

Il nodo controverso dei **ponti termici**: conoscerli e valutarli in una pratica Superbonus

19 maggio 2021

15:00 – 17:00

webinar

Cosimo Marinosci

Ingegnere Edile - Libero Professionista - PhD - EGE
Building Engineer and Freelance - Building Physics Expert
<https://www.linkedin.com/in/cosimo-marinosci-46228010/>

cosimo.marinosci@gmail.com



<https://www.h25.it>

AVVISO

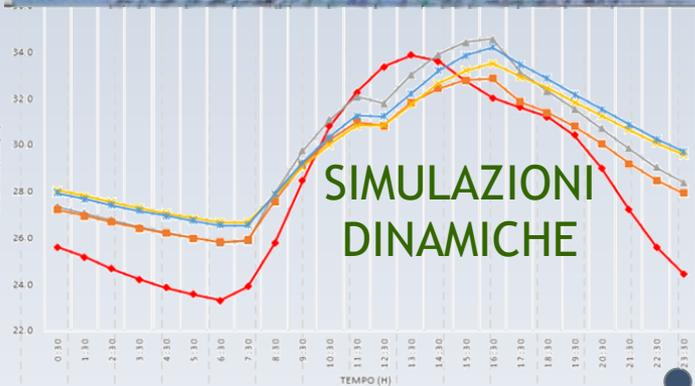
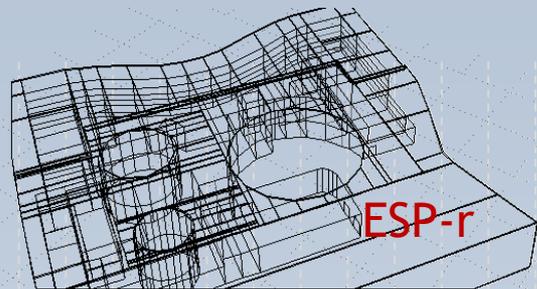
L'eventuale registrazione audio/video della lezione è consentita nel rispetto della dignità e dell'immagine dei soggetti coinvolti, a condizione di utilizzare il materiale così realizzato solo per lo studio individuale in base alla legislazione vigente.

Il relatore non fornisce alcuna autorizzazione a usare i filmati o le registrazioni per scopo di lucro come per esempio:

- realizzando delle mini guide video-audio da vendere o cedere a terzi;
- scambiarle con altre realizzate da terzi;
- diffusione su internet e sui social network (ad esempio, su YouTube o Facebook o su una **chat WhatsApp**).

La diffusione della materiale «in qualsiasi forma» a soggetti terzi, senza l'autorizzazione del relatore, non è consentita dalle leggi in materia.

COSIMO MARINOSCI SHORT CV



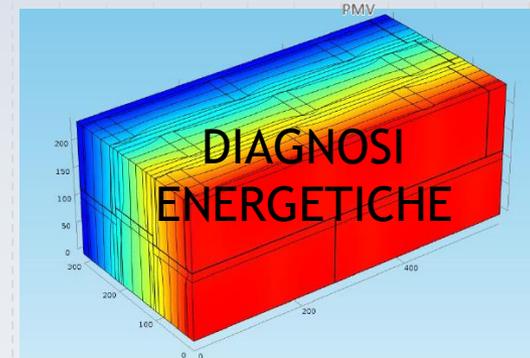
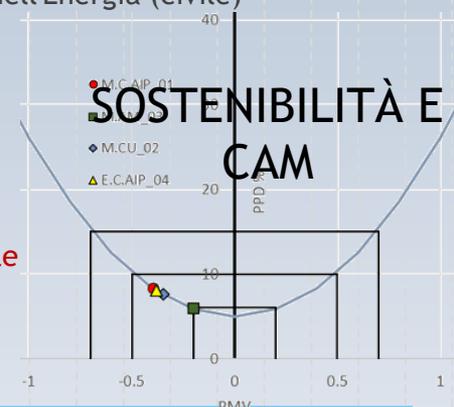
- Agente accertatore CRITER (impianti)
- Assegnista di ricerca
- **Coordinatore ispettori SACE**
- Agente accertatore SACE (APE)
- Assegnista di ricerca
- Esperto in Gestione dell'Energia (civile)
- Consulente energetico
- **Ricercatore tipo A (DIN)**

● **PhD in Ingegneria Industriale**

- Certificatore Energetico
- **Formatore professionale**
- **Assegnista di ricerca**

- Tecnico competente in acustica
- Progettista impianti e termotecnica
- Progettista strutturale
- Abilitazione Ingegnere
- **Laurea in Ingegneria Edile**

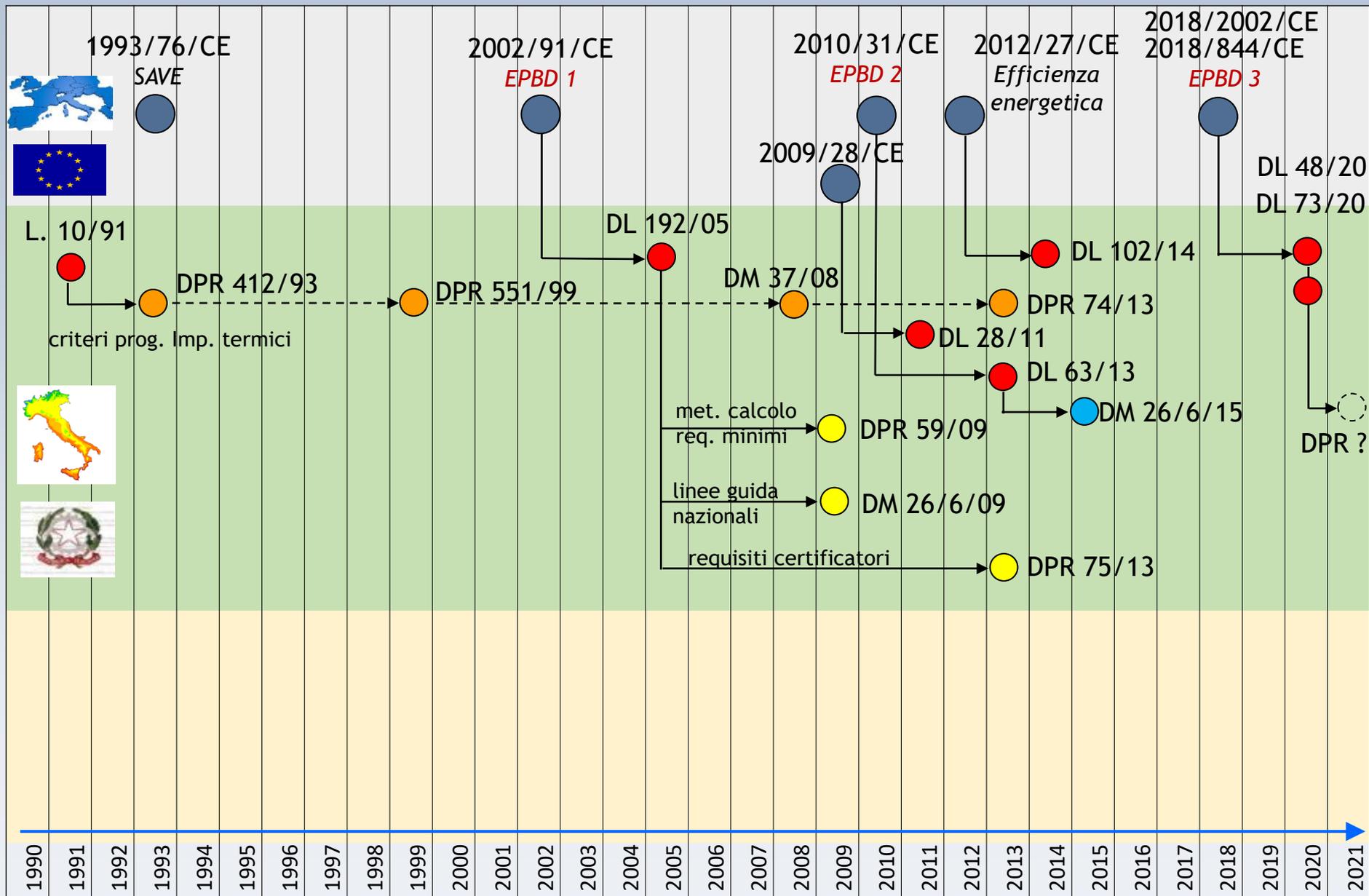
- Abilitazione Geometra
- **Diploma Geometra**



1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030

QUADRO DI RIFERIMENTO

QUADRO DI RIFERIMENTO LEGISLATIVO: efficienza energetica



BONUS 110%

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Titolo VI - Misure fiscali - **art.119** incentivi per efficientamento energetico, sisma bonus, fotovoltaico e colonnine di ricarica di veicoli elettrici

L. 90 3/8/2013 che modifica il DL 63 4/6/2013 art. 14 (Ecobonus) e art. 16 (Bonus casa)

Il 5 ottobre 2020 sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale il:

Decreto Asseverazioni



Decreto Requisiti



Legge 126/2020 di conversione del DL 104/2020

Legge di Bilancio 2021 n.178 del 30 dicembre 2020

Circolari e interpelli AdE, FAQ ENEA, MEF, AdE...

Publicato sulla Gazzetta Ufficiale del 7 maggio 2021 il D.L. n. 59 **NEW**

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Comma 1

Detrazione del 110% delle **spese** sostenute dal 1 luglio 2020 al 31 dicembre 2021
da ripartire in **5** (4) quote annuali di pari importo (2022)

NEW

↓
30 giugno 2022
31 dicembre 2022
30 giugno 2023

INTERVENTI PRINCIPALI (trainanti)



a) interventi di isolamento termico delle superfici opache verticali e orizzontali che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda dell'edificio medesimo. La detrazione di cui alla presente lettera è calcolata su un ammontare complessivo delle spese non superiore a euro 60.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio. I materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 259 del 6 novembre 2017.



b) interventi sulle parti comuni degli edifici per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti centralizzati per il riscaldamento, il raffrescamento o la fornitura di acqua calda sanitaria a condensazione, con efficienza almeno pari alla classe A di prodotto prevista dal regolamento delegato (UE) n. 811/2013 della Commissione del 18 febbraio 2013, a pompa di calore, ivi inclusi gli impianti ibridi o geotermici, anche abbinati all'installazione di impianti fotovoltaici di cui al comma 5 e relativi sistemi di accumulo di cui al comma 6, ovvero con impianti di microgenerazione. La detrazione di cui alla presente lettera è calcolata su un ammontare complessivo delle spese non superiore a euro 30.000 moltiplicato per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio ed è riconosciuta anche per le spese relative allo smaltimento e alla bonifica dell'impianto sostituito;



+



c) interventi sugli edifici unifamiliari per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti per il riscaldamento, il raffrescamento o la fornitura di acqua calda sanitaria a pompa di calore, ivi inclusi gli impianti ibridi o geotermici, anche abbinati all'installazione di impianti fotovoltaici di cui al comma 5 e relativi sistemi di accumulo di cui al comma 6, ovvero con impianti di microgenerazione. La detrazione di cui alla presente lettera è calcolata su un ammontare complessivo delle spese non superiore a euro 30.000 ed è riconosciuta anche per le spese relative allo smaltimento e alla bonifica dell'impianto sostituito.



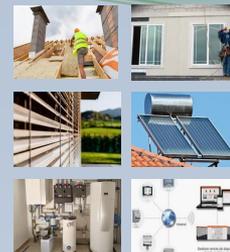
+



DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Possono essere aggiunti altri interventi a quelli del comma 1?

Comma 2



L'aliquota prevista al comma 1, alinea, del presente articolo si applica anche a tutti gli altri interventi di efficienza energetica di cui all'articolo 14 del decreto legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, nei limiti di spesa previsti, per ciascun intervento di efficienza energetica, dalla legislazione vigente, **nonché agli interventi previsti dall'articolo 16-bis, comma 1, lettera e), del testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 dicembre 1986, n. 917, anche ove effettuati in favore di persone di età superiore a sessantacinque anni**, a condizione che siano eseguiti congiuntamente ad almeno uno degli interventi di cui al citato comma 1. Qualora l'edificio sia sottoposto ad almeno uno dei vincoli previsti dal codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, o gli interventi di cui al citato comma 1 siano vietati da regolamenti edilizi, urbanistici e ambientali, la detrazione si applica a tutti gli interventi di cui al presente comma, anche se non eseguiti congiuntamente ad almeno uno degli interventi di cui al medesimo comma 1, fermi restando i requisiti di cui al comma 3.

Nel caso è necessario rispettare tutti i requisiti minimi previsti dai decreti di cui al **comma 3-ter dell'art. 14 del DL 63 del 4/6/2013, convertito dalla L. 90 del 3/8/2013**

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Quali sono gli interventi che si possono aggiungere?

Quelli contenuti nell'art. 14 del DL 63/2013, per esempio:

INTERVENTI AGGIUNTIVI (trainati)

Coibentazione di pareti, tetti, solai e coperture



Sostituzione di finestre

Schermature solari e chiusure oscuranti



Installazione collettori solari

Sostituzione di generatore di calore



- a condensazione
- pompa di calore
- ibrido
- biomassa
- micro-cogeneratore



Dispositivi per il controllo da remoto degli impianti



DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Comma 3



Salto di 2 classi



Ai fini dell'accesso alla detrazione, gli interventi di cui ai commi 1 e 2 del presente articolo devono rispettare i requisiti minimi previsti dai decreti di cui al comma 3 -ter dell'articolo 14 del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90, e, nel loro complesso, devono assicurare, anche congiuntamente agli interventi di cui ai commi 5 e 6 del presente articolo, il miglioramento di almeno **due** classi energetiche dell'edificio o delle unità immobiliari situate all'interno di edifici plurifamiliari le quali siano funzionalmente indipendenti e dispongano di uno o più accessi autonomi dall'esterno, ovvero, se ciò non sia possibile, il conseguimento della classe energetica più alta, da dimostrare mediante l'attestato di prestazione energetica (A.P.E.), di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, prima e dopo l'intervento, rilasciato da un tecnico abilitato nella forma della dichiarazione asseverata. Nel rispetto dei suddetti requisiti minimi, sono ammessi all'agevolazione, nei limiti stabiliti per gli interventi di cui ai citati commi 1 e 2, anche gli interventi di demolizione e ricostruzione di cui all'articolo 3, comma 1, lettera d), del testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380.

prima e dopo



DECRETO REQUISITI

(PUBBLICATO IN GAZZETTA UFFICIALE il 5/10/2020)

INVOLUCRO

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

Decreto Requisiti

Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

PUBBLICATO in G.U. il 5/10/2020

Articolo 2 – Allegato A

i - strutture opache ii - finestre comprensive di infissi

2 Interventi sull'involucro di edifici esistenti

2.1 Con riferimento all'articolo 2, comma 1 per gli interventi di cui alla lettera b, l'asseverazione:

- a) per i punti i e ii, riporta i valori delle trasmittanze delle strutture su cui si interviene nella situazione ante (valore medio anche stimato) e post intervento (valori certificati o calcolati) e la dichiarazione che essi risultano rispettivamente maggiori e minori o uguali ai valori riportati nella tabella 1 dell'allegato E al presente decreto. Limitatamente alla sola sostituzione di finestre comprensive di infissi in singole unità immobiliari la suddetta asseverazione può essere sostituita da una dichiarazione dei fornitori o assemblatori o installatori di detti elementi, attestante il rispetto dei suddetti requisiti tecnici;

Valore *medio stimato*



Valori certificati o calcolati

ANTE

Trasmittanza della struttura

DOPO

$> U_{\text{tabella I Allegato E}}$

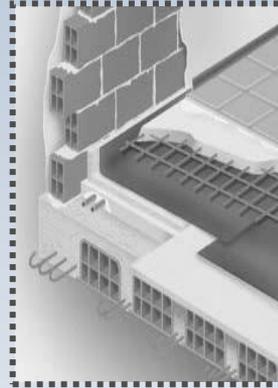
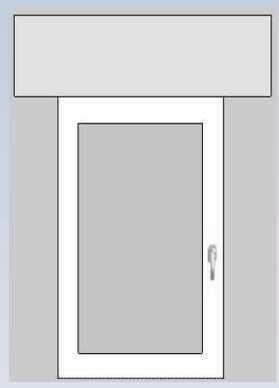
$\leq U_{\text{tabella I Allegato E}}$

ATTENZIONE: DETRAZIONI FISCALI

Allegato B, art. 2 Decreto 26 gennaio 2010



Dal 1 gennaio 2010

| Zona climatica | pareti | solai | pavimenti | finestre |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | 0.54 | 0.32 | 0.60 | 3.70 |
| B | 0.41 | 0.32 | 0.46 | 2.40 |
| C | 0.34 | 0.32 | 0.40 | 2.10 |
| D | 0.29 | 0.26 | 0.34 | 2.00 |
| E | 0.27 | 0.24 | 0.30 | 1.80 |
| F | 0.26 | 0.23 | 0.28 | 1.60 |

ATTENZIONE: DETRAZIONI FISCALI**Decreto Requisiti**

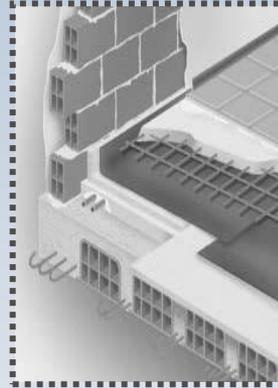
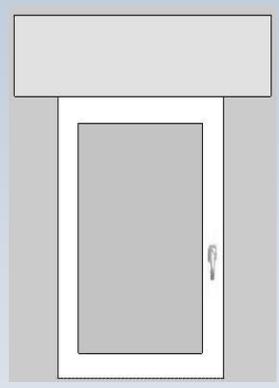
Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

PUBBLICATO in G.U. il 5/10/2020

ALLEGATO E

Dal 6 ottobre 2020

Tabella I-Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso alle detrazioni

| Zona climatica | pareti | solai | pavimenti | finestre |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | 0.38 | 0.27 | 0.40 | 2.60 |
| B | 0.38 | 0.27 | 0.40 | 2.60 |
| C | 0.30 | 0.27 | 0.30 | 1.75 |
| D | 0.26 | 0.22 | 0.28 | 1.67 |
| E | 0.23 | 0.20 | 0.25 | 1.30 |
| F | 0.22 | 0.19 | 0.23 | 1.00 |

ATTENZIONE: DETRAZIONI FISCALI**Decreto Requisiti**

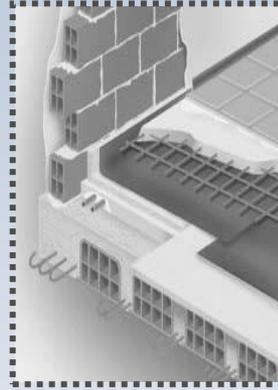
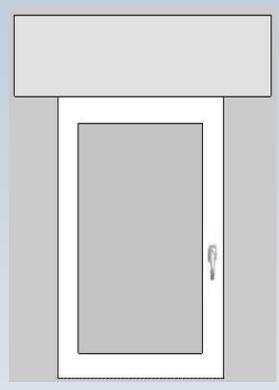
Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

PUBBLICATO in G.U. il 5/10/2020

ALLEGATO E

Dal 6 ottobre 2020

Allegato B del 2010 Vs Allegato E del 2020

| Zona climatica | pareti | solai | pavimenti | finestre |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | -30% | -16% | -33% | -30% |
| B | -7% | -16% | -13% | +8% |
| C | -12% | -16% | -25% | -17% |
| D | -10% | -15% | -18% | -17% |
| E | -15% | -17% | -17% | -28% |
| F | -15% | -17% | -18% | -38% |

Nella zona climatica B è possibile installare finestre con una U più alta rispetto a prima!

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

FINESTRE

Art. 1 comma 3, Decreto Requisiti

Decreto Requisiti

Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

PUBBLICATO in G.U. il 5/10/2020

m) **finestre** *comprehensive di infissi*: le chiusure tecniche trasparenti e opache, apribili e assimilabili, e dei cassonetti, comprensivi degli infissi.

Allegato E - Tabella I- Valori di trasmittanza massimi consentiti per l'accesso alle detrazioni

| | | |
|---|------------------|--|
| iv. Sostituzione di finestre comprehensive di infissi (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 10077-1) | Zona climatica A | $\leq 2,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | Zona climatica B | $\leq 2,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | Zona climatica C | $\leq 1,75 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | Zona climatica D | $\leq 1,67 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | Zona climatica E | $\leq 1,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |
| | Zona climatica F | $\leq 1,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ |

La presenza del cassonetto può essere valutata con la UNI EN ISO 10077-2 !



FAQ MISE: cassonetti

agosto 2016

| | | | |
|------|---------------------|----------------------|---|
| 2.53 | DM requisiti minimi | Pag. 36 Tabella 4 | Nel caso di presenza di cassonetti, come deve essere condotta la verifica dei requisiti nell'ambito degli interventi di ristrutturazione di secondo livello e di riqualificazione energetica? |
|------|---------------------|----------------------|---|

Nell'ambito degli interventi di ristrutturazione di secondo livello e di riqualificazione energetica, i cassonetti vanno valutati separatamente dalle chiusure trasparenti.

Il requisito sulla trasmittanza (Tabella 4) va quindi valutato:

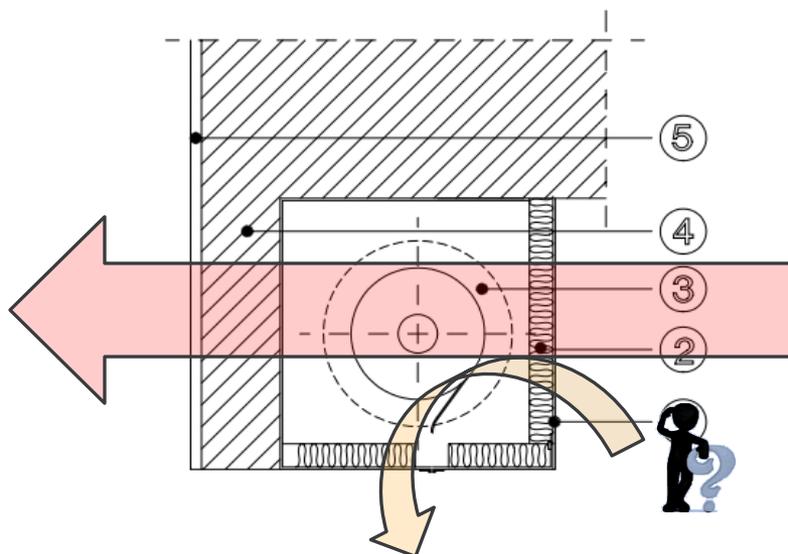
- solo qualora si intervenga sul cassonetto;
- sul singolo componente (cassonetto) indipendentemente dalla chiusura trasparente.

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

<https://www.energiaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=253&catid=39&Itemid=101>

PARETI PERIMETRALI - Cassonetto

SCHEMA DELLA STRUTTURA



ATTENZIONE: per valutare tutte le dispersioni è necessario un calcolo agli elementi finiti!

| | Descrizione | spessore (m) | conducibilità λ W/mK | conduttanza C W/m ² K | resistenza termica R m ² K/W | Riferimento normativo |
|----------|---|---|------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|
| R_{si} | Resistenza termica superf. interna | | | | 0,13 | UNI 6946 |
| 1 | Pannelli di spaccato di legno | 0,005 | 0,12 | | 0,0416 | UNI 10351 |
| 2 | Poliuretano espanso in continuo in lastre | 0,03 | 0,032 | | 0,9375 | UNI 10351 |
| 3 | Intercapedine d'aria verticale | 0,20 | | 5,5 | 0,1818 | UNI 6946 |
| 4 | Muratura in laterizio pareti esterne | 0,06 | | | 0,1300 | UNI 10355 |
| 5 | Malta di calce o di calce e cemento | 0,02 | 0,9 | | 0,0222 | UNI 10351 |
| R_{se} | Resistenza termica superf. esterna | | | | 0,04 | UNI 6946 |
| | Resistenza totale della struttura | $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$ | | | 1,4831 | m ² K/W |
| | Trasmittanza termica della struttura secondo UNI 6946 | $U = 1/R_T$ | | | 0,6742 | W/m ² K |

FAQ ENEA: chiusure oscuranti

2.B (ex 16) In casa mia devo sostituire le finestre. Quale documentazione devo preparare e quali sono le caratteristiche che devono avere le nuove finestre? Inoltre, è detraibile anche la sostituzione di persiane e scuri?

devono essere inviati all'ENEA.

Le persiane e gli scuri, ed in generale tutte le chiusure oscuranti, possono essere inseriti nella stessa scheda descrittiva quando la loro installazione è contemporanea alla sostituzione dei serramenti.

Infine, si fa presente che l'art.3 comma 1 del DM "Requisiti Minimi" stabilisce che per le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici si adottano le norme della serie UNI TS 11300.

Nel caso di sostituzione "contestuale", in accordo con quanto riportato nel D.M. 26.06.2015, Allegato 1, par. 5.2, punto 1, lettera c, il valore di trasmittanza del serramento deve essere verificato senza considerare il contributo delle chiusure oscuranti.

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

PAVIMENTI

Decreto Requisiti

Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

PUBBLICATO in G.U. il 5/10/2020

| | | |
|--|------------------|--|
| ii. Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti (calcolo secondo le norme UNI EN ISO 6946) | Zona climatica A | $\leq 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| | Zona climatica B | $\leq 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| | Zona climatica C | $\leq 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| | Zona climatica D | $\leq 0,28 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| | Zona climatica E | $\leq 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |
| | Zona climatica F | $\leq 0,23 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ |

La norma fornisce il metodo per il calcolo della resistenza termica e della trasmittanza termica dei componenti e degli elementi per edilizia, **escluse** le porte, le finestre e altre parti vetrate, le facciate continue, **i componenti che implicano uno scambio termico con il terreno** e i componenti in cui è previsto che l'aria possa circolare.

la trasmittanza termica dei pavimenti controterra si calcola con la UNI EN ISO 13370.



DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

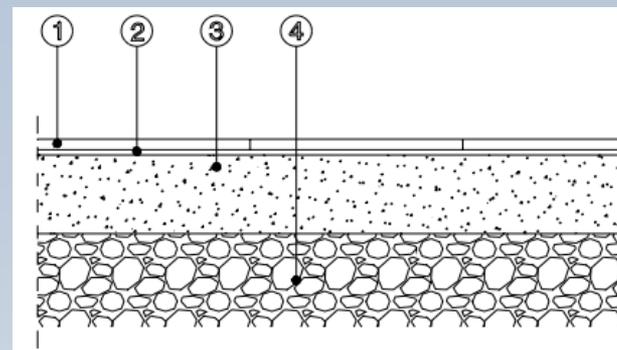
<https://www.energiaenergetica.enea.it/component/jdownloads/?task=download.send&id=253&catid=39&Itemid=101>

PAVIMENTO CONTRO TERRA

SCHEMA DELLA STRUTTURA

| | Descrizione | spessore (m) | conducibilità λ W/mK | conduttanza C W/m ² K | resistenza termica R m ² K/W | Riferimento normativo |
|----------|------------------------------------|--------------|------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------|
| R_{si} | Resistenza termica superf. interna | | | | 0,17 | UNI 6946 |
| 1 | Piastrelle in ceramica | 0,012 | 1,000 | | 0,0120 | UNI 10351 |
| 2 | Sottofondo in cemento magro | 0,040 | 0,73 | | 0,0548 | UNI 10351 |
| 3 | C.I.s. di perlite e vermiculite | 0,20 | 0,15 | | 1,3333 | UNI 10351 |
| 4 | Conduttività termica del terreno | | 2,00 | | | UNI 13370 |

| | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--------|--------------------|
| | Resistenza totale della struttura | $R = \sum d/\lambda$ | | | 1,4001 | m ² K/W |
| | Trasmittanza termica di pavimenti non isolati secondo UNI 13370 | $U = \frac{2\lambda}{\pi B' + dt} \ln\left(\frac{\pi B' + dt}{dt} + 1\right)$ | | | 0,3133 | W/m ² K |



$B' = 6.85$ m pavimento privo di
 $w = 0.30$ m isolamento perimetrale

Ipotizzo di intervenire con un isolamento termico avente una conducibilità termica di 0.04 W/mK

Quanto spessore occorre per rispettare il requisito legato all'incentivo? $U \leq 0.25$ W/m²K

UNI EN ISO 6946

ANTE \longrightarrow POST

U (W/m²K) U (W/m²K)

0.621 \longrightarrow 0.243

10 cm di isolante

UNI EN ISO 13370

ANTE \longrightarrow POST

U (W/m²K) U (W/m²K)

0.313 \longrightarrow 0.234

4 cm di isolante



RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE



Decreto 26 giugno 2015

Nel caso in cui fossero previste aree limitate di spessore ridotto, quali sottofinestre e altri componenti, i limiti devono essere rispettati con riferimento alla trasmittanza media (**pesata**) della rispettiva facciata.

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio climatizzato verso ambienti non climatizzati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza della struttura **diviso** per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1 in forma tabellare.

Nel caso di strutture rivolte verso il terreno, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza **equivalente** della struttura tenendo conto dell'effetto del terreno calcolata secondo UNI EN ISO 13370.

Per i componenti finestrati il fattore di trasmissione globale di energia solare g_{gl+sh} in presenza di una schermatura mobile (con orientamento da Est a Ovest passando per Sud) deve essere inferiore a **0.35**.

I valori limiti di trasmittanza delle chiusure opache, si considerano **comprehensive** dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione (a esempio ponte termico tra finestra e muro) e di metà del ponte termico al perimetro della superficie oggetto di riqualificazione.

FAQ ENEA (ottobre 2020) condivise dal MISE e dall'AdE

Per il rispetto dei limiti, considero le trasmittanze puntuali o la media pesata?

FAQ n.8. L'allegato E del decreto del Ministro dello sviluppo Economico di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 08 agosto 2020, riporta la frase "Ai sensi delle norme UNI EN ISO 6946, il calcolo della trasmittanza delle strutture opache non include il contributo dei ponti termici". Ciò significa che i valori riportati in tabella in fase di verifica non devono tenere conto dei ponti termici?

Sì, i valori delle trasmittanze in tabella non tengono conto dei ponti termici ma costituiscono il limite del **valore medio** determinato dividendo la somma dei prodotti delle singole trasmittanze termiche per la loro superficie d'influenza per la superficie complessiva dell'intervento, fermo restando che comunque debbono essere effettuate, comunque, le verifiche previste dal decreto 26/06/2015 "requisiti minimi".

RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE

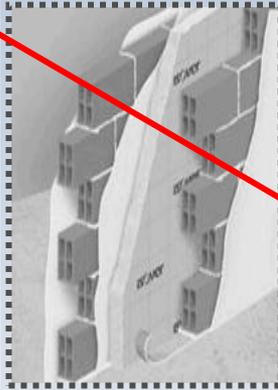
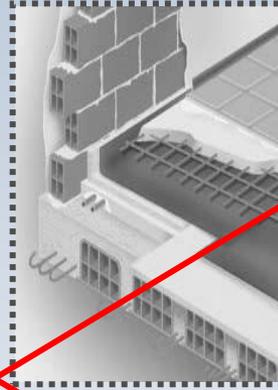
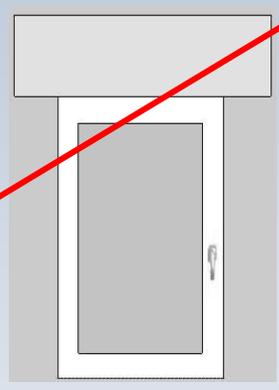


2015

Decreto 26 giugno 2015

*tranne E.8

**tranne E.8 e senza oscurante

| Zona climatica | pareti | solai* | pavimenti | finestre** |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | 0.45 | 0.34 | 0.48 | 3.20 |
| B | 0.45 | 0.34 | 0.48 | 3.20 |
| C | 0.40 | 0.34 | 0.42 | 2.40 |
| D | 0.36 | 0.28 | 0.36 | 2.10 |
| E | 0.30 | 0.26 | 0.31 | 1.90 |
| F | 0.28 | 0.24 | 0.30 | 1.70 |

RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE

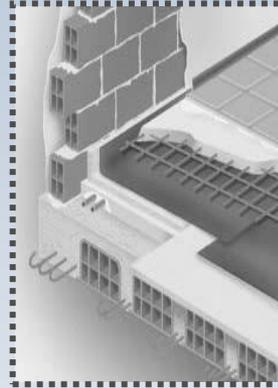
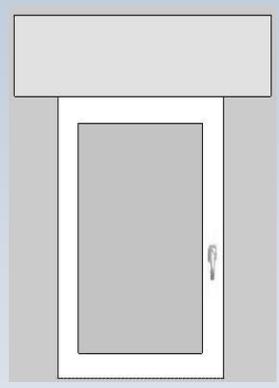


Decreto 26 giugno 2015

Dal 1 gennaio 2021

*tranne E.8

**tranne E.8 e senza oscurante

| Zona climatica | pareti | solai* | pavimenti | finestre** |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | 0.40 | 0.32 | 0.42 | 3.00 |
| B | 0.40 | 0.32 | 0.42 | 3.00 |
| C | 0.36 | 0.32 | 0.38 | 2.00 |
| D | 0.32 | 0.26 | 0.32 | 1.80 |
| E | 0.28 | 0.24 | 0.29 | 1.40 |
| F | 0.26 | 0.22 | 0.28 | 1.00 |

RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE RIQUALIFICAZIONI ENERGETICHE



Decreto 26 giugno 2015

Nel caso in cui fossero previste aree limitate di spessore ridotto, quali sottofinestre e altri componenti, i limiti devono essere rispettati con riferimento alla trasmittanza media (**pesata**) della rispettiva facciata.

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio climatizzato verso ambienti non climatizzati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza della struttura **diviso** per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1 in forma tabellare.

Nel caso di strutture rivolte verso il terreno, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza **equivalente** della struttura tenendo conto dell'effetto del terreno calcolata secondo UNI EN ISO 13370.

Per i componenti finestrati il fattore di trasmissione globale di energia solare **g_{gl+sh}** , in presenza di una schermatura mobile (con orientamento da Est a Ovest passando per Sud) deve essere inferiore a **0.35**.

I valori limiti di trasmittanza delle chiusure opache, si considerano **comprehensive** dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione (a esempio ponte termico tra finestra e muro) e di metà del ponte termico al perimetro della superficie oggetto di riqualificazione.

REQUISITI MINIMI VS DETRAZIONE FISCALE

ALLEGATO E – Decreto Requisiti

Ai sensi delle norme UNI EN ISO 6946, il calcolo della trasmittanza delle strutture opache **non include il contributo dei ponti termici.**

I valori di trasmittanza delle tabelle dell'Allegato E del Decreto Requisiti non sono comprensive dell'effetto dei ponti termici

APPENDICE B, tab. 1, DM 26 giugno 2015

Tabella 1- Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

| Zona climatica | U (W/m ² K) | |
|----------------|------------------------|---------------------|
| | 2015 ⁽¹⁾ | 2021 ⁽²⁾ |
| A e B | 0,45 | 0,40 |
| C | 0,40 | 0,36 |
| D | 0,36 | 0,32 |
| E | 0,30 | 0,28 |
| F | 0,28 | 0,26 |

I valori di trasmittanza delle tabelle del DM 26 giugno 2015 sono comprensive dell'effetto dei ponti termici

4. I valori di trasmittanza delle precedenti tabelle 1, 2 e 3, si considerano comprensive dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione (a esempio ponte termico tra finestra e muro) e di metà del ponte termico al perimetro della superficie oggetto di riqualificazione.

REQUISITI MINIMI VS DETRAZIONE FISCALE



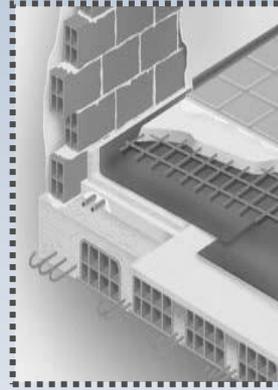
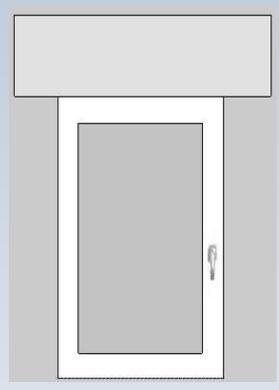
Incidenza dei Ponte termici?

Dal 1 gennaio 2021 Decreto 26 giugno 2015

1- (U ALLEGATO E / U (2021) Decreto 26 giugno 2015) = %

*tranne E.8

**tranne E.8 e senza oscurante

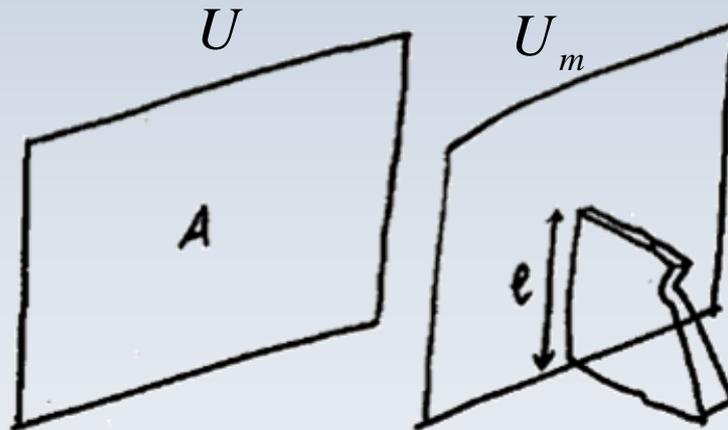
| Zona climatica | pareti | solai* | pavimenti | finestre** |
|----------------|---|---|--|---|
| |  |  |  |  |
| | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) | U (W/m ² K) |
| A | 5% | 19% | 5% | |
| B | 5% | 19% | 5% | |
| C | 20% | 19% | 27% | |
| D | 23% | 18% | 14% | |
| E | 22% | 20% | 16% | |
| F | 18% | 16% | 22% | |

TRASMITTANZA TERMICA MEDIA

Trasmittanza termica media pesata con ponte termico

Contributo del ponte termico

$$U_m = \frac{\sum AU + \sum l\Psi}{\sum A} = U + \frac{\sum l\Psi}{\sum A}$$



TRASMITTANZA TERMICA

Trasmittanza termica: chiusure opache

UNI EN ISO 6946

È una grandezza fisica che misura la quantità di potenza termica scambiata da una chiusura edilizia per unità di superficie e unità di differenza di temperatura. Più è alta, minore sarà la capacità di isolamento termico della chiusura. Può essere definita come l'inverso della resistenza termica della chiusura.

$$U = \frac{1}{R_T}$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{s_i}{\lambda_i} + \sum_j R_j + R_{se}}$$

[W/m²K]

R_{si}, R_{se} : resistenza termica superficiale [m²K/W] (UNI EN ISO 6946/2018);

s_i : spessore dello strato omogeneo della parete [m];

λ_i : conduttività termica dello strato di materiale omogeneo [W/mK]
(UNI 10351/2015);

R_j : resistenza termica unitaria dello strato omogeneo di materiale [m²K/W] (UNI 10355/94);

Trasmittanza termica: chiusure opache

UNI/TR 11552 2014

Per gli edifici esistenti o in assenza di dati di progetti attendibili:

Chiusure opache prive di isolamento termico

Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache^{a) b)} [W/(m²K)]

| Spessore [m] | Muratura di pietrame intonacata | Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce | Muratura di mattoni semipieni o tufo | Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato | Parete a cassa vuota con mattoni forati ^{c)} |
|--------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|--|---|
| 0,15 | - | 2,59 | 2,19 | 3,59 | - |
| 0,20 | - | 2,28 | 1,96 | 3,28 | - |
| 0,25 | - | 2,01 | 1,76 | 3,02 | 1,20 |
| 0,30 | 2,99 | 1,77 | 1,57 | 2,80 | 1,15 |
| 0,35 | 2,76 | 1,56 | 1,41 | 2,61 | 1,10 |
| 0,40 | 2,57 | 1,39 | 1,26 | 2,44 | 1,10 |
| 0,45 | 2,40 | 1,25 | 1,14 | - | 1,10 |
| 0,50 | 2,25 | 1,14 | 1,04 | - | 1,10 |
| 0,55 | 2,11 | 1,07 | 0,96 | - | - |
| 0,60 | 2,00 | 1,04 | 0,90 | - | - |

a) I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte.

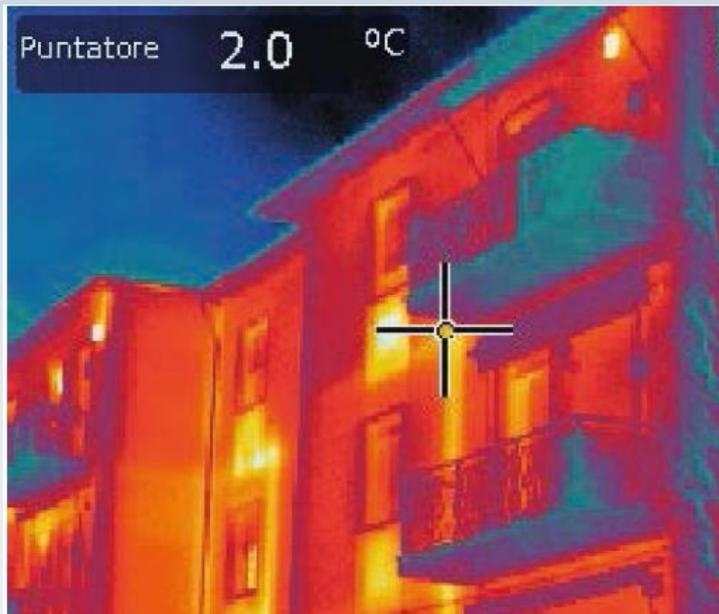
b) In presenza di strutture isolate dall'esterno, la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, scelta dal prospetto A.1, la resistenza termica dello strato isolante aggiunto.

c) I valori della trasmittanza sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

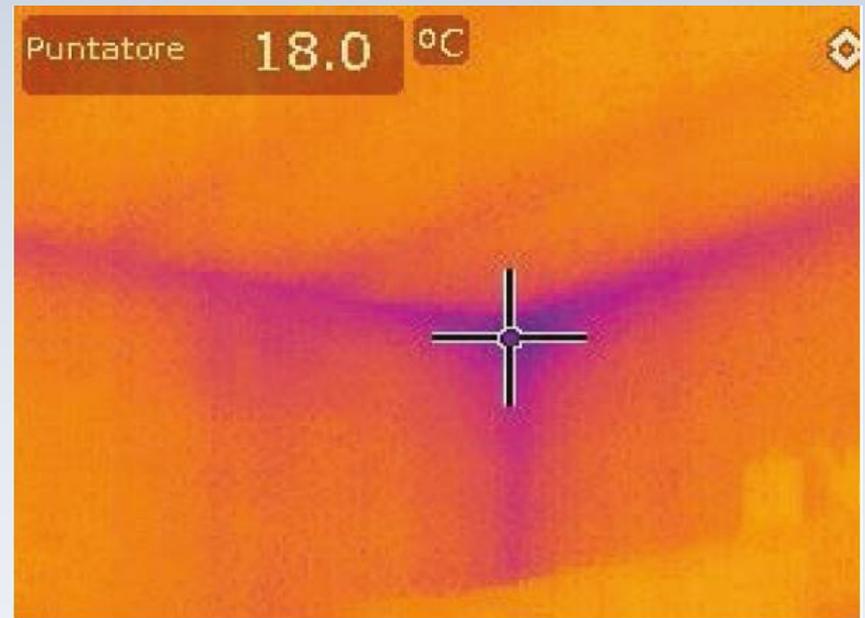
PONTI TERMICI

CHE COSA È UN PONTE TERMICO

Un ponte termico è una zona dell'involucro edilizio nella quale le dispersioni di calore sono maggiori rispetto ai componenti limitrofi; si identifica tramite una discontinuità legata alla geometria dell'involucro o al diverso tipo di isolamento termico.



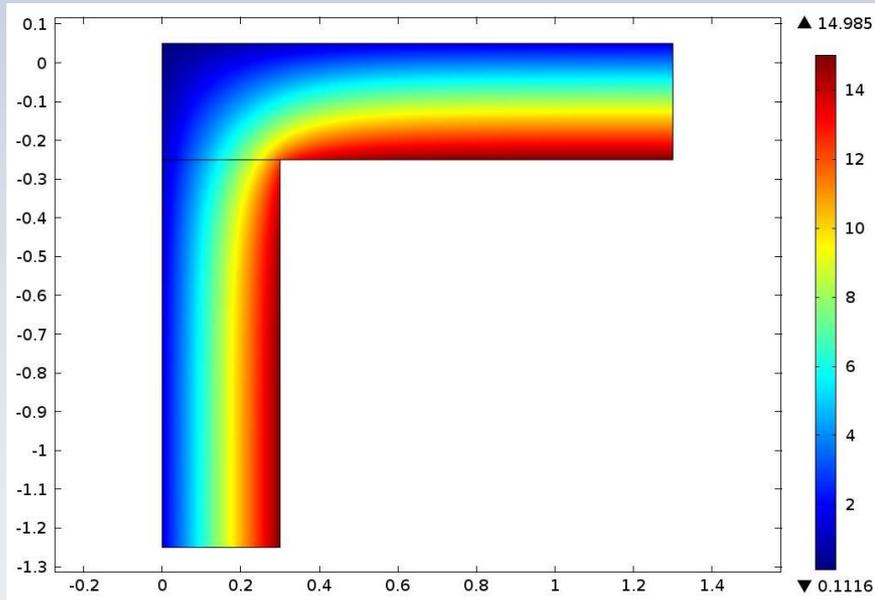
pilastrini e balconi



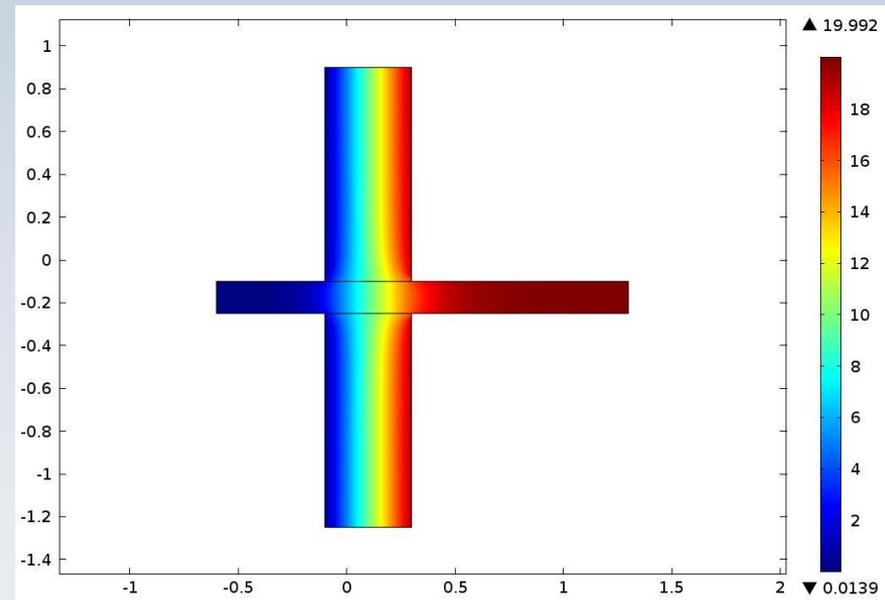
spigolo delle pareti e solaio

PONTI TERMICI: tipologie

La causa del ponte termico può essere dovuta o ad una discontinuità geometrica (elemento costruttivo che differisce dalla forma piana) o ad una discontinuità del materiale (elemento costruttivo con elevata conducibilità termica).

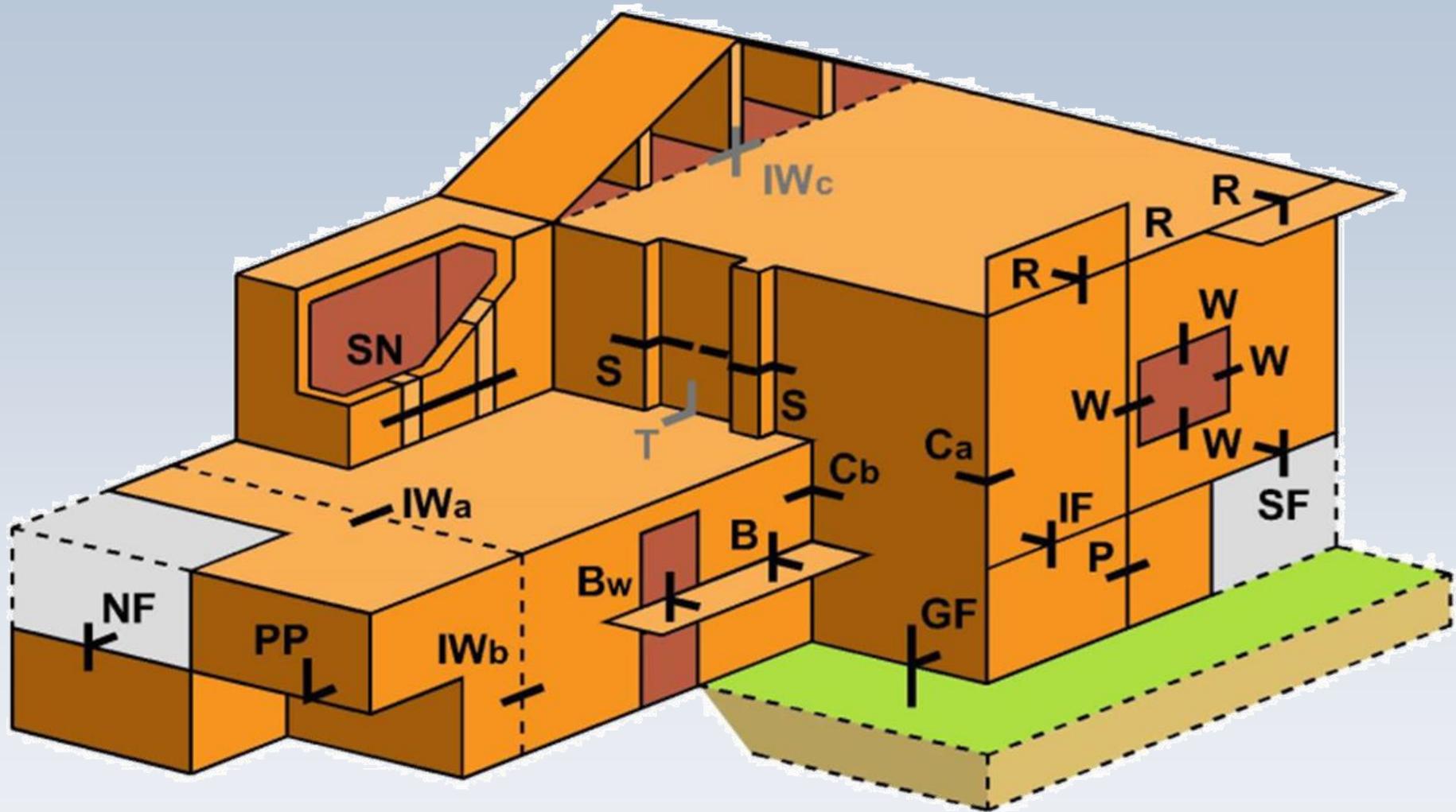


discontinuità geometrica



discontinuità del materiale

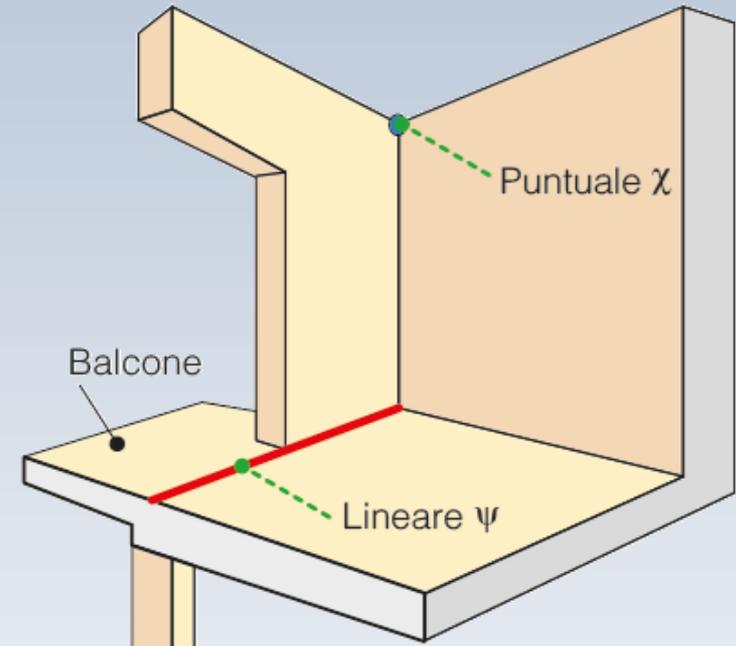
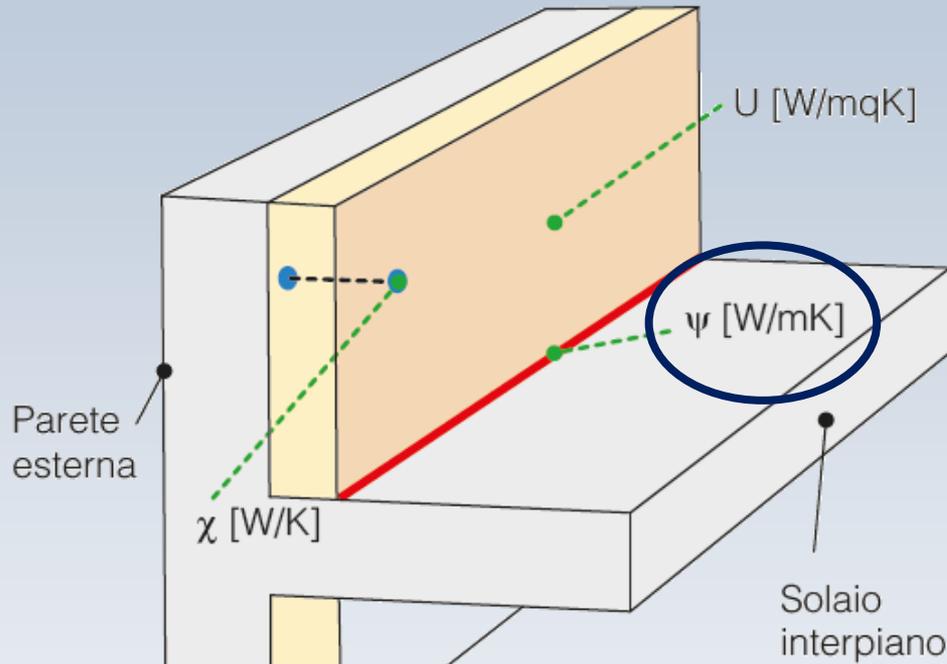
PONTI TERMICI: individuazione



Fonte: IRIS 4.1.0.6 www.anit.it

PONTI TERMICI: quantificazione

trasmissioni termiche lineiche e puntuali



Fonte: Quaderno tecnico per il professionista ponti termici in edilizia – BIGMAT - <http://www.bigmat.it/site/it/home/per-il-progettista/pubblicazioni-tecniche.html>

PONTI TERMICI: conseguenze



PONTI TERMICI: conseguenze



PONTI TERMICI: principale normativa di riferimento

- **UNI/TS 11300-1/2014** : “Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.”
- **UNI EN ISO 6946 /2018** : “Componenti ed elementi per l’edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo.”
- **UNI EN ISO 14683 /2018** : “Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento.”
- **UNI EN ISO 10211 /2018** : “Ponti termici in edilizia. Flussi termici e temperature superficiali. Calcoli dettagliati.”
- **UNI EN ISO 13788 /2013** : “Temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale”

H'T

PARAMETRI DI VERIFICA



involucro

Decreto 26 giugno 2015
DGR 1548 2020

H'_T [W/ m²K]

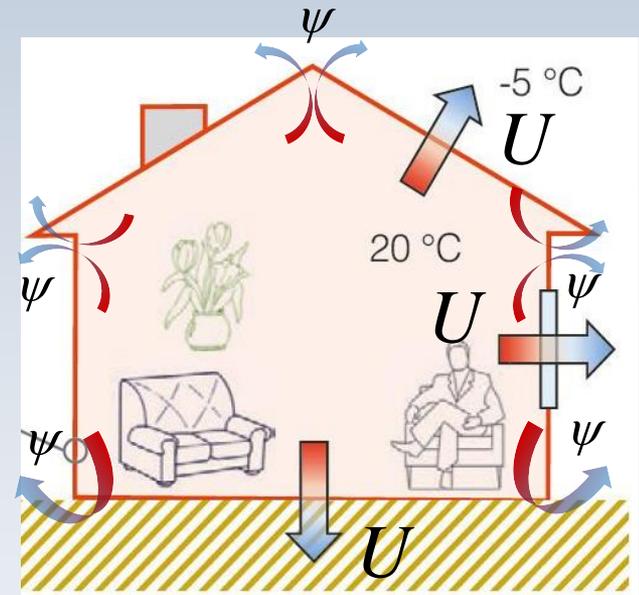
coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k \quad [\text{W/ m}^2\text{K}]$$

$$H_D = \sum_i U_i \cdot A_i + \sum_j \psi_j \cdot l_j$$

Trasmittanze termiche

Ponti termici



In altre parole l' H'_T è una media pesata con le superfici delle trasmittanze termiche considerando anche i ponti termici

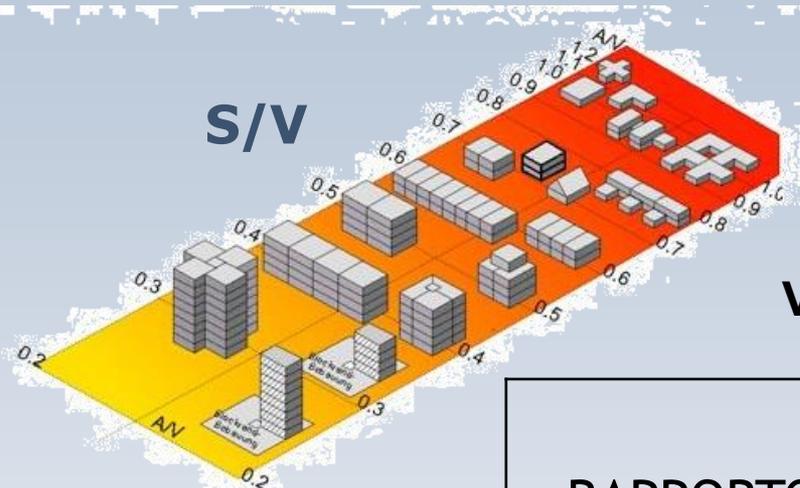
PARAMETRI DI VERIFICA



involucro

Decreto 26 giugno 2015
DGR 1548 2020

H'_T [W/ m²K]



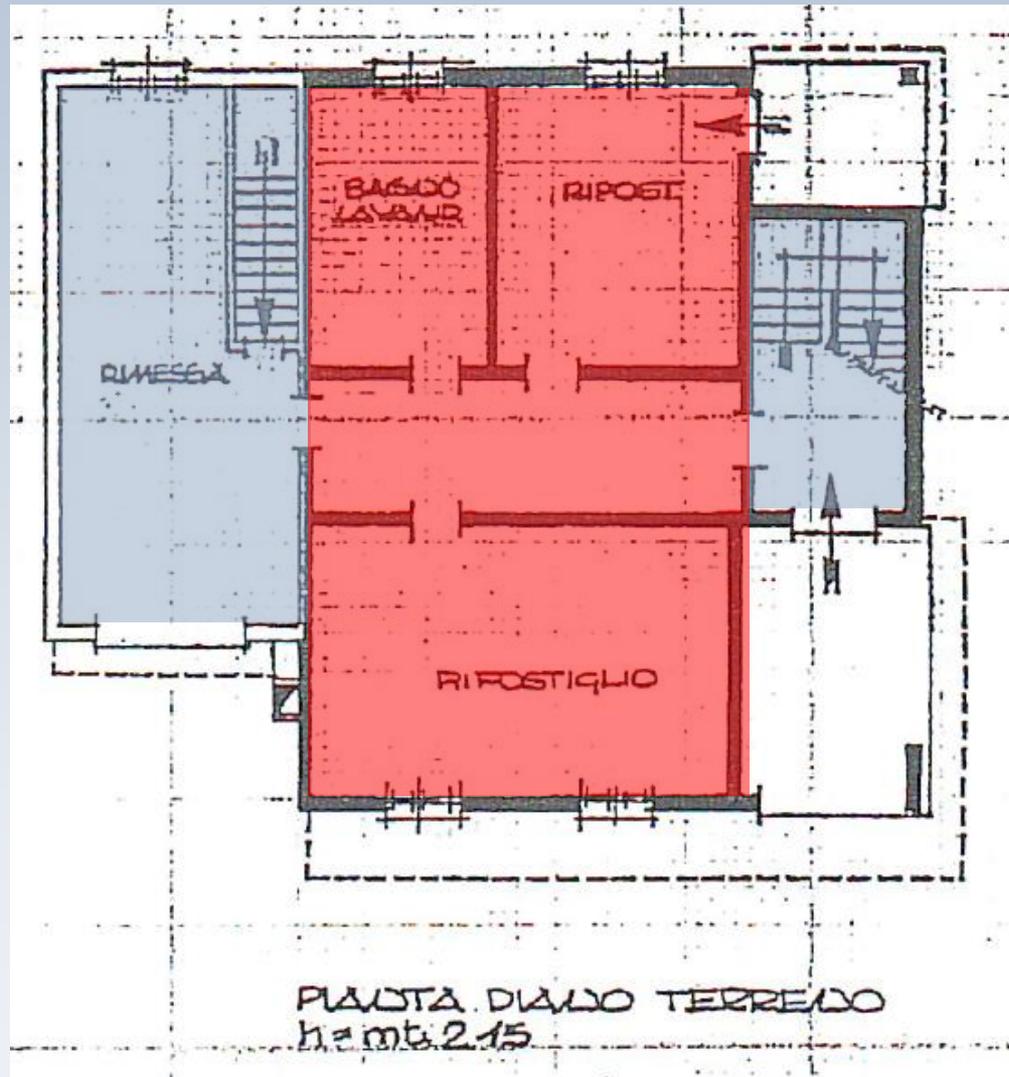
Valore di H'_T (W/m²K) massimo ammissibile

| RAPPORTO DI FORMA | ZONE CLIMATICHE | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|------|------|------|------|--|
| | A e B | C | D | E | F | |
| $S/V > 0.7$ | 0.58 | 0.55 | 0.53 | 0.50 | 0.48 | |
| $0.7 > S/V > 0.4$ | 0.63 | 0.60 | 0.58 | 0.55 | 0.53 | |
| $0.4 > S/V$ | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.75 | 0.70 | |
| Ampliamenti e Ristr. Imp. Il livello | 0.73 | 0.70 | 0.68 | 0.65 | 0.62 | |

ESEMPIO

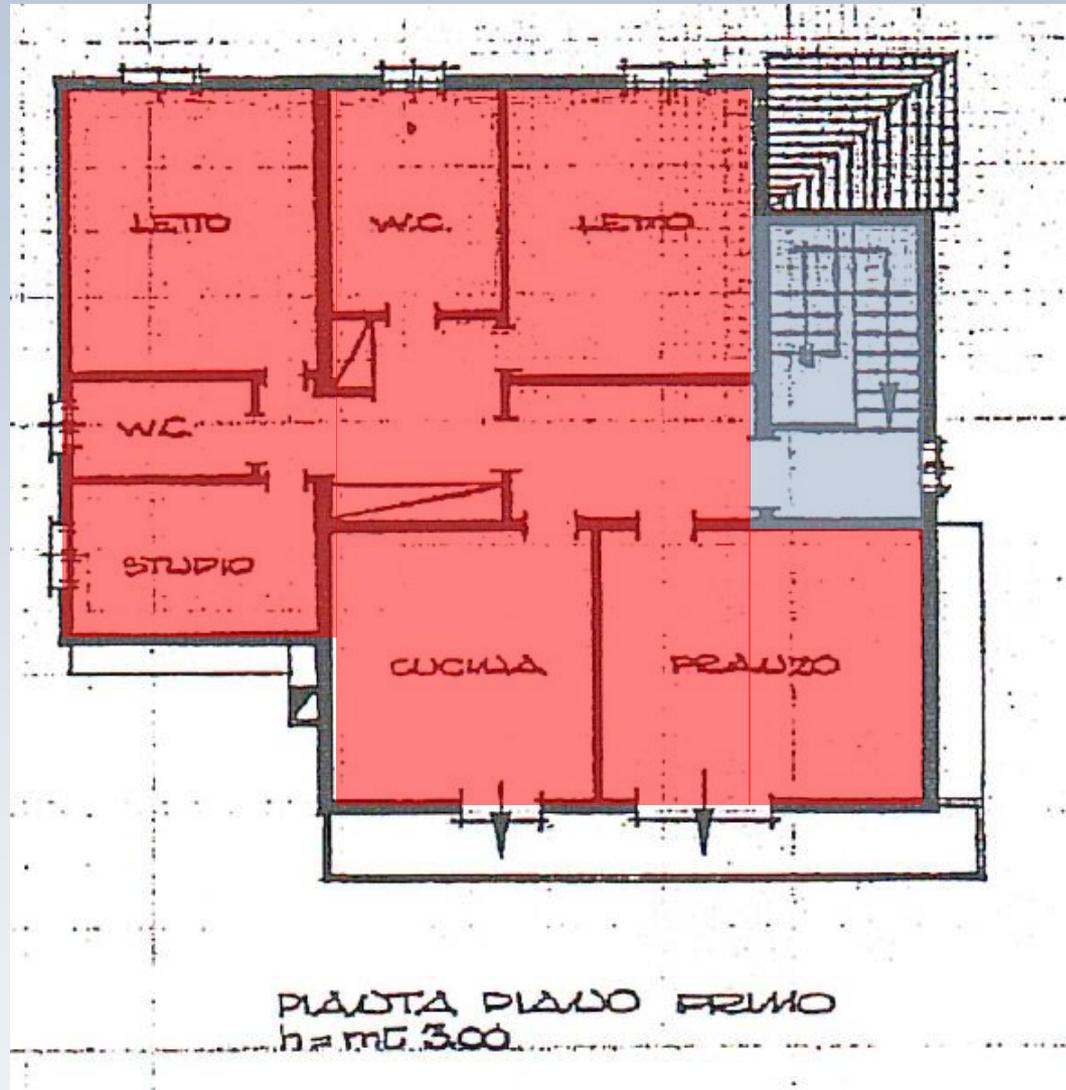
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio



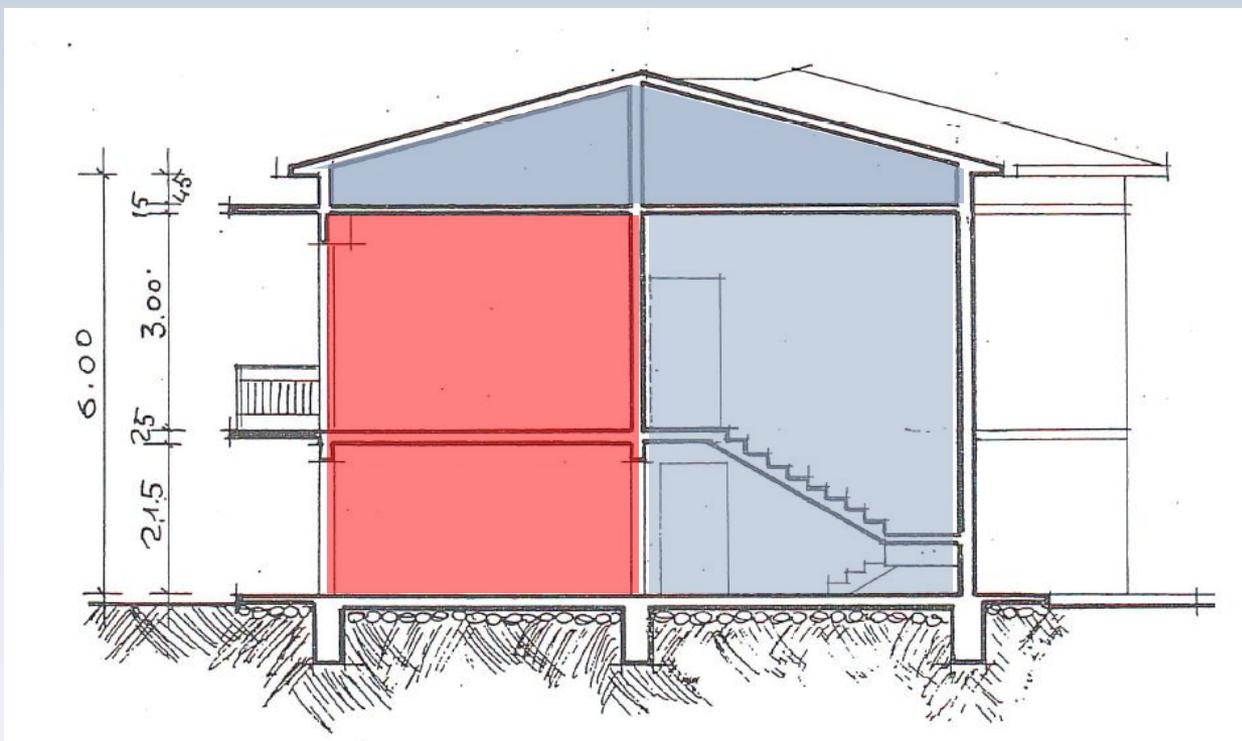
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio

$$S_{\text{clima}} = 176.05 \text{ m}^2$$

$$S_L = 547.94 \text{ m}^2$$

$$V_L = 691.97 \text{ m}^3$$

$$S/V = 0.79$$

Impianto con caldaia a gas tradizionale e radiatori

STATO DI FATTO

$$E_{p_{gl,nren}} = 376.31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

F

| Chiusure | U (W/m ² K)-PRE | U (W/m ² K)-POST |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|
| pareti | 1.967 | |
| pavimento | 0.45 | |
| soffitto | 1.85 | |
| finestre | 2.50÷2.60 | |

Non si interviene sulle finestre

Si ipotizza di intervenire solo sulle pareti esterne

Superficie lorda parete esterne= 200.79 m²

% intervento pareti= $200.79/547.94 = 37\%$

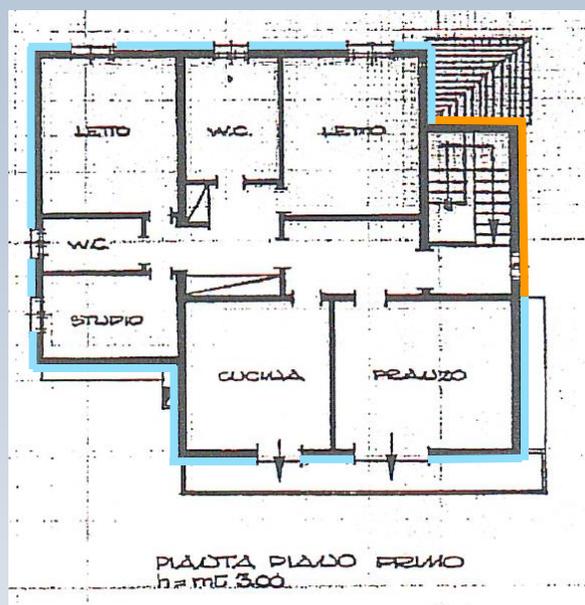
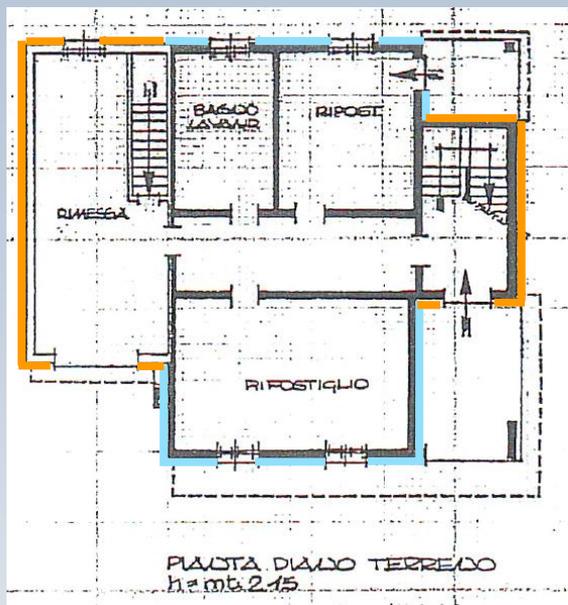
Ristrutturazione Importante di II livello ←

Intervento **trainante** ai fini dell'ecobonus ←

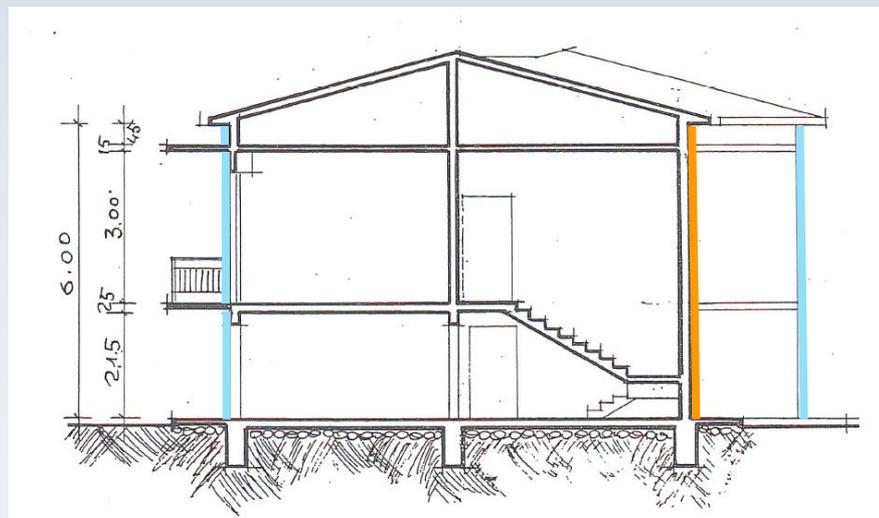
| Non climatizzati | S (m ²) | V (m ³) | B _{tr,U} (analitico) |
|------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Garage | 31.54 | 70.33 | 0.52 |
| Scale PT | 11.27 | 25.13 | 0.75 |
| Scale P1 | 11.42 | 34.03 | 0.59 |
| Sottotetto | 130.34 | 144.36 | 0.60 |

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio

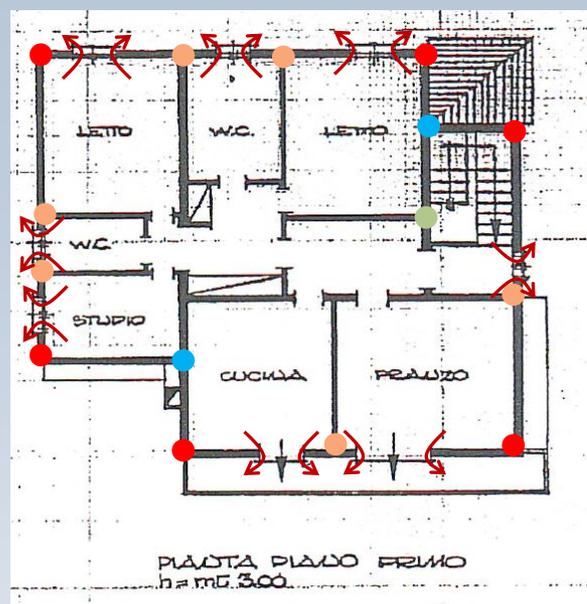
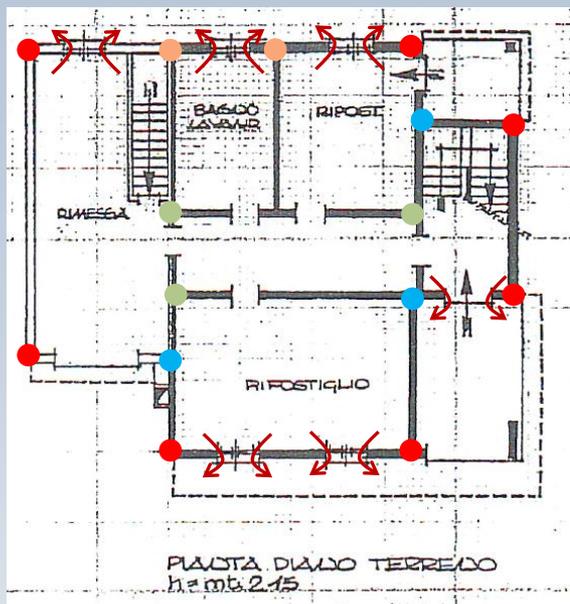


Isolamento esterno
delle pareti verticali

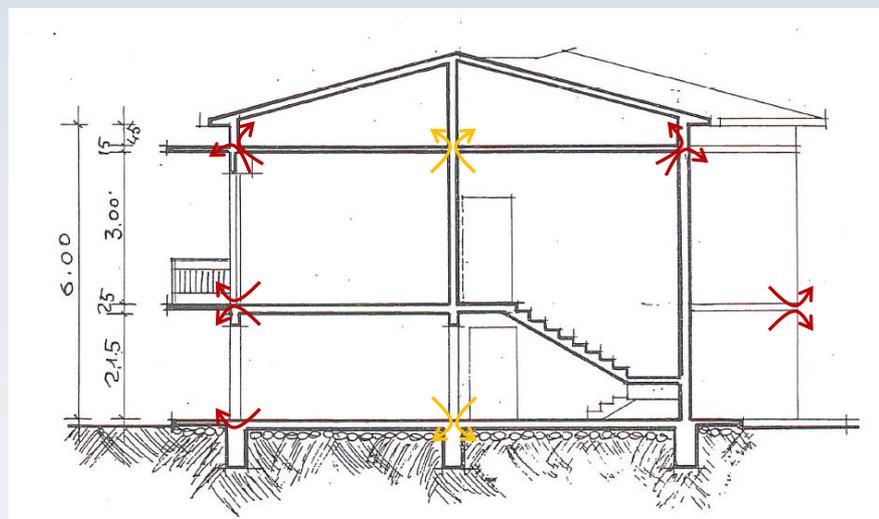


ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio



Quanti ponti termici
ci sono?



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio: intervento sulle pareti verticali con uno strato di isolamento termico

Quali sono le verifiche tecniche richieste?

DETRAZIONI FISCALI (Decreto 6 agosto 2020)

$$U_{-PT} < 0.23 \text{ W/m}^2\text{K}$$

senza i ponti termici

2 salti di classe energetica



REQUISITI MINIMI (DL 26/06/2015)

$$U_{+PT} < 0.28 \text{ W/m}^2\text{K}$$

con i ponti termici

$$H'_T < 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{non risc}} < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Verifica termoigrometrica

Verifica temperatura critica PT

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

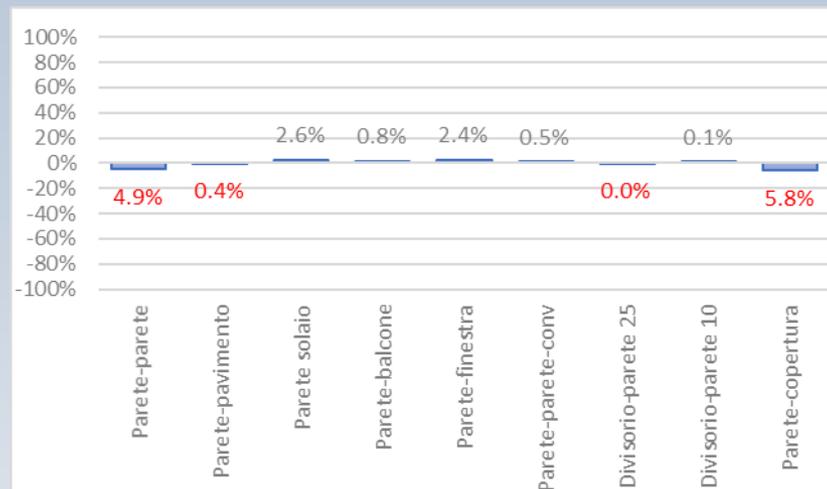
Stato di fatto

Considerando tutti i ponti termici incidenti sulle pareti verticali esterne calcolo la U_{+PT}

| Pareti | U_{-PT} (W/m ² K) | S (m ²) | U x S (W/K) |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Parete esterna PT | 1.910 | 66.94 | 127.86 |
| Parete esterna P1 | 1.973 | 130.41 | 257.30 |
| Nicchie | 2.83 | 3.44 | 9.74 |
| totale | | 200.79 | 394.89 |
| Ponti termici | Ψ (W/mK) | L (m) | $\Psi \times L$ ((W/K) |
| Parete-parete | -0.423 | 43.68 | -18.48 |
| Parete-pavimento | -0.058 | 23.35 | -1.35 |
| Parete solaio | 0.23 | 42.83 | 9.85 |
| Parete-balcone | 0.176 | 16.41 | 2.89 |
| Parete-finestra | 0.162 | 56.72 | 9.19 |
| Parete-parete-conv | 0.168 | 10.52 | 1.77 |
| Divisorio-parete 25 | -0.015 | 8.29 | -0.12 |
| Divisorio-parete 10 | 0.009 | 28.7 | 0.26 |
| Parete-copertura | -0.509 | 42.95 | -21.86 |
| | | | -17.86 |
| | | | |
| | | | |
| | $U_{+PT} =$ | 1.878 | W/m ² K |

PT calcolati con l'abaco

Incidenza delle dispersioni dovute ai ponti termici



$$U_{-PT} = 1.967 > 0.230 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

$$U_{+PT} = 1.878 > 0.280 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \times$$

$$H'_T = 1.28 > 0.65 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \times$$

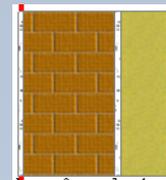
$$U_{\text{non risc}} = 1.973 > 0.80 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \times$$

Verifica termoisolometrica \times

Verifica temperatura critica PT \times



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



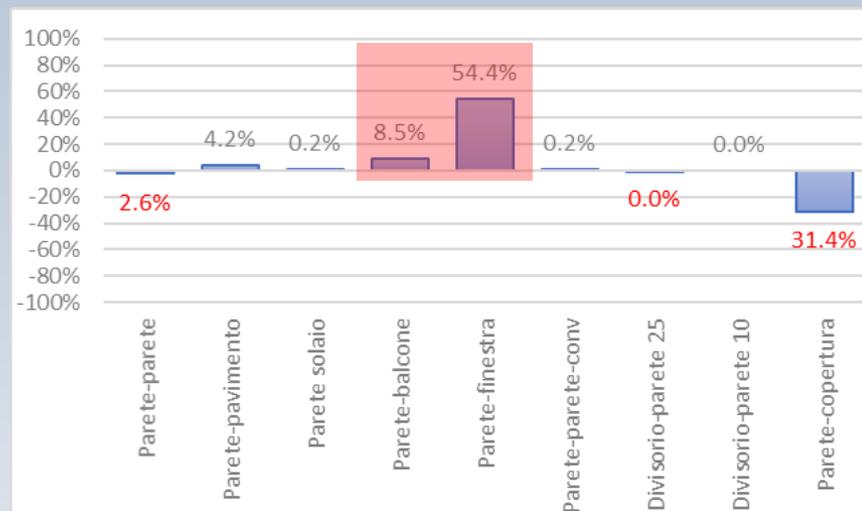
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con **14 cm polistirene** ($\lambda=0.035$ W/mK)

$U = 0.221$ W/m²K Quanto vale la U_{media} ?

| Pareti | U_{-PT} (W/m ² K) | S (m ²) | $U \times S$ (W/K) |
|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Parete esterna PT | 0.220 | 66.94 | 14.73 |
| Parete esterna P1 | 0.221 | 130.41 | 28.82 |
| Nicchie | 0.229 | 3.44 | 0.79 |
| totale | | 200.79 | 44.34 |
| Ponti termici | Ψ (W/mK) | L (m) | $\Psi \times L$ ((W/K) |
| Parete-parete | -0.039 | 43.68 | -1.70 |
| Parete-pavimento | 0.12 | 23.35 | 2.80 |
| Parete solaio | 0.003 | 42.83 | 0.13 |
| Parete-balcone | 0.346 | 16.41 | 5.68 |
| Parete-finestra | 0.639 | 56.72 | 36.24 |
| Parete-parete-conv | 0.012 | 10.52 | 0.13 |
| Divisorio-parete 25 | -0.003 | 8.29 | -0.02 |
| Divisorio-parete 10 | 0 | 28.7 | 0.00 |
| Parete-copertura | -0.487 | 42.95 | -20.92 |
| | | | 22.33 |
| | | | |
| | $U_{+PT} =$ | 0.332 | W/m ² K |

PT calcolati con l'abaco

Incidenza delle dispersioni dovute ai ponti termici



$$U_{-PT} = 0.221 < 0.230 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

$$U_{+PT} = 0.332 > 0.280 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \times$$

$$H'_T = 0.15 < 0.65 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

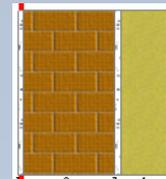
$$U_{\text{non risc}} = 0.221 < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

Verifica termoigrometrica ✓

Verifica temperatura critica PT ✗



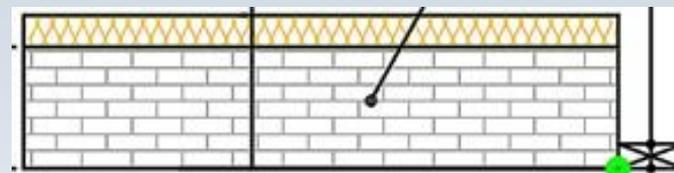
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

| Pareti | U_{-PT} (W/m ² K) | S (m ²) | U x S (W/K) |
|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Parete esterna PT | 0.220 | 66.94 | 14.73 |
| Parete esterna P1 | 0.221 | 130.41 | 28.82 |
| Nicchie | 0.229 | 3.44 | 0.79 |
| totale | | 200.79 | 44.34 |
| | | | |
| Ponti termici | Ψ (W/mK) | L (m) | $\Psi \times L$ ((W/K) |
| Parete-parete | -0.039 | 43.68 | -1.70 |
| Parete-pavimento | 0.12 | 23.35 | 2.80 |
| Parete solaio | 0.003 | 42.83 | 0.13 |
| Parete-balcone | 0.346 | 16.41 | 5.68 |
| Parete-finestra | 0.639 | 56.72 | 36.24 |
| Parete-parete-conv | 0.012 | 10.52 | 0.13 |
| Divisorio-parete 25 | -0.003 | 8.29 | -0.02 |
| Divisorio-parete 10 | 0 | 28.7 | 0.00 |
| Parete-copertura | -0.487 | 42.95 | -20.92 |
| | | | 22.33 |
| | | | |
| | $U_{+PT} =$ | 0.332 | W/m ² K |

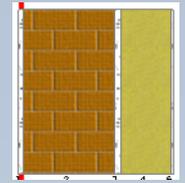
La spalletta non è isolata



| Mese | θ_i [°C] | θ_e [°C] | θ_{si} [°C] | θ_{acc} [°C] | |
|----------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|---|
| ottobre | 20.0 | 14.8 | 17.7 | 14.7 | ✓ |
| novembre | 20.0 | 8.0 | 14.6 | 15.5 | ✗ |
| dicembre | 20.0 | 2.1 | 11.9 | 13.7 | ✗ |
| gennaio | 20.0 | 0.1 | 11.0 | 14.8 | ✗ |
| febbraio | 20.0 | 4.0 | 12.8 | 12.6 | ✓ |
| marzo | 20.0 | 8.3 | 14.7 | 12.7 | ✓ |
| aprile | 20.0 | 12.5 | 16.6 | 13.8 | ✓ |

La verifica di assenza di muffa per il ponte termico parete-telaio è negativa!

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

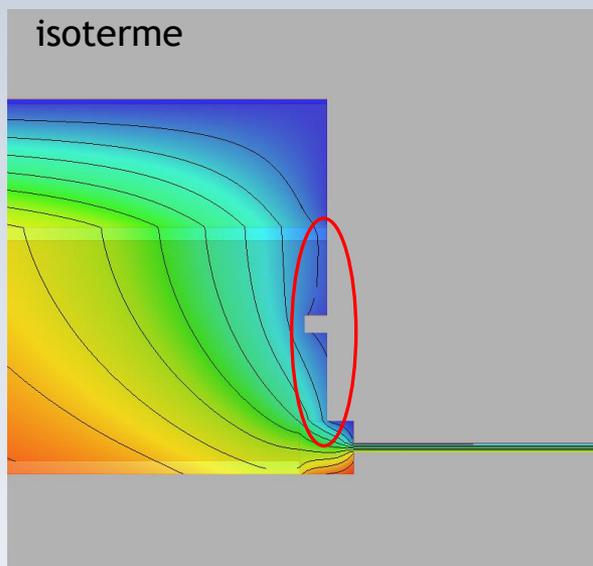


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

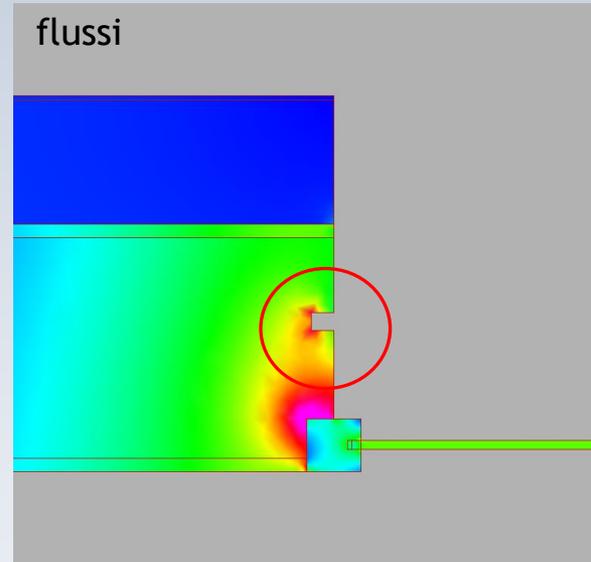
Analizziamo il ponte termico parete-telaio con un calcolo **analitico**

$$\Psi = 0.639 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (abaco)}$$

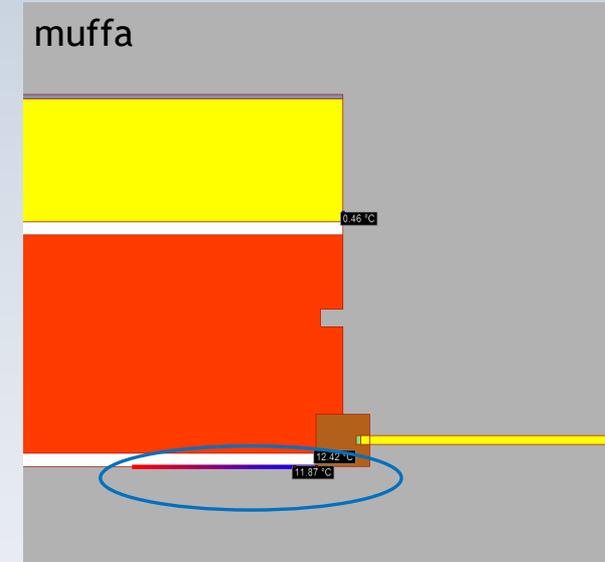
$$\Psi = 0.583 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (analitico) } -9\%$$



Questa parte di muro
non è isolata

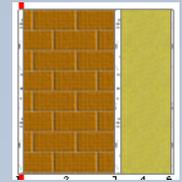


La guida della tapparella è
un punto debole



Zona di formazione di
muffa (207 mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

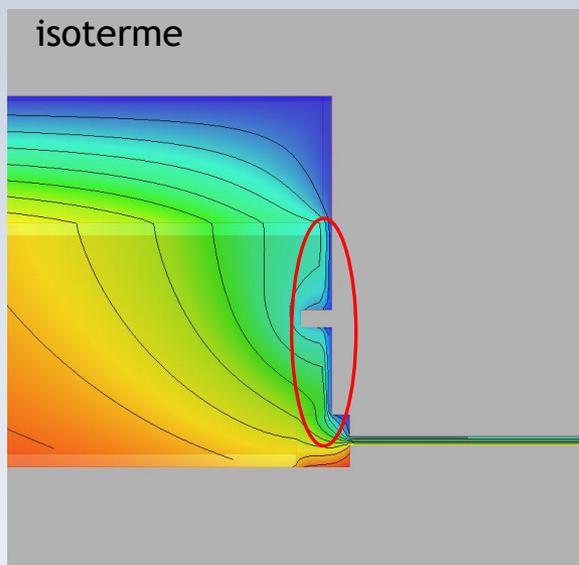


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

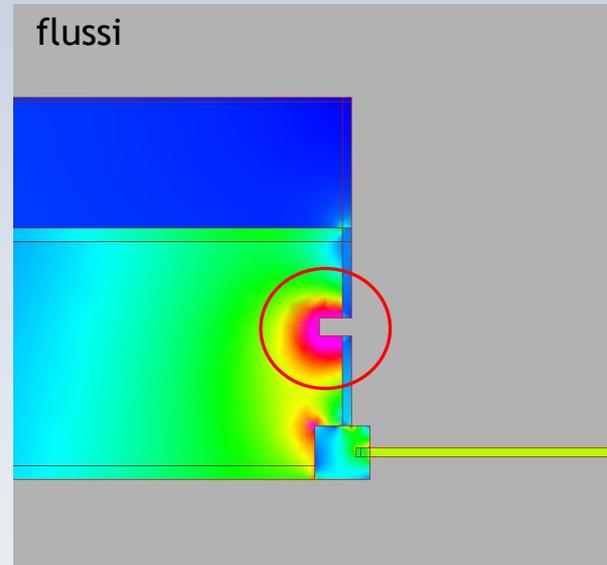
Riduco le dispersioni del ponte termico con uno strato di isolamento (aerogel, 1 cm) sulla spalletta della finestra (senza sostituirla)

$\Psi = 0.583$ W/m²K (senza isolamento sulle spallette)

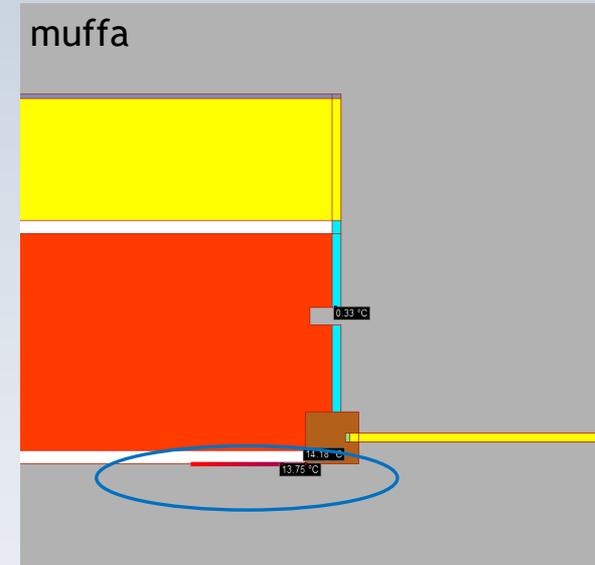
$\Psi = 0.435$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette) -25%



Questa parte di muro adesso è isolata

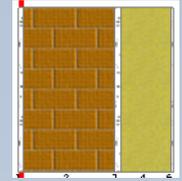


Le dispersioni in prossimità della guida sono aumentate



La zona di formazione di muffa si è ridotta (**130** mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



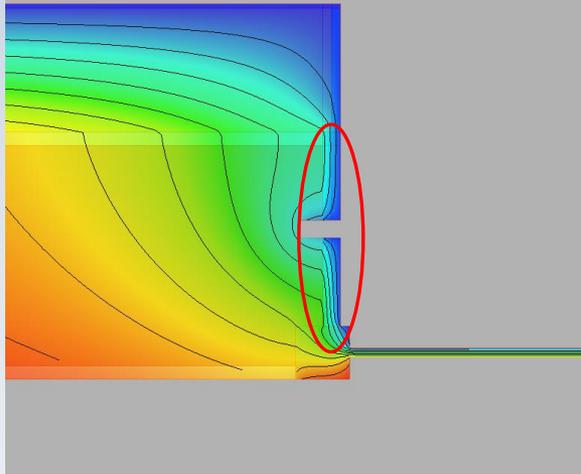
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

Inserisco due strati di isolamento (aerogel, 2 cm) sulla spalletta della finestra

$\Psi = 0.435$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette)

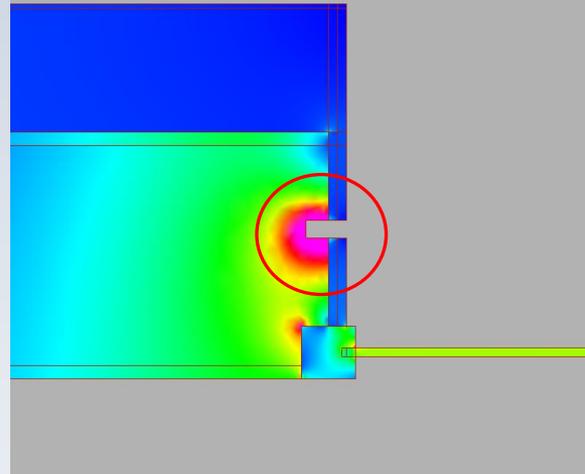
$\Psi = 0.419$ W/m²K (2 cm aerogel sulle spallette) -4%

isoterme



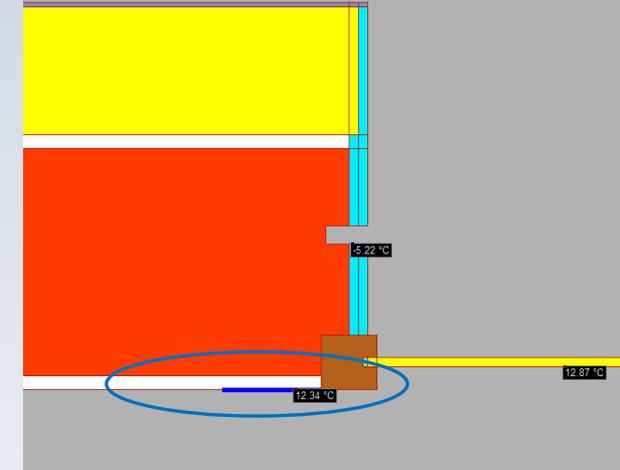
Questa parte di muro adesso è maggiormente isolata

flussi



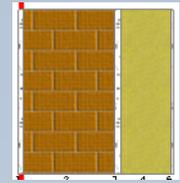
Le dispersioni in prossimità della guida sono aumentate

muffa



La zona di formazione di muffa si è ridotta (**115** mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



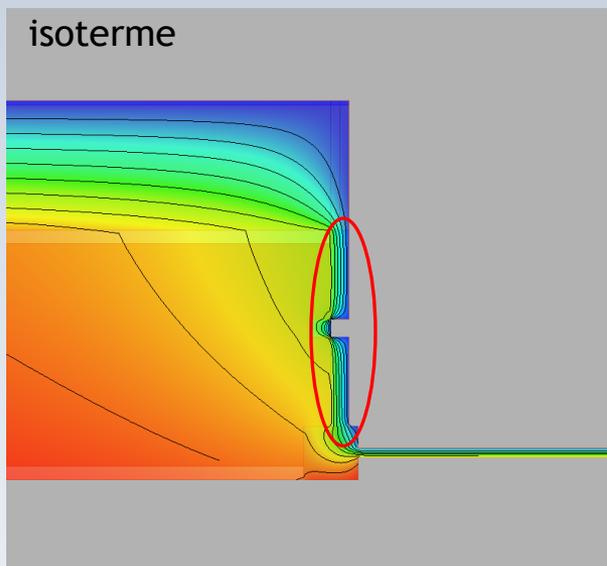
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

Inserisco un **isolamento nella parte retrostante** della nuova guida della tapparella

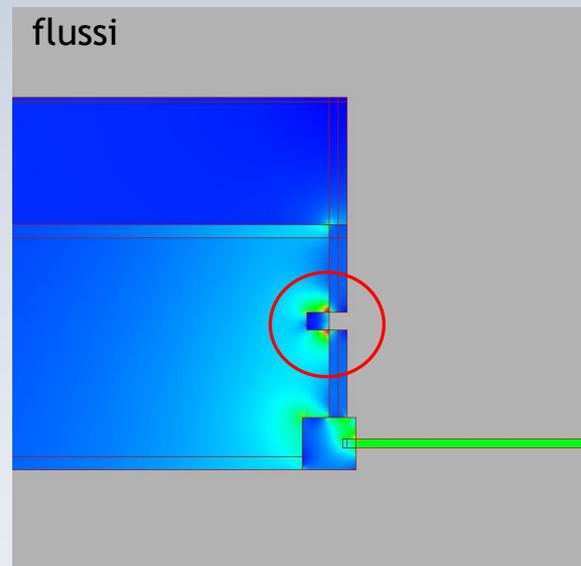
$\Psi = 0.419$ W/m²K (2 cm aerogel sulle spallette)

$\Psi = 0.191$ W/m²K (2 cm aerogel sulle spallette + guida isolata) -54%

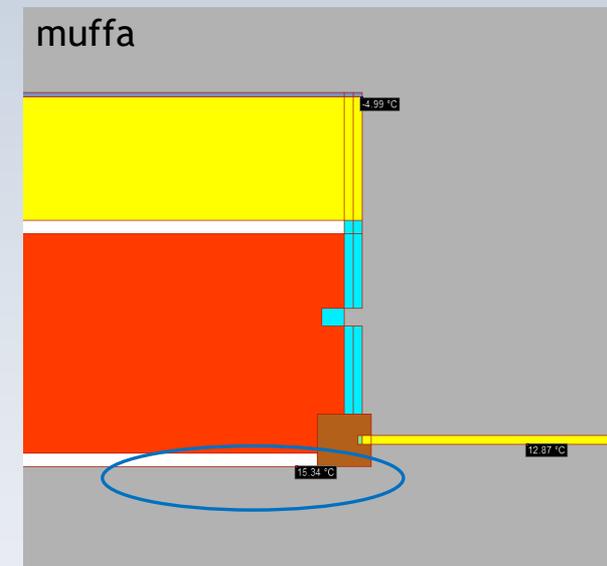
-70% rispetto alla situazione iniziale



Le isoterme sono più
parallele

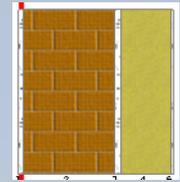


Le dispersioni in prossimità
della guida si sono ridotte



Nessun formazione di
muffa (0 mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



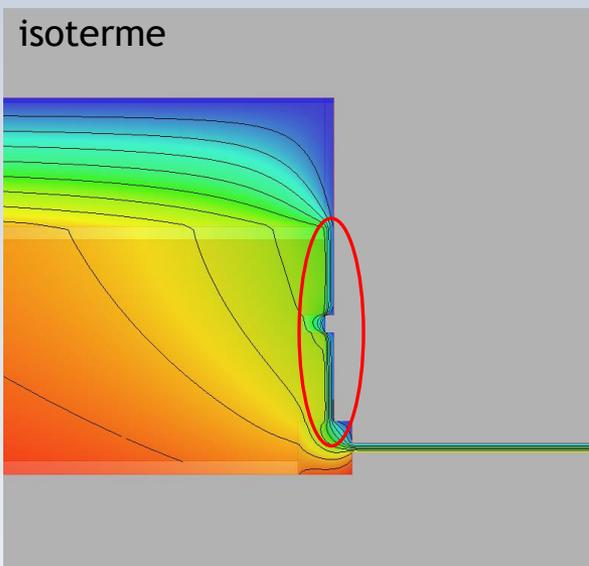
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

Riduco le dispersioni del ponte termico con uno strato di isolamento (aerogel, 1 cm) sulla spalletta della finestra + guida isolata

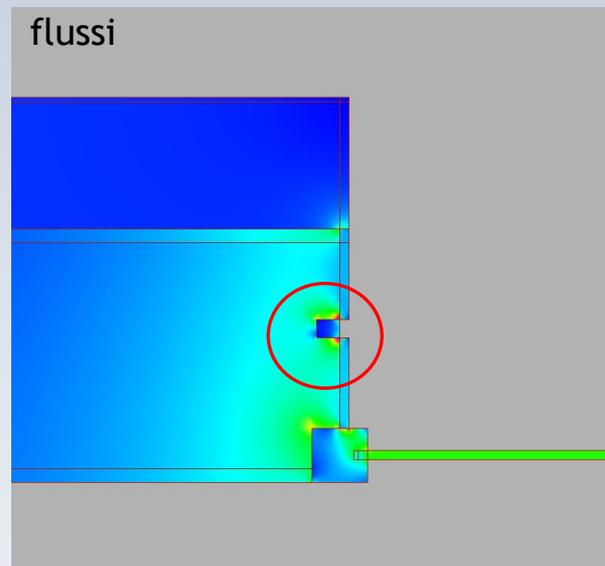
$\Psi = 0.435$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette)

$\Psi = 0.241$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette + guida isolata) -45%

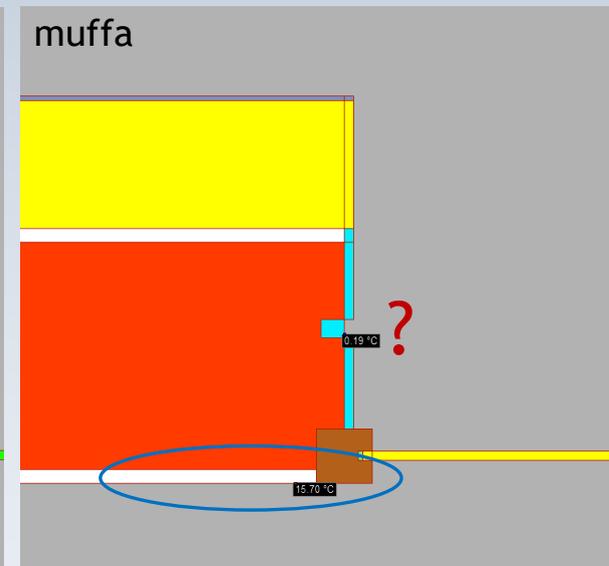
-62% rispetto alla situazione iniziale



Le isoterme sono più parallele



Le dispersioni in prossimità della guida sono presenti



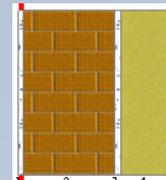
Nessun formazione di muffa (0 mm)

ESEMPIO: tolleranze dimensionali

Ipotizzando di ridurre la larghezza di tutte le finestre di 2 cm (1+1) mi accorgo che la tolleranza del 2% non è rispettata

| PRE | | POST | | VARIAZIONE | |
|-----|-----|------|-----|------------|----------|
| H | L | H | L | H | L |
| cm | cm | cm | cm | Δ | Δ |
| 100 | 94 | 100 | 92 | 0% | -2.1% |
| 82 | 95 | 82 | 93 | 0% | -2.1% |
| 120 | 160 | 120 | 158 | 0% | -1.3% |
| 80 | 60 | 80 | 58 | 0% | -3.3% |
| 120 | 250 | 120 | 248 | 0% | -0.8% |
| 180 | 250 | 180 | 248 | 0% | -0.8% |

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

C'è un alternativa?

A.1 CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE

- Ad eccezione della categoria E.8, nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno, si procede conformemente alla norma UNI EN ISO 13788 alla verifica di assenza:
 - di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
 - di condense interstiziali.
- Le condizioni interne di utilizzazione sono quelle previste nell'appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione. Le medesime verifiche possono essere effettuate con riferimento a condizioni diverse, qualora esista un sistema di controllo dell'umidità interna e se ne tenga conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento.

La UNI EN ISO 13788 riporta altre condizioni climatiche interne per la verifica

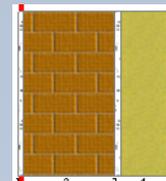
$$\Delta p = \Delta v R_v T_i = \frac{G}{nV} R_v T_i$$

Values of Δp for a range of building types may be found in Appendix A.

È necessario conoscere un tasso di ventilazione costante (n) e la produzione di vapore (G) dell'ambiente

ATTENZIONE: è necessario un sistema di ventilazione meccanica che garantisca un tasso di ventilazione costante e il controllo dell'umidità interna

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

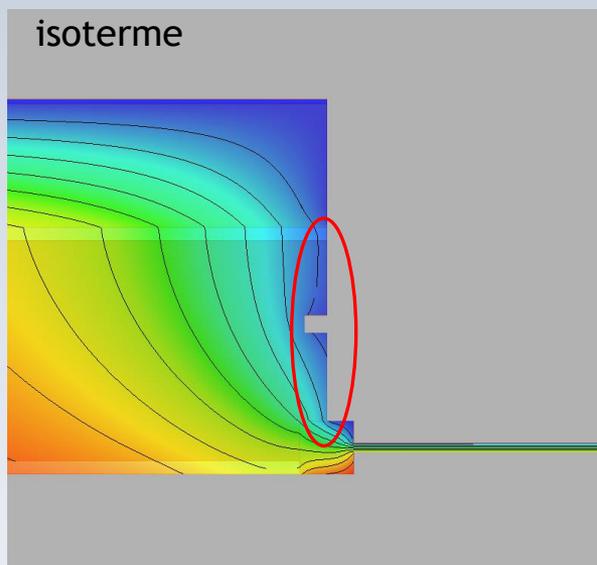


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

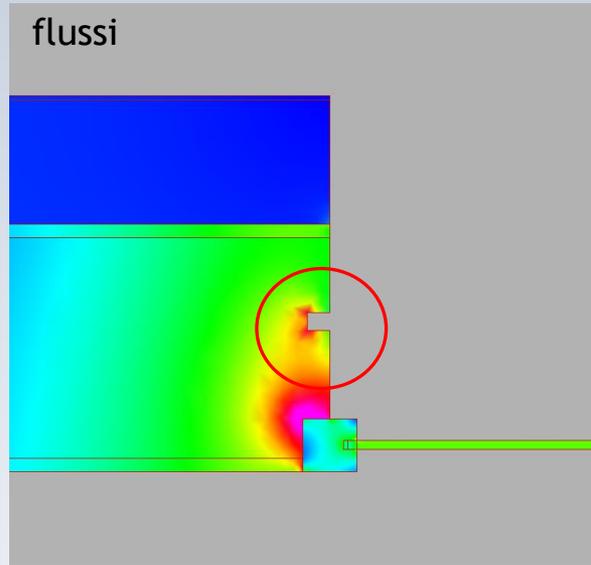
Ipotizzando una produzione di vapore di 45 g/h a persona, nell'ambiente soggiorno (2 persone) di volume 65 m³ si ha:

$$\Psi = 0.583 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (analitico)}$$

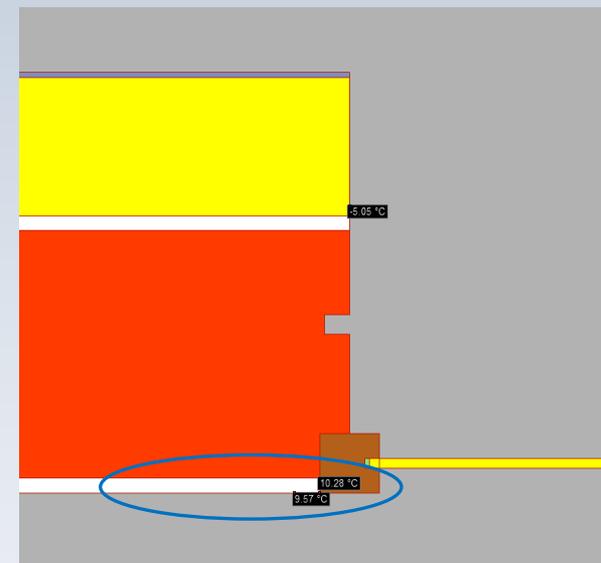
La verifica è positiva con un ricambio orario di ventilazione costante di almeno **0.6 vol/h**



Questa parte di muro non è isolata

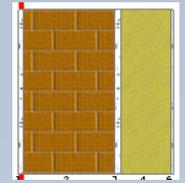


La guida della tapparella è un punto debole



Zona di formazione di muffa (0 mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



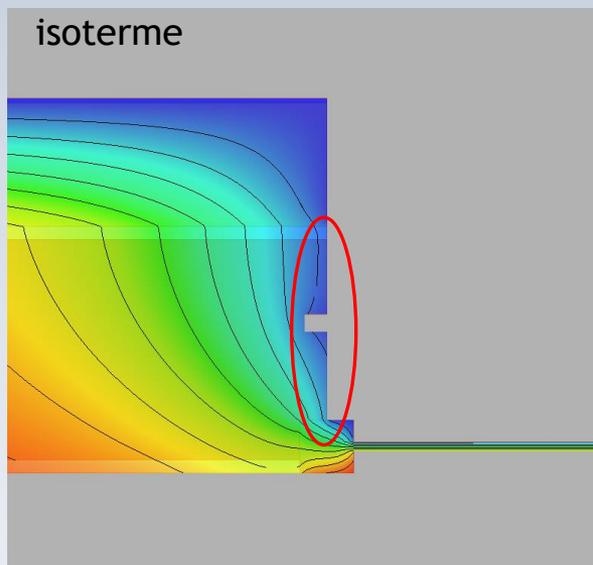
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

ATTENZIONE: Ipotizzando una produzione di vapore di 45 g/h a persona, nell'ambiente **studio** (2 persone) di volume 12 m³ si ha:

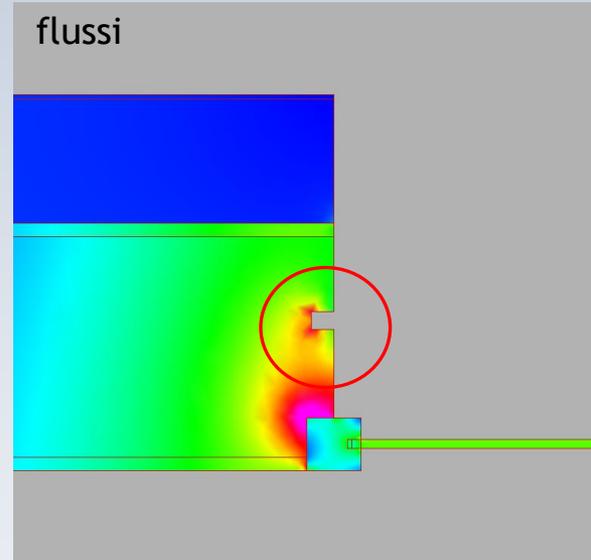
$$\Psi = 0.583 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (analitico)}$$

La verifica è negativa per ricambi orari = 0.6 vol/h

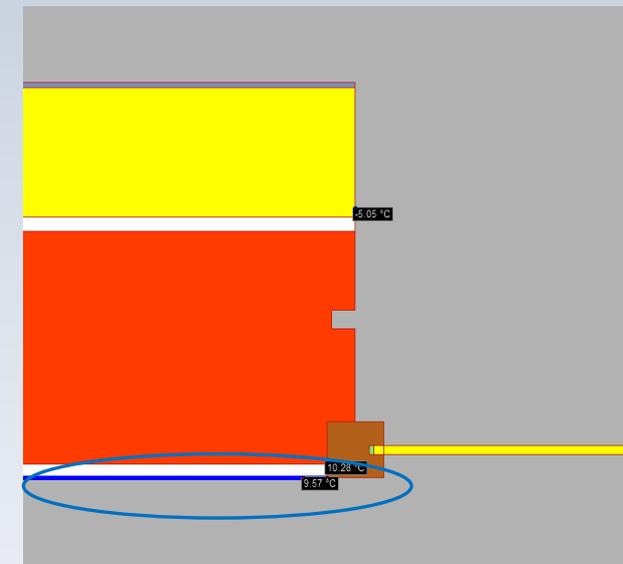
La verifica è positiva per ricambi orari > 3 vol/h



Questa parte di muro non è isolata



La guida della tapparella è un punto debole



Zona di formazione di muffa (1245 mm)

FAQ ENEA 16.D: ventilazione meccanica

13/05/2021

16.D Vorrei sapere se l'installazione di un sistema di VMC (Ventilazione Meccanica Controllata), correlata ad un intervento di coibentazione di superfici opache oppure in concomitanza con la sostituzione del generatore di calore, possa essere agevolata con l'Ecobonus?

R. Relativamente all'installazione di impianti di "Ventilazione Meccanica Controllata" (VMC) nel caso di interventi di isolamento termico delle superfici opache disperdenti, si rappresenta quanto segue: In via preliminare si ricorda che, ai sensi del paragrafo 2.3, punto 2, dell'Allegato 1 al Decreto interministeriale 26 giugno 2015 (c.d. Decreto Requisiti Minimi), nel caso di nuova costruzione, o di edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti o a riqualificazioni energetica, ed in particolare qualora si realizzino interventi che riguardino le strutture opache delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, è necessario procedere alla verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali, in conformità alla UNI EN ISO 13788. Si ritiene tuttavia che, qualora, pur considerando il numero di ricambi d'aria naturale previsto dalla norma UNI-TS 11300-1 e provvedendo per quanto possibile alla correzione dei ponti termici, possa permanere il pericolo di formazione di muffe o condense in corrispondenza di essi, i sistemi di VMC rappresentino una valida soluzione tecnica. In tali condizioni, pertanto, tali sistemi si ritengono ammissibili alle detrazioni fiscali, se realizzati congiuntamente agli interventi di coibentazione delle superfici opache, nei limiti di spesa, detrazione e costo specifico a quest'ultimi riservati. Al fine di verificare la condizione sopra

FAQ ENEA 16.D: ventilazione meccanica

13/05/2021

di spesa, detrazione e costo specifico a quest'ultimi riservati. Al fine di verificare la condizione sopra indicata, ovvero che la VMC rappresenti l'unica soluzione per garantire l'assenza di muffe o condense interstiziali non potendo procedere all'eliminazione di tutti i ponti termici, è necessario che il tecnico abilitato alleggi come parte integrante e sostanziale dell'asseverazione di cui al Decreto interministeriale 06 agosto 2020 (c.d. DM Requisiti Tecnici) una relazione tecnico dalla quale emerga la sussistenza di detto presupposto. Tale relazione dovrà altresì dimostrare che il sistema di VMC installato consegua un risparmio energetico rispetto alla situazione che prevede la massima correzione dei ponti termici, come sopra indicato, un numero di ricambi d'aria naturale pari a quello previsto dalla norma UNI-TS 11300-1 calcolato nell'ipotesi che venga alimentato solo con energia elettrica prelevata della rete. Per quanto sopra, risultano ammissibili esclusivamente i sistemi di VMC dotati di recupero di calore.

Che cosa si intende per «*massima correzione dei ponti termici*»?

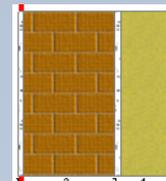


FAQ ENEA 16.D: ventilazione meccanica

13/05/2021

Inoltre, a prescindere da quanto sopra riportato, si ritiene che i sistemi di VMC possono accedere alle citate detrazioni fiscali anche nel caso in cui siano associati ad un intervento di sostituzione di un impianto di climatizzazione invernale con un impianto con fluido termovettore ad aria e siano con esso strettamente integrati. In tal caso i 22 sistemi di VMC risultano parte integrante dell'impianto di climatizzazione invernale e ad essi si applicano i medesimi limiti di spesa, detrazione e costo specifico per i citati impianti. Anche per tale casistica, il sistema di VMC installato deve garantire un risparmio energetico, da asseverare mediante relazione di un tecnico abilitato, rispetto alla situazione che prevede un numero di ricambi d'aria naturale pari a quello previsto dalla norma UNITS 11300-1 nell'ipotesi che sia alimentato esclusivamente con energia elettrica prelevata della rete. Conseguentemente sono ammissibili solamente i sistemi di VMC dotati di recupero di calore. La relazione di cui sopra può essere allegata, per farne parte integrante e sostanziale, all'asseverazione prodotta ai sensi del suddetto "decreto requisiti tecnici" nei casi da esso previsti.

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

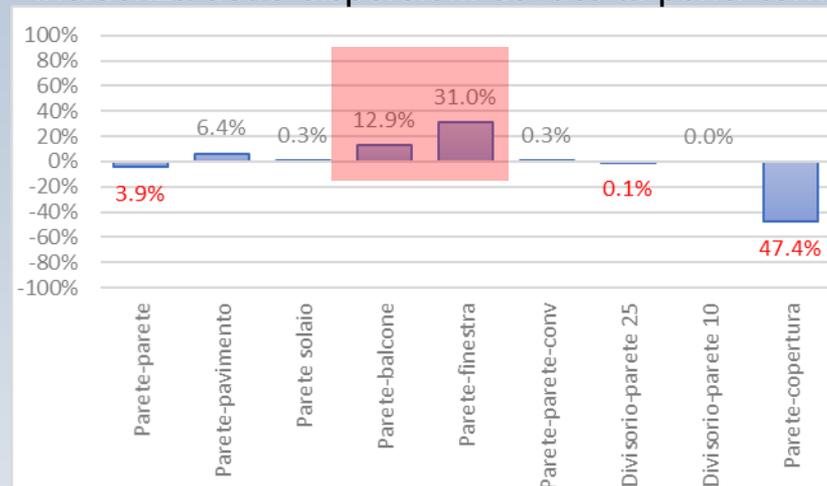


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

PT muro-telaio (analitico) ridotto (1 cm+guida)

| Pareti | U_{-PT} (W/m ² K) | S (m ²) | U x S (W/K) |
|---------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| Parete esterna PT | 0.220 | 66.94 | 14.73 |
| Parete esterna P1 | 0.221 | 130.41 | 28.82 |
| Nicchie | 0.229 | 3.44 | 0.79 |
| totale | | 200.79 | 44.34 |
| Ponti termici | Ψ (W/mK) | L (m) | $\Psi \times L$ ((W/K) |
| Parete-parete | -0.039 | 43.68 | -1.70 |
| Parete-pavimento | 0.12 | 23.35 | 2.80 |
| Parete solaio | 0.003 | 42.83 | 0.13 |
| Parete-balcone | 0.346 | 16.41 | 5.68 |
| Parete-finestra | 0.241 | 56.72 | 13.67 |
| Parete-parete-conv | 0.012 | 10.52 | 0.13 |
| Divisorio-parete 25 | -0.003 | 8.29 | -0.02 |
| Divisorio-parete 10 | 0 | 28.7 | 0.00 |
| Parete-copertura | -0.487 | 42.95 | -20.92 |
| | | | -0.24 |
| | | | |
| | | | |
| | $U_{+PT} =$ | 0.220 | W/m ² K |

Incidenza delle dispersioni dovute ai ponti termici



$$U_{-PT} = 0.221 < 0.230 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

$$U_{+PT} = 0.220 < 0.280 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

$$H'_T = 0.15 < 0.65 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

$$U_{\text{non risc}} = 0.221 < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

Verifica termoigrometrica \checkmark

Verifica temperatura critica PT \checkmark



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio

$$S_{\text{clima}} = 176.05 \text{ m}^2$$

$$S_L = 547.94 \text{ m}^2$$

$$V_L = 691.97 \text{ m}^3$$

$$S/V = 0.79$$

Impianto con caldaia a gas tradizionale e radiatori

STATO DI FATTO

$$E_{p_{gl,nren}} = 376.31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

F



$$E_{p_{gl,nren}} = 177.03 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

D

-53%

| Chiusure | U (W/m2K)-PRE | U (W/m2K)-POST |
|-----------|---------------|----------------|
| pareti | 1.967 | 0.221 |
| pavimento | 0.45 | 0.45 |
| soffitto | 1.85 | 1.85 |
| finestre | 2.50÷2.60 | 2.50÷2.60 |

L'intervento del solo isolamento esterno sulle pareti verticali di 14 cm rispetta sia i limiti di detrazioni fiscali (Allegato E) che quelli dei requisiti minimi di prestazione energetica (DM 26/06/2015)

| Non climatizzati | S (m ²) | V (m ³) | B _{tr,U} (analitico) |
|------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| Garage | 31.54 | 70.33 | 0.31 |
| Scale PT | 11.27 | 25.13 | 0.42 |
| Scale P1 | 11.42 | 34.03 | 0.29 |
| Sottotetto | 130.34 | 144.36 | 0.57 |

LO STUDIO ANALITICO DEI PONTI TERMICI È FONDAMENTALE PER RISPETTARE I LIMITI DELLE TRASMITTANZE TERMICHE E PER EVITARE LA FORMAZIONE DELLE MUFFE

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio

Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione

| Servizio | EP,nren [kWh/m²] | EP,ren [kWh/m²] | EP,tot [kWh/m²] |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Riscaldamento | 159.34 | 2.11 | 161.44 |
| Acqua calda sanitaria | 17.70 | 0.09 | 17.79 |
| Globale | 177.03 | 2.20 | 179.23 |

Fabbisogni di energia primaria e indici di prestazione

| Servizio | EP,nren [kWh/m²] | EP,ren [kWh/m²] | EP,tot [kWh/m²] |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Riscaldamento | 203.51 | +44.2 2.18 | 205.69 |
| Acqua calda sanitaria | 17.70 | 0 0.09 | 17.79 |
| Ventilazione | 10.79 | +10.8 2.60 | 13.39 |
| Globale | 232.00 | 4.87 | 236.87 |

Nel caso 2 le perdite di energia per la ventilazione sono più alte rispetto al caso 1. Inoltre alle dispersioni termiche per trasmissione devono essere aggiunte le maggiori dispersioni dei ponti termici delle finestre e quelle di tutti gli altri elementi ricalcolati.

La tolleranza delle finestre del 2% mi costringe a pensare a delle soluzioni progettuali alternative che non sempre sono quelle più vantaggiose in termini energetici!

Caso 1

Impianto con caldaia a gas tradizionale e radiatori

+1 cm aerogel finestre

STATO DI FATTO
 $E_{p,gl,nren} = 376.31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ **F**



$E_{p,gl,nren} = 177.03 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ **D**
 -53%

Caso 2

Impianto con caldaia a gas tradizionale e radiatori

+ ventilazione meccanica



$E_{p,gl,nren} = 232.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ **B**
 -38% (+31%)

PONTE TERMICO

BALCONE

FAQ MEF

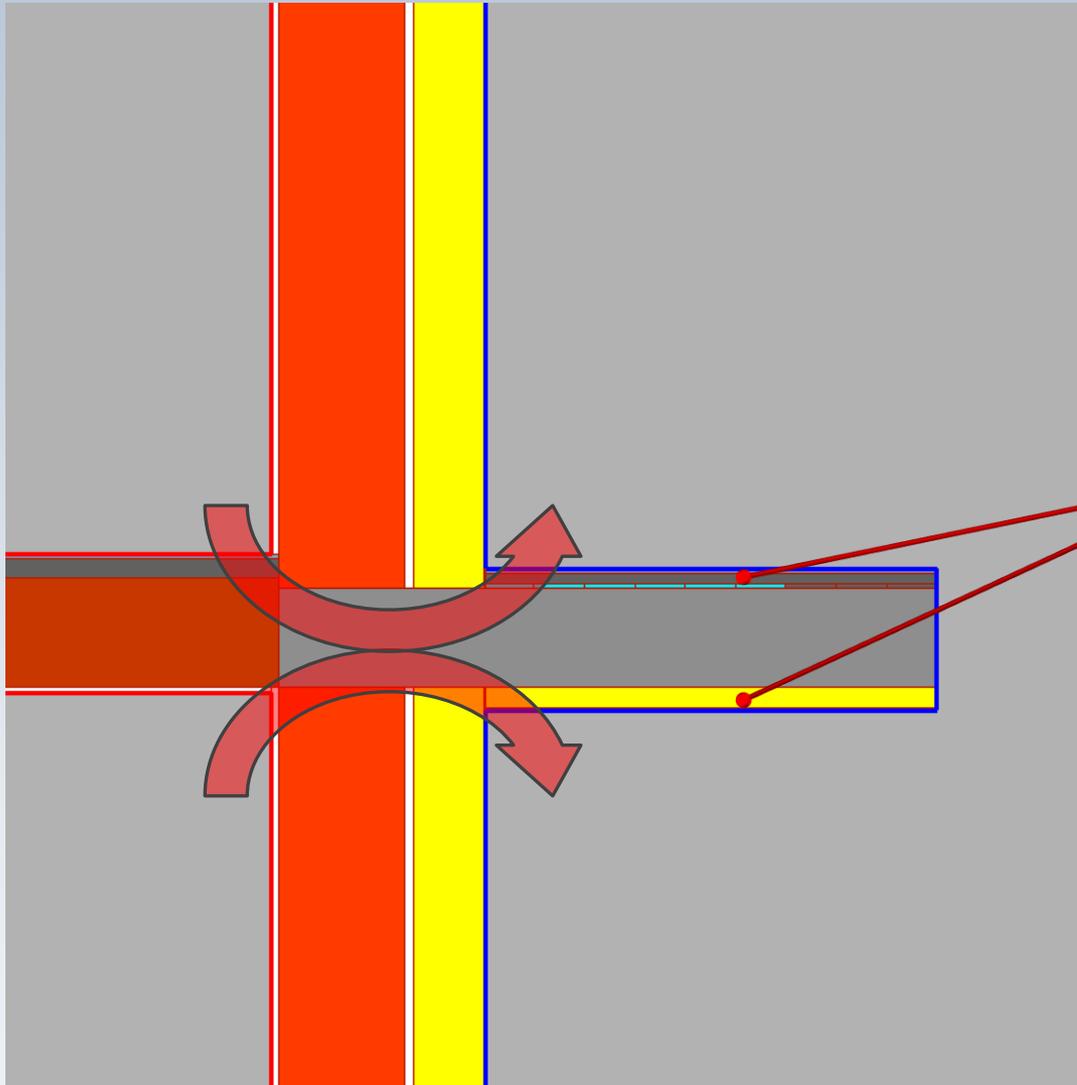
Versione III aggiornata al 24 novembre 2020

10.4. I balconi possono usufruire del Superbonus?

Se i lavori di coibentazione ammessi al Superbonus 110% riguardano anche i balconi, i relativi lavori potranno beneficiare del Superbonus 110%, così come quelli necessari al loro ripristino (per esempio la ripavimentazione). In caso contrario, se sono presenti tutti i requisiti oggettivi e soggettivi, per i balconi potrebbe trovare applicazione il bonus facciate al 90%.

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Ottimizzazione del ponte termico del balcone in presenza di un isolamento a cappotto esterno sulla muratura

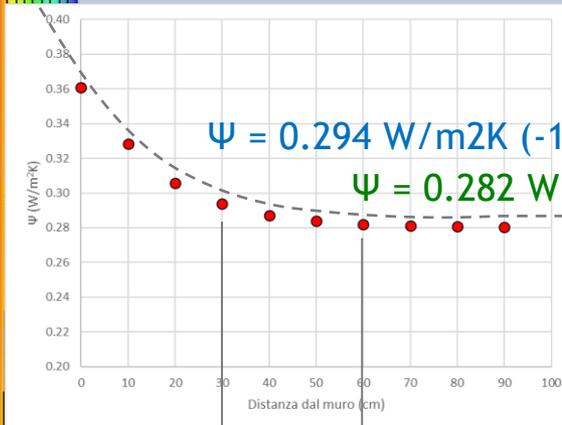


Intervengo con uno strato di isolamento sia sul lato superiore che su quello inferiore

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Ottimizzazione del ponte termico del balcone

$\Psi = 0.361 \text{ W/m}^2\text{K}$ (solo 4 cm di polistirene sotto)



$\Psi = 0.294 \text{ W/m}^2\text{K}$ (-19%)

$\Psi = 0.282 \text{ W/m}^2\text{K}$ (-22%)

$\Psi = 0.280 \text{ W/m}^2\text{K}$ (-22%)

Variazione del Ψ con 1 cm di aerogel in funzione della larghezza dalla distanza dal muro

$\Psi = 0.423$

30 cm

60 cm

1 cm di aerogel

4 cm di polistirene

Basterebbe isolare solo i primi 60 cm (con 1 cm di aerogel) a partire dal filo muro esterno per raggiungere le stesse prestazioni di un balcone interamente rivestito

QUESITI

QUESITO: APE convenzionale

DOMANDA:

Nell'ape convenzionale come considero i locali recuperati? Locali che non erano riscaldati nella situazione ANTE intervento ma sono riscaldati nella situazione post?

INTERPRETAZIONE:



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

FAQ n.7. Nel caso di demolizione e ricostruzione con ampliamento, quali sono le spese ammesse? Come deve essere redatto l'APE post operam?

Dalle spese sostenute a partire dal 1° luglio 2020 occorre scorporare le spese derivanti all'ampliamento. L'APE post operam deve essere redatto considerando l'edificio nella sua configurazione finale.

QUESITO: APE parzialità

DOMANDA:

L'APE che deve essere depositato nel catasto energetico regionale lo può produrre il progettista dell'intervento o deve essere una persona terza?

INTERPRETAZIONE:

Art. 3

Requisiti di indipendenza e imparzialità dei soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici

1. Ai fini di assicurare indipendenza e imparzialità di giudizio dei soggetti di cui al comma 1 dell'articolo 2, i tecnici abilitati, all'atto di sottoscrizione dell'attestato di certificazione energetica, dichiarano:

a) nel caso di certificazione di edifici di nuova costruzione, l'assenza di conflitto di interessi, tra l'altro espressa attraverso

il non coinvolgimento diretto o indiretto nel processo di progettazione e realizzazione dell'edificio da certificare o con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, che in ogni caso non deve essere né il coniuge né un parente fino al quarto grado;

b) nel caso di certificazione di edifici esistenti, l'assenza di conflitto di interessi, ovvero di non coinvolgimento diretto o indiretto con i produttori dei materiali e dei componenti in esso incorporati nonché rispetto ai vantaggi che possano derivarne al richiedente, che in ogni caso non deve essere né coniuge né parente fino al quarto grado.

D.P.R. 16 aprile 2013, n. 75

QUESITO: H'T

DOMANDA:

Nel caso di ponte termico tra due strutture diverse il calcolo dell'H'T con che criterio ripartisce l'incidenza del ponte termico tra le due strutture?

INTERPRETAZIONE:

b) ristrutturazioni importanti di secondo livello: l'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva. In tali casi, i requisiti di prestazione energetica da verificare riguardano le caratteristiche termo-fisiche delle sole porzioni e delle quote di elementi e componenti dell'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica e il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ($H'T$) determinato per l'intera parete, comprensiva di tutti i componenti **su cui si è intervenuti**. A titolo esemplificativo e non esaustivo:

- se l'intervento riguarda una porzione della copertura dell'edificio, la verifica del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ($H'T$) si effettua per la medesima porzione della copertura;
- se l'intervento riguarda una porzione della parete verticale opaca dell'edificio esposta a nord, la verifica del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione ($H'T$) si effettua per l'intera parete verticale opaca esposta a nord.

1.4.1, comma b, DL 26/6/2015

b) che il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente $H'T$, determinato per l'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento (parete verticale, copertura, solaio, serramenti, ecc.), comprensiva di tutti i componenti, **su cui si è intervenuti**, risulti inferiore al pertinente valore limite riportato alla quarta riga, della Tabella 10, dell'Appendice A, per tutte le categorie di edifici.

4.2, comma b, DL 26/6/2015

QUESITO: H'T

DOMANDA:

Nel caso di ponte termico tra due strutture diverse il calcolo dell' H_T con che criterio ripartisce l'incidenza del ponte termico tra le due strutture?

INTERPRETAZIONE (continua):

FAQ MISE

| | | |
|------|---------------------|---|
| 2.15 | DM requisiti minimi | Pag. 09 Punto 1.4.1 Comma 3 Lettera b) |
|------|---------------------|---|

La verifica va effettuata per tutta la superficie di uguale orientamento interessata, completamente o per una porzione, da lavori.

Nel caso di strutture verticali si considera oggetto di verifica l'intera parete (facciata).

Nel caso di strutture di copertura orizzontali o inclinate si considera oggetto di verifica l'intera falda o porzione di tetto.

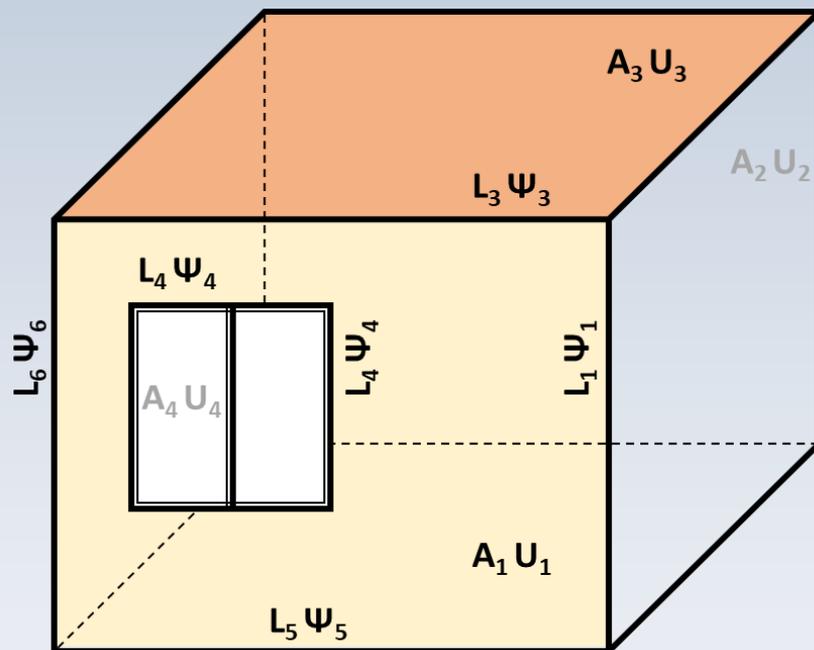
Nel caso in cui la superficie di uguale orientamento fosse comune a più unità immobiliari (pareti esterne continue tra piani e unità adiacenti o unica falda per unità adiacenti), la verifica dovrà riguardare solo la porzione relativa all'unità nella quale si sta effettuando l'intervento.

QUESITO: H'T

DOMANDA:

Nel caso di ponte termico tra due strutture diverse il calcolo dell' H'_T con che criterio ripartisce l'incidenza del ponte termico tra le due strutture?

INTERPRETAZIONE (continua):



FAQ Emilia Romagna

$$H'_T = \frac{A_1 U_1 + (L_1 \Psi_1 / 2) + L_4 \Psi_4 + (L_5 \Psi_5 / 2) + (L_6 \Psi_6 / 2) + A_3 U_3 + L_3 \Psi_3}{A_1 + A_3}$$

QUESITO: PT agli elementi finiti?

DOMANDA:

è obbligatoria l'analisi dei ponti termici agli elementi finiti per redigere l'APE convenzionale? E ai fini delle verifiche secondo DM requisiti minimi?

INTERPRETAZIONE:

11.1.3, UNI/TS 11300-1

Ponti termici

Lo scambio di energia termica per trasmissione attraverso i ponti termici deve essere calcolato secondo il punto 5 della UNI EN ISO 14683:2008.

Nella valutazione sul progetto i valori di trasmittanza termica lineare devono essere determinati esclusivamente attraverso il calcolo numerico in accordo alla UNI EN ISO 10211 oppure attraverso l'uso di atlanti di ponti termici conformi alla UNI EN ISO 14683.

Per gli edifici esistenti è ammesso in aggiunta l'uso di metodi di calcolo manuali conformi alla UNI EN ISO 14683. È sempre da escludersi l'utilizzo dei valori di progetto della trasmittanza termica lineare riportati nell'allegato A della UNI EN ISO 14683:2008.

Nel caso in cui il ponte termico si riferisca ad un giunto tra due strutture che coinvolgono due zone termiche diverse, il valore della trasmittanza termica lineare, dedotto dalla UNI EN ISO 14683, deve essere ripartito in parti uguali tra le due zone interessate¹⁵⁾.

15) Nel caso in cui si effettui il calcolo analitico del ponte termico in base alla UNI EN ISO 10211, anche la suddivisione dei flussi lineari attribuiti alle due zone termiche può derivare dal calcolo analitico.

QUESITI vari

DOMANDA:

Il calcolo della superficie disperdente lorda ai fini della classificazione di ristrutturazione importane di I o II livello (isolamento del 25 o 50%) è comprensiva delle finestre, ovvero delle chiusure trasparenti? **SI**

DOMANDA:

Con tetto in legno esiste sempre il ponte termico con la parete verticale? **SI**

DOMANDA:

Nel caso di edifici con struttura portante in muratura mista (mattoni/pietra) è corretto non considerare l'influenza dei "ponti termici" nella trasmittanza delle pareti esterne in quanto la parete è omogenea? **NO**

DOMANDA:

Nel calcolo ad elementi finiti dei ponti termici vanno rappresentati tutti gli spessori o si può semplificare? **Dipende!**

QUESITI vari

DOMANDA:

Buonasera, mi sono accorto che aumentando lo spessore degli isolamenti e il relativo controllo sui ponti termici mi risulta difficile rispettare l' $EP_{C,nd}$... **!?!?!?**

DOMANDA:

Verso gli ambienti non riscaldati, la verifica della formazione di muffa va fatta?

A.1 CONTROLLO DELLA CONDENSAZIONE

1. Ad eccezione della categoria E.8, nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno, si procede conformemente alla norma UNI EN ISO 13788 alla verifica di assenza:
 - a) di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
 - b) di condense interstiziali.
2. Le condizioni interne di utilizzazione sono quelle previste nell'appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione. Le medesime verifiche possono essere effettuate con riferimento a condizioni diverse, qualora esista un sistema di controllo dell'umidità interna e se ne tenga conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento.

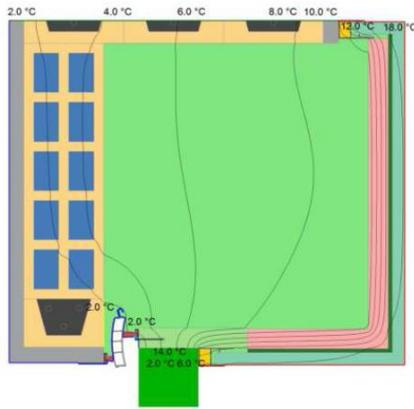
QUESITO: cassonetti

DOMANDA:

Buon pomeriggio, è possibile fare un esempio di calcolo della trasmittanza dei cassonetti?

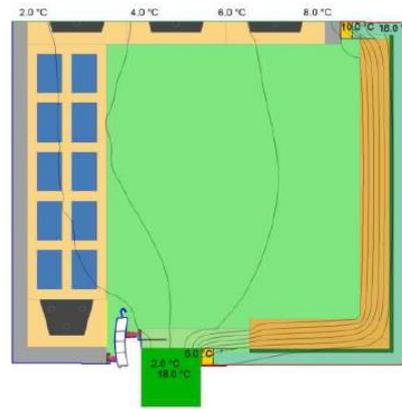
https://www.posaclima.it/files/content/112642_11928_2_0/relazione-di-calcolo-trasmittanza-termica-cassomuro-2019.pdf

CALCOLO TRASMITTANZA TERMICA CASSONETTI



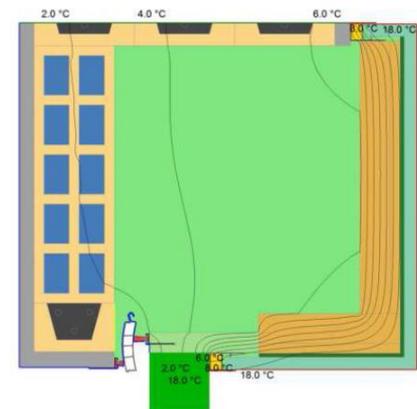
Trasmittanza Usb: 0.89 W/m²K

CALCOLO TRASMITTANZA TERMICA CASSONETTI



Trasmittanza Usb: 0.71 W/m²K

CALCOLO TRASMITTANZA TERMICA CASSONETTI



Trasmittanza Usb: 0.62 W/m²K

PONTI TERMICI: cassonetto

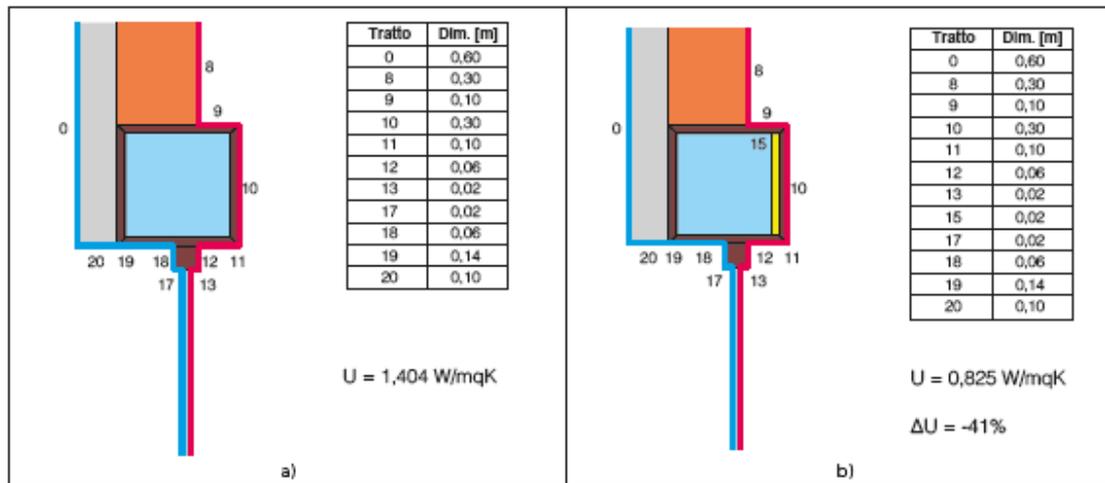


Figura 40 - a) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, $U = 1,404 \text{ W/mqK}$ (riferimento).
b) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto isolato sul lato interno verticale su una parete non isolata, $U = 0,825 \text{ W/mqK}$ (soluzione modificata)

Isolamento termico sul lato interno

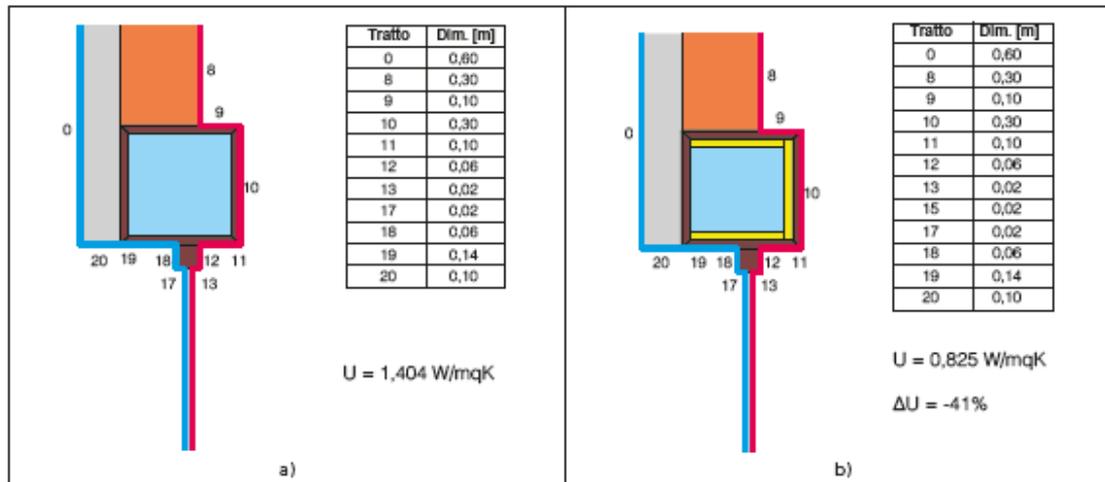


Figura 42 - a) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, $U = 1,404 \text{ W/mqK}$ (riferimento).
b) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto isolato nei 3 lati interni su una parete non isolata, $U = 0,825 \text{ W/mqK}$ (soluzione modificata).

Isolamento termico sui 3 lati interni

PONTI TERMICI: cassonetto

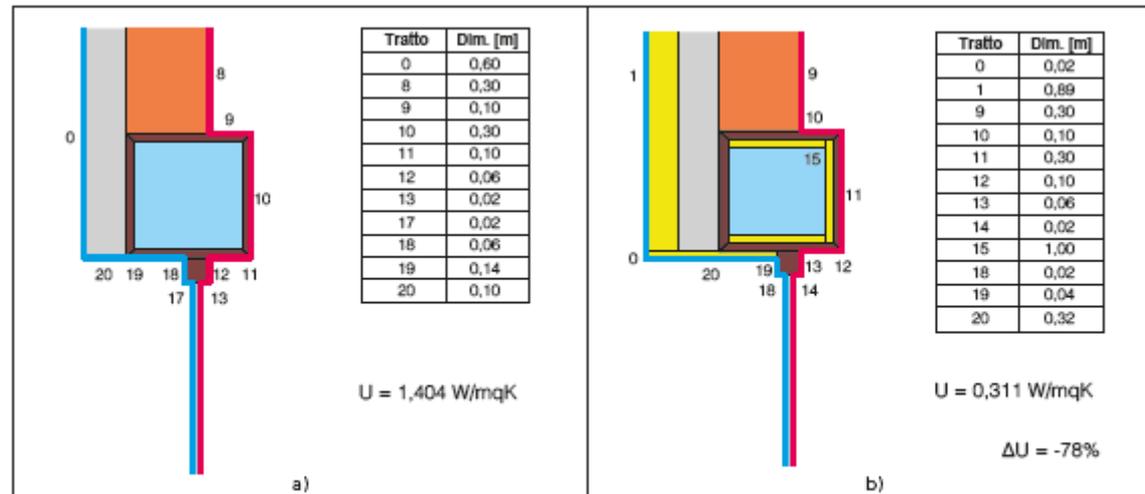
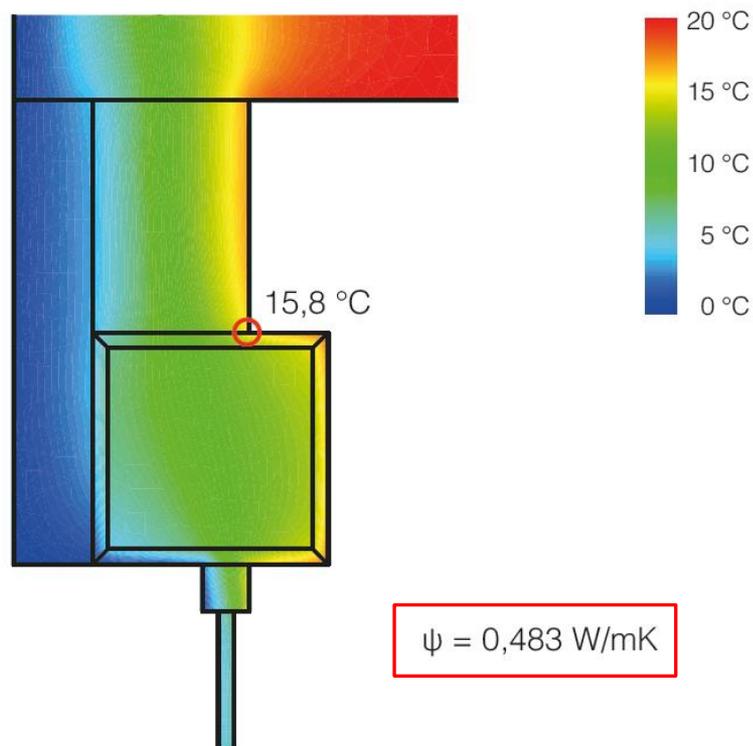


Figura 44 - a) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, U = 1,404 W/mqK (riferimento).
 b) Stratigrafia di un ponte termico di un cassonetto isolato nei 3 lati Interni su una parete isolata dall'esterno, U = 0,311 W/mqK (soluzione modificata).

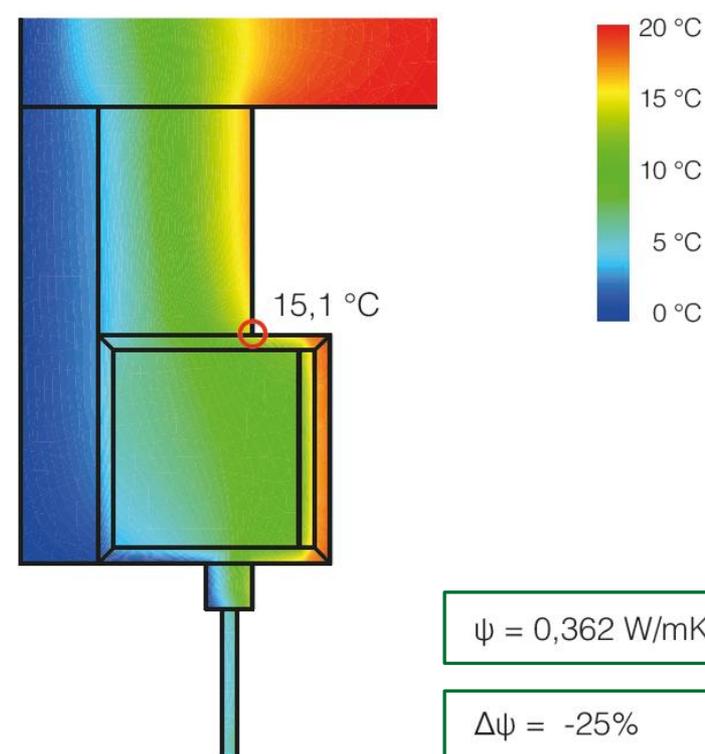
Isolamento termico su tutti i lati

PONTI TERMICI: cassonetto

Isolamento termico sul lato interno



a)



b)

Figura 41 - a) Ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, $\psi = 0,483 \text{ W/mK}$ (riferimento). b) ponte termico di un cassonetto isolato sul lato interno verticale su una parete non isolata, $\psi = 0,362 \text{ W/mK}$ (soluzione modificata). Simulazione eseguita con il software TerMus-PT versione 6.00a.

PONTI TERMICI: cassonetto

Isolamento termico sui 3 lati interni

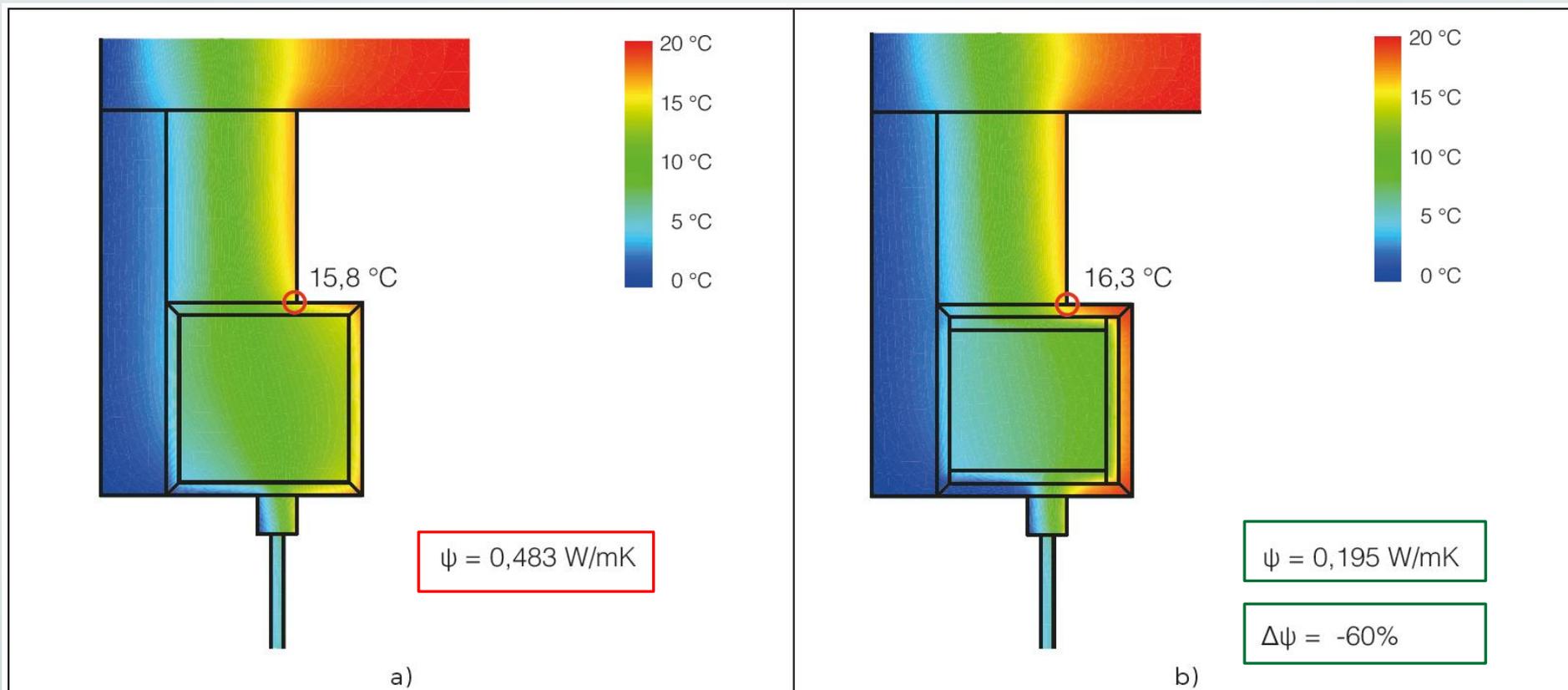


Figura 43 - a) Ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, $\psi = 0,483 \text{ W/mK}$ (riferimento). b) Ponte termico di un cassonetto isolato nei 3 lati interni su una parete non isolata, $\psi = 0,195 \text{ W/mK}$ (soluzione modificata). Simulazione eseguita con il software TerMus-PT versione 6.00a.

PONTI TERMICI: cassonetto

Isolamento termico su tutti i lati

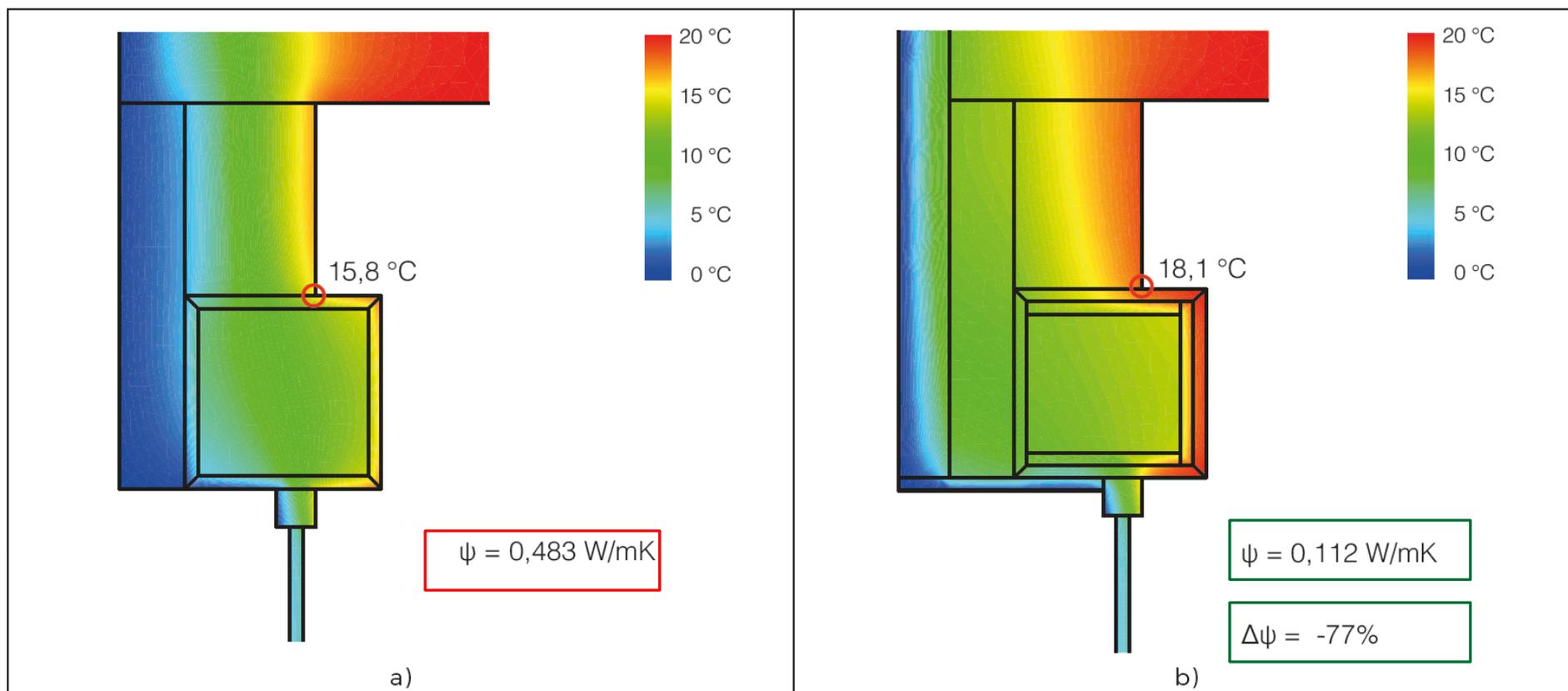


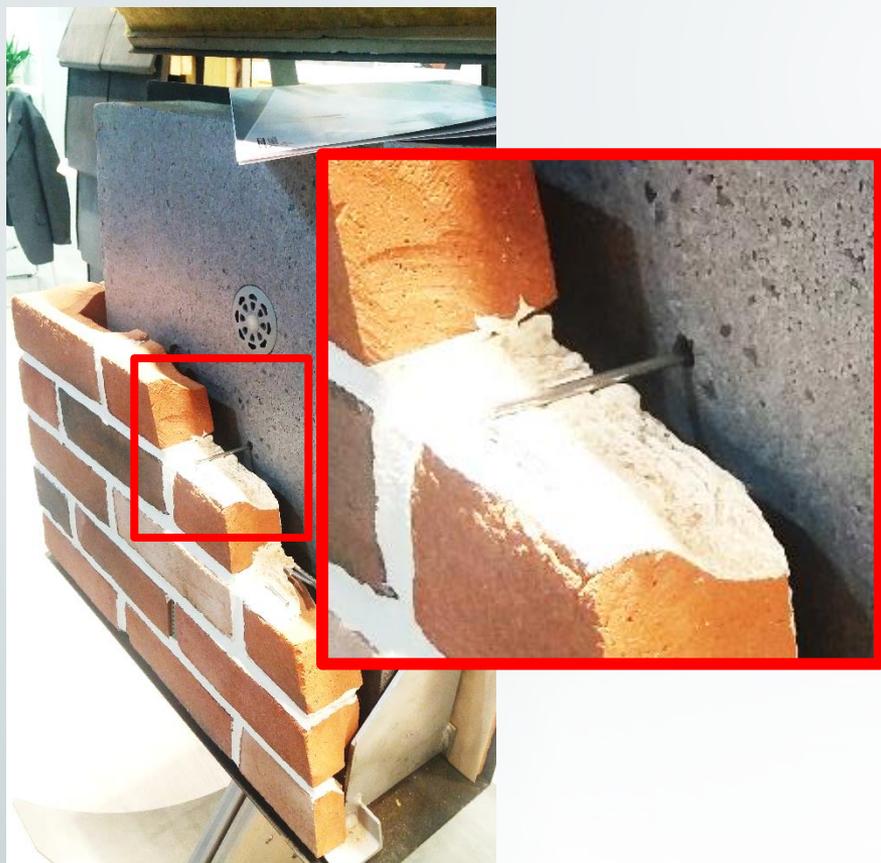
Figura 45 - a) Ponte termico di un cassonetto non isolato su una parete non isolata, $\psi = 0,483 \text{ W/mK}$ (riferimento). b) Ponte termico di un cassonetto isolato nei 3 lati interni su una parete isolata dall'esterno, $\psi = 0,112 \text{ W/mK}$ (soluzione modificata). Simulazione eseguita con il software TerMus-PT versione 6.00a.

QUESITO: ponti termici puntuali

DOMANDA:

Come si valutano i ponti termici puntuali?

Quali sono i ponti termici puntuali nei casi di ristrutturazione degli edifici?

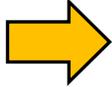


PONTI TERMICI puntuali: Cosa dice la normativa

D.3

Correzioni per fissaggio meccanico

D.3.1



Calcolo dettagliato

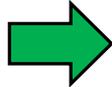
L'effetto dei fissaggi meccanici può essere valutato attraverso i calcoli in conformità alla ISO 10211 allo scopo di ottenere la trasmittanza termica puntuale, χ , riferita ad un fissaggio. La correzione da apportare alla trasmittanza termica è quindi data da:

$$\Delta U_f = n_f \chi \quad (D.4)$$

dove:

n_f è il numero di fissaggi per metro quadrato.

D.3.2

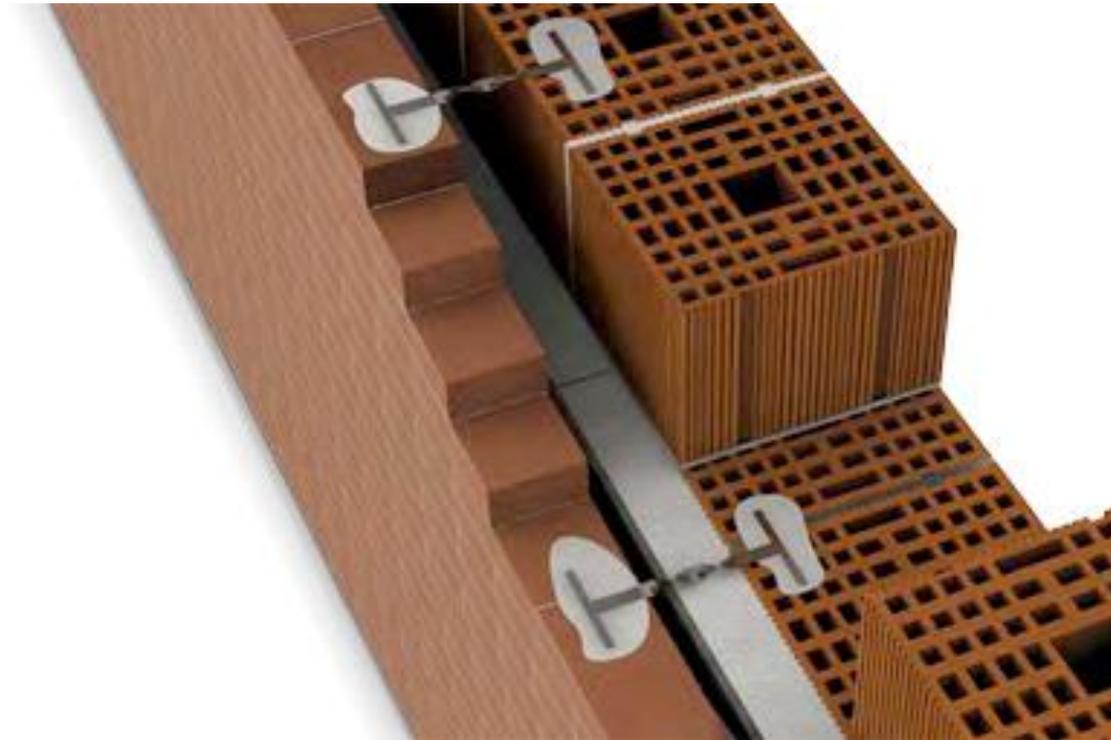


Procedura approssimata

Il presente punto propone una procedura per i fissaggi meccanici che può essere applicata con i seguenti metodi.

Quando uno strato isolante è ancorato tra strati murari, fissaggi meccanici, la correzione da applicare alla trasmittanza termica è data da:

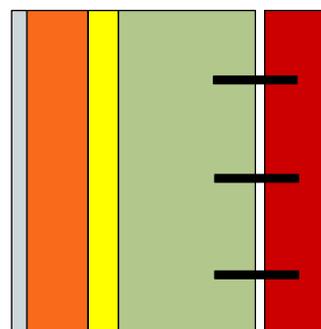
$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f A_f n_f}{d_0} \left(\frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2$$



PONTI TERMICI puntuali: esempio

Parete di tamponamento con mattone faccia a vista sul lato esterno

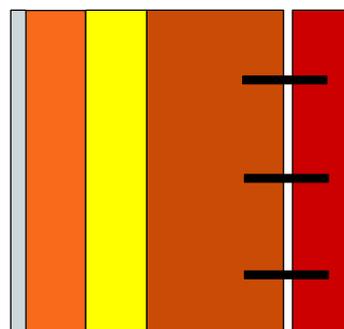
$$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$$



3 8 4 30 11

Caso 1

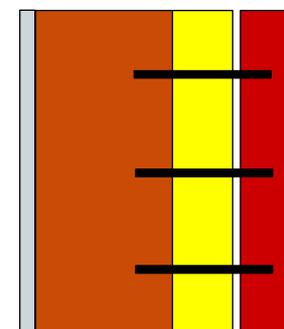
$$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$$



3 8 8 30 11

Caso 2

$$U = 0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$$



3 30 ? 11

Caso 3

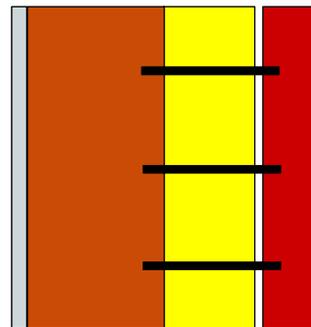
Domanda: quanto deve essere lo spessore dell'isolamento termico per il caso 3 per tener conto dell'effetto dei ponti termici dei tasselli?

PONTI TERMICI: scelta del pacchetto

Parete di tamponamento con mattone faccia a vista sul lato esterno

| | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----|
| do | 0.12 m | |
| d1 | 0.12 m | |
| alfa | 0.8 | |
| λ_f | 50 W/mK | |
| s_tassello | 0.008 m | |
| H_tassello | 0.12 m | |
| Af | 0.000050 m ² | |
| $\lambda_{\text{insulation}}$ | 0.036 W/mK | |
| s_insulation | 0.12 m | |
| nf | 5 | |
| R1 | 3.33 m ² K/W | |
| U without bracket | 0.179 W/m ² K | |
| RT,h | 5.59 m ² K/W | |
| Δu_f | 0.0298 W/m ² K | 17% |
| U | 0.209 W/m ² K | |

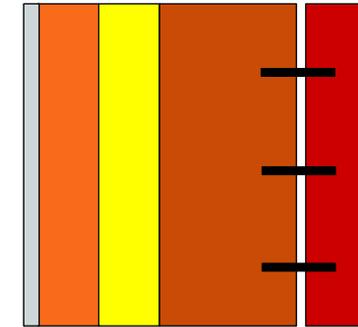
U = 0.21 W/m²K



3 30 12 11

Caso 3

U = 0.21 W/m²K



3 8 8 30 11

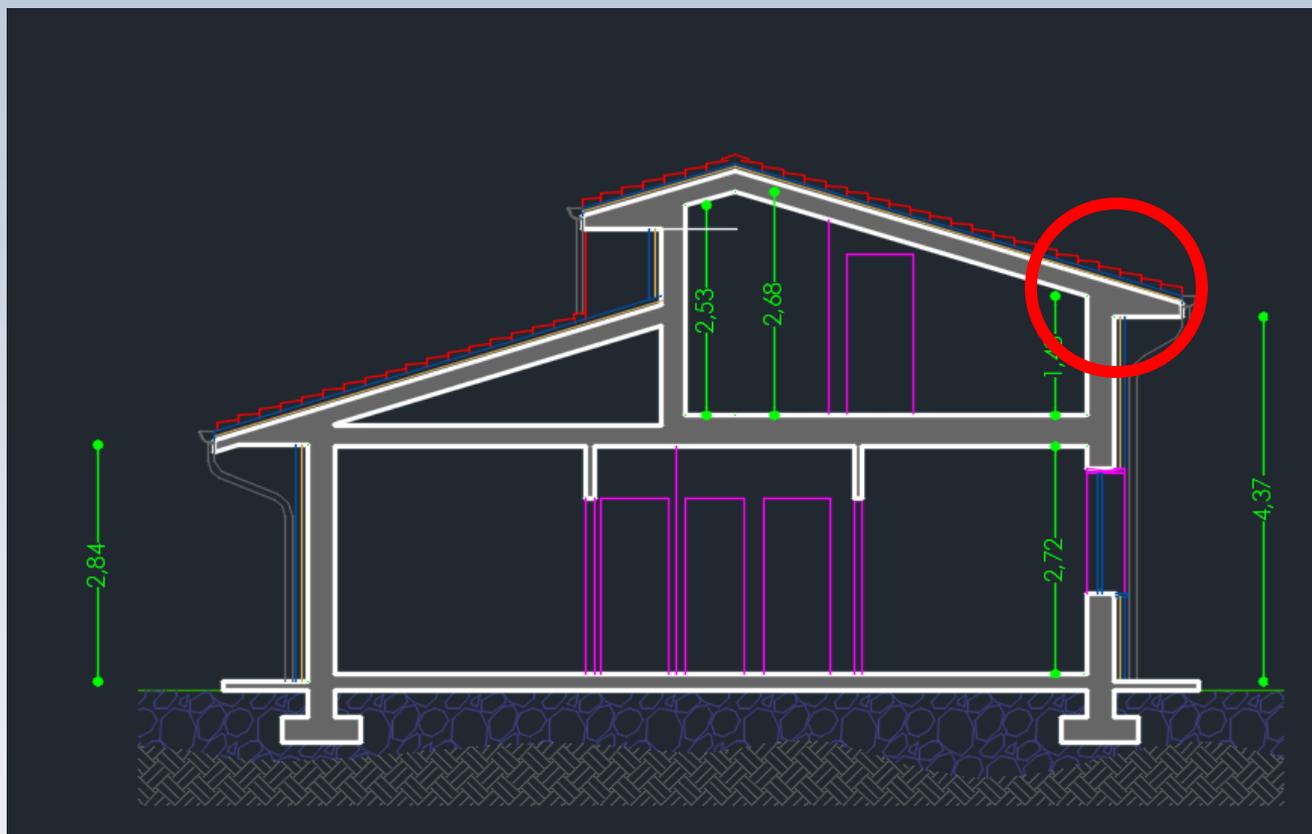
Caso 2

Risposta: nel caso specifico l'isolante deve essere aumentato di altri 4 cm per un totale di 12 cm. L'incidenza delle dispersioni dovuta ai tasselli nel caso specifico è del 17%.

ALTRI PONTI TERMICI

COPERTURA

ANALISI TERMICA DEL NOTO PARETE-COPERTURA

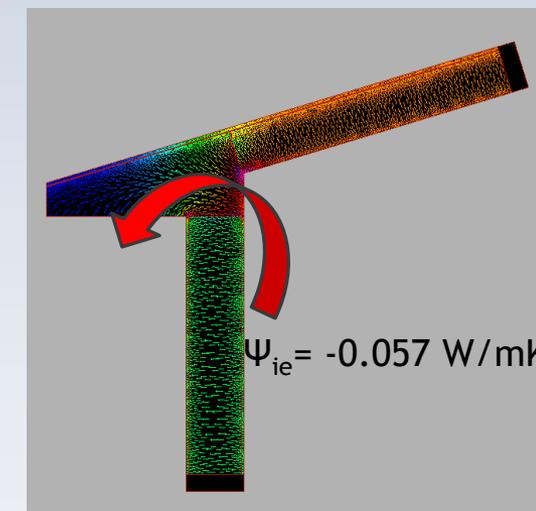
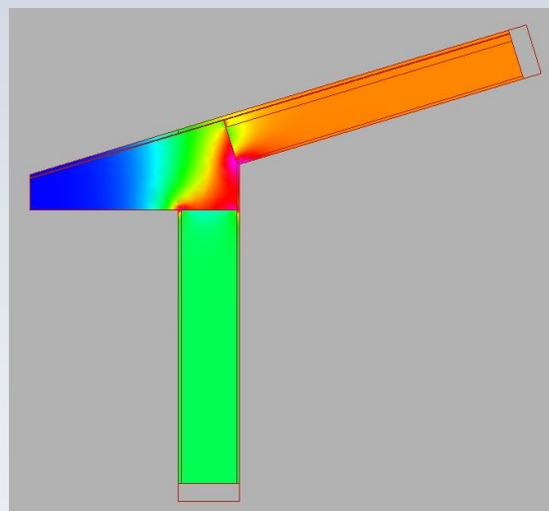
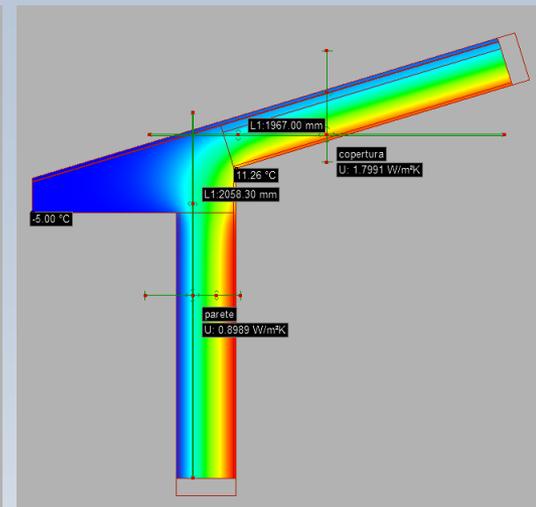
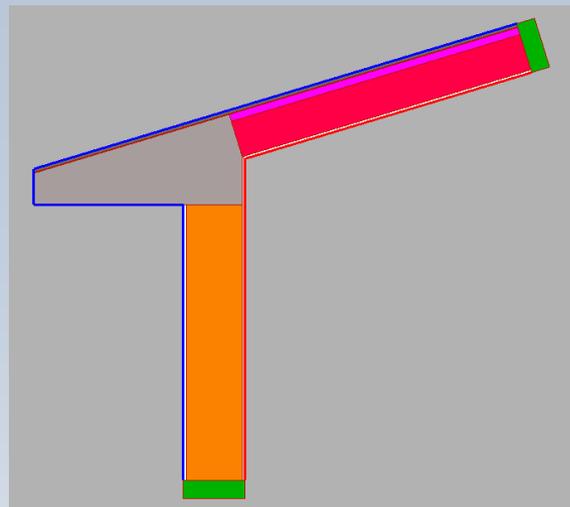


SITUAZIONE ANTE: stato di fatto

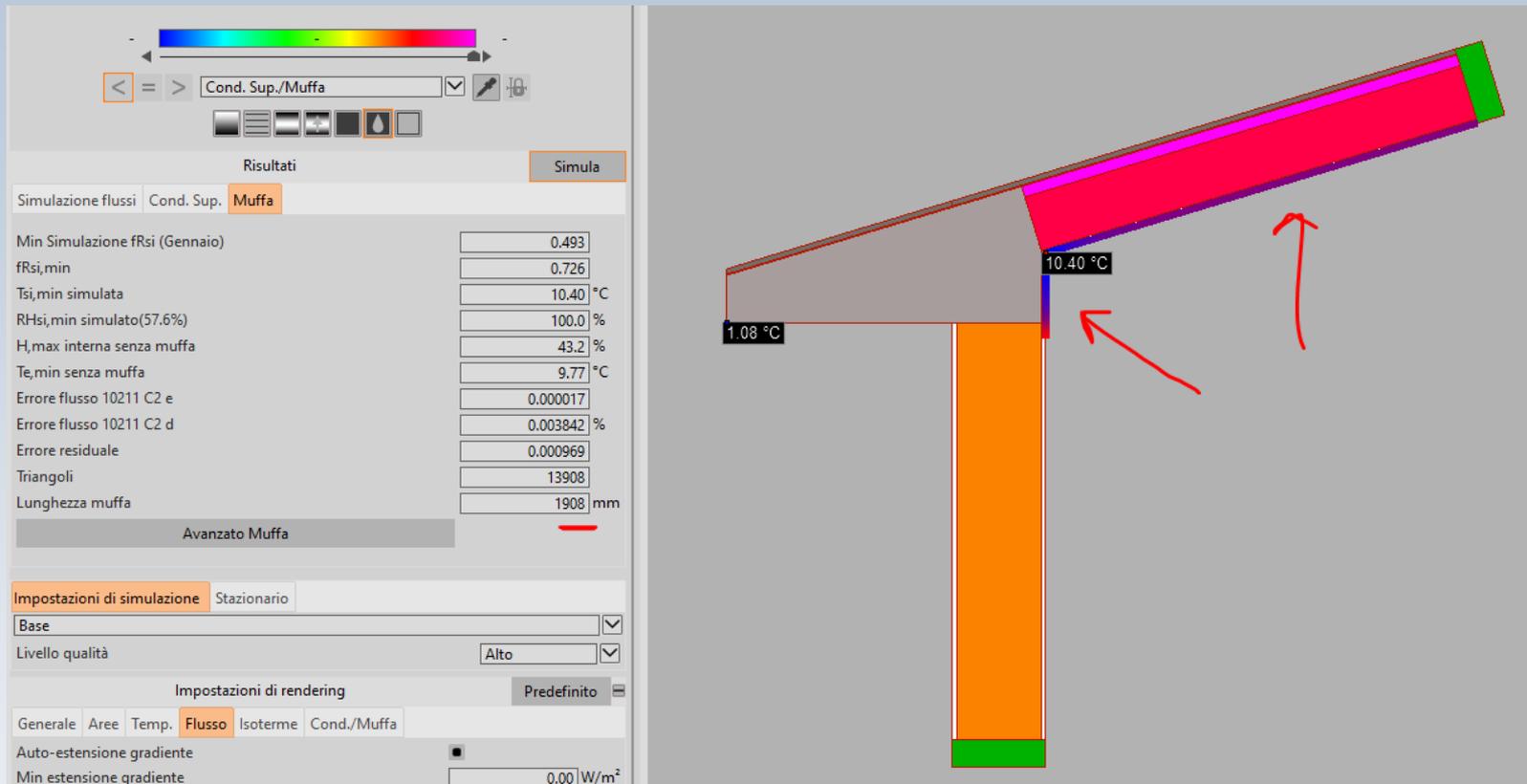
| Risultati | | Simula |
|--------------------------|------------|--------------------|
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
| Ψ | -0.05689 | W/mK |
| ΔT | 25.00 | °C |
| L2D, con ponte | 5.03039 | W/mK |
| Φ med., con ponte | 125.75975 | W/m |
| LTD, senza ponte | 5.08728 | W/mK |
| Φ , senza ponte | 127.18190 | W/m |
| Umedia | 2.03082 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | 2477.027 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000036 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.004957 | % |
| Errore residuale | 0.000971 | |
| Triangoli | 13734 | |
| Avanzato Flussi | | |

$$\Psi = -0.05689 \text{ W/mK}$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà

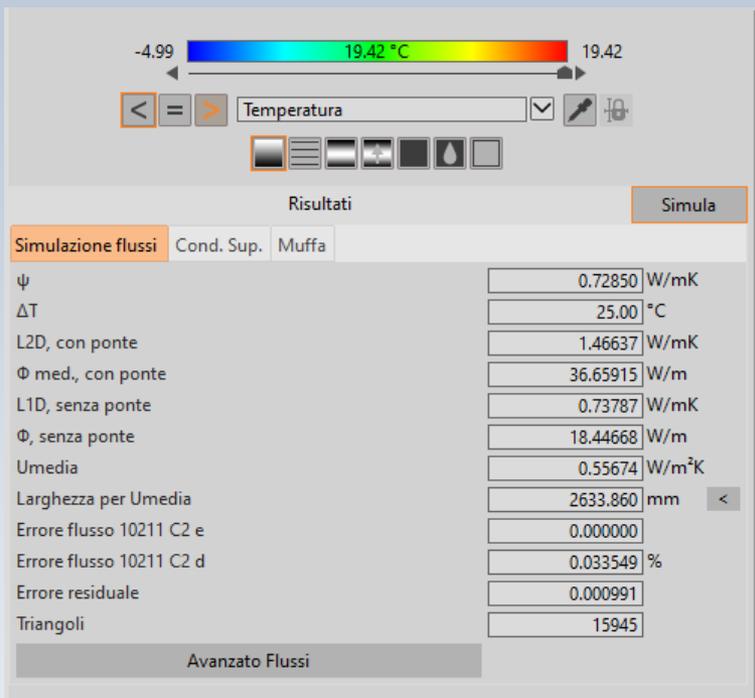


SITUAZIONE ANTE: MUFFA



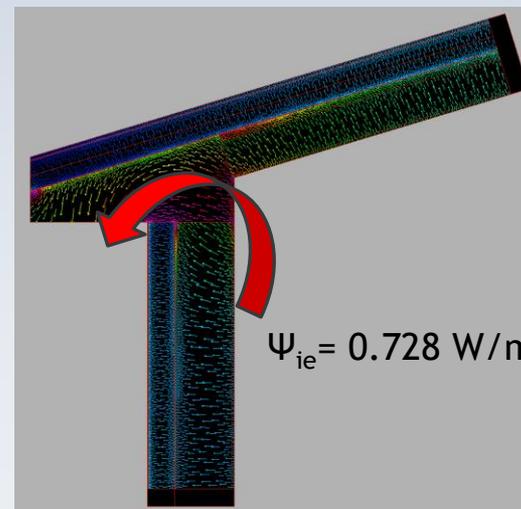
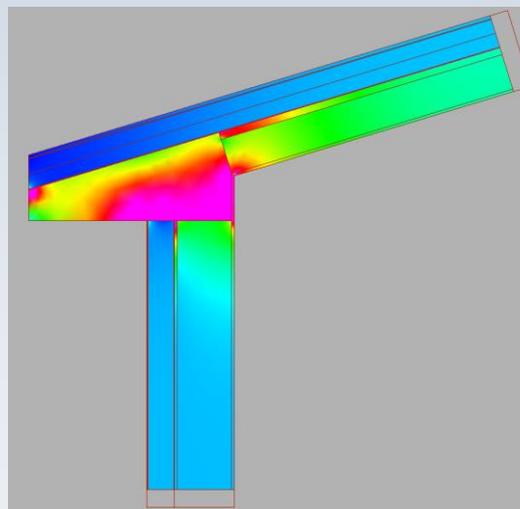
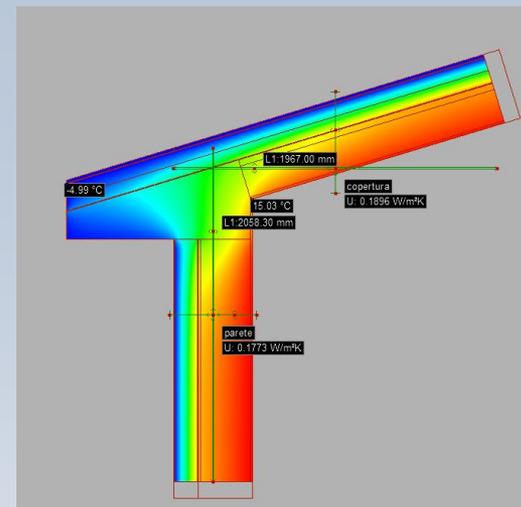
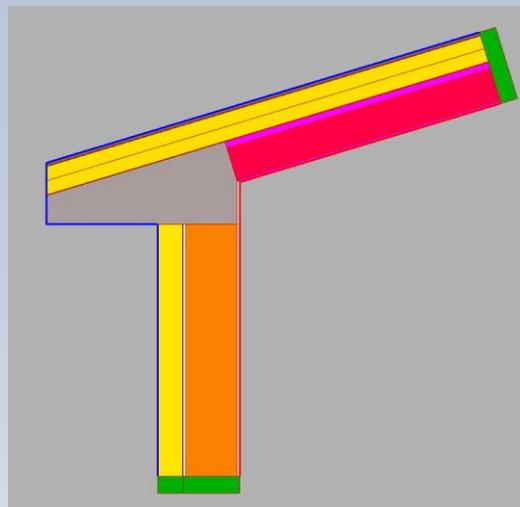
ATTENZIONE: la verifica della muffa è negativa

SITUAZIONE POST: caso 1



$$\Psi = 0.7285 \text{ W/mK}$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà



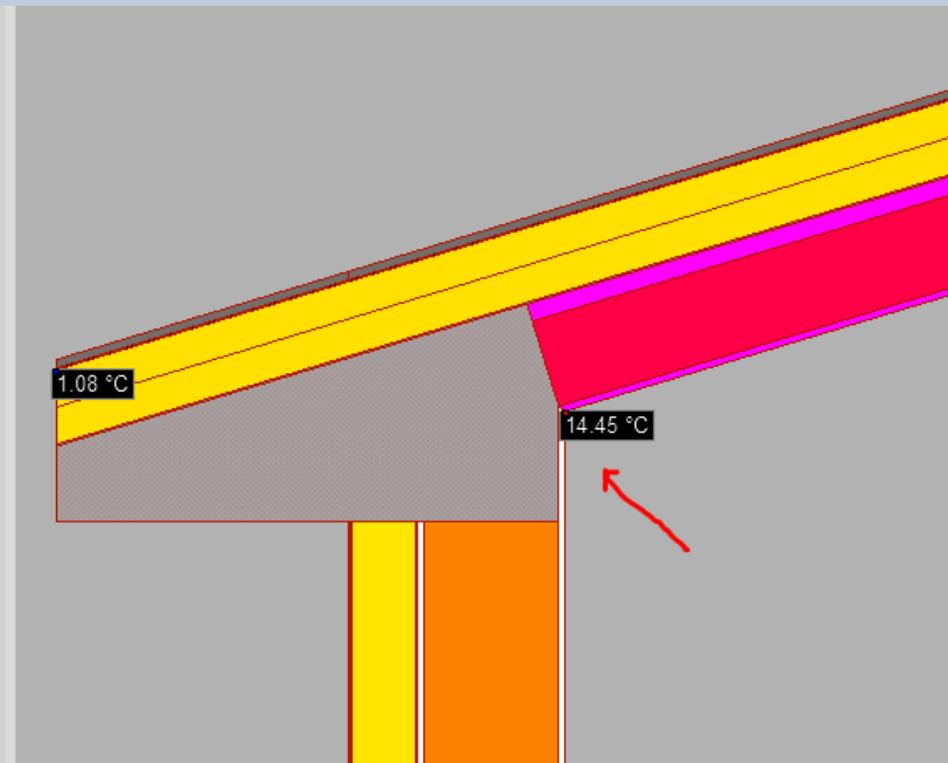
SITUAZIONE POST: caso 1 - MUFFA

Cond. Sup./Muffa

Risultati Simula

| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
|--------------------------------|------------|------------|
| Min Simulazione fRsi (Gennaio) | | 0.707 |
| fRsi,min | | 0.726 |
| Tsi,min simulata | | 14.45 °C |
| RHsi,min simulato(57.6%) | | 81.8 % |
| H,max interna senza muffa | | 56.3 % |
| Te,min senza muffa | | 2.28 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000003 |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.028184 % |
| Errore residuale | | 0.000999 |
| Triangoli | | 15845 |
| Lunghezza muffa | | 61 mm |

Avanzato Muffa



ATTENZIONE: la verifica della muffa è negativa

SITUAZIONE POST: caso 2 (6 cm di isolamento sotto la gronda)

-4.99 ← 19.42 °C → 19.42
 < = > Temperatura

Risultati Simula

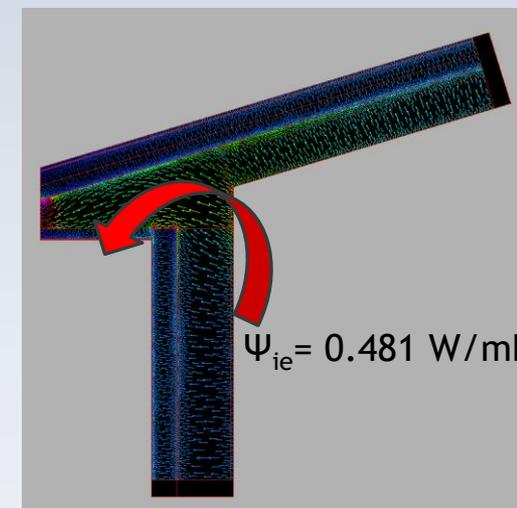
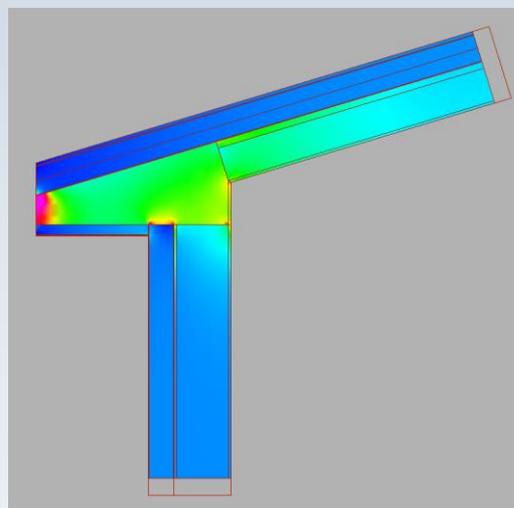
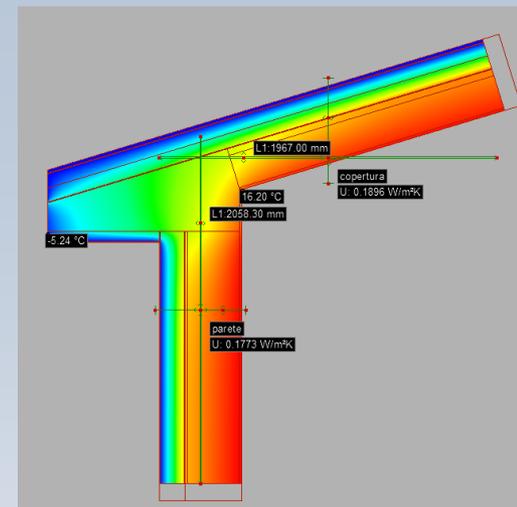
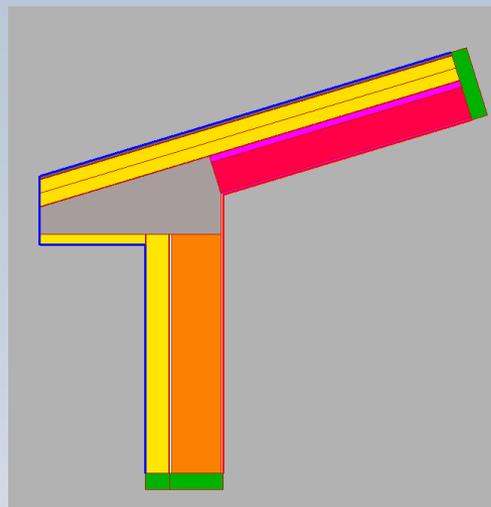
Simulazione flussi Cond. Sup. Muffa

| | | |
|--------------------------|----------|--------------------|
| ψ | 0.48097 | W/mK |
| ΔT | 25.00 | °C |
| L2D, con ponte | 1.21884 | W/mK |
| Φ med, con ponte | 30.47088 | W/m |
| L1D, senza ponte | 0.73787 | W/mK |
| Φ , senza ponte | 18.44668 | W/m |
| Umedia | 0.46276 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | 2633.860 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000004 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.061191 | % |
| Errore residuale | 0.000966 | |
| Triangoli | 17174 | |

Avanzato Flussi

$$\Psi = 0.48097 \text{ W/mK} - 34\%$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà



SITUAZIONE POST: caso 2 MUFFA (6 cm di isolamento sotto la gronda)

Cond. Sup./Muffa

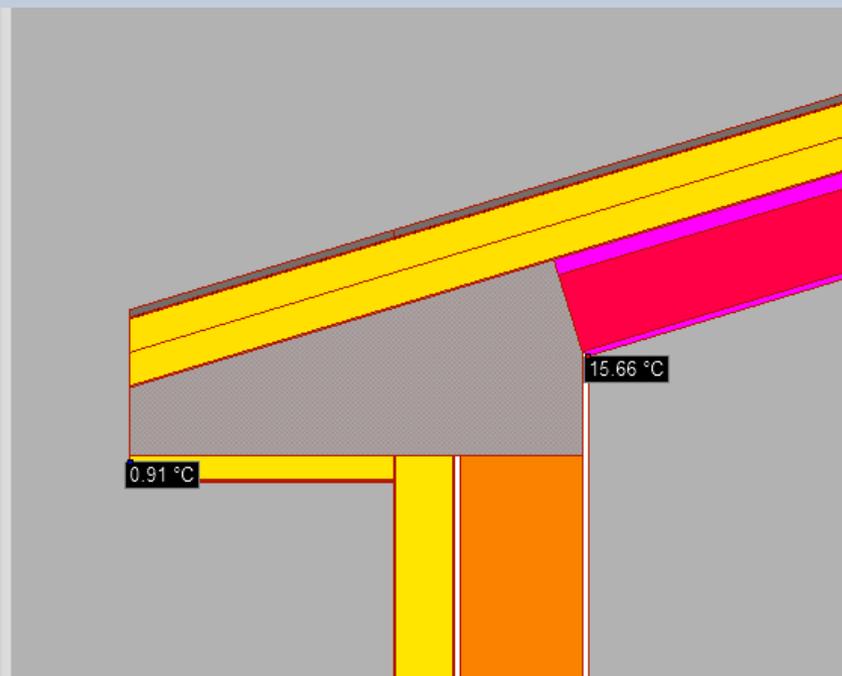
Risultati Simula

Simulazione flussi Cond. Sup. Muffa

| | |
|--------------------------------|------------|
| Min Simulazione fRsi (Gennaio) | 0.771 |
| fRsi,min | 0.726 |
| Tsi,min simulata | 15.66 °C |
| RHsi,min simulato(57.6%) | 75.8 % |
| H,max interna senza muffa | 60.9 % |
| Te,min senza muffa | -2.62 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000001 |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.055514 % |
| Errore residuale | 0.000971 |
| Triangoli | 17118 |
| Lunghezza muffa | 0 mm |

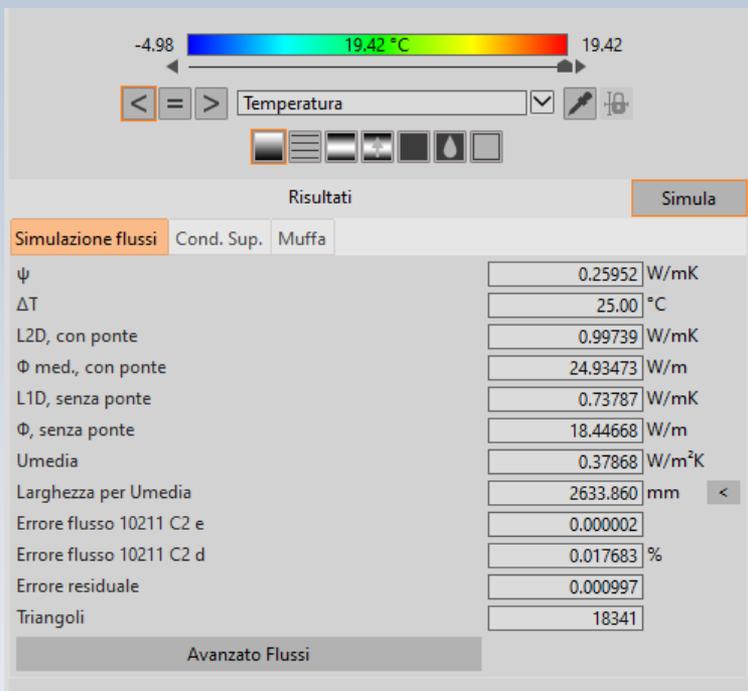
Avanzato Muffa

Impostazioni di simulazione Stazionario



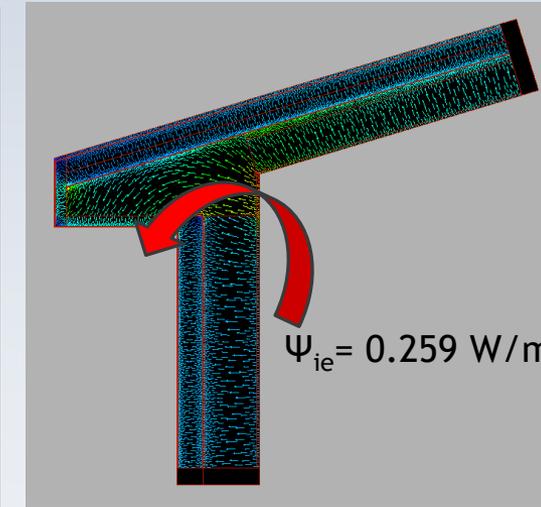
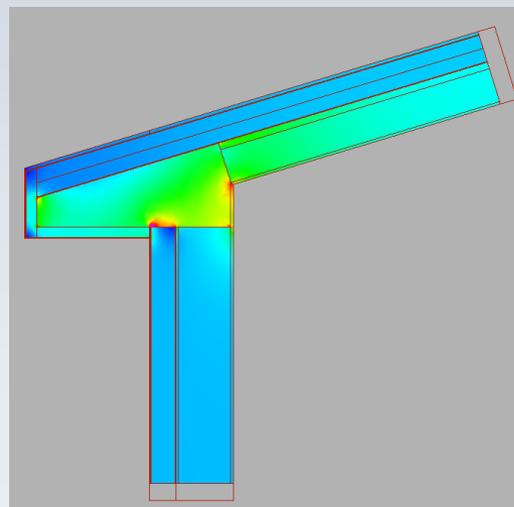
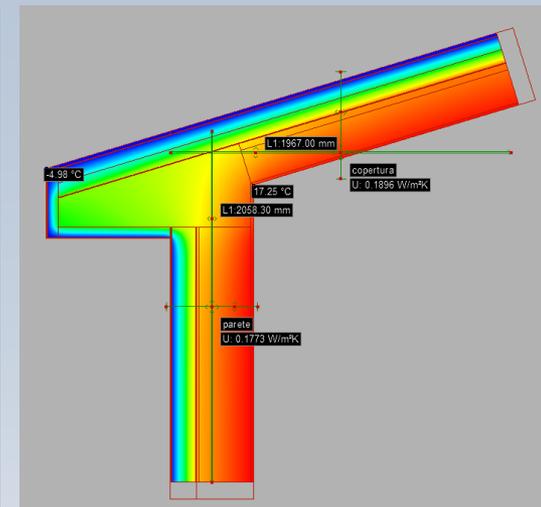
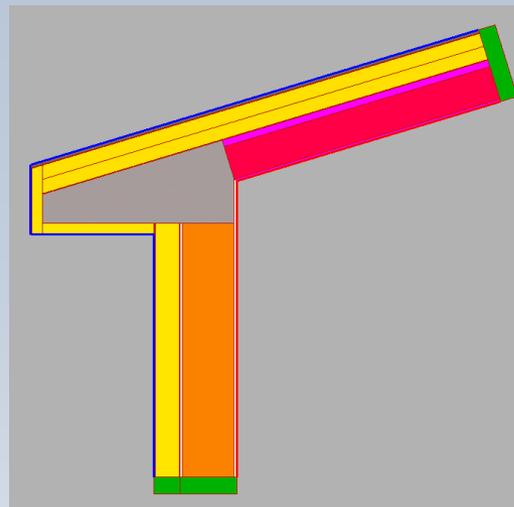
la verifica della muffa è positiva

SITUAZIONE POST: caso 3 (6 cm di isolamento sotto la gronda con risolvo)

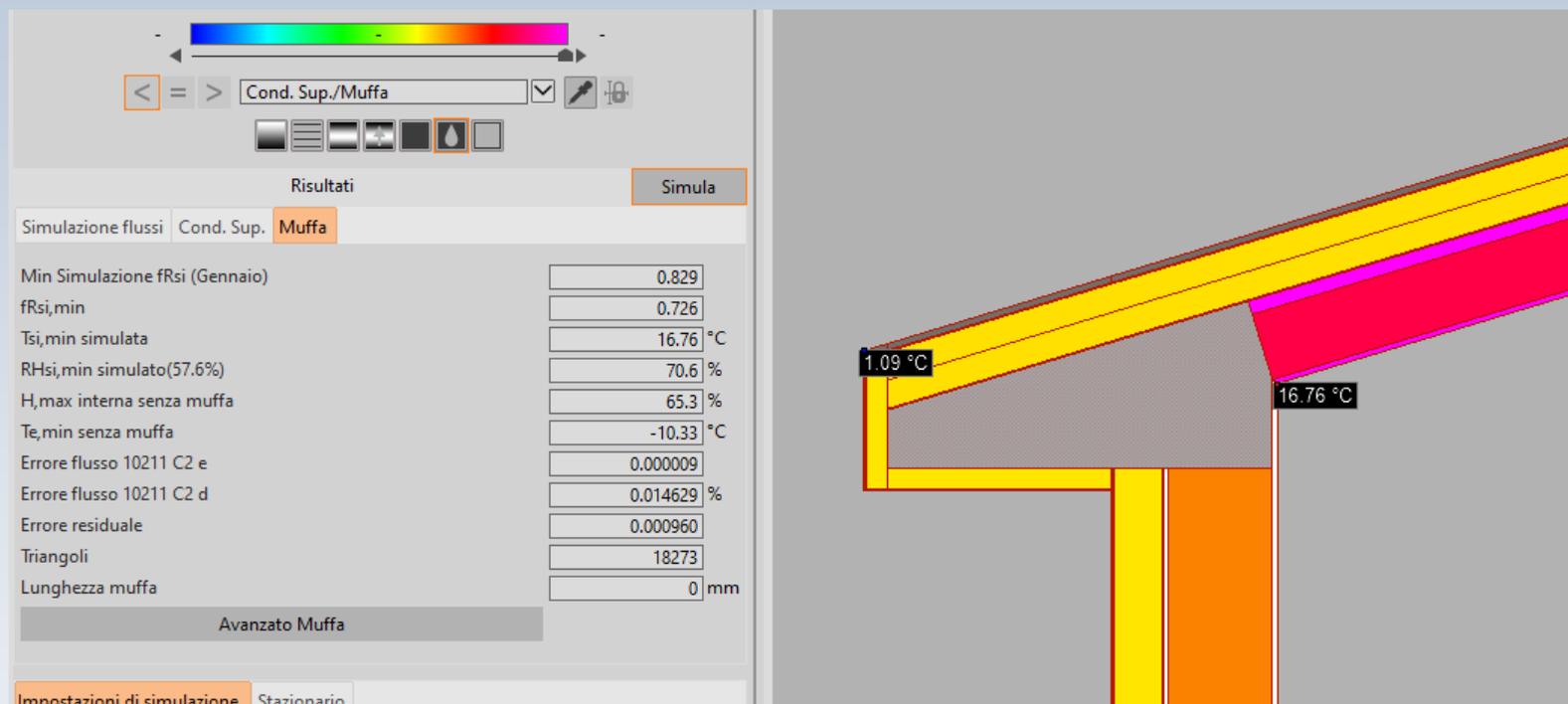


$$\Psi = 0.25952 \text{ W/mK} \text{ -64\%}$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà

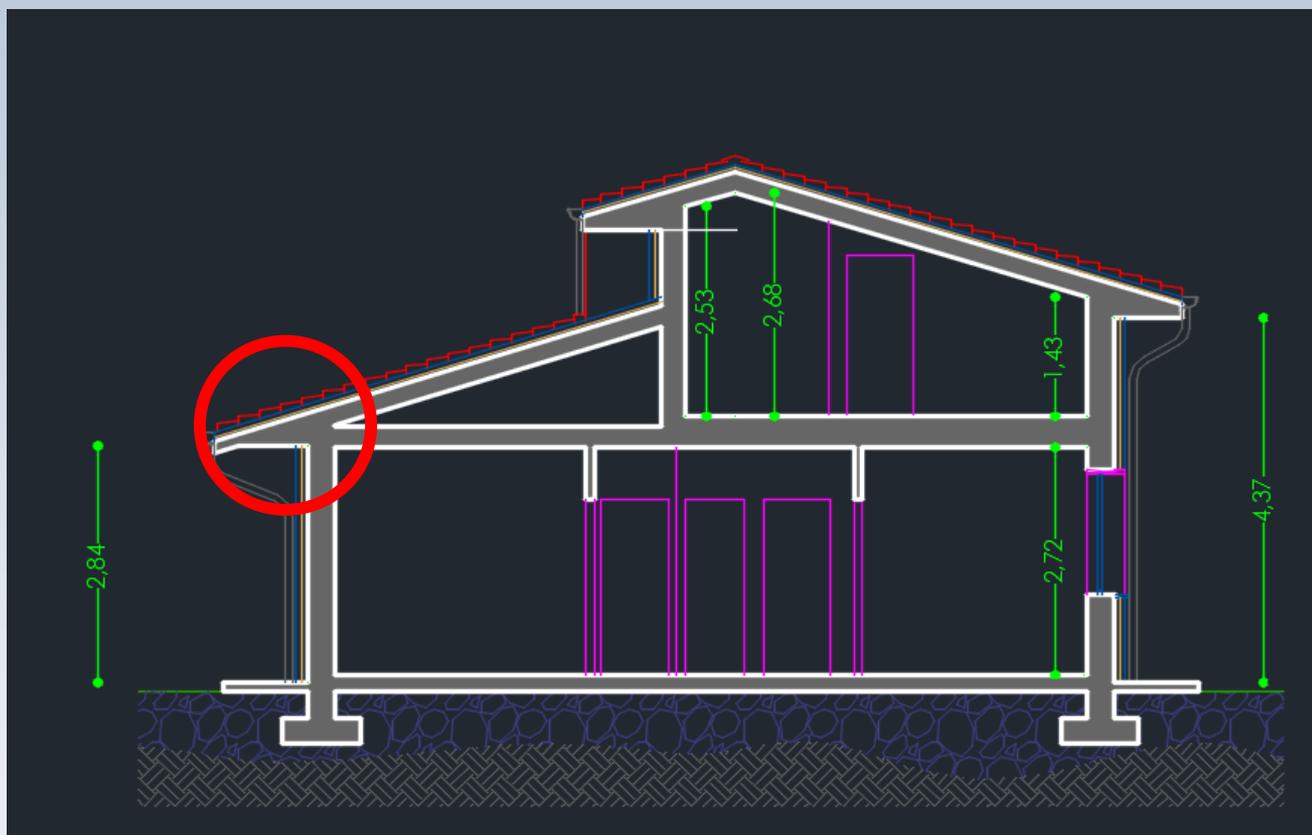


SITUAZIONE POST: caso 3 MUFFA (6 cm di isolamento sotto la gronda con risvolto)



la verifica della muffa è positiva

ANALISI TERMICA DEL NOTO PARETE-COPERTURA



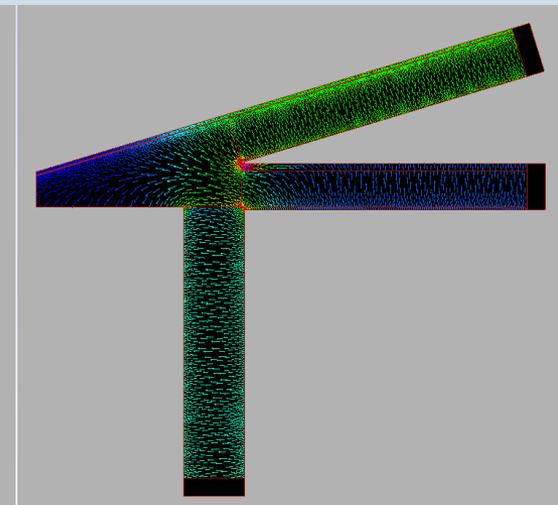
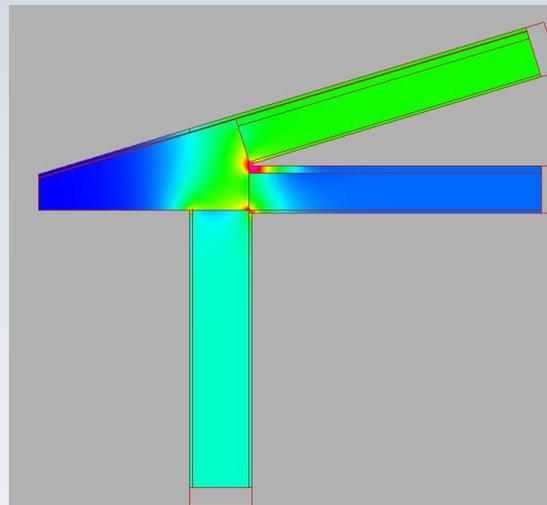
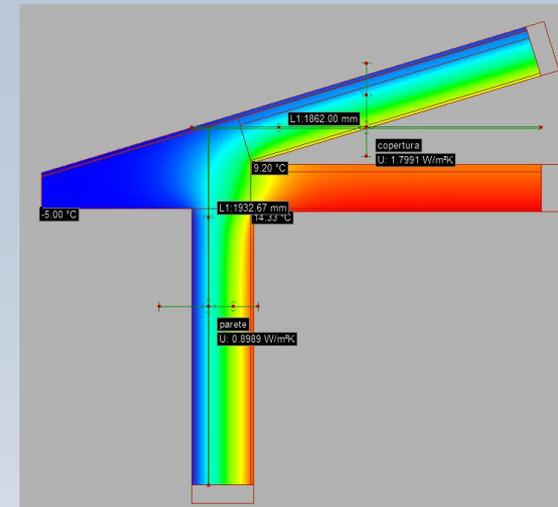
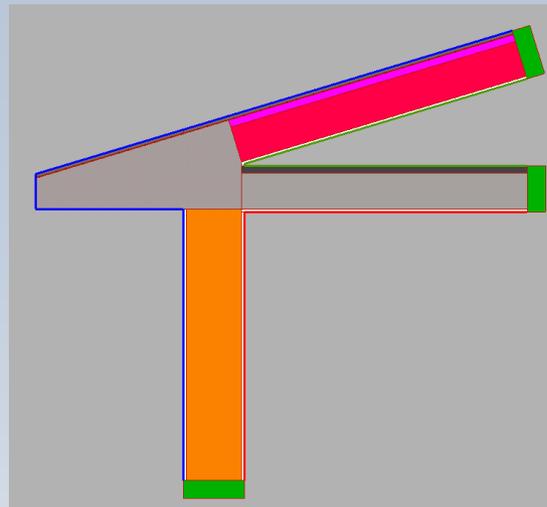
SITUAZIONE ANTE: stato di fatto

| Simulazione flussi | | Cond. Sup. | Muffa |
|--------------------------|--|------------|--------------------|
| ψ | | -0.00326 | W/mK |
| ψ_{in} | | -0.08249 | W/mK |
| ψ_{ie} | | 0.07923 | W/mK |
| L1D, senza ponte | | 4.89777 | W/mK |
| Φ , senza ponte | | 122.44415 | W/m |
| Umedia | | 0.00000 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | | 2459.813 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000001 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.444143 | % |
| Errore residuale | | 0.000991 | |
| Triangoli | | 14448 | |
| ΔT | | 25.00 | °C |

Avanzato Flussi

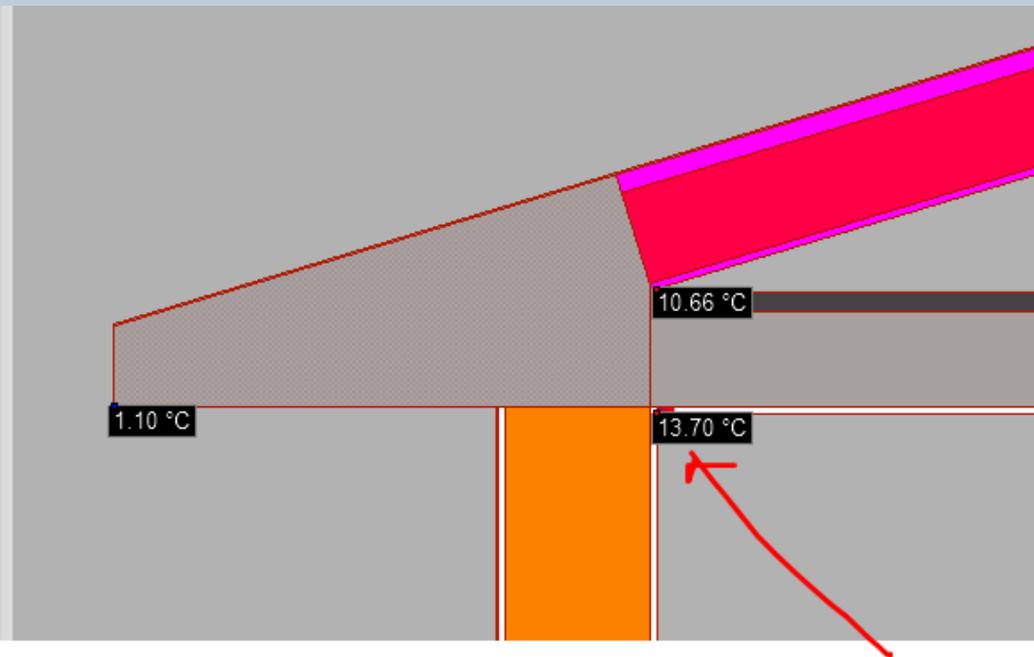
$$\Psi = -0.00326 \text{ W/mK} \quad b_{tr}=0.12$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà



SITUAZIONE ANTE: MUFFA

| Risultati | | Simula |
|--------------------------------|------------|------------|
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
| Min Simulazione fRsi (Gennaio) | | 0.667 |
| fRsi,min | | 0.725 |
| Tsi,min simulata | | 13.70 °C |
| RHsi,min simulato(57.6%) | | 86.0 % |
| H,max interna senza muffa | | 53.6 % |
| Te,min senza muffa | | 4.44 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000004 |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.006425 % |
| Errore residuale | | 0.000947 |
| Triangoli | | 14332 |
| Lunghezza muffa | | 89 mm |
| Avanzato Muffa | | |

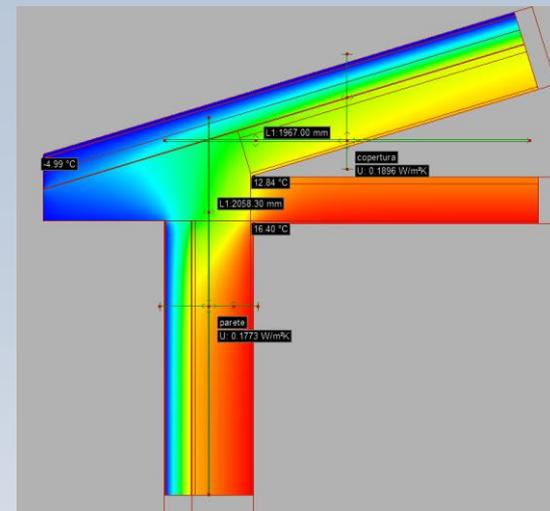
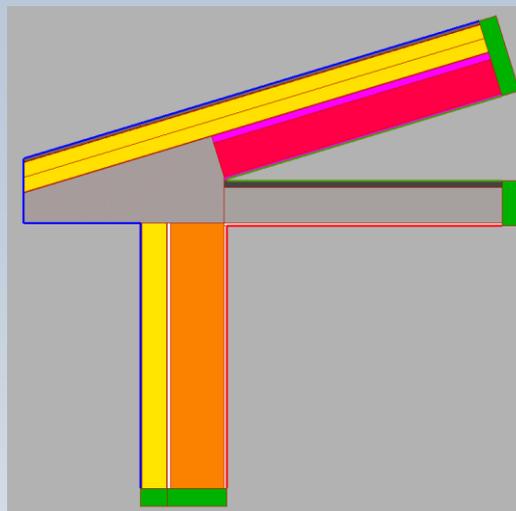


ATTENZIONE: la verifica della muffa è negativa

SITUAZIONE POST: caso 1

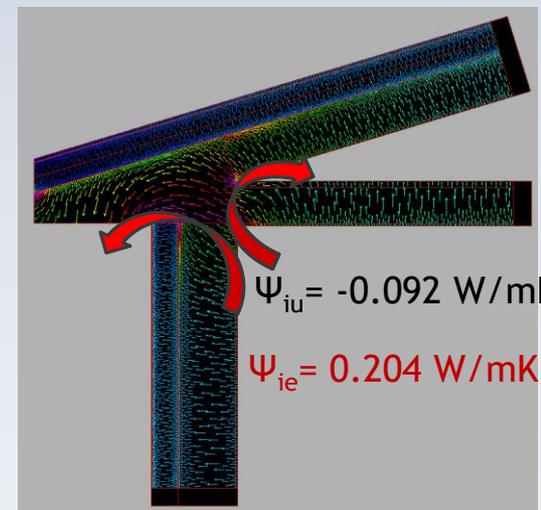
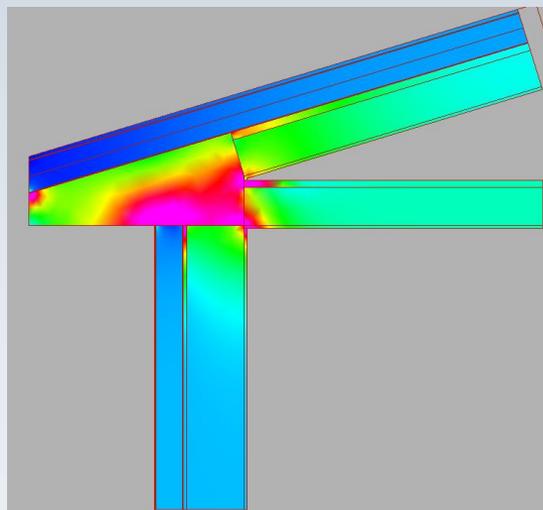
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
|--------------------------|------------|--------------------|
| ψ | 0.11125 | W/mK |
| ψ_{ie} | 0.20373 | W/mK |
| ψ_{in} | -0.09247 | W/mK |
| L1D, senza ponte | 3.91492 | W/mK |
| Φ , senza ponte | 97.87296 | W/m |
| Umedia | 0.00000 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | 2633.860 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000002 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.362790 | % |
| Errore residuale | 0.000917 | |
| Triangoli | 13951 | |
| ΔT | 25.00 | °C |

Avanzato Flussi



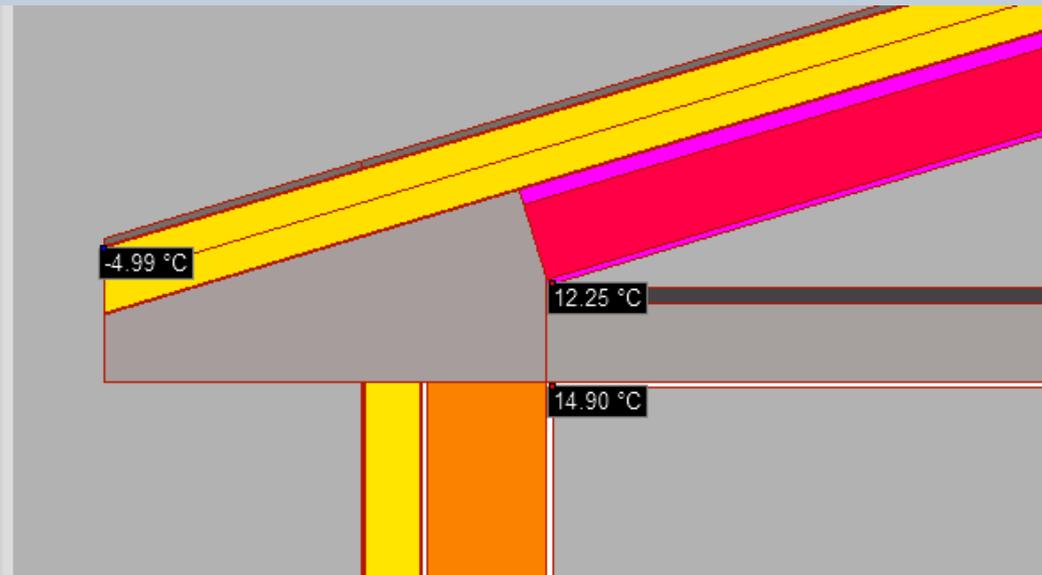
$$\Psi = 0.11125 \text{ W/mK} \quad b_{tr}=0.12$$

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà



SITUAZIONE POST: caso 1 - MUFFA

| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
|--|------------|------------|
| Min Simulazione fRsi (Dicembre) | | 0.796 |
| fRsi,min | | 0.570 |
| Tsi,min simulata | | 14.90 °C |
| RHsi,min simulato(49.9%) | | 68.8 % |
| H _v max interna senza cond. | | 72.5 % |
| T _e ,min senza cond. | | -32.79 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000002 |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.021022 % |
| Errore residuale | | 0.000961 |
| Triangoli | | 13900 |
| Lunghezza cond. sup. | | 0 mm |
| Avanzato Cond. sup. | | |

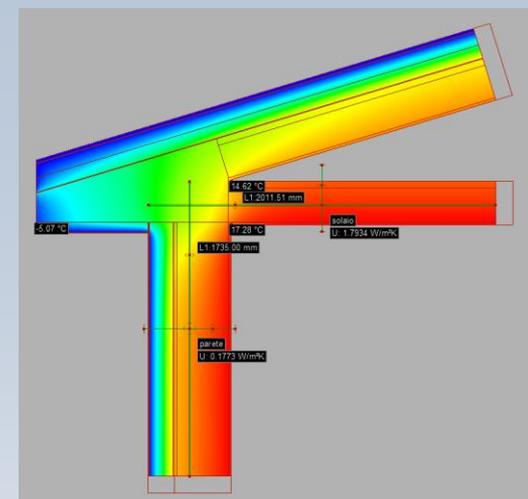
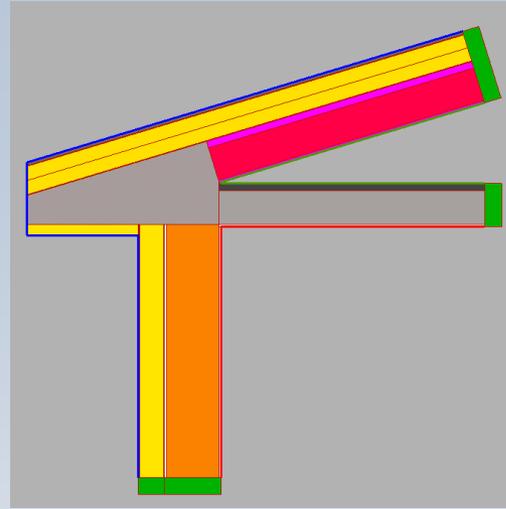


la verifica della muffa è positiva

SITUAZIONE POST: caso 2 (6 cm di isolamento sotto la gronda)

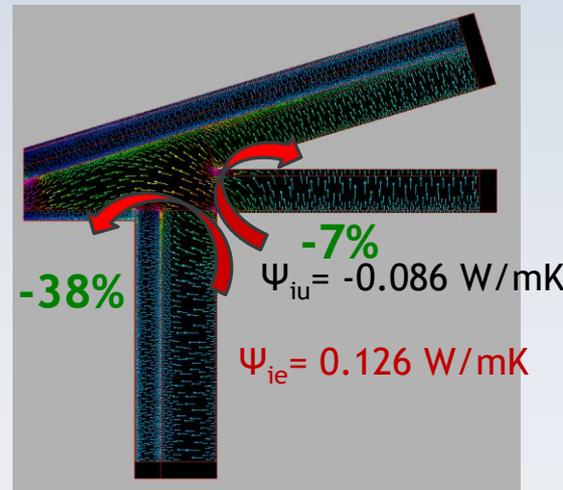
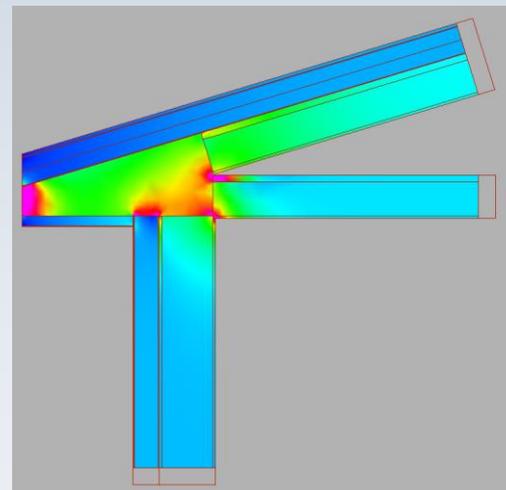
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
|--------------------------|------------|--------------------|
| ψ | 0.03973 | W/mK |
| ψ_{ie} | 0.12591 | W/mK |
| ψ_{in} | -0.08618 | W/mK |
| LTD, senza ponte | 3.91492 | W/mK |
| Φ , senza ponte | 97.87296 | W/m |
| Umedia | 0.00000 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | 2633.860 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000000 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.258613 | % |
| Errore residuale | 0.000936 | |
| Triangoli | 15053 | |
| ΔT | 25.00 | °C |

Avanzato Flussi



$$\Psi = 0.03973 \text{ W/mK} \quad b_{tr}=0.12$$

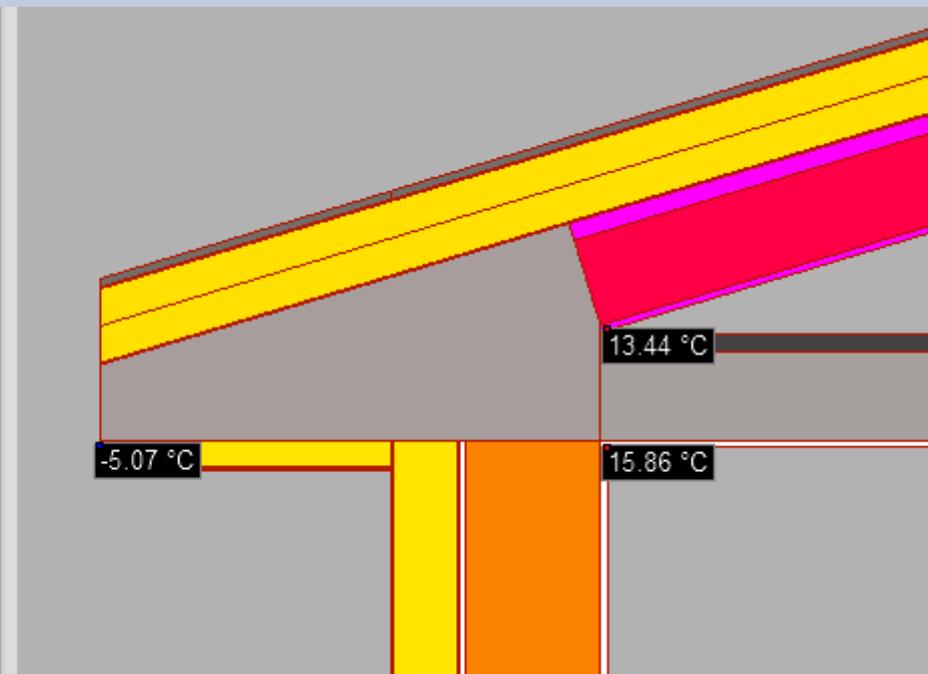
-64%



ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà

SITUAZIONE POST: caso 2 MUFFA (6 cm di isolamento sotto la gronda)

| Risultati | | Simula |
|---------------------------------|------------|------------|
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
| Min Simulazione fRsi (Dicembre) | | 0.834 |
| fRsi,min | | 0.570 |
| Tsi,min simulata | | 15.86 °C |
| RHsi,min simulato(49.9%) | | 64.7 % |
| H,max interna senza cond. | | 77.1 % |
| Te,min senza cond. | | -45.01 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000004 |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.052378 % |
| Errore residuale | | 0.000980 |
| Triangoli | | 15047 |
| Lunghezza cond. sup. | | 0 mm |
| Avanzato Cond. sup. | | |

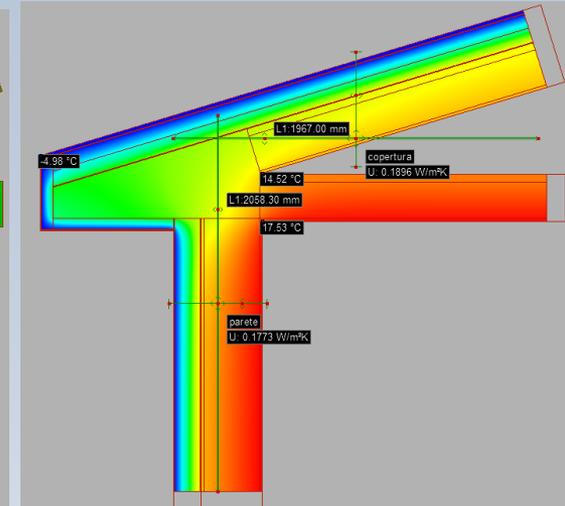
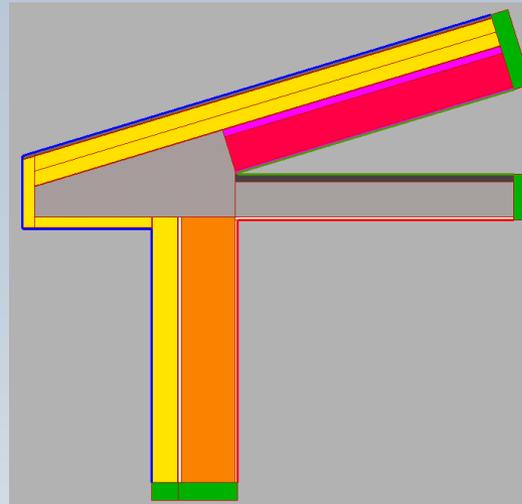


la verifica della muffa è positiva

SITUAZIONE POST: caso 3 (6 cm di isolamento sotto la gronda con risolto)

| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
|--------------------------|------------|--------------------|
| ψ | -0.01326 | W/mK |
| ψ_{in} | -0.08118 | W/mK |
| ψ_{ie} | 0.06792 | W/mK |
| L1D, senza ponte | 3.91585 | W/mK |
| Φ , senza ponte | 97.89625 | W/m |
| Umedia | 0.00000 | W/m ² K |
| Larghezza per Umedia | 2633.860 | mm |
| Errore flusso 10211 C2 e | 0.000006 | |
| Errore flusso 10211 C2 d | 0.114074 | % |
| Errore residuale | 0.000958 | |
| Triangoli | 17345 | |
| ΔT | 25.00 | °C |

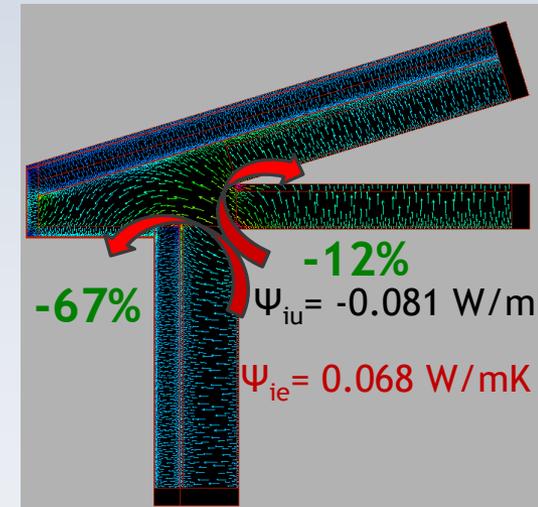
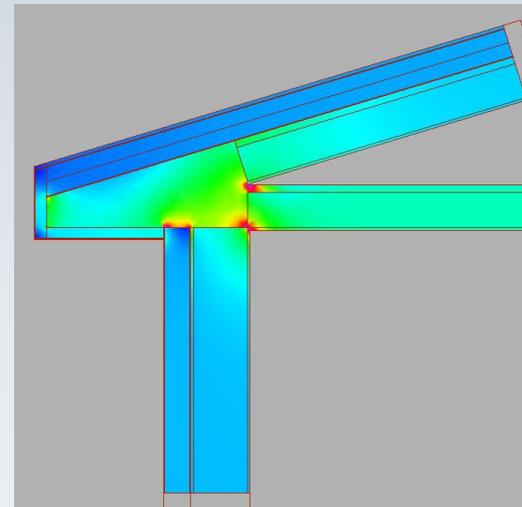
Avanzato Flussi



$$\Psi = -0.01326 \text{ W/mK} \quad b_{tr}=0.12$$

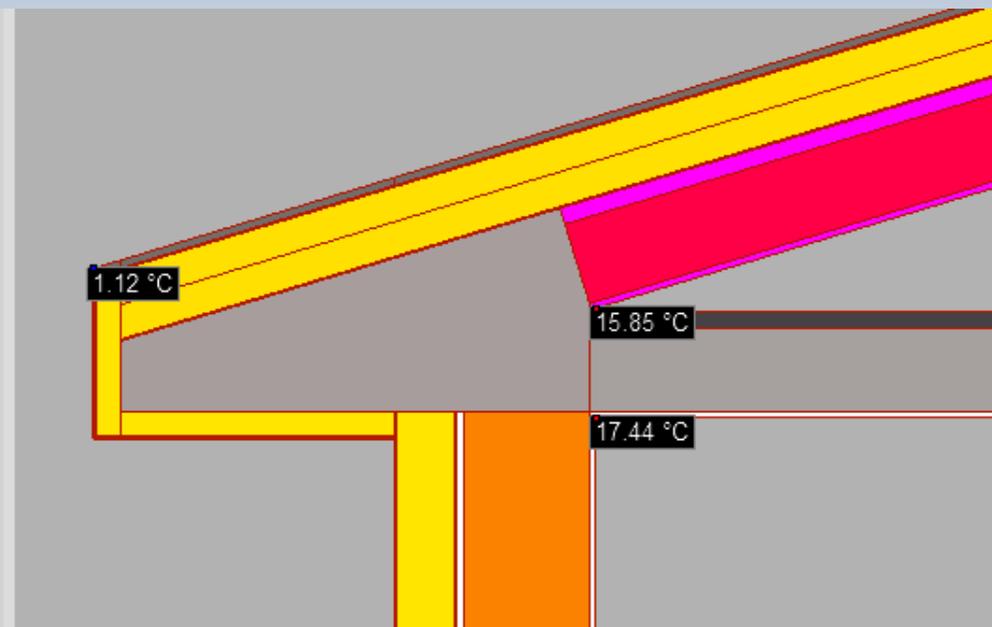
-112%

ATTENZIONE: Il valore da inserire in alcuni programmi (es. Edilclima) è la metà



SITUAZIONE POST: caso 3 MUFFA (6 cm di isolamento sotto la gronda con risvolto)

| Risultati | | Simula |
|--------------------------------|------------|------------|
| Simulazione flussi | Cond. Sup. | Muffa |
| Min Simulazione fRsi (Gennaio) | | 0.865 |
| fRsi,min | | 0.725 |
| Tsi,min simulata | | 17.44 °C |
| RHsi,min simulato(57.6%) | | 67.6 % |
| H,max interna senza muffa | | 68.2 % |
| Te,min senza muffa | | -18.39 °C |
| Errore flusso 10211 C2 e | | 0.000015 |
| Errore flusso 10211 C2 d | | 0.014480 % |
| Errore residuale | | 0.000945 |
| Triangoli | | 16150 |
| Lunghezza muffa | | 0 mm |
| Avanzato Muffa | | |



la verifica della muffa è positiva

RIFLESSIONI

Il SUPERBONUS 110% è una grande opportunità per riqualificare gli edifici, ma **non è obbligatorio!**

Attenzione alla cura dei **ponti termici** per gli interventi sull'involucro. Non è detto che se si rispettino le Trasmittanze del Decreto Requisiti (senza i PT), vengono rispettate anche quelle del Decreto 26 giugno 2015 (con i PT).

La verifica **termoigrometrica** e quella della formazione della **muffa** in prossimità del ponte termico sono diventate fondamentali per rispettare i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici.

L'analisi del ponte termici con il **metodo analitico** è uno strumento indispensabile per valutare le debolezze termiche e proporre una soluzione tecnica.

Le risposte fornite ai quesiti emersi durante il webinar da parte del relatore hanno valenza soggettiva e trovano fondamento nell'interpretazione della normativa in materia nonché nell'esperienza professionale. È importante analizzare singolarmente le varie casistiche e adire gli organi competenti in materia in caso di incertezze e dubbi interpretativi.

Grazie per la cortese attenzione



La vita è tutta una questione di equilibrio. Non sempre è necessario fare qualcosa. A volte è assolutamente necessario spegnere tutto, rilassarsi e non fare nulla (Dalai Lama)