



COMUNE DI DIANO D'ALBA Provincia di Cuneo

BANDO TRIENNALE 2015-16-17 EDILIZIA SCOLASTICA - MUTUI

Ristrutturazione e riqualificazione di scuola dell'infanzia
sita in Fraz. Valle Talloria - Diano d'Alba (CN)

PROGETTO ESECUTIVO



OGGETTO: **RELAZIONE PONTI TERMICI - PROGETTO**

DATA: GENNAIO 2018

ALLEGATO: **J**

IL COMMITTENTE: **COMUNE DI DIANO D'ALBA**
Via Umberto I, 22
12055 Diano d'Alba (CN)

I PROGETTISTI: **Geom. Fabio GIROLAMETTI**
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba
IL CAPOGRUPPO

Ing. Roberto FAVA
Studio Girolametti S.r.l., Via Acqui n.13/A - Alba

secem
Soluzioni complete di certificazione
in energy management

Fabio Girolametti
Settore CIVILE
n. 0032-SC-EGE-2016

Fabio Girolametti
**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**
Roberto Fava
12051 Dott. Ing. Roberto Fava



Sommario

1. INTRODUZIONE AL CALCOLO DEI PONTI TERMICI	3
2. NORMATIVE PER IL CALCOLO DEI PONTI TERMICI.....	3
3. PROBLEMATICHE DEL PONTE TERMICO.....	4
4. METODO DI ANALISI.....	5
5. TIPO DI PONTE: ANGOLO.....	6
6. TIPO DI PONTE: GIUNTO PARETE-COPERTURA	8
7. TIPO DI PONTE: SOLAIO INTERPIANO.....	10
8. TIPO DI PONTE: PILASTRO	12
9. TIPO DI PONTE: SOLAIO SU AMBIENTE NON RISCALDATO	14
10. TIPO DI PONTE: SOLAIO SU TERRENO.....	15
11. TIPO DI PONTE: GIUNTO PARETE-COPERTURA	17

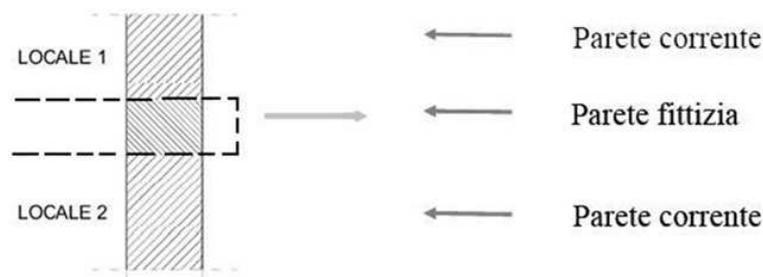


1. Introduzione al calcolo dei ponti termici

Il **D.Lgs. 19 agosto 2005, n.192** - *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia* - definisce il **ponte termico** come la **discontinuità di isolamento termico** che si può verificare in corrispondenza agli innesti di elementi strutturali (solai e pareti perimetrali o pareti verticali tra loro).

Tale decreto stabilisce anche il significato di **ponte termico corretto**, che si realizza quando la trasmittanza della parete fittizia (il tratto di parete esterna in corrispondenza del ponte termico) non supera per più del 15% la trasmittanza termica della parete corrente.

La **parete fittizia** è la parete schematizzata in figura:



Definizione di parete fittizia, da D.Lgs. 19 agosto 2005, n.192, Allegato A.

La norma **UNI EN ISO 110211** da un'altra **definizione di ponte termico**: si tratta di una parte di involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo per effetto della *compensazione totale o parziale* di materiale con conduttività termica diversa nell'involucro edilizio, e/o della *variazione dello spessore* della costruzione e/o della *differenza tra le aree interna ed esterna*, come avviene per esempio in corrispondenza delle giunzioni tra parete, pavimento e soffitto.

2. Normative per il calcolo dei ponti termici

Lo scambio termico per trasmissione attraverso i ponti termici lineari può essere calcolato secondo la norma **UNI EN ISO 14683:2008** – *Ponti termici in edilizia, Coefficiente di trasmissione termica lineica, Metodi semplificati e valori di riferimento* - che definisce i metodi di calcolo semplificati della trasmittanza termica lineica Ψ . In particolare, stabilisce che:

- nel caso in cui siano definiti solamente le dimensioni e la forma generale dell'edificio, si può fare una stima approssimata del contributo dei ponti termici alle perdite di calore totale. Tale stima può essere fatta sulla base dei valori di progetto della trasmittanza termica lineica forniti nel prospetto 2 della normativa;
- quando siano disponibili dettagli complessivi, possono essere ottenuti valori più accurati di trasmittanza lineica per ogni ponte termico lineare confrontando la tipologia particolare con l'esempio che più si avvicina ricavato da un atlante di ponti termici. In questo stadio possono essere utilizzati anche metodi che prevedono calcoli manuali;
- quando siano noti tutti i dettagli, possono essere utilizzati tutti i metodi per il calcolo della trasmittanza lineica, inclusi metodi di calcolo numerico, grazie ai quali si ottengono valori di Ψ più precisi.



NB. Con la pubblicazione dell'aggiornamento della UNI TS 11300 parte 1 e 2 è cancellato l'uso della maggiorazione % semplificata e dell'abaco della norma UNI EN 14683. Le valutazioni dei coefficienti lineici si devono effettuare con calcolo a elementi finiti o con atlanti dei ponti termici realizzati in accordo con la UNI EN ISO 14683.

La normativa **UNI EN ISO 10211:2008 – Ponti termici in edilizia, Flussi termici e temperature superficiali, Calcoli dettagliati** - definisce le specifiche dei modelli geometrici 3D e 2D di un ponte termico, ai fini del calcolo numerico di:

- flussi termici, ai fini di determinare le dispersioni termiche totali di un edificio o di una sua parte;
- temperature minime superficiali, ai fini di valutare il rischio di condensazione superficiale.

La norma include i limiti del modello geometrico e le sue suddivisioni, le condizioni limite ed i valori termici associati da utilizzare.

3. Problematiche del ponte termico

Il calcolo del ponte termico ha come obiettivi:

- la risoluzione di un problema energetico;
- rischio di formazione di condensa;
- rischio di formazione di muffa.

Il problema energetico porta ad affrontare il ponte termico in termini di calcolo dell'EP dell'edificio e della trasmittanza U della parete.

Per quanto riguarda il rischio di formazione di condensa è importante la verifica igrometrica superficiale delle strutture opache interne, anche in corrispondenza dei ponti termici. Per svolgere tale verifica si considerano condizioni interne standard di 20°C e 65% di umidità relativa.

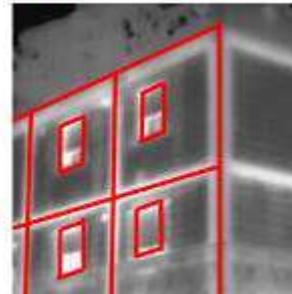
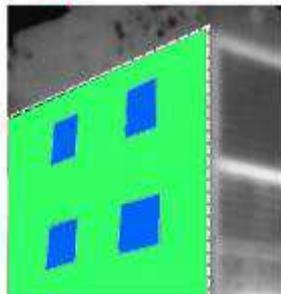
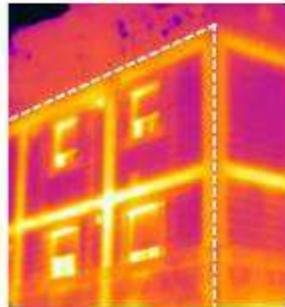
La verifica della formazione di muffa non è prevista come obbligo di legge ma viene consigliata dalla norma considerando condizioni interne "standard" e analisi della temperatura superficiale. Le condizioni interne "standard" devono essere valutate di caso in caso dal progettista.



Il calcolo del coefficiente di dispersione avviene tenendo in considerazione le dispersioni termiche superficiali, i ponti termici lineari e puntuali.



$$H = \sum_i U_i A_i + \sum_k \psi_k l_k + \sum_j \chi_j$$



Tratto da VideoPillola ANIT

4. Metodo di analisi

Il calcolo dei ponti termici, in questa relazione, viene svolto utilizzando il software sviluppato da ANIT (Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico), IRIS 1.2, che si basa sul calcolo bidimensionale agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211:2008.

Temperatura	Flusso
20,0	12,5
19,2	12,0
18,4	11,4
17,6	10,9
16,9	10,4
16,1	9,9
15,3	9,4
14,5	8,8
13,7	8,3
12,9	7,8
12,1	7,3
11,3	6,8
10,6	6,2
9,8	5,7
9,0	5,2
8,2	4,7
7,4	4,2
6,6	3,6
5,8	3,1
5,0	2,6
4,3	2,1
3,5	1,6
2,7	1,0
1,9	0,5
1,1	0,0

Scala cromatica

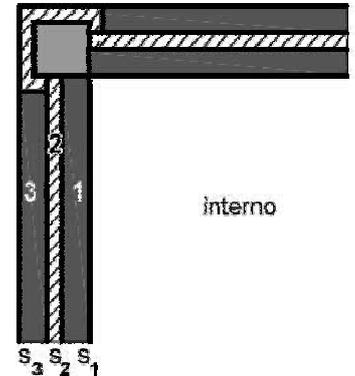


5. Tipo di ponte: Angolo

esterno

C10

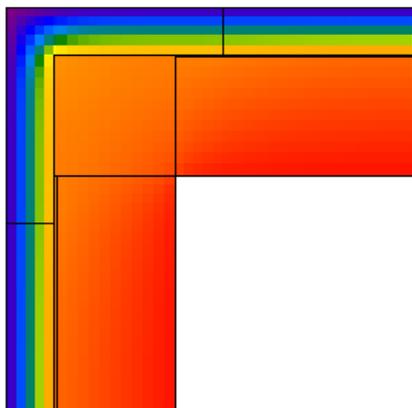
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Muratura interna	cassa vuota esistente	0,693	0,5
2 - Isolante parete	intonaco	0,7	0,01
3 - Muratura esterna	eps	0,034	0,2
5 - Pilastro	c.a.	2,5	
6 - Isolante pilastro	eps	0,034	0,2



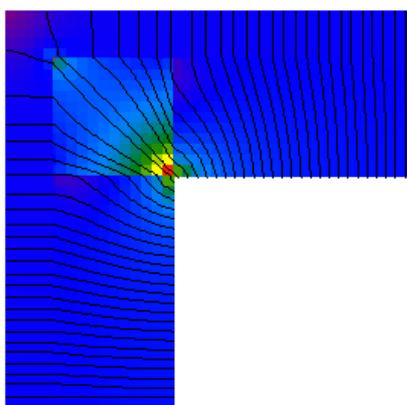
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	18,40 °C	Struttura regolamentare



Temperatura



Flusso

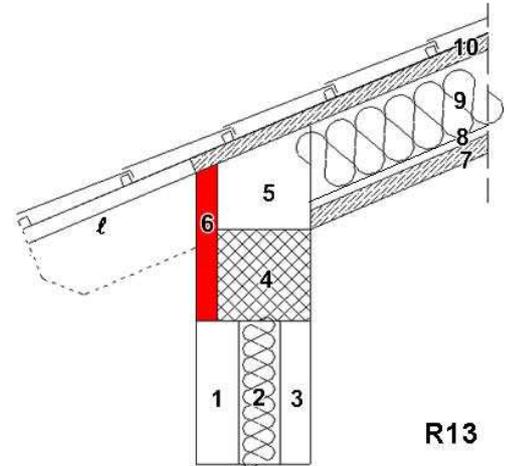


Trasmittanza limite	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	8,42	W	
Trasmittanza lineare interna	0,151	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	-0,058	W/mK	



6. Tipo di ponte: Giunto parete-copertura

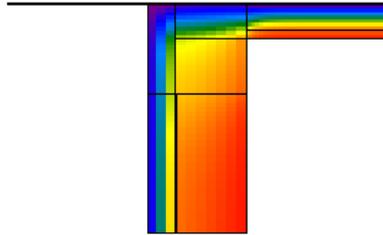
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
Materiale 1	eps	0,034	0,2
Materiale 2	intonaco	0,7	0,01
Materiale 3	cassa vuota esistente	0,693	0,5
Materiale 4	cordolo c.a.	2,5	0,4
Materiale 5	laterizio esterno	0,5	0,4
Materiale 6	eps	0,034	0,2
Materiale 7	assito	0,18	0,06
Materiale 8	guaina	0,17	0,001
Materiale 9	fibra di legno	0,053	0,18
Materiale 10	coppi	1	0,01



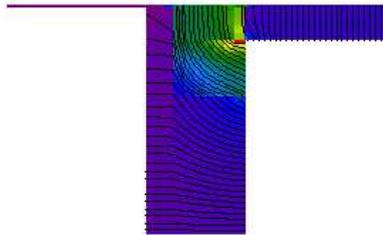
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	16,81 °C	Struttura regolamentare



Temperatura



Flusso

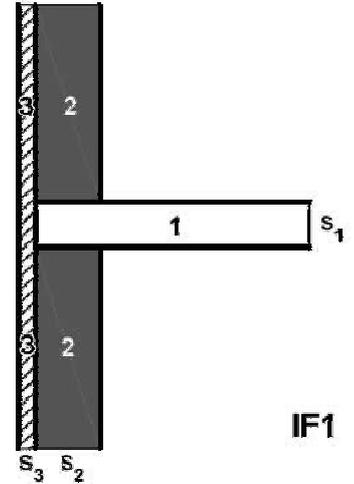


Trasmittanza limite solaio	0,310	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente solaio	0,257	W/m ² K	Limite verificato
Trasmittanza limite parete	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente parete	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	19,46	W	
Trasmittanza lineare interna	0,566	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	0,347	W/mK	



7. Tipo di ponte: Solaio interpiano

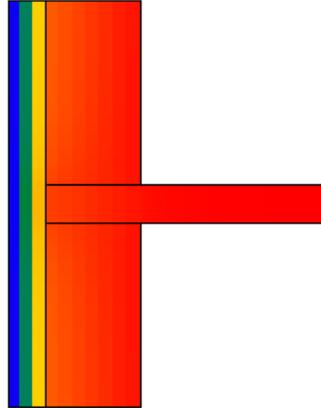
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Muratura	cassa vuota esistente	0,693	0,51
3 - Isolante parete	eps	0,034	0,2



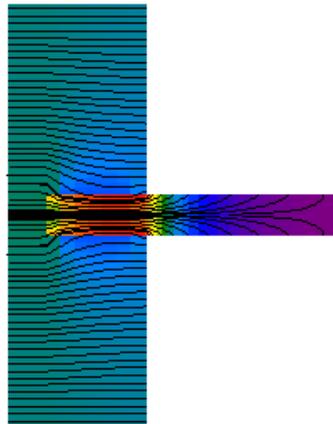
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	19,60 °C	Struttura regolamentare



Temperatura



Flusso

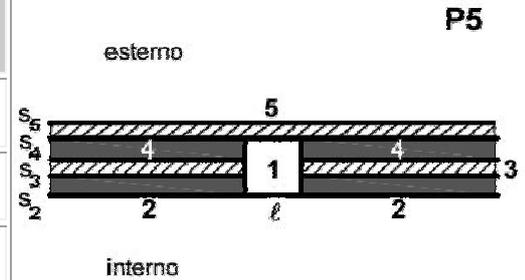


Trasmittanza limite	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	6,22	W	
Trasmittanza lineare interna	0,035	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	0,005	W/mK	



8. Tipo di ponte: Pilastro

	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Pilastro	c.a.	2,5	0,3
2 - Muratura interna	laterizio interno	0,8	0,25
3 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,12
4 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,8	0,12
5 - Isolante esterno	eps	0,034	0,2

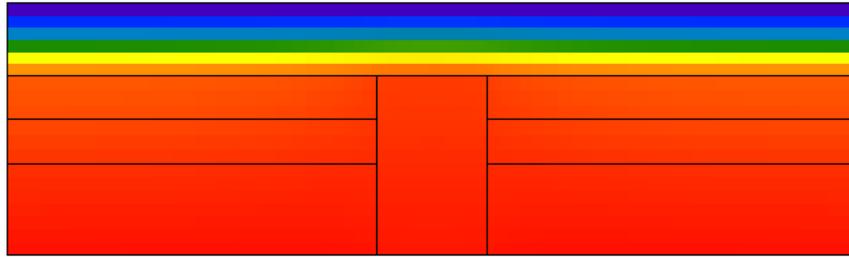


Trasmittanza limite	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente	0,149	W/m ² K	Limite verificato
Trasmittanza pilastro	0,160	W/m ² K	
Trasmittanza media	0,150	W/m ² K	Limite verificato

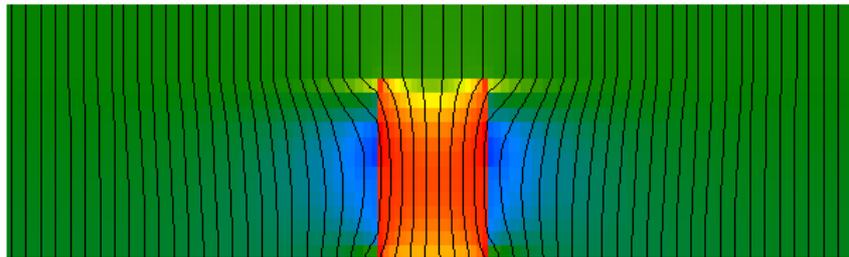
Temperatura esterna	1,1	°C	
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	19,46	°C	Struttura regolamentare



Temperatura



Flusso

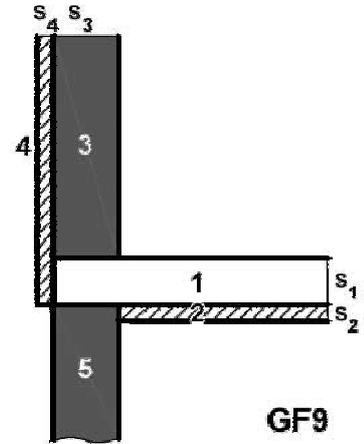


Flusso totale	6,56	W
Trasmittanza lineare interna	0,0055	W/mK
Trasmittanza lineare esterna	0,0055	W/mK



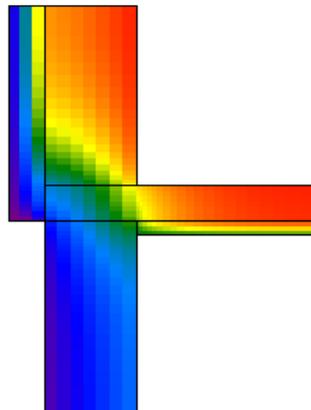
**9. Tipo di ponte:
 Solaio su ambiente non riscaldato**

	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Isolante solaio	lana roccia	0,035	0,08
3 - Muratura	cassa vuota esistente	0,693	0,51
4 - Isolante parete	eps	0,034	0,2



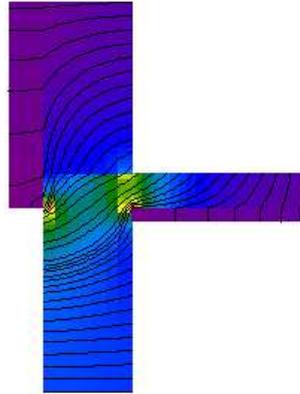
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	14,52 °C	Struttura regolamentare

Temperatura





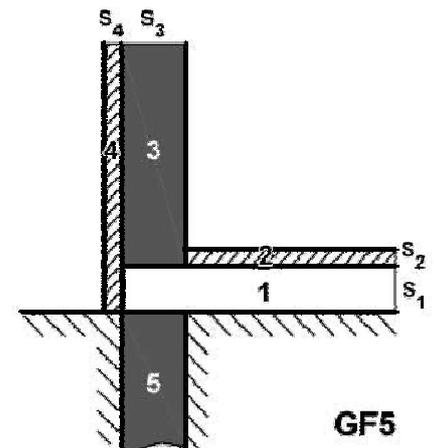
Flusso



Trasmittanza limite	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	25,61	W	
Trasmittanza lineare interna	0,834	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	0,809	W/mK	

10. Tipo di ponte: Solaio su terreno

	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio		1,4	0,1
2 - Isolante solaio	massetto	0,7	0,09
3 - Muratura	cassa vuota esistente	0,693	0,51
4 - Isolante parete	eps	0,034	0,2

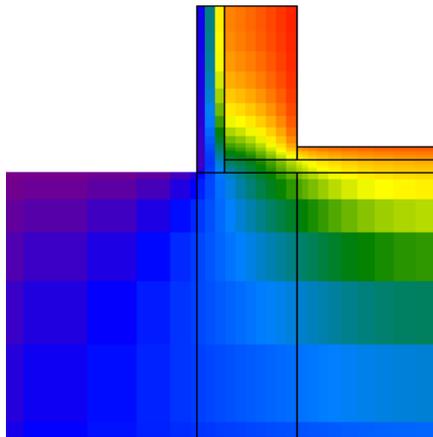


Temperatura esterna	1,1	°C	
----------------------------	-----	----	--



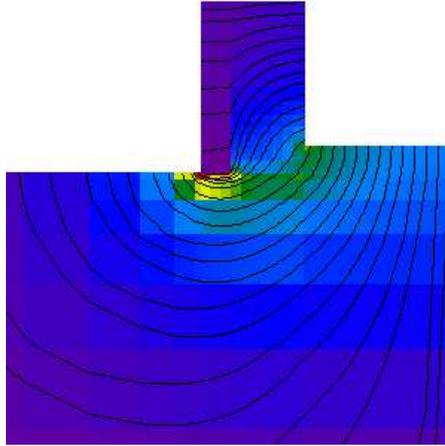
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	16,27	°C	Struttura regolamentare

Temperatura





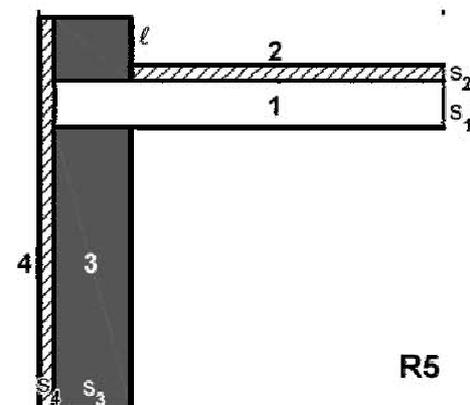
Flusso



Trasmittanza limite	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	27,03	W	
Trasmittanza lineare interna	1,283	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	1,255	W/mK	

11.Tipo di ponte: Giunto parete-copertura

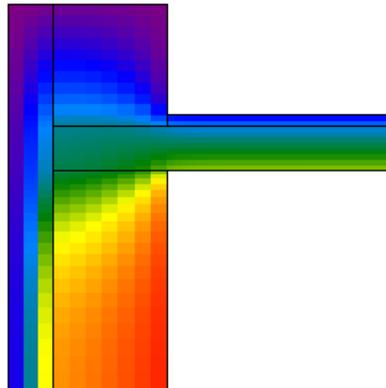
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Isolante solaio	massetto	0,7	0,05
3 - Muratura	cassa vuota esistente	0,693	0,51
4 - Isolante parete	eps	0,034	0,2





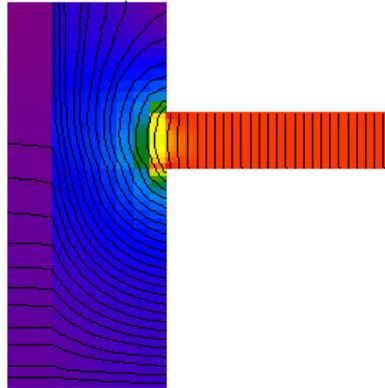
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	12,11 °C	Struttura non regolamentare

Temperatura





lusso



Trasmittanza limite solaio	0,310	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente solaio	3,431	W/m ² K	Limite non verificato
Trasmittanza limite parete	0,350	W/m ² K	
Trasmittanza sezione corrente parete	0,147	W/m ² K	Limite verificato
Flusso totale	71,28	W	
Trasmittanza lineare interna	0,193	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	-2,280	W/mK	