



## 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 - STATO DI FATTO**

DATA: GENNAIO 2018

ALLEGATO: **H**

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**  
SISTEMI INTEGRATI PER LA CERTIFICAZIONE  
IN ENERGY MANAGEMENT

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

*Fabio Girolametti*

**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO**  
*Roberto Fava*  
1341 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: SOLAIO SU TERRENO .....	6
6. TIPO DI PONTE: ANGOLO.....	8
7. TIPO DI PONTE: PILASTRO .....	10
8. TIPO DI PONTE: SOLAIO INTERPIANO.....	12
9. TIPO DI PONTE: SOLAIO SU AMBIENTE NON RISCALDATO .....	14
10. TIPO DI PONTE: GIUNTO PARETE-COPERTURA .....	16

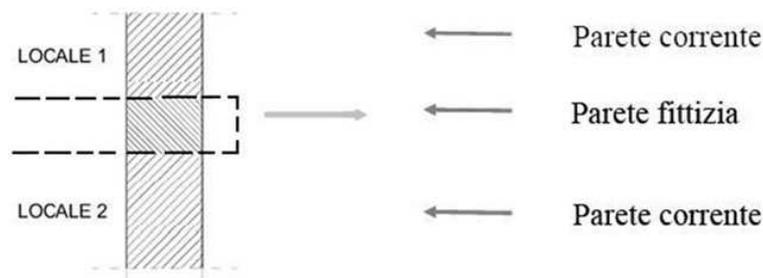


## 1. Introduzione al calcolo dei ponti termici

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 *compenetrazione 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  $\Psi$ . 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  $\Psi$  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.

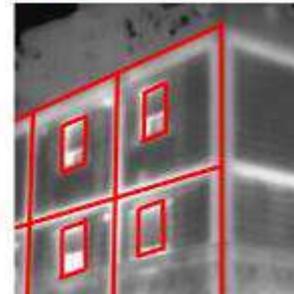
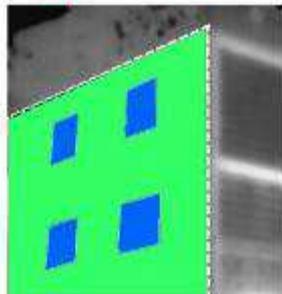
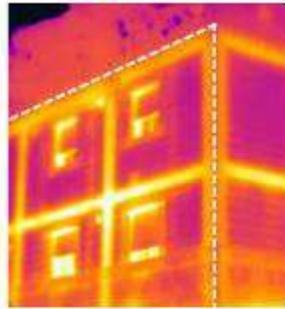
La verifica della formazione di muffa non è prevista come obbligo di legge ma viene consigliata dalla norma considerando condizioni interne "standard" e analisi della temperatura superficiale. Le condizioni interne "standard" devono essere valutate di caso in caso dal progettista.



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

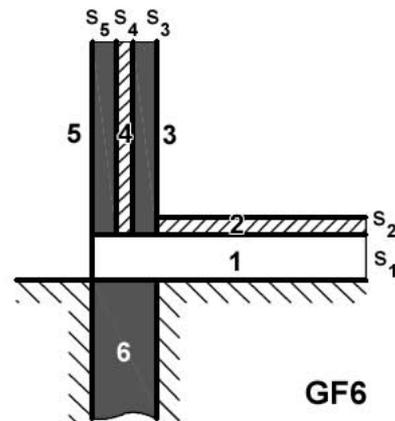
Il calcolo dei ponti termici, in questa relazione, viene svolto utilizzando il software sviluppato da ANIT (Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico), IRIS 1.2, che si basa sul calcolo bidimensionale agli elementi finiti secondo UNI EN ISO 10211:2008.

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: Solaio su terreno



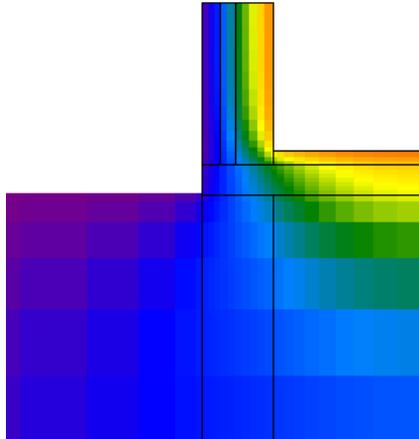
## 6. Tipo di ponte: Solaio su terreno

	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Isolante solaio	massetto	0,8	0,09
3 - Muratura interna	laterizio interno	0,8	0,25
4 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,1
5 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,8	0,12
6 - parete interrata	c.a.	2,5	0,6

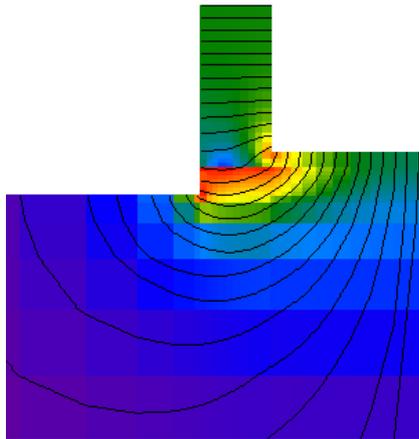
Temperatura esterna	1,1 °C	
Temperatura interna	20 °C	
Umidità relativa interna	0,65 %	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22 °C	
Temperatura minima della superficie interna	14,14 °C	Struttura regolamentare



**Temperatura**



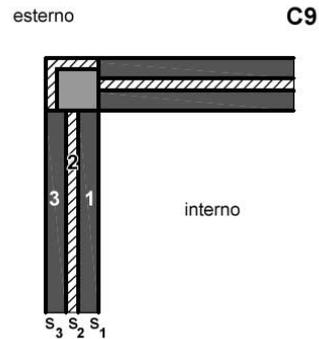
**Flusso**



<b>Trasmittanza limite</b>	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
<b>Trasmittanza sezione corrente</b>	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
<b>Flusso totale</b>	51,71	W	
<b>Trasmittanza lineare interna</b>	1,503	W/mK	
<b>Trasmittanza lineare esterna</b>	1,146	W/mK	



## 7. Tipo di ponte: Angolo

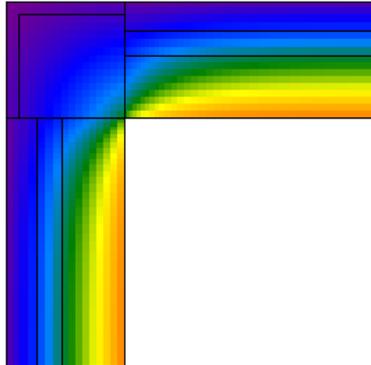


	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Muratura interna	laterizio interno	0,80	0,25
2 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,10
3 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,80	0,12
5 - Pilastro	c.a.	2,50	
6 - Isolante pilastro	pilastro	2,50	0,05

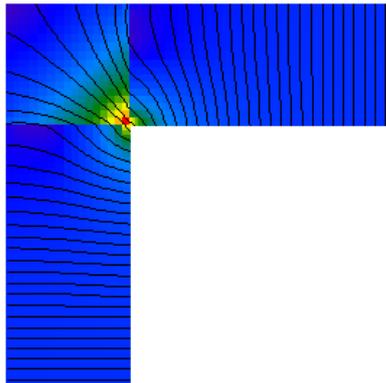
Temperatura esterna	1,1	°C	
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	10,70	°C	Struttura non regolamentare



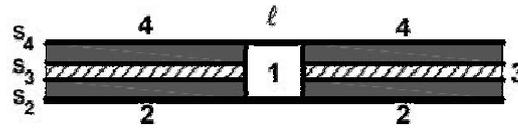
**Temperatura**



**Flusso**



Trasmittanza limite	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
Trasmittanza sezione corrente	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
Flusso totale	57,58	W	
Trasmittanza lineare interna	0,581	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	-0,578	W/mK	



## 8. Tipo di ponte: Pilastro

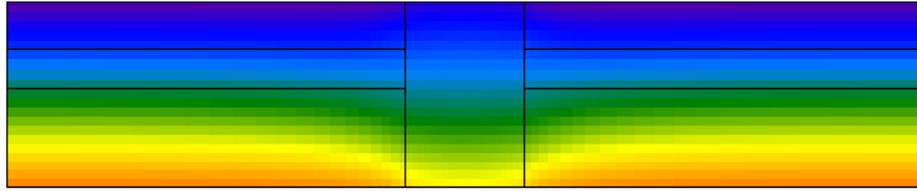
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Pilastro	c.a.	2,5	0,3
2 - Muratura interna	laterizio interno	0,8	0,25
3 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,1
4 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,8	0,12

Trasmittanza limite	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
Trasmittanza sezione corrente	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
Trasmittanza pilastro	2,793	W/m <sup>2</sup> K	

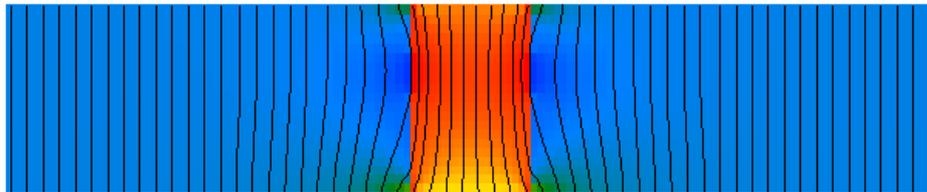
Temperatura esterna	1,1	°C	
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	13,99	°C	Struttura regolamentare



**Temperatura**



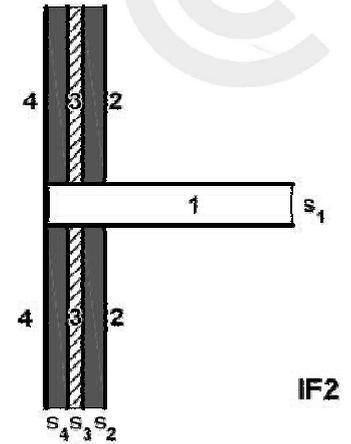
**Flusso**



<b>Flusso totale</b>	63,420	W
<b>Trasmittanza lineare interna</b>	0,5198	W/mK
<b>Trasmittanza lineare esterna</b>	0,5198	W/mK



## 9. Tipo di ponte: Solaio interpiano

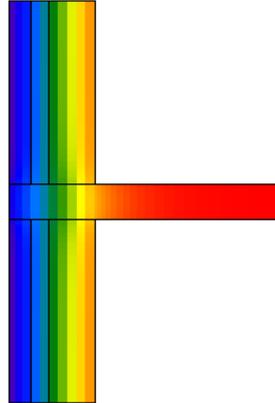


	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Muratura interna	laterizio interno	0,8	0,25
3 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,1
4 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,8	0,12

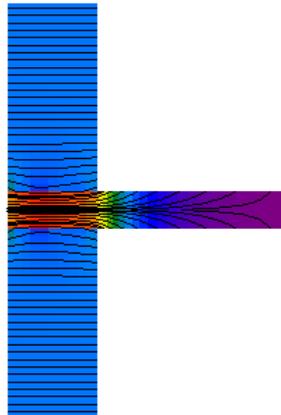
Temperatura esterna	1,1	°C	
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	Struttura regolamentare
Temperatura minima della superficie interna	15,94	°C	



**Temperatura**



**Flusso**

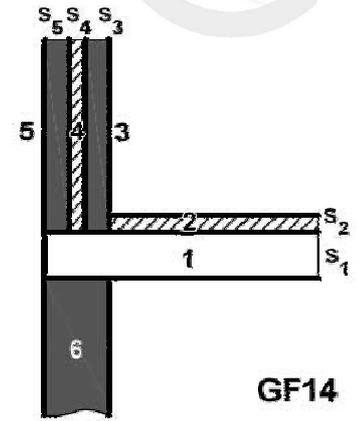


<b>Trasmittanza limite</b>	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
<b>Trasmittanza sezione corrente</b>	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
<b>Flusso totale</b>	59,46	W	
<b>Trasmittanza lineare interna</b>	0,680	W/mK	
<b>Trasmittanza lineare esterna</b>	0,433	W/mK	



### 10. Tipo di ponte: Solaio su ambiente non riscaldato

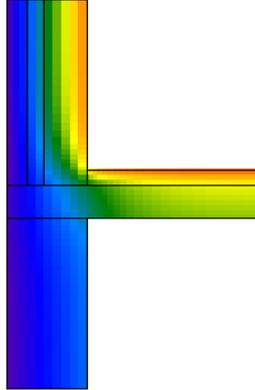
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,50	0,20
2 - Isolante solaio	massetto	0,38	0,09
3 - Muratura interna	laterizio interno	0,80	0,25
4 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,10
5 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,80	0,12



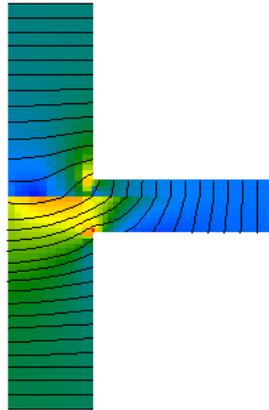
Temperatura esterna	1,10	°C	
Temperatura interna	20,00	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	13,93	°C	Struttura regolamentare



**Temperatura**



**Flusso**

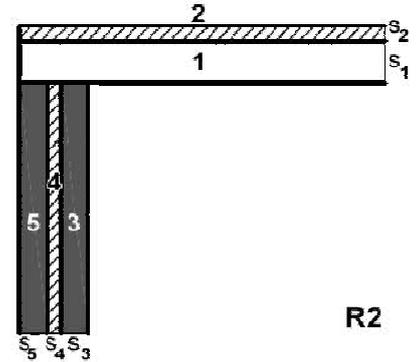


Trasmittanza limite	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
Trasmittanza sezione corrente	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
Flusso totale	46,69	W	
Trasmittanza lineare interna	-0,358	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	-0,715	W/mK	



### 11. Tipo di ponte: Giunto parete-copertura

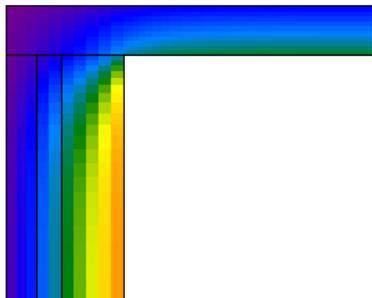
	Materiale	Conduttività [W/mK]	Spessore [m]
1 - Solaio	c.a.	2,5	0,2
2 - Isolante solaio		0	0
3 - Muratura interna	laterizio interno	0,8	0,25
4 - Isolante parete	intercapedine aria	0,56	0,1
5 - Muratura esterna	laterizio esterno	0,8	0,12



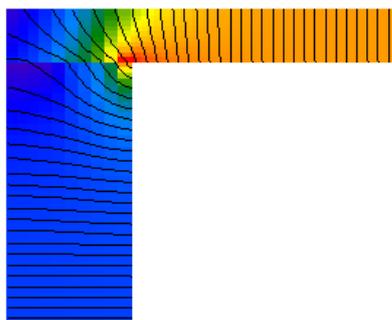
Temperatura esterna	1,1	°C	
Temperatura interna	20	°C	
Umidità relativa interna	0,65	%	
Temperatura minima superficiale per non avere condensa	13,22	°C	
Temperatura minima della superficie interna	8,60	°C	



**Temperatura**



**Flusso**



Trasmittanza limite solaio	0,310	W/m <sup>2</sup> K	
Trasmittanza sezione corrente solaio	4,545	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
Trasmittanza limite parete	0,350	W/m <sup>2</sup> K	
Trasmittanza sezione corrente parete	1,233	W/m <sup>2</sup> K	Limite non verificato
Flusso totale	107,75	W	
Trasmittanza lineare interna	-0,077	W/mK	
Trasmittanza lineare esterna	-2,460	W/mK	