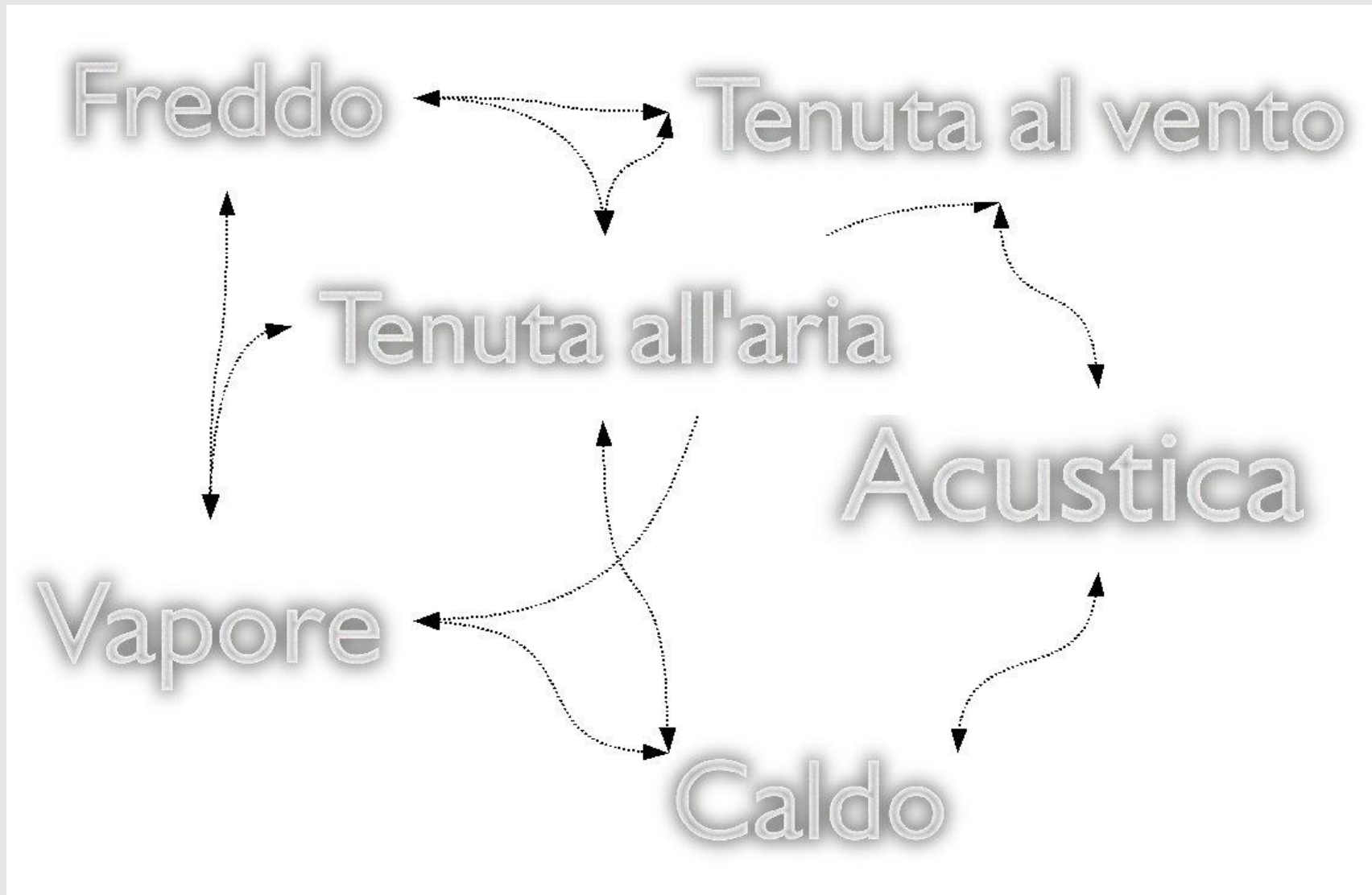


# **Modulo VI: FISICA TECNICA**

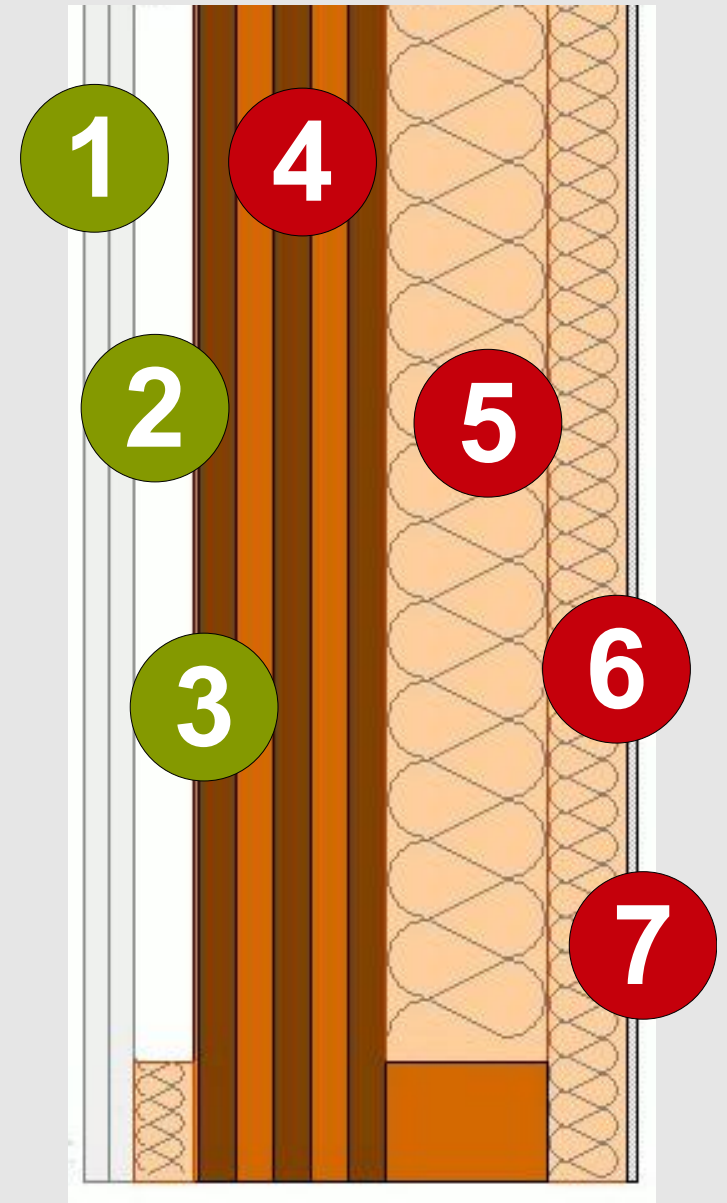
**Soluzioni, approfondimenti e dettagli.  
Isolamento termico, acustica, tenuta  
all'aria.**

**Günther Gantioler | Milano 29 novembre 2018**



# Stratigrafia standard parete X-Lam

1. Rivestimento interno
2. Intercapedine di installazione
3. Strato tenuta all'aria / freno al vapore
4. X-Lam strutturale
5. Coibentazione termica
6. Tenuta al vento traspirante
7. Rivestimento esterno



# 1 Prestazione invernale:

**trasmissione U [W/m<sup>2</sup>K]**

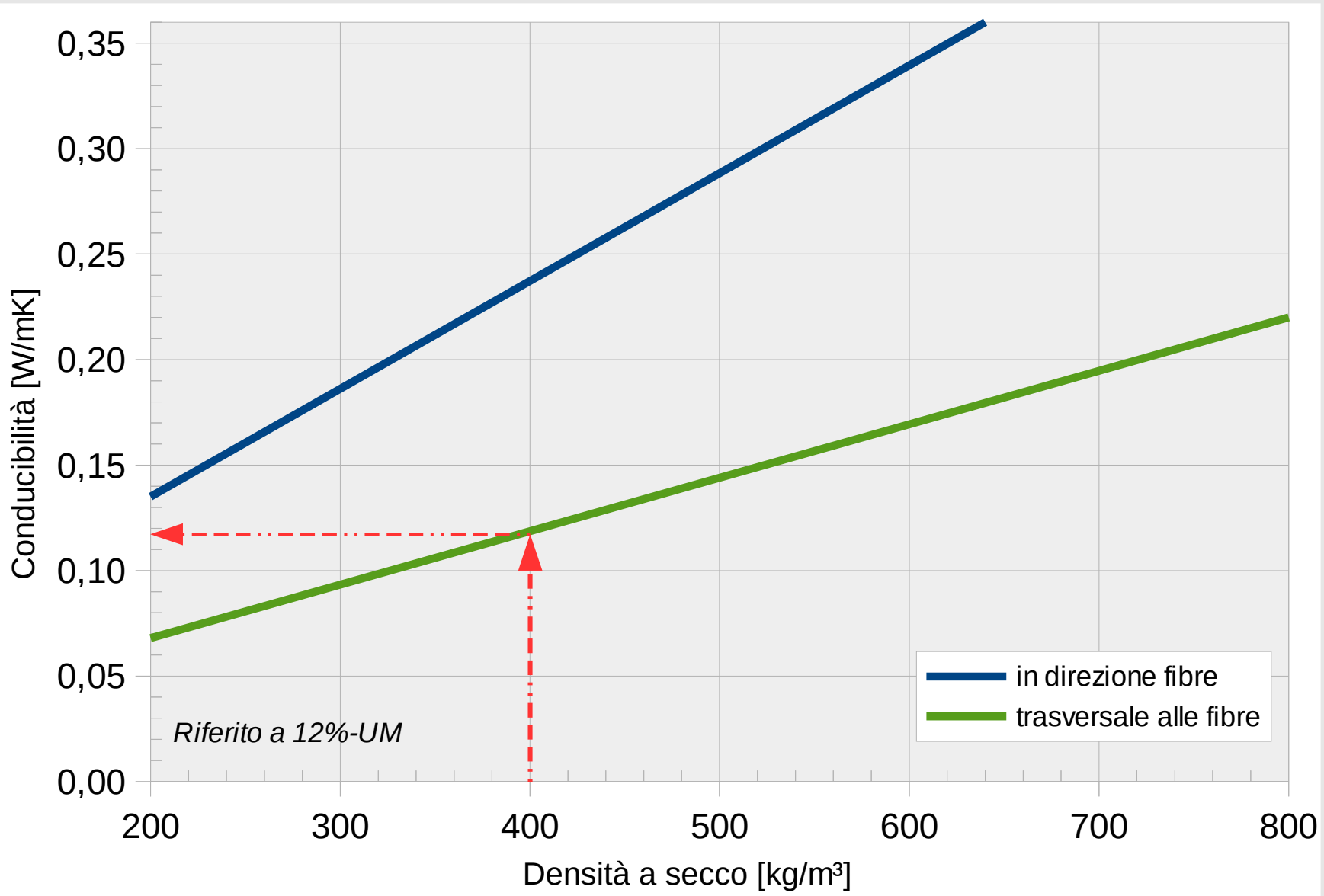
## UNI EN ISO 10456

- densità a secco 450 kg/m<sup>3</sup>:  $\lambda = 0,12$  W/mK
- densità a secco 500 kg/m<sup>3</sup>:  $\lambda = 0,13$  W/mK
- densità a secco 700 kg/m<sup>3</sup>:  $\lambda = 0,18$  W/mK

I valori di norma si riferiscono ad un umidità relativa UR nell'aria del 65%,

che corrisponde ad un umidità di massa UM dai 10-15% chiamato "d'equilibrio"

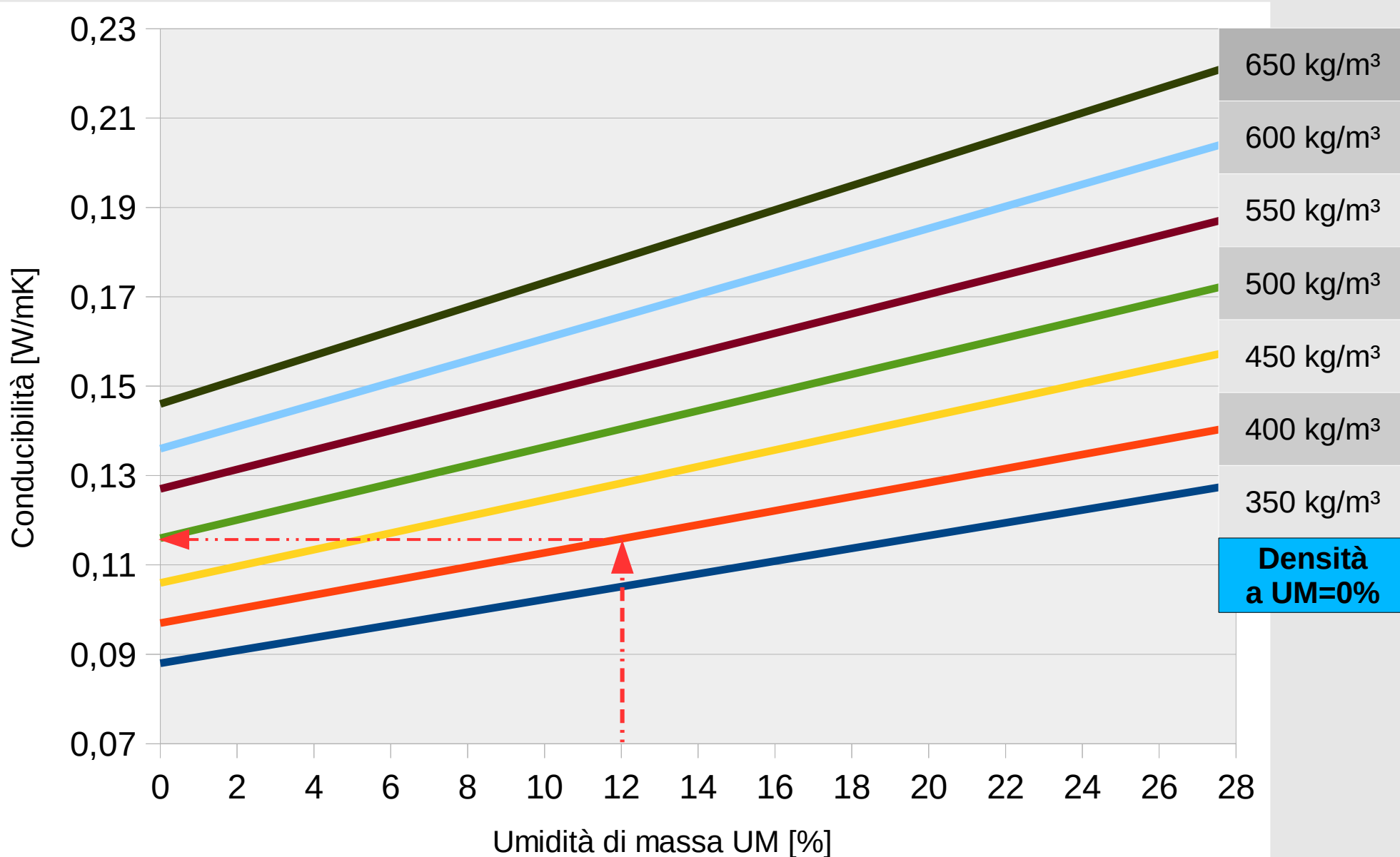
# Conducibilità $\lambda$ di legno



Fonte: Daniel Kehl 2016

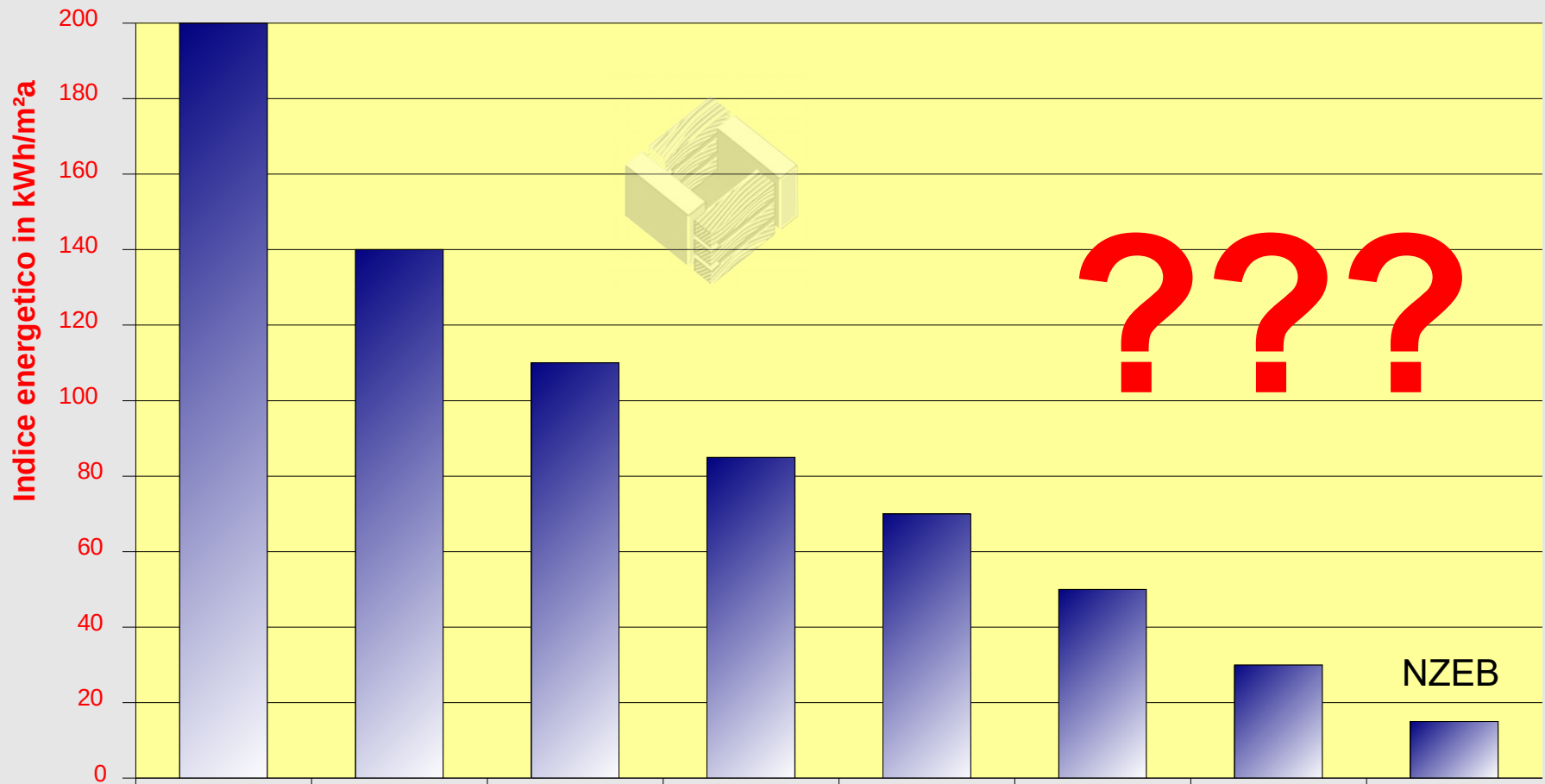
# Conducibilità $\lambda$ di legno

promo\_legno



Fonte: Daniel Kehl 2016

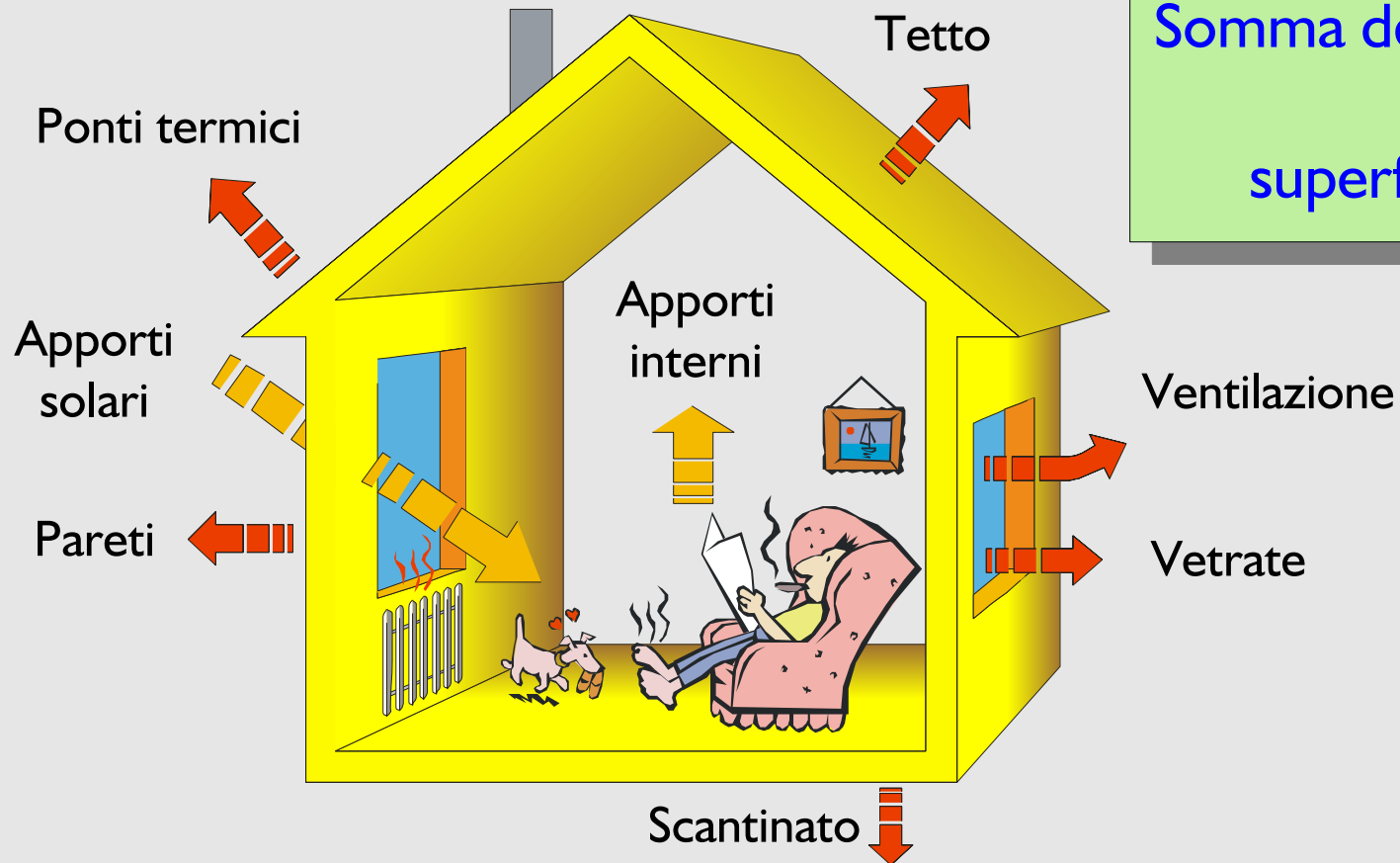
# Livelli di prestazione termica di involucri



IE <sub>Calore</sub>	>160	160	120	90	70	50	30	15
	Classe G	Classe F	Classe E	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A	Casa passiva

Energia persa dell'involucro (invernale + estivo) senza perdita degli impianti e fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria

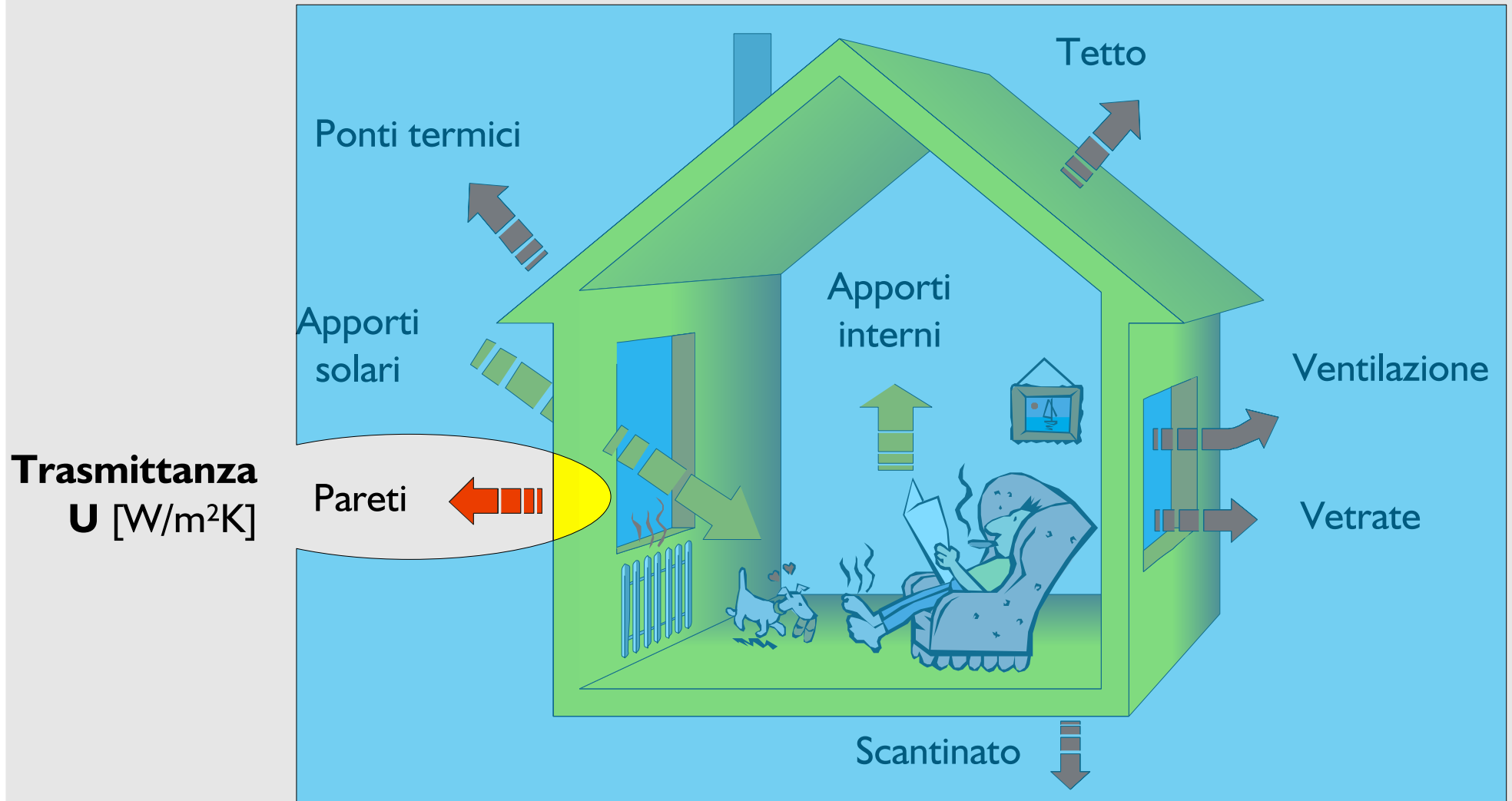




**IE involucro:**  
Somma dei flussi energetici  
diviso  
superficie o volume



**INVERNO:** somma negativa = perdita  
**ESTATE:** somma positiva = apporto



- Per edifici di nuova costruzione
- Le prestazioni energetiche del proprio edificio, devono essere migliori a quelle dell'edificio di riferimento, con trasmittanze di riferimento e impianto di riferimento definiti dalla legge
- Esempio parete verticale: trasmittanza comprensiva ponti termici

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2019/2021 <sup>(2)</sup>
A e B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

## Elementi verticali 2015

Zona climatica	Pareti	Coperture	Pavimenti	Serramenti
A,B < 900 gg	0,45 W/m <sup>2</sup> K	0,38 W/m <sup>2</sup> K	0,46 W/m <sup>2</sup> K	3,20 W/m <sup>2</sup> K
C > 900 gg	0,38 W/m <sup>2</sup> K	0,36 W/m <sup>2</sup> K	0,40 W/m <sup>2</sup> K	2,40 W/m <sup>2</sup> K
D > 1.400 gg	0,34 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K	0,32 W/m <sup>2</sup> K	2,00 W/m <sup>2</sup> K
E > 2.100 gg	0,30 W/m <sup>2</sup> K	0,25 W/m <sup>2</sup> K	0,30 W/m <sup>2</sup> K	1,80 W/m <sup>2</sup> K
F > 3.000 gg	0,28 W/m <sup>2</sup> K	0,23 W/m <sup>2</sup> K	0,28 W/m <sup>2</sup> K	1,50 W/m <sup>2</sup> K

## Elementi verticali 2019/2021

Zona climatica	Pareti	Coperture	Pavimenti	Serramenti
A,B < 900 gg	0,43 W/m <sup>2</sup> K	0,35 W/m <sup>2</sup> K	0,44 W/m <sup>2</sup> K	3,00 W/m <sup>2</sup> K
C > 900 gg	0,34 W/m <sup>2</sup> K	0,33 W/m <sup>2</sup> K	0,38 W/m <sup>2</sup> K	2,20 W/m <sup>2</sup> K
D > 1.400 gg	0,29 W/m <sup>2</sup> K	0,26 W/m <sup>2</sup> K	0,29 W/m <sup>2</sup> K	1,80 W/m <sup>2</sup> K
E > 2.100 gg	0,26 W/m <sup>2</sup> K	0,22 W/m <sup>2</sup> K	0,26 W/m <sup>2</sup> K	1,40 W/m <sup>2</sup> K
F > 3.000 gg	0,24 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K	0,24 W/m <sup>2</sup> K	1,10 W/m <sup>2</sup> K

# Parete X-Lam 2: trasmittanza

promo\_legno

## Calcolo del valore U: UNI 6946

### Parete 1

Resistenza superficiale interna Rsi **0,13**  
Orizzontale

Resistenza superficiale esterna Rse **0,04**  
Aria in quiete

nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	$\lambda$ [W/mK]	Stratigrafia 2	$\lambda$ [W/mK]	s [cm]	D [m <sup>2</sup> K/W]
1	Cartongesso, doppio	0,250			2,5	0,100
2	Canapa, materassino	0,050			3,0	0,600
3	Freno al vapore					
4	X-Lam	0,130			12,0	0,923
5	Fibra di legno normale	0,040	Listello di legno	0,130	8,0	2,000
6	Fibra di legno intonacabile	0,050			4,0	0,800
7	Intonaco al silicato	0,700			0,5	0,007
8						
9						
			Percentuale superficie stratigrafia 2	9,1%	<b>30,0</b>	0,170

Somma

Trasmittanza U [W/m<sup>2</sup>K]: **0,230**

Resistenza termica R [m<sup>2</sup>K/W]: **4,344**

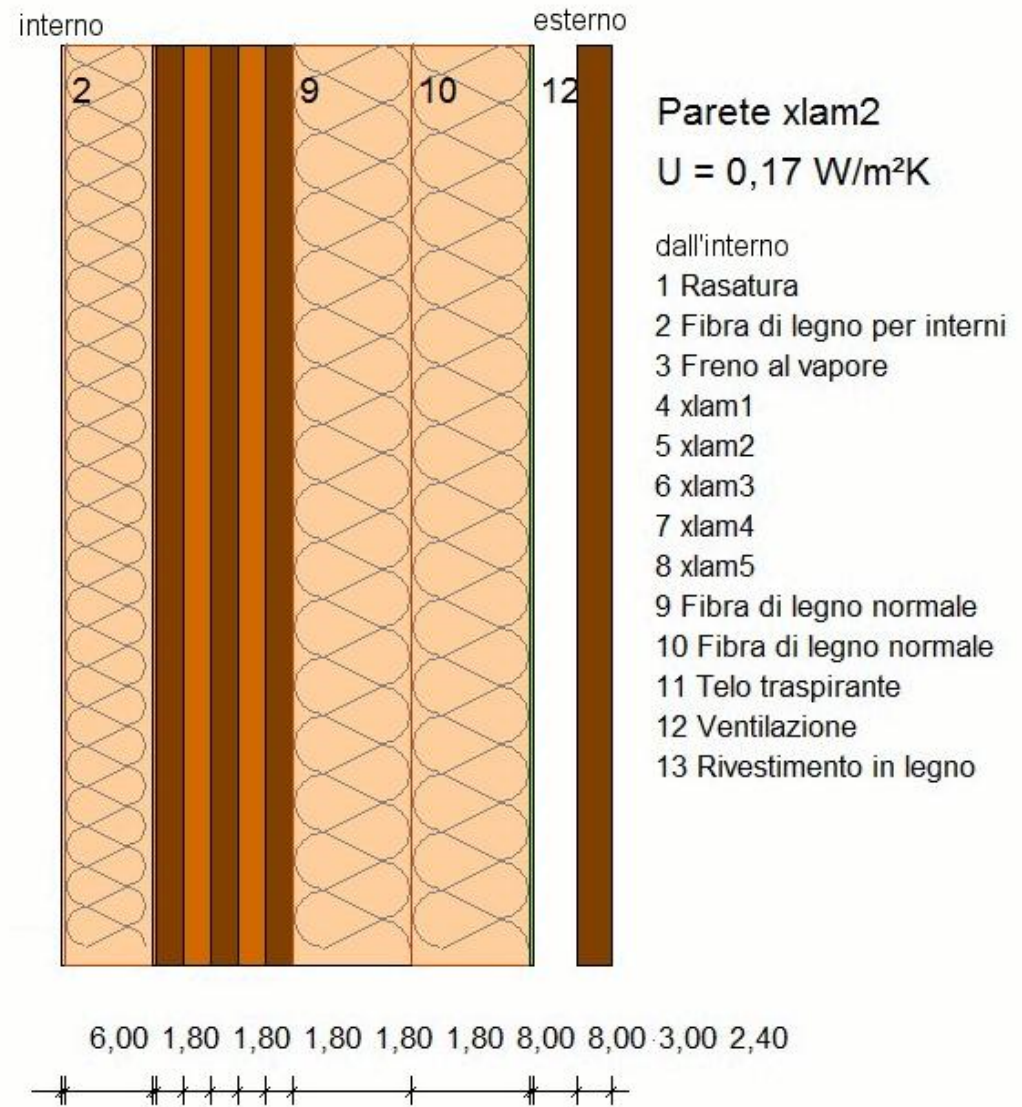
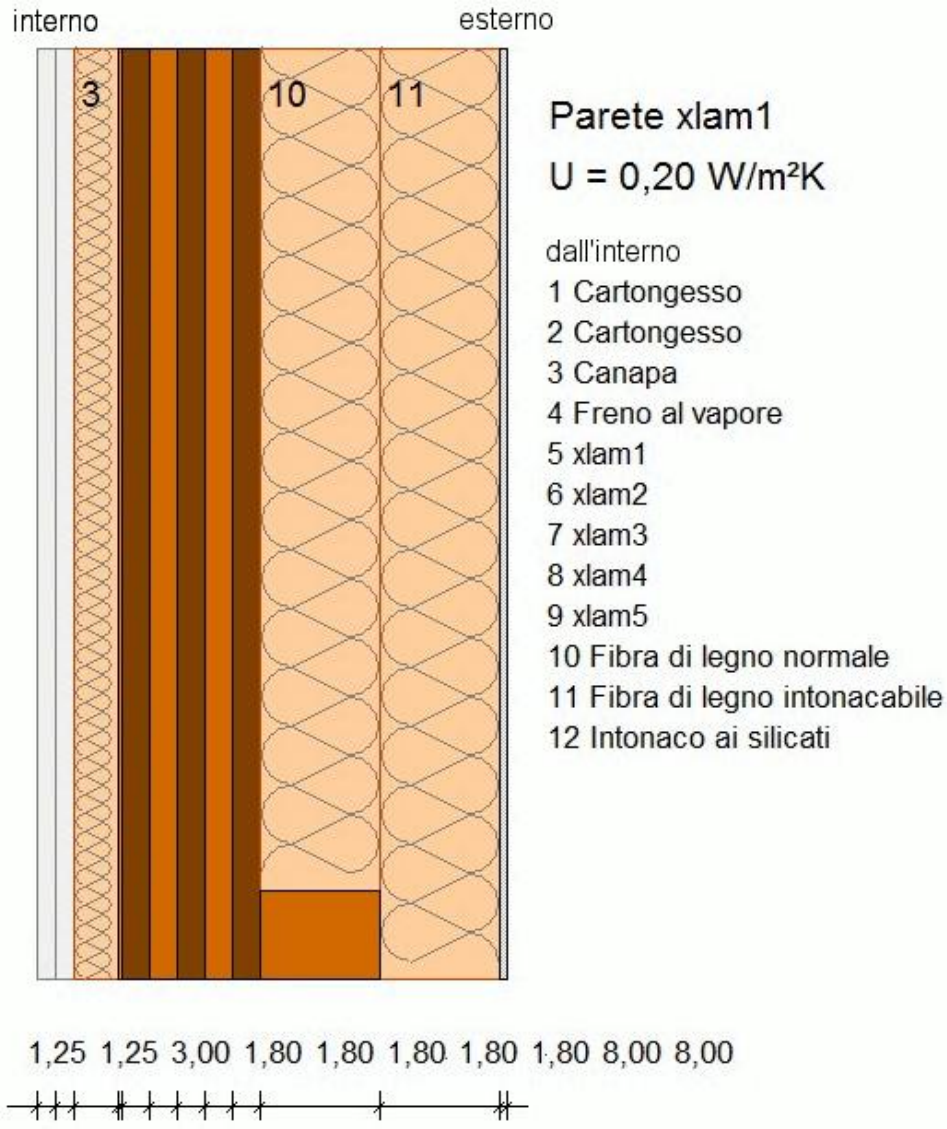
Errore 2%

Limiti validi per: **Modena (MO)**

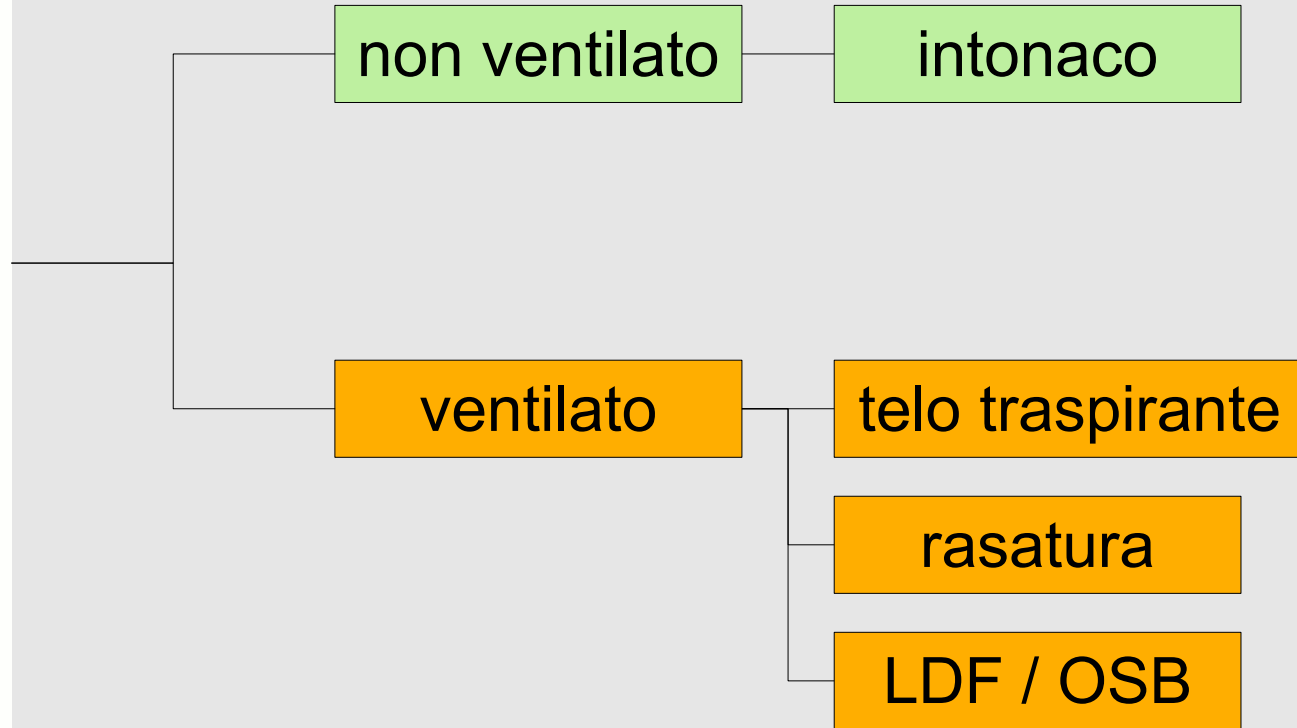
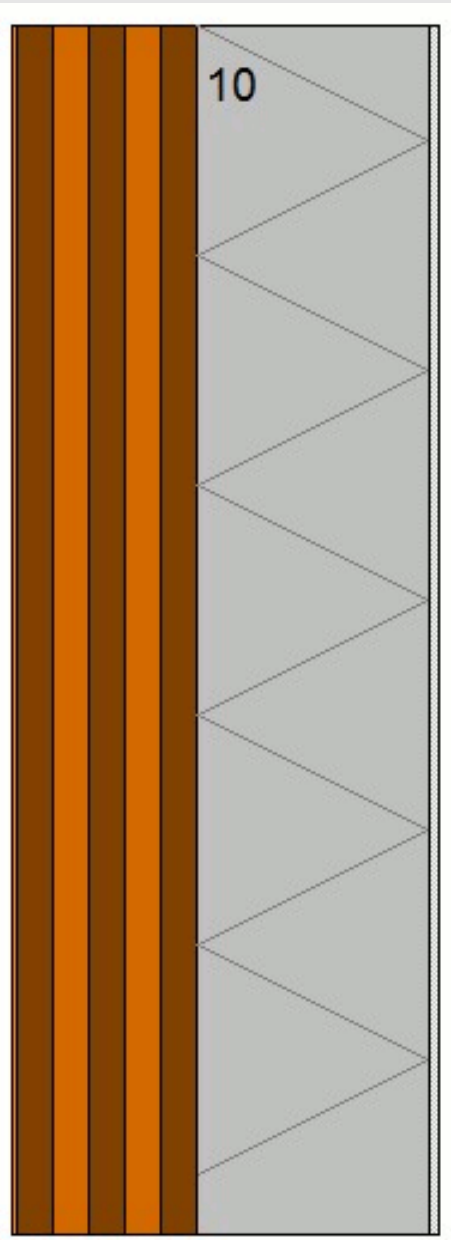
Limite U finanziaria 2010 [W/m<sup>2</sup>K]: **0,28**

Limite 311/06 dal 01.01.10 **U** **0,34** **FEP** **0,44** W/m<sup>2</sup>K

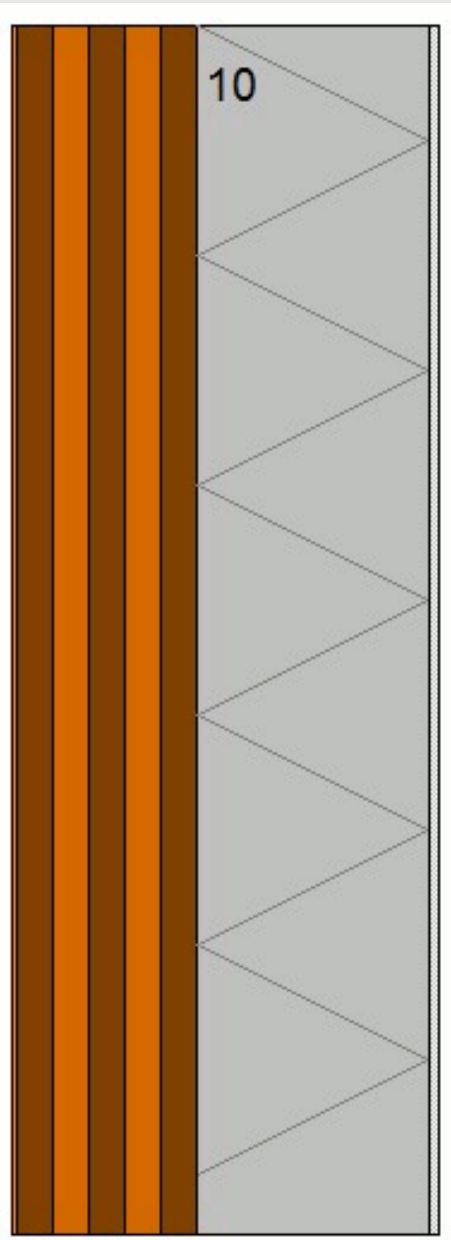
# Pareti X-Lam



# Tenuta al vento del cappotto su X-LAM



# Materiali da cappotto su X-LAM



~~Pannelli rigidi  
schiuma minerale~~

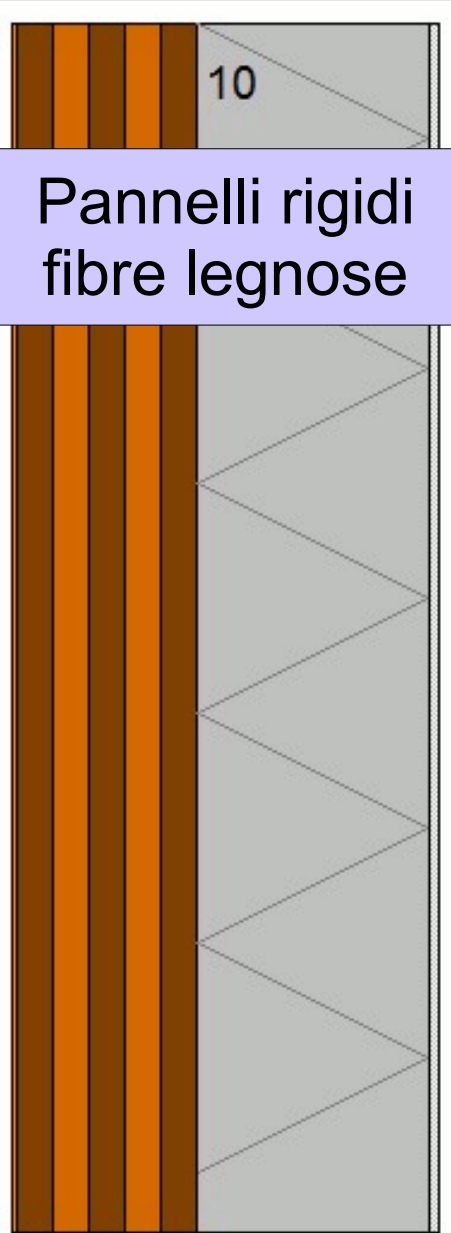
Pannelli rigidi  
fibre legnose

*anche sughero*

Materassini  
fibre minerali  
e organiche

Pannelli rigidi  
sintetici

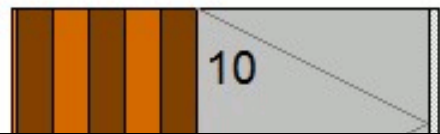




Pannelli rigidi  
fibre legnose

Se intonacato:  
con pannello finale intonacabile (ETA!)

Se ventilato:  
con telo traspirante finale (scuro)  
o  
LDF / OSB nastrati



Pannelli rigidi  
fibre legnose  
spessori grossi

**Fino a 22 cm: listello incrociato:**  
listello verticale e Fdl 1: 8 cm  
listello orizzontale e Fdl 2: 8 cm  
pannello finale continuo alta densità: 6 cm

**Oltre 22 cm: cassero con Joist:**  
travetto sottile a doppia-T  
con coibente insoffiato o matterassini

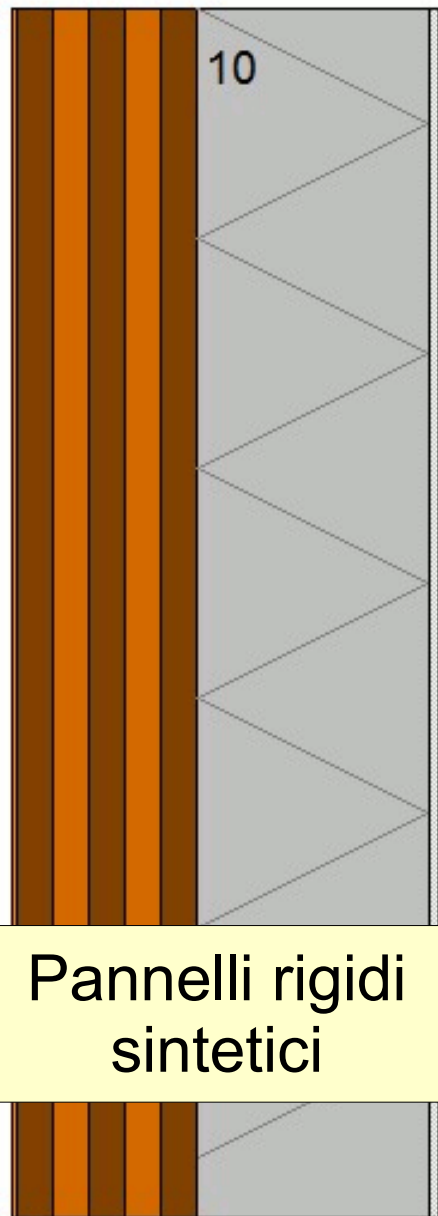




Materassini  
fibre minerali  
e organiche

**Fino a 20 cm: pannello unico  
da rasare**

**Oltre 20 cm: cassero con Joist:**  
travetto sottile a doppia-T  
con coibente insoffiato o materassini  
con LDF / OSB esterni nastrati

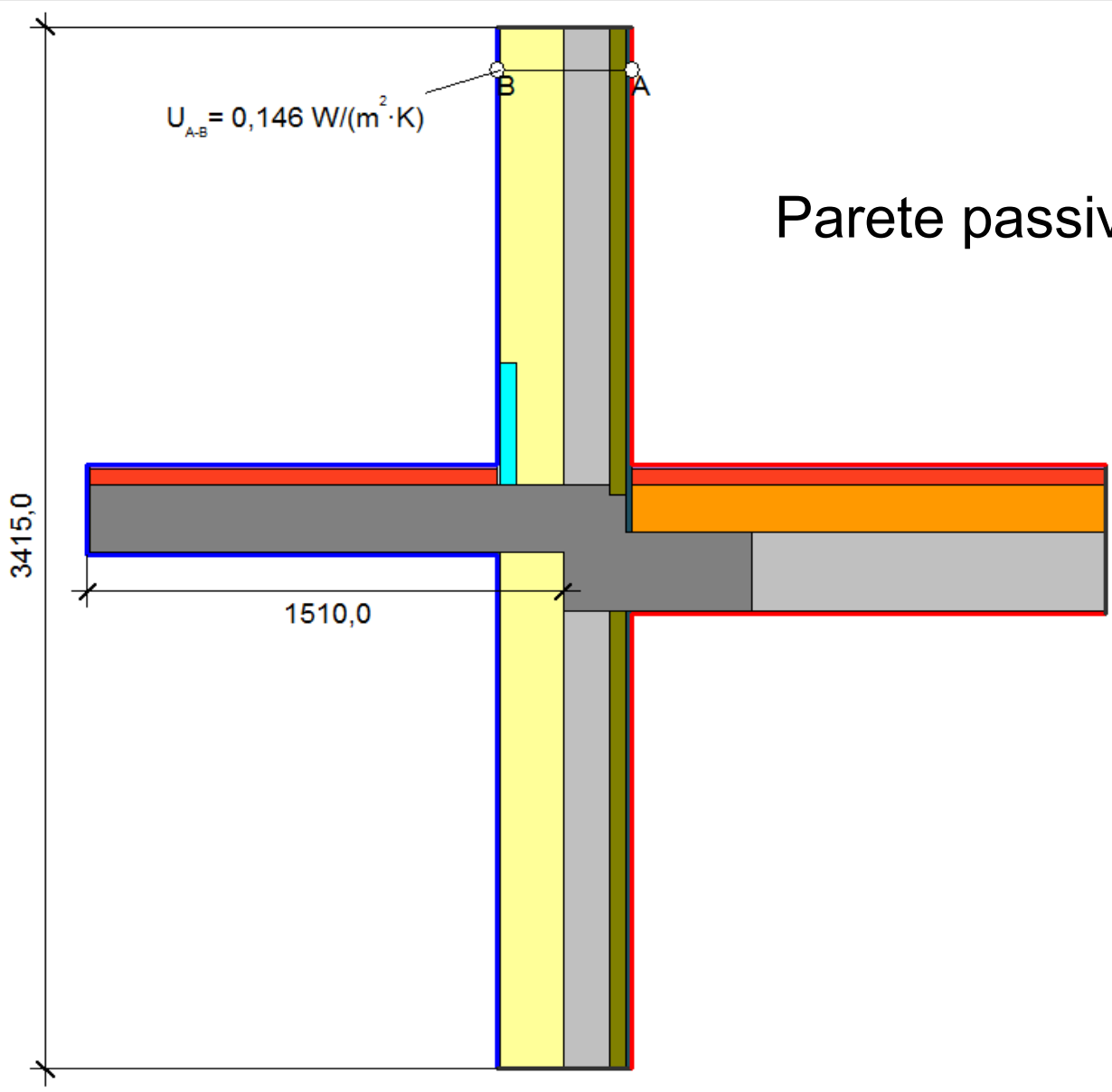


Pannelli rigidi sintetici

Fino a 30 cm: pannello unico da rasare



# Parete tradizionale compreso ponti termici

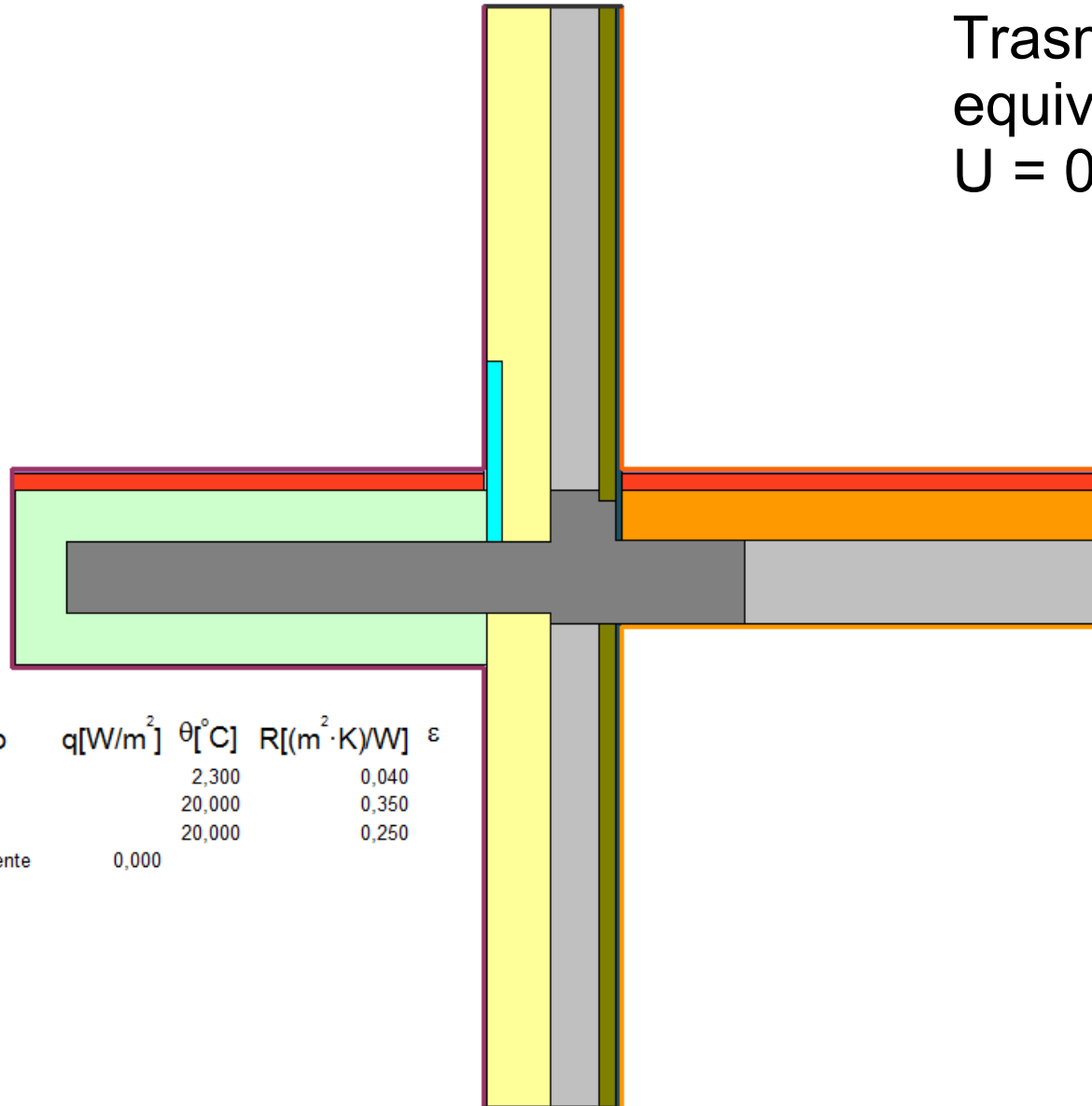


Parete passiva con  $U = 0,146 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

# Balcone impacchettato

promo legno

Trasmittanza totale  
equivalente:  
 $U = 0,298 \text{ W/m}^2\text{K}$



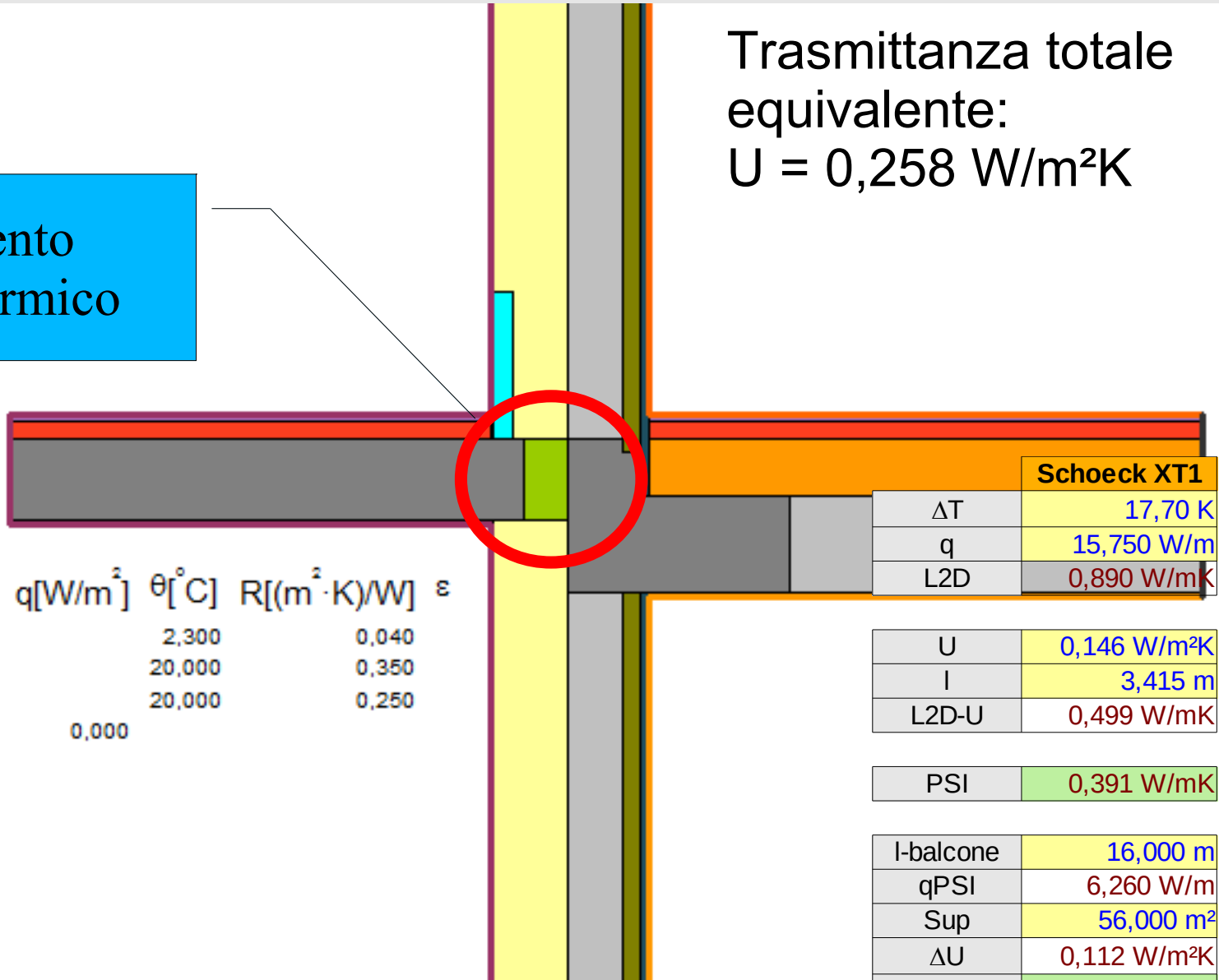
Condizione al bordo	$q[\text{W/m}^2]$	$\theta[^\circ\text{C}]$	$R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$\varepsilon$
Arco Santorum		2,300	0,040	
Interno metà inf		20,000	0,350	
Interno metà sup		20,000	0,250	
Simmetria/Sezione componente	0,000			

Impacchettato	
$\Delta T$	17,70 K
$q$	18,251 W/m
L2D	1,031 W/mK
$U$	0,146 W/m <sup>2</sup> K
$I$	3,415 m
L2D-U	0,499 W/mK
PSI	0,533 W/mK
I-balcone	16,000 m
qPSI	8,521 W/m
Sup	56,000 m <sup>2</sup>
$\Delta U$	0,152 W/m <sup>2</sup> K
$U_{\text{eff}}$	0,298 W/m <sup>2</sup> K

# Balcone a taglio termico

Elemento taglio termico

Trasmittanza totale equivalente:  
 $U = 0,258 \text{ W/m}^2\text{K}$

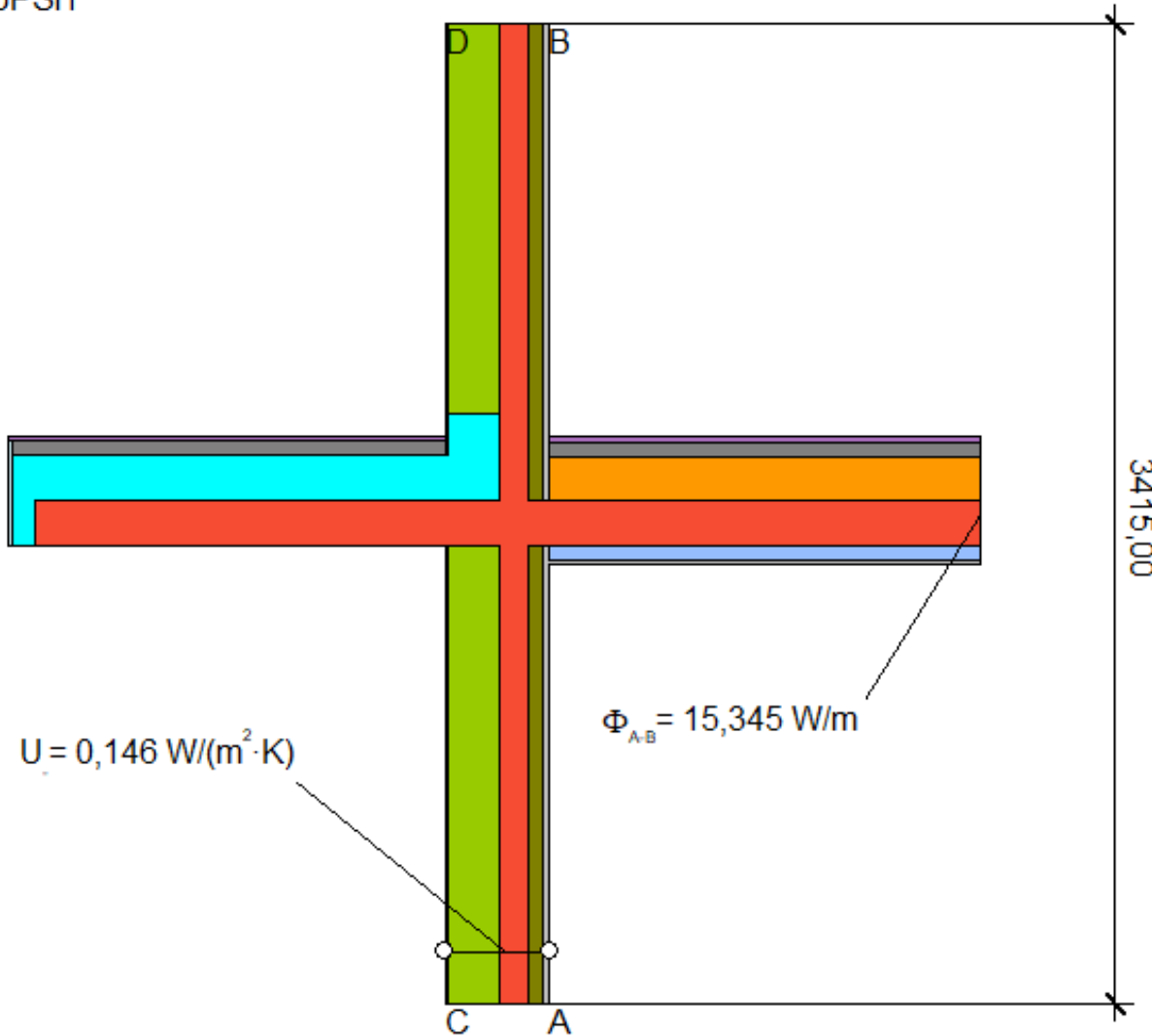


Condizione al bordo	$q[\text{W/m}^2]$	$\theta[^\circ\text{C}]$	$R[(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$\varepsilon$
Arco Santorum		2,300	0,040	
Interno metà inf		20,000	0,350	
Interno metà sup		20,000	0,250	
Simmetria/Sezione componente	0,000			

Schoeck XT1	
$\Delta T$	17,70 K
$q$	15,750 W/m
L2D	0,890 W/mK
$U$	0,146 W/m <sup>2</sup> K
$I$	3,415 m
L2D-U	0,499 W/mK
PSI	0,391 W/mK
I-balcone	16,000 m
qPSI	6,260 W/m
Sup	56,000 m <sup>2</sup>
$\Delta U$	0,112 W/m <sup>2</sup> K
Ueff	0,258 W/m <sup>2</sup> K

# Balcone Xlam

ModelloPSI1



Trasmittanza totale  
equivalente:  
 $U = 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$

<b>xlam</b>
30,00 K
15,345 W/m
0,512 W/mK
0,146 W/m²K
3,415 m
0,499 W/mK
0,013 W/mK
16,000 m
0,207 W/m
56,000 m²
0,004 W/m²K
0,150 W/m²K

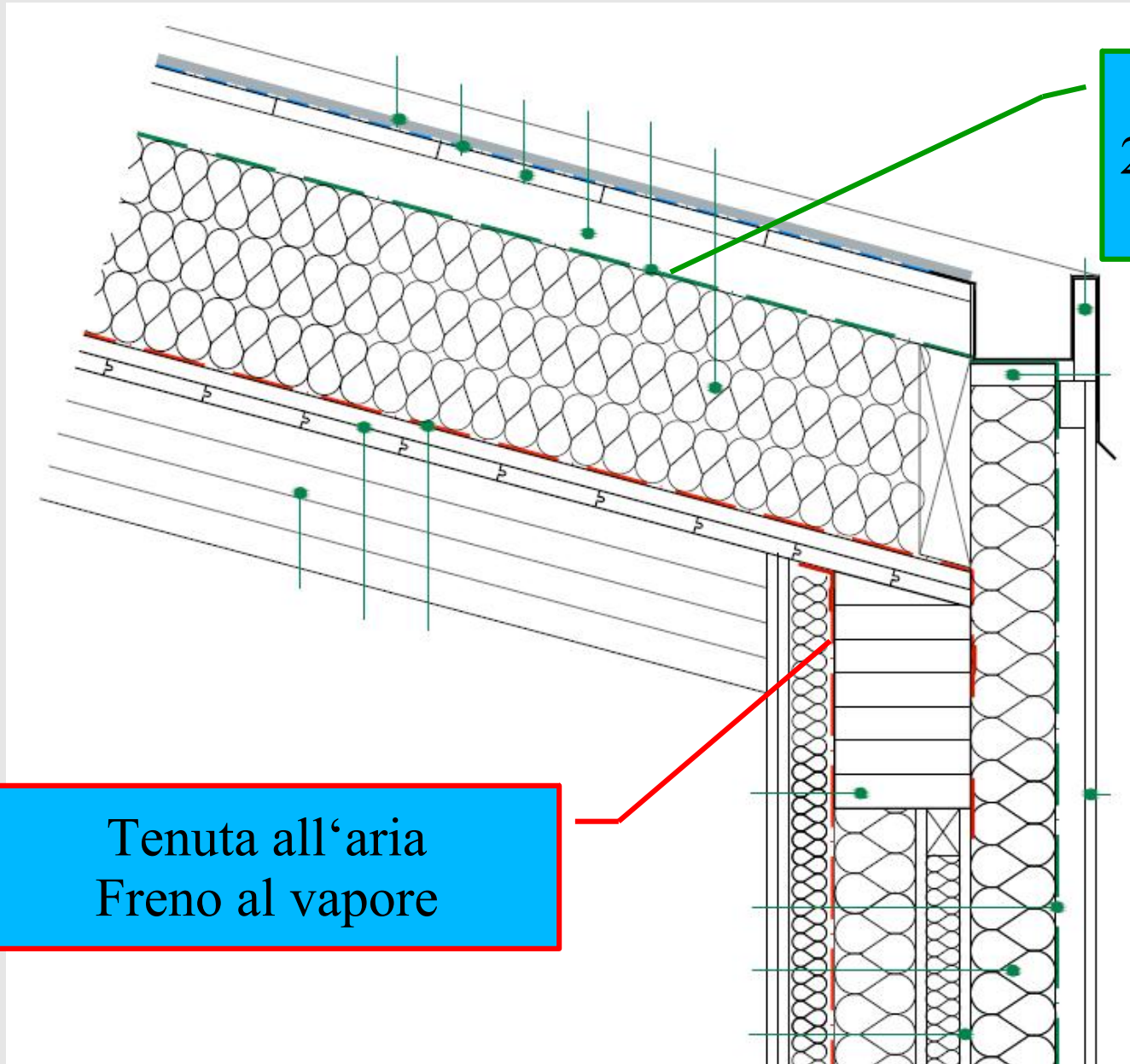
$$\psi_{A-C} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 = \frac{15,345}{30,000} - 0,146 \cdot 3,415 = 0,014 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$



# Sporgenza tetto

promolegno





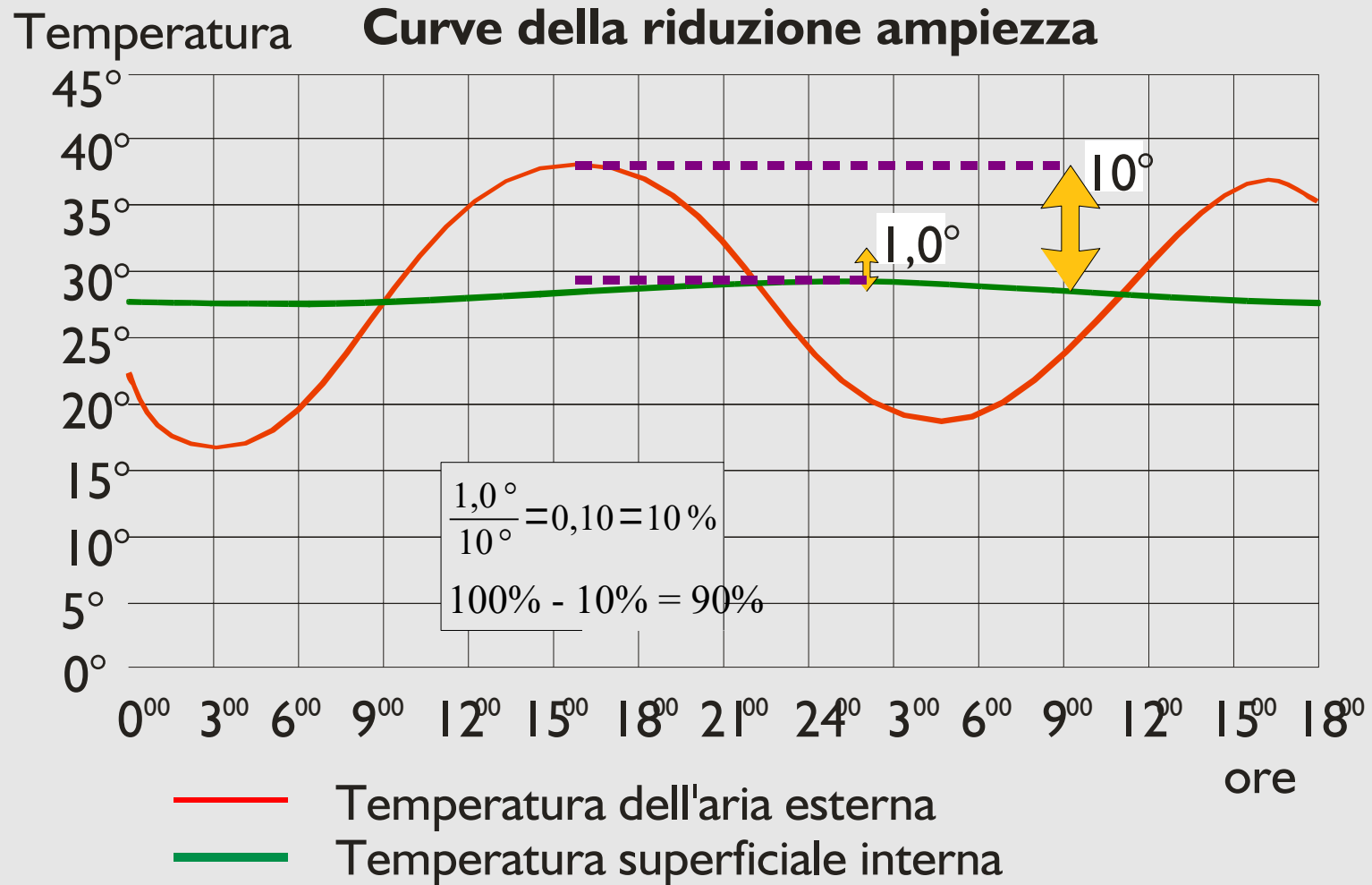
Tenuta al vento  
2a impermeabilizzazione  
traspirante

Tenuta all'aria  
Freno al vapore

## 2 Prestazione estiva

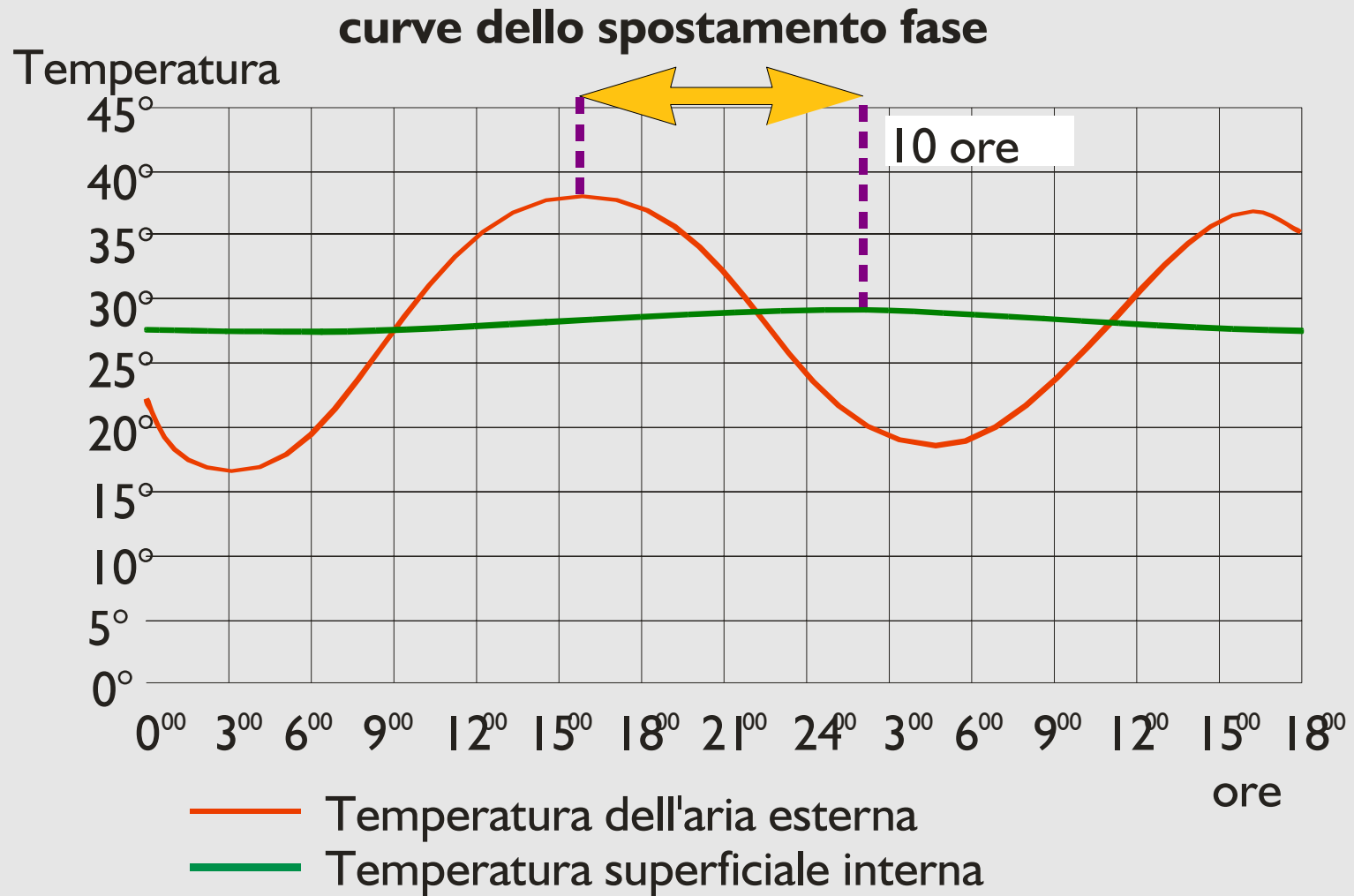
# Metodo „Heindl“: riduzione ampiezza = riduzione picchi

promo\_legno



# Metodo „Heindl“: sfasamento = passaggio dell'onda

promo\_legno



**Elementi trasparenti:** area solare equivalente estiva

$$A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup,util}} < (A_{\text{sol,est}} / A_{\text{sup,util}})_{\text{limite}}$$

$$A_{\text{sol,est}} = \sum_k F_{\text{sh,ob}} \times g_{\text{gl+sh}} \times (1 - F_{\text{F}}) \times A_{\text{w,p}} \times F_{\text{sol,est}} \quad [\text{m}^2]$$

**Elementi opachi:** se  $I_{\text{max}} > 290 \text{ W/m}^2$ :

- Massa superficiale  $> 230 \text{ kg/m}^2$

o

- Trasmittanza periodica  $U_{\text{din}} = Y_{\text{ie}} < Y_{\text{ie,limite}}$

$$Y_{\text{ie,limite}} \text{ parete} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Y_{\text{ie,limite}} \text{ tetto} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$$

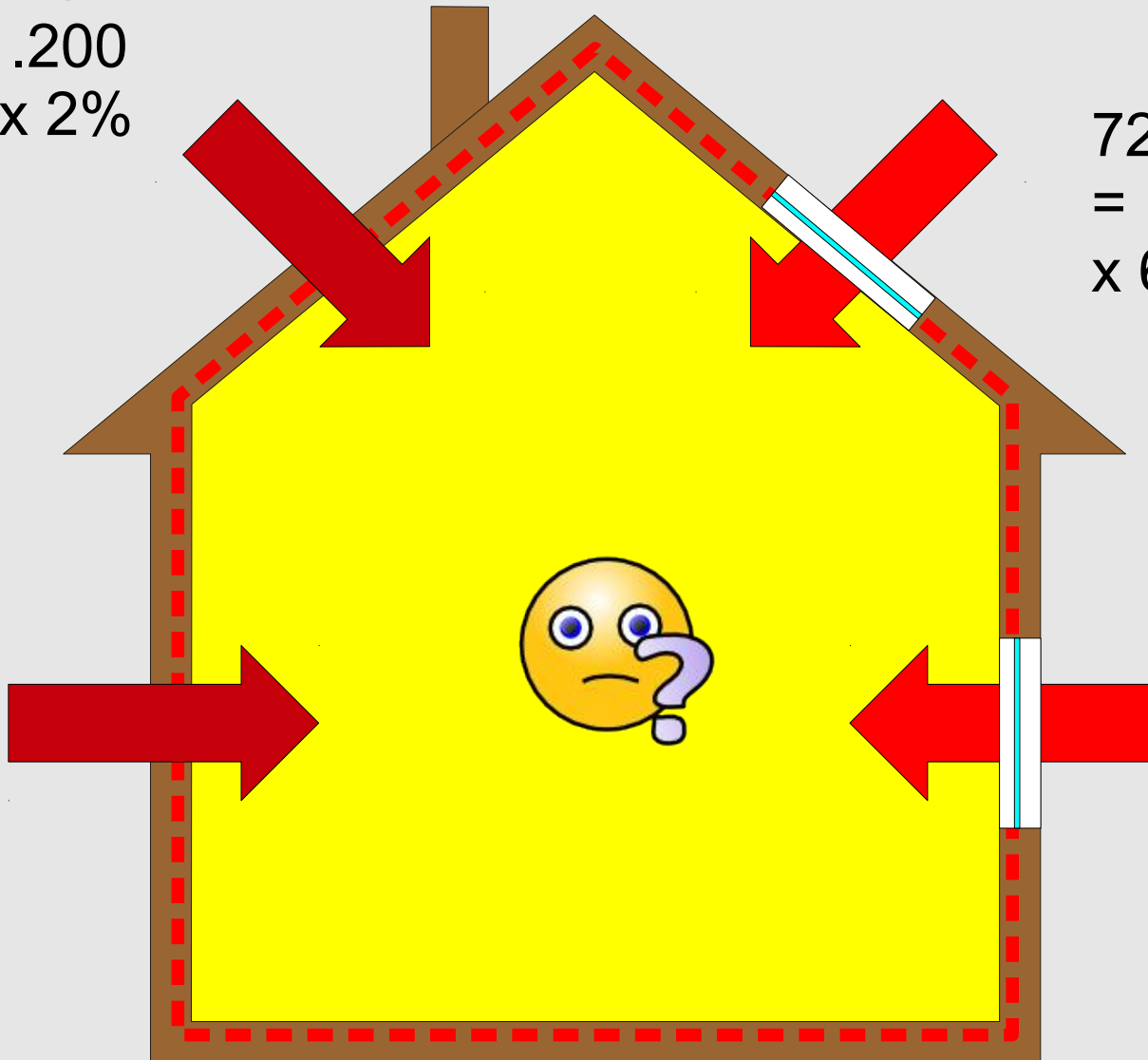
- *[Sistema vecchio Heindl]*



# DPR 59/09 decreto attuativo 192/05: limite agli elementi singoli ipromolegno

$$24 \text{ W/m}^2 \\ = 1.200 \\ \text{W} \times 2\%$$

$$720 \text{ W/m}^2 \\ = 1.200 \text{ W} \\ \times 60\%$$



# Parete X-Lam: riduzione ampiezza/sfasamento e Yie

promolegno

## Calcolo della prestazione estiva

### Parete 1

Valore medio mensile di irradianza nel mese di massima insolazione:

Controllo necessario se  $> 290 \text{ W/m}^2$

I m,s

289  $\text{W/m}^2$

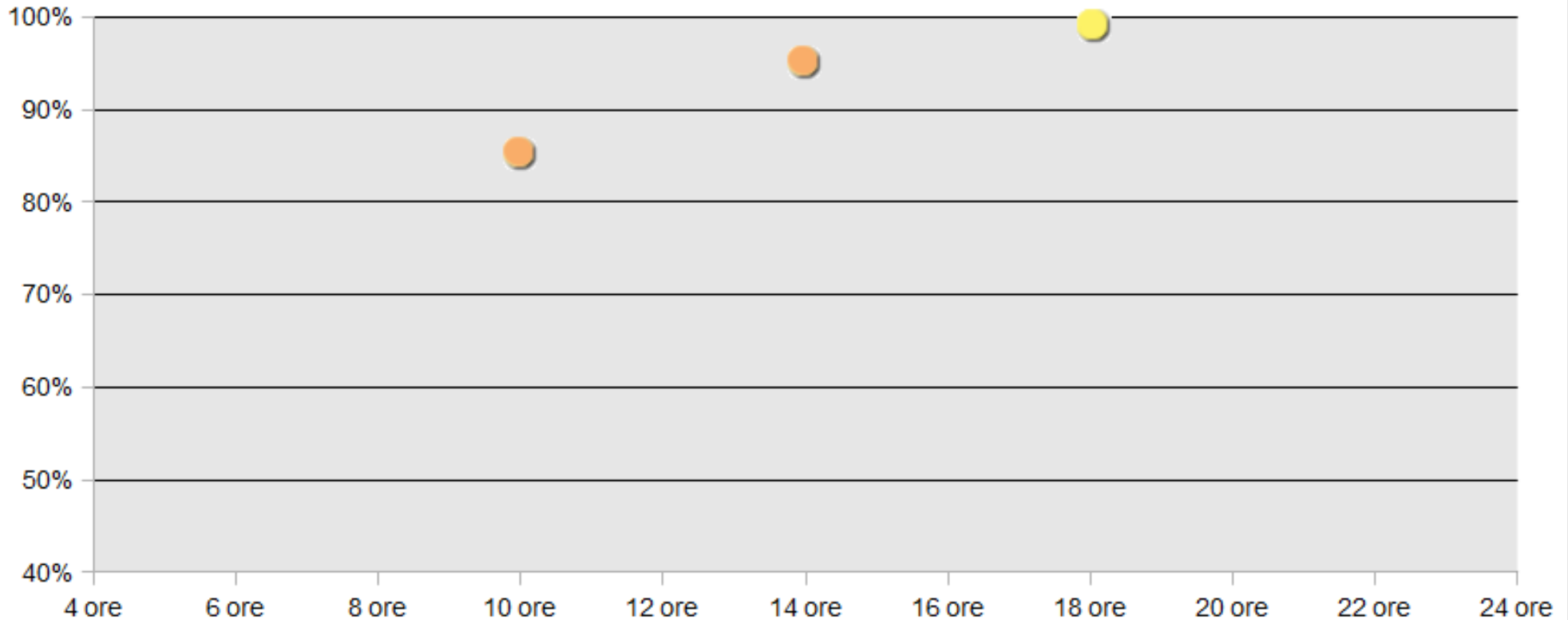
nr	Stratigrafia 1 dall'interno verso l'esterno	nr TAV	s [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Ms [kg]	$\lambda$ [W/mK]	c [Wh/kgK]
1	Cartongesso, doppio	6	2,5	900	23	0,250	0,278
2	Canapa, materassino	5	3,0	22	1	0,050	0,360
3	Freno al vapore						
4	X-Lam	4	12,0	500	60	0,130	0,444
5	Fibra di legno normale	3	8,0	160	13	0,040	0,580
6	Fibra di legno intonacabile	2	4,0	220	9	0,050	0,580
7	Intonaco al silicato	1	0,5	1.800	9	0,700	0,280
8							
9							
					Ms OK se $> 230 \text{ kg/m}^2$	<b>114</b>	<b>NO</b>



# Parete X-Lam: riduzione ampiezza/sfasamento e Yie

promo\_legno

	Minimo	Buono	Oggetto
<input type="checkbox"/> <b>Elemento macro-ventilato</b>			
<input type="checkbox"/> <b>Strato esterno rifletten</b>			
Spostamento fase	10,0 ore	14,0 ore	18,1 ore
Riduzione ampiezza	85%	95%	99%



Trasmittanza U dinamica estiva Yie:

**0,019 W/m<sup>2</sup>K**

Limite Yie 59/09:

**0,120 W/m<sup>2</sup>K**

**0,10 W/m<sup>2</sup>K**

Capacità termica areica dinamica:

**8,33 Wh/m<sup>2</sup>K**

Interna ci	Esterna ce
<b>8,33 Wh/m<sup>2</sup>K</b>	<b>6,68 Wh/m<sup>2</sup>K</b>

Differenza delle oscillazioni (sfasamento):

**8,8 ore**

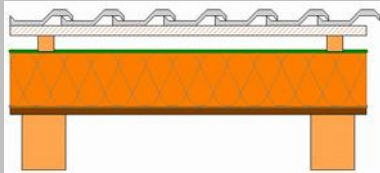
Fattore di attenuazione fa = Yie/Ustat:

**0,084**

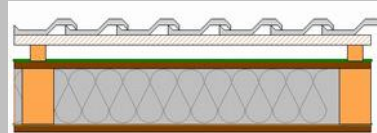
# Tetto X-Lam a confronto ( $U_{din} < 0,20$ )

promo\_legno

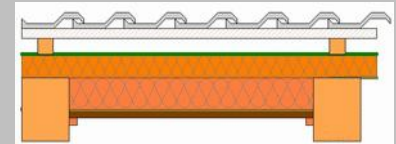
A:  $U_{din} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$



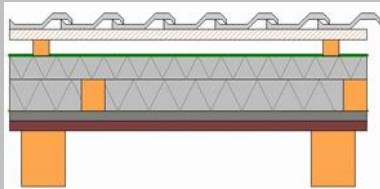
B:  $U_{din} = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$



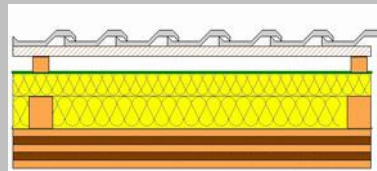
C:  $U_{din} = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$



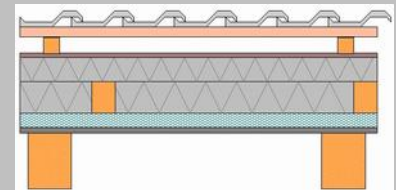
D:  $U_{din} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$



E:  $U_{din} = 0,06 \text{ W/m}^2\text{K}$



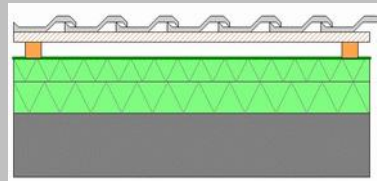
F:  $U_{din} = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$



G:  $U_{din} = 0,04 \text{ W/m}^2\text{K}$



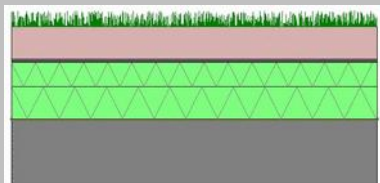
H:  $U_{din} = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$



I:  $U_{din} = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$



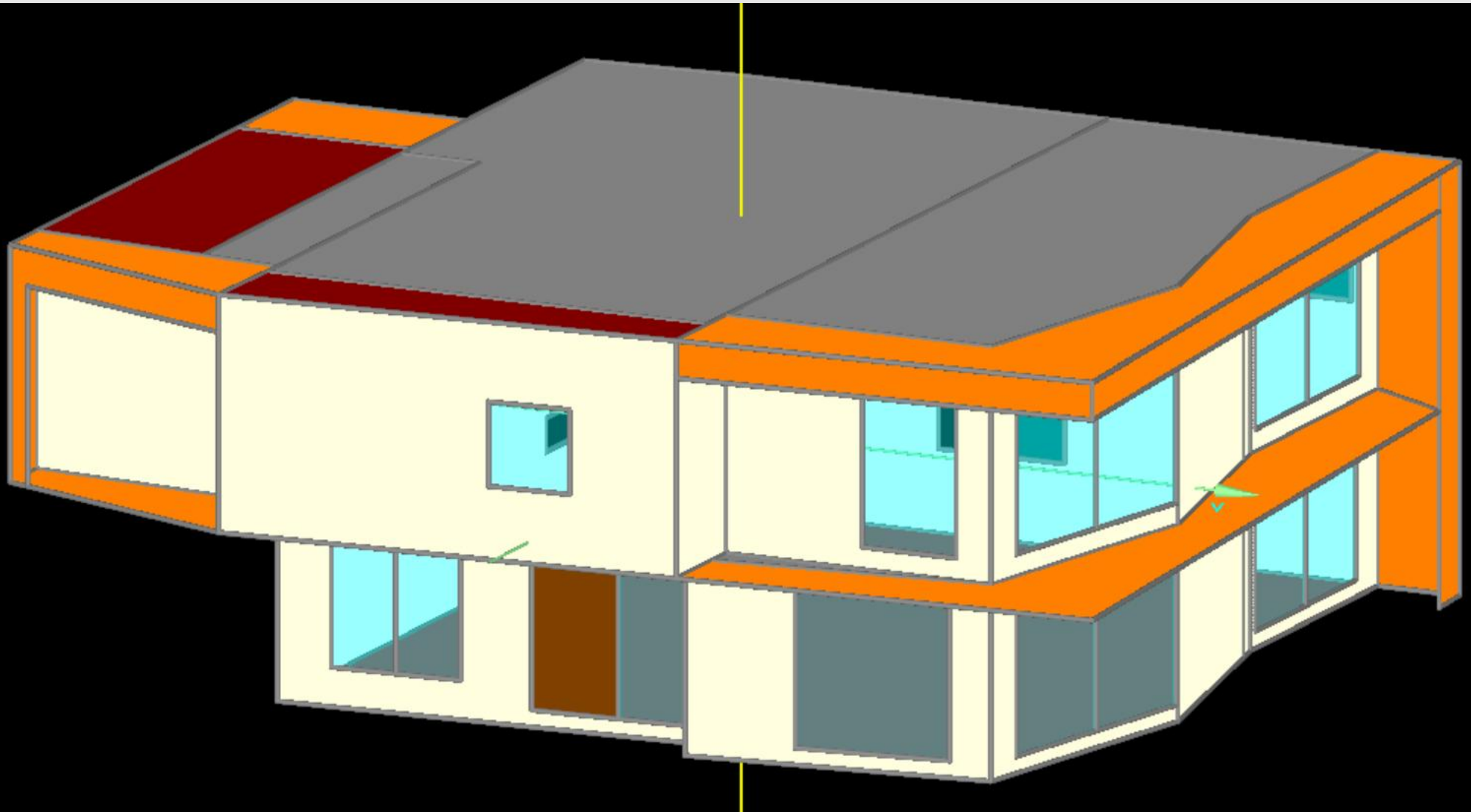
J:  $U_{din} = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$



K



L

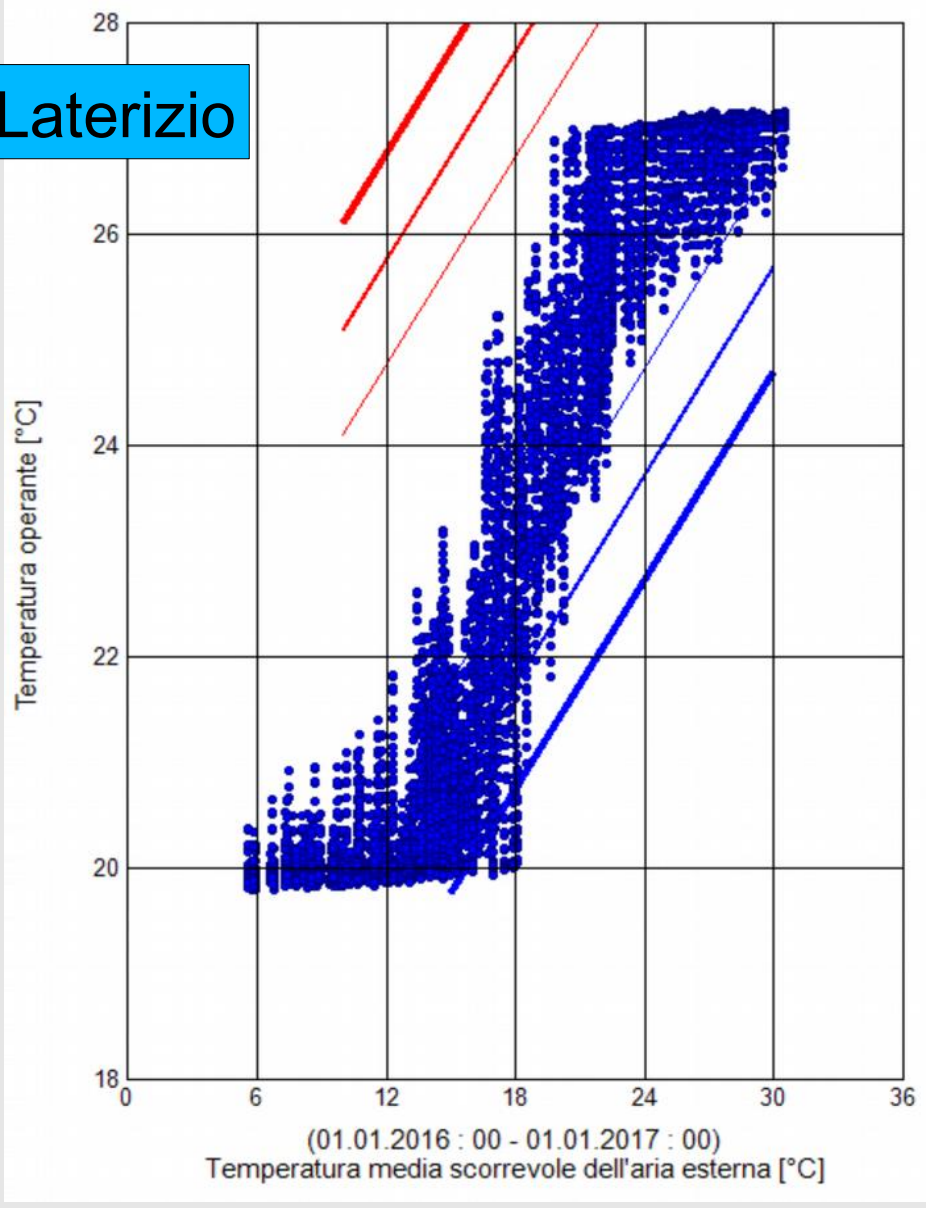


Cantiere Lecce - Simulazione dinamica termo-igrometrica WUFIplus

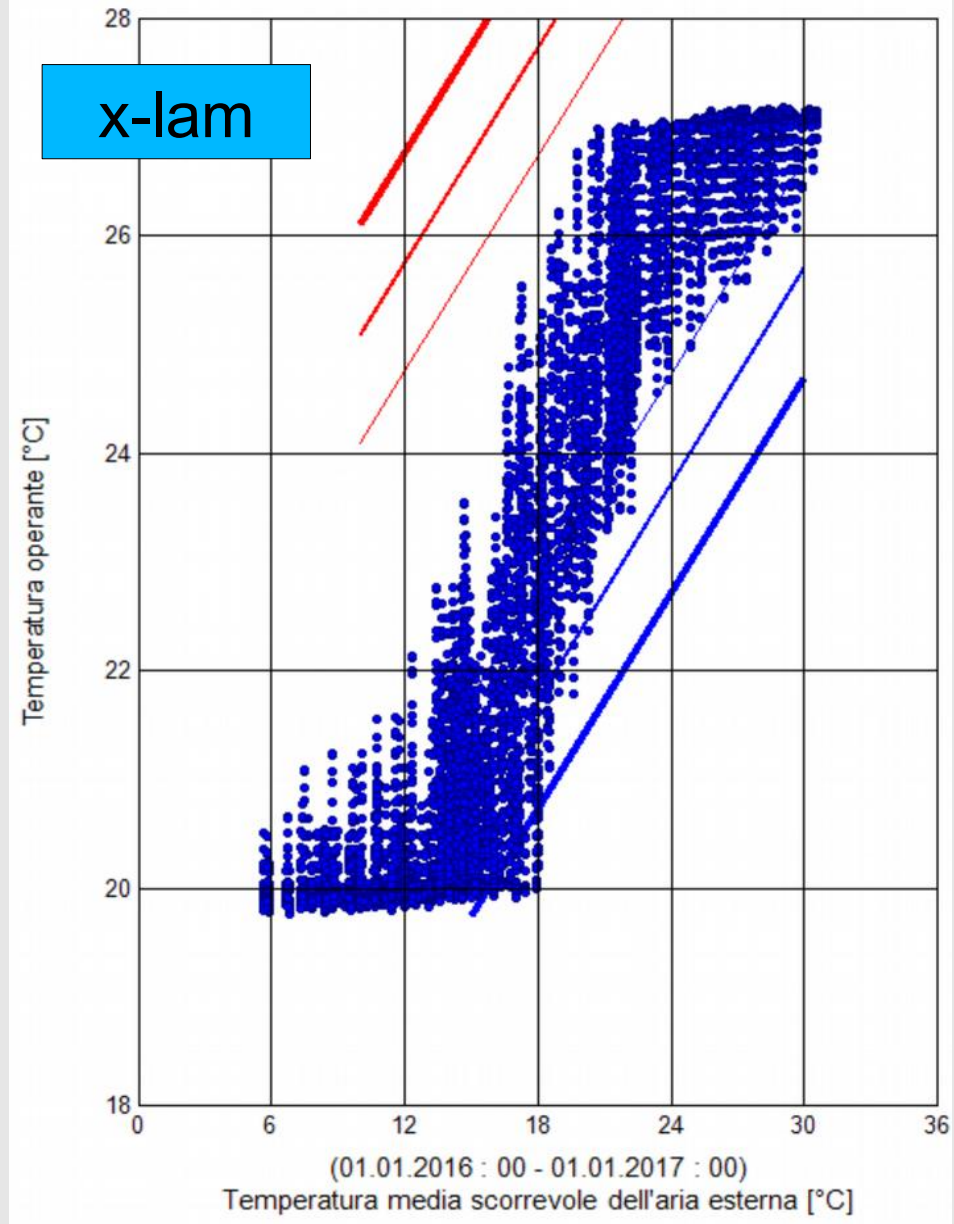


# Confronto X-Lam laterizio

Laterizio



x-lam

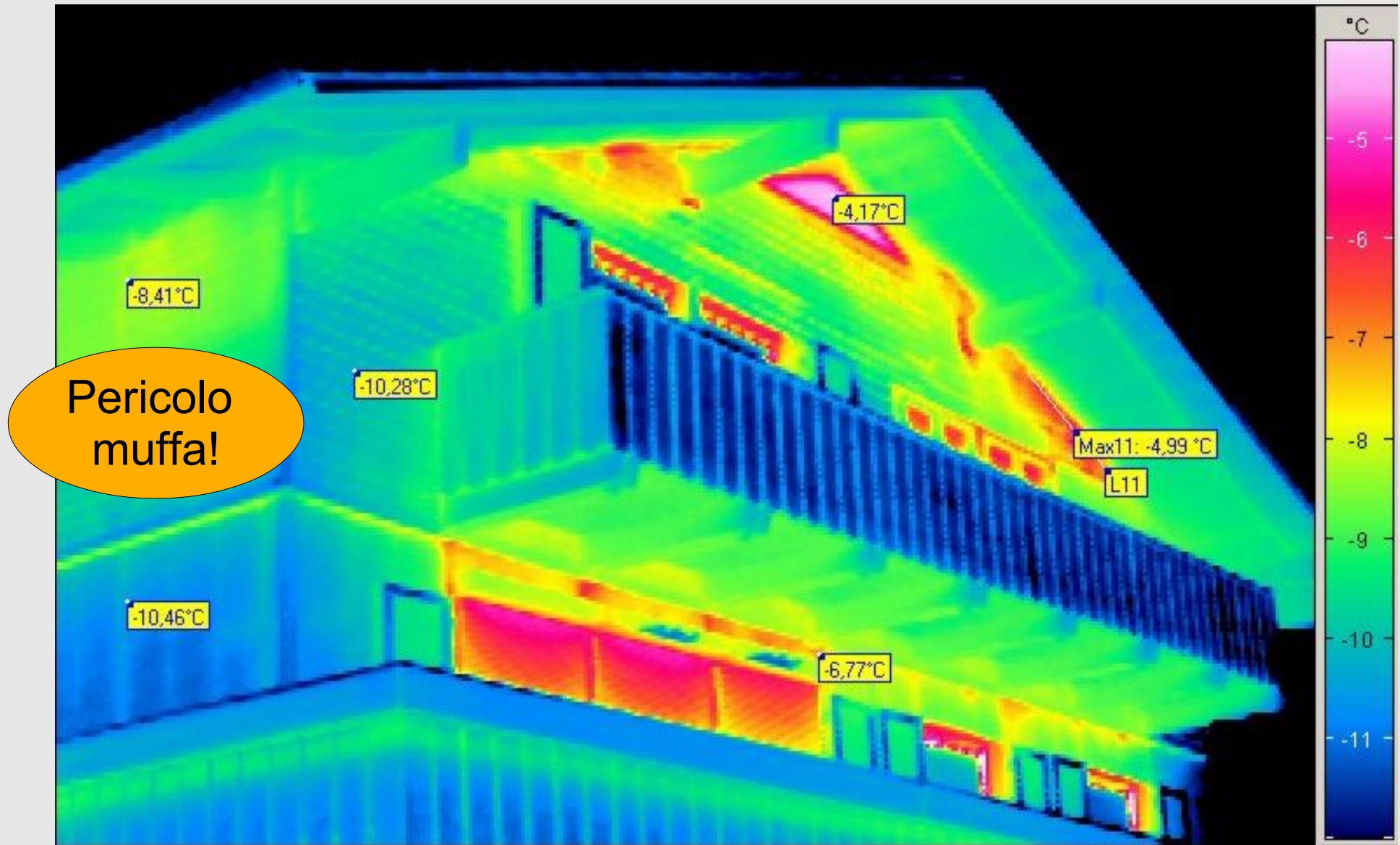


# 3 Condense interstiziali & pericolo muffa



# Perdite di calore per permeabilità all'aria e ponti termici

promo\_legno



## Il Test BlowerDoor



Si misura il valore

**n50**

per definire la tenuta  
all'aria di un'edificio.

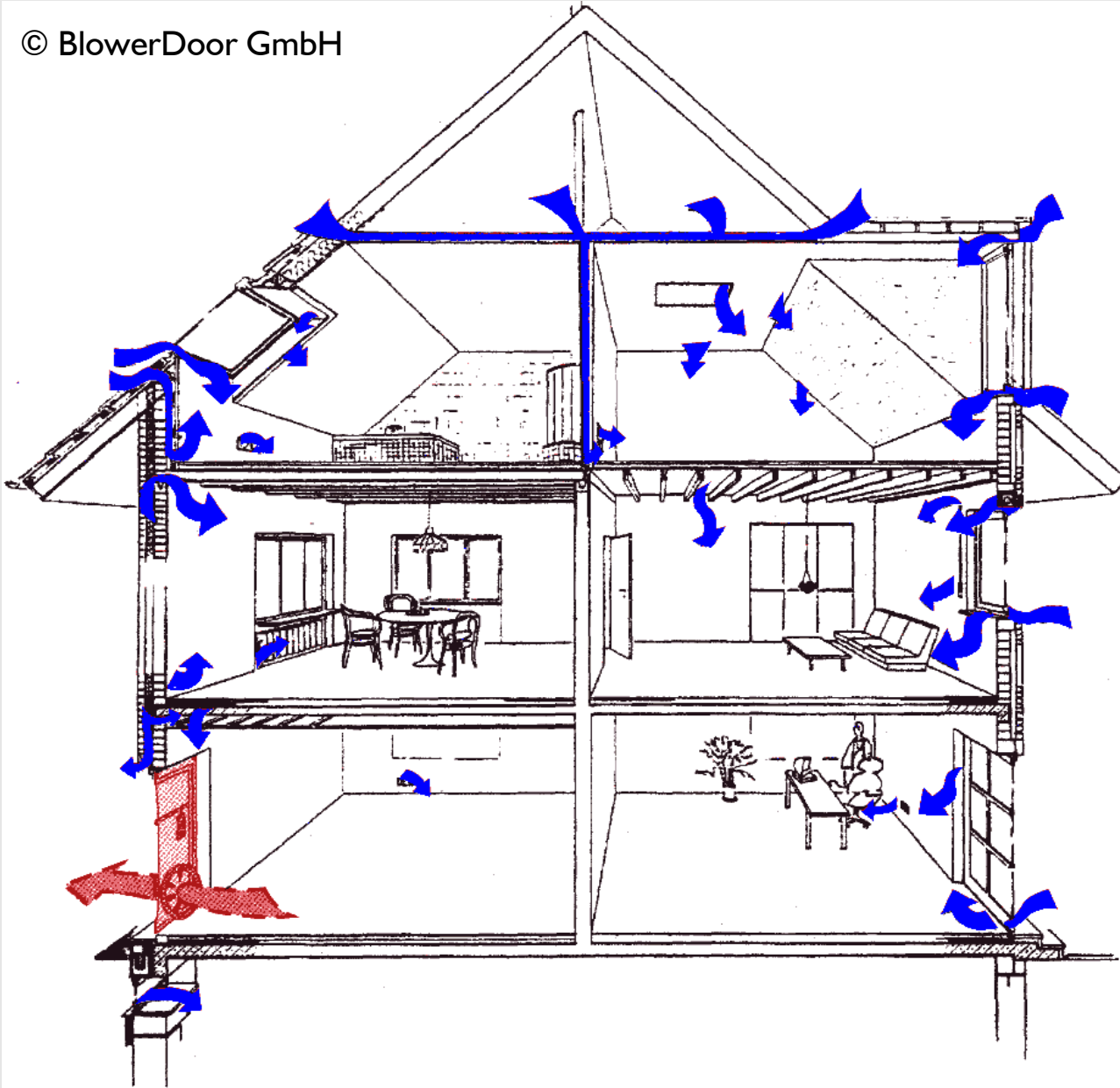
*UNI EN 13829: 2003*



## Il Test BlowerDoor

promolegno

© BlowerDoor GmbH



$$n_{50} = \frac{\dot{V}_{50}}{V_{\text{aria interna}}}$$

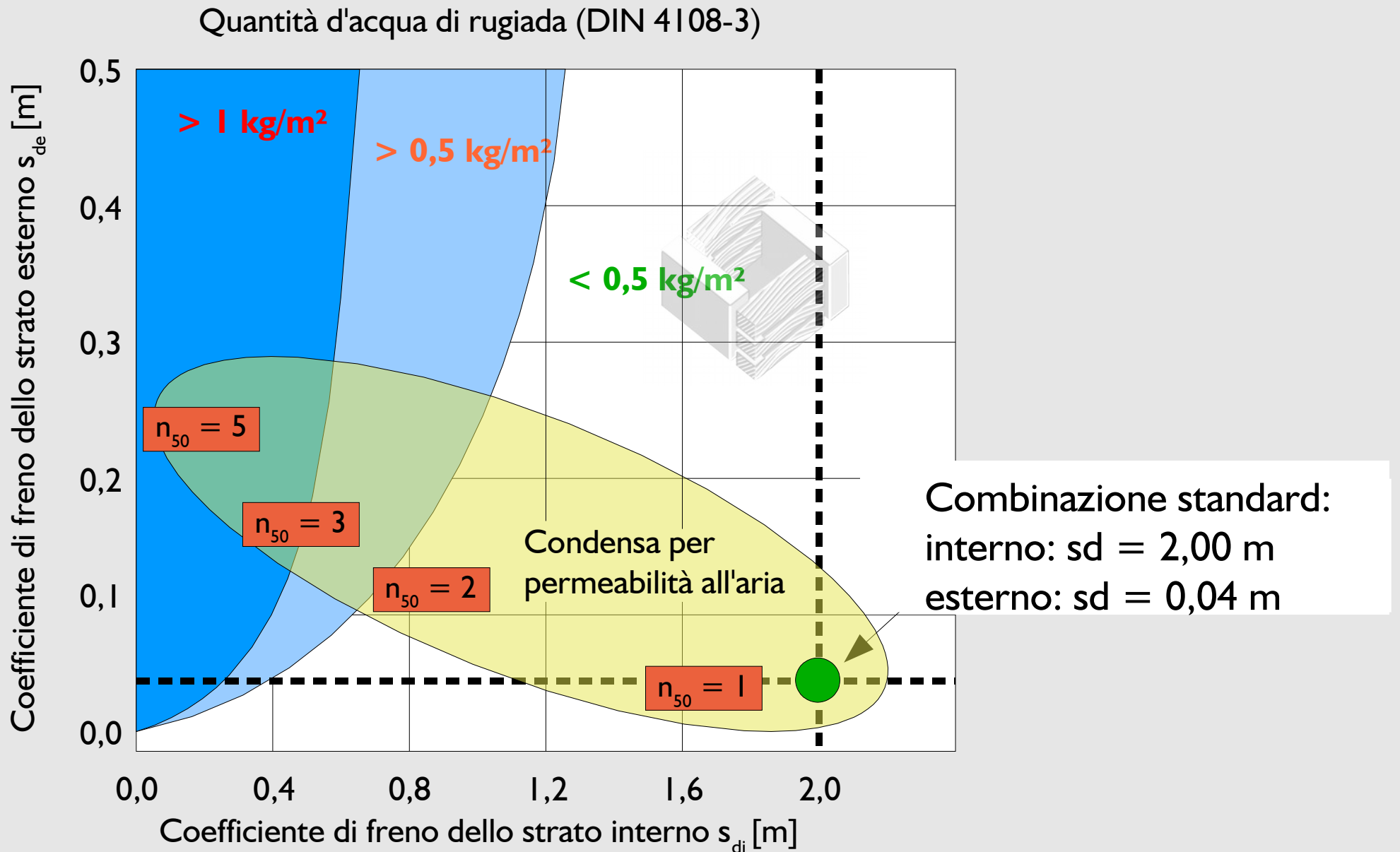
$n_{50}$  = rapporto tra  
l'aria persa (a 50 Pa di  
differenza di pressione)  
e il volume d'aria totale  
all'interno dell'involucro  
misurato.

# Perdite di calore per permeabilità all'aria

promo legno



# Perdite di calore per permeabilità all'aria

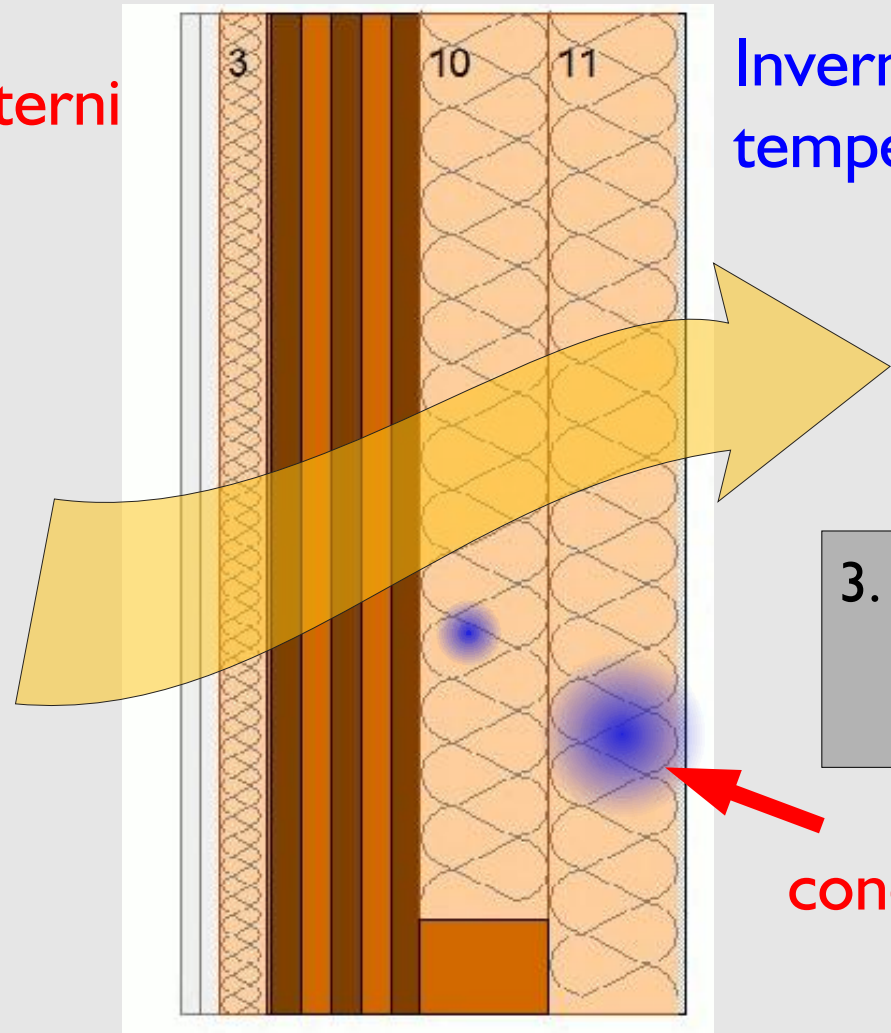


# Le condense interstiziali

20°C interni

Inverno:  
temperatura esterna -5°C

1. aria umida  
calda con 20°C



3. al punto di  
rugiada si forma  
la condensa

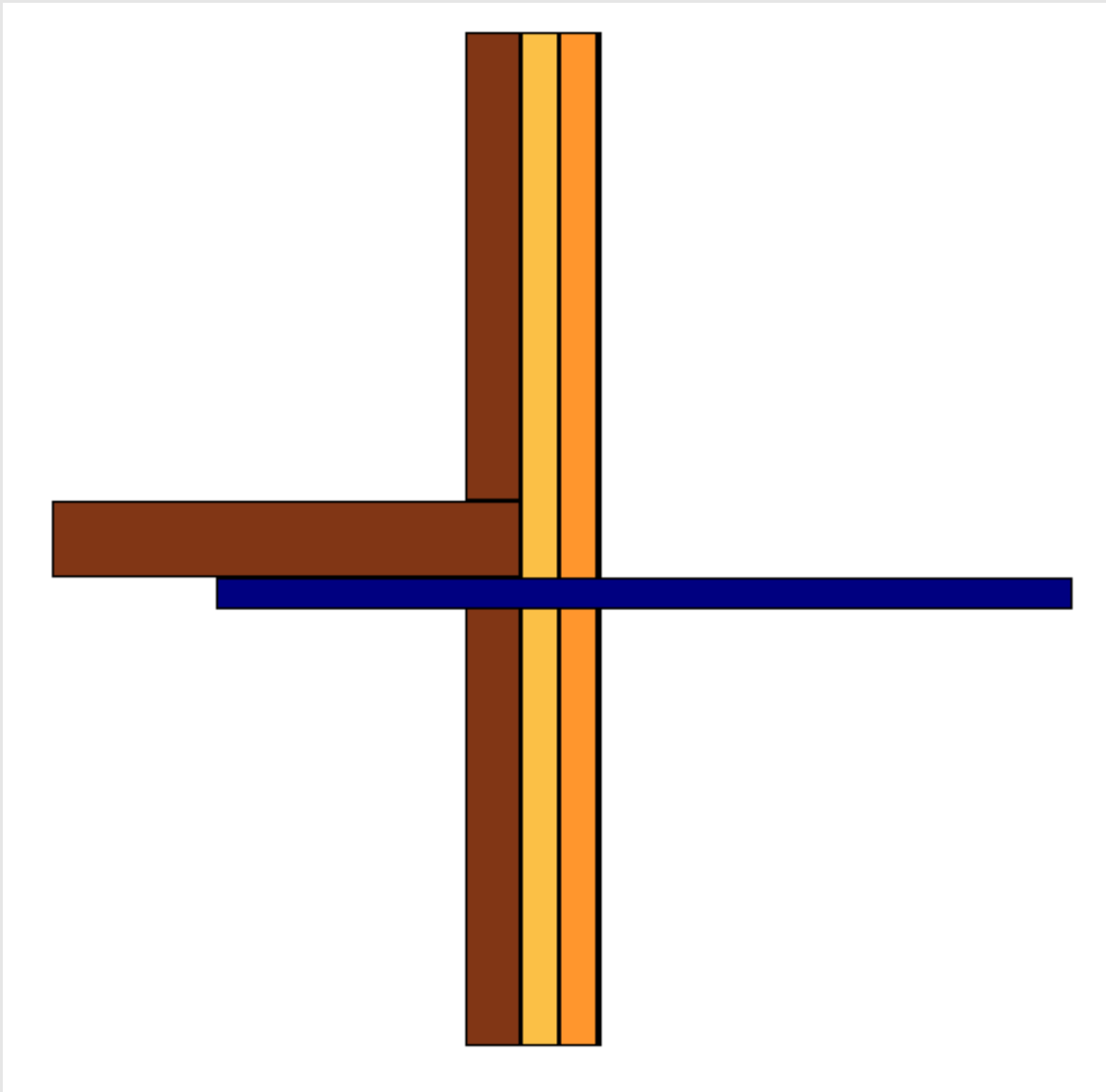
condensa

2. nel passaggio si raffredda  
e comincia a salire  
l'umidità relativa

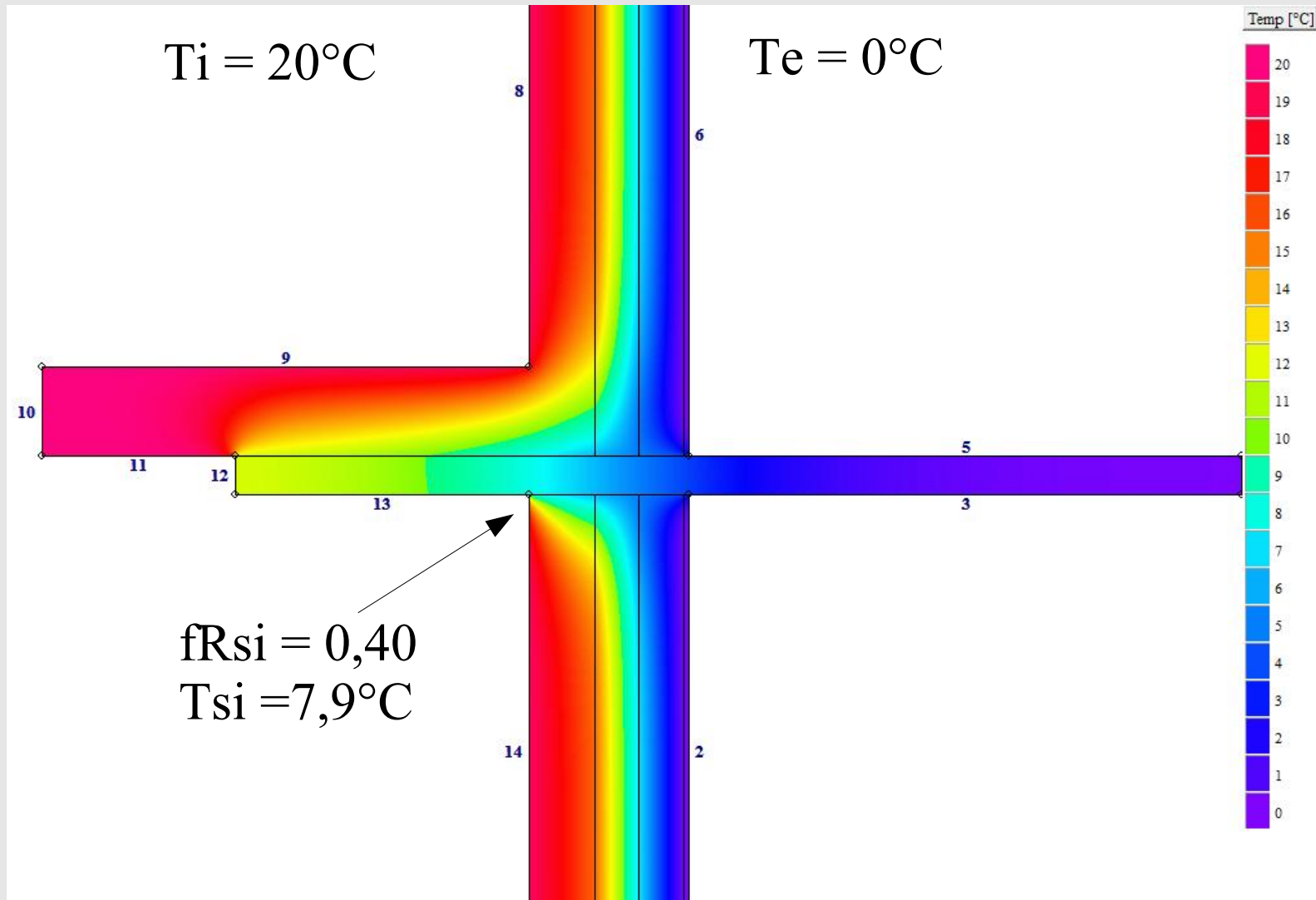
Nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, si procede in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788),

alla verifica dell'**assenza**:

- di **rischio di formazione di muffe**, con **particolare attenzione ai ponti termici** negli edifici di nuova costruzione;
- di **condensazioni interstiziali**.

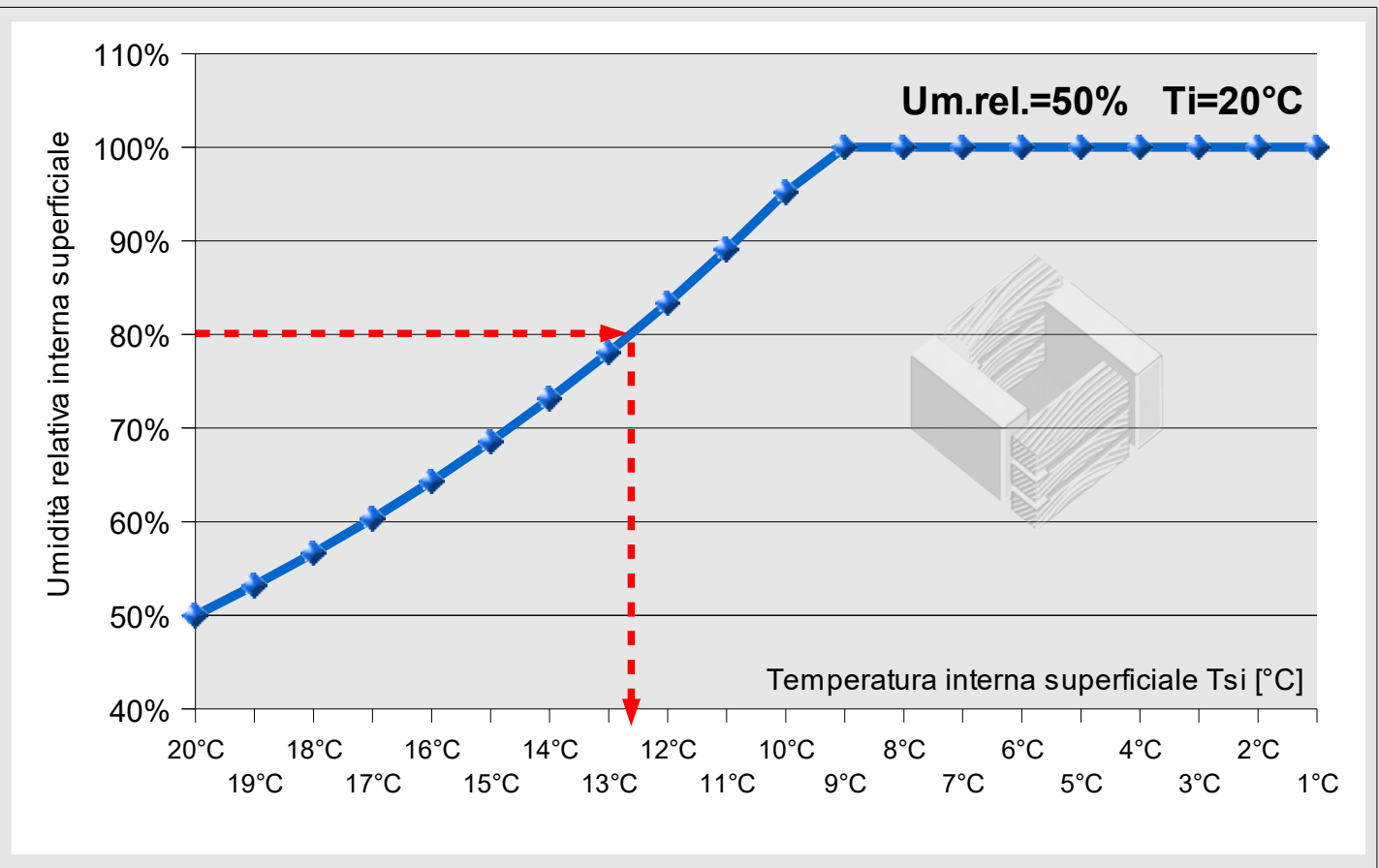


# Pericolo muffa



## Umidità relativa critica per crescita muffa

Ti	Um.rel.
20°C	<b>50%</b>
19°C	53%
18°C	57%
17°C	60%
16°C	64%
15°C	69%
14°C	73%
13°C	78%
12°C	83%
11°C	89%
10°C	95%
9°C	100%
8°C	100%
7°C	100%
6°C	100%
5°C	100%
4°C	100%
3°C	100%
2°C	100%
1°C	100%





# Pericolo muffa

Urel e Timin (UNI 13788 B.1)

Classe 3

$T_e$	$UR_e$	$p_{sat,e}$	$p_e$
1,7°C	86%	690 Pa	594 Pa

$\Delta p$	$\Delta p_{cl3}$	$p_i$	$p_{sat}(T_{si})$
810 Pa	815 Pa	1.409 Pa	1.761 Pa

$T_{si,min}$	$T_i$	$f_{Rsi min}$	$p_{sat}(T_i)$
15,5°C	20,0°C	0,75	2.337 Pa
$UR_i$			
60%			

Classe	Tipo	$\Delta p$
Classe 5	Lavanderie, piscine, ...	1.080 Pa
Classe 4	Alto affollamento, cucine, ...	1.080 Pa
Classe 3	Residenziale	810 Pa
Classe 2	Uffici, negozi	540 Pa
Classe 1	Magazzini	270 Pa

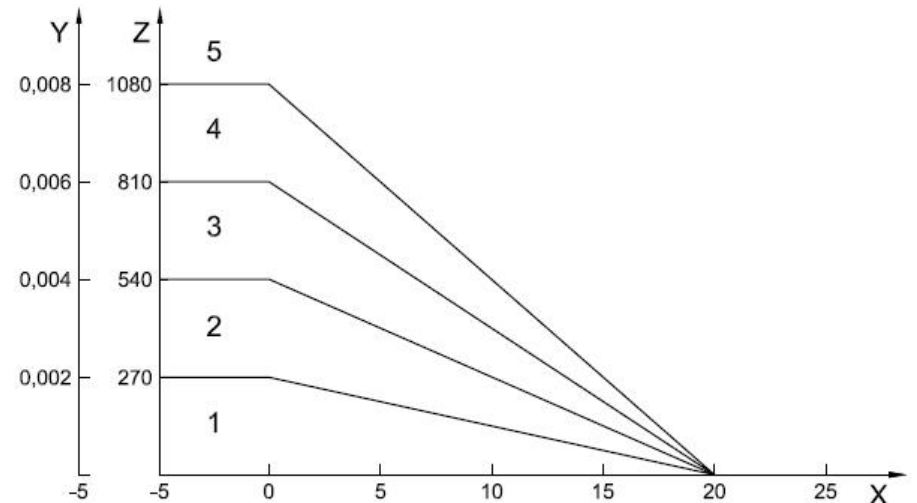
figura A.1 Variazione delle classi di umidità interna in funzione della temperatura esterna

Legenda

X Temperatura media mensile dell'aria esterna,  $\theta_e$  in °C

Y  $\Delta v$  in kg/m<sup>3</sup>

Z  $\Delta p$  in Pa



Città	$T_e$	$UR_e$	$T_{si,min}$	$UR_i$	$f_{Rsi min}$
Bari	8,6°C	68%	13,9°C	54%	0,46
Bolzano	1,2°C	55%	13,1°C	52%	0,63
Milano	1,7°C	86%	15,5°C	60%	0,75
Roma	7,6°C	82%	15,5°C	60%	0,64
Verona	2,4°C	82%	15,2°C	59%	0,73

## 4 Prestazione acustica

Cat	Destinazione	$R'_w$ [dB]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]
<b>A</b>	Residenziale	$\geq 50$	$\geq 40$	$\leq 63$
<b>B</b>	Uffici	$\geq 50$	$\geq 42$	$\leq 55$
<b>C</b>	Alberghi	$\geq 50$	$\geq 40$	$\leq 63$
<b>D</b>	Ospedali	$\geq 55$	$\geq 45$	$\leq 58$
<b>E</b>	Scuole	$\geq 50$	$\geq 48$	$\leq 58$
<b>F</b>	Attività ricreative o di culto	$\geq 50$	$\geq 42$	$\leq 55$
<b>G</b>	Attività commerciali	$\geq 50$	$\geq 42$	$\leq 55$

<i>Divisorie</i>	<i>Facciate</i>	<i>Calpestio</i>
------------------	-----------------	------------------

# La classificazione acustica *(volontarie)*

promo\_legno

Classe acustica	Indici di valutazione					Alberghi	
	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$R'_w$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]	$L_{ic}$ [dBA]	$L_{id}$ [dBA]	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$L'_{nw}$ [dB]
I molto buona	$\geq 43$	$\geq 56$	$\leq 53$	$\leq 25$	$\leq 30$	$\geq 56$	$\leq 53$
II buona	$\geq 40$	$\geq 53$	$\leq 58$	$\leq 28$	$\leq 33$	$\geq 53$	$\leq 58$
III di base	$\geq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$	$\leq 32$	$\leq 37$	$\geq 50$	$\leq 63$
IV modesta	$\geq 32$	$\geq 45$	$\leq 68$	$\leq 37$	$\leq 42$	$\geq 45$	$\leq 68$

<i>Facciate</i>	<i>Divisorie</i>	<i>Calpestio</i>	<i>Impianti continui</i>	<i>Impianti discontinui</i>	<i>Facciate</i>	<i>Calpestio</i>
-----------------	------------------	------------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------	------------------

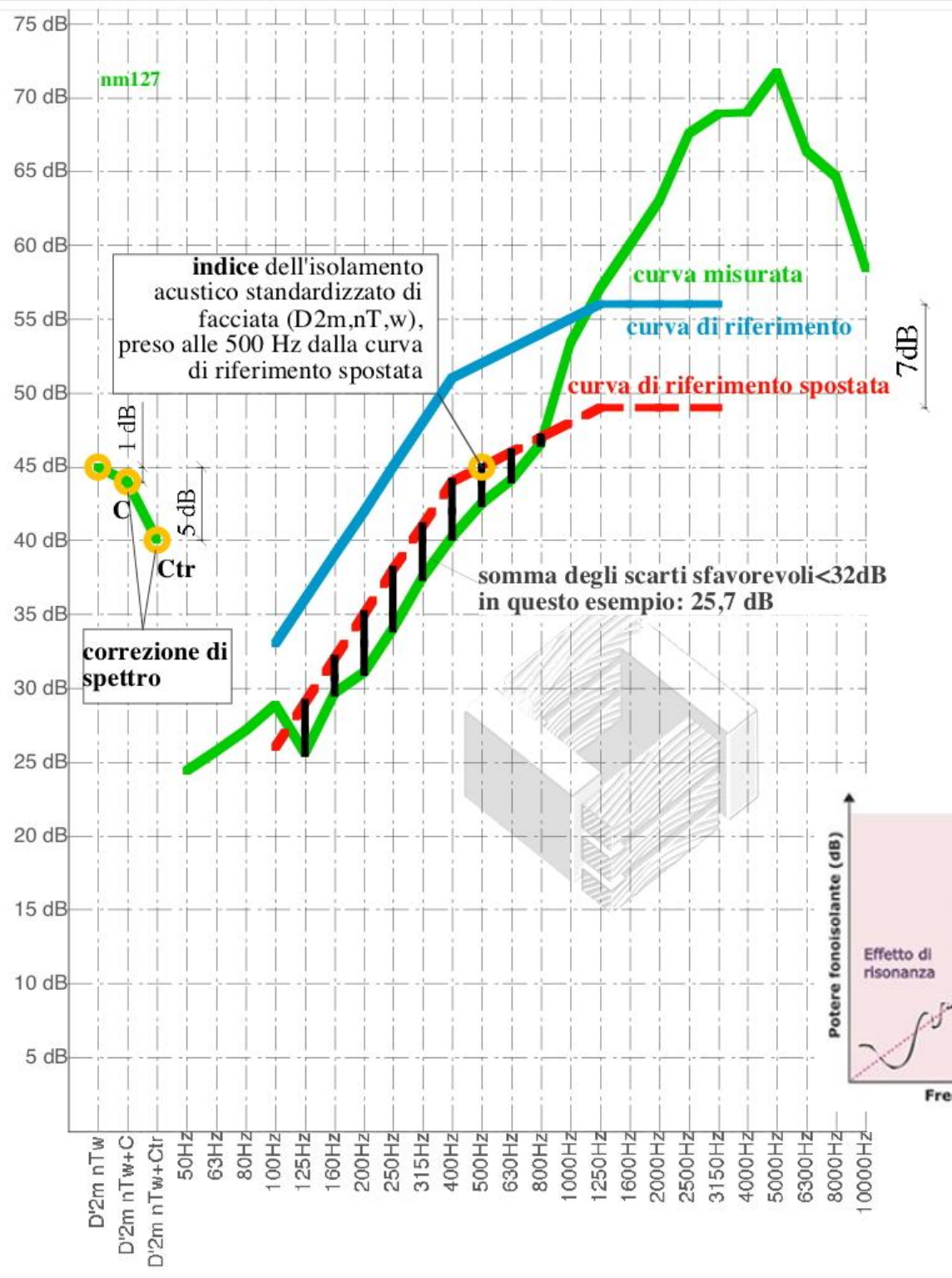
*Nota: esclusi scuole e ospedali*

Efficacia dell'isolamento acustico di facciata

Rumore esterno	Classe di isolamento acustico di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )			
	IV	III	II	I
Molto silenzioso	Di base	Buona	Molto buona	Molto buona
Abbastanza silenzioso	Modesta	Di base	Buona	Molto buona
Mediamente rumoroso	Modesta	Modesta	Di base	Buona
Molto rumoroso	Modesta	Modesta	Modesta	Di base

# TEST

promo\_legno







I punti seguenti riassumono in modo generale elementi da considerare per elementi in X-Lam

- Il principio massa-molla-massa funziona anche con i pannelli X-Lam sia in parete che tetto che solaio.
- Masse aggiuntive sono importanti per ridurre il passaggio di rumore a frequenze basse (p.e. traffico, aerei, ...) e al calpestio.
- Coibentazioni leggeri-rigidi (polistirene espanso, polistirene estruso, ...) hanno bisogno di masse aggiuntive.
- Le aperture, come crepe o imperfezioni di lavoro che aprono fughe aperte verso l'esterno (mancanza di tenuta all'aria) indeboliscono l'isolamento acustico, specie se l'aria passa attraverso superfici acusticamente non assorbenti. Per esempio, i materiali fibrosi, in questo caso sono più adatti dei materiali rigidi, perché assorbono il rumore.



- Anche tutte le altre aperture come le finestre e tubi influiscono molto sul risultato complessivo. L'elemento più debole influisce di più. Economicamente conviene minimizzare le differenze di isolamento acustico nella facciata.
- Elementi che passano dall'interno all'esterno (travetti, travi, ...) conducono molto rumore all'interno. Termicamente e acusticamente è meglio una soluzione con elementi esterni attaccati.

Attenzione: In cantiere spesso succedono situazioni non previste, per cui è importantissimo non prevedere di rimanere a ridosso del limite di legge. Si consiglia di lasciarsi un margine sicurezza di almeno 5 dB.

dataholz.com  
Servizio di Holzforschung Austria

Contatti | Condizioni d'uso

Costruire con il legno  
Progetti e Tecnologie

materialelegno  
Rivista

Convegni e Corsi  
Formazione

Calcolo Coperture  
Tool Online

promo\_legno rispo  
Consulenza tecnica

Home / Parete esterna

Parete esterna

### Componenti da costruzione - Parete esterna

#### Identificazione in base al tipo di costruzione

Costruzione: vano tecnico  
costruzione massiccia di legno con vano tecnico

Retroventilazione: retroventilato

Facciata: intonacata

#### Identificazione in base alle proprietà fisico-costruttive

Protezione dal fuoco: -

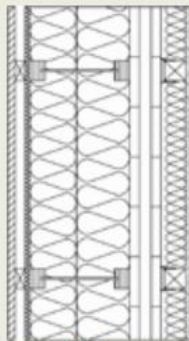
Protezione dal rumore:  $R_w(C, C_{tr})$  47-58  
 $L_{n,w}(C_l)$

Protezione termica:  $U$   $\leq 0,20$

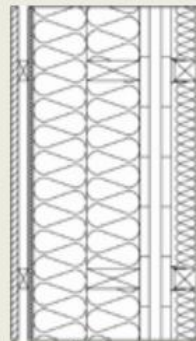
Azzer

Visualizza

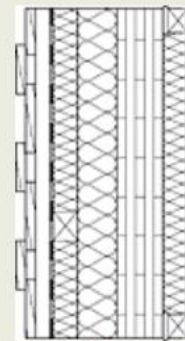
### Risultato



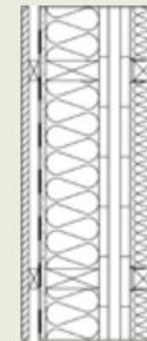
awmhh01a  
Quantità di varianti: 3



awmhh02a  
Quantità di varianti: 3



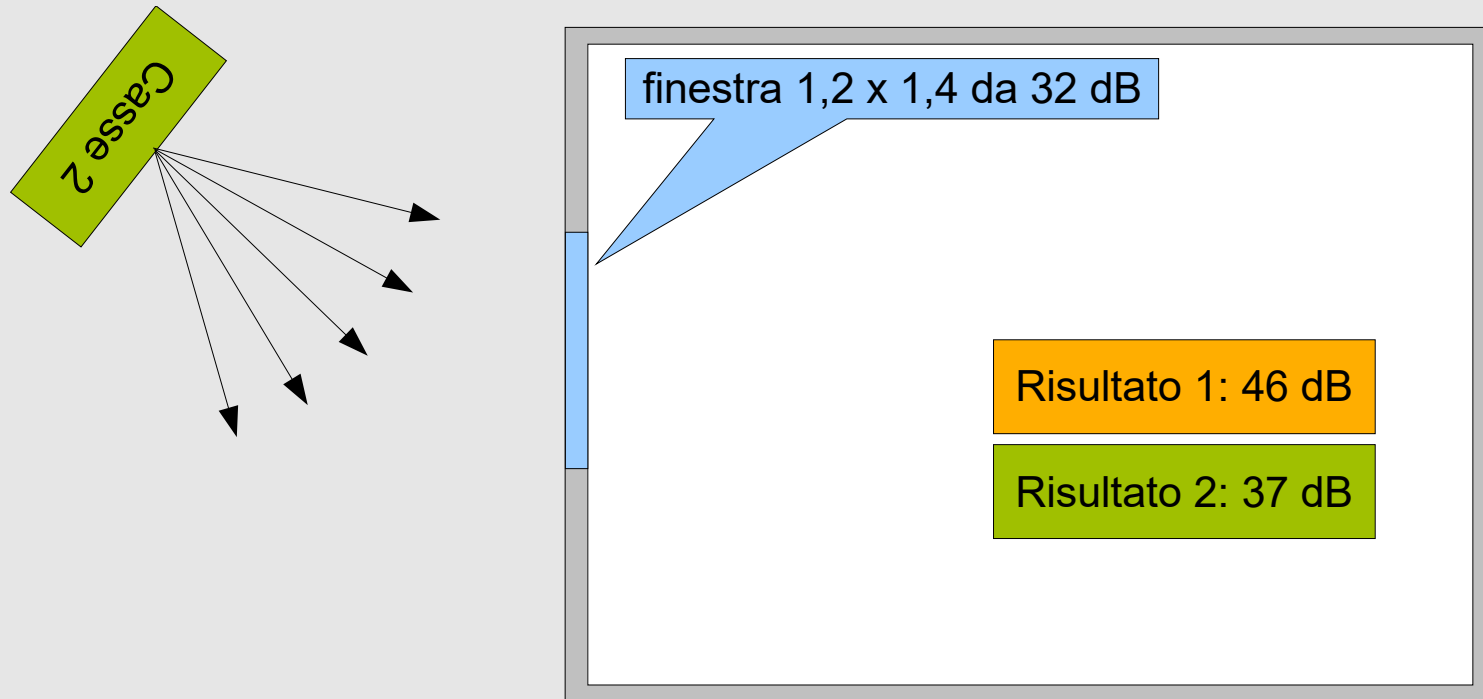
awmoh01a  
Quantità di varianti: 5



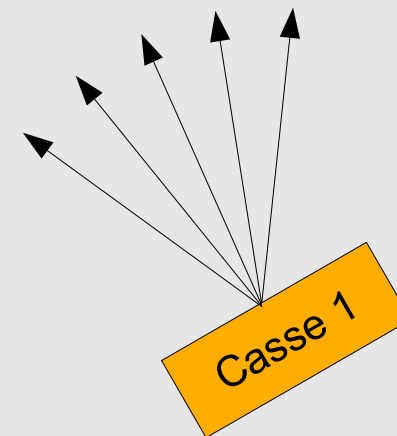
awmoh02a  
Quantità di varianti: 4



# Esempio reale



Limite di legge:  $D_{2m,nT,w} < 40 \text{ dB}$





## Günther Gantioler

TBZ - Centro di Fisica Edile

Via Oberdorf 11, I-39040 Barbiano

Web: [www.tbz.bz](http://www.tbz.bz) Email: [info@tbz.bz](mailto:info@tbz.bz)



**FISICA TECNICA CERTIFICAZIONI MISURE CORSI**