



**Webinar 17 Febbraio 2021
SUPERBONUS 110%, ECOBONUS
E RISPETTO DEI REQUISITI PRESTAZIONALI**

L'approccio corretto agli interventi di isolamento dell'involucro nel rispetto dei requisiti fissati dalla normativa vigente: parametri di riferimento e soluzioni operative

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

AVVISO

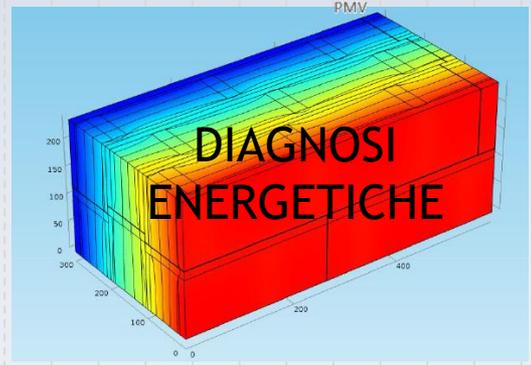
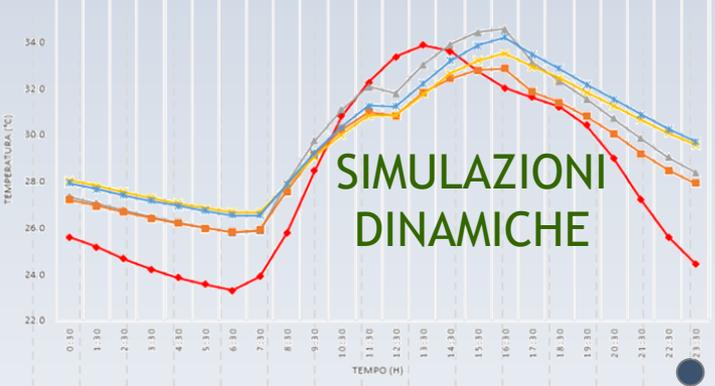
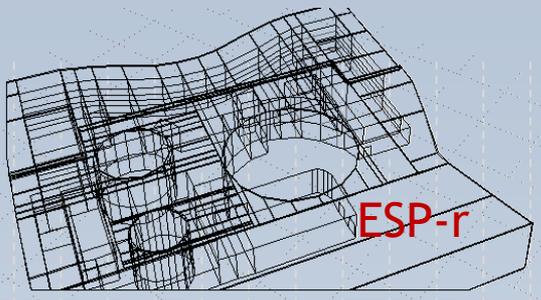
L'eventuale registrazione audio/video della lezione è consentita nel rispetto della dignità e dell'immagine dei soggetti coinvolti, a condizione di utilizzare il materiale così realizzato solo per lo studio individuale in base alla legislazione vigente.

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**

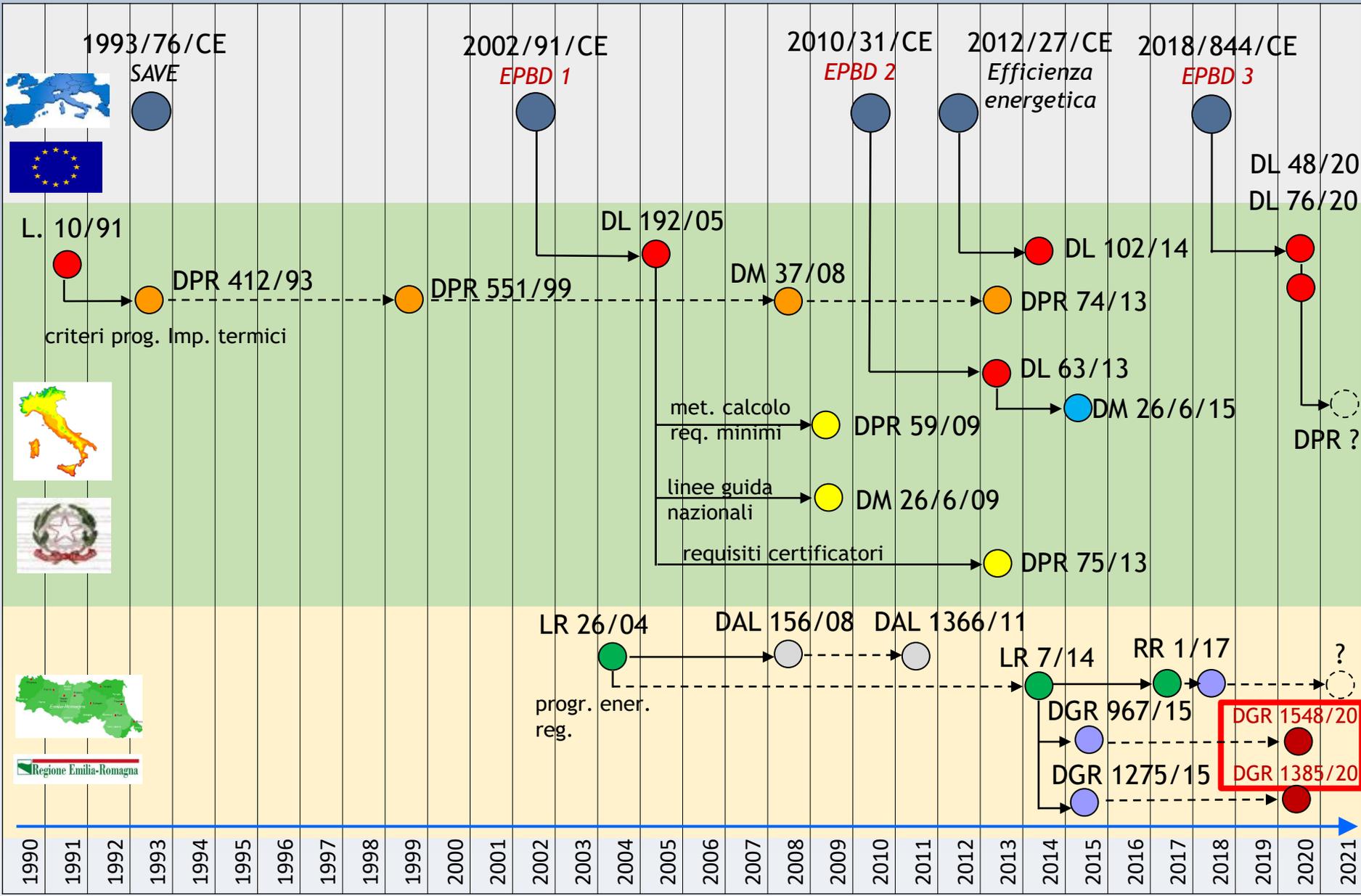
- Tecnico competente in acustica
- Progettista impianti e termotecnica
- Progettista strutturale
- Abilitazione Ingegnere
- **Laurea in Ingegneria Edile**

- Abilitazione Geometra
- Diploma Geometra



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

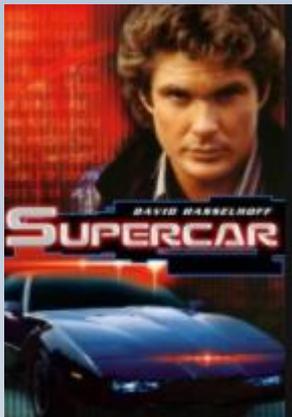


Legge 126/2020 di conversione del DL 104/2020

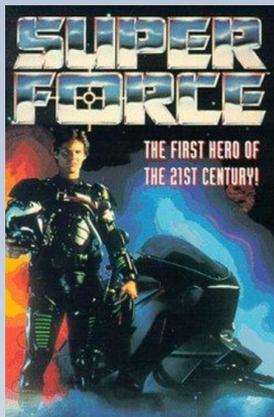
Legge di Bilancio 2021 n.178 del 30 dicembre 2020

Circolari AdE e FAQ ENEA

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%



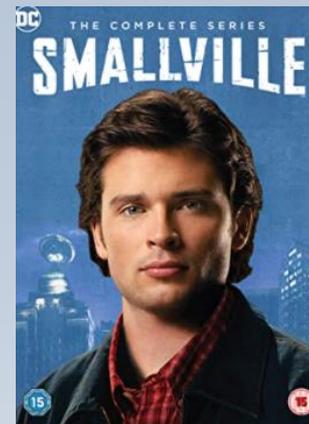
SUPERCAR



SUPERFORCE



SUPERNATURAL



SUPERMAN



SUPERGIRL

SERIE TV

...i tecnici (purtroppo) non hanno i superpoteri dei personaggi delle serie TV...



SUPERBONUS 110%

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%

La detrazione si applica ai seguenti casi:

Comma 1a



NEW

a) interventi di isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda dell'edificio o dell'unità immobiliare situata all'interno di edifici plurifamiliari che sia funzionalmente indipendente e disponga di uno o più accessi autonomi dall'esterno. **Gli interventi per la coibentazione del tetto rientrano nella disciplina agevolativa, senza limitare il concetto di superficie disperdente al solo locale sottotetto eventualmente esistente.** La detrazione di cui alla presente lettera è calcolata su un ammontare complessivo delle spese non superiore a euro 50.000 per gli edifici unifamiliari o per le unità immobiliari situate all'interno di edifici plurifamiliari che siano funzionalmente indipendenti e dispongano di uno o più accessi autonomi dall'esterno; a euro 40.000 moltiplicati per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio per gli edifici composti da due a otto unità immobiliari; a euro 30.000 moltiplicati per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio per gli edifici composti da più di otto unità immobiliari. 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;



DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

La detrazione si applica ai seguenti casi:

Comma 1b

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 compresi 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 o a collettori solari, nonché, esclusivamente per i comuni montani non interessati dalle procedure europee di infrazione n. 2014/2147 del 10 luglio 2014 o n. 2015/2043 del 28 maggio 2015 per l'inottemperanza dell'Italia agli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/ CE, l'allaccio a sistemi di teleriscaldamento efficiente, definiti ai sensi dell'articolo 2, comma 2, lettera tt), del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102. La detrazione di cui alla presente lettera è calcolata su un ammontare complessivo delle spese non superiore a euro 20.000 moltiplicati per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio per gli edifici composti fino a otto unità immobiliari ovvero a euro 15.000 moltiplicati per il numero delle unità immobiliari che compongono l'edificio per gli edifici composti da più di otto unità immobiliari ed è riconosciuta anche per le spese relative allo smaltimento e alla bonifica dell'impianto sostituito;

Attenzione perché la sostituzione di caldaia a gas con una PdC non è sempre conveniente per tutti gli edifici: richiede una attenta progettazione



DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

La detrazione si applica ai seguenti casi:

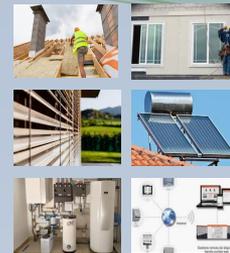
Comma 1c

interventi sugli edifici unifamiliari o sulle unità immobiliari situate all'interno di edifici plurifamiliari che siano funzionalmente indipendenti e dispongano di uno o più accessi autonomi dall'esterno per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti 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 compresi 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, a collettori solari o, esclusivamente per le aree non metanizzate nei comuni non interessati dalle procedure europee di infrazione n. 2014/2147 del 10 luglio 2014 o n. 2015/2043 del 28 maggio 2015 per l'inottemperanza dell'Italia agli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE, con caldaie a biomassa aventi prestazioni emissive con i valori previsti almeno per la classe 5 stelle individuata ai sensi del regolamento di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 7 novembre 2017, n. 186, nonché, esclusivamente per i comuni montani non interessati dalle procedure europee di infrazione n. 2014/2147 del 10 luglio 2014 o n. 2015/2043 del 28 maggio 2015 per l'inottemperanza dell'Italia agli obblighi previsti dalla direttiva 2008/50/CE, l'allaccio a sistemi di teleriscaldamento efficiente, definiti ai sensi dell'articolo 2, comma 2, lettera tt) , del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102. 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.



Attenzione perché la sostituzione di caldaia a gas con una PdC non è sempre conveniente per tutti gli edifici: richiede una attenta progettazione

DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

NEW

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



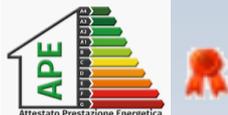
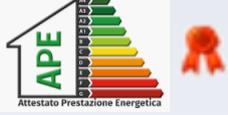
DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

QUANDO È NECESSARIO PRODURRE E DEPOSITARE GLI APE?

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

	PRODUZIONE	DEPOSITO
<p>Edificio unifamiliare o unità immobiliare situata all'interno di edifici plurifamiliari <u>funzionalmente indipendente</u> e <u>disponga di uno o più accessi autonomi dall'esterno</u></p>	<p>(art. 119, comma 3, L. 77/2020 e art. 12.1 Allegato A)</p> <p>ANTE e POST (con servizi ANTE, FAQ 5b ENEA)</p>  <p>APE DI SCOPO</p>	<p>POST (con servizi POST)</p>  <p>(DGR 1385/2020)</p>
	<p>DEVONO ESSERE ASSEVERATI, MA NON E' OBBLIGATORIO IL DEPOSITO NEL CATASTO</p>	<p>È OBBLIGATORIO IL DEPOSITO NEL CATASTO</p>
<p>Edificio plurifamiliare</p>	<p>Per l'edificio (art. 12.2 e 12.3 Allegato A)</p> <p>ANTE e POST (con servizi ANTE, art. 12.2 All. A)</p>  <p>APE CONVENZIONALE</p>	<p>Per le singole unità interessate (dell'art. 7, comma 1- involucro)</p> <p>POST (con servizi POST)</p>  <p>(DGR 1385/2020)</p>
	<p>DEVONO ESSERE ASSEVERATI</p>	<p>È OBBLIGATORIO IL DEPOSITO NEL CATASTO</p>

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

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

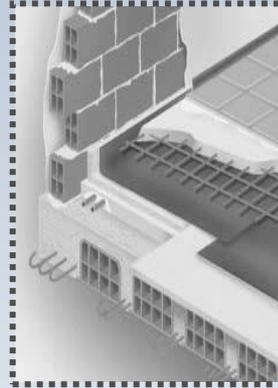
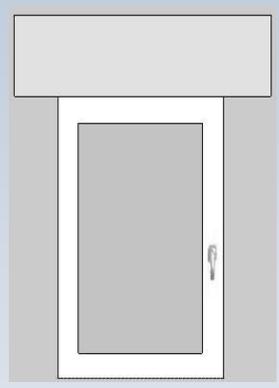
$\leq U_{\text{tabella I Allegato E}}$

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**

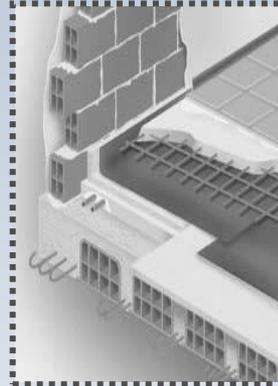
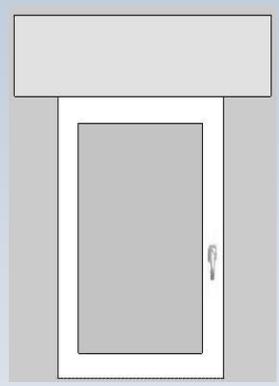
Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

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**

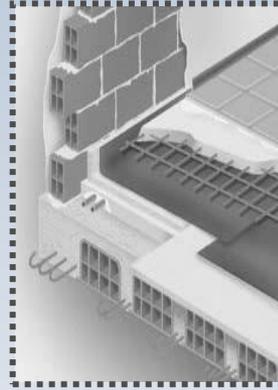
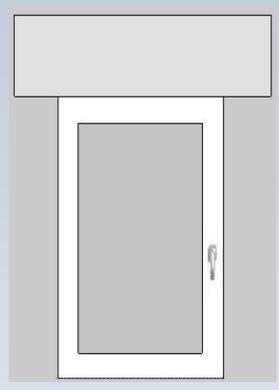
Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus.

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 comprensive 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.

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.



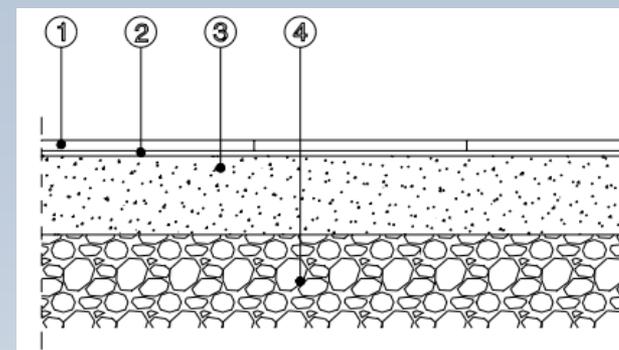
DETRAZIONI FISCALI: BONUS 110%

<https://www.energiaenergetica.enea.it/component/jdownloads/send/39-esempi-per-il-calcolo/253-pavimento-contro-terra.html>

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	$U = \frac{2\lambda}{\pi B' + dt} \ln\left(\frac{\pi B' + 1}{dt}\right)$			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
DGR 1548 2020

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

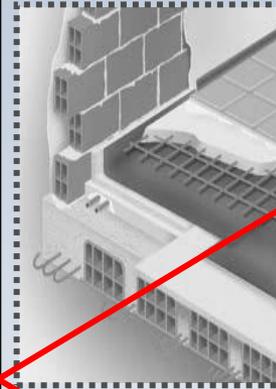
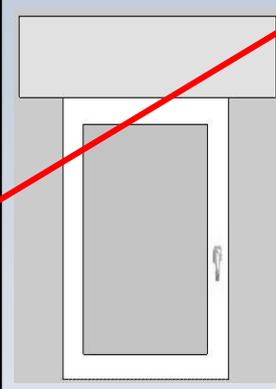


2015

Decreto 26 giugno 2015
DGR 1715 2016

*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

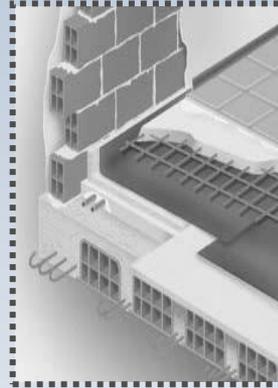
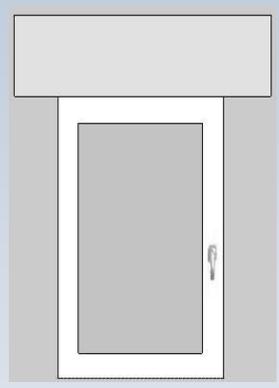


Decreto 26 giugno 2015
DGR 1548 2020

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
DGR 1548 2020

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

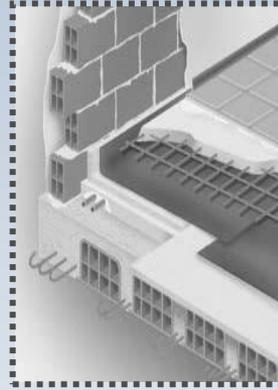
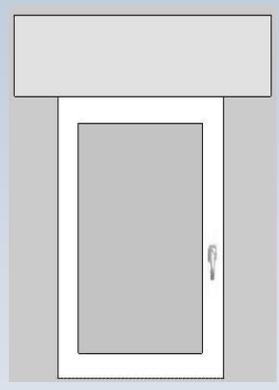
Decreto 26 giugno 2015

DGR 1548 2020

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

*tranne E.8

**tranne E.8 e senza oscurante

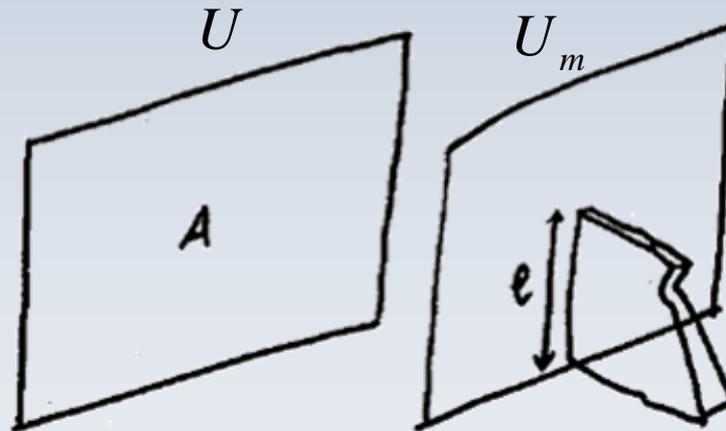
Zona climatica	pareti	solai*	pavimenti	finestre**
				
	U (W/m ² K)	U (W/m ² K)	U (W/m ² K)	U (W/m ² K)
A	5%	19%	5%	
B	5%	19%	5%	
C	20%	19%	27%	
D	23%	18%	14%	
E	22%	20%	16%	
F	18%	16%	22%	

TRASMITTANZA TERMICA MEDIA

Trasmittanza termica media pesata con ponte termico

Contributo del ponte termico

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



TRASMISSIONE 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.

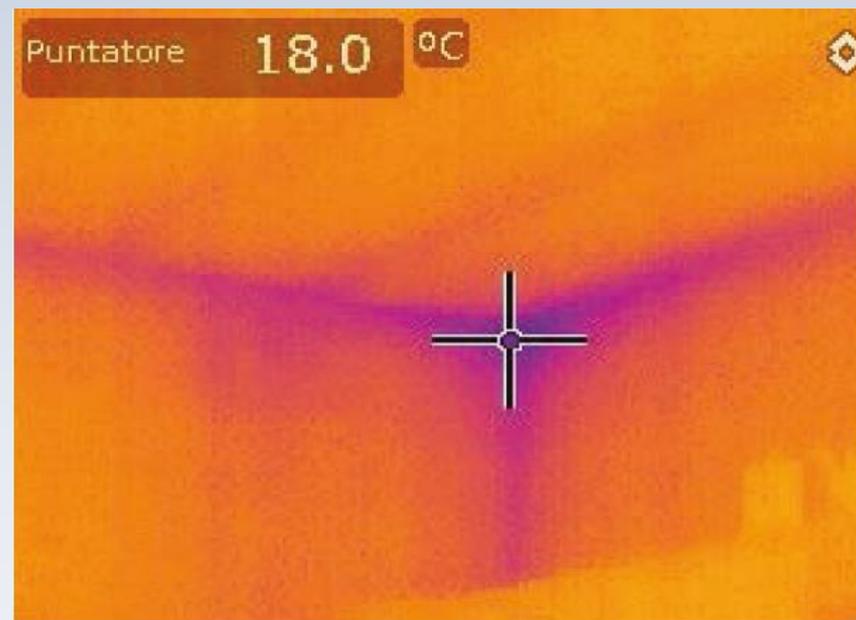
PONTI TERMICI

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.



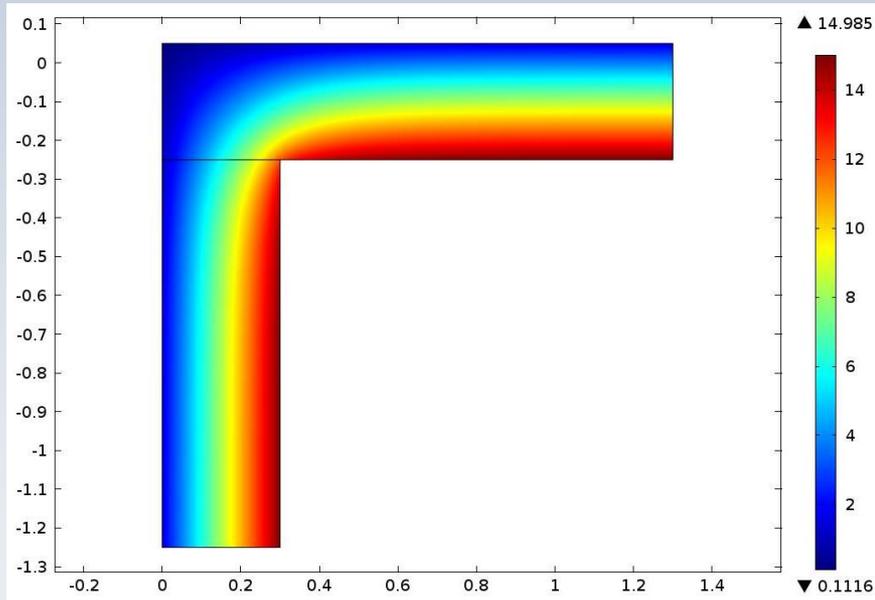
pilastrini e balconi



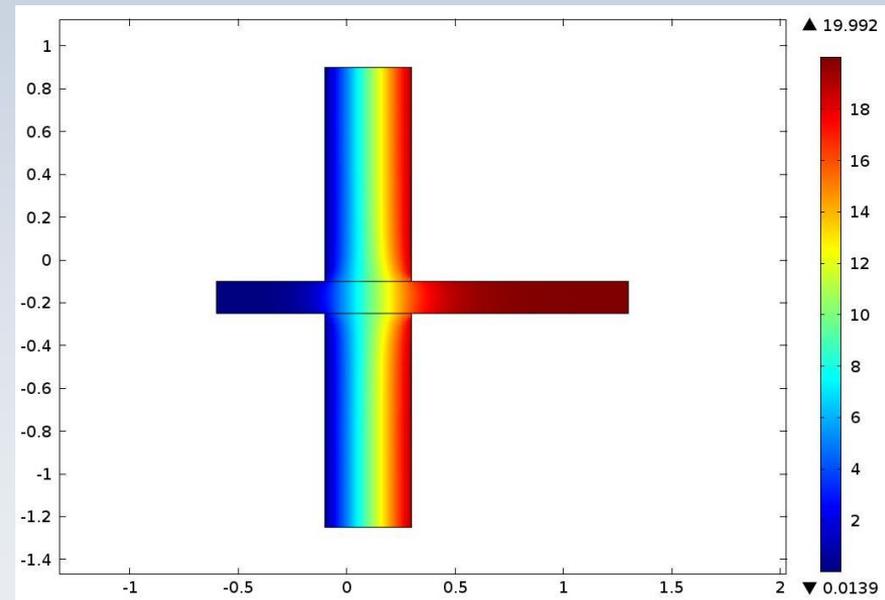
spigolo delle pareti e solaio

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).

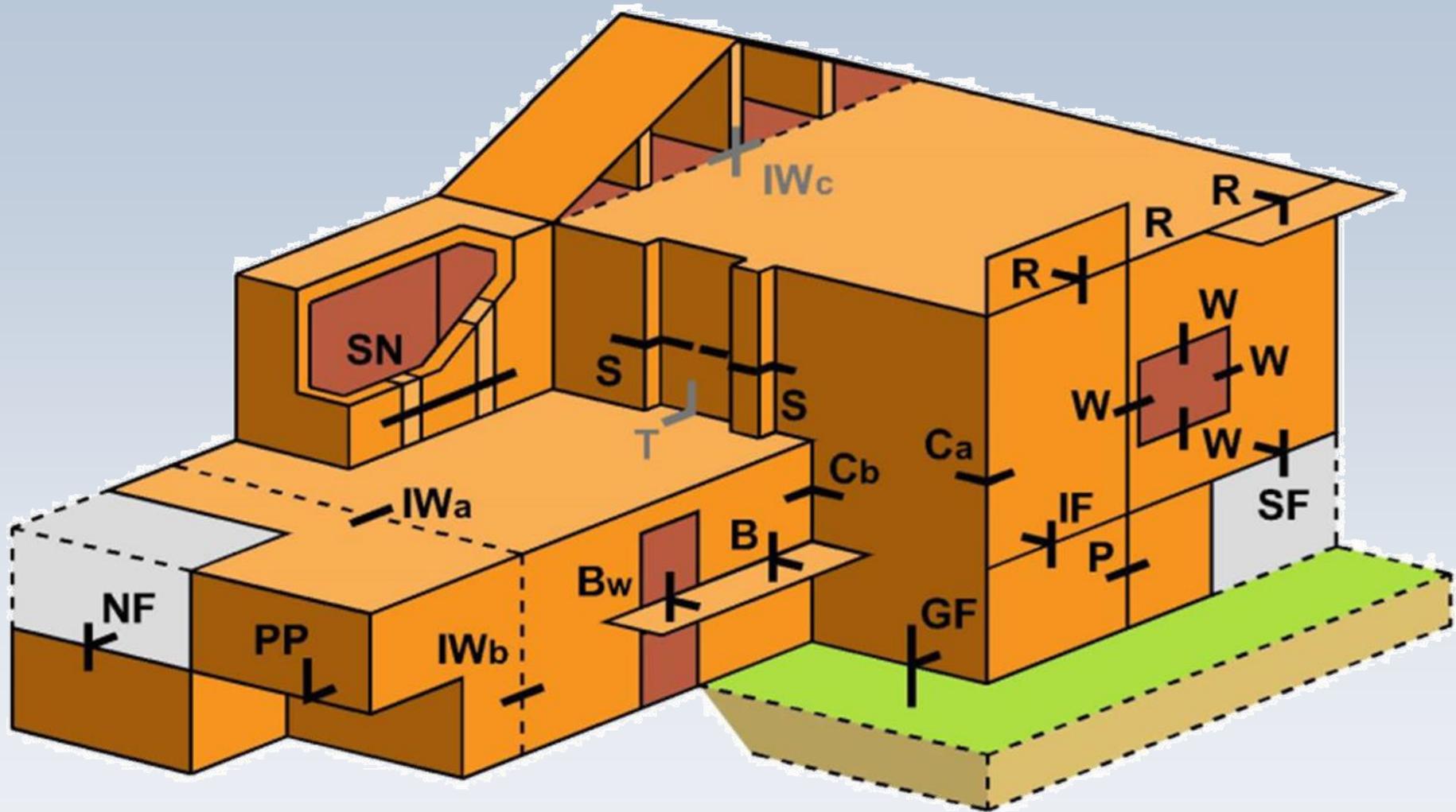


discontinuità geometrica



discontinuità del materiale

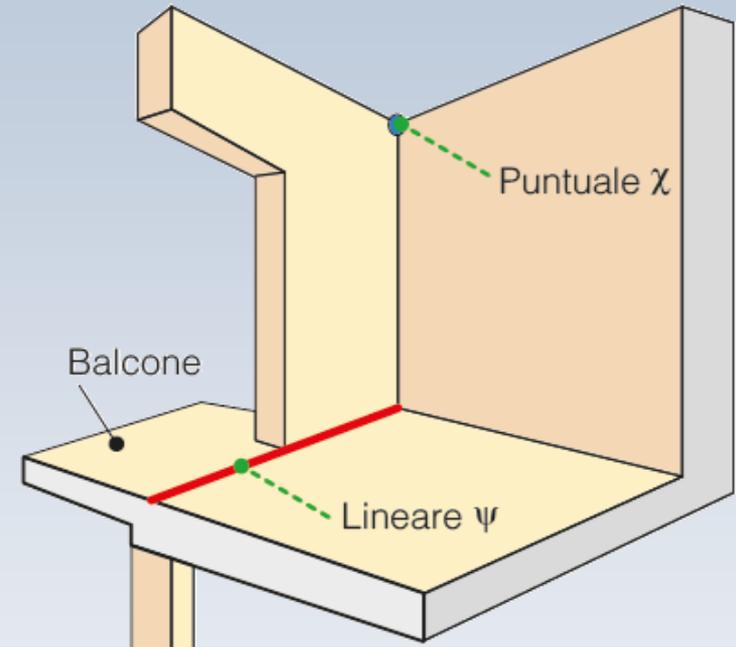
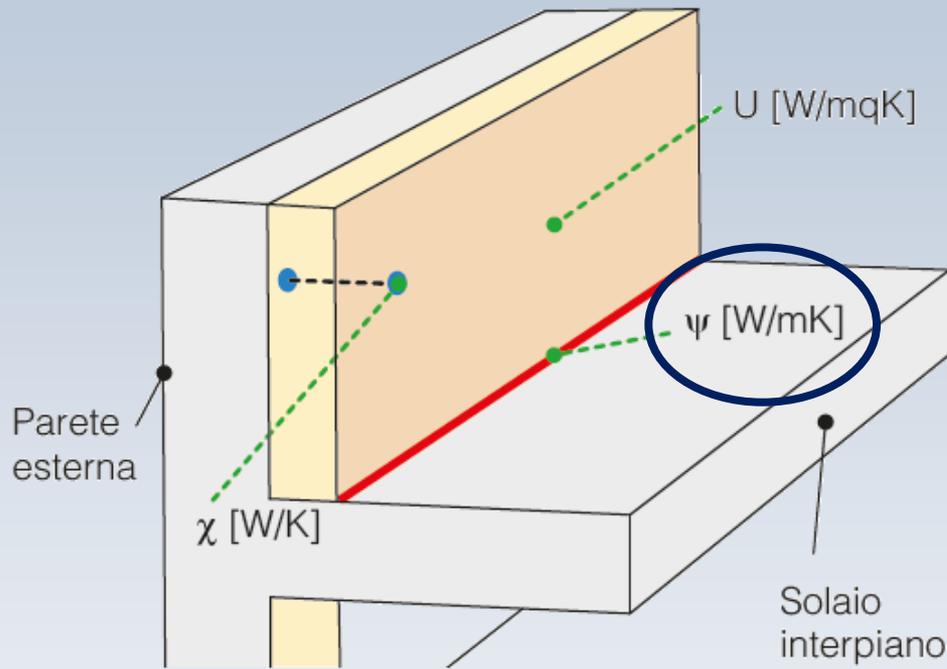
PONTI TERMICI: individuazione



Fonte: IRIS 4.1.0.6 www.anit.it

PONTI TERMICI: quantificazione

trasmittanze 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/publicazioni-tecniche.html>

PONTI TERMICI: conseguenze



PONTI TERMICI: conseguenze

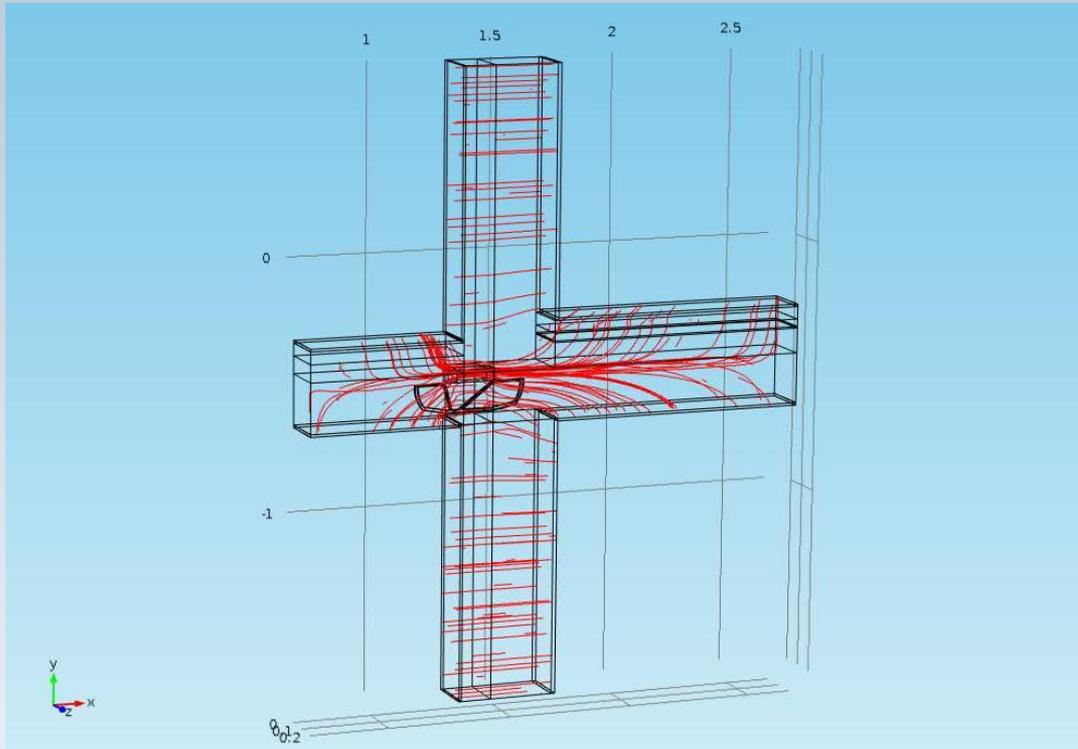


PONTI TERMICI: principale normativa di riferimento

- **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”

PONTI TERMICI: trasmittanze lineiche e puntuali

Gli effetti dei ponti termici possono essere rappresentate, in maniera qualitativa dalle linee di flusso termico ed in maniera quantitativa dalle trasmittanze termiche ψ (W/mK) e X (W/K).



$$H_D = \sum_i U_i \cdot A_i + \sum_j \psi_j \cdot l_i + \sum_k \chi_k$$

La trasmittanza termica lineica ψ (W/mK) rappresenta la perdita aggiuntiva di calore per metro lineare. La trasmittanza termica puntuale X (W/K) rappresenta la perdita aggiuntiva di calore puntuale.

H'T

PARAMETRI DI VERIFICA



involucro

Decreto 26 giugno 2015
DGR 1548 2020

H'_T [W/ m²K]

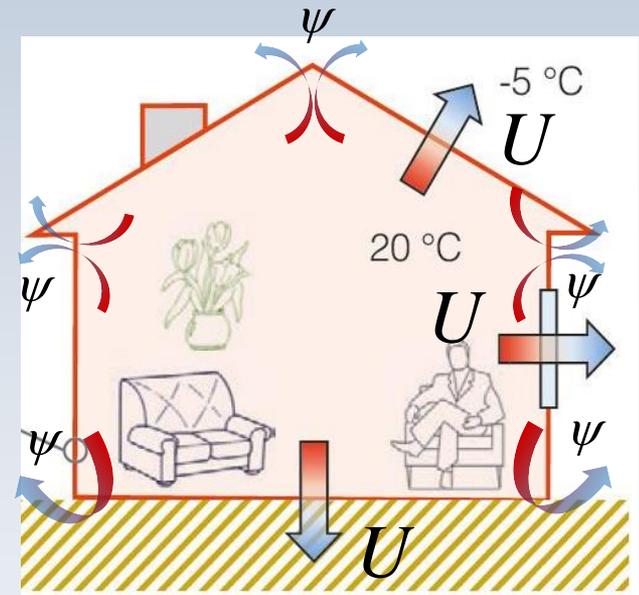
coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

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

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

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

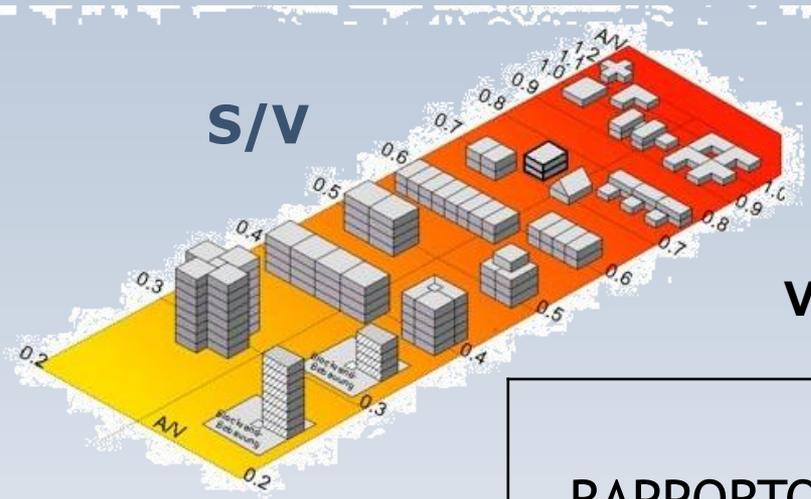
PARAMETRI DI VERIFICA



involucro

Decreto 26 giugno 2015
DGR 1548 2020

H'_T [W/ m²K]



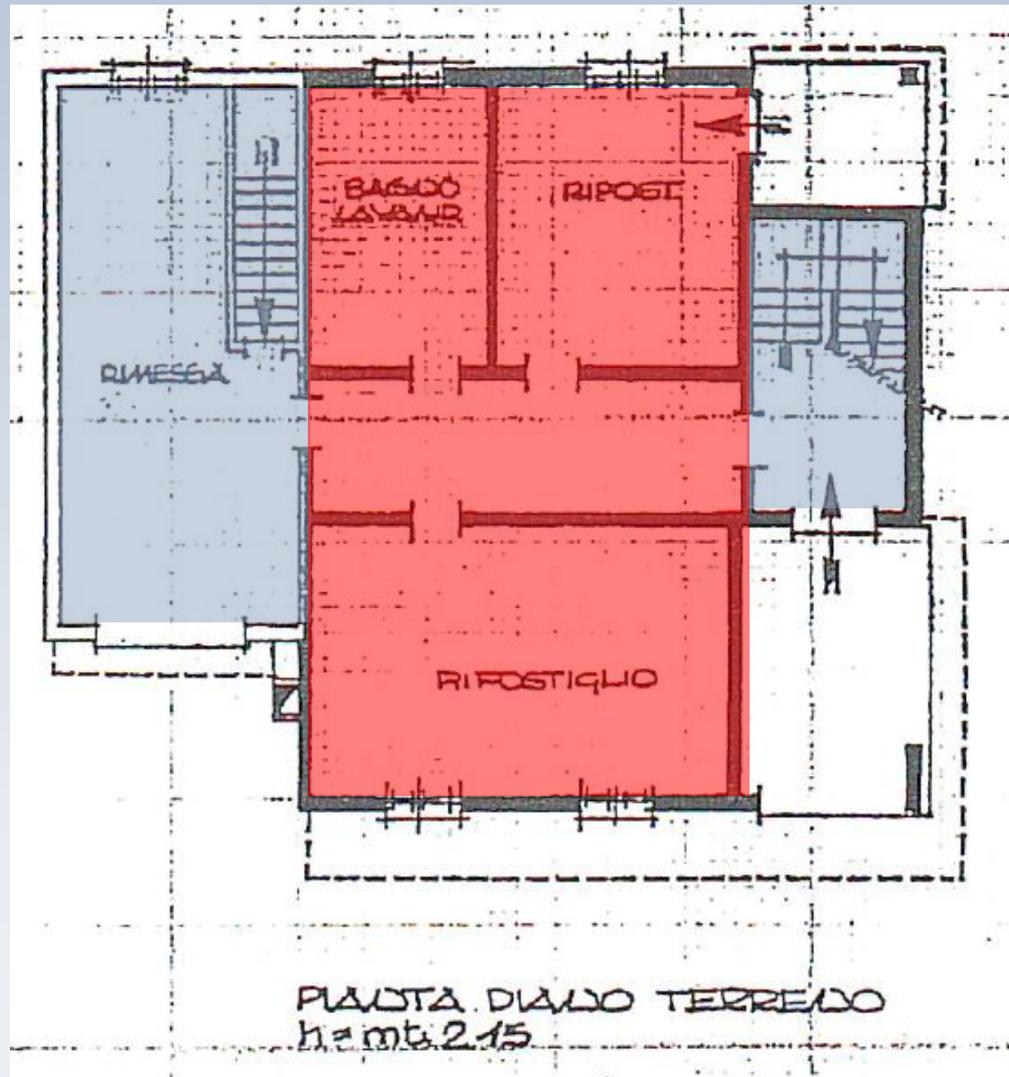
Valore di H'_T (W/m²K) massimo ammissibile

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

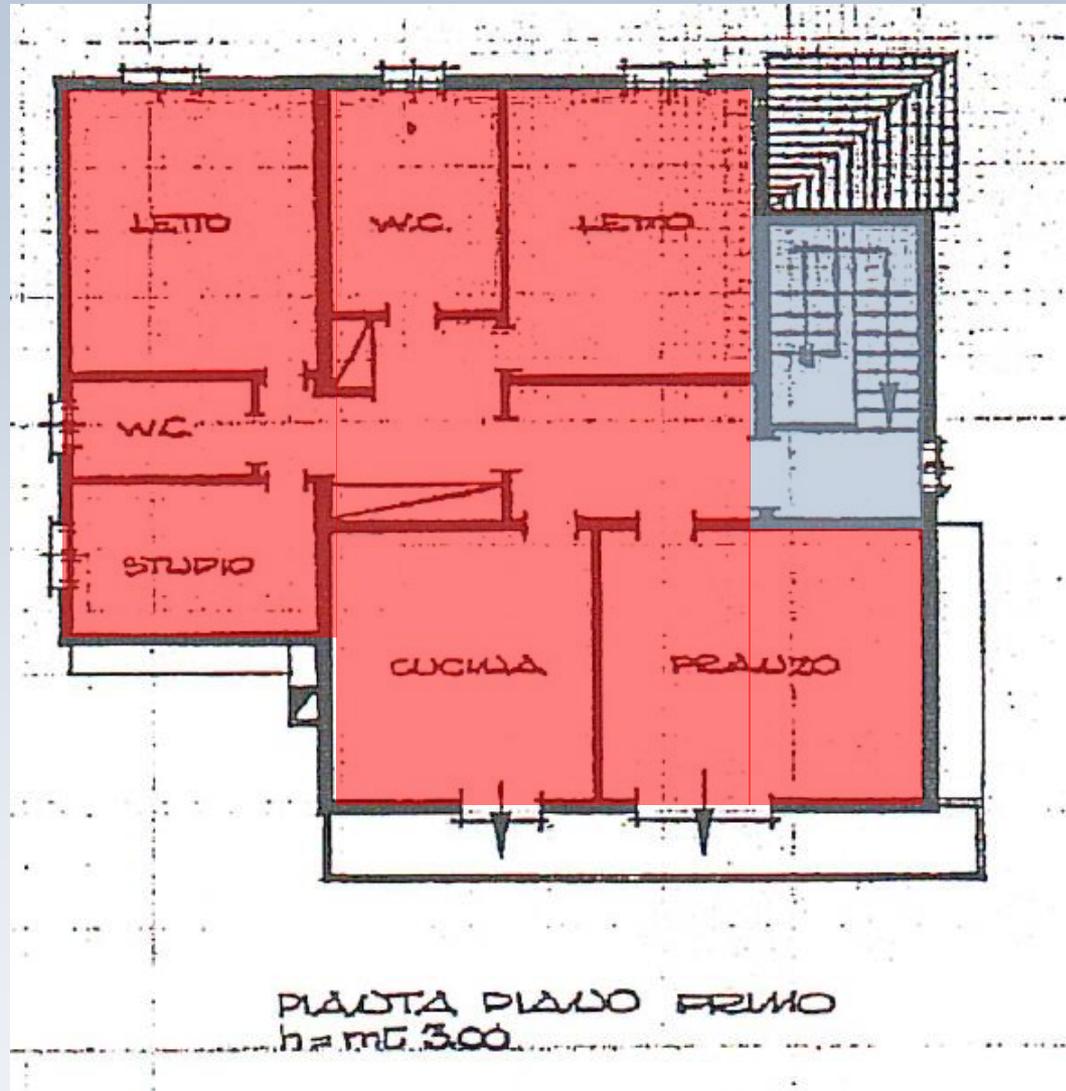
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio



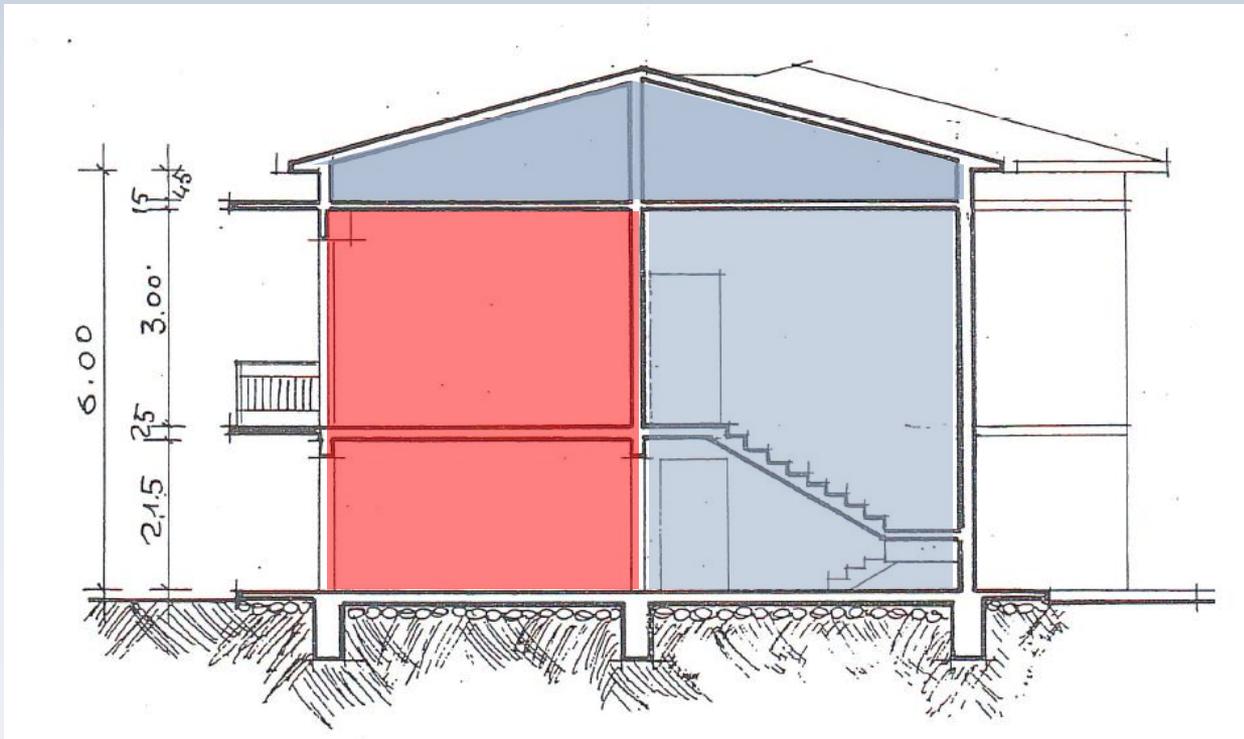
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

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= $200.79/547.94 = 37\%$

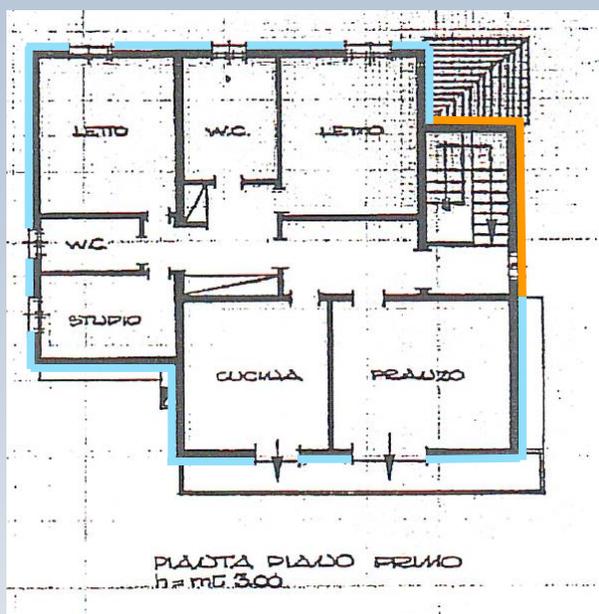
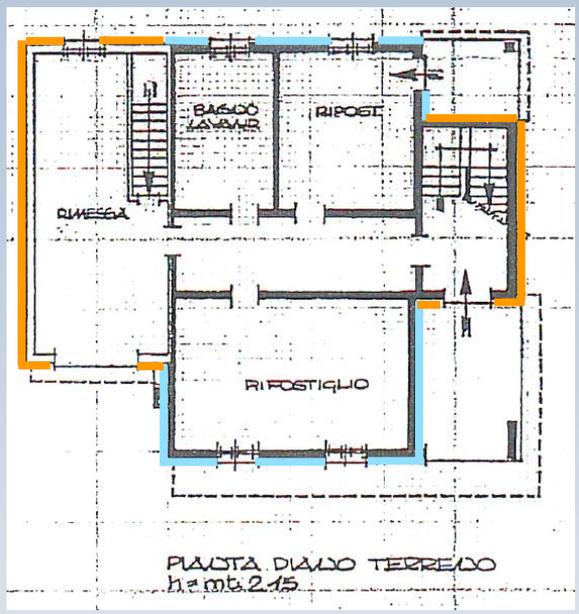
Ristrutturazione Importante di II livello ←

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

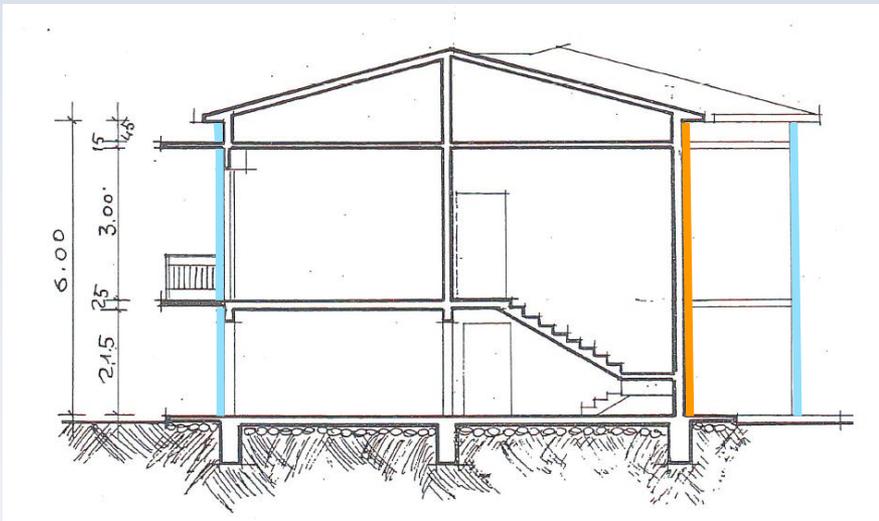
Non climatizzati	S (m ²)	V (m ³)	B _{tr,U} (analitico)
Garage	31.54	70.33	0.52
Scale PT	11.27	25.13	0.75
Scale P1	11.42	34.03	0.59
Sottotetto	130.34	144.36	0.60

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

Caso studio

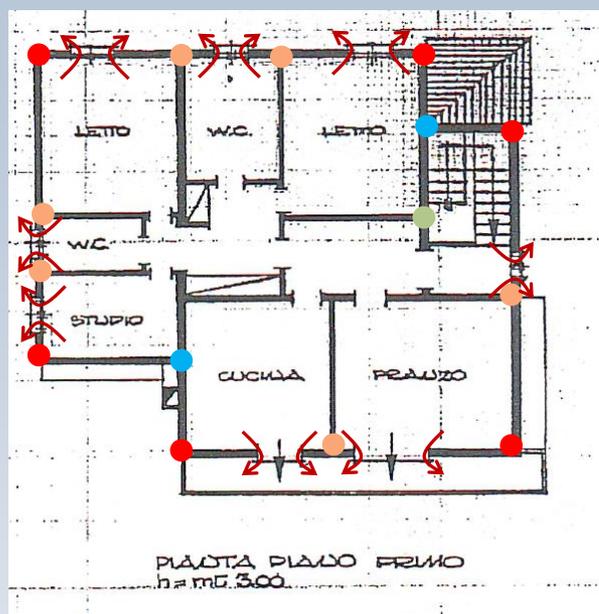
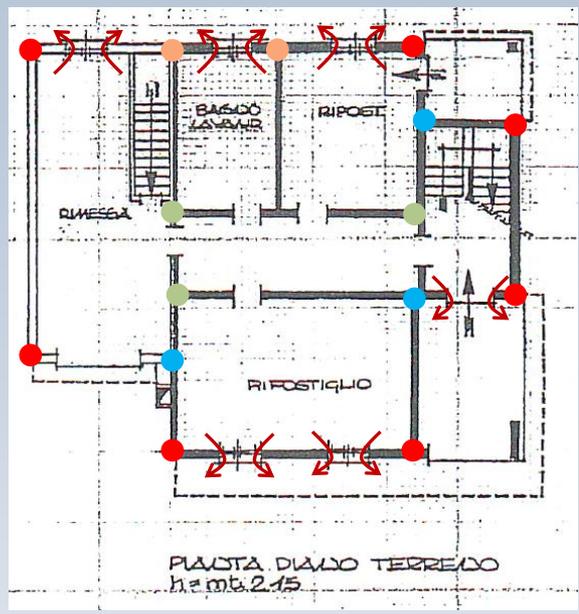


Isolamento esterno delle pareti verticali

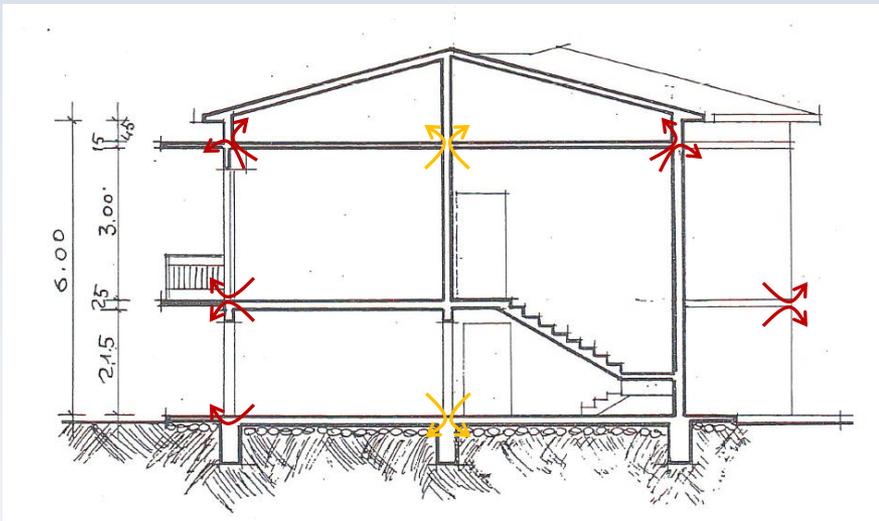


ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

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 (DGR 1548/2020)

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

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

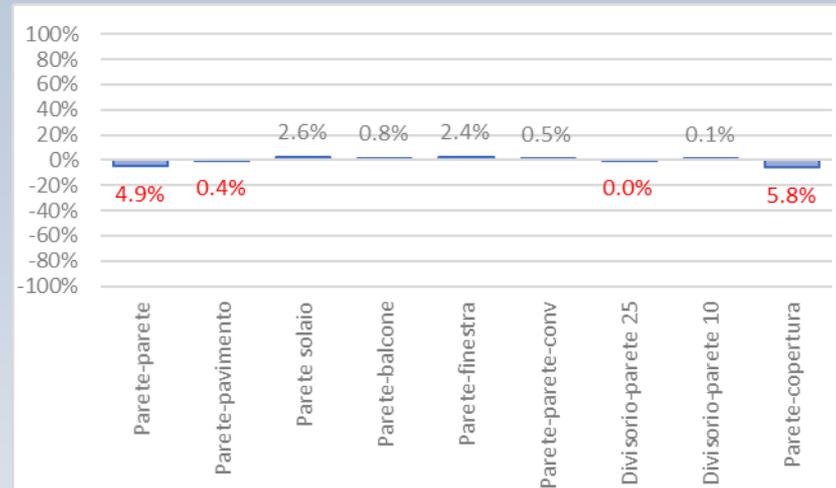
Stato di fatto

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



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

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

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

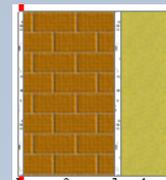
$$U_{\text{non risc}} = 1.973 > 0.80 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \times$$

Verifica termoigrometrica ×

Verifica temperatura critica PT ×



ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



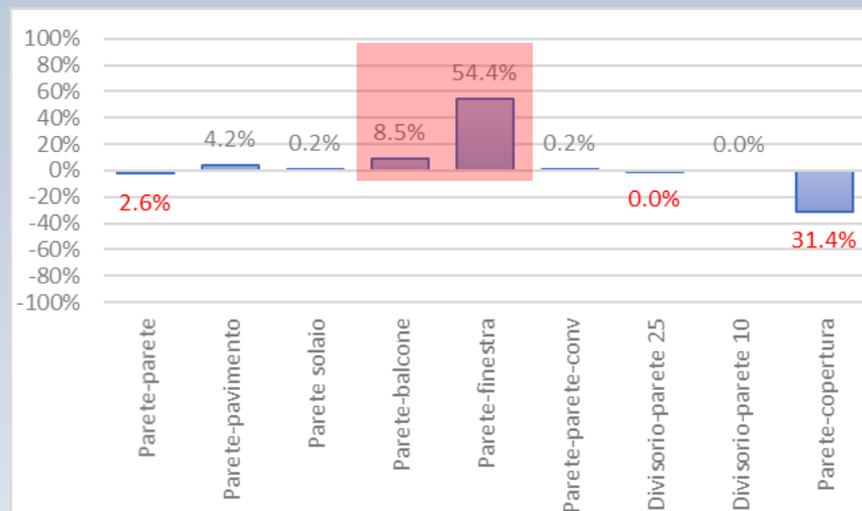
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con **14 cm polistirene** ($\lambda=0.035$ W/mK)

$U = 0.221$ 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



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

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

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

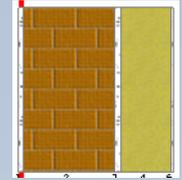
$$U_{\text{non risc}} = 0.221 < 0.80 \text{ W/m}^2\text{K} \quad \checkmark$$

Verifica termoigrometrica ✓

Verifica temperatura critica PT ✗



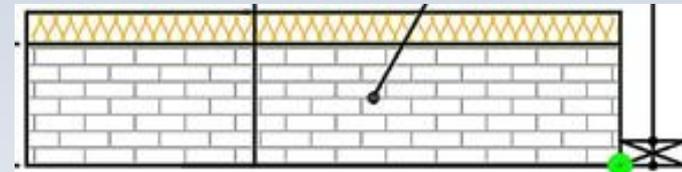
ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



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

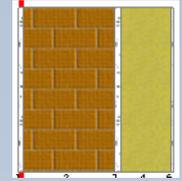
La spalletta non è isolata



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

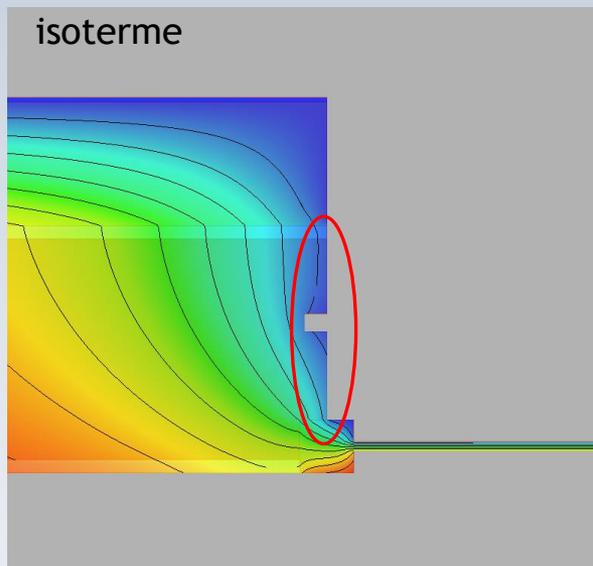


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

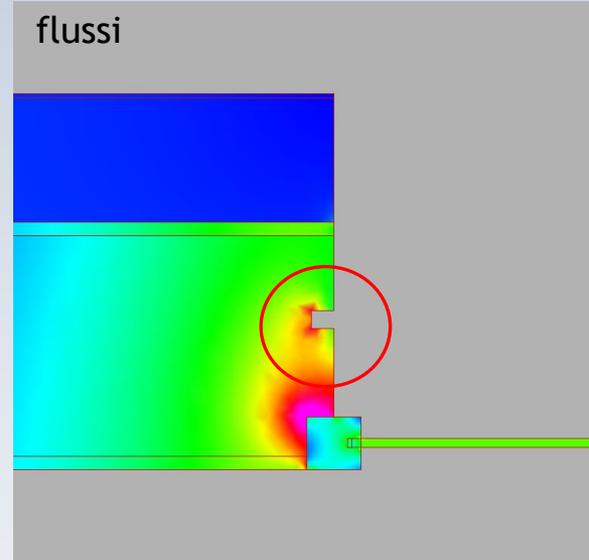
Analizziamo il ponte termico parete-telaio con un calcolo **analitico**

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

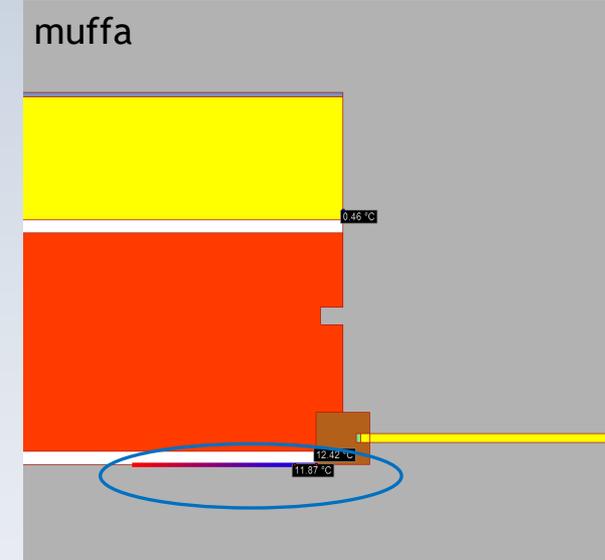
$$\Psi = 0.583 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (analitico) } -9\%$$



Questa parte di muro
non è isolata

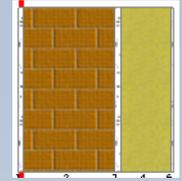


La guida della tapparella è
un punto debole



Zona di formazione di
muffa (**207** mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



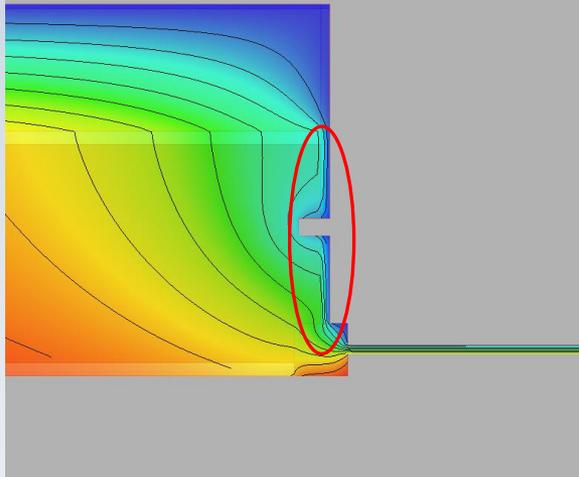
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

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)

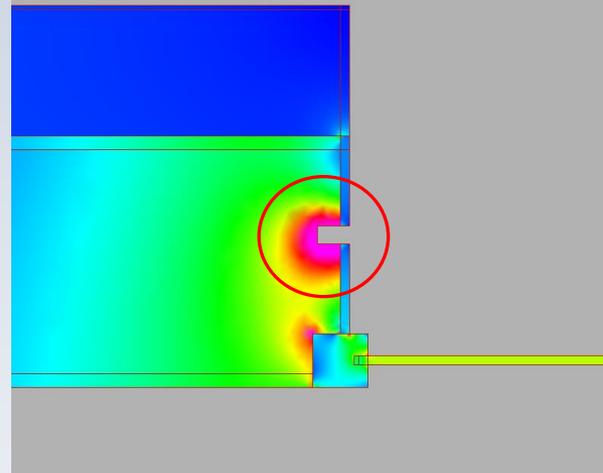
$\Psi = 0.435$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette) -25%

isoterme



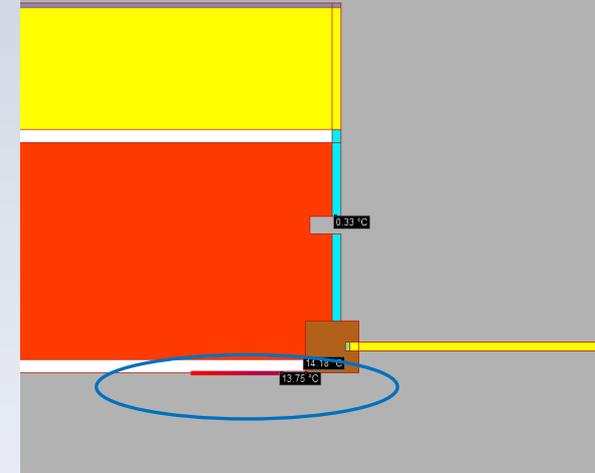
Questa parte di muro adesso è isolata

flussi



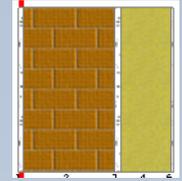
Le dispersioni in prossimità della guida sono aumentate

muffa



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

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



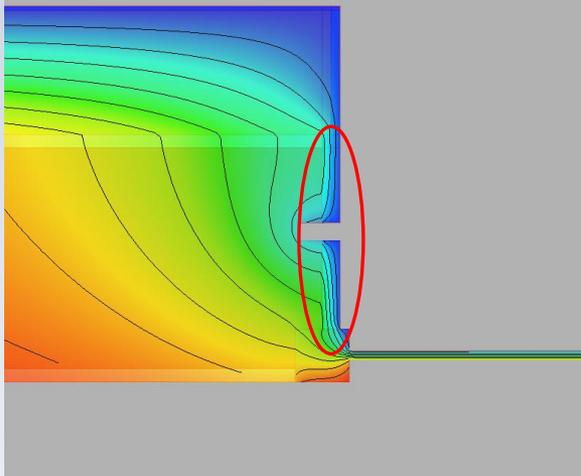
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

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

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

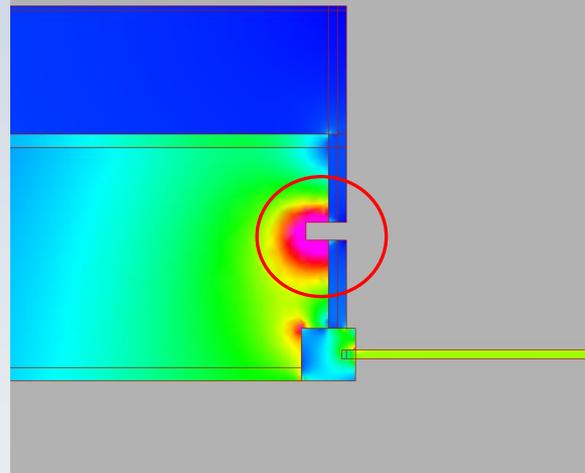
$\Psi = 0.419$ W/m²K (2 cm aerogel sulle spallette) -4%

isoterme



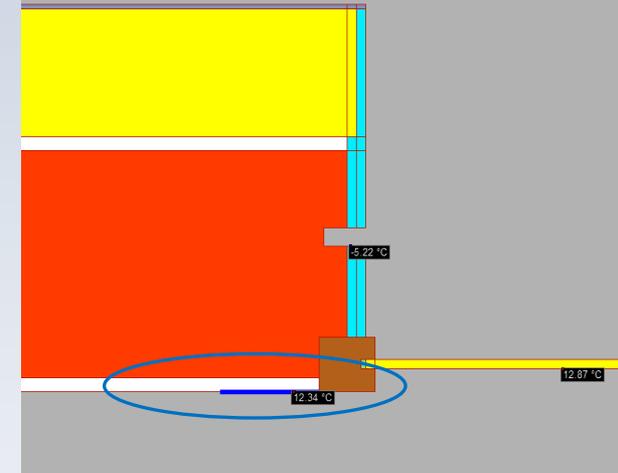
Questa parte di muro adesso è maggiormente isolata

flussi



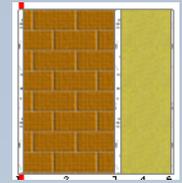
Le dispersioni in prossimità della guida sono aumentate

muffa



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

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



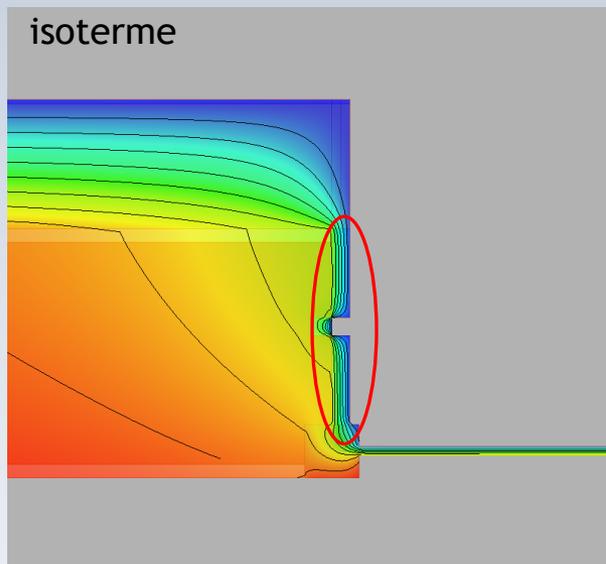
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

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

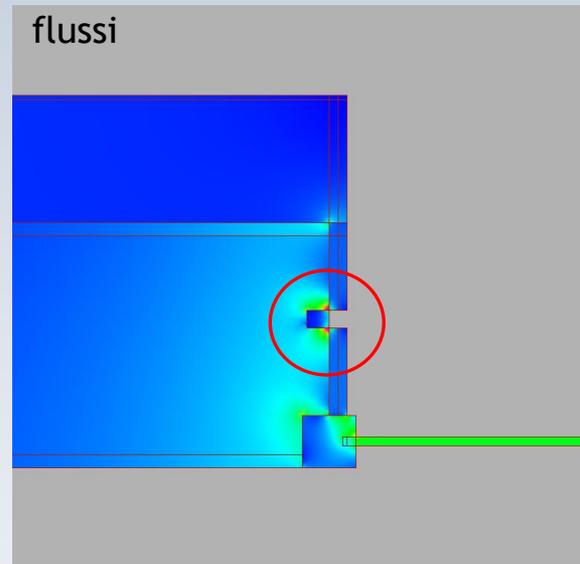
$\Psi = 0.419$ W/m²K (2 cm aerogel sulle spallette)

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

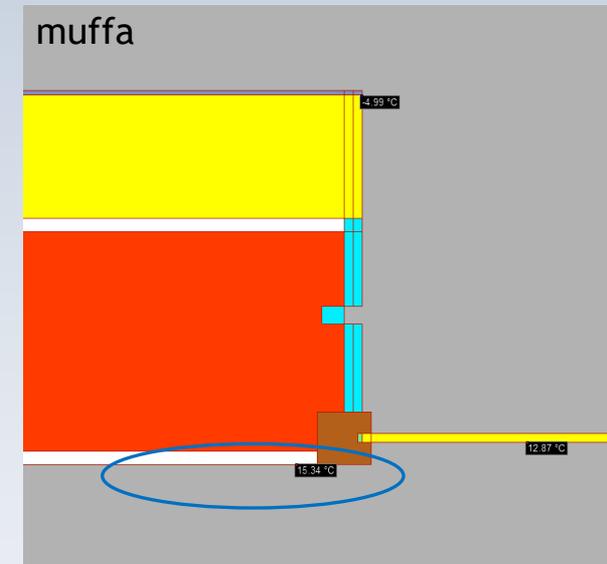
-70% rispetto alla situazione iniziale



Le isoterme sono più
parallele

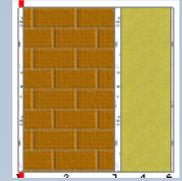


Le dispersioni in prossimità
della guida si sono ridotte



Nessun formazione di
muffa (0 mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE



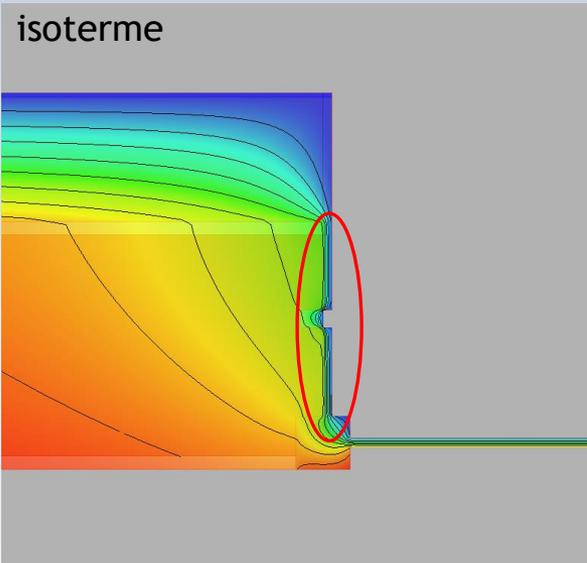
Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

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

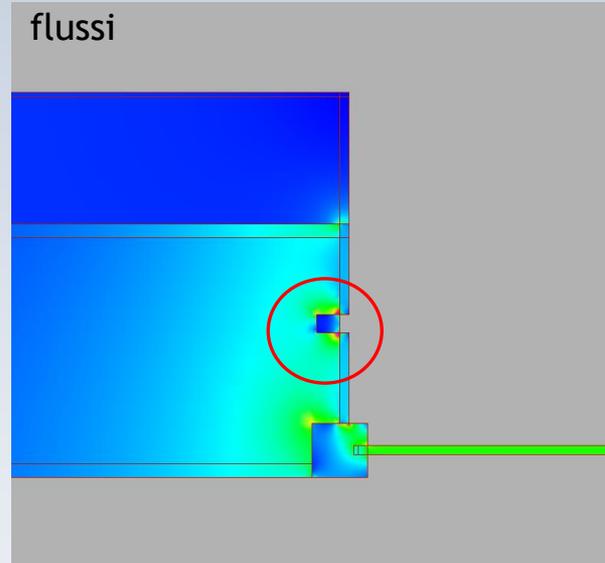
$\Psi = 0.435$ W/m²K (1 cm aerogel sulle spallette)

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

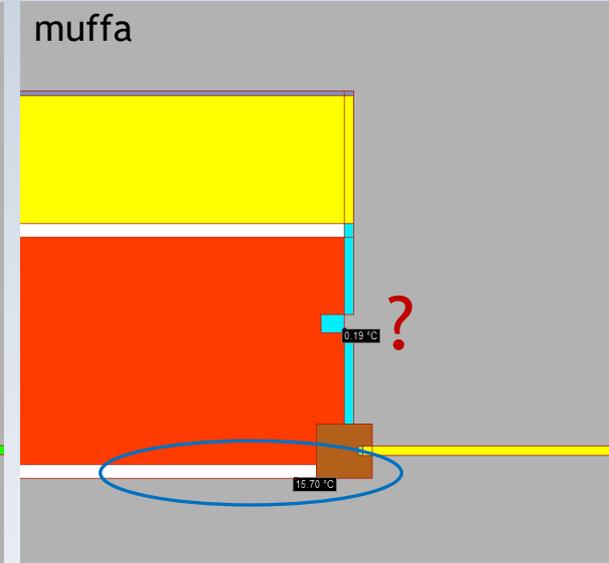
-62% rispetto alla situazione iniziale



Le isoterme sono più parallele

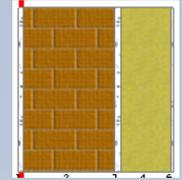


Le dispersioni in prossimità della guida sono presenti



Nessun formazione di muffa (0 mm)

ESEMPIO: 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

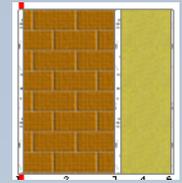
$$\Delta p = \Delta v R_v T_i = \frac{G}{nV} R_v T_i$$

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

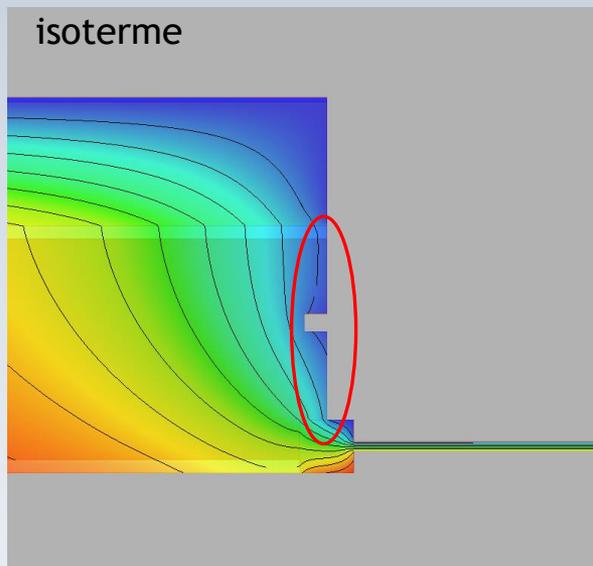


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

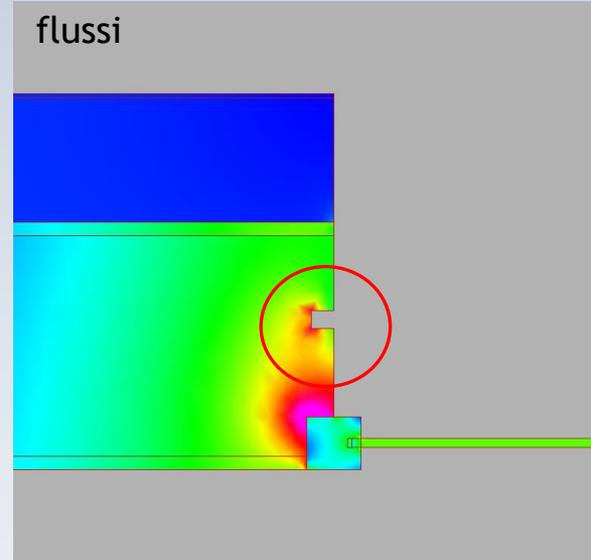
Ipotizzando una produzione di vapore di 45 g/h a persona, nell'ambiente soggiorno (2 persone) di volume 65 m³ si ha:

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

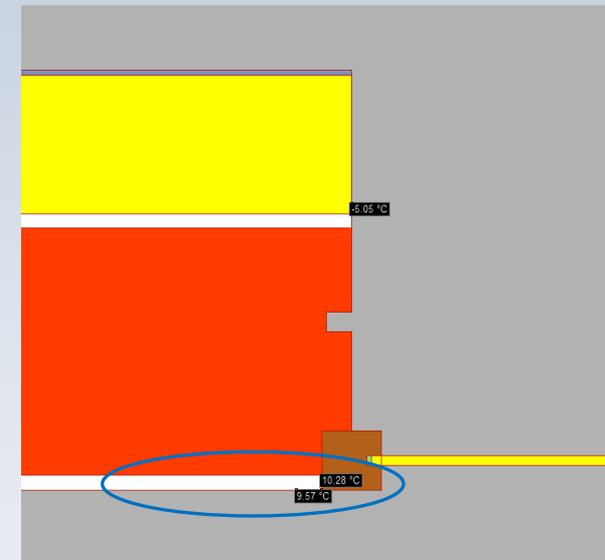
La verifica è positiva con un ricambio orario di ventilazione costante di almeno **0.6 vol/h**



Questa parte di muro non è isolata

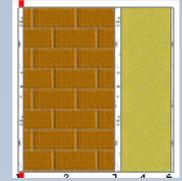


La guida della tapparella è un punto debole



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)

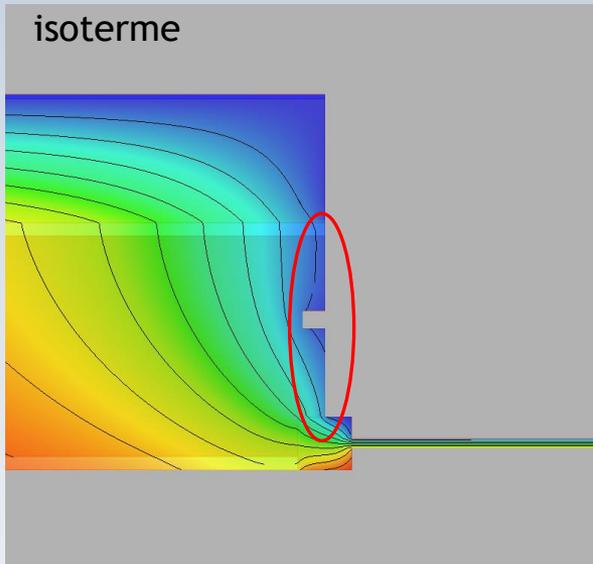
ATTENZIONE: Ipotizzando una produzione di vapore di 45 g/h a persona, nell'ambiente **studio** (2 persone) di volume 12 m³ si ha:

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

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

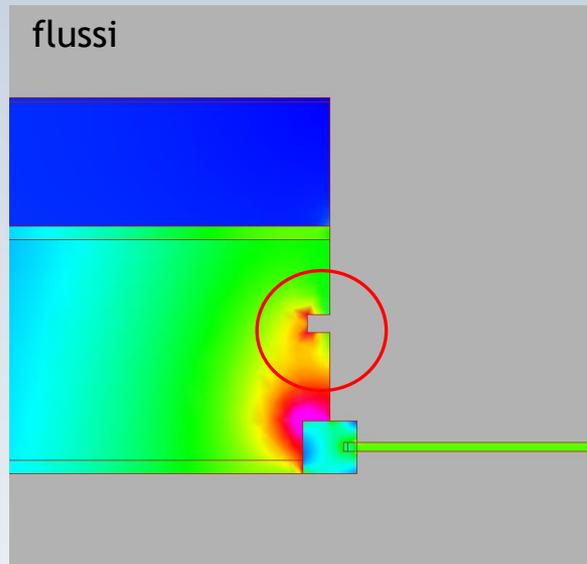
La verifica è positiva per ricambi orari > 3 vol/h

isoterme

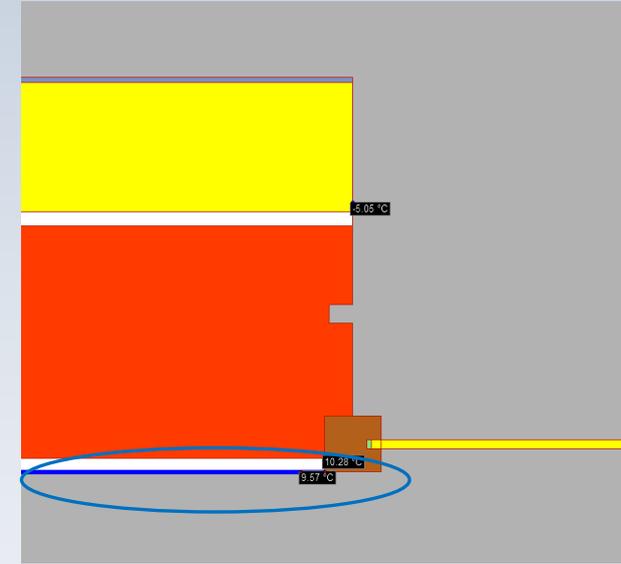


Questa parte di muro non è isolata

flussi

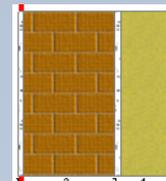


La guida della tapparella è un punto debole



Zona di formazione di muffa (1245 mm)

ESEMPIO: VILLETTA UNIFAMILIARE

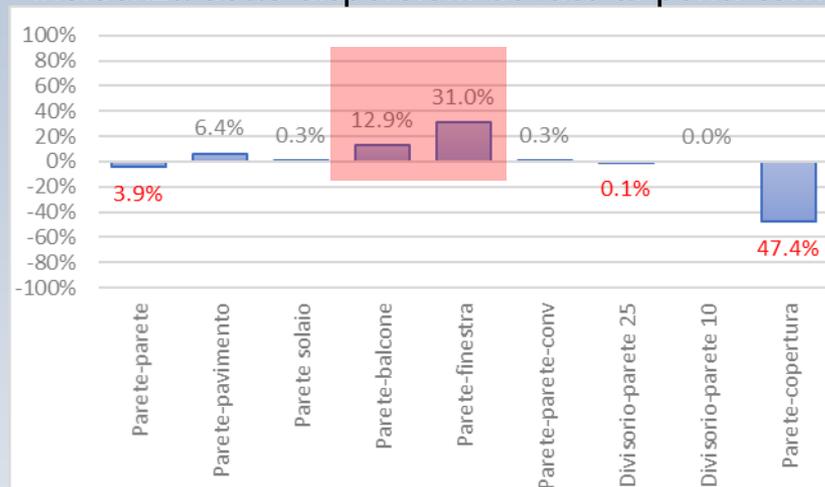


Caso 1 strato di isolamento termico a cappotto esterno con 14 cm polistirene ($\lambda=0.035$ W/mK)

PT muro-telaio (analitico) corretto (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 e DGR 1548/2020 ER)

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

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 termico con il **metodo analitico** è uno strumento indispensabile per valutare le debolezze termiche e proporre una soluzione tecnica.

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)