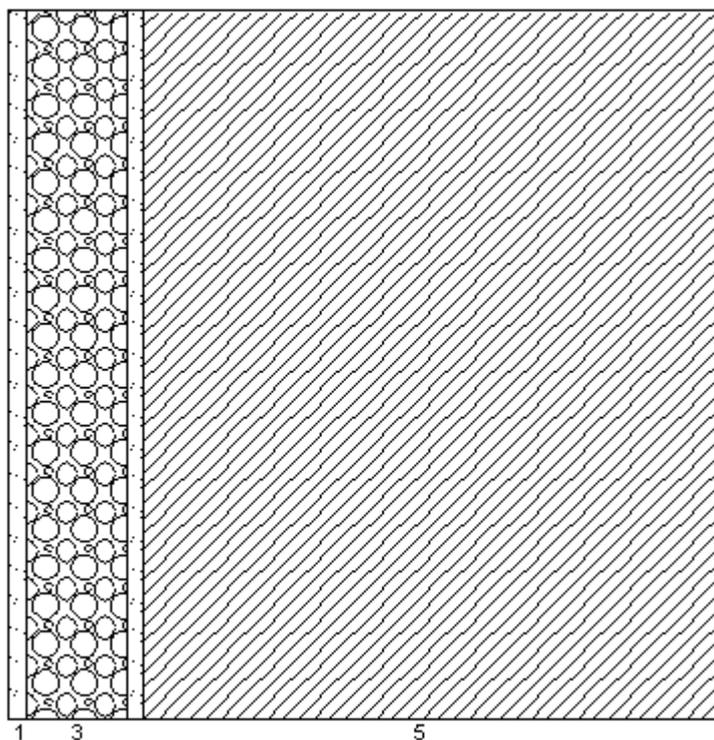
0,072

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Barriera vapore in fogli di polietilene	950	50000	0%	1,5	0,350	0,004	0,350	0,004
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
4	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
5	Muratura in pietra naturale	3000	150	0%	700	3,000	0,233	3,000	0,233
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **861,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,183****3,705**Massa areica **2158** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,314****0,270**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_SEO\_B2

Codice struttura:

M12

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 1,106 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,763 \leq f_{Rsi} 0,924$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Febbraio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

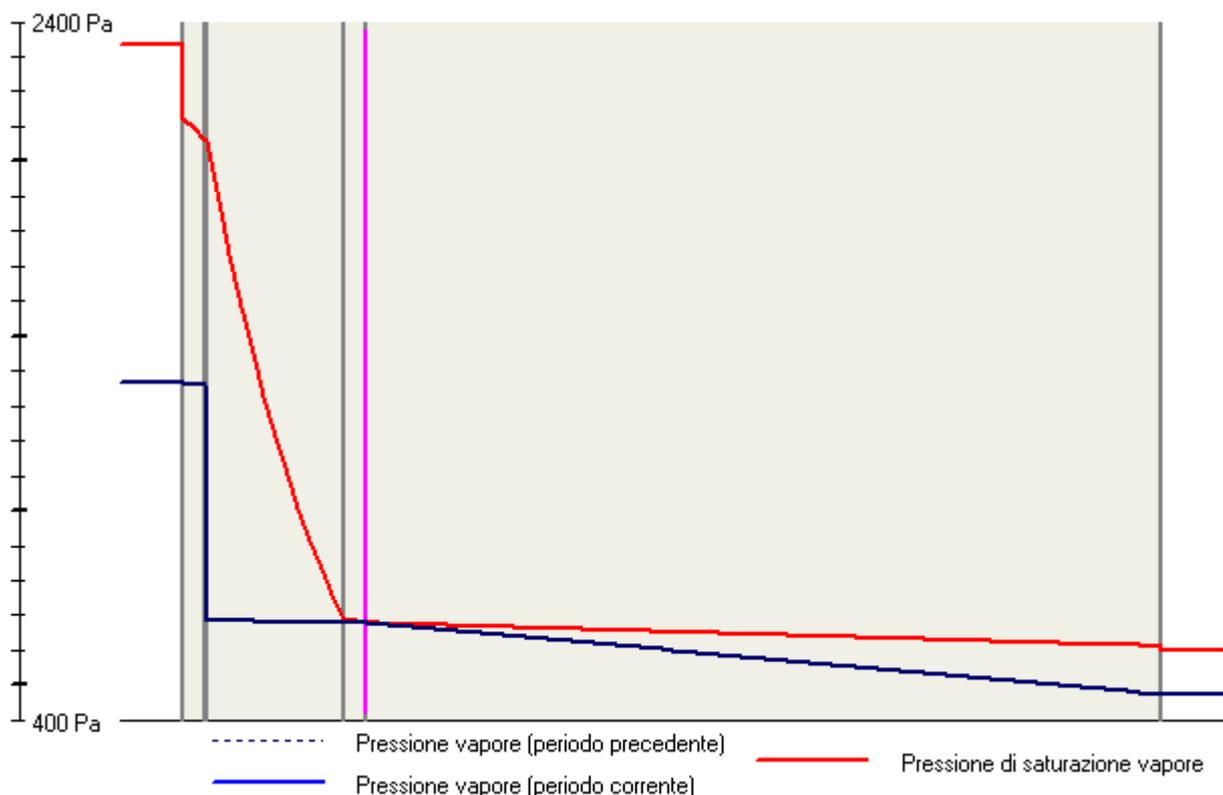
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

15 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Febbraio

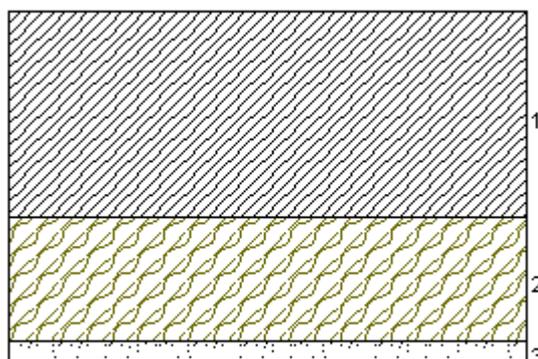


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	200	3,000	15,000	3000	1,333	1,333	0,067
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	120	0,045	0,375	250	40,000	15,385	2,667
3	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**340**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,325**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,073**

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

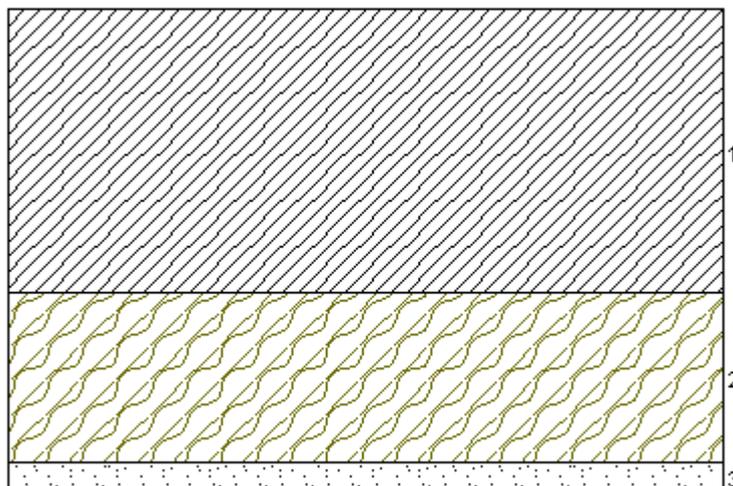
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	3000	150	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	120	0,045	2,667	0,041	2,909
3	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

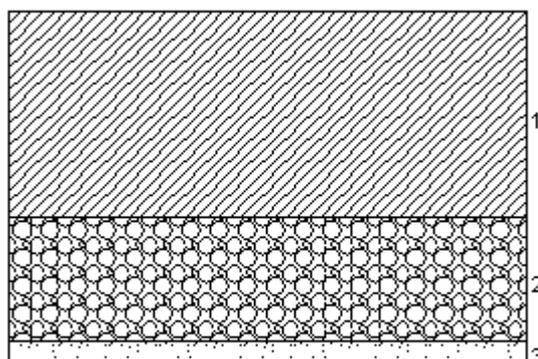
Spessore totale **340** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,153****3,396**Massa areica **648** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,317****0,294**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	200	3,000	15,000	3000	1,333	1,333	0,067
2	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
3	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**340**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,325**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,073**

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

Calcolo per

Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolantem<sup>2</sup>K/Wm<sup>2</sup>K/W

%

**POTENZA**

0,170

0,170

100% / 100%

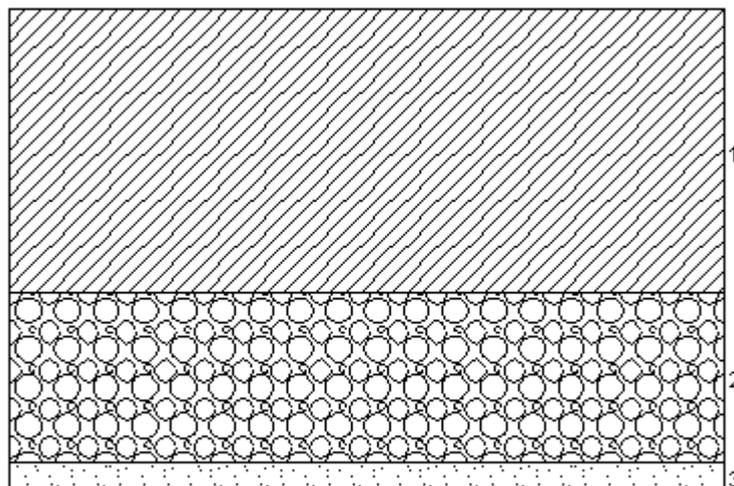
**CCR**

0,170

0,170

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Soletta in pietra	3000	150	0%	200	3,000	0,067	3,000	0,067
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
3	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **340** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,153****3,643**Massa areica **628** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,317****0,274**



## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	25,72 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	16,90 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Guaine	3,80 €/m <sup>2</sup>	3,80 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	37,79 €/m <sup>2</sup>	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>102,25 €/m<sup>2</sup></b>	<b>84,21 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>28.323,25 €</b>	<b>23.326,17 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Costo dei materiali		
Isolante termico	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso, montanti in legno	45,70 €/m <sup>2</sup>	45,70 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>84,14 €/m<sup>2</sup></b>	<b>68,76 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>5.048,40 €</b>	<b>4.125,60 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>14.085,60 €</b>	<b>12.240,00 €</b>

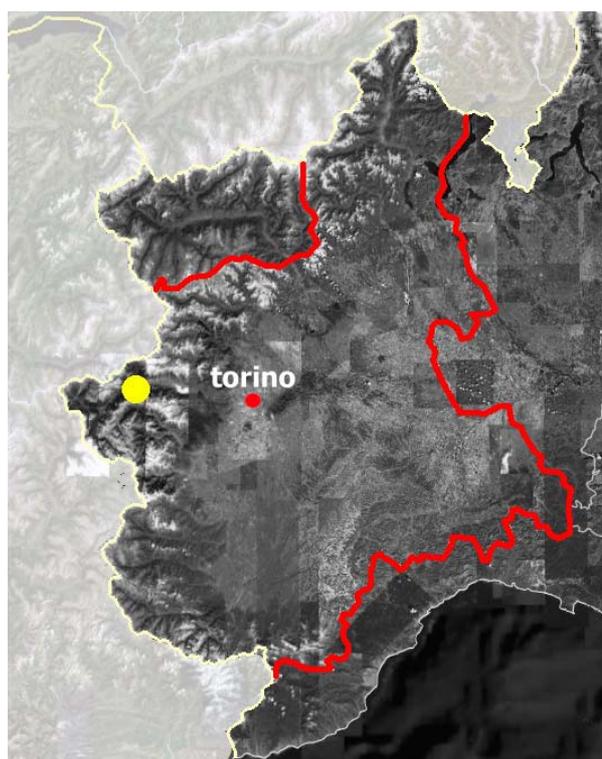


Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>6.466,04 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
<b>B1 – Isolante in fibra di legno</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	53.923,29 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	6,6
<b>B2 – Isolante in fibra di cellulosa</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	46.157,81 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	6,8



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	-
Città	Fraz. Castello Borrello – Bussoleno (TO)
Comunità montana	Bassa Val di Susa
Data di costruzione	Anni '60
Tipologia edificio	Casa isolata
Superficie utile	234 mq



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Agricolo



Vista del contesto



Area prospiciente l'ingresso



Fronte Est



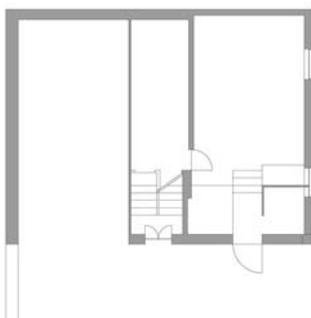
Porta di ingresso



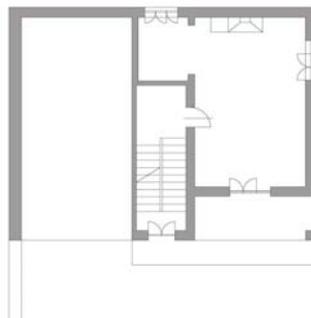
Fronte Est e Sud



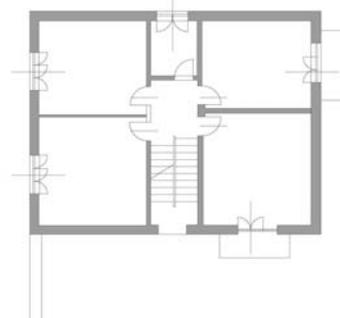
Particolare del balcone



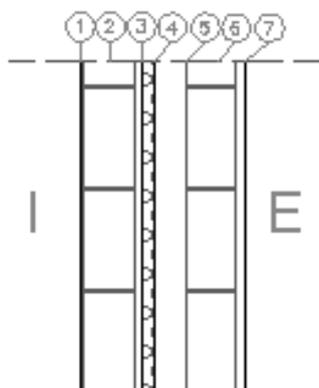
Pianta piano terra



Pianta piano primo



Pianta piano secondo



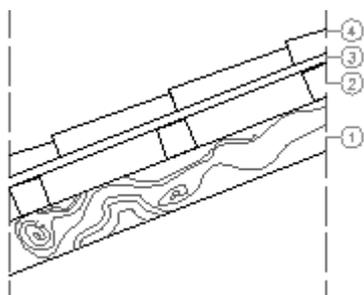
1	Intonaco	2 cm
2	Mattone forato	12 cm
3	intonaco	1 cm
4	Isolante in polistirene espanso	3 cm
5	Aria	8 cm
6	Mattone forato	12 cm
7	Intonaco	2 cm

### Parete portante

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana avvolgibile

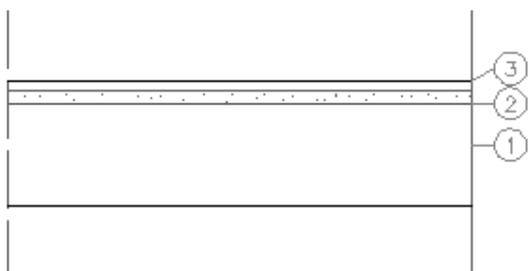


### Serramenti



1	Travi in legno	18 cm
2	Travetti	6 cm
3	Tavolato	5 cm
4	Tegole in argilla	7 cm

### Copertura



Solaio inferiore



1	Soletta latero-cemento	25 cm
2	Sottofondo in cemento magro	7 cm
3	Pavimento in ceramica	3 cm



### DATI DI INPUT

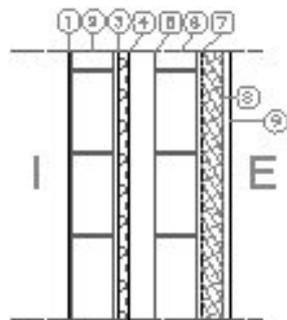
ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante	0,6	298
Copertura	4,1	146,8
Solaio inferiore	1,4	51,6
Area vetrata	3,5	35

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m2 K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m2
Gradi giorno	3014	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

### BILANCIO ENERGETICO

ELEMENTO	Perdite (kWh/m2 anno)	% sul totale
Pareti	61	14,1
Copertura	222	51,4
Solaio inferiore	24	5,6
Serramenti	45	10,4
Ventilazione	80	18,5
TOTALE	432	100



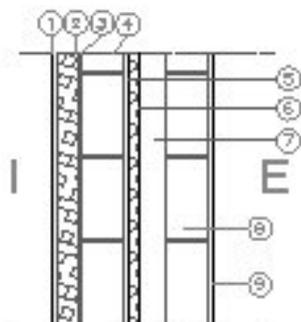


### Cappotto esterno realizzato con pannelli in fibra di legno

1	Intonaco	2 cm
2	Mattone forato	12 cm
3	intonaco	1 cm
4	Isolante in polistirene espanso	3 cm
5	Aria	8 cm
6	Mattone forato	12 cm
7	Intonaco	2 cm
8	Pannelli in fibra di legno	6 cm
9	Intonacato	2 cm

### Parete portante

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di legno da 6 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di intonaco di spessore totale di 2 cm.
Spessore	48 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	34 kWh/m <sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pannelli in cartongesso	2 cm
2	Pannelli in fibra di cellulosa	6 cm
3	Intonaco	2 cm
4	Mattone forato	12 cm
5	intonaco	1 cm
6	Isolante in polistirene espanso	3 cm
7	Aria	8 cm
8	Mattone forato	12 cm
9	Intonaco	2 cm

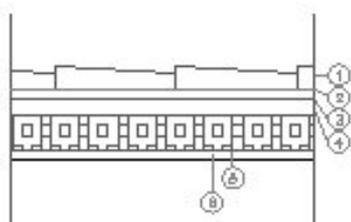
#### Parete portante

Descrizione	L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.
Spessore	48 cm
Trasmittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	34 kWh/m <sup>2</sup>



## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	14 kWh/m <sup>2</sup>

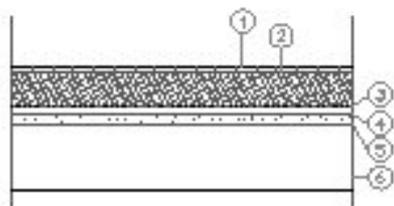


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in tegole di argilla	7	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,1	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	5	cm
6	Tavolato in legno	3	cm

## Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	23 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	17 kWh/m <sup>2</sup>

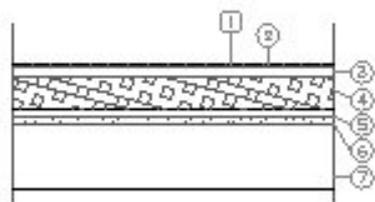


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno

1	Tavolato in legno	1,8 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
4	Carta kraft	0,05 cm
5	Tavolato in legno	2 cm
6	Soletta latero-cemento	25 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato.
Spessore	39 cm
Trasmittanza	0,32 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	13 kWh/m <sup>2</sup>



### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Tavolato in legno	2 cm
3	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
4	Carta kraft	0,05 cm
5	Tavolato in legno	2 cm
6	Soletta latero-cemento	25 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato.
Spessore	40 cm
Trasmittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	5 kWh/m <sup>2</sup>



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit

D

04

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,32	0,31	298
Copertura	0,31	0,31	146,8
Solaio inferiore	0,32	0,31	51,6
Area vetrata	2,2	2,2	35

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3014	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

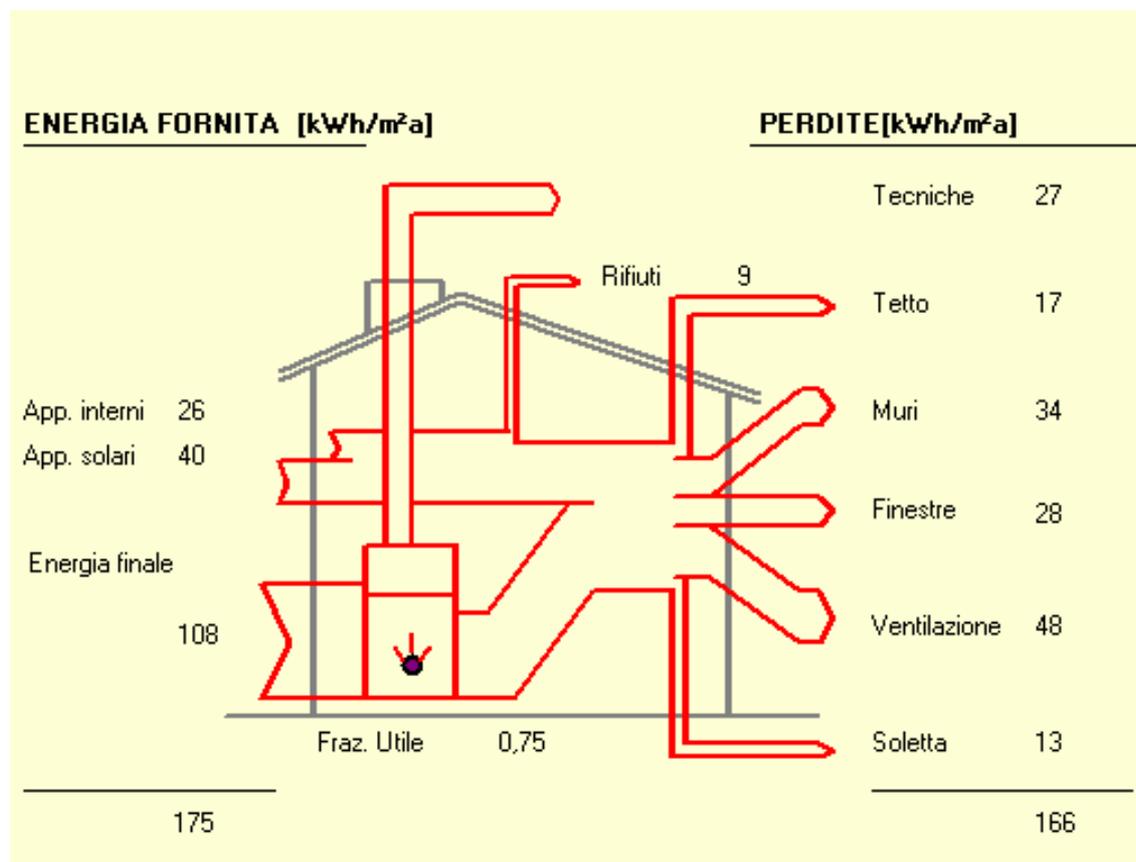
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	34	24,3
Copertura	17	12,1
Solaio inferiore	13	9,3
Serramenti	28	20
Ventilazione	48	34,3
TOTALE	140	100



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **D 04**

Fabbisogno energia primaria	108	kWh/m2 anno
Apporti solari	40	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1**







AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

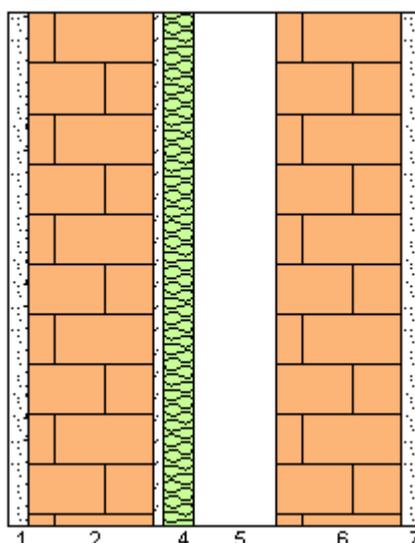
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
2	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
3	Intonaco di calce e sabbia	10	0,800	80,000	1600	20,000	33,333	0,012
4	Polistirene espanso in lastre termocompresse	30	0,039	1,300	25	4,000	4,000	0,769
5	Aria non ventilata (fl.discend.)	80	0,370	4,630	0	1600,000	1600,000	0,216
6	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
7	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**400**Conduktanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduktanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,544**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**1,838**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1364	-0,7	473
Estiva (luglio)	22,2	1719	22,2	1719

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 29 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 596 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduktanza

 $\lambda$  conduktività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

1,6  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

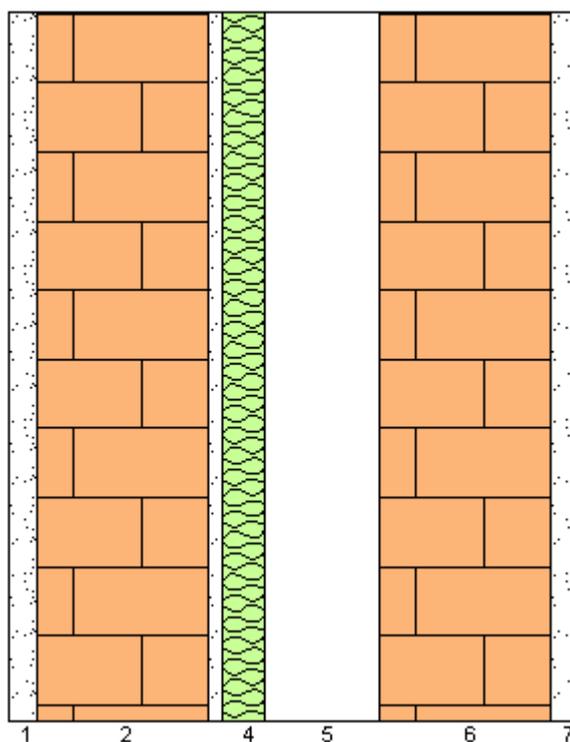
**CCR**

0,8  
 0,130  
 0,086  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
2	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	10	0,800	0,012	0,800	0,012
4	Polistirene espanso in lastre termocompresse	25	50	10%	30	0,039	0,769	0,037	0,806
5	Aria non ventilata (fl.discend.)	0	0,125	0%	80	0,370	0,216	0,370	0,216
6	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
7	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **400** mmR m<sup>2</sup>K/W**1,838****1,921**Massa areica **513** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,544****0,521**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -9,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 47,962 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,766 \leq f_{Rsi} 0,872$ 

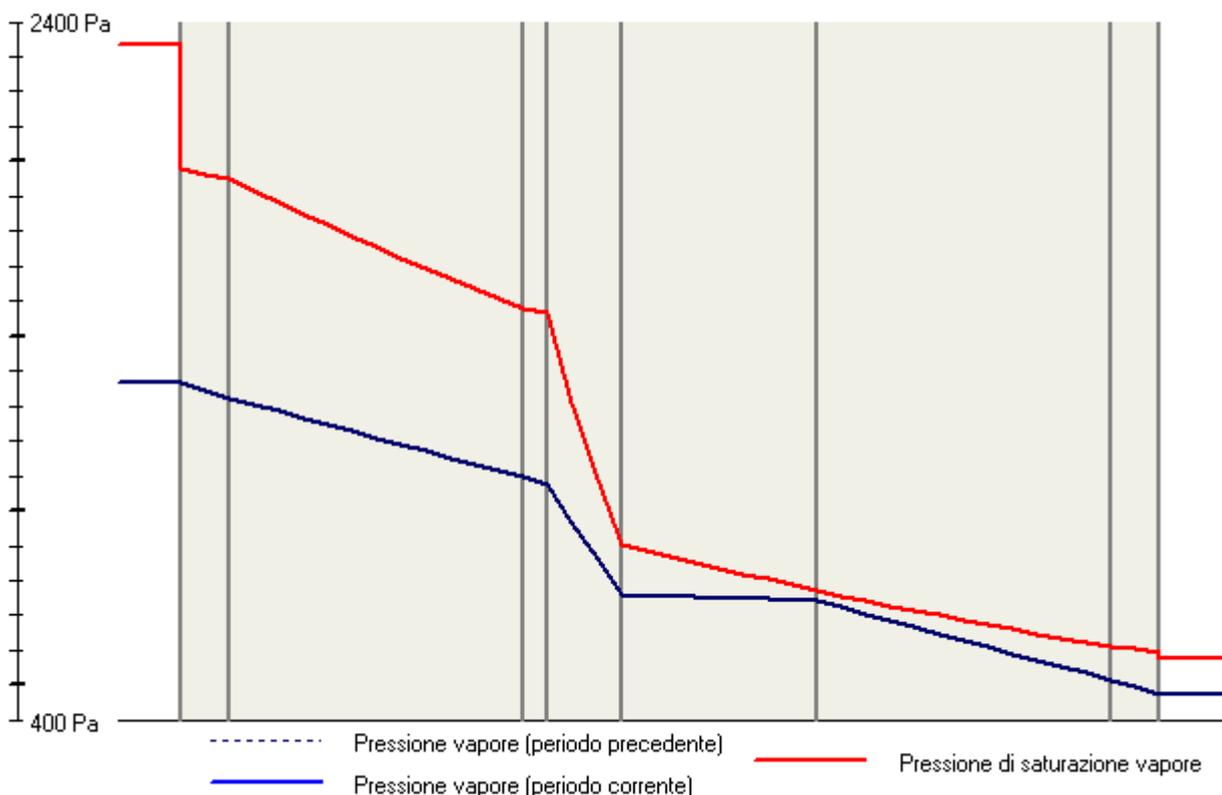
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

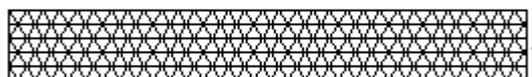
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	70	0,990	14,143	2000	200,000	200,000	0,071
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**70**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**4,154**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,241****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	912	-0,7	473
Estiva (luglio)	22,2	1719	22,2	1719

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **C**

Codice struttura:

**S1**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

1,6

0,100

0,040

100% / 100%

**CCR**

0,8

0,100

0,086

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	70	0,990	0,071	0,798	0,088
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 70 mm  
 Massa areica 140 kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

0,211  
 4,746

0,274  
 3,652



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C

Codice struttura:

S1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -9,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 2857,1430<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

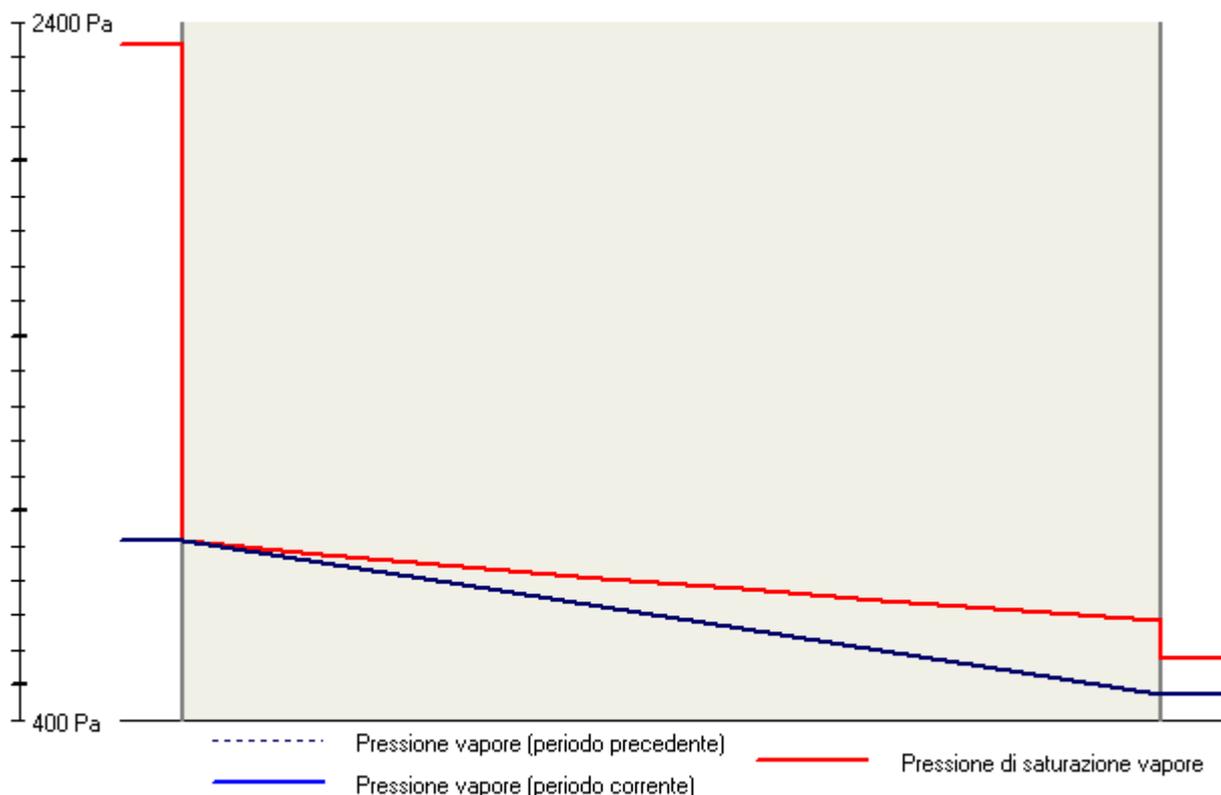
Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,766 \leq f_{Rsi} 0,307$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio

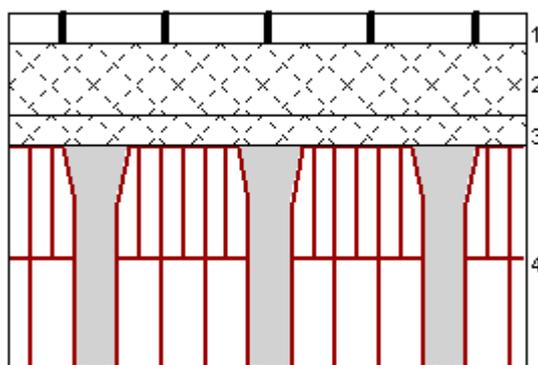


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Piastrelle in ceramica	30	1,000	33,333	2300	1,000	1,000	0,030
2	Sottofondo di cemento magro	70	0,700	10,000	1600	10,000	10,000	0,100
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	30	1,490	49,667	2200	2,857	2,857	0,020
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	220	0,660	3,000	1100	28,571	28,571	0,333
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**350**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,345**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,743**

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura: P2

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Piastrelle in ceramica	2300	200	0%	30	1,000	0,030	1,000	0,030
2	Sottofondo di cemento magro	1600	20	20%	70	0,700	0,100	0,583	0,120
3	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	30	1,490	0,020	1,242	0,024
4	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	1100	7	25%	220	0,660	0,333	0,528	0,417
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 350 mm

R m<sup>2</sup>K/W

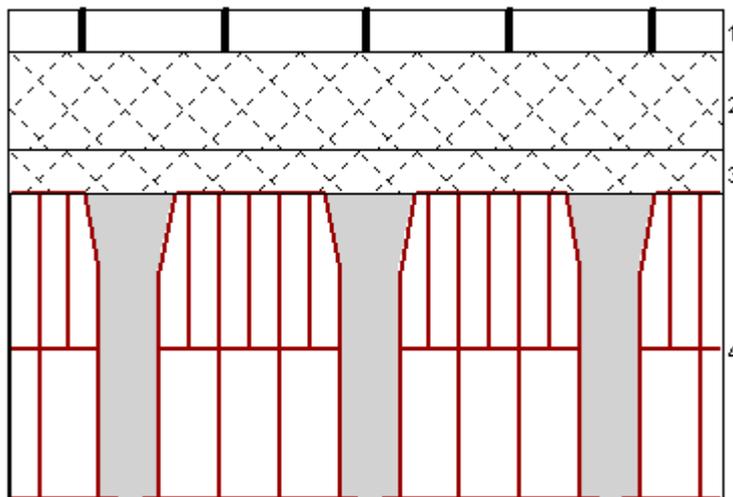
0,823

0,931

Massa areica 489 kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K

1,214

1,074





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

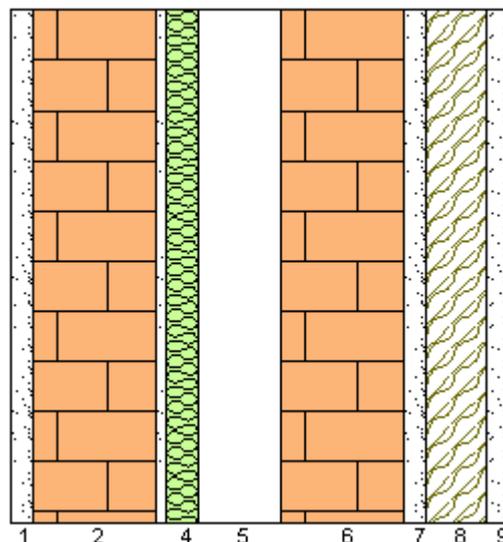
Codice struttura:

**M3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
2	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
3	Intonaco di calce e sabbia	10	0,800	80,000	1600	20,000	33,333	0,012
4	Polistirene espanso in lastre termocompresse	30	0,039	1,300	25	4,000	4,000	0,769
5	Aria non ventilata (fl.discend.)	80	0,370	4,630	0	1600,000	1600,000	0,216
6	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
7	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
8	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	60	0,045	0,750	250	40,000	15,385	1,333
9	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**480**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,313**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,200**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1364	-0,7	473
Estiva (luglio)	22,2	1719	22,2	1719

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 75 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 726 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B1**

Codice struttura:

**M3**

Calcolo per

Vento  
Resistenza superficiale interna  
Resistenza superficiale esterna  
Maggiorazione isolante / non isolante

m/s

m<sup>2</sup>K/Wm<sup>2</sup>K/W

%

**POTENZA**

1,6

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

0,8

0,130

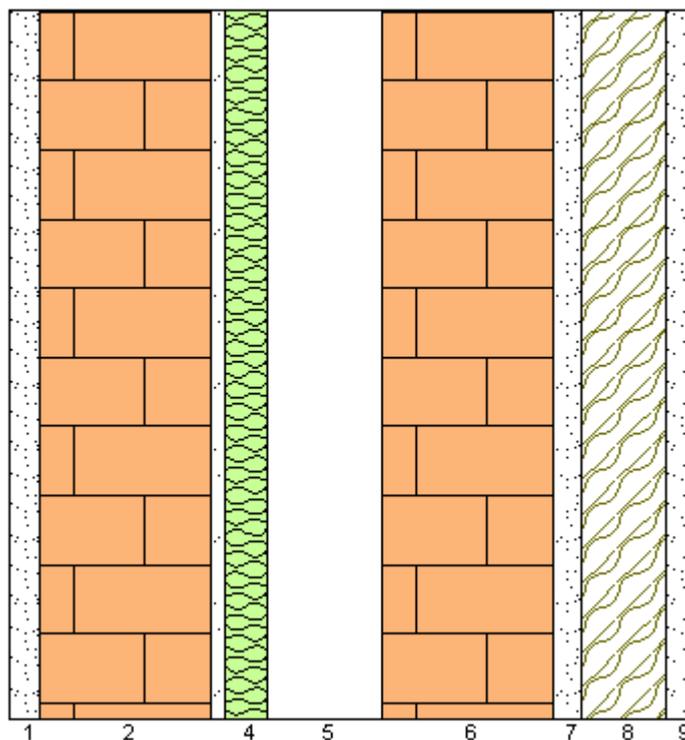
0,086

50% / 0%

N.	Descrizione	ρ [Kg/m <sup>3</sup> ]	μ	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
2	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	10	0,800	0,012	0,800	0,012
4	Polistirene espanso in lastre termocompresse	25	50	10%	30	0,039	0,769	0,037	0,806
5	Aria non ventilata (fl.discend.)	0	0,125	0%	80	0,370	0,216	0,370	0,216
6	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
7	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
8	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	60	0,045	1,333	0,041	1,455
9	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
10									
11									
12									

Spessore totale **480** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,200****3,404**Massa areica **556** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,313****0,294**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -9,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 42,827 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,766 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

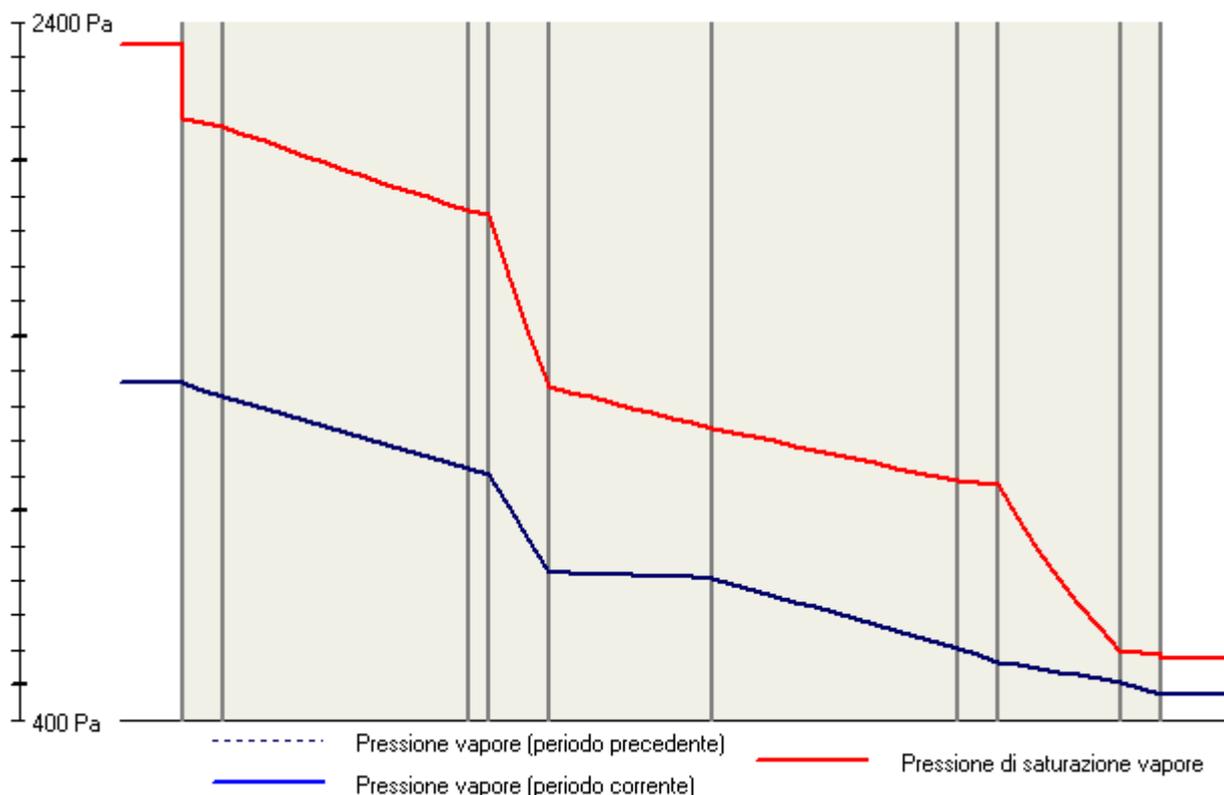
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

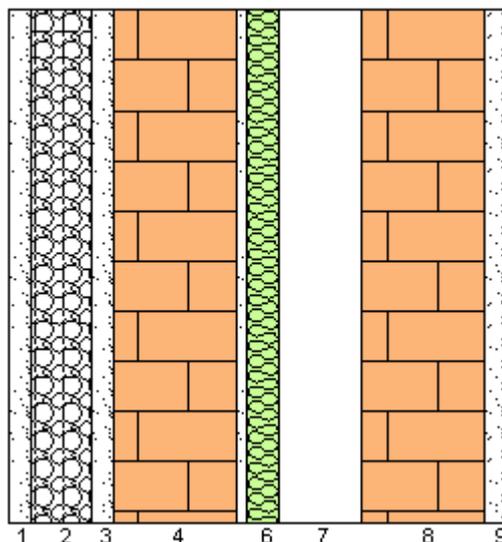
Codice struttura:

**M4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	60	0,045	0,750	85	66,667	66,667	1,333
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
4	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
5	Intonaco di calce e sabbia	10	0,800	80,000	1600	20,000	33,333	0,012
6	Polistirene espanso in lastre termocompresse	30	0,039	1,300	25	4,000	4,000	0,769
7	Aria non ventilata (fl.discend.)	80	0,370	4,630	0	1600,000	1600,000	0,216
8	Mattone forato	120	0,387	3,225	1800	22,222	22,222	0,310
9	Intonaco di calce e sabbia	20	0,800	40,000	1600	20,000	33,333	0,025
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**480**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,308**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,251**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1364	-0,7	473
Estiva (luglio)	22,2	1719	22,2	1719

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 228 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 729 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B2**

Codice struttura:

**M4**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

1,6

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

0,8

0,130

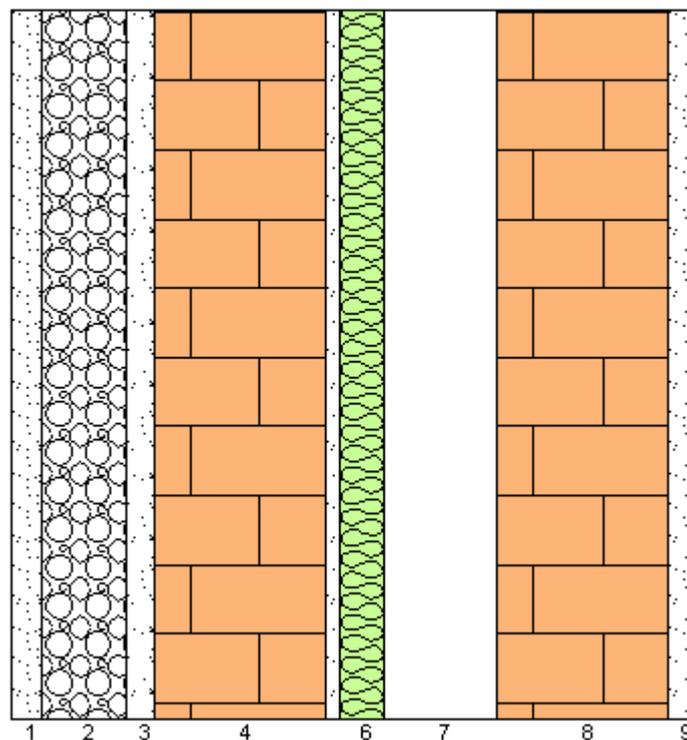
0,086

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	60	0,045	1,333	0,038	1,578
3	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
4	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
5	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	10	0,800	0,012	0,800	0,012
6	Polistirene espanso in lastre termocompresse	25	50	10%	30	0,039	0,769	0,037	0,806
7	Aria non ventilata (fl.discend.)	0	0,125	0%	80	0,370	0,216	0,370	0,216
8	Mattone forato	1800	9	0%	120	0,387	0,310	0,387	0,310
9	Intonaco di calce e sabbia	1600	10	0%	20	0,800	0,025	0,800	0,025
10									
11									
12									

Spessore totale **480** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,251****3,579**Massa areica **536** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,308****0,279**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -9,0 °C

T e UR esterne verifica termogrametrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 43,956 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,766 \leq f_{Rsi} 0,926$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Gennaio

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

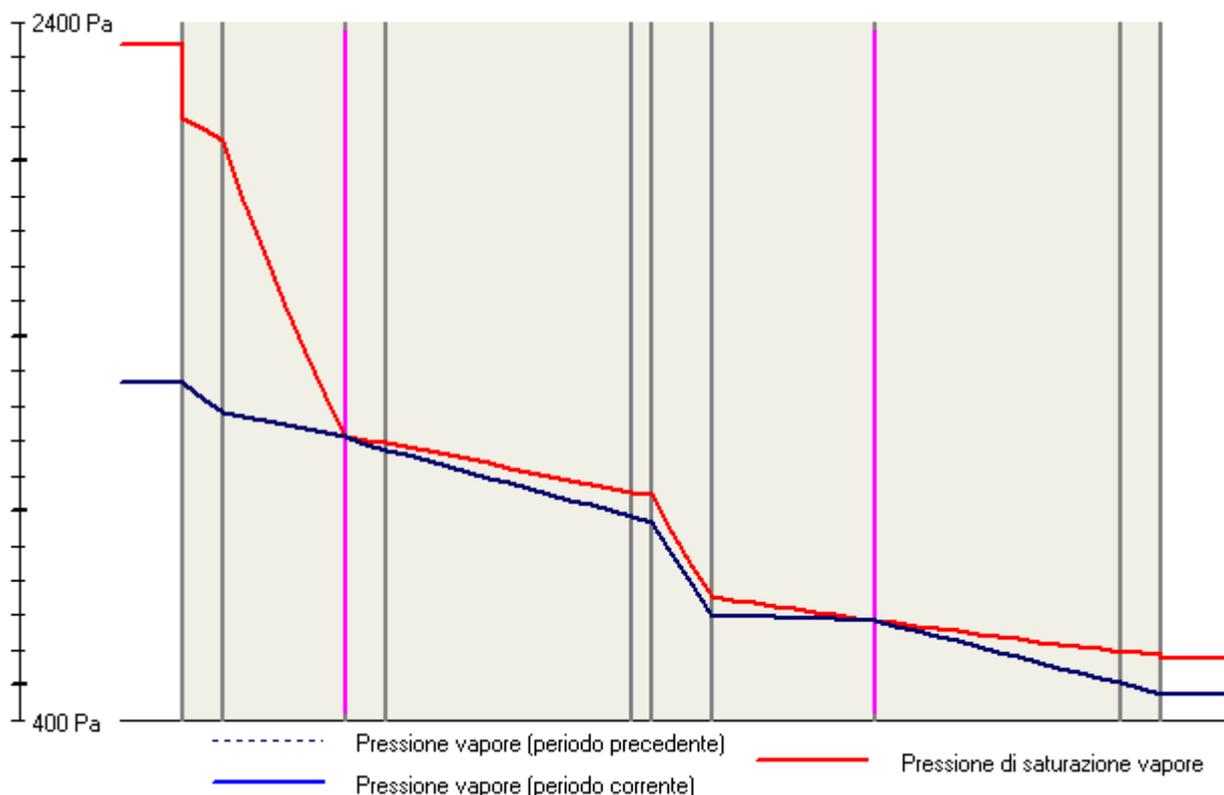
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

228 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

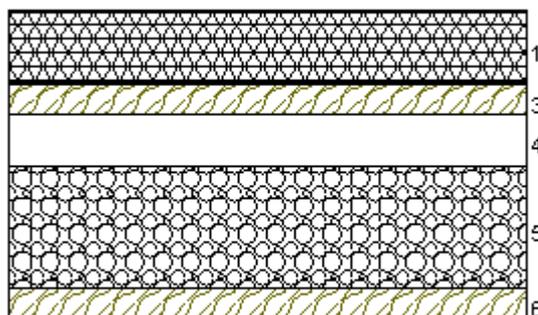
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	70	0,990	14,143	2000	-	-	0,038
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,089
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	50	0,000	0,000	0	-	-	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**300,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**46,621**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,021**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1364	-0,7	473
Estiva (luglio)	22,2	1719	22,2	1719

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 160 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 726 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S2**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

1,6  
 0,100  
 0,021  
 100% / 100%

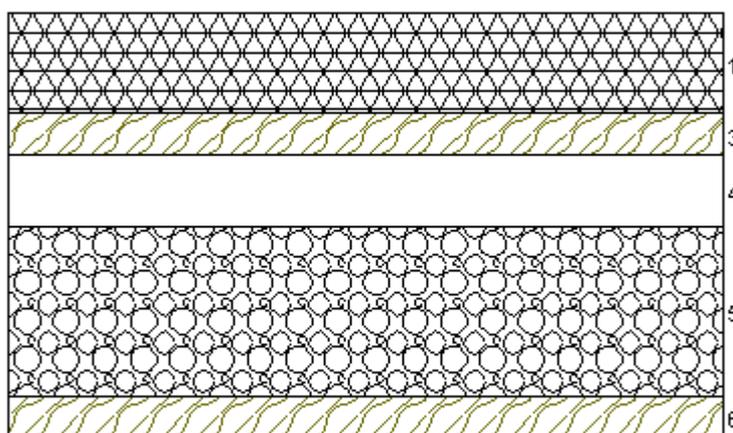
**CCR**

0,8  
 0,100  
 0,033  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	-	24%	70	0,990	0,038	0,798	0,034
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,001	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,089	0,140	0,082
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	50	0,000	0,090	0,000	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,140	0,214
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **300,4** mm  
 Massa areica **178** kg/m<sup>2</sup>

R **3,173** m<sup>2</sup>K/W  
 U **0,315** W/m<sup>2</sup>K

**3,711****0,269**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: CESTER\_B1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -9,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 121,21210<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,021 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Dicembre

 $f_{Rsi}^{max} 0,766 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

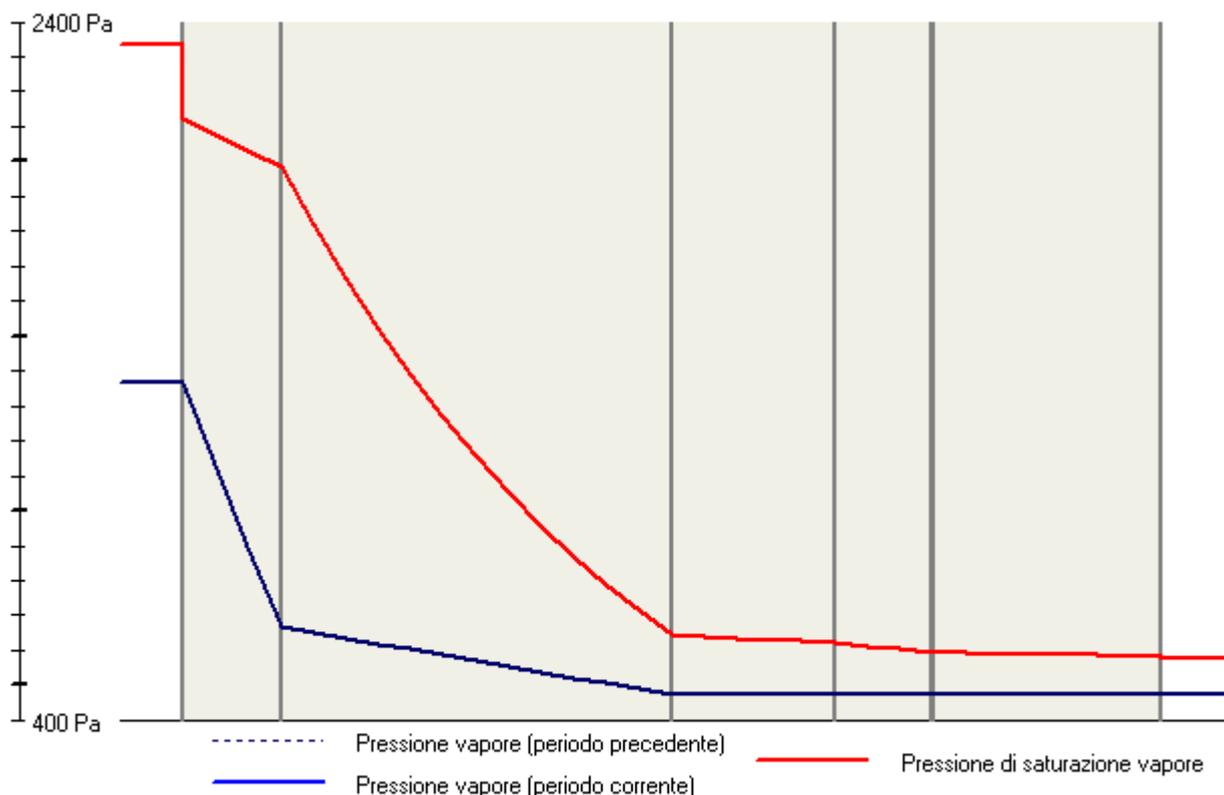
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio

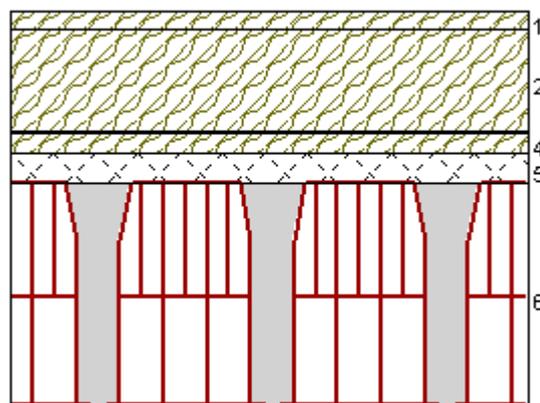


**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	18	0,120	6,667	450	0,311	0,935	0,150
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
3	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	30	1,490	49,667	2200	2,857	2,857	0,020
6	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	220	0,660	3,000	1100	28,571	28,571	0,333
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**388,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,317**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,155**

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P3**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

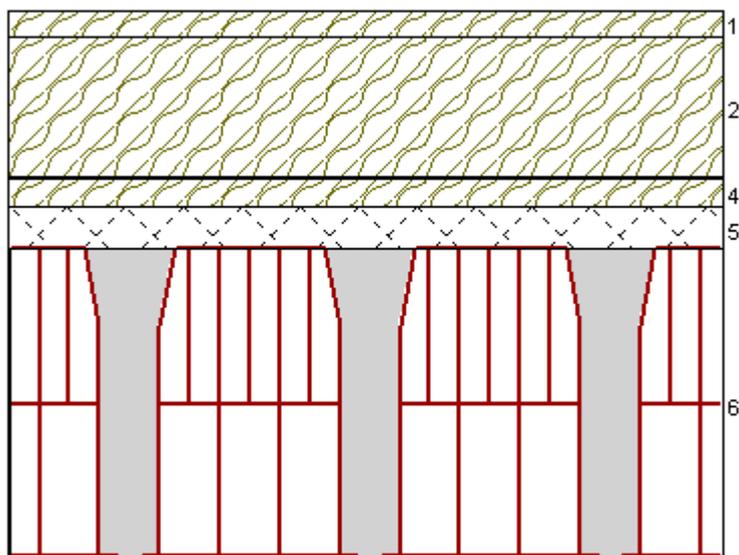
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	18	0,120	0,150	0,110	0,164
2	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
3	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
4	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
5	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	30	1,490	0,020	1,242	0,024
6	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	1100	7	25%	220	0,660	0,333	0,528	0,417
7									
8									
9									
10									
11									
12									

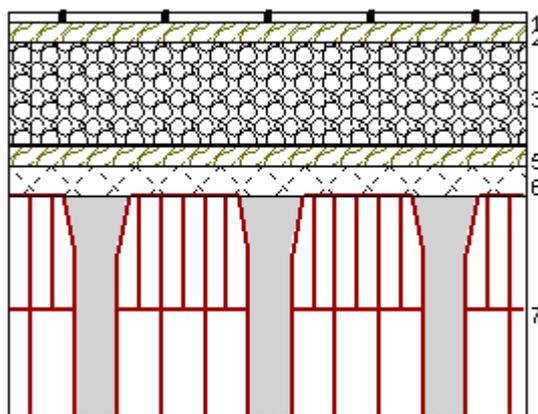
Spessore totale **388,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,235****3,553**Massa areica **350** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,309****0,281**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
4	Carta kraft	0,5	0,170	340	590	0,089	0,089	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	30	1,490	49,667	2200	2,857	2,857	0,020
7	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	220	0,660	3,000	1100	28,571	28,571	0,333
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**400,5**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**7,692**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,311**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,130**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,217**

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P4**

Calcolo per

**POTENZA****CCR**

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

0,170

0,170

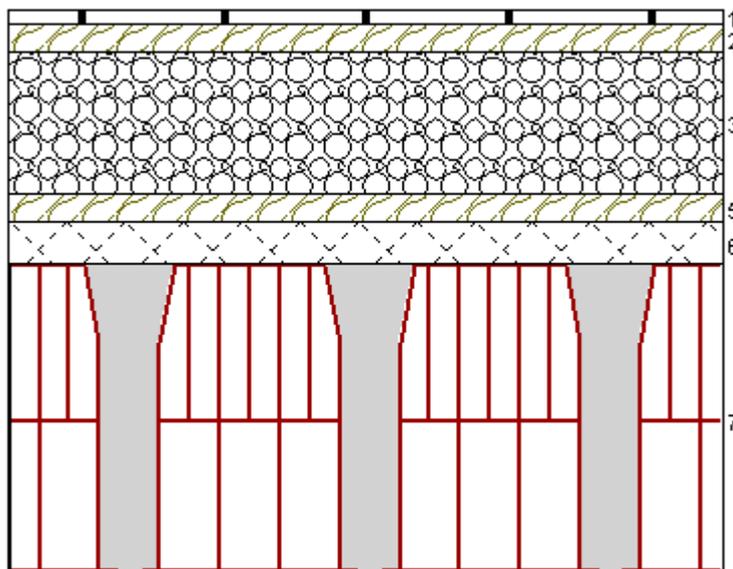
Maggiorazione isolante / non isolante

%

100% / 100%

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
4	Carta kraft	590	2250	0%	0,5	0,170	0,003	0,170	0,003
5	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
6	Massetto ripartitore in calcestruzzo con rete	2200	70	20%	30	1,490	0,020	1,242	0,024
7	Soletta in laterizio spess. 18-20 - Inter. 50	1100	7	25%	220	0,660	0,333	0,528	0,417
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **400,5** mmR m<sup>2</sup>K/W**3,297****3,827**Massa areica **343** kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,303****0,261**



## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	21,88 €/m <sup>2</sup>	17,96 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	25,44 €/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Intonaco esterno	64,15 €/m <sup>2</sup>	-
Cartongesso, montanti in legno	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>111,47 €/m<sup>2</sup></b>	<b>72,55 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>33 218,06 €</b>	<b>21 619,90 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Isolante termico e carta kraft	31,94 €/m <sup>2</sup>	23,93 €/m <sup>2</sup>
Tavolato e magatelli	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>71,50 €/m<sup>2</sup></b>	<b>63,49 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>6 435,00 €</b>	<b>5 714,10 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	82,09 €/m <sup>2</sup>	82,09 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>127,27 €/m<sup>2</sup></b>	<b>111,89 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>14 890,59 €</b>	<b>13 091,13 €</b>



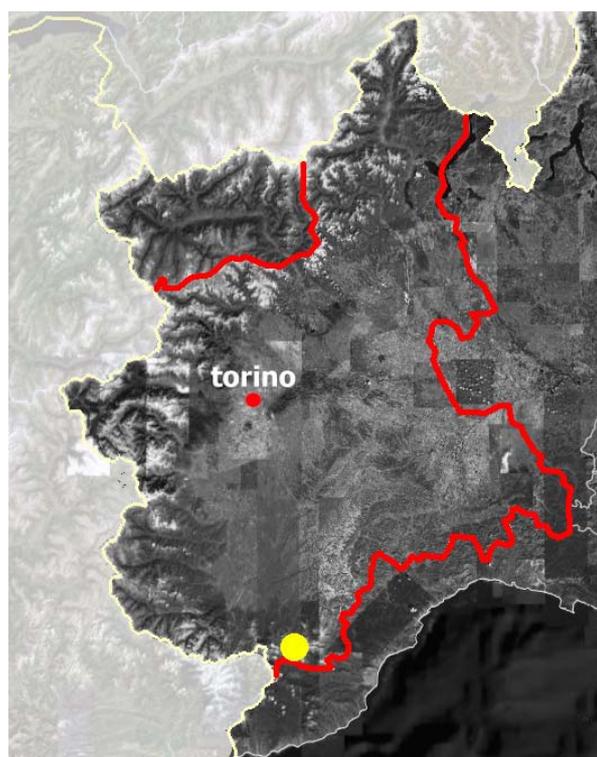
Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>11 546,50 €</b>

COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO	
B1 – Isolante in fibra di legno	
Costo totale intervento retrofit energetico	66 090,15 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	16
B2 – Isolante in fibra di cellulosa	
Costo totale intervento retrofit energetico	51 971,63 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	15



Denominazione	Casa isolata
Indirizzo	Frazione Valdarmella
Città	Ormea (CN)
Comunità montana	Alta Val Tanaro
Data di costruzione	XIX secolo
Tipologia edificio	Casa privata
Area utile	240 m <sup>2</sup>

ESTRATTO DI MAPPA: FOGLIO N° 25



Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	Basso
Qualità del trasporto pubblico	Assente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	Sufficiente
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	Sufficiente
Uso principale del sito e area circostante	Abitativo



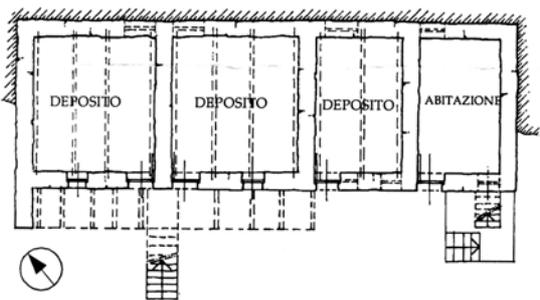
Prospetto principale



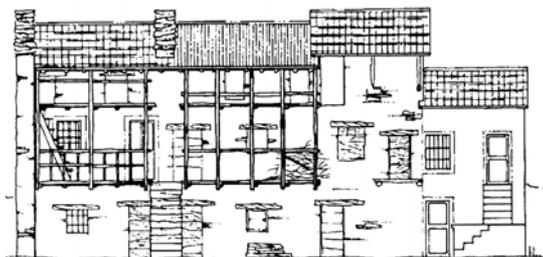
Prospetto principale



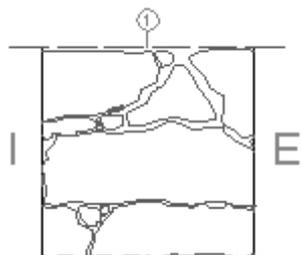
Prospetto sul retro



Pianta piano terra



Prospetto principale



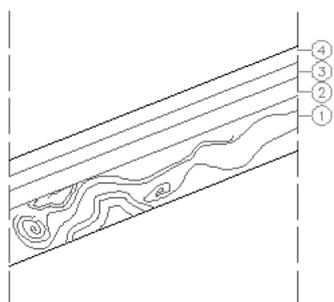
**Parete portante**



1	Pietra calcarea	60 cm
---	-----------------	-------

Apertura con telaio in legno e vetro chiaro semplice con sistema di chiusura a persiana

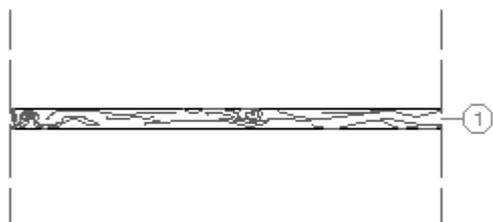
**Serramenti**



**Copertura**



1	Travi in legno	18 cm
2	Travetti	6 cm
3	Tavolato	5 cm
4	Tegole	5 cm



**Solaio inferiore**



1	Pavimento in legno	5 cm
---	--------------------	------



Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B** **05**

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)	Superficie (m <sup>2</sup> )
Parete portante	1,8	208
Copertura	2,0	75
Solaio inferiore	4,0	53
Area vetrata	3,5	11

Rendimento ipotetico del sistema di riscaldamento	0.7	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	1	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3122	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO

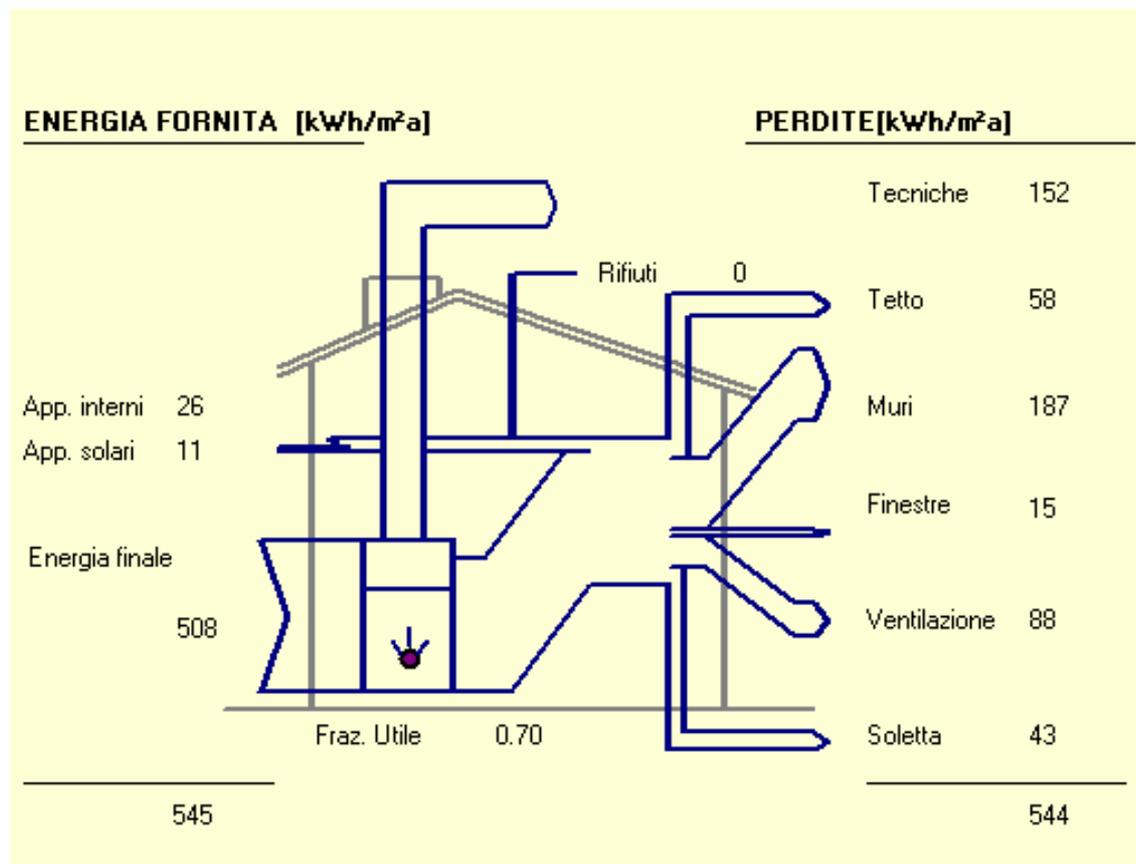
ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	187	48
Copertura	58	15
Solaio inferiore	43	11
Serramenti	15	4
Ventilazione	88	22
TOTALE	391	100

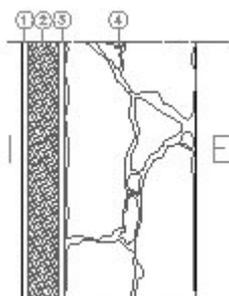


Valutazione energetica dell'edificio stato di fatto **B 05**

Fabbisogno energia primaria	508	kWh/m2 anno
Apporti solari	11	kWh/m2 anno
Apporti interni	26	kWh/m2 anno

**BILANCIO ENERGETICO**





### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di legno intonacati

1 Intonaco	2 cm
2 Pannello in fibra di legno	12 cm
3 Intonaco	2 cm
4 Pietra calcarea	60 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura in pietra dei pannelli isolanti in fibra di legno di 12 cm attraverso tasselli piatti a secco. La muratura viene precedentemente intonacata per poter operare su una superficie piana e, in seguito, sulla faccia a vista del pannello viene applicato uno strato di intonaco di 2 cm attraverso una rete porta intonaco in fibra di vetro.

Spessore

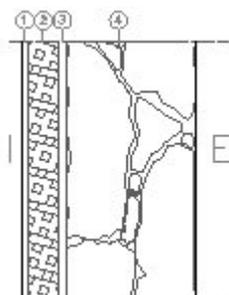
76 cm

Trasmittanza

0,33 W/m<sup>2</sup> °C

Calore disperso nella stagione di riscaldamento

27 kWh/m<sup>2</sup>



### Cappotto interno realizzato con pannelli in fibra di cellulosa:

1 Cartongesso	2 cm
2 Pannello in fibra di cellulosa	12 cm
3 Intonaco	2 cm
4 Pietra calcarea	60 cm

#### Parete portante

Descrizione

L'intervento consiste nell'applicare alla muratura dei pannelli isolanti in fibra di cellulosa di 12 cm di spessore applicati a secco su una struttura di listelli in legno. Questa è fissata, a sua volta, al muro con tasselli a secco che attraversano lo strato di intonaco livellante precedentemente applicato. Alla faccia esterna del pannello viene applicato un doppio strato di lastre di cartongesso di spessore totale di 2 cm.

Spessore

76 cm

Trasmittanza

0,35 W/m<sup>2</sup> °C

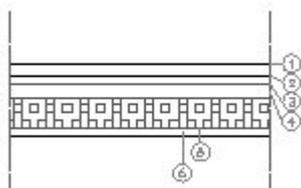
Calore disperso nella stagione di riscaldamento

42 kWh/m<sup>2</sup>



## Serramenti

Descrizione	Sostituzione serramenti esistenti. Impiego di finestre con telaio in legno e vetrocamera (4-12-4)
Trasmittanza	2,2 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m <sup>2</sup>

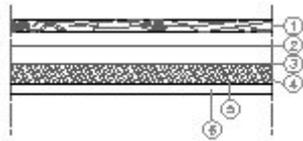


### Isolamento della falda con pannelli in fibra di cellulosa

1	Rivestimento in pietra tipo gneiss	5	cm
2	Barriera all'acqua traspirante	0,04	cm
3	Tavolato in legno	3	cm
4	Aria debolmente ventilata	5	cm
5	Pannello in fibra di cellulosa	12	cm
6	Tavolato in legno	3	cm

## Copertura

Descrizione	Isolamento della falda attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato in legno. Il pacchetto di copertura comprende una camera d'aria debolmente ventilata.
Spessore	28,4 cm
Trasmittanza	0,31 W/m <sup>2</sup> °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	9 kWh/m <sup>2</sup>

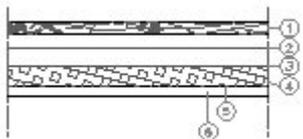


### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di legno:

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Struttura in legno	2 cm
3	Aria non ventilata	8 cm
4	Pannello in fibra di legno	10 cm
5	Carta kraft	0.08 Cm
6	Tavolato in legno	2 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di legno posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	23 cm
Tramittanza	0,34 W/m2 °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m2



### Isolamento del solaio con pannelli in fibra di cellulosa:

1	Pavimento in legno	1 cm
2	Struttura in legno	2 cm
3	Aria non ventilata	8 cm
4	Pannello in fibra di cellulosa	10 cm
5	Carta kraft	0.08 Cm
6	Tavolato in legno	2 cm

#### Solaio inferiore

Descrizione	Isolamento del solaio attraverso l'impiego di pannelli in fibra di cellulosa posati su tavolato e realizzazione di camera d'aria.
Spessore	23 cm
Tramittanza	0,34 W/m2 °C
Calore disperso nella stagione di riscaldamento	6 kWh/m2



Valutazione prestazione energetica dell'edificio post retrofit

D

05

DATI DI INPUT

ELEMENTO	Trasmittanza termica (W/m <sup>2</sup> °C)		Superficie (m <sup>2</sup> )
	Ipotesi B1 isolante in fibra di legno	Ipotesi B2 isolante in fibra di cellulosa	
Parete portante	0,33	0,35	208
Copertura	0,31	0,31	75
Solaio inferiore	0,34	0,34	53
Area vetrata	2,2	2,2	11

Rendimento del sistema di riscaldamento	0.75	
Massa termica	160	Wh/m <sup>2</sup> K
Ricambi d'aria	0,6	Vol/h
Temperatura interna	20	°C
Guadagni interni	4	W/m <sup>2</sup>
Gradi giorno	3122	°C
Temperatura di progetto	-11	°C

BILANCIO ENERGETICO IPOTESI B1

ELEMENTO	Perdite (kWh/m <sup>2</sup> anno)	% sul totale
Pareti	27	25,7
Copertura	9	8,6
Solaio inferiore	6	5,7
Serramenti	9	8,6
Ventilazione	54	51,4
TOTALE	105	100







AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI  
DELL'EDIFICIO (STATO DI FATTO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_A**

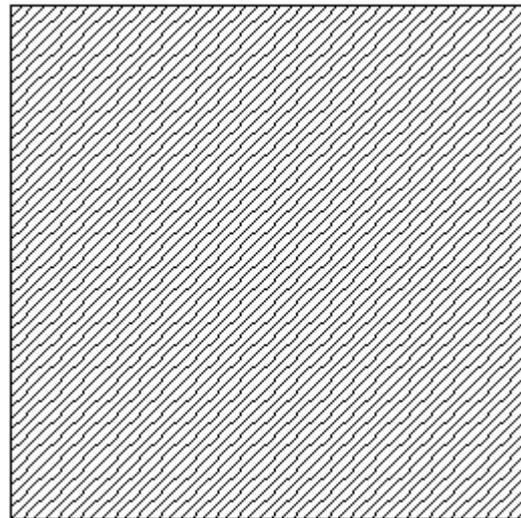
Codice struttura:

**M1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Muratura in pietra naturale	600	1,500	2,500	2000	4,000	4,000	0,400
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**600**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**1,754**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,570**

Interno



Esterno

1

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 31 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduzzività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_A**

Codice struttura:

**M1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

3,2  
 0,130  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,130  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Muratura in pietra naturale	2000	50	0%	600	1,500	0,400	1,500	0,400
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

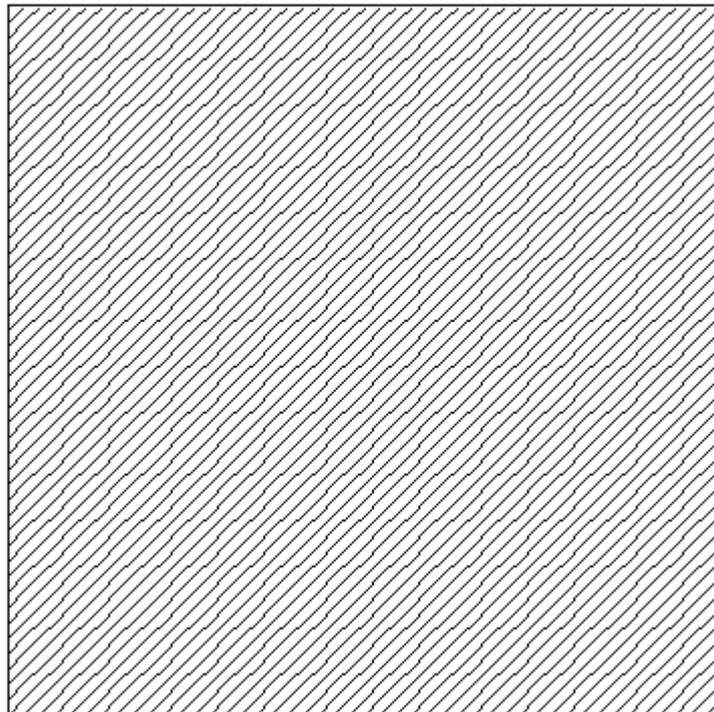
Spessore totale **600** mm  
 Massa areica **1200** kg/m²

R m²K/W  
 U W/m²K

**0,570**  
**1,754**

**0,598**  
**1,673**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_A

Codice struttura:

M1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,667 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

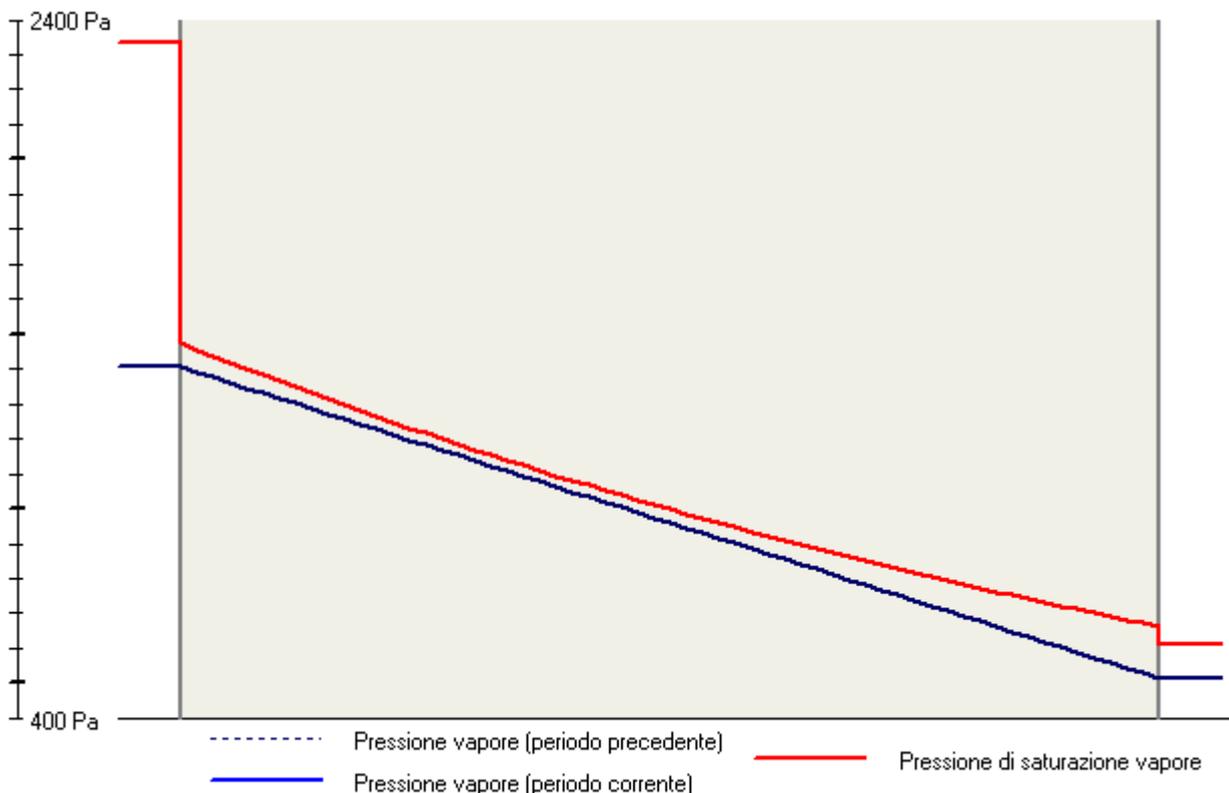
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,638$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_A**

Codice struttura:

**P2**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**20**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**2,970**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**0,337****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1151	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P2

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m²K/W  
 Resistenza superficiale esterna m²K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA**

**CCR**

3,2  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,170  
 0,068  
 50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m³]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m²K/W]
1	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 20 mm  
 Massa areica 9 kg/m²

R m²K/W  
 U W/m²K

0,377  
 2,655

0,419  
 2,384



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_A

Codice struttura:

P2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 15,552 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

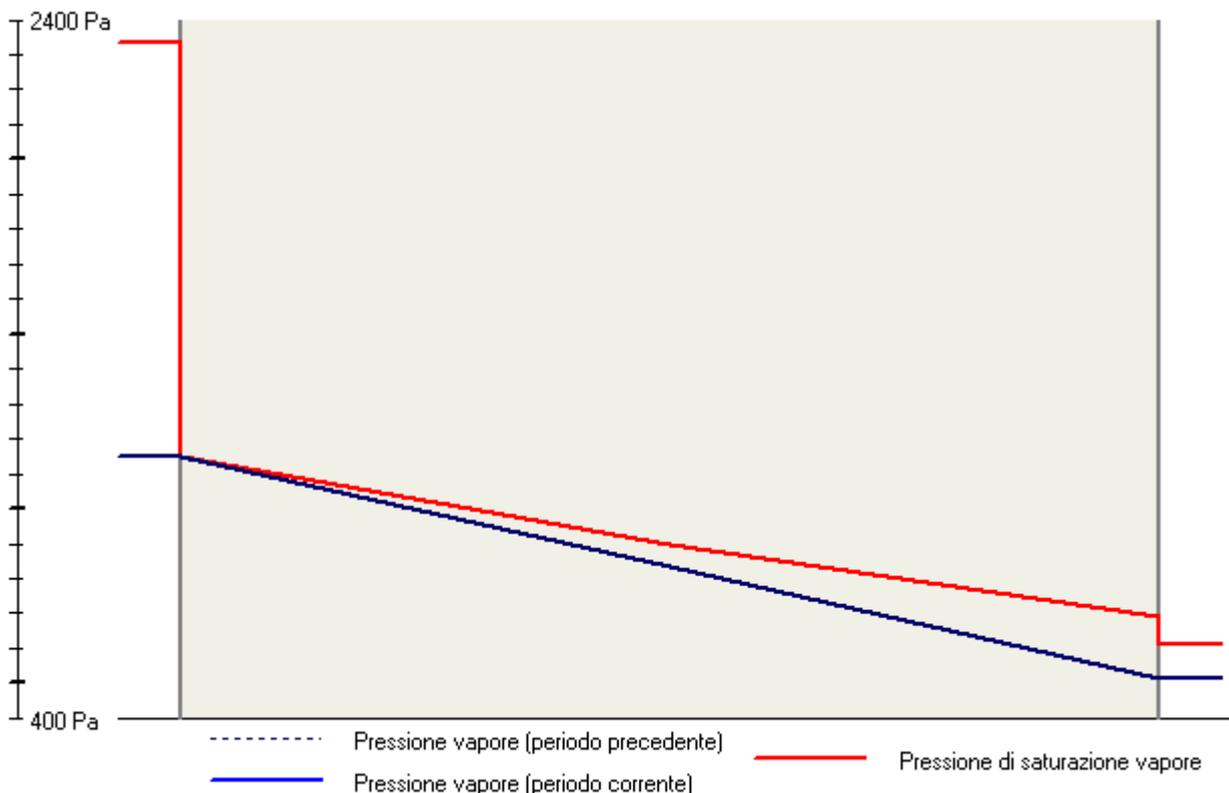
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,453$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S2

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	50	0,990	19,800	2000	200,000	200,000	0,051
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	50	0,180	3,600	450	4,651	6,250	0,278
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)

100

Conduzzanza unitaria  
superficiale interna

7,692

Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna

25,000

TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)

2,007

Resistenza unitaria  
superficiale interna

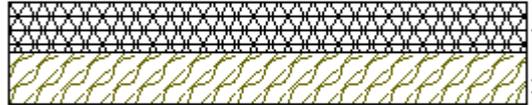
0,130

Resistenza unitaria  
superficiale esterna

0,040

RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)

0,498

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1394	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 0 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S2

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,100

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,100

0,068

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	1	24%	50	0,990	0,051	0,798	0,063
2	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	50	0,180	0,278	0,140	0,357
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale 100 mm  
 Massa areica 123 kg/m<sup>2</sup>

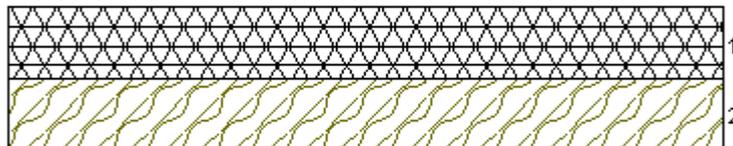
R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

0,468

2,135

0,587

1,702



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: C\_1

Codice struttura:

S2

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m³ x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 90,909 10<sup>-12</sup> kg/sm² Pa

Resistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m²K/W

Verifica criticità di condensa superficiale: Negativa

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

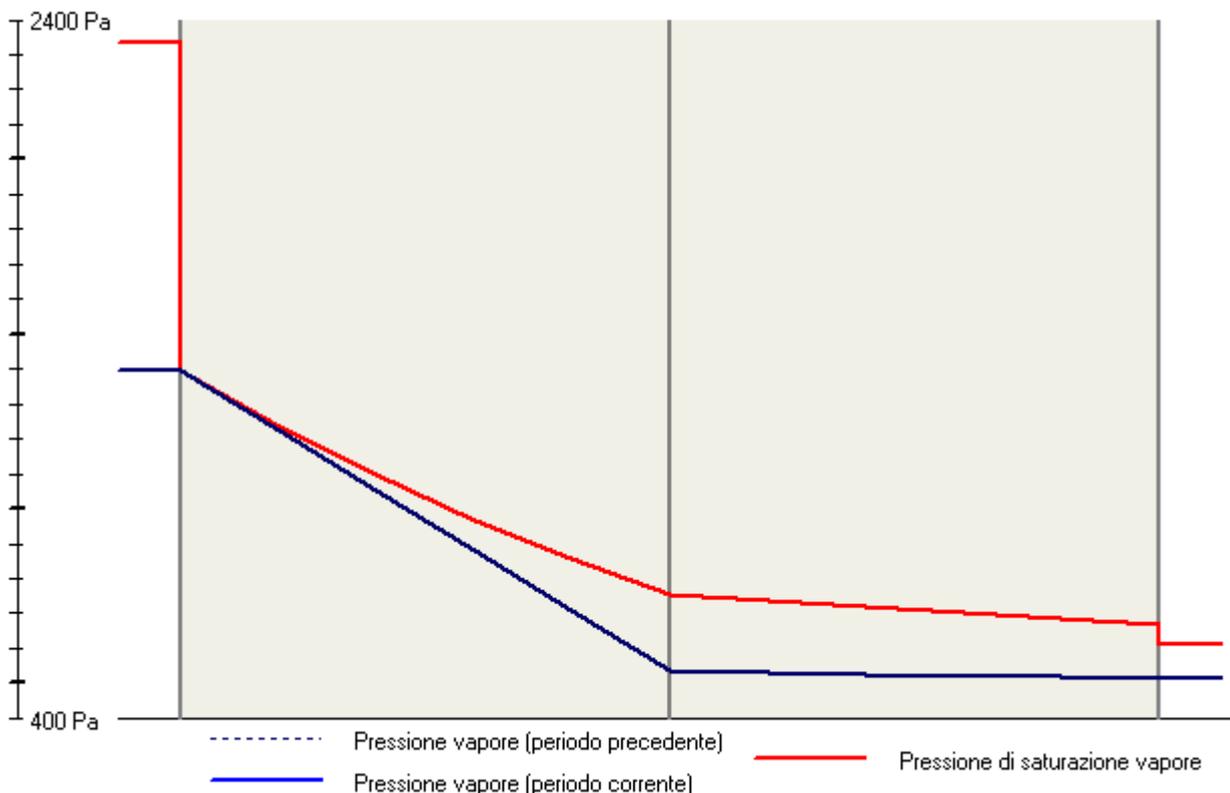
Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,596$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale: Positiva

Verifica termoigrometrica: Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





Interreg III B  
CO-FUNDING ERDF



AlpCity Local endogenous development  
and urban regeneration of small alpine towns



## CARATTERISTICHE TERMICHE ED IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO (RETROFIT ENERGETICO)

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B1**

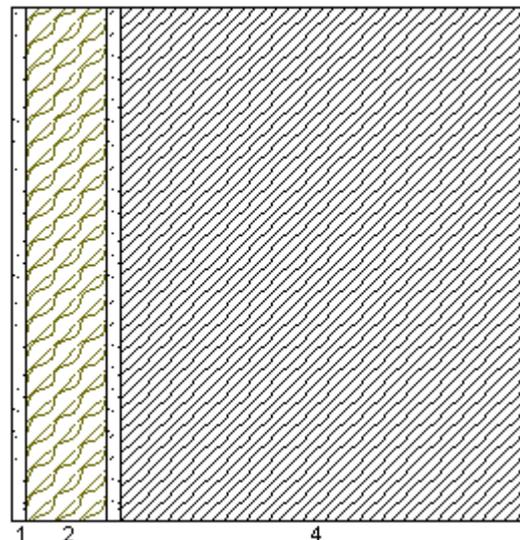
Codice struttura:

**M3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
2	Pannelli di fibra di legno	120	0,050	0,417	250	40,000	15,385	2,400
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	600	1,500	2,500	2000	4,000	4,000	0,400
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**760**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,330**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,027**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 1558 g/m<sup>2</sup>  
Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 711 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna  
Te temperatura esterna  
pi pressione parziale interna  
pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B1**

Codice struttura:

**M3**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

0,068

50% / 0%

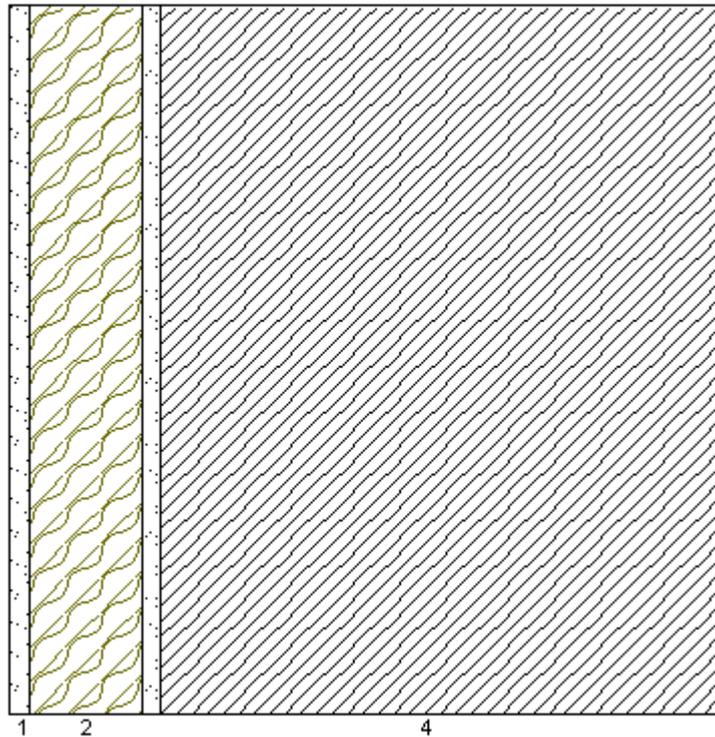
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	Calcolo per		Calcolo per	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
2	Pannelli di fibra di legno	250	5	20%	120	0,050	2,400	0,046	2,618
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4	Muratura in pietra naturale	2000	50	0%	600	1,500	0,400	1,500	0,400
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **760**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**3,027****3,273**Massa areica **1286**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,330****0,306**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B1

Codice struttura:

M3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,452 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,921$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

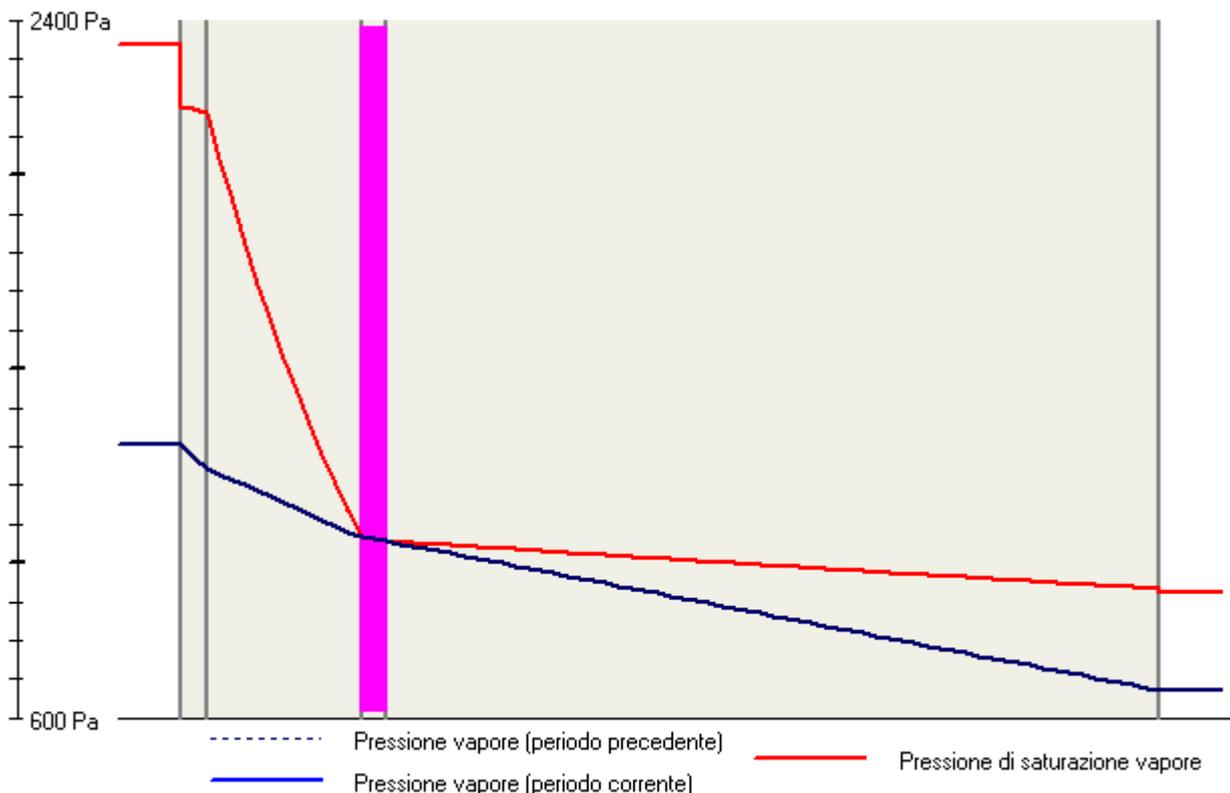
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

1558 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **ME\_B2**

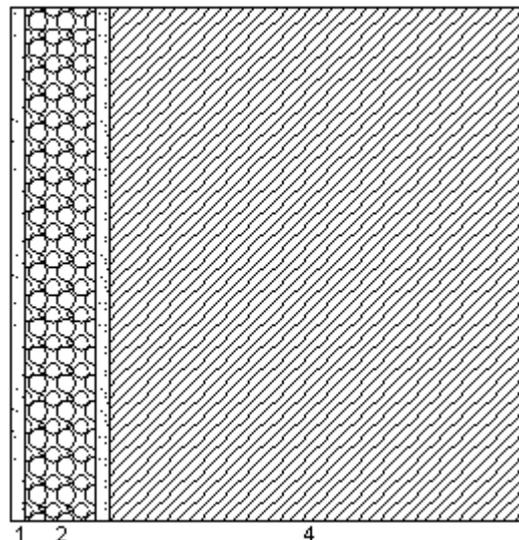
Codice struttura:

**M6**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	20	0,250	12,500	900	20,000	50,000	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
3	Intonaco di calce e sabbia	20	0,700	35,000	1400	20,000	33,333	0,029
4	Muratura in pietra naturale	600	1,500	2,500	2000	4,000	4,000	0,400
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**740**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,345**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,901**

Interno



Esterno

**VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 2470 g/m<sup>2</sup>  
Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.  
La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 703 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato  
C conduttanza  
 $\lambda$  conduttività  
 $\rho$  massa volumica

$\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50%  
 $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%  
R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna  
Te temperatura esterna  
pi pressione parziale interna  
pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **ME\_B2**

Codice struttura:

**M6**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,130

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,130

0,068

50% / 0%

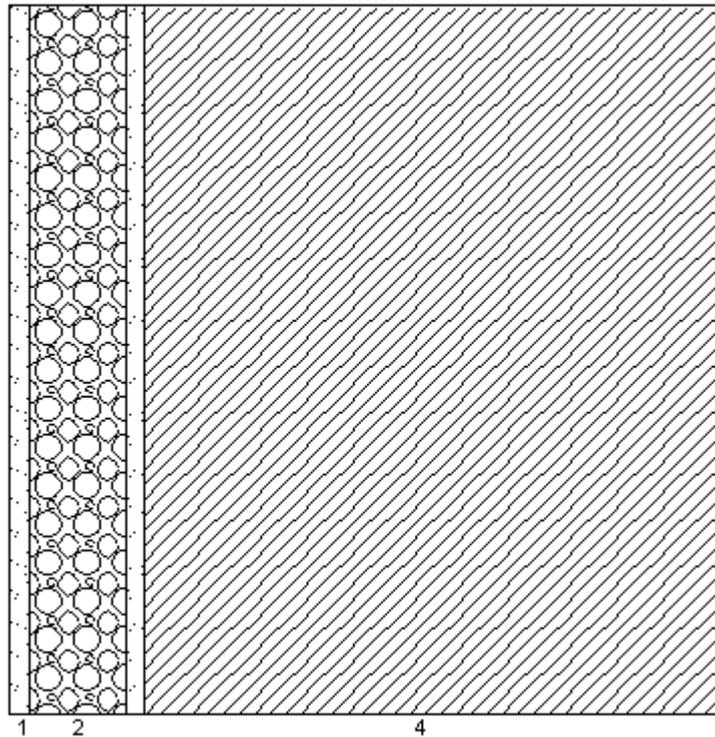
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso in lastre	900	10	0%	20	0,250	0,080	0,250	0,080
2	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
3	Intonaco di calce e sabbia	1400	10	0%	20	0,700	0,029	0,700	0,029
4	Muratura in pietra naturale	2000	50	0%	600	1,500	0,400	1,500	0,400
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **740**

mm

R m<sup>2</sup>K/W**2,901****3,337**Massa areica **1255**kg/m<sup>2</sup>U W/m<sup>2</sup>K**0,345****0,300**

Interno



Esterno

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: ME\_B2

Codice struttura:

M6

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,515 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,917$ 

Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Negativa

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata:

Marzo

Quantità di condensa ammissibile:

100 g/m<sup>2</sup>

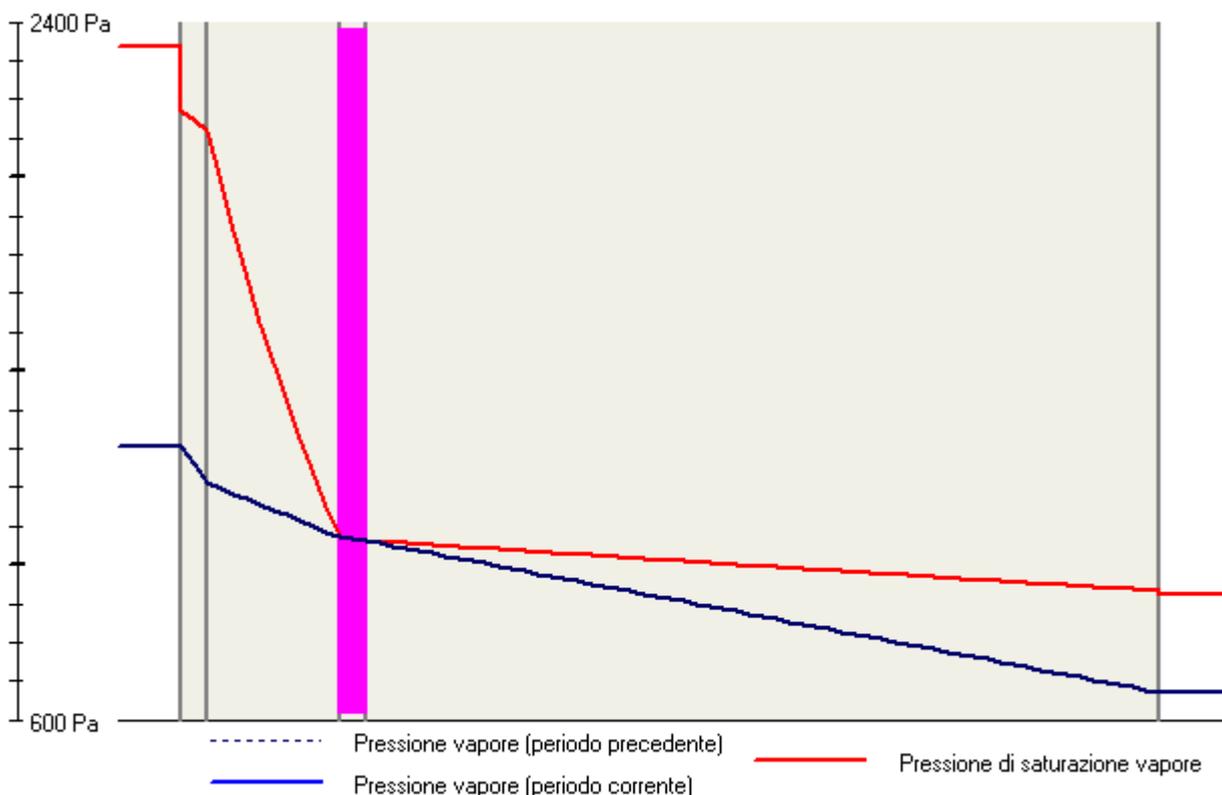
Q.tà massima di condensa durante l'anno:

2470 g/m<sup>2</sup>

L'evaporazione alla fine della stagione è:

Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

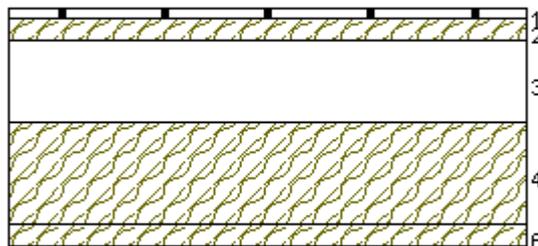
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P1**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	80	0,444	5,556	0	1600,000	1600,000	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	100	0,045	0,450	250	40,000	15,385	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduzzanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduzzanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,338**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,956****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 68 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 707 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduzzanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B1**

Codice struttura:

**P1**

Calcolo per

Vento m/s  
 Resistenza superficiale interna m<sup>2</sup>K/W  
 Resistenza superficiale esterna m<sup>2</sup>K/W  
 Maggiorazione isolante / non isolante %

**POTENZA****CCR**

3,2  
 0,170  
 0,040  
 100% / 100%

1,6  
 0,170  
 0,068  
 50% / 0%

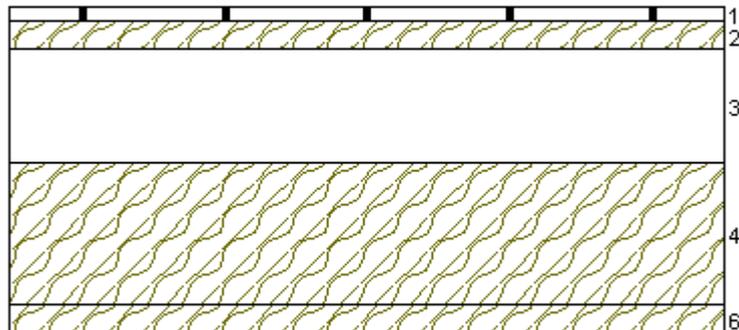
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,125	0%	80	0,444	0,180	0,444	0,180
4	Pannelli di fibra di legno duri e extraduri	250	5	20%	100	0,045	2,222	0,041	2,424
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale **230,8** mm  
 Massa areica **52** kg/m<sup>2</sup>

R m<sup>2</sup>K/W  
 U W/m<sup>2</sup>K

**2,996**  
**0,334**

**3,260**  
**0,307**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B1

Codice struttura:

P1

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 6,986 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Gennaio  $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,919$

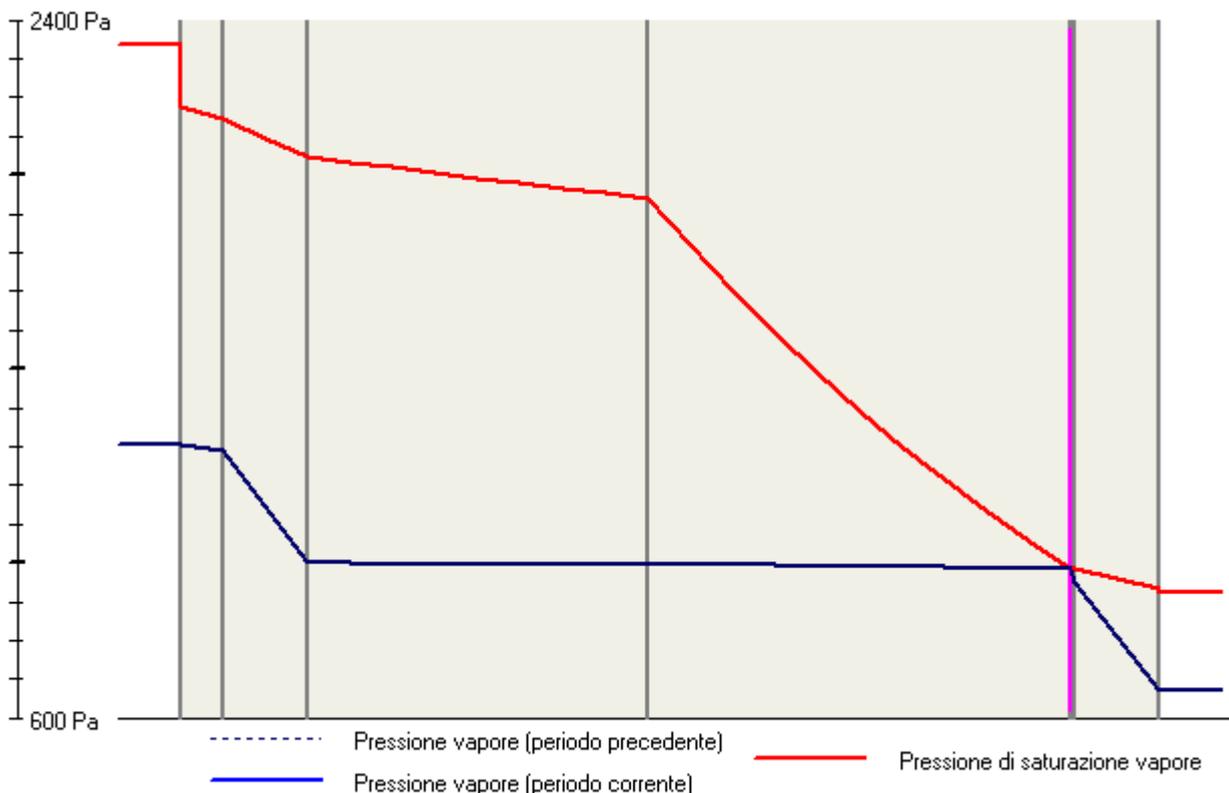
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Marzo  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 68 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

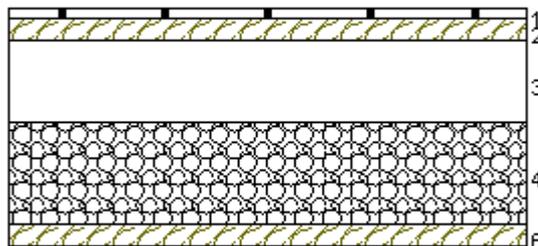
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P3**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	10	0,220	22,000	850	3,333	3,333	0,045
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	80	0,444	5,556	0	1600,000	1600,000	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	100	0,045	0,450	85	66,667	66,667	2,222
5	Carta kraft	0,8	0,170	213	590	0,089	0,089	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	20	0,120	6,000	450	0,311	0,935	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**230,8**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**25,000**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,338**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,040**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**2,956****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a \_\_\_\_ Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a 69 g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 707 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **SINn\_B2**

Codice struttura:

**P3**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,170

0,040

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,170

0,068

50% / 0%

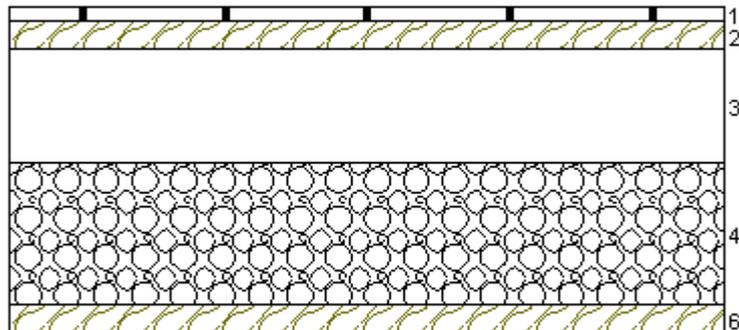
N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Pavimento in legno	850	60	20%	10	0,220	0,045	0,202	0,050
2	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
3	Aria non ventilata (fl.orizz.)	0	0,125	0%	80	0,444	0,180	0,444	0,180
4	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	100	0,045	2,222	0,038	2,630
5	Carta kraft	590	2250	0%	0,8	0,170	0,005	0,170	0,005
6	Legno di abete flusso perpend. alle fibre	450	643	20%	20	0,120	0,167	0,110	0,182
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **230,8**    mm  
 Massa areica      **35**      kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W  
 U    W/m<sup>2</sup>K

**2,996**                      **3,466**

**0,334**                      **0,289**



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: SINn\_B2

Codice struttura:

P3

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

- Te UR variabili, medie mensili.  
 T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_%  
 T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

- Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1  Umidità relativa interna costante:  
 Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota:  Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:

**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 7,035 10<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,040 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%  
 Mese critico Gennaio  $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,919$

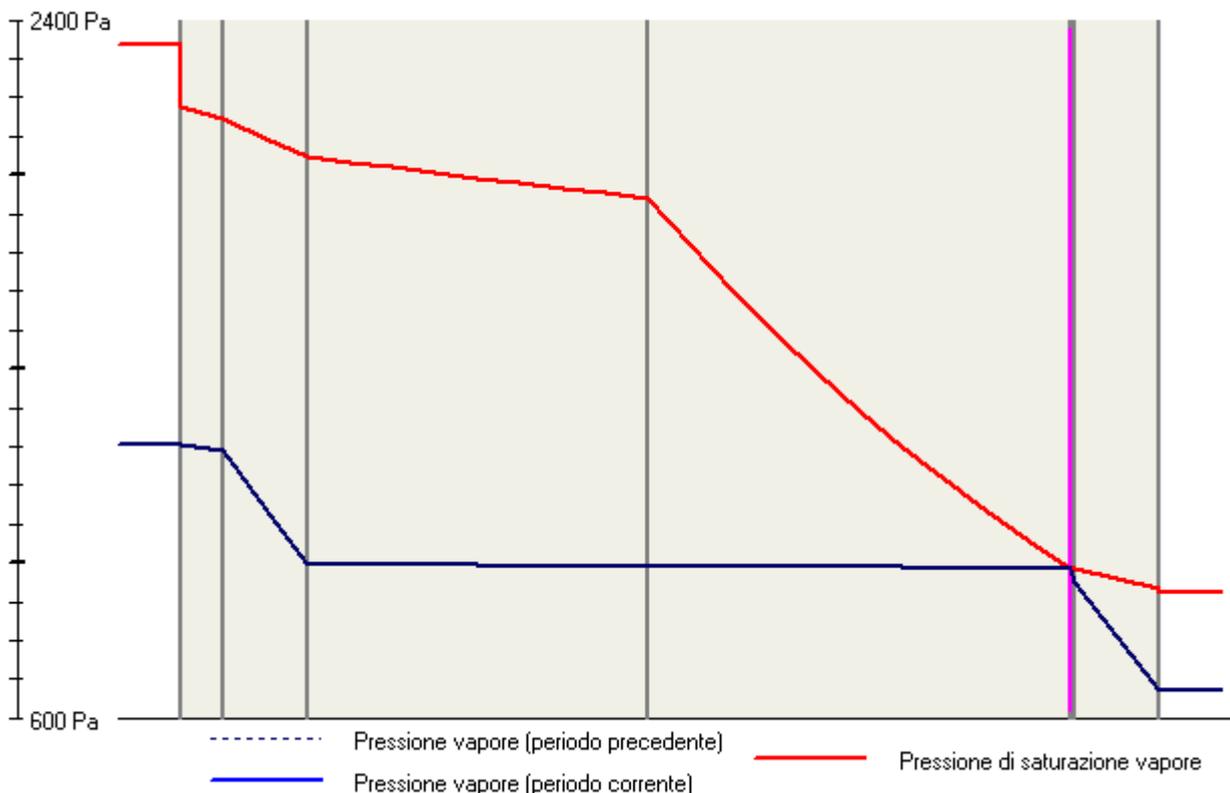
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Mese con massima condensa accumulata: Marzo  
 Quantità di condensa ammissibile: 100 g/m<sup>2</sup>  
 Q.tà massima di condensa durante l'anno: 69 g/m<sup>2</sup>  
 L'evaporazione alla fine della stagione è: Completa

Grafico delle pressioni del mese di: Marzo



**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**

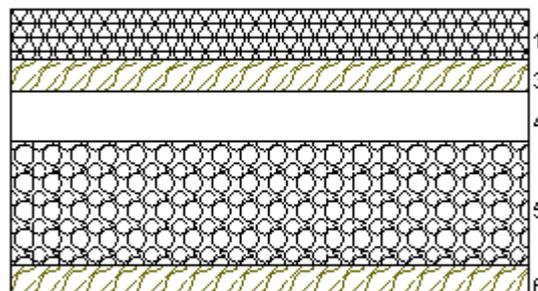
secondo D.M. 13.12.1993 - Tabella 1

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S4**

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'alto verso il basso)	s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	C [W/m <sup>2</sup> K]	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\delta a$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	$\delta u$ [10 <sup>-12</sup> kg/msPa]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	50	0,990	19,800	2000	-	-	0,029
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	0,4	0,170	425	800	-	-	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	-	-	0,096
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	50	0,000	0,000	0	-	-	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	120	0,045	0,375	85	66,667	66,667	2,667
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	30	0,180	6,000	450	4,651	6,250	0,167
7								
8								
9								
10								
11								
12								

SPESSORE  
totale (mm)**280,4**Conduttanza unitaria  
superficiale interna**7,692**Conduttanza unitaria  
superficiale esterna**43,254**TRASMITTANZA  
TOTALE (W/m<sup>2</sup>K)**0,312**Resistenza unitaria  
superficiale interna**0,130**Resistenza unitaria  
superficiale esterna**0,023**RESISTENZA TERMICA  
TOTALE (m<sup>2</sup>K/W)**3,203****VERIFICA TERMOIGROMETRICA**

Condizioni al contorno

CONDIZIONE	Ti (°C)	pi (Pa)	Te (°C)	pe (Pa)
Invernale (gennaio)	20,0	1405	0,0	514
Estiva (luglio)	20,8	1668	20,8	1668

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 163 Pa

 La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La quantità stagionale di condensato è pari a \_\_\_\_ g/m<sup>2</sup>

Tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.

 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.

La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a 723 Pa

Simbologia:

s spessore dello strato

C conduttanza

 $\lambda$  conduttività $\rho$  massa volumica $\delta a$  permeabilità al vapore nell'intervallo 0-50% $\delta u$  permeabilità al vapore nell'intervallo 50-95%

R resistenza termica dei singoli strati

Ti temperatura interna

Te temperatura esterna

pi pressione parziale interna

pe pressione parziale esterna

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: **CESTER\_B1**

Codice struttura:

**S4**

Calcolo per

Vento

m/s

Resistenza superficiale interna

m<sup>2</sup>K/W

Resistenza superficiale esterna

m<sup>2</sup>K/W

Maggiorazione isolante / non isolante

%

**POTENZA**

3,2

0,100

0,023

100% / 100%

**CCR**

1,6

0,100

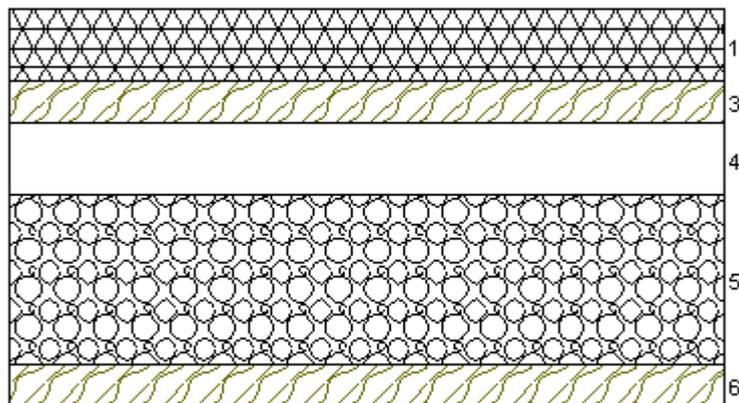
0,029

50% / 0%

N.	Descrizione	$\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$	m [%]	s [mm]	POTENZA		CCR	
						$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
1	Copertura in tegole di argilla	2000	-	24%	50	0,990	0,029	0,798	0,027
2	Barriera all'acqua ed al vento traspirante	800	-	0%	0,4	0,170	0,001	0,170	0,001
3	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	-	80%	30	0,180	0,096	0,140	0,093
4	Aria debolmente ventilata (fl.orizz.)	0	-	0%	50	0,000	0,090	0,000	0,090
5	Pannelli in fibra di cellulosa	85	3	45%	120	0,045	2,667	0,038	3,156
6	Legno di abete flusso parall. alle fibre	450	43	80%	30	0,180	0,167	0,140	0,214
7									
8									
9									
10									
11									
12									

Spessore totale    **280,4**    mm  
 Massa areica      **138**      kg/m<sup>2</sup>

R    m<sup>2</sup>K/W  
 U    W/m<sup>2</sup>K

**3,173****3,711****0,315****0,269**

**CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'EDIFICIO**

secondo UNI 6946 - UNI EN ISO 13788 - UNI 10351 - UNI 10355

Tipo di struttura: CESTER\_B1

Codice struttura:

S4

**DATI TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**

Temperatura interna periodo di riscaldamento: 20,0 °C

Temperatura esterna per calcolo potenza: -11,0 °C

T e UR esterne verifica termogrometrica:

 Te UR variabili, medie mensili. T fissa, media annuale \_\_\_ °C UR fissa pari a \_\_\_% T fissa, pari a \_\_\_°C UR fissa, pari a \_\_\_%

Criterio per l'aumento dell'umidità interna:

 Classe concentrazione del vapore: 0,006 kg/m<sup>3</sup> x1.1 Umidità relativa interna costante: Ricambio d'aria costante e produzione di vapore nota: Ricambio d'aria variabile e produzione di vapore nota:**RISULTATI DELLA VERIFICA TERMOIGROMETRICI secondo UNI EN ISO 13788:**Permeanza: 121,21210<sup>-12</sup> kg/sm<sup>2</sup> PaResistenza superficiale interna / esterna: 0,250 / 0,023 m<sup>2</sup>K/W

Verifica criticità di condensa superficiale:

Positiva

per UR<sub>sup,amm</sub> 80,0%

Mese critico Gennaio

 $f_{Rsi}^{max} 0,773 \leq f_{Rsi} 0,925$ 

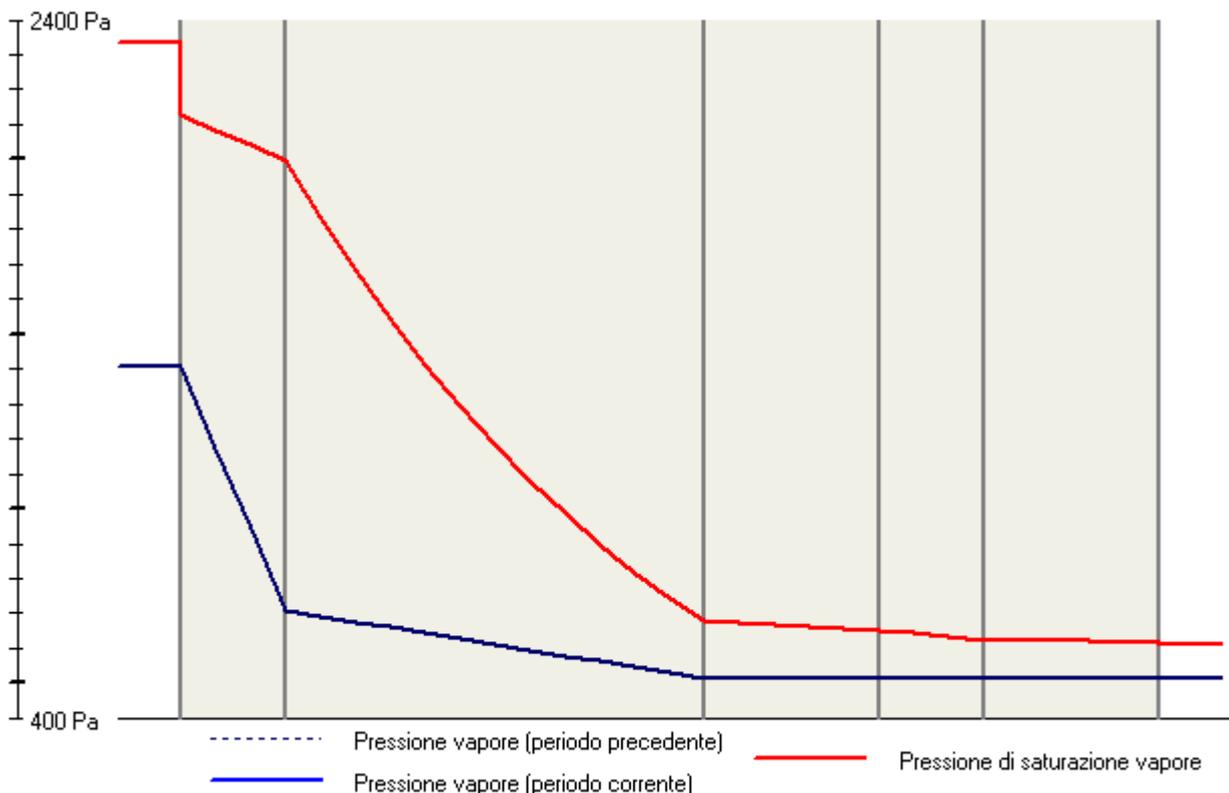
Verifica del rischio di condensa interstiziale:

Positiva

Verifica termoigrometrica:

Nessuna condensazione

Grafico delle pressioni del mese di: Gennaio





## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	PARETE PORTANTE	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico	43,76 €/m <sup>2</sup>	23,34 €/m <sup>2</sup>
Intonaco interno	64,15€/m <sup>2</sup>	16,90 €/m <sup>2</sup>
Cartongesso	-	37,79 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>107,91 €/m<sup>2</sup></b>	<b>78.03 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>22.445,28 €</b>	<b>16.230,24 €</b>

Elemento	SOLAIO INFERIORE	
	ISOLATO CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATO CON FIBRA DI CELLULOSA E CARTONGESSO
Materiali utilizzati		
Isolante termico e carta kraft	28,69 €/m <sup>2</sup>	20,68 €/m <sup>2</sup>
Tavolato	39,56 €/m <sup>2</sup>	39,56 €/m <sup>2</sup>
Pavimento in legno	47,90 €/m <sup>2</sup>	47,90 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>116,15 €/m<sup>2</sup></b>	<b>108,14 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>6.155,95 €</b>	<b>5.731,42 €</b>

Elemento	COPERTURA	
	ISOLATA CON FIBRA DI LEGNO	ISOLATA CON FIBRA DI CELLULOSA
Materiali utilizzati		
Tavolato, listelli, controlistelli	72,20 €/m <sup>2</sup>	72,20 €/m <sup>2</sup>
Guaine	6,74 €/m <sup>2</sup>	6,74 €/m <sup>2</sup>
Pannelli isolanti	38,44 €/m <sup>2</sup>	23,06 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>117,38 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,00 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>8.803,50 €</b>	<b>7.650,00 €</b>



## COSTO DEGLI INTERVENTI E TEMPO DI RITORNO

Elemento	SERRAMENTI IN LEGNO
Materiali utilizzati	SERRAMENTI IN LEGNO DI LARICE CON VETROCAMERA 4+12+4
Serramento in larice	227,00 €/m <sup>2</sup>
Vetrocamera 4+12+4	35,70 €/m <sup>2</sup>
Posa in opera serramento e vetrocamera	67,20 €/m <sup>2</sup>
<b>Costo intervento</b>	<b>329,90 €/m<sup>2</sup></b>
<b>Costo complessivo</b>	<b>3.628,90 €</b>

## COSTO TOTALE DELL'INTERVENTO

<b>B1 – Isolante in fibra di legno</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	41.033,63 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	10,3
<b>B2 – Isolante in fibra di cellulosa</b>	
Costo totale intervento retrofit energetico	33.240,56 €
Tempo di ritorno del capitale e degli interessi passivi (anno)	10,0