

COLLEGIO  
GEOMETRI  
PORDENONE

- Principi di comfort invernale, estivo, acustico e traspirabilità: l'importanza dell'involucro
- Stratigrafie e corretta scelta dei materiali coibenti: durabilità delle prestazioni
- La protezione ideale del pacchetto coibente per evitare muffe, odori, marcescenza e degradamento
- Barriere al vapore, schermi freno al vapore, membrane traspiranti: differenze e corretto utilizzo
- Membrane ad alta e bassa traspirazione, norma UNI 11470:2015, definizione e posa in opera
- Condensa interstiziale dal metodo di glaser all'analisi in regime dinamico
- Ristrutturazione, isolare dall'interno: problematiche e soluzioni
- Membrane interamente autoadesive la nuova frontiera applicativa
- Nodo primario e secondario nel serramento, norma UNI 11673:2017
- L'importanza della ventilazione nelle coperture: norma UNI 9460:2023
- Comportamento al fuoco dei materiali: come affrontare il tema del fotovoltaico nelle coperture

Davide Sinigaglia

Pordenone (PN), 23/06/2026

**EDILIZIA SOSTENIBILE**

you find you are not, I hope you have  
the courage to start all over again.  
- F Scott Fitzgerald



**PASSIAMO IL 90% DEL NOSTRO TEMPO ALL'INTERNO DI EDIFICI**













PER INFORMAZIONI TELEFONARE AL NUMERO:  
02 8250418 - 335.2107291





## L'IMPORTANZA DELL'INVOLUCRO TERMICO

- ✓ *Permette di immagazzinare energia negli edifici*
- ✓ *Contribuisce ad aumentare il comfort e a preservare la struttura*
- ✓ *Riduce notevolmente il fabbisogno di energia*
- ✓ *Di conseguenza riduce notevolmente i costi*



**Il parlamento UE ha approvato la Direttiva Case Green EPBD**

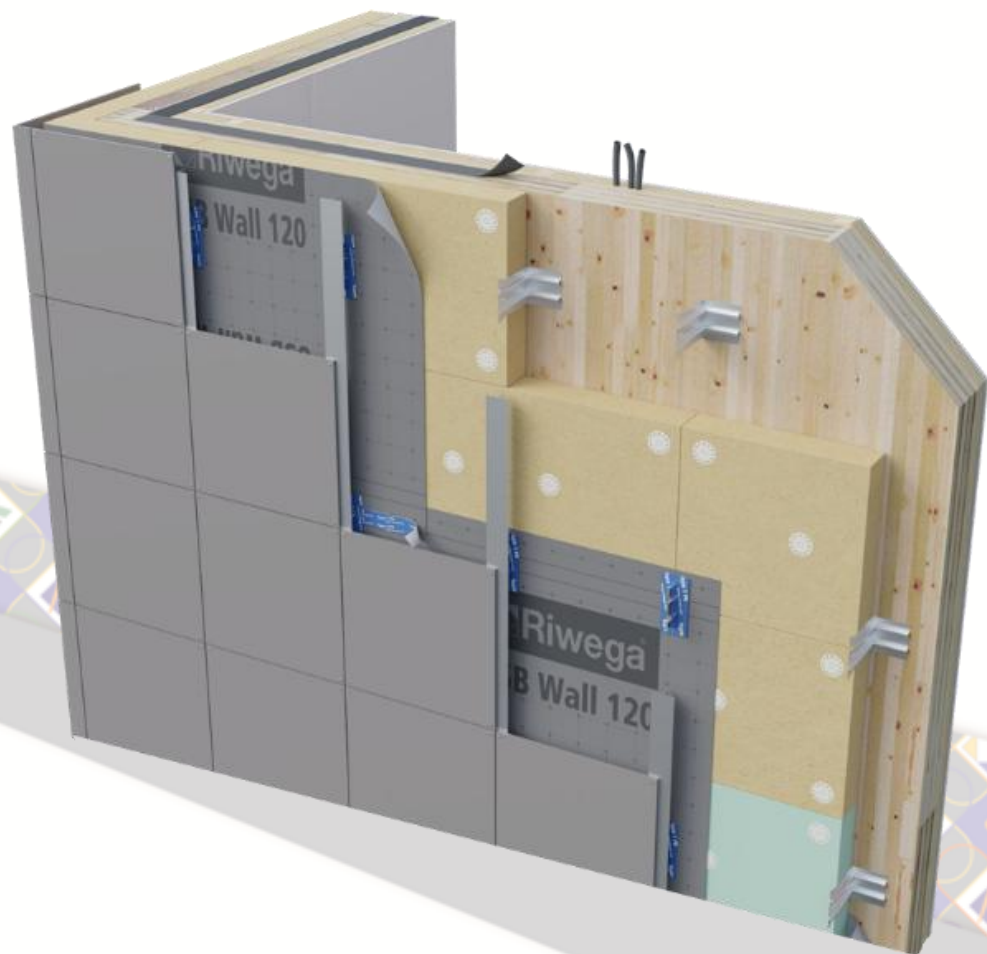


**D DO  
N NOT  
S SIGNIFICANTLY  
H HARM  
P NRR**



non arrecare un danno significativo: all'ambiente

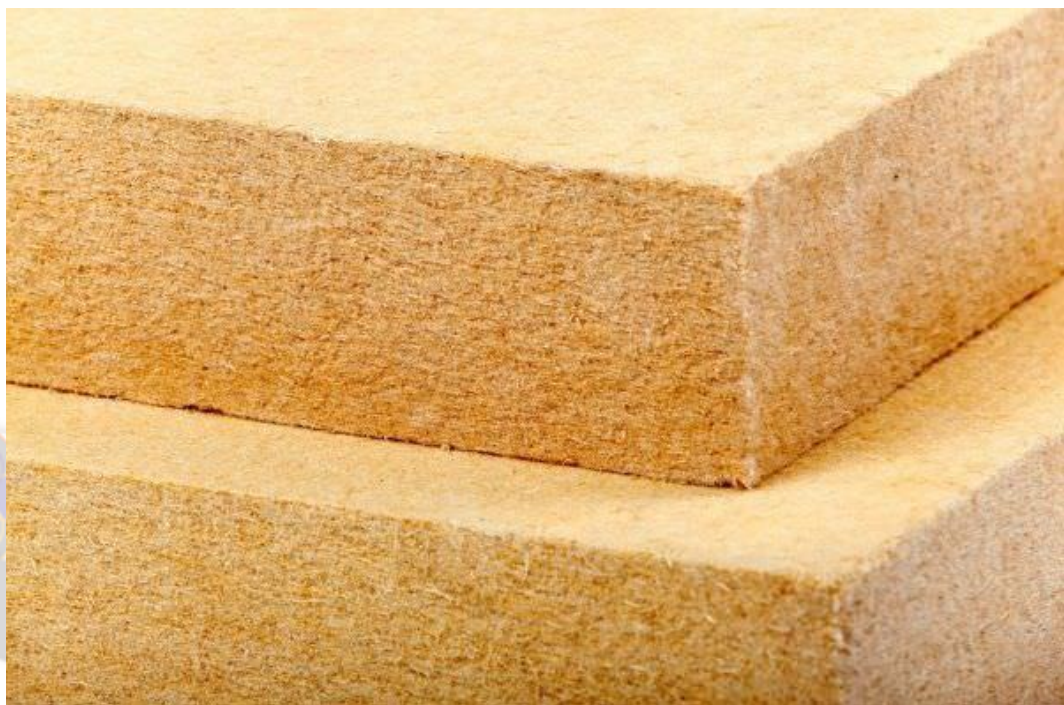
## UNA COIBENTAZIONE ADEGUATA



L'isolante svolge un ruolo determinante nella qualità dei nostri edifici. Deve garantire il rispetto dei **4 principi del comfort**:

- 1) Comfort Invernale
- 2) **Comfort Estivo**
- 3) **Comfort Acustico**
- 4) **Traspirabilità della struttura**
- 5) **Sostenibilità**

## UNA COIBENTAZIONE ADEGUATA



### **Prodotti sintetici**

Polistirene (XPS / EPS), ...

### **Prodotti minerali**

LANA DI ROCCIA / FIBRA DI VETRO / ...

### **Prodotti naturali**

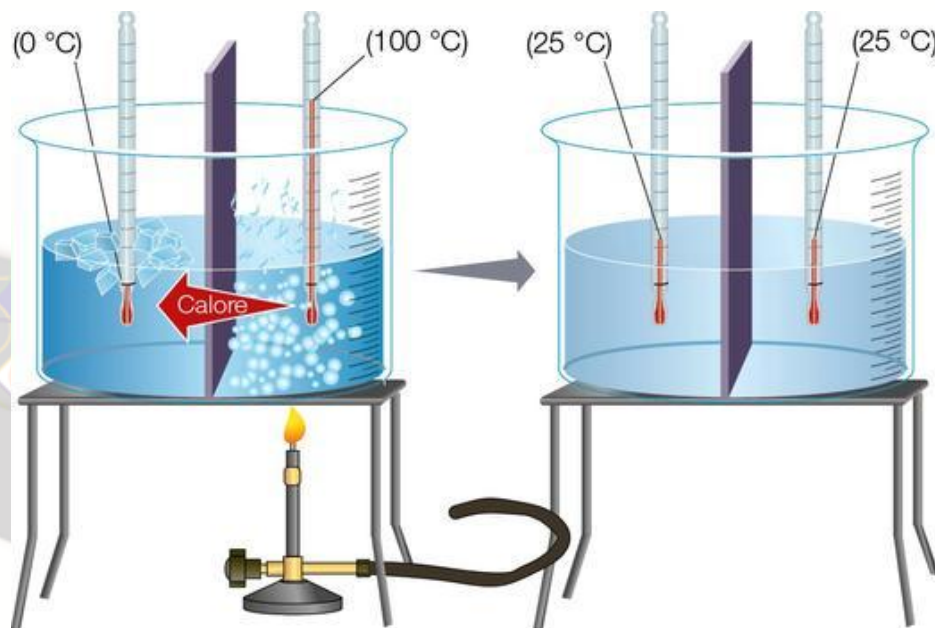
FIBRA DI LEGNO / CELLULOSA / ...

➔ Valutare di volta in volta a seconda della **ZONA CLIMATICA** il **tipo di isolante** e lo **spessore**

# Comfort Invernale

**PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA:** “L’ energia termica ceduta da un sistema deve essere uguale a quella ricevuta dall’altro”

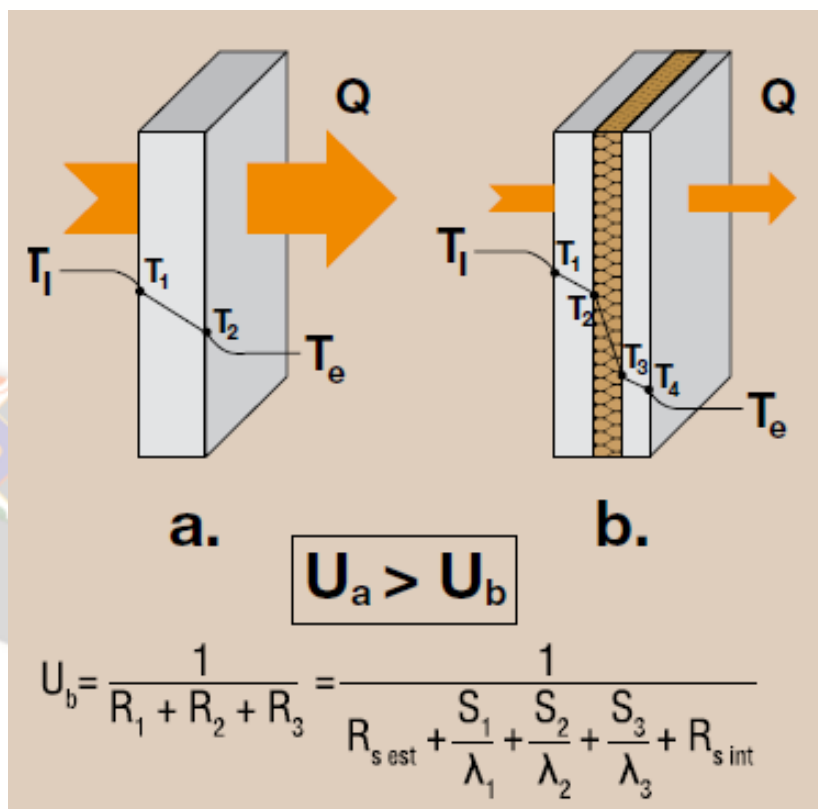
**SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA:** “Il calore passa sempre dal corpo più caldo a quello più freddo”



In inverno il nostro edificio tende a portarsi in equilibrio con la temperatura esterna, cedendo prezioso calore!

# Comfort Invernale

Il ruolo di un coibente, in inverno, è ostacolare il flusso termico di calore che dall'interno tende a scappare verso l'esterno, realizzando quindi una sorta di “taglio termico”!



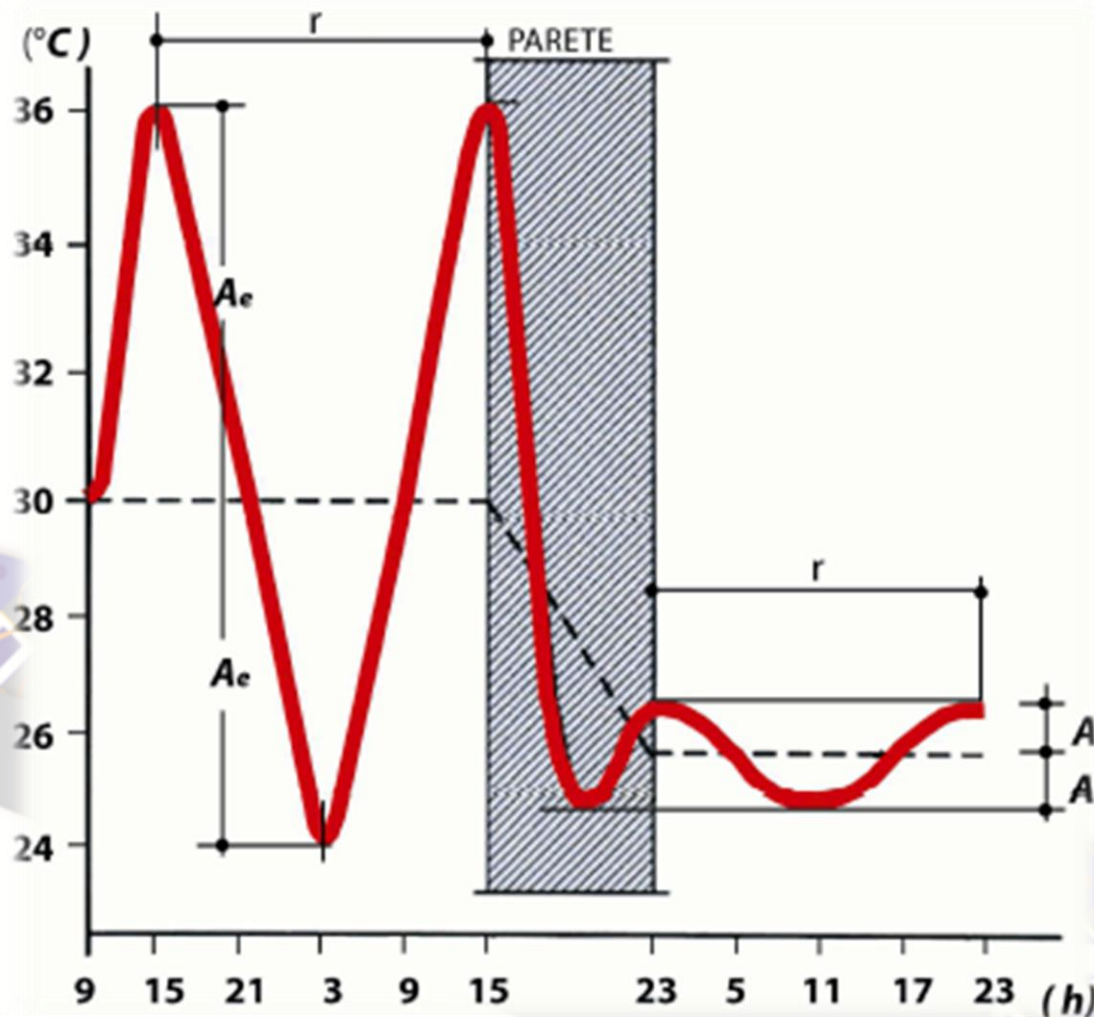
**DATI NECESSARI:**

- Lambda:  $\lambda$  (W/mK)
- Spessore del materiale (m)

**VALORI DI RIFERIMENTO:**

- Resistenza Termica:  $R$  (mqK/W)
- Trasmittanza termica:  $U$  (W/mqK)

# Comfort Estivo



DATI NECESSARI:

- **Capacità termica specifica : C (J/kgK)**
- **Densità: (kg/mc)**
- **Lambda:  $\lambda$  (W/mK)** (attitudine a frenare l'energia derivante dall'irraggiamento solare)

VALORI DI RIFERIMENTO:

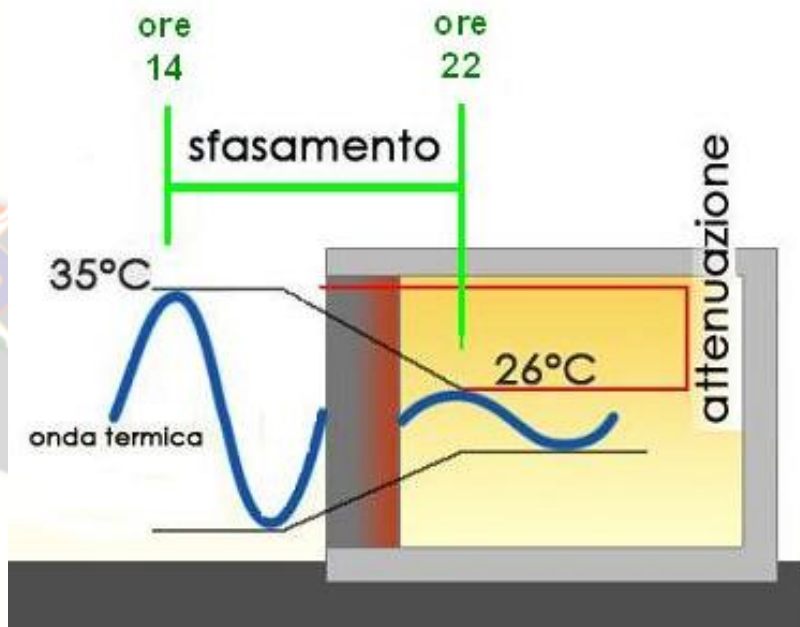
- **Sfasamento termico (h)**
- **Fattore di attenuazione ( $f_a$ )**
- **Trasmittanza termica periodica:  $U_{dyn}$  (W/mqK)**

**UNI EN 13786**

# Comfort Estivo

## SFASAMENTO TERMICO: (h)

Lo sfasamento misura il ritardo con cui si ha la massima temperatura interna rispetto al momento in cui si ha la massima temperatura esterna. Per un buon comfort termico lo sfasamento ottimale va in genere dalle 8 alle 12 ore.



### Ore 14:

ESTERNO: massimo della  $T_e$ : 36 °C

INTERNO: Ti confortevole, perché la struttura è ben coibentata ed ha “inerzia”

### Dopo le 14 (durante il pomeriggio):

ESTERNO:  $T_e$  comincia a scendere

INTERNO: a causa dell’inerzia termica di tetto e pareti che si sono ormai scaldati, la  $T_i$  della stanza continua invece a salire.

### Ore 22:

ESTERNO:  $T_e$  scesa notevolmente (il sole è tramontato)

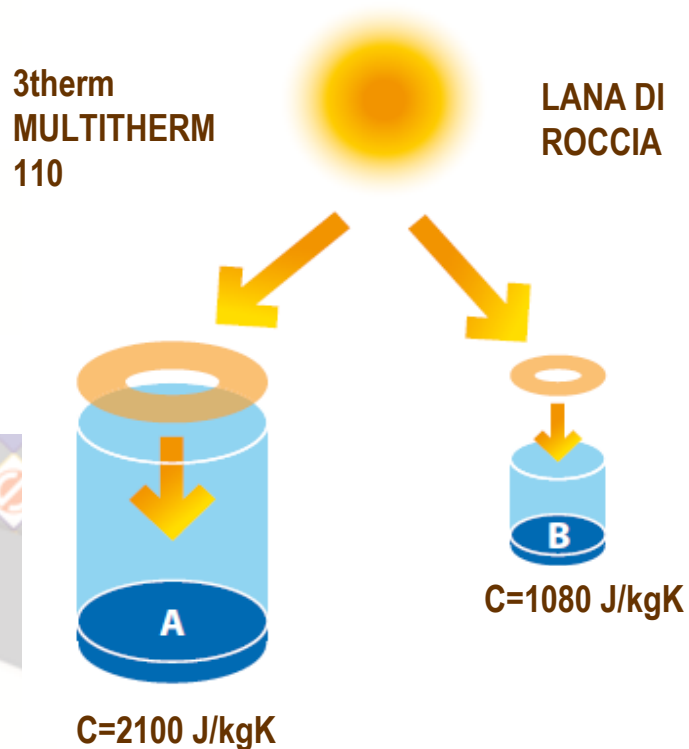
INTERNO:  $T_i$  è arrivata al suo massimo (26 °C) e quindi comincia a scendere.

# Comfort Estivo

## Comfort Estivo: la protezione dal caldo

PROGETTARE LA PROTEZIONE DAL CALDO

CAPACITA' TERMICA SPECIFICA = C (J/kgK)



### ANALOGIA IDRAULICA

Capacità del serbatoio=  
Capacità termica del materiale

- Fibra di legno 3therm MULTITHERM: C= 2100 J/kgK
- Lana di roccia: C= 1080 J/kgK

# Traspirabilità

La migrazione del vapore non va BLOCCATA, bensì CONTROLLATA.

Importante lo **STUDIO DEL CONTROLLO DELLA MIGRAZIONE DEL VAPORE** attraverso ogni elemento componente l'edificio.

## Coefficiente di permeabilità al vapore "μ"

Materiali	μ
Aria	1
Fibra di legno	2÷5
Lane minerali (roccia e vetro)	2÷5
Laterizio	10
Intonaco	15
EPS	40÷70
Poliuretano Espanso	150
Pannello OSB	285÷330

## DATI NECESSARI:

- "Mu": μ (adimensionale)

## VALORI DI RIFERIMENTO:

- Equivalente in metri d'aria: Sd (m)

# Traspirabilità

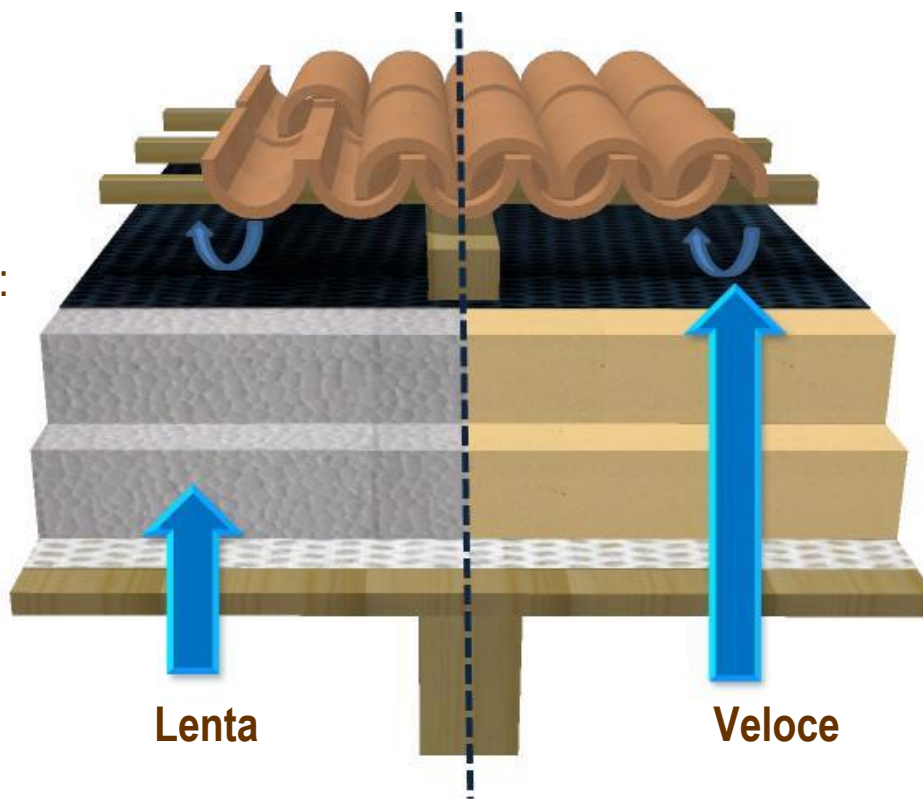
**Sd (m): STRATO EQUIVALENTE IN METRI D'ARIA**

$$Sd (m) = \mu \times sp. (m)$$

**Tetto a bassa  
traspirabilità**

Telo ad alta traspirazione:  
sd= 0.02m

**Materiale sintetico:**  
**Sd= 150 x 0.12 = 18m**  
Freno al vapore:  
Sd= 2m  
Perline:  
Sd= 40 x 0.02 = 0.8m



**Tetto ad alta  
traspirabilità**

Telo ad alta traspirazione:  
sd= 0.02m

**Fibra di legno MULTITHERM 110:**  
**Sd= 3 x 0.12 = 0.36m**  
Freno al vapore:  
Sd= 2m  
Perline:  
Sd= 40 x 0.02 = 0.8m

Conducibilità termica

$\lambda$  (lambda)

Densità

$\delta$  (kg/mc)

Resistenza al passaggio di vapore

$\mu$  (mu)

Calore specifico

**C** (J/kgK)

Resistenza a compressione

kPa

Reazione al fuoco

secondo EN 13501-1

	EPS CON GRAFITE	LANA DI ROCCIA	FIBRA DI VETRO	FIBRA DI LEGNO
Conducibilità termica ( $\lambda_d$ W/mK)	0,030	0,036	0,034	0,040
Densità ( $\delta$ Kg/mc)		140		140
Resistenza al passaggio di vapore ( $\mu$ )	20-40	1	1	3
Calore specifico J/kgK	1450	1030	1030	<b>2100</b>
Resistenza a compressione kPa	100	50	15	100
Reazione al fuoco	E	A1	A2-s1,d0	E



**La fibra di Legno**

# La produzione

DA DOVE VIENE LA FIBRA DI LEGNO CHE STO ACQUISTANDO??

DA QUI?



OPPURE

DA QUI?



**Parliamo di futuro per i nostri figli, e vediamo ogni giorno impiegare in cantiere materiali tutt'altro che sicuri!**

**Per un futuro sano, ci vogliono materiali sani: questa è la nostra vision, e questo è quello che ripetiamo e ripeteremo all' infinito ai nostri clienti!**

# L'impianto è la differenza



Scarto di lavorazione del legname tritato



Impianto di produzione della fibra di legno 3therm. Lo scarto viene polverizzato, ed aspirato all'altezza di 58m in 7 secondi alla temperatura di 140°C

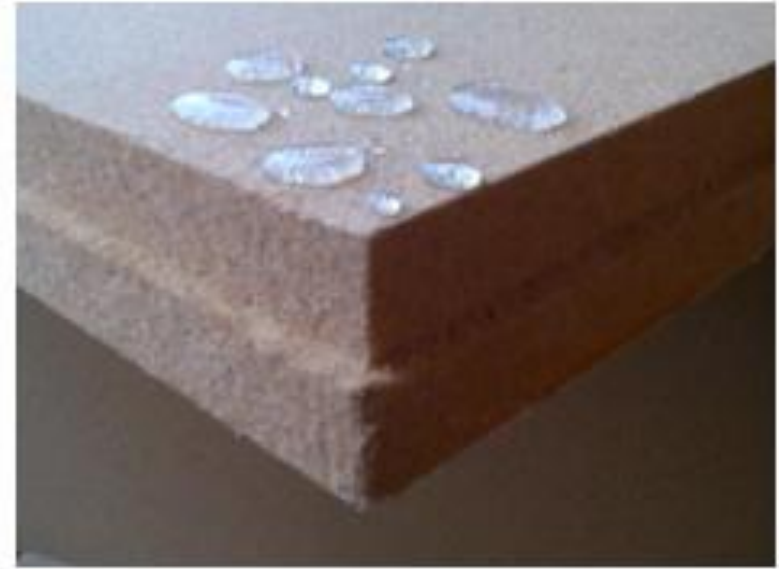


Estrusione e pressatura del pannello finito

# Prodotto Umido vs Secco



Fibra di legno tradizionale  
Processo produttivo "a umido"  
Assorbe acqua  
Non regge carico  
Fibra 160 kg + pannello da 200 kg



Fibra di legno nuova generazione  
Processo produttivo "a secco"  
Non assorbe acqua  
Regge carico  
Fibra 110 kg

# Scheda Tecnica

	normativa di riferimento	S Multitherm 110
Spessori		40-60-80-100-120-140-160 180-200-220-240 mm
Formato	-	1500x600 mm
Massa volumica	EN 1602	110 kg/m <sup>3</sup>
Conducibilità termica di riferimento $\lambda_D$	EN 13171	0,037 W/mK
Comportamento al fuoco	EN 13501-1	E
Resistenza alla compressione (misurata in verticale rispetto alla superficie del pannello al 10% di deformazione)		$\geq 50$ kPa
Resistenza alla diffusione del vapore acqueo "μ"	EN 12086	3
Capacità termica specifica	DIN 4108-4	2100 J/kgK
Lavorazione dello spigolo	-	spigolo vivo
Composizione	-	Abete bianco/rosso, legante resina PMDI esente da formaldeide 4%, paraffina 1%
Sistema di produzione	-	a secco
Intonacabile	-	no
Certificazioni		Certificato CE secondo UNI EN 13171, omologazione dell'istituto tedesco per la tecnica delle costruzioni DiBt Z-23.15 1828, PEFC Nr.: PEFC/04-31-0355, Certificato NaturePlus nr.0104-1112-114-2
<b>Codice classificazione rifiuto secondo AVV 030105, 170201</b>		

- **Massa volumica:** importante per le prestazioni acustiche ed estive
- **Conducibilità termica:** importante per le prestazioni invernali
- **Resistenza alla compressione:** dato fondamentale, che esprime la capacità del materiale di resistere ai carichi!
- **Resistenza alla diffusione del vapore acqueo:** più basso è, più il materiale sarà "traspirante"
- **Capacità termica specifica:** più alta è, meglio si comporterà il materiale in estate!
- **Composizione:** fondamentale conoscere la composizione del materiale, per la tutela dell'installatore!
- **Codice di classificazione rifiuto:** dato importante per lo smaltimento di scarti di lavorazione

## WF-EN13171-T4-CS(10\Y)60-TR15-WS1,0-AF100-MU3

Si chiama „Codice di designazione prodotto“, ed è obbligatorio che il PRODUTTORE lo dichiari. (vedi allegato schede tecniche dei concorrenti).

Vediamo nello specifico voce per voce:

CODICE	Significato	Valore nella "sigla" relativa a MULTITHERM 110	Valore nella scheda tecnica di MULTITHERM 110
<b>WF</b>	Wood Fiber (Fibra di legno)	-	-
<b>EN13171</b>	Norma EN di riferimento	-	-
<b>T4</b>	Classe di tolleranza dimensionale relativa allo spessore	4	4
<b>CS(10/Y)60</b>	Il numero dopo la parentesi indica la Resistenza a compressione in KPa	60	60 KPa
<b>TR15</b>	Il numero dopo "TR" indica la Resistenza a trazione del pannello (KPa)	15	15 KPa
<b>WS 1.0</b>	Il numero dopo "WS" indica l' Assorbimento d'acqua (Kg/mq)	1.0	≤1.0 kg/mq
<b>AF100</b>	Il numero dopo "AF" indica la Resistenza al flusso dell'aria riferita alla lunghezza (KPa*s/mq)	100	≥100 KPa*s/mq
<b>MU3</b>	Il numero dopo "MU" indica il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (μ)	3	3

D.O.P. Dichiarazione di Prestazione nr. 013-001  
**best wood WALL 140**

D.O.P. Dichiarazione di Prestazione nr. 013-001  
**best wood WALL 140**

Numero	Descrizione	Valore	Specifiche tecniche
0	Numero	013-001	
1	Colore prodotto	Best Wood 140	
2	Numero di lotto	vedere documentazione allegata al prodotto	
3	Uso previsto del prodotto da costruzione	Interventi termici per l'edilizia	
4	Nome del fabbricante	Holzwerk Gals Schneider GmbH, Kappel 20, 88436 Eberhardzell	
5	Nome del marchio	non rilevante	
6	Sistema di valutazione della prestazione	Sistema 3	
7	Parametri di riferimento	DIN EN 13171; prova presso secondo allegato C. DIN EN 13173 modificata dall' additivo per la prova sul materiale MPA di Stoccarda 0672	
8	Prestazione dichiarata	Caratteristiche essenziali	Prestazione Specifica tecnica armonizzata
	Reazione al fuoco		E DIN EN 13501
	Misure (lunghezza/larghezza)		vedere etichetta allegata al prodotto
	Classe di tolleranza spessore		T4
	Resistenza a sfalcamento o compressione		CS 1300/100
	Resistenza a trazione perpendicolare al piano del pannello (R <sub>t</sub> )		TR 20
	Densità (ρ <sub>0</sub> )		140
	conduttività termica λ <sub>0</sub> (W/mK)		0,040 DIN EN 13171
	Resistenza termica λ <sub>0</sub> (mq/W)		in funzione dello spessore del materiale (vedere etichetta allegata al prodotto)
	Assorbimento d'acqua		WS 1,0
	Coefficiente di permeabilità al vapore μ		3
	Stabilità dimensionale a temperatura definita a 20°C		MPO
	Costo di assorbimento del umidità		MPO
	Allegati armonizzati		MPO
10	Responsabilità esclusiva	Eberhardzell am 12.08.2015, Ferdinand Schneider	

Holzwerk Gals Schneider GmbH · Kappel 20 · 88436 Eberhardzell  
telefono +49 07555 9330-0 · fax +49 07555 9330-300 · e-Mail info@schneider-holz.com

# WF-EN13171-T4-**CS(10\Y)50**-TR15-**WS1,0**- AF100-MU3

Si chiama “Codice di designazione prodotto“, ed è obbligatorio che il PRODUTTORE lo dichiari.

WF Wood Fiber (Fibra di legno)

EN13171 Norma EN di riferimento

T Classe di tolleranza dimensionale relativa allo spessore

**CS(10\Y)** Il numero dopo la parentesi indica la Resistenza a compressione in Kpa

TR Il numero dopo “TR” indica la Resistenza a trazione del pannello (KPa)

**WS** Il numero dopo “WS” indica l’ Assorbimento d’acqua (Kg/mq)

AF Il numero dopo “AF” indica la Resistenza al flusso dell’aria riferita alla lunghezza (KPa\*s/mq)

MU Il numero dopo “MU” indica il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore acqueo ( $\mu$ )

## Sostenibilità ambientale e tutela dell'installatore

- Impianto di produzione alimentato da centrale a Biomassa: **produzione 7 MW di energia**
- Materiale composto da legname riciclato di pre-consumo > del 90%
- Resine atossiche esenti da formaldeide
- Energia "grigia" minima

L'USO DEI MATERIALI NON SOSTENIBILI NON È PIÙ SOSTENIBILE!



Valutazione impatto ambientale (EPD-HWS-20160105-IAC2-DE)			
GWP	potenziale di riscaldamento globale	[kg CO <sub>2</sub> -Eq]/kg	-1,1346
AP	potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua	[kg SO <sub>2</sub> -Eq]/kg	0,0027694
PENRT	consumo tot di risorse energetiche non rinnovabili	[MJ]/kg	9,76
PERT	consumo tot di risorse energetiche rinnovabili	[MJ]/kg	29,83
TVOC	composti organici volatili totali	µg/m <sup>3</sup>	37
Materiali in legno con certificato FSC/PEFC		Bonus points	
Materiali con certificato ecologico Natureplus		Bonus points	

## MULTITHERM 110 | MULTITHERM 140 | TOP 180 | TOP 220 | WALL 140 | WALL 180 | WALL 140 PREINTONACATO

**GWP – global warming:** Potenziale di riscaldamento globale per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [kgCO<sub>2</sub>eq/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)

**AP - Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua** per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [kgSO<sub>2</sub>eq/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)

**PENRT – consumo totale di risorse energetiche NON rinnovabili** per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [MJ/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)

**PERT – consumo totale di risorse energetiche rinnovabili** per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [MJ/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)

**TVOC – Emissione di composti organici volatili totali** [µg/m<sup>3</sup>] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)

110 kg/mc    
 0,038 W/mK



Valutazione impatto ambientale (EPD-HWS-20160105-IAC2-DE)			
GWP	potenziale di riscaldamento globale	[kg CO <sub>2</sub> -Eq]/kg	-1,1346
AP	potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua	[kg SO <sub>2</sub> -Eq]/kg	0,0027694
PENRT	consumo tot di risorse energetiche non rinnovabili	[MJ]/kg	9,76
PERT	consumo tot di risorse energetiche rinnovabili	[MJ]/kg	29,83
TVOC	composti organici volatili totali	µg/m <sup>3</sup>	37
Materiali in legno con certificato FSC/PEFC		Bonus points	
Materiali con certificato ecologico Natureplus		Bonus points	

Cosa significa?

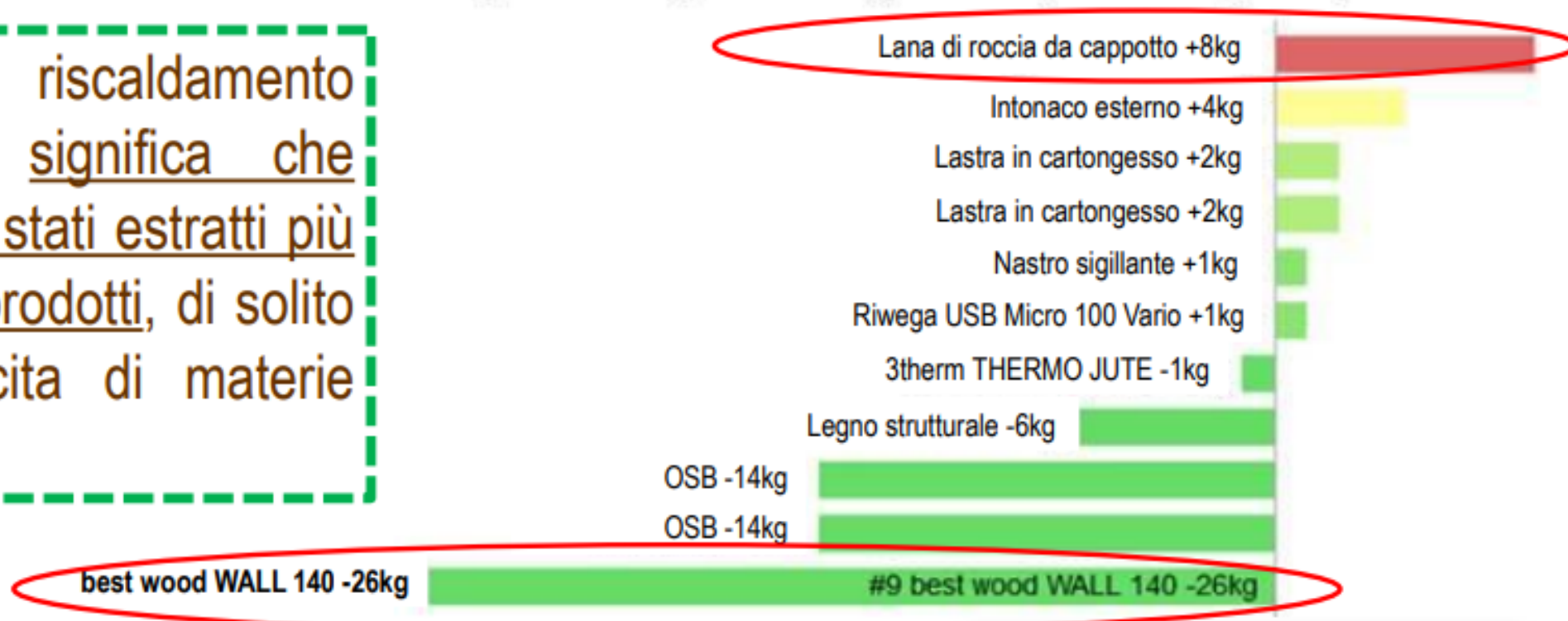
**Che per ogni kg di fibra di legno Schneider, vengono emessi in atmosfera -1,14 kg di CO<sub>2</sub>!**



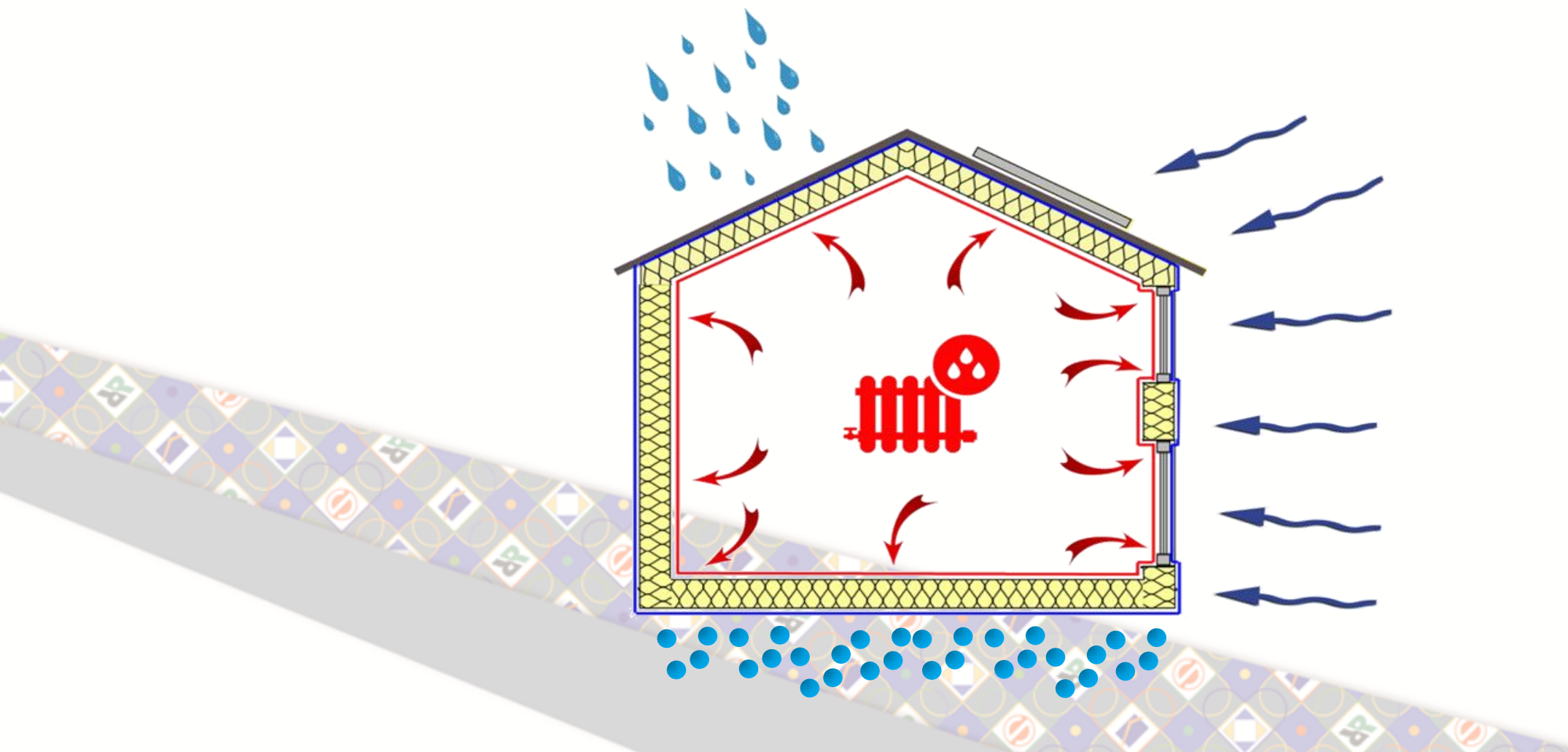
ESEMPIO PRATICO DI CALCOLO CON **SOFTWARE UBAKUS** DI PARETE IN LEGNO A TELAIO, con valutazione dell'impatto del GWP (global warming: Potenziale di riscaldamento globale), **confrontando l'impiego di lana di roccia da cappotto e l'impiego di fibra di legno WALL 140**:

Un potenziale di riscaldamento globale negativo, significa che dall'atmosfera sono stati estratti più gas serra di quelli prodotti, di solito attraverso la crescita di materie prime rinnovabili!

Composition of the global warming potential of production in kg CO2 eq/m²











## DA COSA VA PROTETTO IL NOSTRO EDIFICIO?



## SMT: CONTROLLO DEL PASSAGGIO DEL VAPORE

Quantità di vapore prodotta mediamente nelle abitazioni

	4/5 persone a riposo (8 ore)	LITRI 1,3/1,6		2 persone attive (16 ore)	LITRI 1,5/1,7
	preparazione alimenti	LITRI 2,3/2,8		lavaggio stoviglie	LITRI 0,8/1,0
	lavaggio indumenti	LITRI 4,0/4,5		asciugatura indumenti	LITRI 4,5/5,0
	igiene personale	LITRI 0,5/0,6		<b>TOTALE INDICATIVO ....</b>	LITRI <b>14/17,2</b>

## LA TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

**Come si forma  
la condensa?**



## LA TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

### Come si forma la condensa?

Possiamo paragonare l'aria a un recipiente:

Più la raffreddiamo più il recipiente si rimpicciolisce e meno umidità può contenere.



Temperature di rugiada

Temperatura dell'aria	Temperatura in °C dell'aria per raggiungere il punto di rugiada con una determinata umidità relativa						
	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
°C							
-2	-15,7	-12,6	-10,1	-8,0	-6,2	-4,6	-3,3
0	-13,9	-10,7	-8,1	-6,0	-4,2	-2,7	-1,3
2	-12,3	-9	-6,5	-4,4	-2,6	-1	0,5
4	-10,7	-7,4	-4,9	-2,7	-0,9	0,9	2,5
6	-9,1	-5,8	-3,2	-1	0,9	2,8	4,5
8	-7,6	-4,2	-1,6	0,7	2,9	4,8	6,5
10	-6	-2,6	0	2,6	4,8	6,7	8,4
12	-4,5	-1	1,9	4,5	6,7	8,7	10,4
14	-2,9	0,6	3,7	6,4	8,6	10,6	12,3
16	-1,4	2,4	5,6	8,2	10,5	12,5	14,3
18	0,2	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5	16,3
20	1,9	6	9,3	12	14,4	16,4	18,3
22	3,6	7,8	11,1	13,9	16,3	18,4	20,3
24	5,4	9,6	12,9	15,8	18,2	20,3	22,2
26	7,1	11,3	14,8	17,6	20,1	22,3	24,2
28	8,8	13,1	16,6	19,5	22	24,2	26,2
30	10,5	14,9	18,5	21,2	24,2	26,4	28,5
35	14,9	19,4	23	26	28,7	31	33,1
40	19,2	23,8	27,6	30,7	33,5	35,9	38

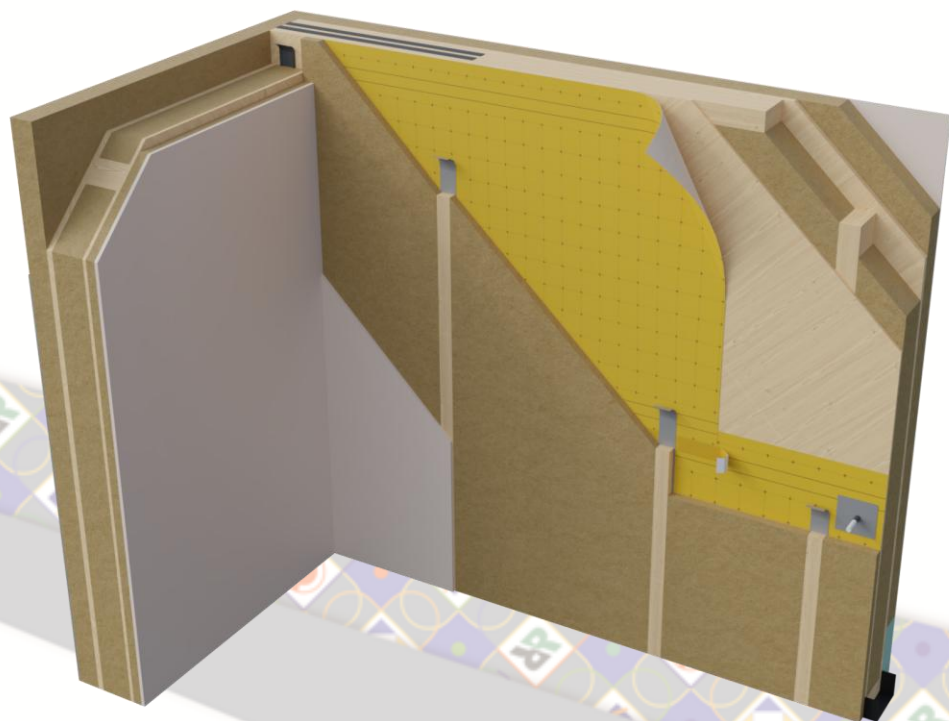
Come si forma la condensa?

In funzione di una temperatura ambiente e di una determinata percentuale di umidità, la tabella permette di ricavare la temperatura del punto di rugiada in base al dato riportato nelle colonne dell'umidità relativa.

Esempio: 20°C al 60% di umidità; punto di rugiada a 12°C

## SCHERMI E MEMBRANE TRASPIRANTI

LA PROTEZIONE IDEALE



➔ Impermeabilità all'acqua

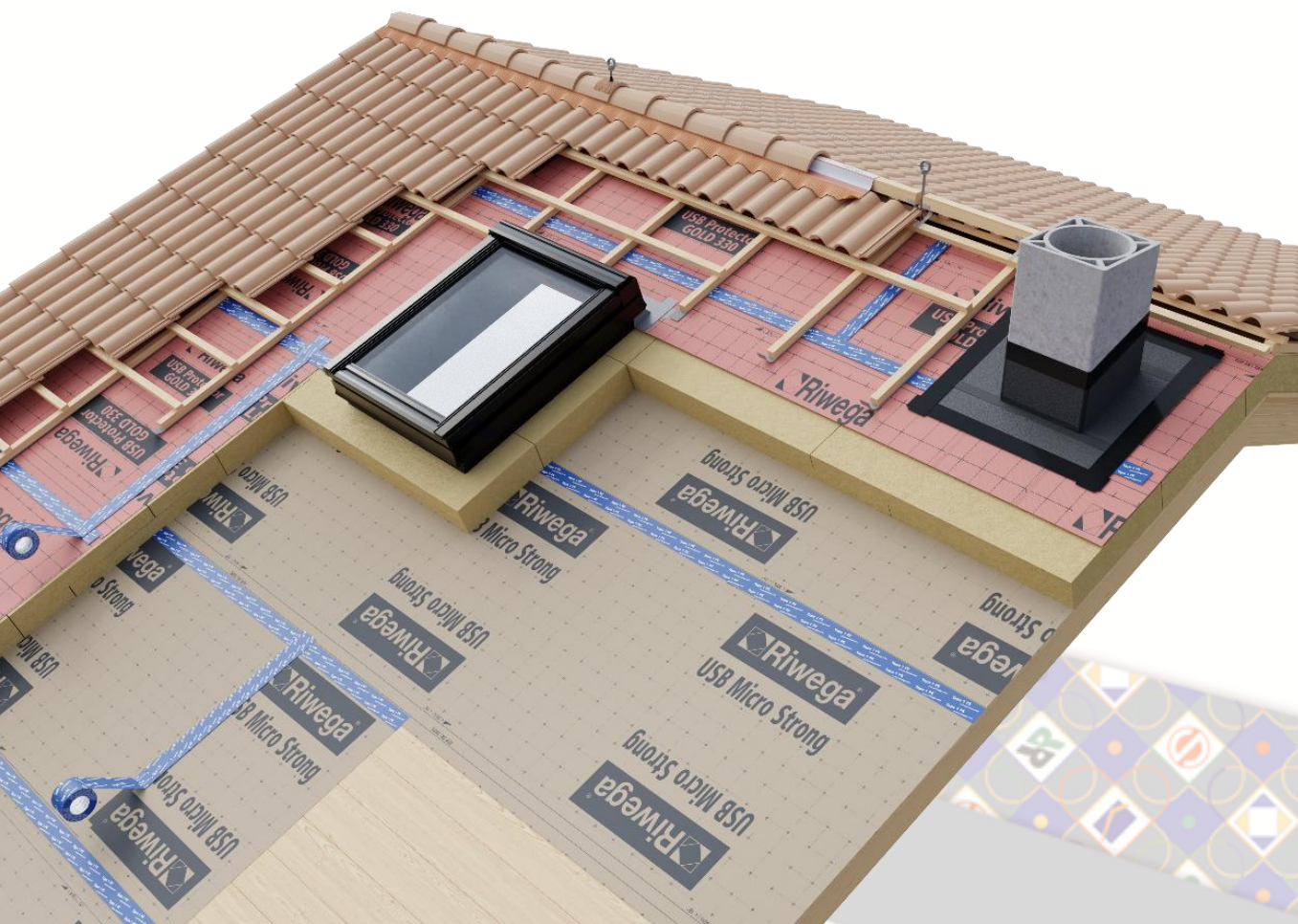
➔ Controllo del passaggio del vapore

➔ Tenuta all'aria

➔ Tenuta al vento

## SCHERMI E MEMBRANE TRASPIRANTI

LA PROTEZIONE IDEALE



➡ Impermeabilità all'acqua

➡ Controllo del passaggio del vapore

➡ Tenuta all'aria

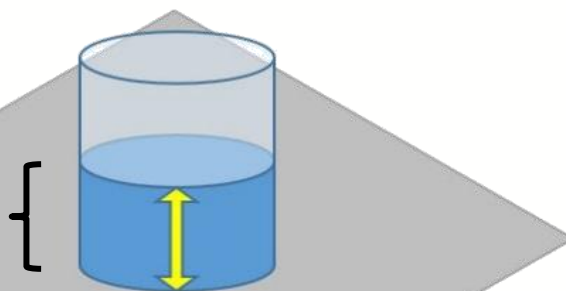
➡ Tenuta al vento

## SMT: IMPERMEABILITÀ ALL'ACQUA

### Tenuta all'acqua secondo norma UNI 11470:2015

Per garantire l'impermeabilità del coibente è indispensabile utilizzare una **membrana impermeabile traspirante in classe di impermeabilità W1** secondo norma EN 13859-1.

Colonna d'acqua



**W1** = colonna d'acqua H20 cm Ø15 cm per 2 ore

**A10026.A : 552 MQ**

Isolamento termico in estradosso di strutture inclinate, già preparate con orditura in legno, eseguito con pannelli di materiale isolante in: lana di vetro trattata con resine termoindurenti, conduttività termica lambda  $0,037 \text{ W/mK}$ : spessore 30 mm

**A10026.B : 3312 + 3864 MQ**

Isolamento termico in estradosso di strutture inclinate, già preparate con orditura in legno, eseguito con pannelli di materiale isolante in: lana di vetro trattata con resine termoindurenti, conduttività termica lambda  $0,037 \text{ W/mK}$ :

**A11024.B : 1104 MQ**

Barriera vapore costituita da un foglio di polietilene estruso, posato a secco e sigillato sui sormonti con nastro biadesivo: spessore 0,2 mm, colore nero Freno al vapore e membrana impermeabile altamente traspirante

- **BARRIERA AL VAPORE**
- **FRENO AL VAPORE**
- **MEMBRANA TRASPIRANTE**

## PERMEABILITÀ AL VAPORE ACQUEO (DIN 52615)

Spessore di uno strato d'aria immobile che presenta la stessa resistenza alla diffusione del vapore del campione preso in esame

Il valore è espresso in **metri**

➔  **$S_d$  elevato** = bassa permeabilità al vapore

➔  **$S_d$  basso** = maggiore traspirabilità

Il valore  $S_d$  è direttamente proporzionale al  $\mu$  e inversamente proporzionale al DVA



$S_d$

## PERMEABILITÀ AL VAPORE ACQUEO (DIN 52615)



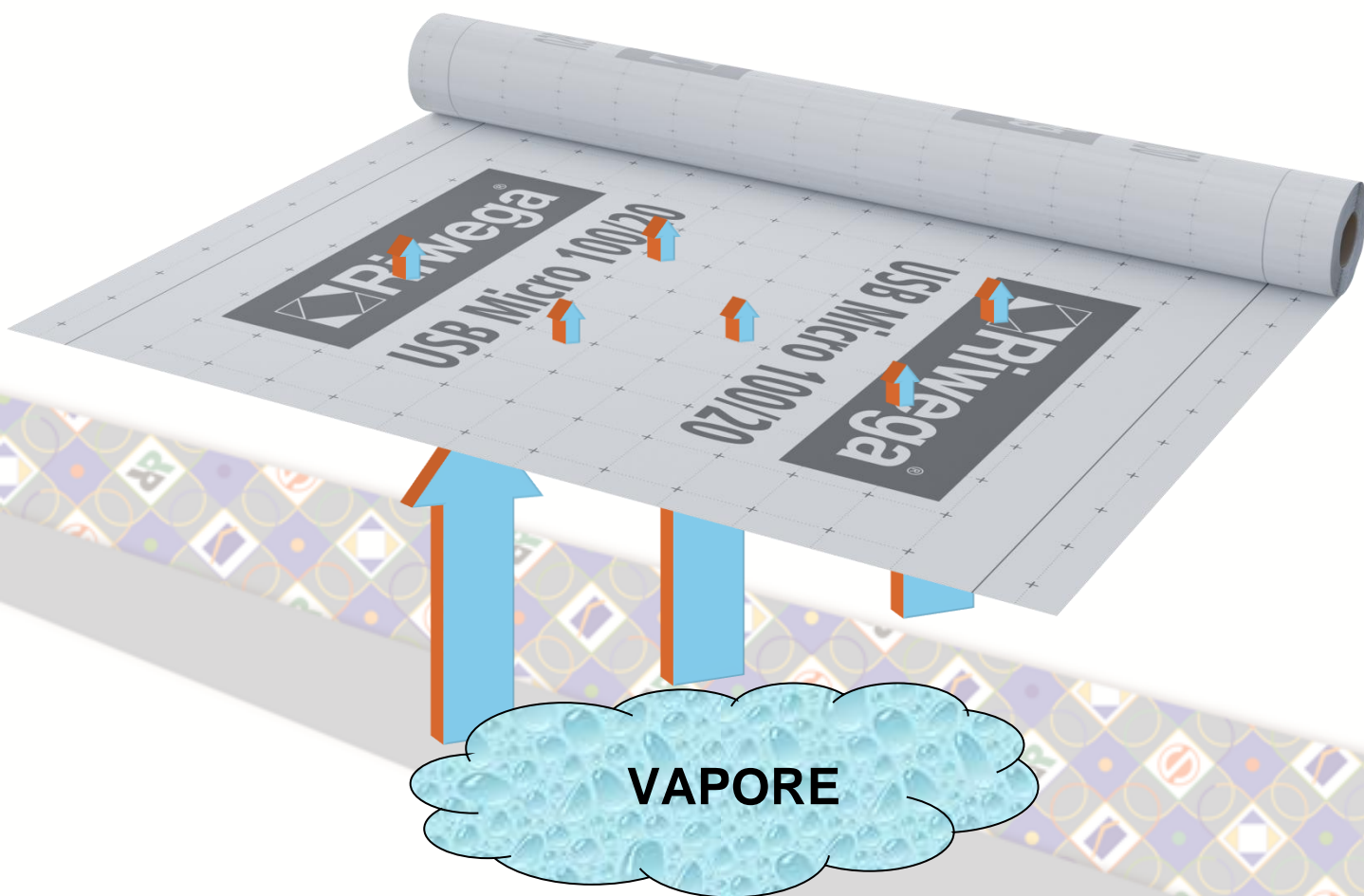
**DVA**

Grammi di vapore acqueo che passano attraverso una determinata superficie ( $1 \text{ m}^2$ ) nell'arco delle 24 ore. Il valore è quindi espresso in  **$\text{g/m}^2 \text{ 24h}$**

- ➔ DVA elevato = alta permeabilità al vapore
- ➔ DVA basso = poca traspirabilità

DVA è inversamente proporzionale a  $S_d$  e  $\mu$

## Schermo freno al vapore USB MICRO 100/20

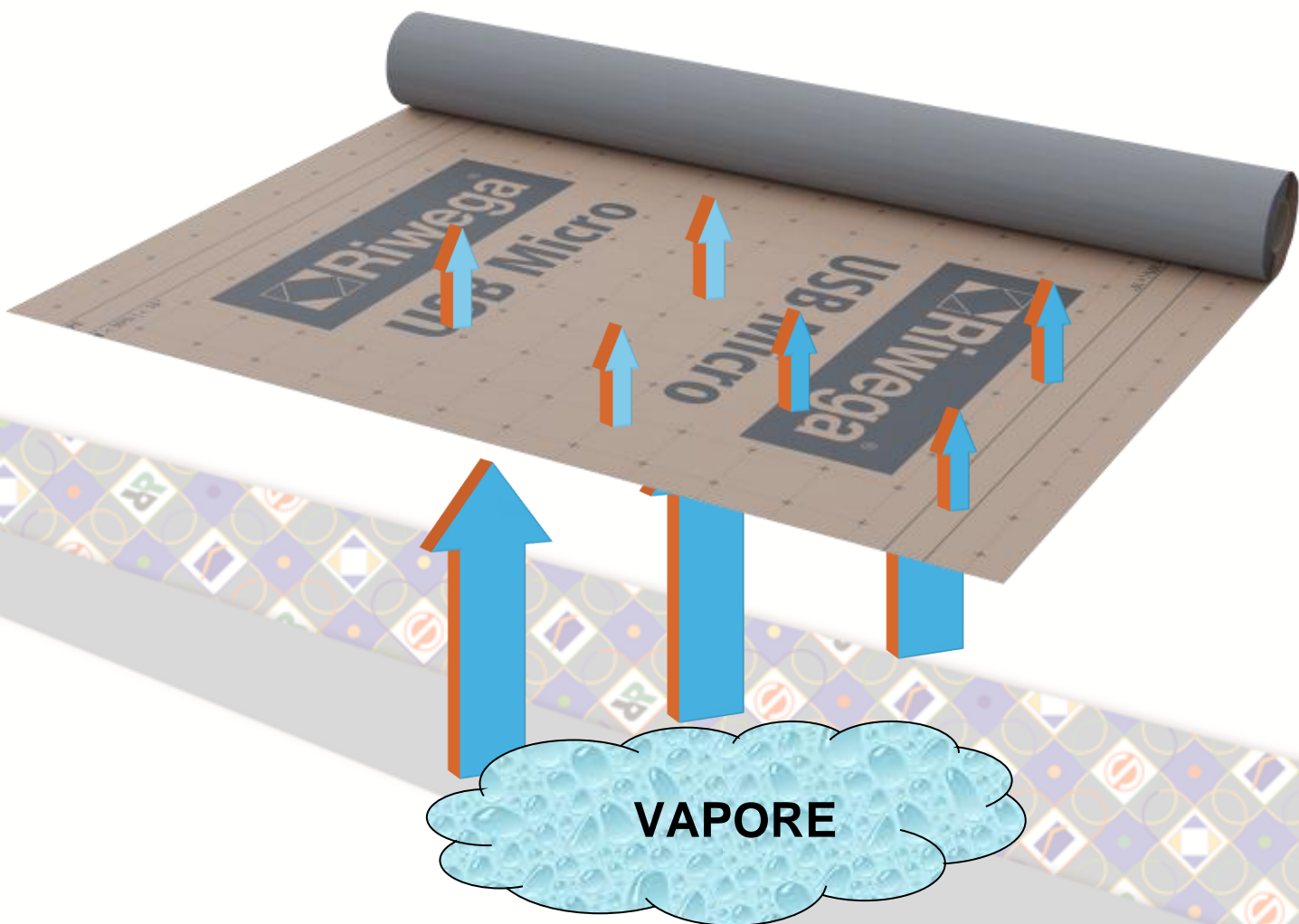


### COMPOSIZIONE:

1. TNT protettivo superiore in PP
2. Film funzionale in PE

**$S_d \geq 20 \text{ m}$**   
**DVA: 1,5 g/mq/24h**

## Schermo freno al vapore USB MICRO

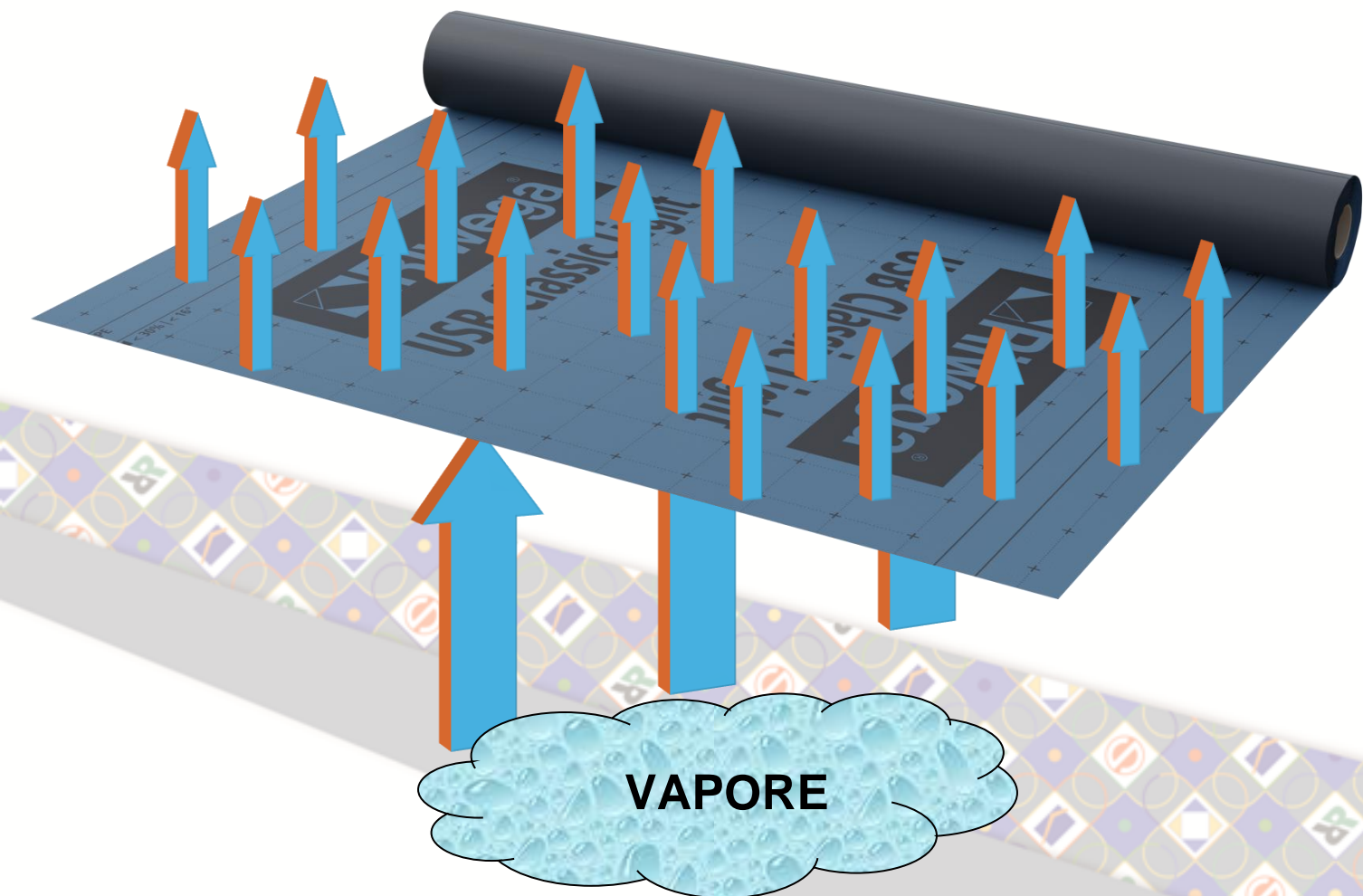


### COMPOSIZIONE:

1. TNT protettivo superiore in PP
2. Film funzionale in PP
3. TNT protettivo inferiore in PP

**$S_d \geq 2 \text{ m}$**   
**DVA: 15 g/mq/24h**

## Membrana traspirante USB CLASSIC LIGHT

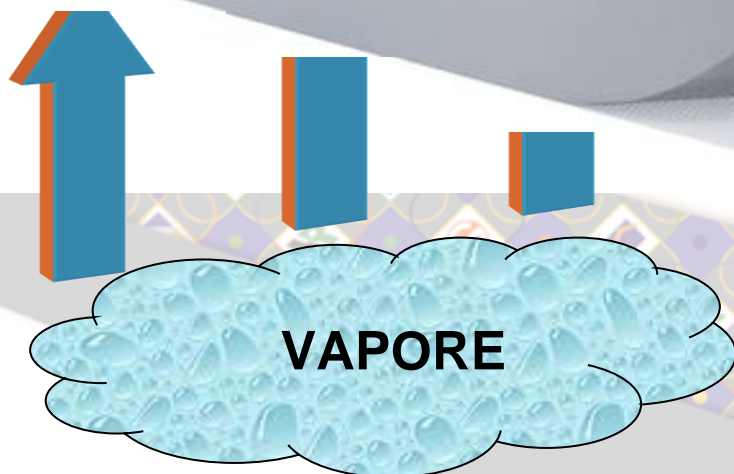
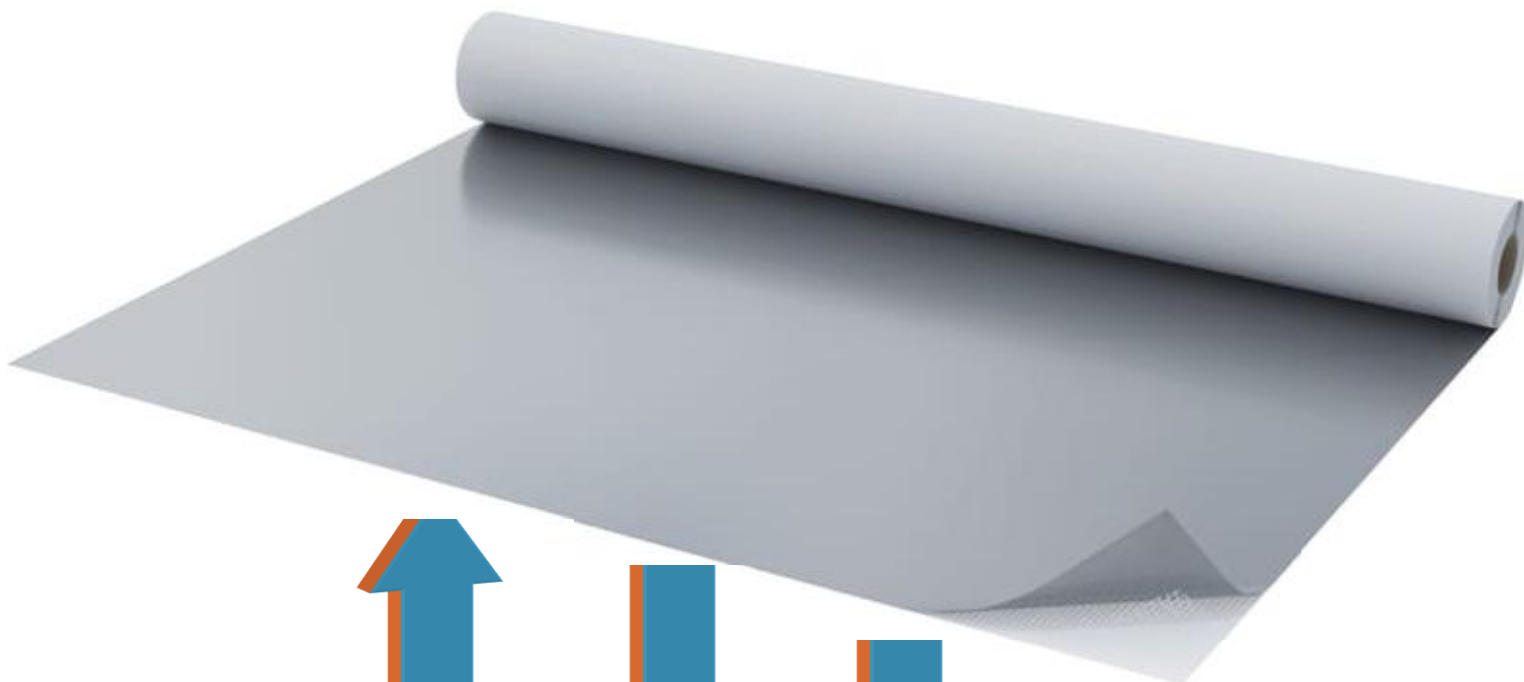


### COMPOSIZIONE:

1. TNT stabilizzato agli UV in PP
2. Film funz.le monolitico in PUR
3. TNT protettivo inferiore in PP

**Sd = 0,07 m**  
**DVA:300 g/mq/24h**

## Barriera Vapore DS 118 ALU



### COMPOSIZIONE:

1. Film in Alluminio
2. Rete di rinforzo in PET
3. Film in PE

**Sd = 200 m**  
**DVA: -0,2 g/mq/24h**



## UNI 11470:2015

**Schermi e membrane traspiranti sintetiche**  
**Definizione, campo di applicazione e posa in opera**

## Classificazione di Schermi e Membrane Traspiranti

### Secondo UNI 11470:2015

Sd	Classificazione	Prodotto USB Riwega corrispondente
< 0,3 metri	Membrana traspirante	Elefant – Classic –Classic Light – Flammax – Vita – Drenlam (sd 0,02 m) - Reflex Plus (sd 0,045 m) - Protector (sd 0,1 m) - Weld AS (sd 0,2 m)
>2 metri < 20 metri	Schermo freno al vapore	Micro – Micro Strong (sd 2 m) Micro Light (sd 10 m) Micro 100/20 - Micro 230/20 (sd 20 m)
>100 metri	Schermo barriera al vapore	DS 65 PE (sd 140 m) DS 188 ALU (sd 200 m) DS 1500 SYN (sd 1500 m)

Esistono membrane che possono modificare la propria capacità di trasmissione del vapore e possono coprire più categorie tra quelle sopra elencate: Sd variabile

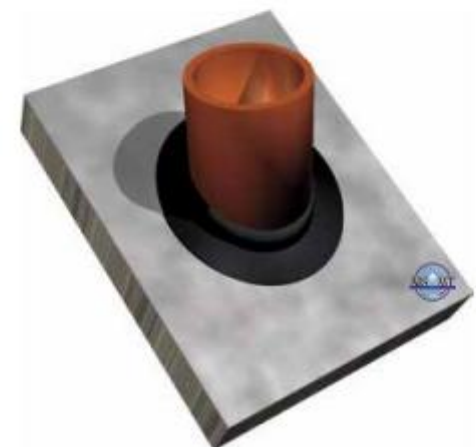
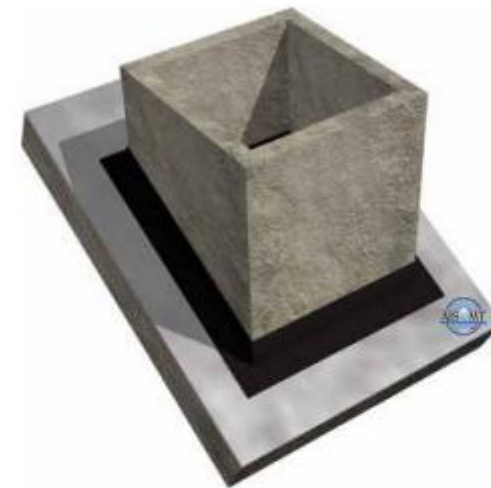
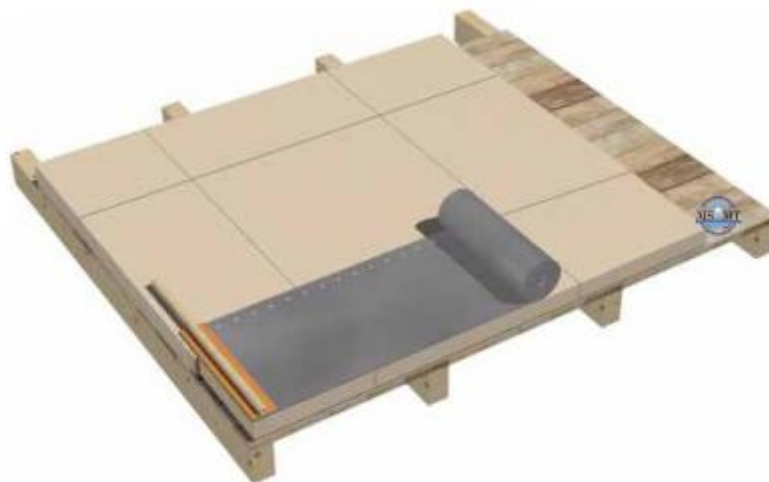
## Classificazione di Schermi e Membrane Traspiranti

### Secondo UNI 11470:2015

Classe	Massa Areica	Applicazione	Prodotto USB Riwega corrispondente
A	$\geq 200 \text{ g/m}^2$	Tetto con qualsiasi pendenza con superfici in cemento, legno o pannelli isolanti	Elefant ( $238 \text{ g/m}^2$ ) - Vita ( $270 \text{ g/m}^2$ )- Reflex Plus ( $200 \text{ g/m}^2$ ) - Protector ( $330 -240 -230 \text{ g/m}^2$ )- Weld AS ( $360\text{g/m}^2$ ) – Micro Strong ( $230\text{g/m}^2$ ) – Micro 230/20 ( $230 \text{ g/m}^2$ )
B	$\geq 145 \text{ g/m}^2$ $< 200 \text{ g/m}^2$	Tetto con pendenza $>30\%$ Con superfici in legno o pannelli isolanti	Protector ( $155 \text{ g/m}^2$ ) Classic ( $185 \text{ g/m}^2$ ) – Classic Light( $155 \text{ g/m}^2$ ) - Micro ( $155 \text{ g/m}^2$ ) – Micro VARIO 150 ( $150 \text{ g/m}^2$ )
C	$\geq 130 \text{ g/m}^2$ $< 145 \text{ g/m}^2$	Tetto, solo su isolante se con ulteriore tavolato di protezione sopra	
D	$< 130 \text{ g/m}^2$	Tetto con uso solo dall'interno Parete interna Facciata ventilata	Micro Light ( $120 \text{ g/m}^2$ ) – Micro 100/20 ( $100 \text{ g/m}^2$ ) – Micro VARIO 100 ( $100 \text{ g/m}^2$ ) – DS 46 PE ( $110 \text{ g/m}^2$ ) – DS 1500 SYN ( $128 \text{ g/m}^2$ )

# La Posa in opera

## Secondo UNI 11470:2015



# Manuale Tetto Parete - La Posa in opera - Copertura



1  
Posa del freno al vapore a partire dal basso, parallelamente alla linea gronda. Sigillatura del perimetro con nastro biadesivo butilico.



2  
Nel caso di gronda esile, risvoltare il freno al vapore verso il basso e sigillarlo sulla parete in legno o pre-intonacata con appositi sistemi di sigillatura. Utilizzare primer se necessario.



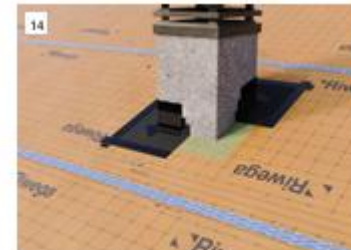
7  
In caso di versione TOP SK, le membrane vanno sovrapposte seguendo apposita linea di sormonto, facendo coincidere perfettamente le due strisce di colla. Effettuare un'adeguata pressione con apposito rullino.



8  
In corrispondenza della linea di colmo, risvoltare il freno al vapore di almeno 20 cm sulla falda adiacente e sigillarlo sul freno al vapore già precedentemente posizionato.



13  
In corrispondenza della linea di colmo, risvoltare la membrana traspirante di almeno 20 cm sulla falda adiacente e sigillarla sulla membrana traspirante già precedentemente posizionata.



14  
In corrispondenza dell'intersezione con il camino, posizionare un pezzo di membrana idonea, maggiormente resistente al fuoco, per ridurre il rischio di incendio e sigillarla sia sul camino che sulla membrana.



3  
Se la superficie di posa è in legno, fissare meccanicamente il freno al vapore con apposite graffe metalliche esclusivamente nella zona di sormonto che verrà poi coperta dal lembo del foglio successivo.



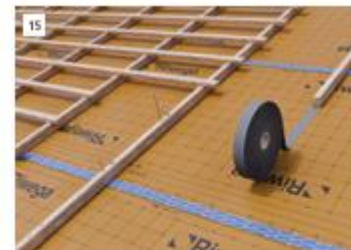
4  
Se la superficie di posa è in cemento o altro materiale, stabilizzare il freno al vapore mediante l'uso di appositi sigillanti quali schiuma poliuretamica adesiva oppure sigillanti in cartuccia idonei.



9  
Sigillare tutte le intersezioni delle membrane, quali fine rotolo e/o elementi di passaggio, quali ad esempio camini, sfusi, finestre da tetto e impianti, con appositi nastri adesivi.



10  
Sigillare a regola d'arte tutti i punti di intersezione e tutte le connessioni delle strutture con appositi materiali di sigillatura quali guarnizioni in EPDM e/o guarnizioni a espansione.



15  
Utilizzo della guarnizione punto chiodo, continua o a punti, da posizionare sulla membrana in corrispondenza dei listelli, oppure direttamente sui listelli nella versione biadesiva.



16  
Posizionare lungo la linea di gronda appositi sistemi di protezione dall'ingresso di animali e di sporizia, quali reti antiscassi, azeroni di differenti larghezze di maglia e pettini antucelli.



5  
Posizionare il secondo foglio di freno al vapore, sovrapposto di 10 cm rispetto al primo. Se la pendenza è inferiore al 30% aumentare la sovrapposizione a 15 cm.



6  
Nastare sovrapposizioni e intersezioni con nastro adesivo acrilico oppure bandelle biadesive. Per ottenere una perfetta tenuta, applicare tutti i sistemi di sigillatura con apposito rullino di pressione.



11  
Posizionamento dei pannelli coltanti in più strati incrociati e a giunti sfalsati per massimizzare la prestazione termica e ridurre al minimo il rischio di ponti termici.



12  
Posizionare la membrana partendo dal punto più basso, parallelamente alla gronda. Sigillare perimetro e sovrapposizioni con apposito nastro adesivo. Creare una perfetta pressione con l'apposito rullino.



17  
Posizionare i sistemi di sicurezza, quali linee vita e/o ganci di ancoraggio, esternamente al pacchetto tetto per evitare ponti termici causati dagli elementi metallici e fissarli con viti di lunghezza adeguata.



18  
Posizionare il sottocolmo sull'apposito listello sorretto dal portacolmo universale. Far aderire le bandelle plessate all'ultima fila di tegole. Stabilizzare le tegole di colmo con gli appositi ganci.

# Manuale Tetto Parete - La Posa in opera - Parete



Nel caso di struttura in legno posizionare la parete su cordolo Radi-sol. Posizionare una guaina apposta anti-umidità di esalta tra cordolo e parete e una guaina impermeabilizzante e anti-radon sull'esterno.



Nelle strutture tradizionali, posizionare una barriera al gas radon tra la fondazione e l'edificio. Assicurare la tenuta all'aria con apposito nastro adesivo. Pre-intonacare e se necessario utilizzare il primer.



Nel caso di facciata ventilata, posizionare staffe SPICA e profili in all, considerando le distanze minime per assorbire le dilatazioni. Valutare i fissaggi sulla base della struttura portante e del tipo di finitura.



Impermeabilizzare il piede esterno della parete tramite apposita guaina adesiva e antiradon. Se necessario utilizzare il primer. Assicurare anche la tenuta al vento della connessione tra la parete e il cordolo.



Nel caso di facciata ventilata, posare tra la struttura di supporto metallica i pannelli isolanti. Se necessario, ancorarli alla parete per stabilizzarli.



Nel caso di cappotto intonacato, posizionare i pannelli isolanti con apposito collante a tutta superficie o a cordoli e punti. Completare la posa con appositi tasselli. E seguire la zoccolatura con pannelli in EPS.

MDX Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche tecniche di posabilità scaricabili dal sito internet [www.riwega.com](http://www.riwega.com) oppure applicarle sull'etichetta del prodotto stesso.



Nel caso di facciata ventilata, proteggere l'isolante con una membrana trasparente. Selezionare la membrana a seconda se la finitura è a giunti chiusi o a giunti aperti. Sigillare tutti i sovranti/interruzioni.



Nel caso di cappotto con finitura a intonaco, posare i profili angolari in corrispondenza dei fori finestra e gli altri profili con funzioni specifiche quali i profili di gocciolatoio e i rinforzi angolari.



Nel caso di facciata ventilata, ancorare i pannelli di finitura alla sottostuttura mediante il sistema „scatolato” oppure „rivettato” da scegliere in base al risultato estetico e architettonico da ottenere.



Nel caso di cappotto con finitura a intonaco, una volta posizionati i pannelli isolanti, proseguire con la realizzazione del ciclo completo di finitura (cassante, rete di rinforzo, intonachino, pittura).



Nel caso di placcaggio interno dello strato di coibentazione, applicare il materiale isolante in aderenza al muro, stabilizzandolo con qualche fissaggio meccanico.



Nel caso di placcaggio interno dell'isolante, una volta ancorati i pannelli alla parete, stendere il freno al vapore su tutta la superficie, sigillano in ogni interruzione e sovrapposizione, nonché lungo tutto il perimetro.

MDX Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche tecniche di posabilità scaricabili dal sito internet [www.riwega.com](http://www.riwega.com) oppure applicarle sull'etichetta del prodotto stesso.



Nel caso in cui gli impianti si intersechino con il freno al vapore, sigillare a regola d'arte l'interruzione con appositi sistemi quali collanti di tenuta e/o idonei materiali di tenuta in genere.



Nel caso di una controparete interna, riempire il vano del passaggio impianti con idoneo materiale isolante a bassa densità per migliorare sia le prestazioni termiche che acustiche della parete perimetrale.



Nel caso in cui il freno al vapore venisse posato sulla struttura del sottogesso, utilizzare l'apposito nastro biadesivo bullito sigillante al chiodo per stabilizzare il freno al vapore e garantire l'impermeabilità.



Particolare di ripresa del freno vapore in parete con il freno vapore posato sul soffitto. Dettaglio di sigillatura dei due teli per assicurare la tenuta all'aria lungo tutto lo spigolo tra parete e sovrato.



Posa della lastra acustica ancorata sulla struttura portante della finitura a cartongesso. Curare nei minimi dettagli, con gli appositi accessori di sistema, la sigillatura delle lastre al fine di ottimizzare le prestazioni.



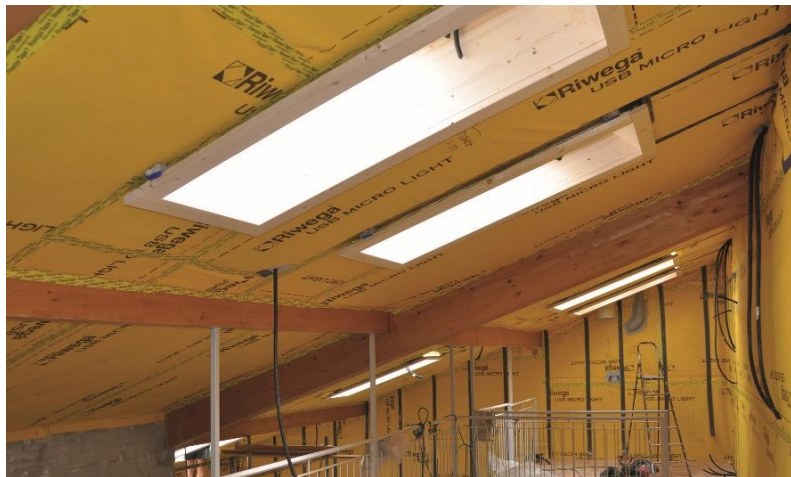
In corrispondenza delle interruzioni di facciata, quali ad esempio il foro finestra, sigillare a regola d'arte con appositi materiali, il freno al vapore per ridurre al minimo il rischio di formazione di condensa.

MDX Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche tecniche di posabilità scaricabili dal sito internet [www.riwega.com](http://www.riwega.com) oppure applicarle sull'etichetta del prodotto stesso.

## Schermo freno al vapore: DOVE UTILIZZARLO



Sul **TETTO** posato sul perlinato, sul cartongesso o sulla falda in laterocemento, sotto il pacchetto coibente



Sul **SOLAIO** coibentato tra la struttura, posato sul lato caldo prima della finitura in cartongesso



In **PARETE** coibentata dall'interno, posato sul lato caldo prima della finitura in cartongesso

- Impermeabilizza il tetto all'acqua durante le fasi di montaggio
- Controlla il passaggio di vapore acqueo
- Impermeabilizza il tetto e/o le pareti all'aria

**➔ Sigillare tutte le interruzioni e i sormonti !**

## Membrana traspirante: DOVE UTILIZZARLA



Sul **TETTO** Posa in opera direttamente sul materiale coibente



Nella **FACCIATA** a protezione della struttura in legno



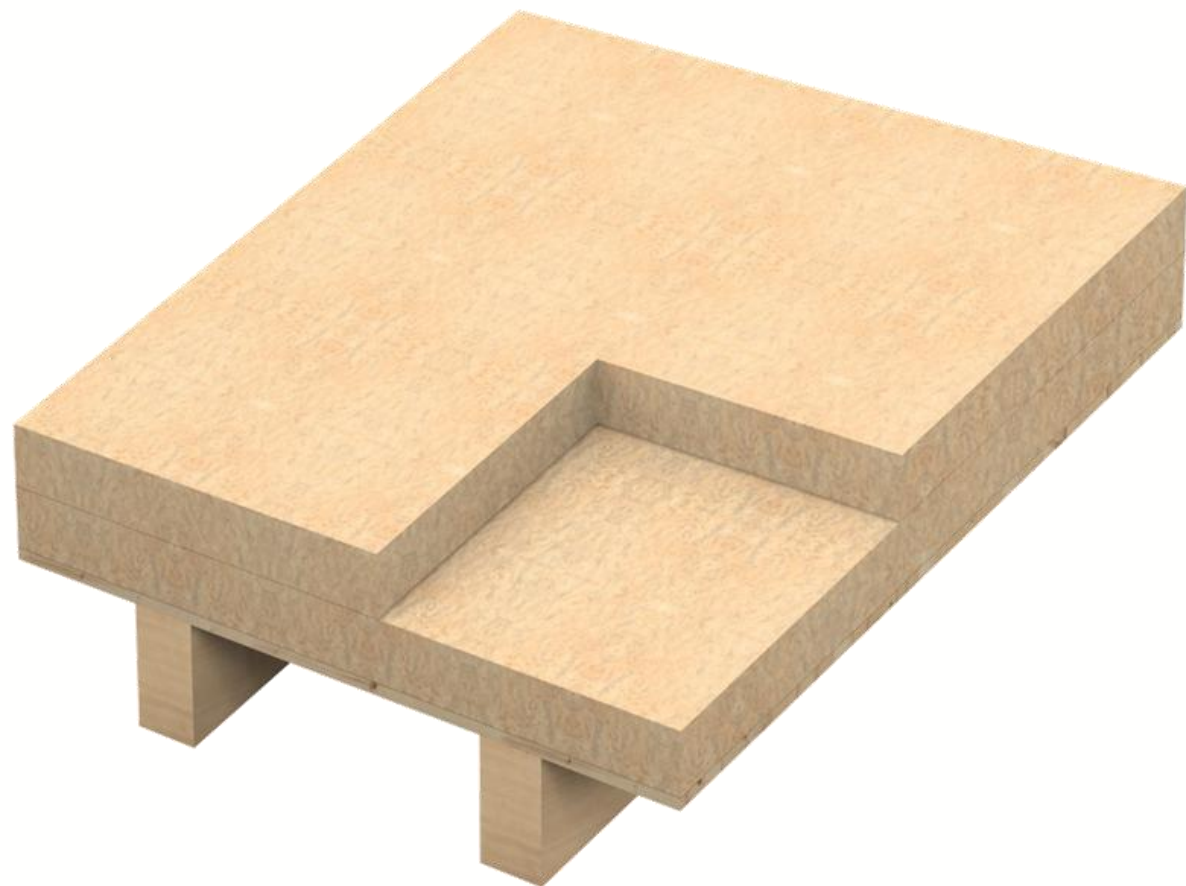
Nella **FACCIATA VENTILATA A GIUNTI APERTI** posata direttamente sul coibente termico

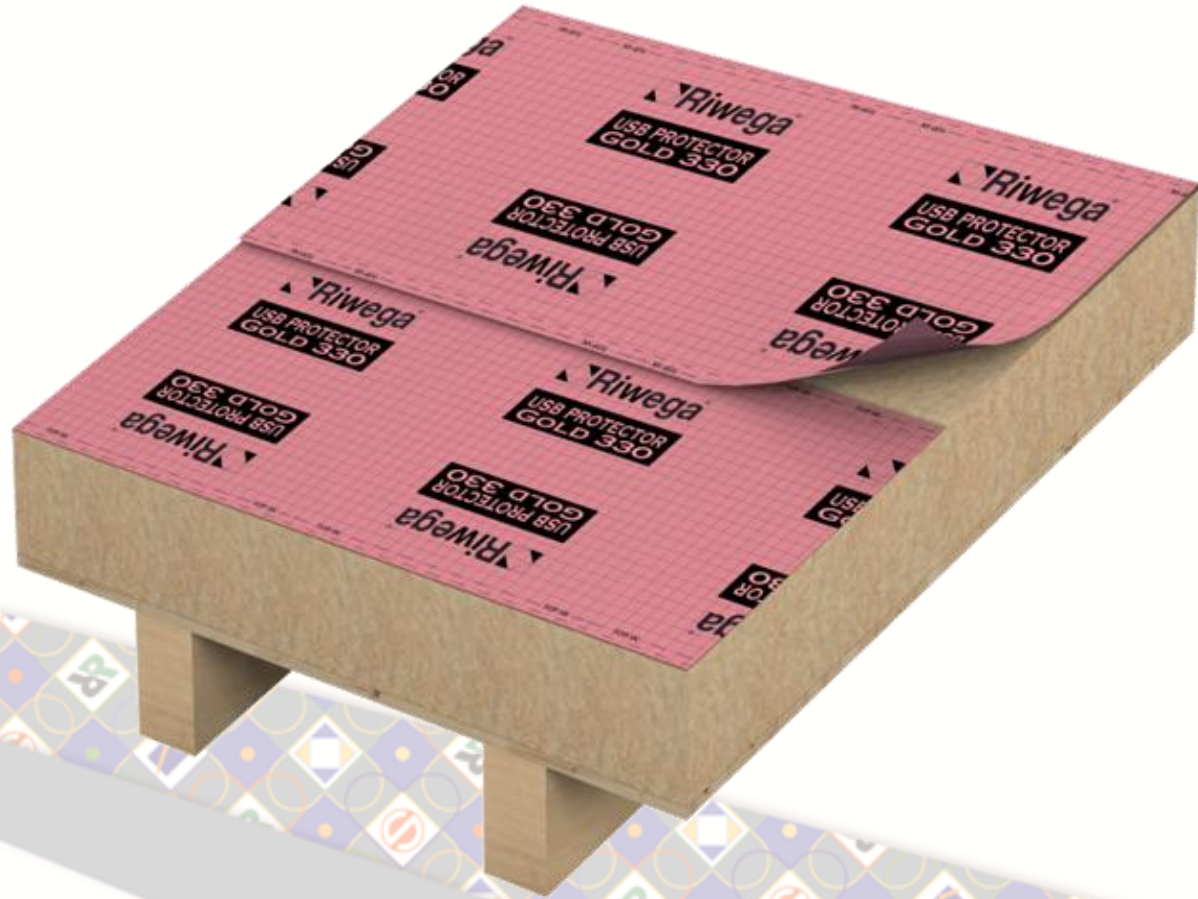
- Impermeabilizza il tetto e/o la parete all'acqua
- Consente il libero passaggio di vapore acqueo mantenendo il coibente asciutto
- Impermeabilizza il tetto e/o le pareti al vento

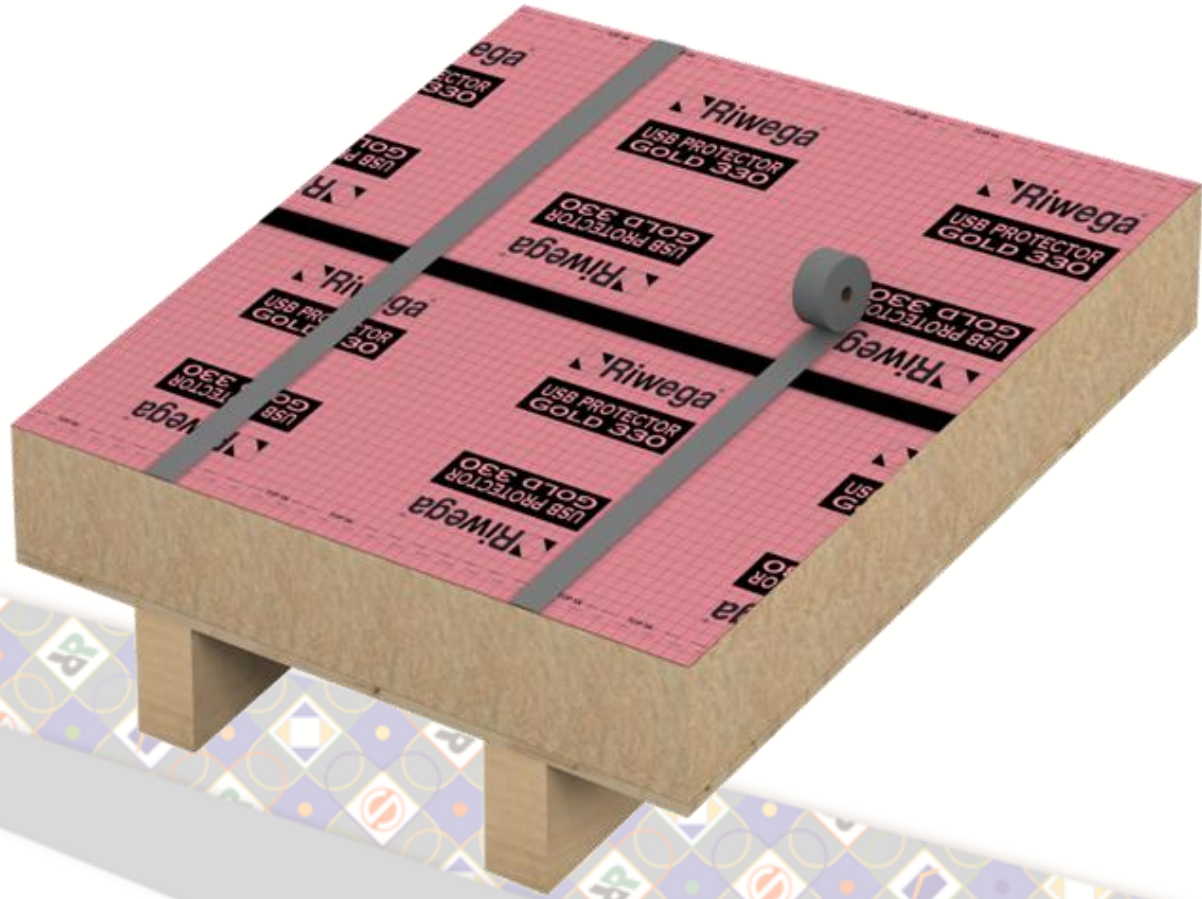
**→ Sigillare tutte le interruzioni e i sormonti !**

## IL TETTO VENTILATO IN LEGNO



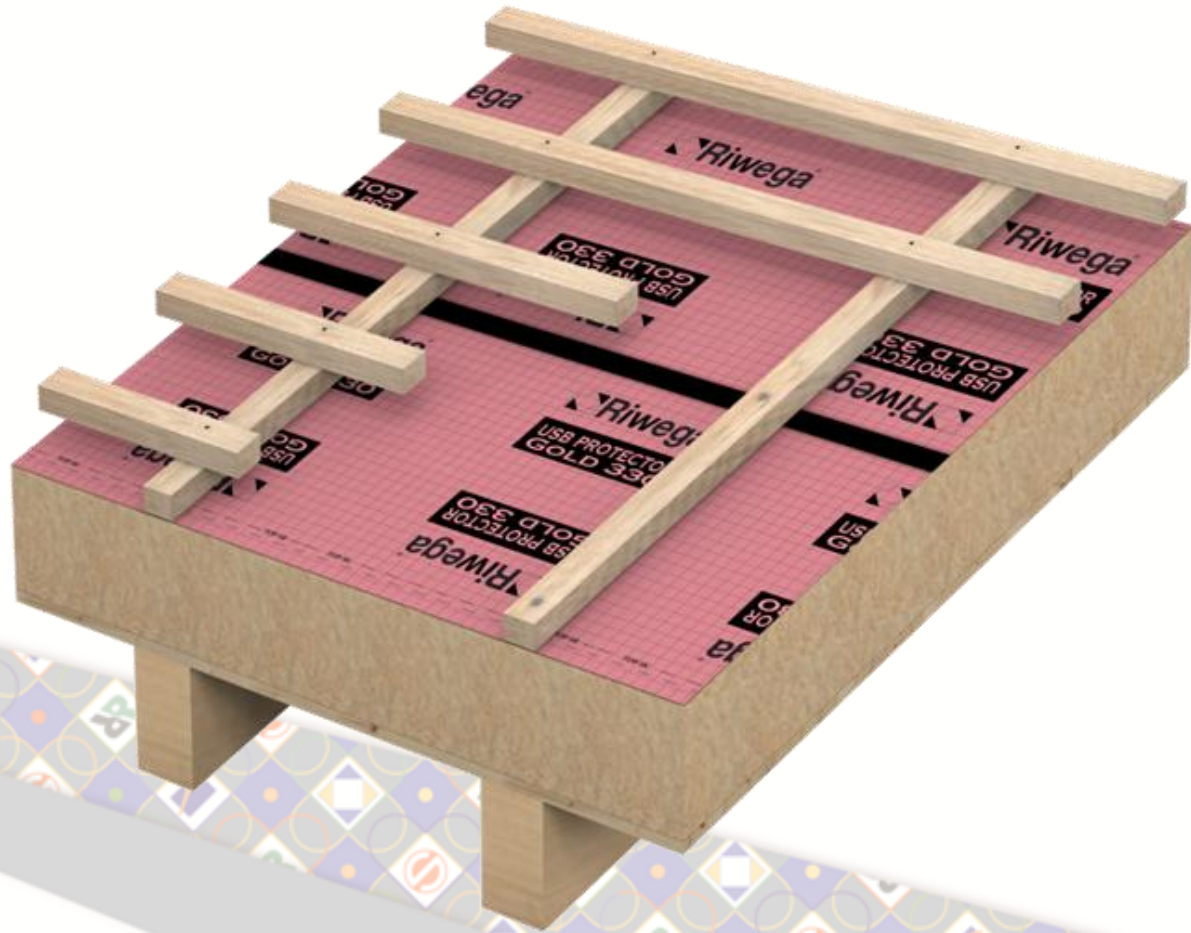




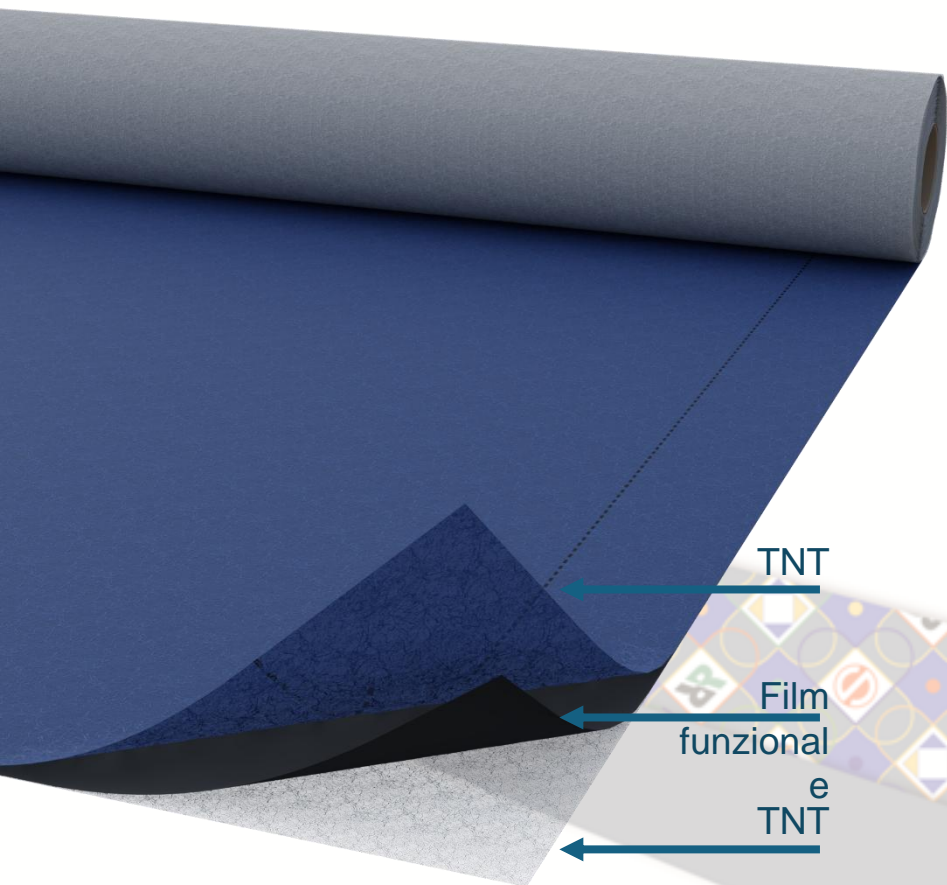


 Riwega

RoofRox



## SMT = SCHERMI E MEMBRANE TRASPIRANTI

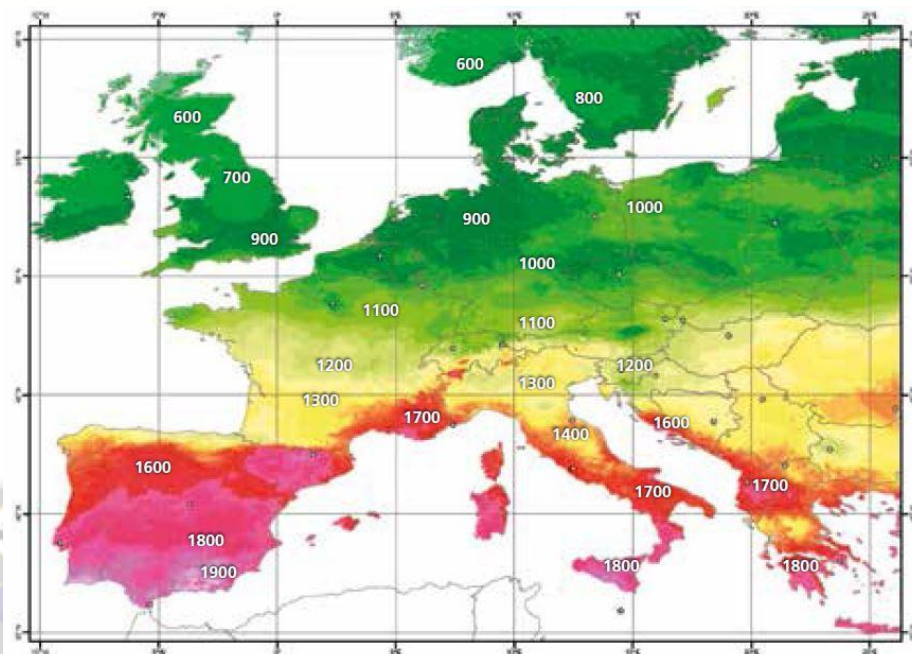


➔ Composti da un **film centrale traspirante monolitico o microporoso, protetto da due o più strati di tessuto non tessuto** in materiale sintetico (ad es. PP o PET)

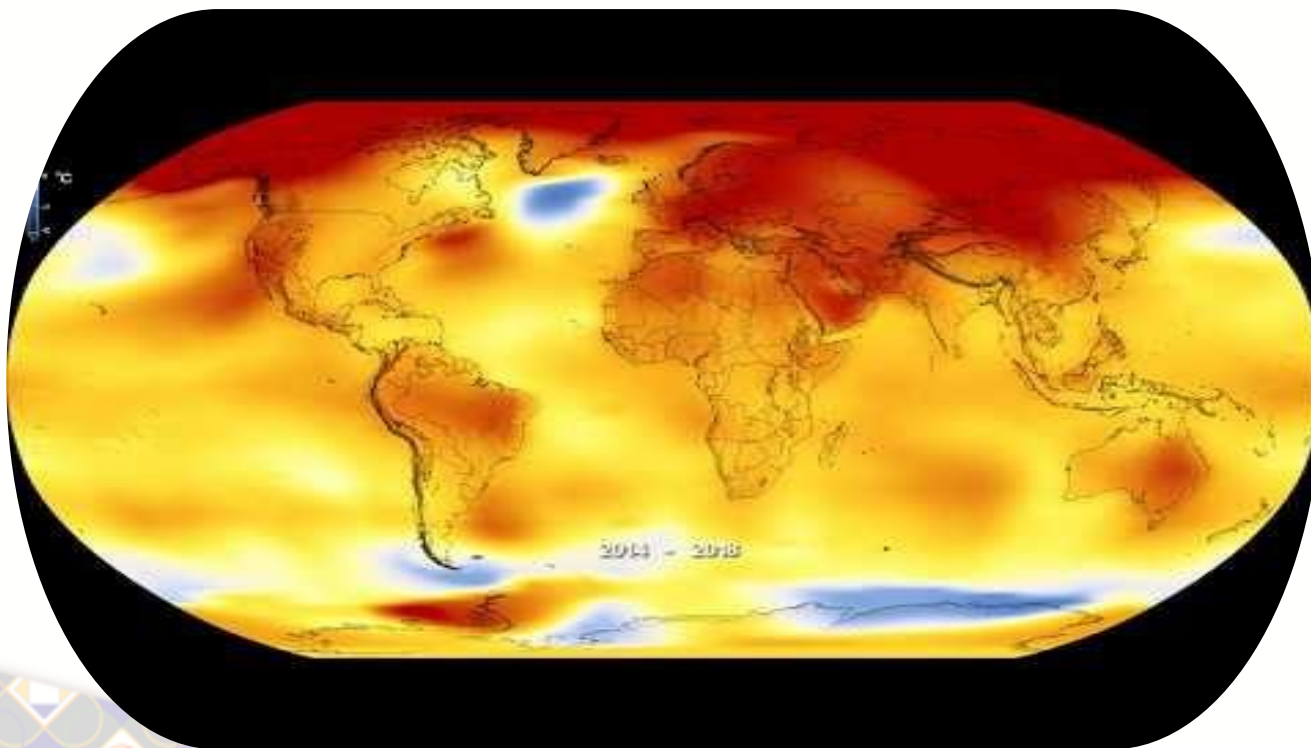
➔ L'accoppiamento di questi strati può avvenire mediante diverse tecniche quali:

- **Thermobonding:** saldatura termica a espansione molecolare
- **Laminazione:** strati saldati mediante adesivo reattivo PU hot melt
- **Calandratura:** unione di più strati per mezzo del calore tramite rulli incisori
- **Spalmatura:** applicazione di uno strato adesivo alla superficie del materiale
- **Ultrasuoni:** saldatura attraverso una tensione alternata ad alta frequenza convertita in vibrazione meccanica

## L'EVOLUZIONE IN EUROPA DELLE MEMBRANE



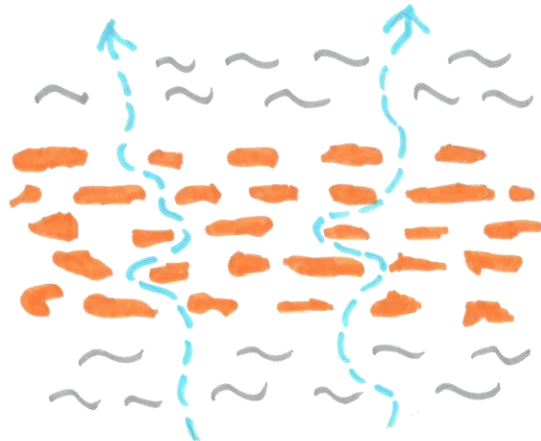
Mappa dell'irraggiamento solare medio annuale in kWh/m<sup>2</sup>



## FILM MICROPOROSO

Membrana funzionale dotata di **microporosità** dovute alla presenza di **polvere di gesso**.

La **permeabilità al vapore** acqueo avviene per **capillarità** attraverso i micropori del film funzionale.



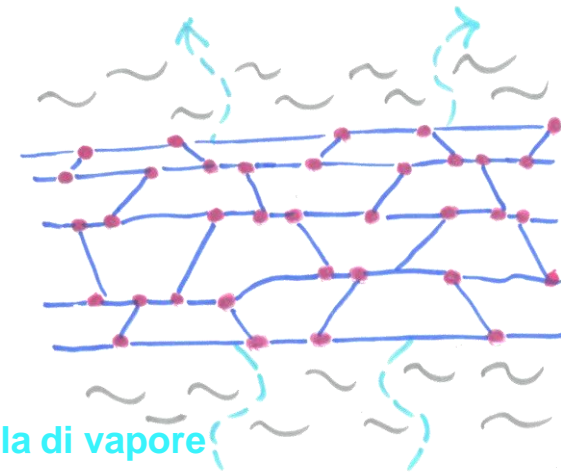
Molecola di vapore acqueo

Polimero dotato di micropori

## FILM MONOLITICO

Membrana funzionale **omogenea e continua**.

La **permeabilità al vapore** acqueo avviene grazie a una **reazione chimica** che alcuni polimeri sono in grado di attivare con le molecole di vapore acqueo che consiste nel farsi attraversare, diventando «traspiranti», la cosiddetta **permeanza**.



Molecola di vapore acqueo

Polimero

Catena polimerica

# Gamma Protector: la nuova era

## PUNTI DI FORZA IN BREVE:

### Innovazione continua, protezione totale

- Membrana impermeabile altamente traspirante
- Nuova composizione con film monolitico in TPU e TNT in PET
- Estremamente resistente ai raggi UV e alle condizioni climatiche estreme
- La nuova generazione di membrane garantite 30 anni
- Gamma completa per ogni esigenza di posa





 **Riwega®**

**VSK Clear 280**



Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear 280

Riwega  
VSK Clear



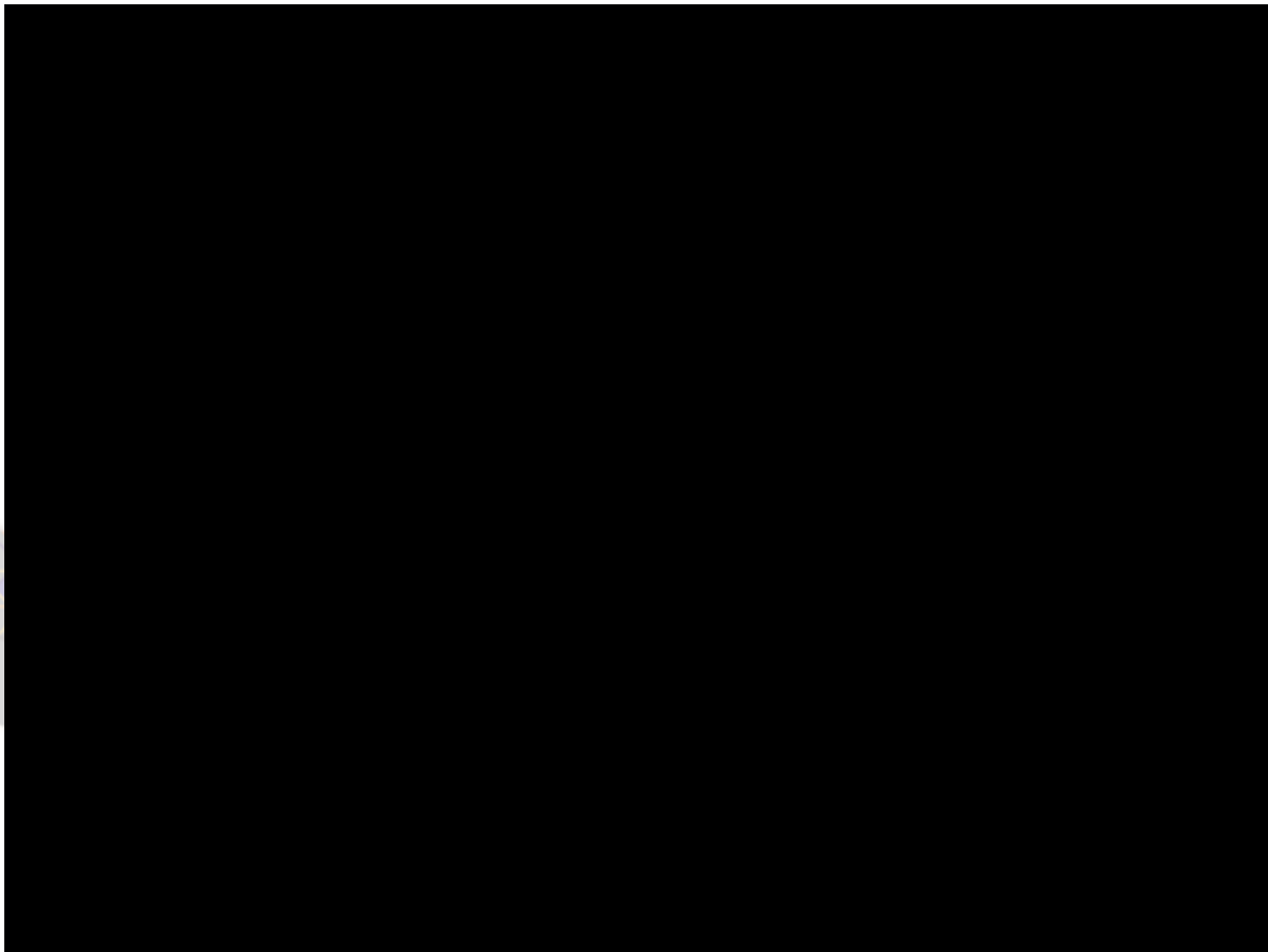
Worker on roof

Construction materials and scaffolding

Riwega  
Clear Light

Riwega  
Clear Light

Riwega  
Clear Light



**Composizione:**

- ① Film funzionale in EVA
- ② Tessuto non tessuto in PP
- ③ Collante a base dispersione acrilica modificata
- ④ Liner pretagliato 25 cm

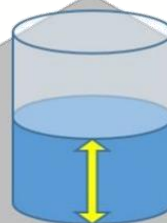
## TEST DI COLONNA D'ACQUA SUL SORMONTO

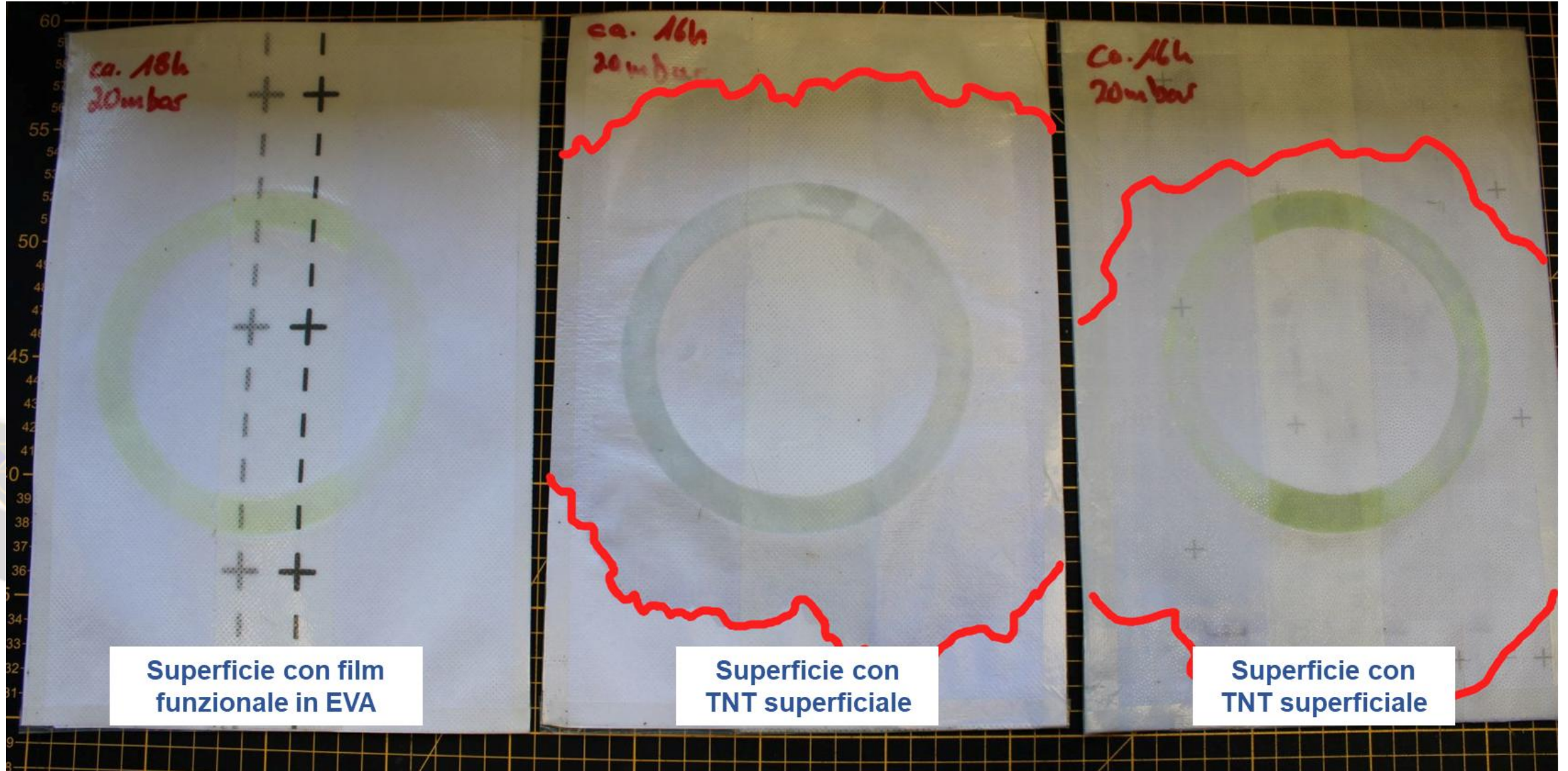
Superficie con  
**Film funzionale in EVA**

VS.

Superficie con  
**Tessuto non tessuto (TNT)**

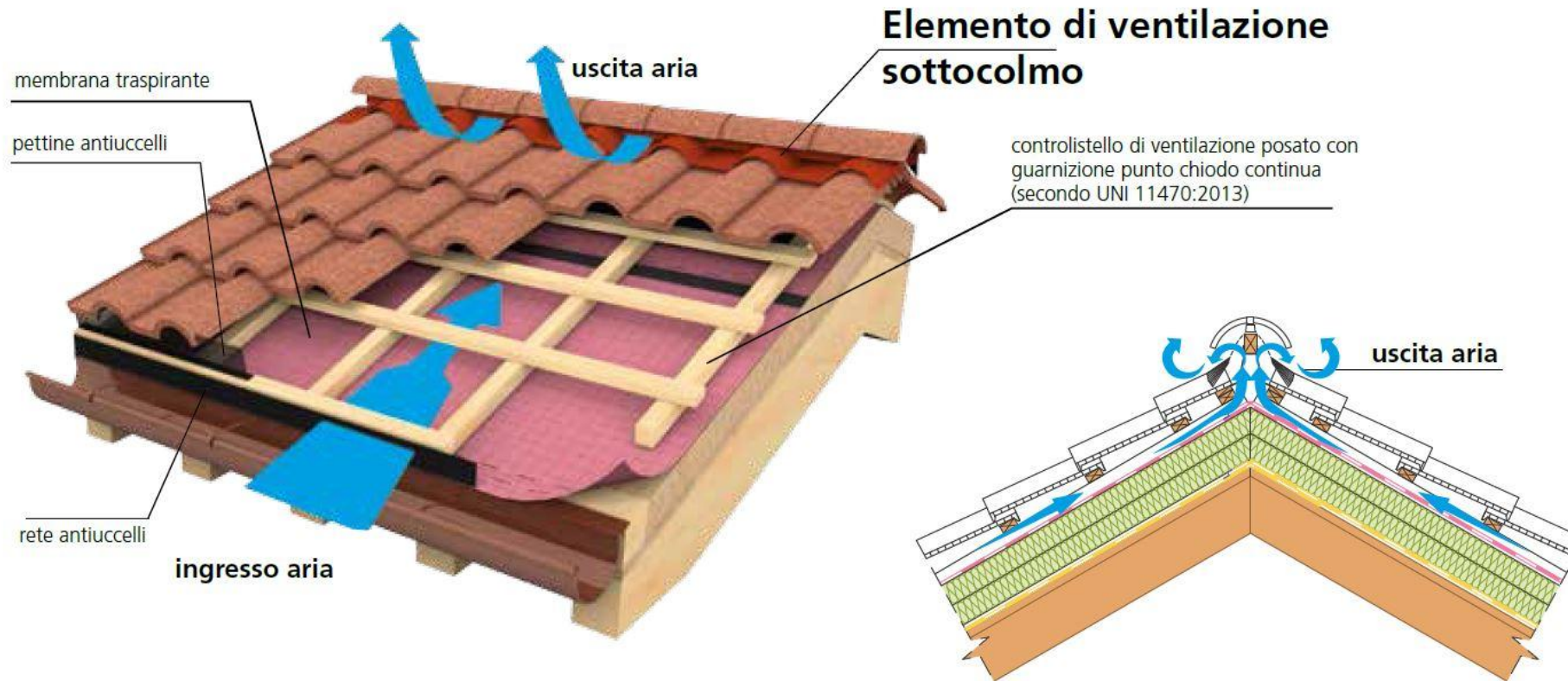
Colonna d'acqua





# LA VENTILAZIONE DEL TETTO

Secondo la norma: UNI 9460:2023



## PERCHÉ VENTILARE IL TETTO?



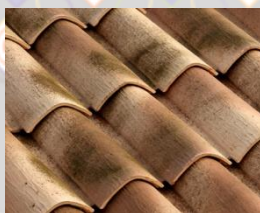
- Per abbassare le alte temperature estive tra la copertura ed il coibente



- Per eliminare l'umidità proveniente dal pacchetto isolante o dalla copertura



- Per fare defluire in gronda eventuali infiltrazioni d'acqua dalla copertura



- Per far sì che la copertura in tegole o coppi in cotto duri il più a lungo possibile



## UNI 9460:2023

Definisce, per le soluzioni costruttive che l'esperienza pluriennale ha ormai consolidato, i criteri di progettazione, di esecuzione e di manutenzione delle **coperture discontinue** in cui l'elemento di tenuta è costituito da **tegole di laterizio o calcestruzzo**.

### **9.3.2 Microventilazione sottotegola**

Come anticipato nei punti 6.1.1 e 6.1.3, in **qualsiasi tipo di copertura (isolata o no, ventilata o no) è necessario prevedere sempre una microventilazione sottotegola per evitare persistenza di umidità, formazione di condensazioni e per prolungare la durata del sistema.**

Tale microventilazione è attuata posizionando le tegole su listellature di supporto (vedere punto 9.2.3) e può essere incrementata con l'impiego di tegole munite di aeratore.

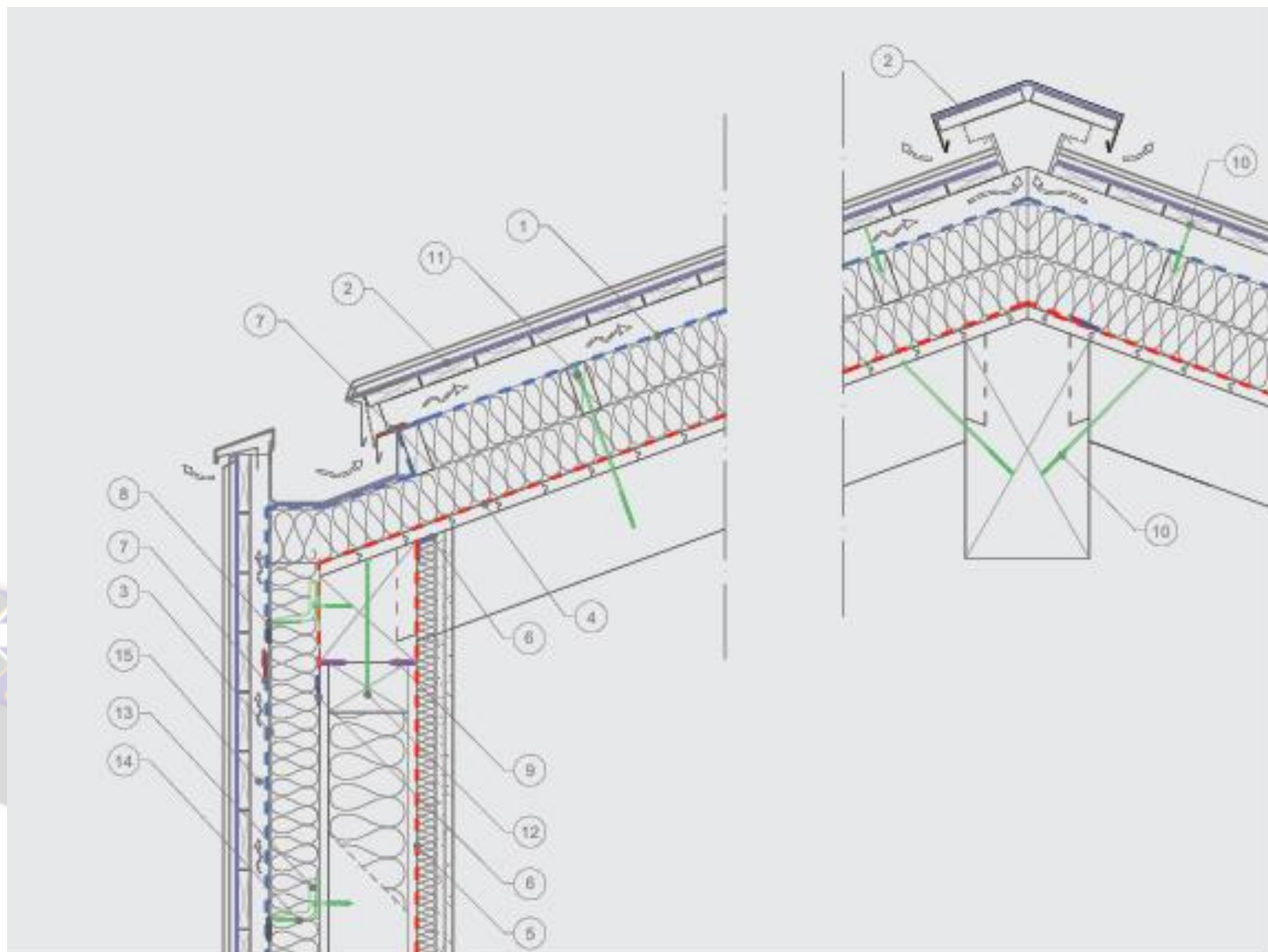
E' necessario verificare che la linea di gronda e il colmo siano liberi da ostacoli che possano impedire la libera circolazione dell'aria.

**Anche quando siano presenti teli di tenuta all'aria o all'acqua**, eseguiti con membrane, occorre assicurare uno spazio sottotegola che permetta la microventilazione su struttura discontinua mediante posa di listelli.



05









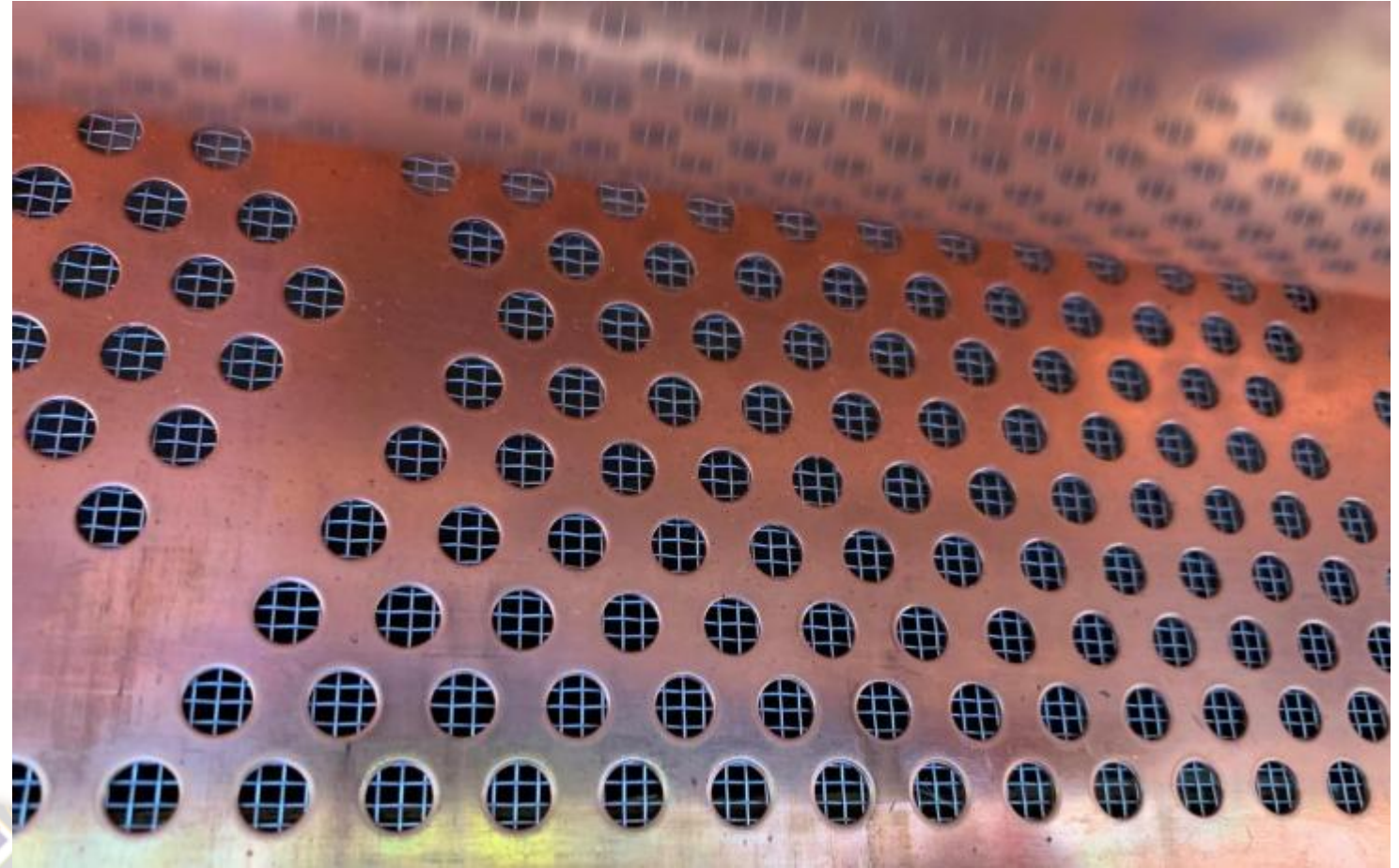
 Riwega

 RoofRox



 Riwega

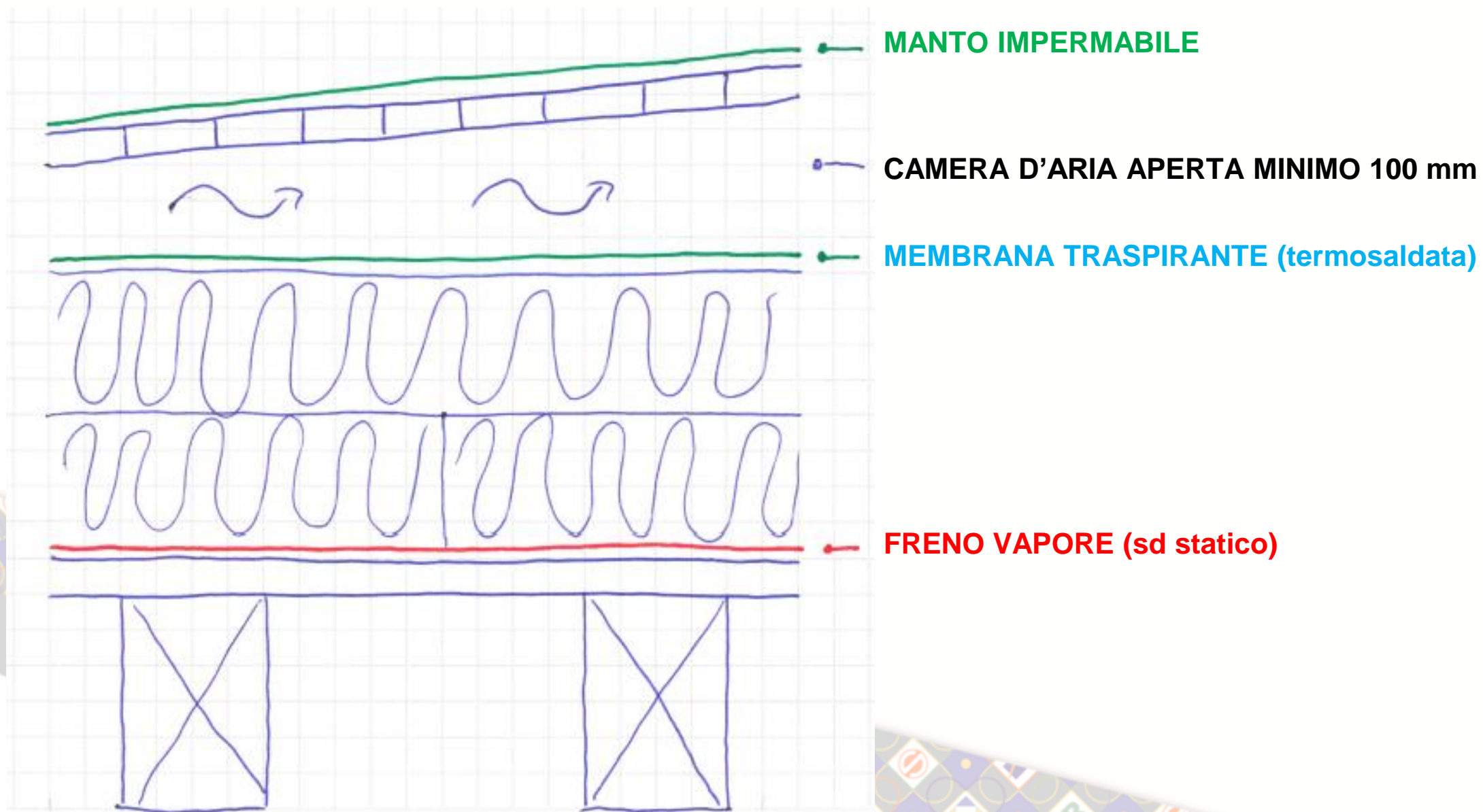
 RoofRox

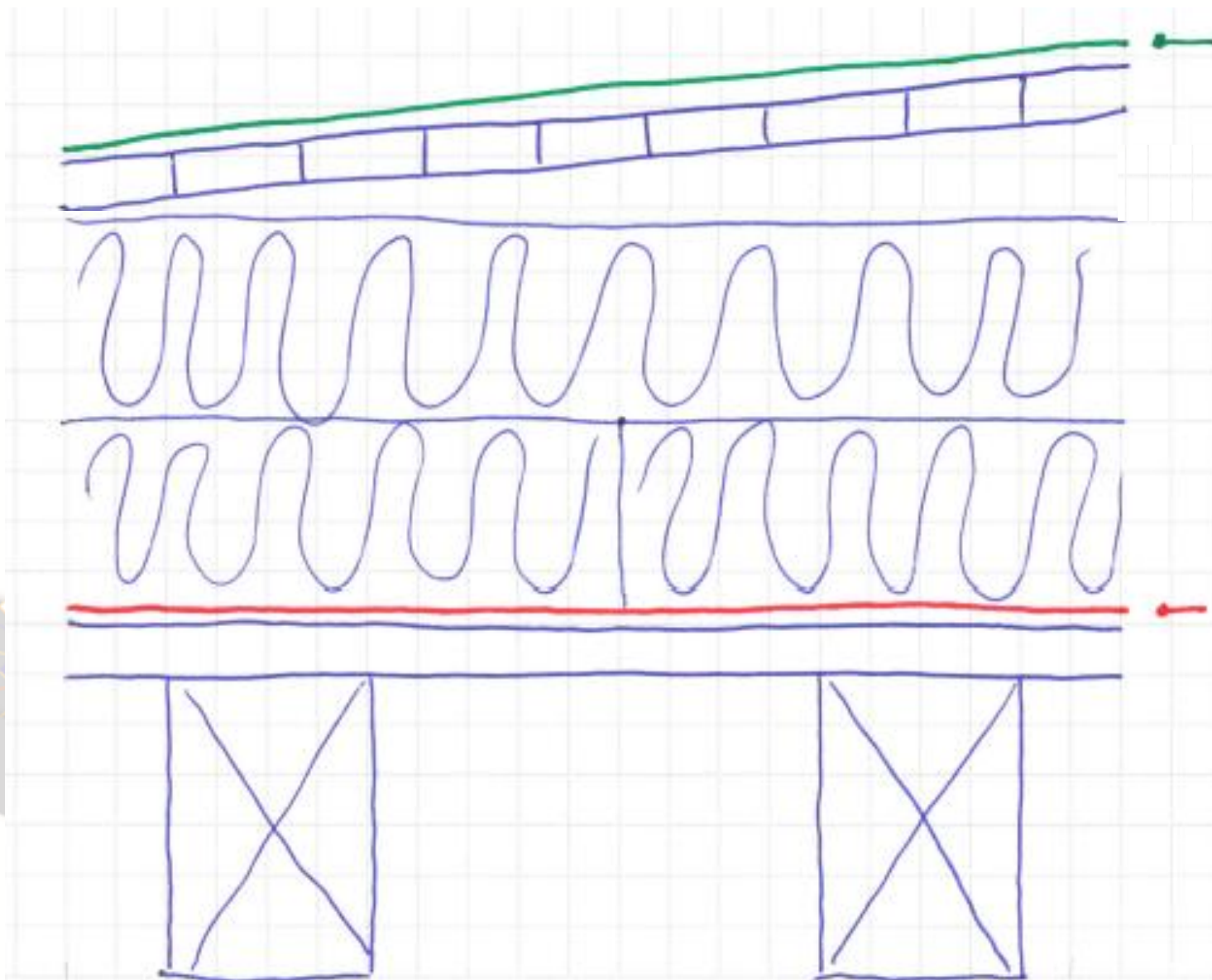




**MA LA BARRIERA AL VAPORE  
QUANDO LA UTILIZZO ?**







MANTO IMPERMABILE

BARRIERA VAPORE

- **BARRIERA AL VAPORE**

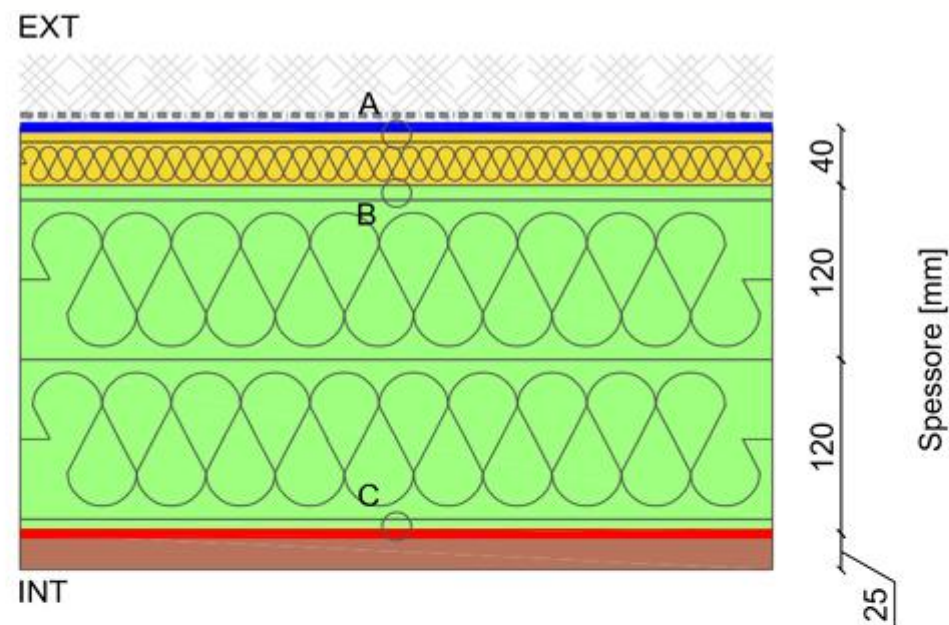
- **FRENO AL VAPORE**

**(SD STATICO)**

- **MEMBRANA TRASPIRANTE**

- **MEMBRANE AD IGROMETRIA VARIABILE**

**(SD DINAMICO)**



### LEGENDA

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Posizione monitor  |  | EPS 150 (pendenzato)  |
|  | Ghiaia   |  | Lana di roccia 036  |
|  | Strato di protezione<br>Riwega   <b>planus Felt</b>          |  | Barriera al vapore (Sd1500m)<br><b>VSK Bitum Reflex 1200</b> Riwega |
|  | Manto impermeabilizzante<br>Riwega   <b>planus Evalon VG</b> |  | Tavolato  |



# VALUTAZIONI TERMOIGROMETRICHE

Secondo UNI EN ISO 13788:2013 – Modello di Glaser

Quali sono i **PUNTI DEBOLI** di un pacchetto «chiuso» ???

- Verrà garantita la **continuità della barriera al vapore** in ogni punto???
- E se la **barriera al vapore venisse forata** per la posa degli strati successivi???
- La cosiddetta «**umidità di cantiere**» come farà ad uscire dalla struttura???
- L'**umidità dei materiali** posati in opera è stata verificata prima di chiudere???

## VALUTAZIONI TERMOIGROMETRICHE

Secondo UNI EN 15026:2008 – Modello DINAMICO

I metodi di calcolo più utilizzati (Glaser) forniscono in genere risultati cautelativi e quindi, se una struttura non risulta idonea oppure se non ho la certezza che la stratigrafia calcolata sia la soluzione migliore, la norma stessa (UNI EN ISO 13788:2013) dice che

**possono essere utilizzati metodi di calcolo più accurati che ne dimostrino l'idoneità**



### UNI EN 15026:2008

«Prestazione termoigrometrica dei componenti e degli elementi di edificio - Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica.»

# VALUTAZIONI TERMOIGROMETRICHE

Secondo UNI EN 15026:2008 – Modello DINAMICO

## UNI EN 15026:2008

Normativa che descrive il modello di calcolo termoigrometrico in **REGIME DINAMICO** che ci permette di studiare il fenomeno della migrazione del vapore nella sua complessità:

Migrazione **dinamica**  
del vapore

Influenza  
dell'**irraggiamento** sulla  
migrazione del vapore

Comportamento  
dell'**utenza**

Influenza della  
**vento**

Influenza della **pioggia**  
sulla migrazione  
del vapore

Fenomeni legati  
all'**asciugatura** delle  
strutture

# VALUTAZIONI TERMOIGROMETRICHE

Secondo UNI EN 15026:2008 – Modello DINAMICO

## MODELLO DI GLASER

UNI EN ISO 13788

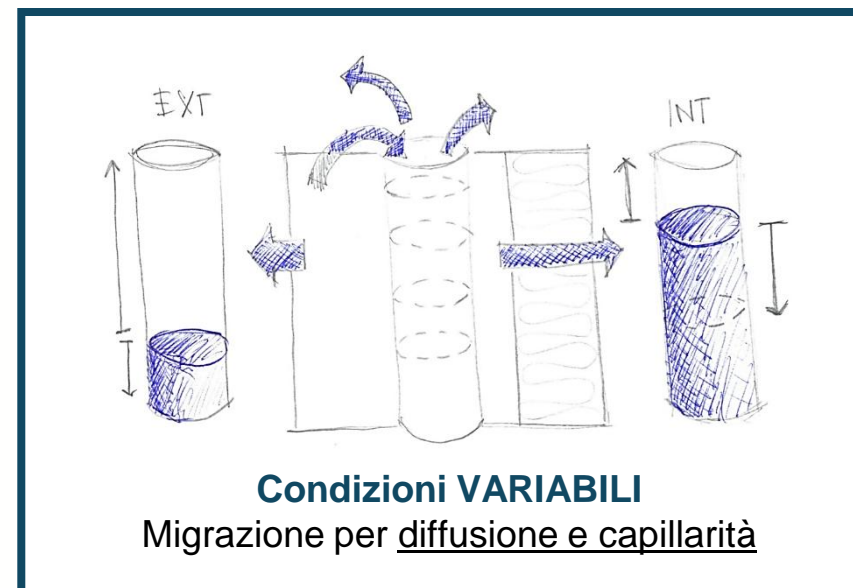


**Sistema semplificato**, considera la migrazione del vapore per **sola differenza di pressione** dalla parte più calda a quella più fredda

VS

## MODELLO DINAMICO

UNI EN 15026



**Sistema accurato**, tiene conto di **molteplici fattori** (umidità intrinseca dei materiali, variazioni climatiche orarie, capillarità, soleggiamento, ombreggiamento, etc..)

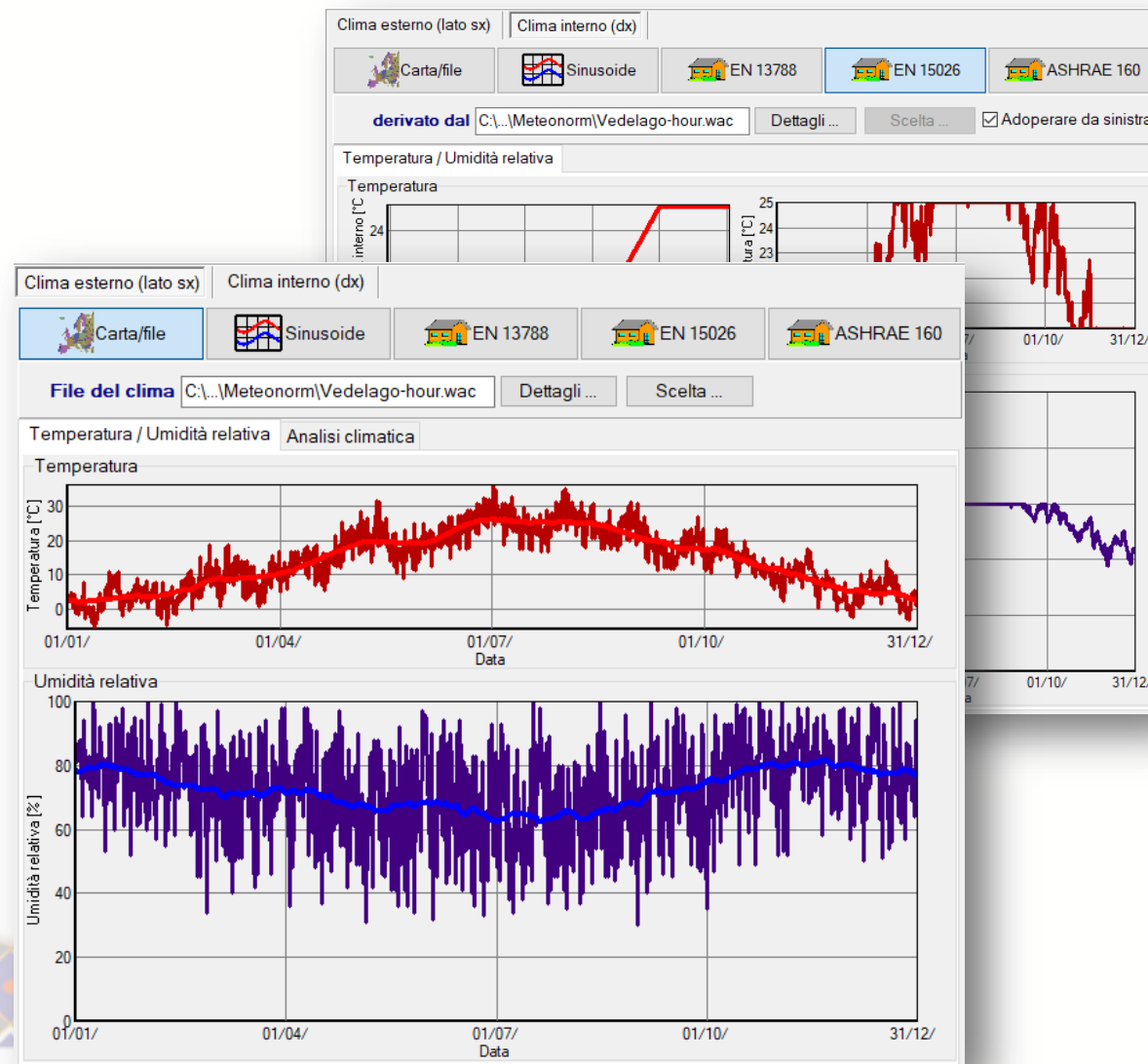


# VALUTAZIONI TERMOIGROMETRICHE

Secondo UNI EN 15026:2008 – Modello DINAMICO

# Riwegà Hygrotherm EUROPE

*Il software per il calcolo termoigrometrico DINAMICO dei pacchetti*

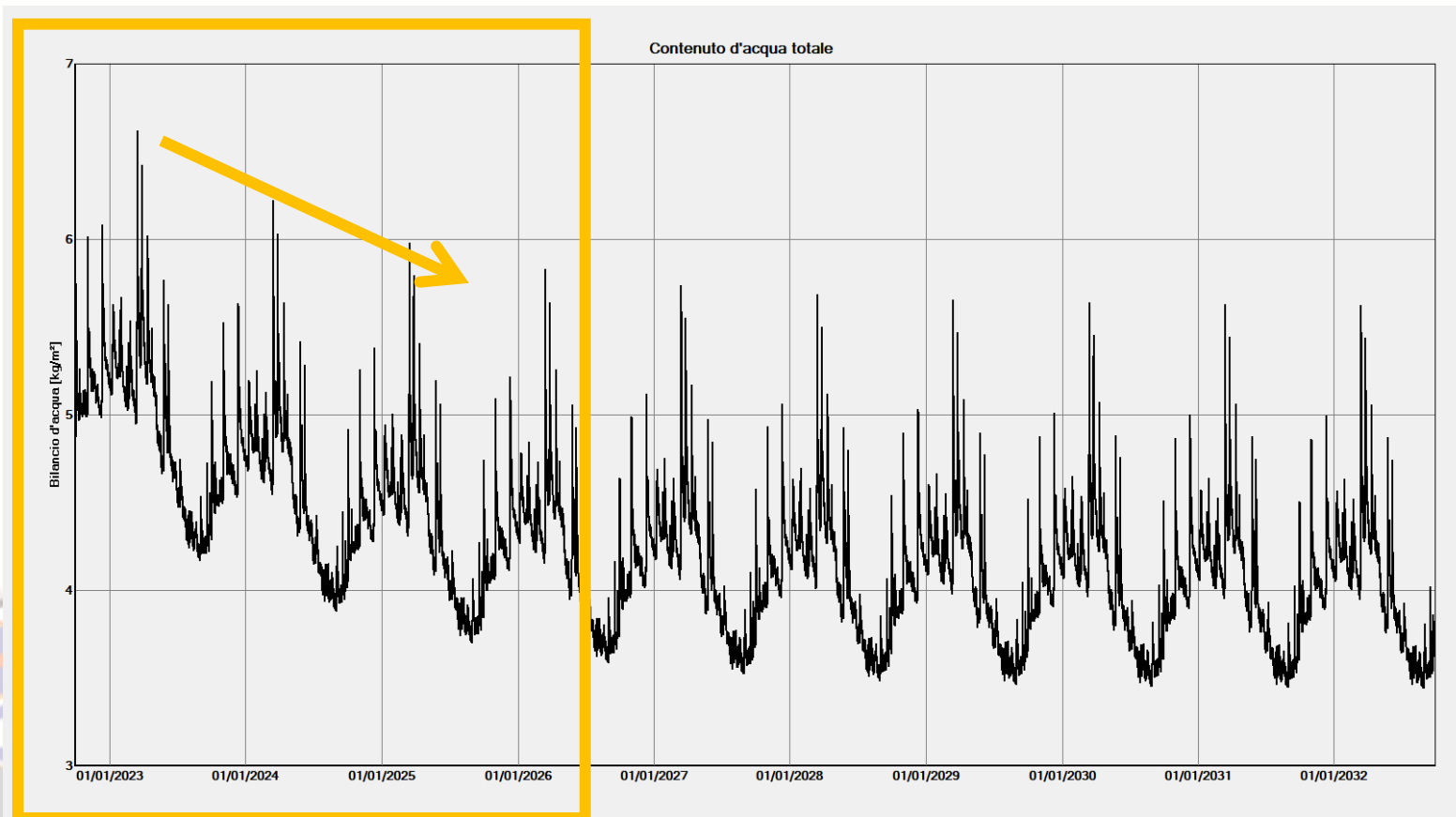


# VALUTAZIONE IN REGIME DINAMICO

Simulazione e  
ANALISI DEI RISULTATI

Diminuzione del contenuto d'acqua  
totale nella struttura nel periodo di  
calcolo totale (10 anni)

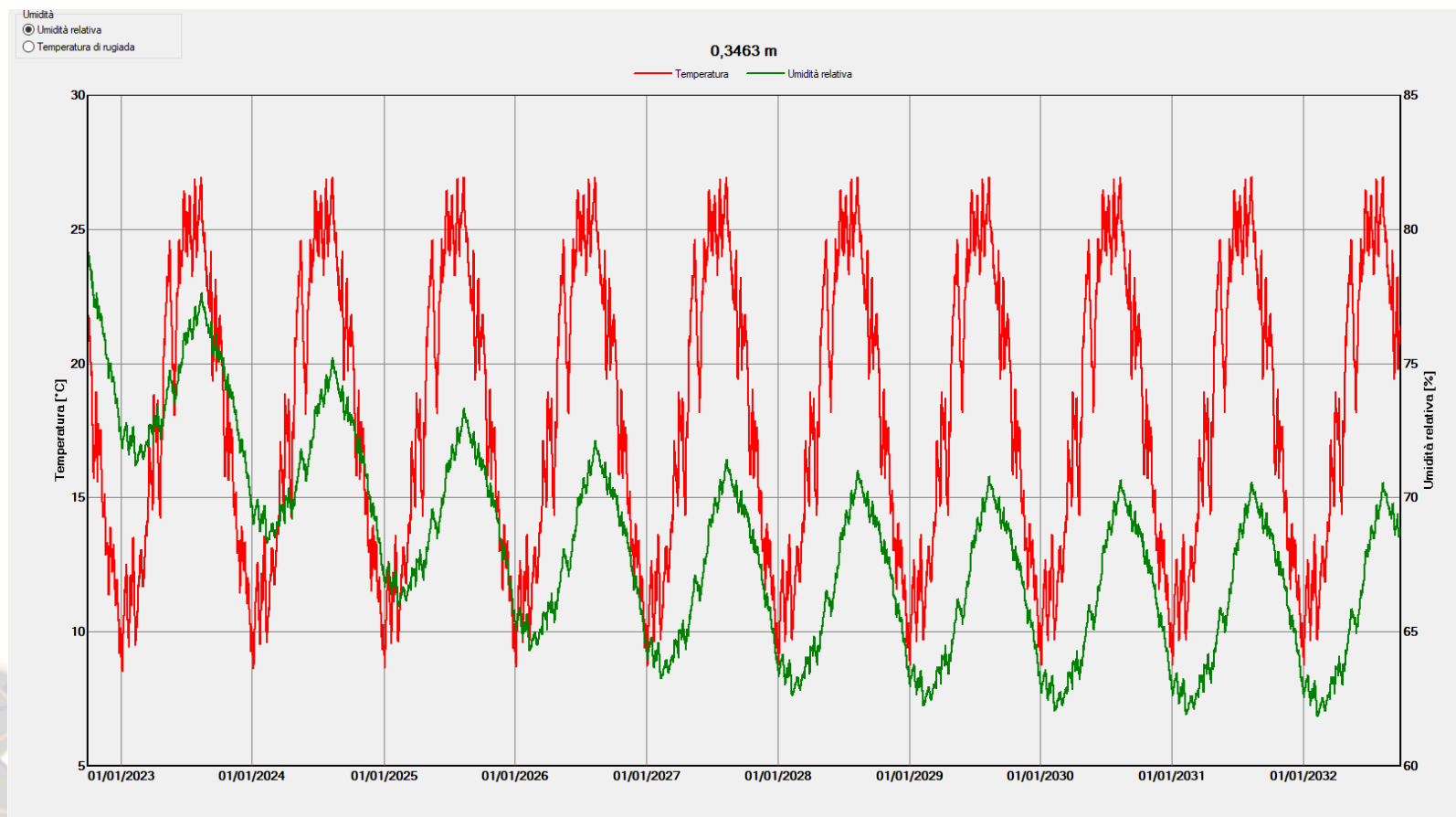
Periodo di assestamento iniziale

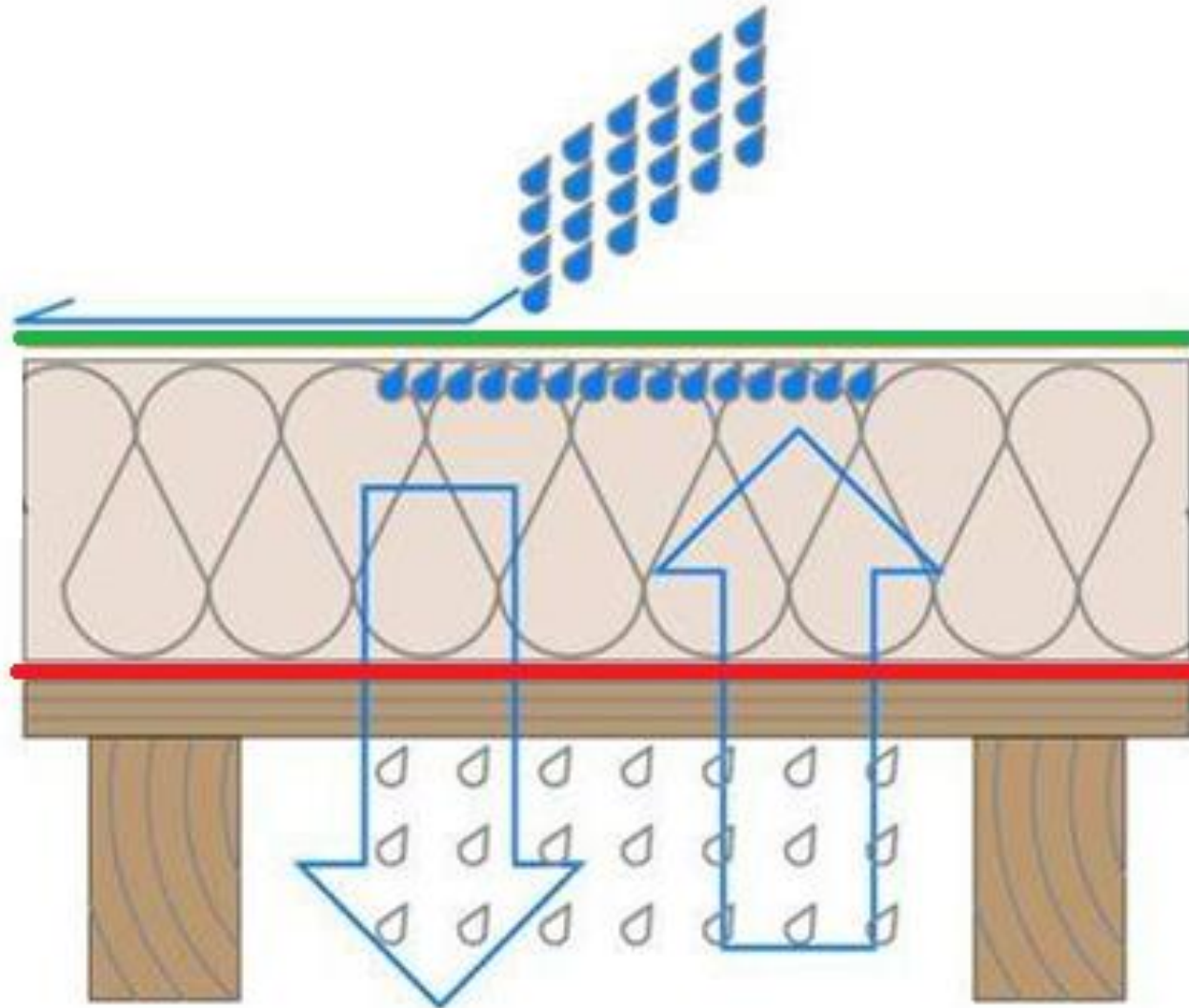


# VALUTAZIONE IN REGIME DINAMICO

Simulazione e  
ANALISI DEI RISULTATI

Verifica **valore limite di umidità  
relativa**





MANTO IMPERMABILE

FRENO VAPORE  
(da calcolare)



5 anni



5 anni



5 anni



# **CONTROPARETI INTERNE ISOLARE DALL'INTERNO**





 Riwega

 RoofRox







Riwega

Riwega

cro 100/20



**Riwega**

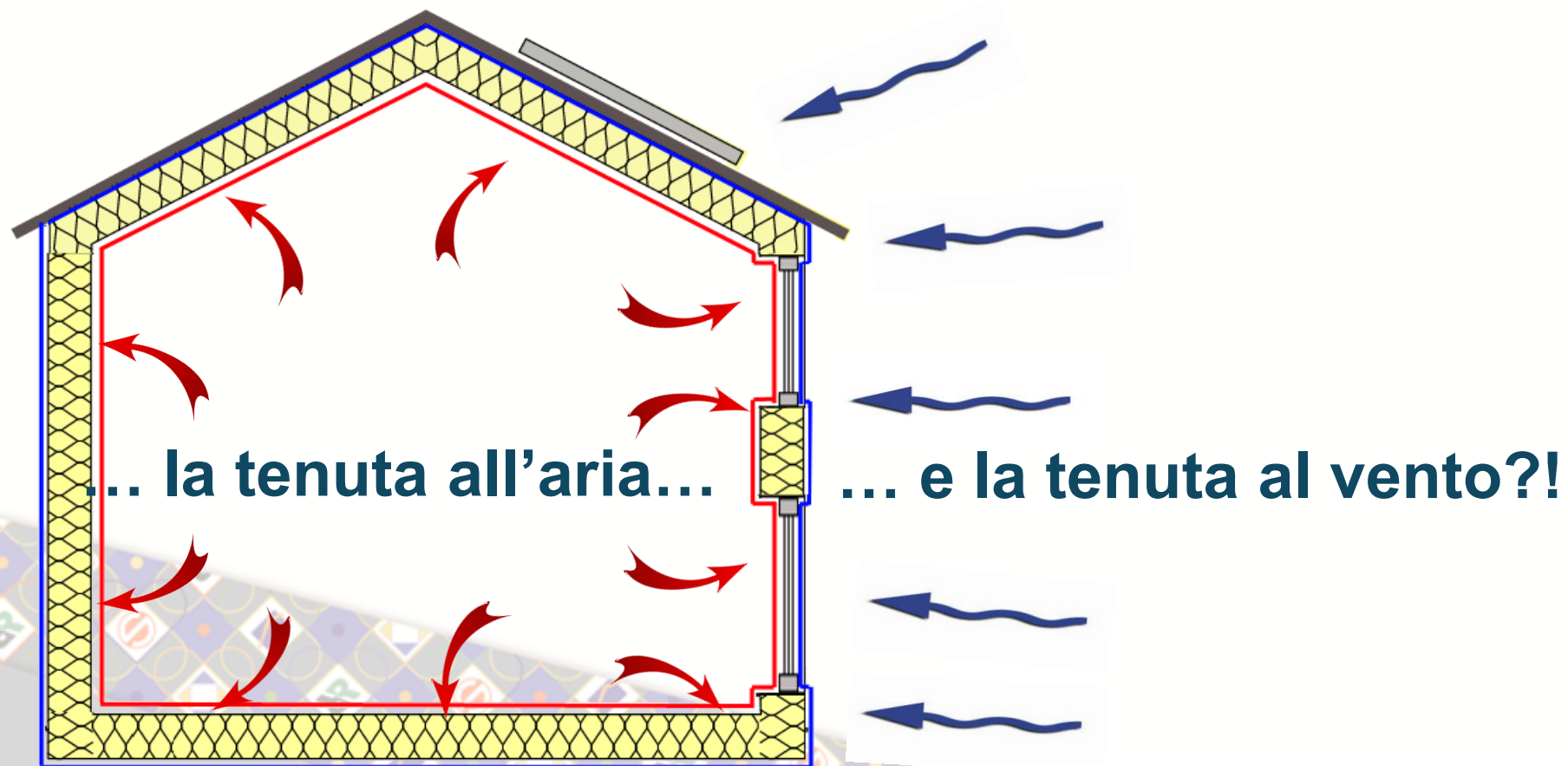
**Micro 100 Vario**

1000 1000 50

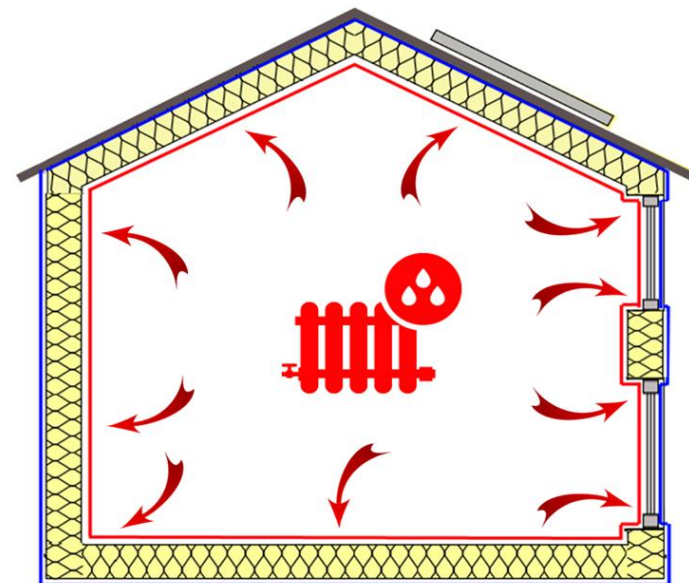


## SMT: TENUTA ARIA / VENTO

Ma cosa sono ...



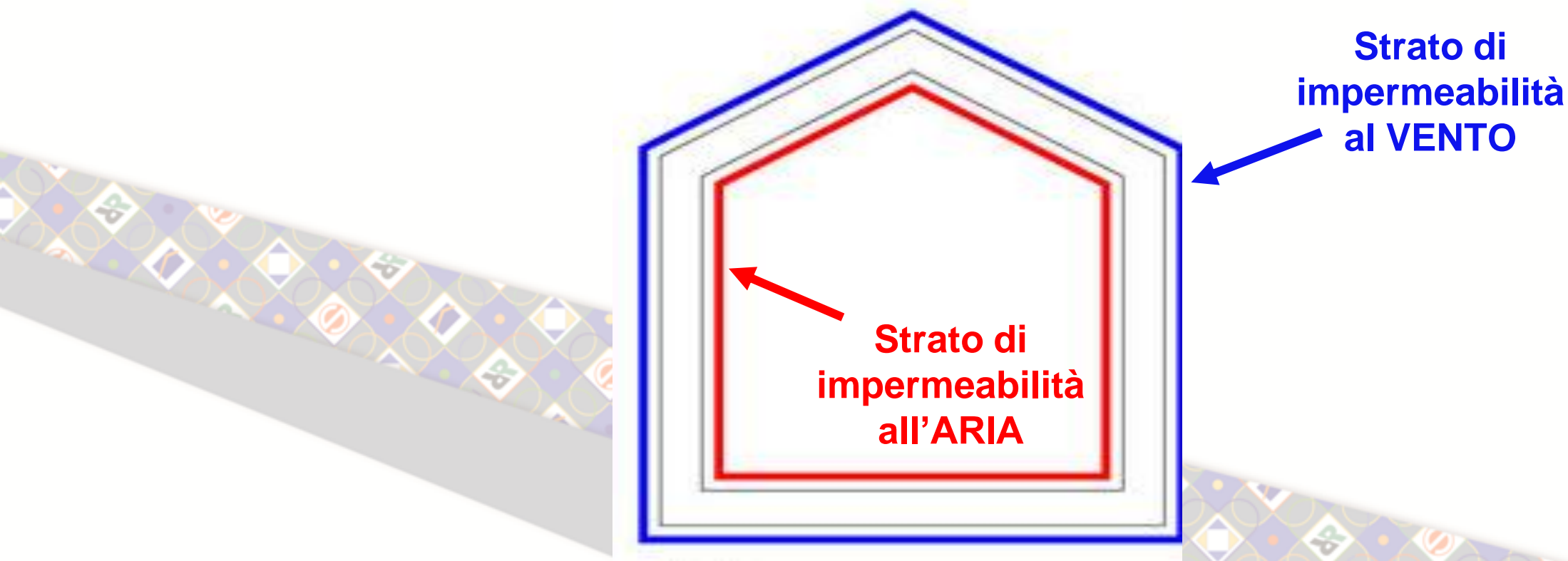
## LA TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO





## Cosa vuol dire **PROGETTARE L'IMPERMEABILITA' ARIA/VENTO?**

Nella progettazione termoigrometrica dell'edificio, per proteggere l'involucro termico, si rendono indispensabili **2 strati CONTINUI di tenuta.**



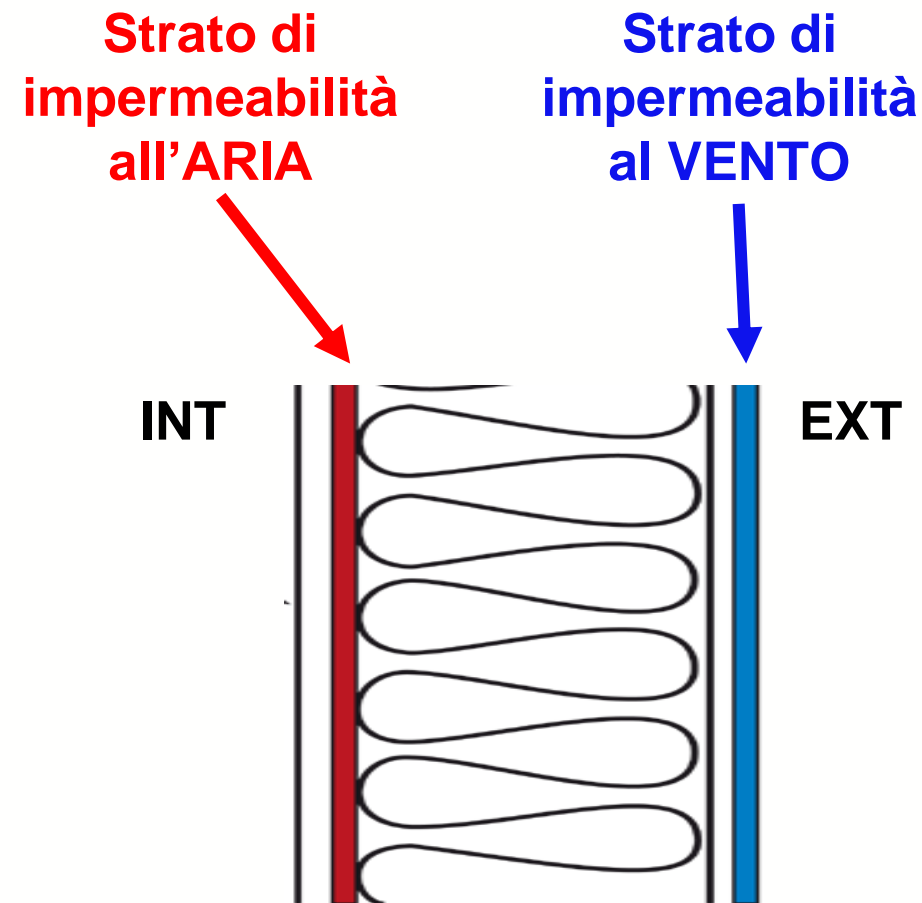
## L'involucro a tenuta

### ✓ **Tenuta all'aria**

Ermeticità dell'involucro al flusso d'aria calda che lo attraversa dall'interno verso l'esterno

### ✓ **Tenuta al vento**

Ermeticità dell'involucro al passaggio dell'aria fredda dall'esterno verso l'interno – strato posto sul lato freddo del volume riscaldato



**NOVITÀ**

### 2.4.9 Tenuta all'aria

#### Criterio

In tutte le unità immobiliari riscaldate è garantito un livello di tenuta all'aria dell'involucro che garantisca:

- Il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti preservandoli da fughe di calore;
- L'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale...;
- Il mantenimento della salute e durabilità delle strutture evitando la formazione di condensa interstiziale...;
- Il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata...

#### Verifica del criterio

La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

## CRITERI AMBIENTALI MINIMI TENUTA ALL'ARIA

I valori n50 da rispettare, verificati secondo norma UNI EN ISO 9972.

e. Per le nuove costruzioni:

- n50: < 2 – valore minimo
- n50: < 1 – valore premiante

f. Per gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello

- n50: < 3,5 valore minimo
- n50: < 3 valore premiante



NOVITÀ

### 2.5.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor)

#### Criterio

Le categorie di materiali elencate di seguito **rispettano le prescrizioni sui limiti di emissione** esposti nella successiva tabella:

- a) pitture e vernici per interni;
- b) pavimentazioni, incluso le resine liquide;
- c) adesivi e sigillanti;**
- d) rivestimenti interni;
- e) pannelli di finitura interni;
- f) controsoffitti;
- g) schermi al vapore sintetici per la protezione interna del pacchetto di isolamento.**

#### Verifica del criterio

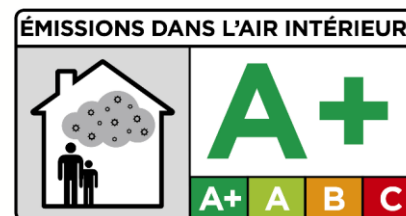
La Relazione CAM, di cui criterio “2.2.1-Relazione CAM”, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale. La determinazione delle emissioni avviene in conformità alla norma UNI EN 16516 o UNI EN ISO 16000-9.



Limite di emissione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 28 giorni	
Benzene Tricloroetilene (trielina) di-2-etilesilftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite la presentazione di rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e accompagnati da un documento che faccia esplicito riferimento alla conformità rispetto al presente criterio. In alternativa possono essere scelti prodotti dotati di una etichetta o certificazione tra le seguenti:

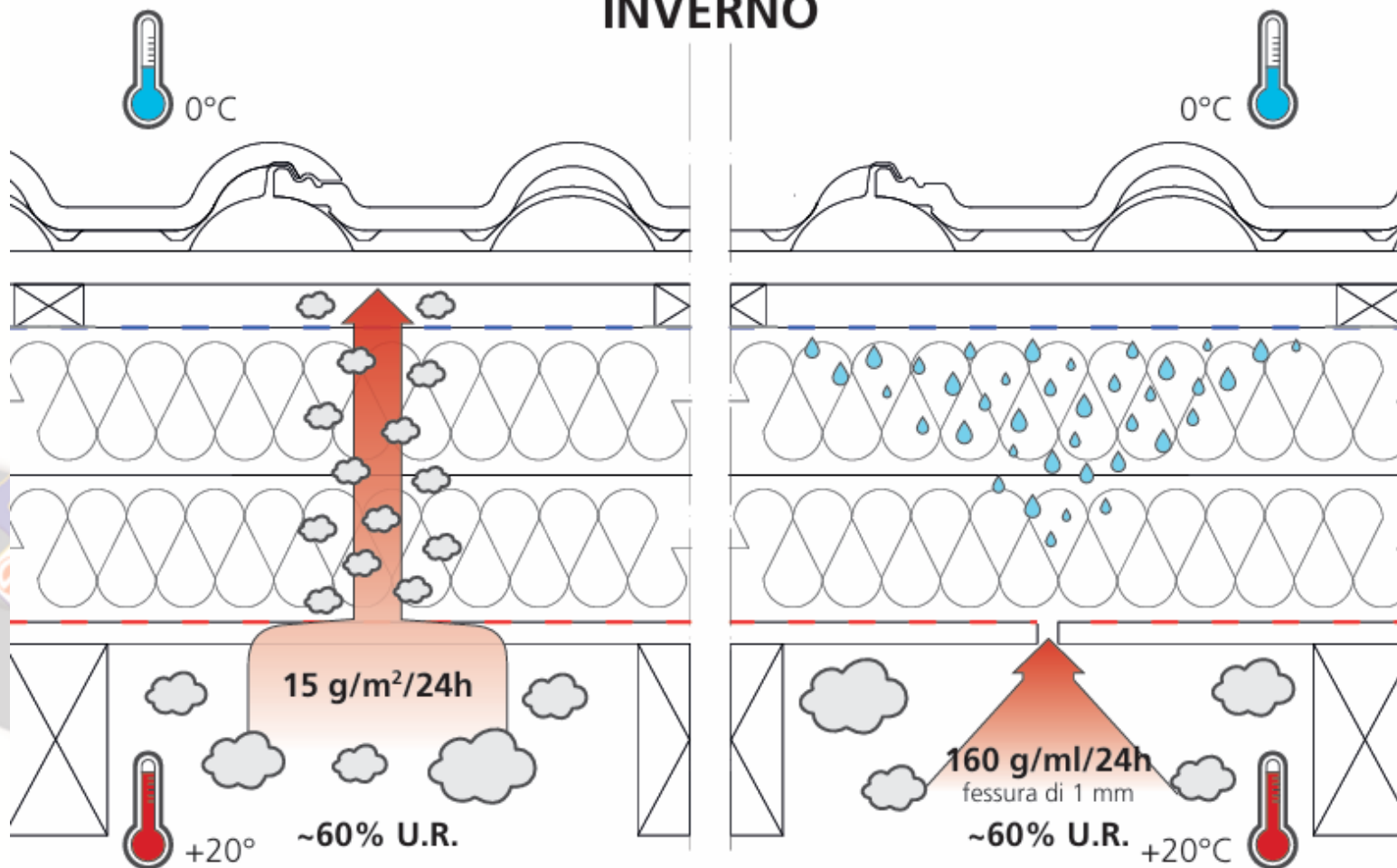
- AgBB (Germania)
- Blue Angel nelle specifiche: RAL UZ 113/120/128/132 (Germania)
- Eco INSTITUT-Label (Germania)
- EMICODE EC1/EC1+ (GEV) (Germania)
- Indoor Air Comfort di Eurofins (Belgio)
- Indoor Air Comfort Gold di Eurofins (Belgio)
- M1 Emission Classification of Building Materials (Finlandia)
- CATAS quality award (CQA) CAM edilizia (Italia)
- CATAS quality award Plus (CQA) CAM edilizia Plus (Italia)
- Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Standard (Italia)
- Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Plus (Italia)



# LA TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

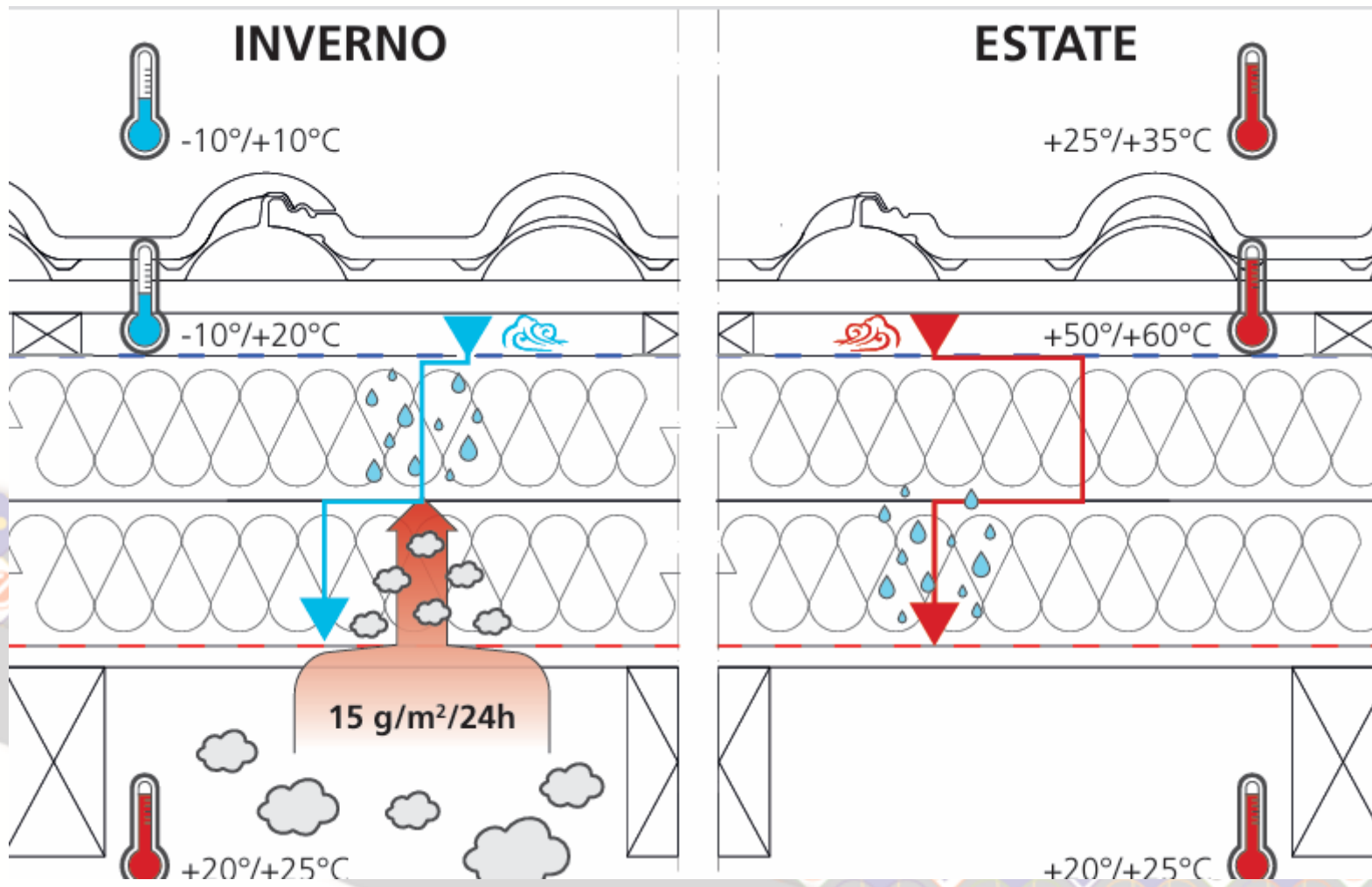
Problematiche dovute al passaggio di vento dalle interruzioni del pacchetto coibente

## INVERNO

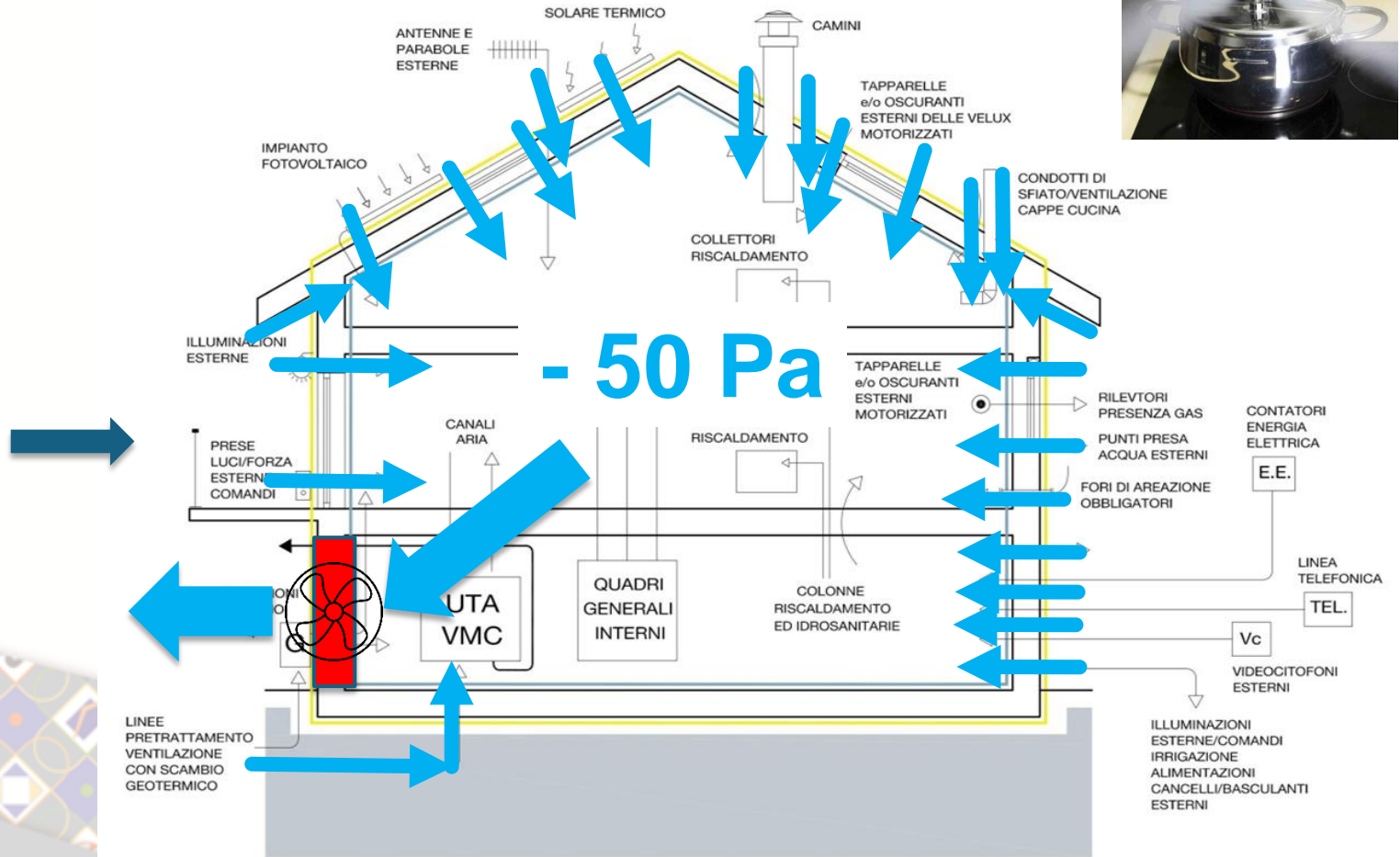


# LA TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Problematiche dovute al passaggio di vento dalle interruzioni del pacchetto coibente



# Blower door test e rilevamento dei flussi d'aria



## Rilevamento dei flussi d'aria

Anemometro



Fumo artificiale

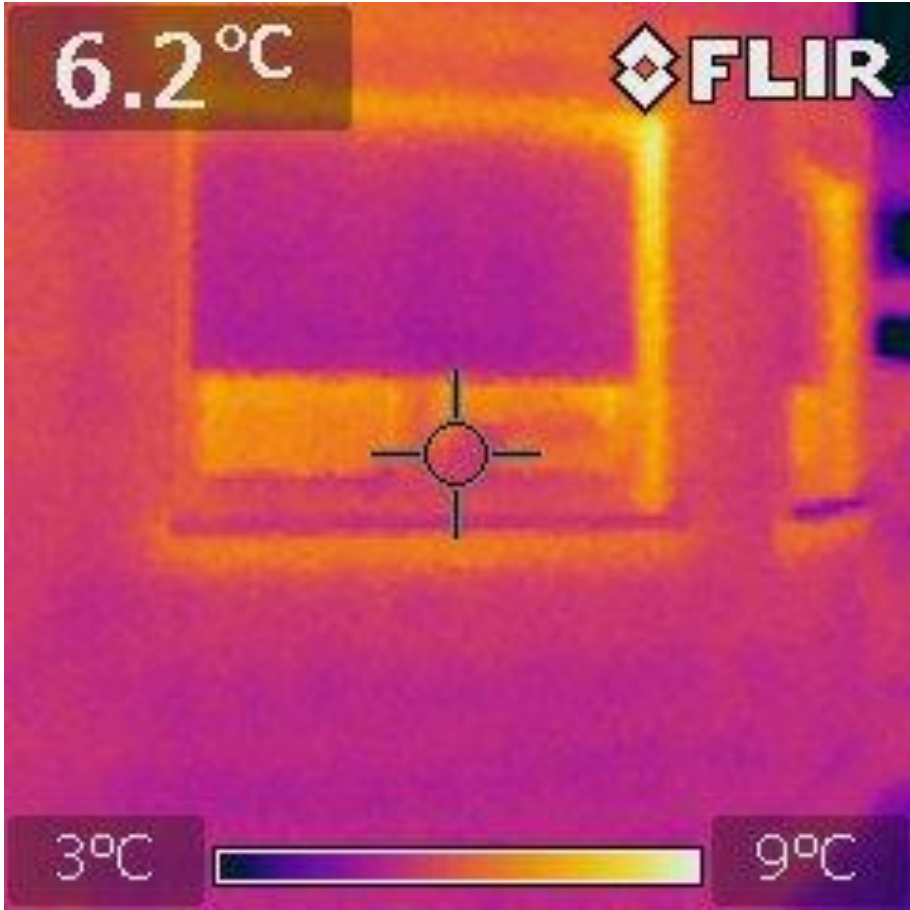


Termocamera

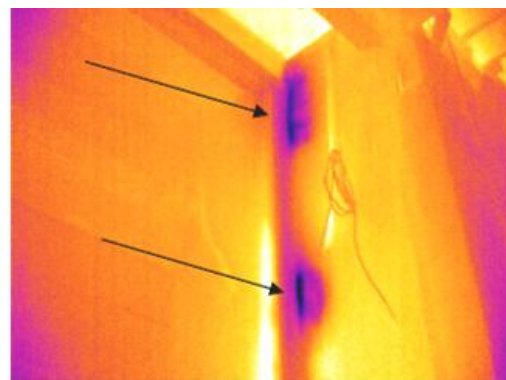
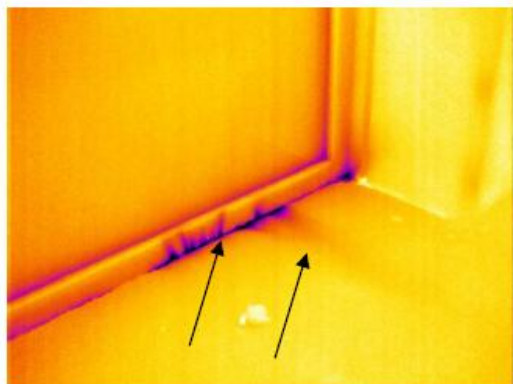


# La tenuta all'aria ed al vento nel passaggio degli impianti





## Passaggi d'aria verificati tramite termocamera a raggi infrarossi



## Serramenti – Ambito Normativo

- **UNI 11673-1: Posa in opera di serramenti – Parte 1 Requisiti e criteri di verifica della progettazione – definisce:**
  - gli standard per la progettazione della posa in opera al fine di avere dal giunto delle prestazioni non inferiori a quelle certificate per il serramento;
  - quali devono essere le caratteristiche dei materiali di sigillatura e riempimento;
  - come risolvere le situazioni di criticità nel caso di sola sostituzione dei serramenti esistenti;
  - “posa conforme ai requisiti della norma UNI 11673-1”.
- **UNI 11673-2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza del posatore di serramenti**
- **UNI 11673-3: Requisiti minimi per l'erogazione di corsi di istruzione e formazione non formale per installatori/serramentisti**
- **UNI 11673-4: Norma tecnica sui requisiti e criteri di verifica della corretta esecuzione della posa in opera dei serramenti**
- **UNI 10818:2023 | Finestre, portefinestre, porte e chiusure oscuranti – Ruoli, responsabilità e indicazioni contrattuali nel processo di posa in opera**

La norma UNI di sua natura è a carattere volontario e non obbligatoria!

Nel caso dei serramenti tuttavia le seguenti norme sono l'unico riferimento normativo tecnico riguardante la progettazione e la relativa posa in opera!

**UNI 11673:2021**

Si applica alle fasi di **progettazione esecutiva, scelta dei materiali e posa in opera** e si basa sulle competenze e sulle responsabilità definite dalla precedente norma UNI 10818.

**UNI 10818:2023**

La norma individua i **ruoli** e le **responsabilità** dei diversi operatori che intervengono nel processo di posa in opera, dalla progettazione alla verifica finale, di finestre, portefinestre, porte esterne e interne e chiusure oscuranti di ogni tipo.

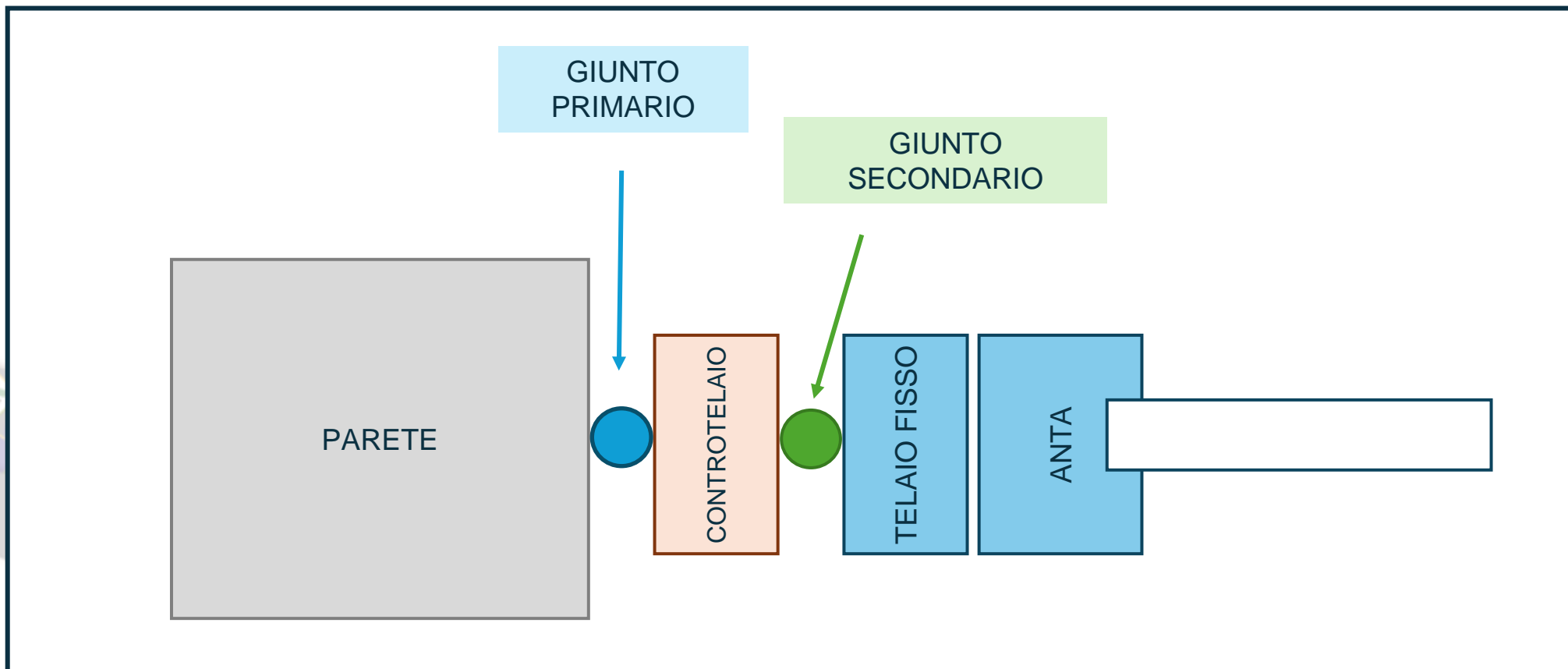
## Le principali novità dell'aggiornamento della norma UNI 10818:2023

L'ultima revisione della norma, avvenuta nel 2023, ha introdotto le seguenti novità:

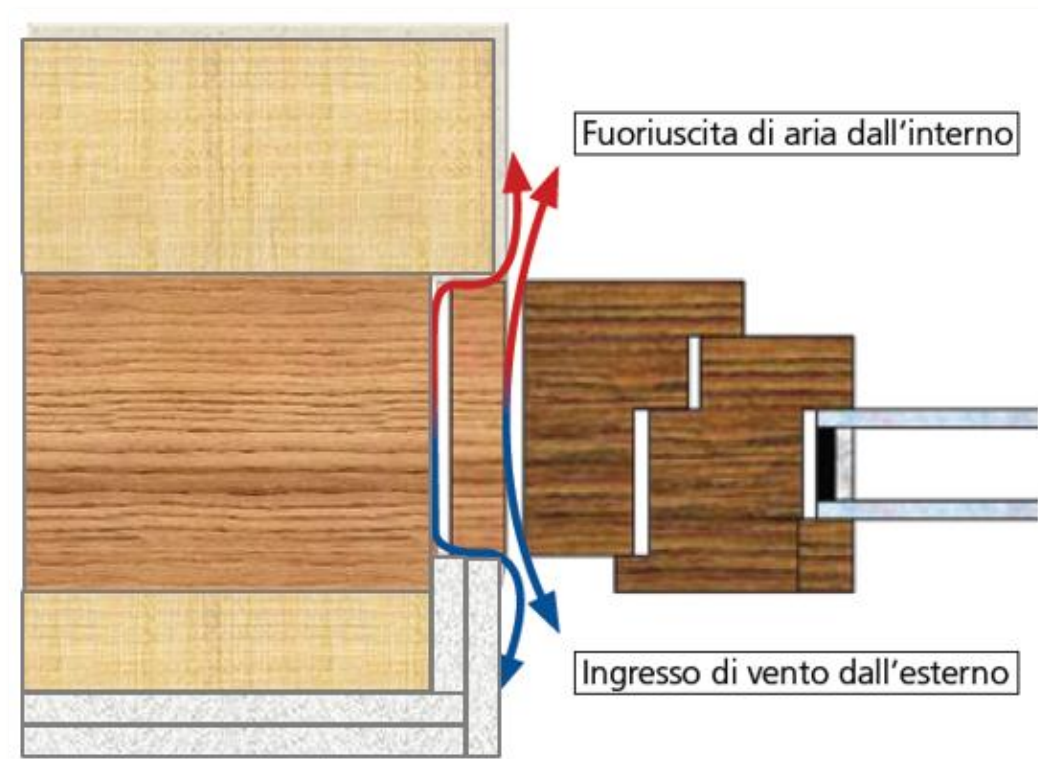
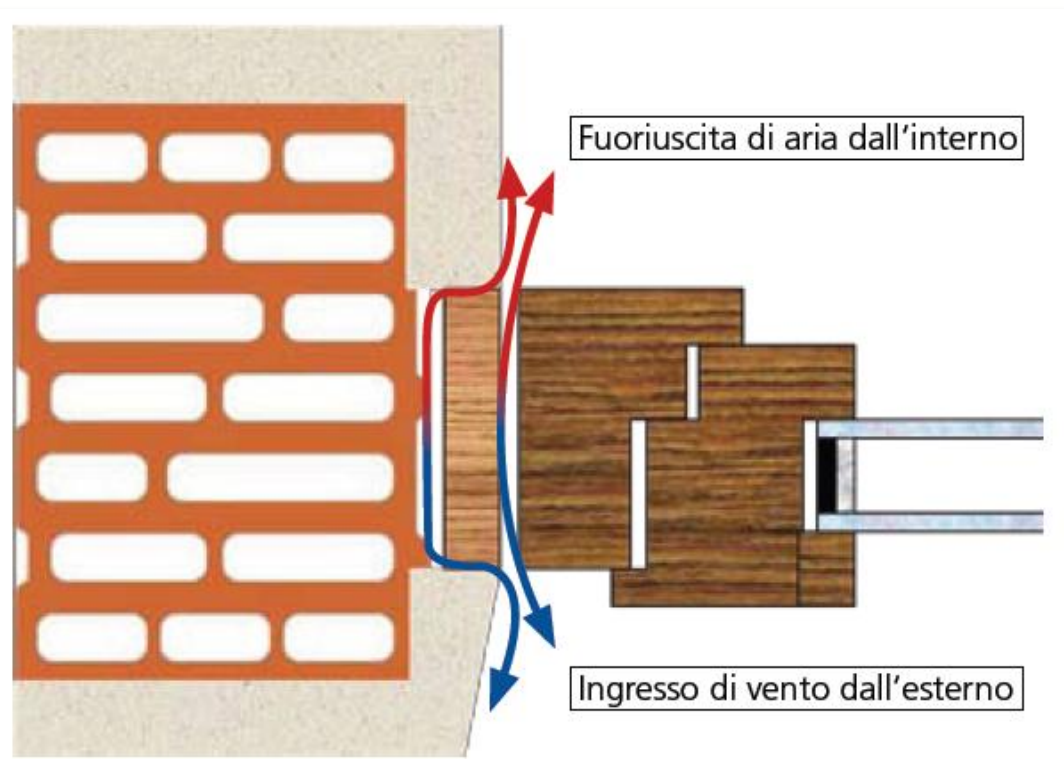
- la definizione del processo di fornitura in opera attraverso fasi di lavoro sia in presenza di progettista architettonico e direttore lavori sia in loro assenza;
- l'importanza del progetto esecutivo della posa definito come “livello progettuale di dettaglio dell'intervento da realizzare” e della cooperazione tra gli operatori che sviluppano, controllano, integrano ed intervengono nel processo di posa;
- l'estensione di applicabilità della norma alle finestre da tetto installate su coperture inclinate (pendenza tra linea di colmo e gronda di almeno il 10%).

UNI 11673-1:2017

## Capitolo 4: ASPETTI GENERALI E INDICAZIONI PROGETTUALI



## Serramenti – Nodo Primario e Nodo Secondario



**Problematiche dovute al passaggio di aria dai serramenti**

UNI 11673-1:2017

## Capitolo 4: ASPETTI GENERALI E INDICAZIONI PROGETTUALI

Entrambi i giunti di posa devono essere divisi in 3 PIANI FUNZIONALI:



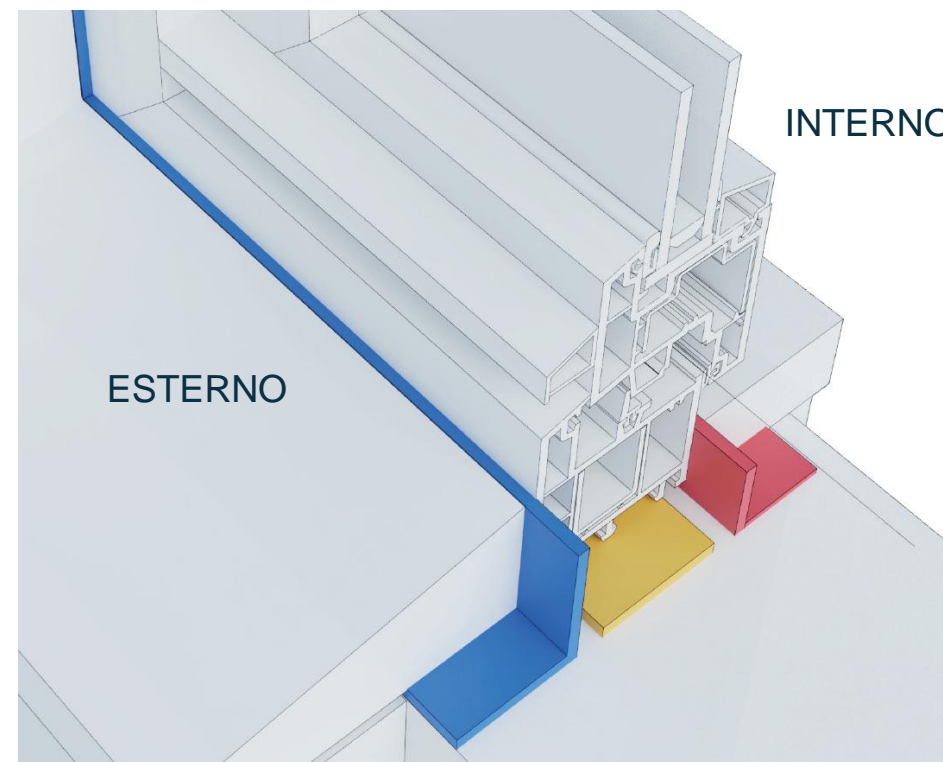
PERMEABILITÀ ALL'ARIA INTERNA



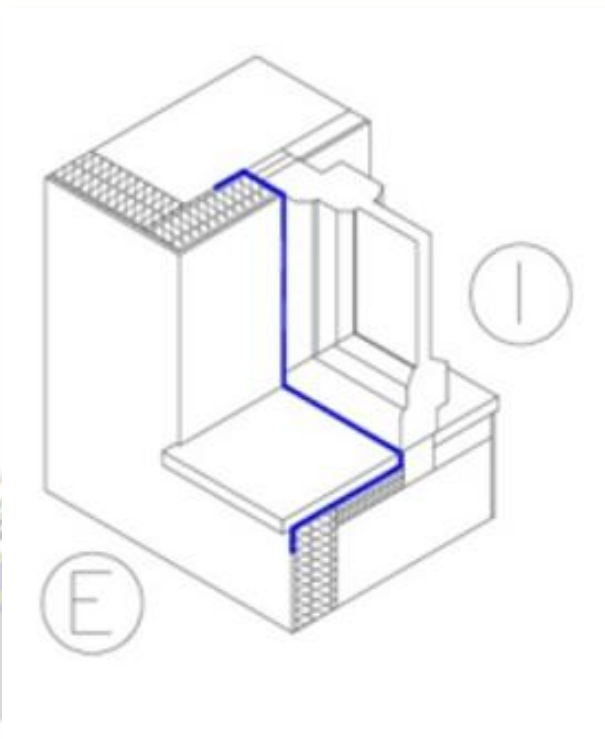
ISOLAMENTO TERMICO-ACUSTICO  
E FISSAGGIO MECCANICO



TENUTA AGENTI ATMOSFERICI

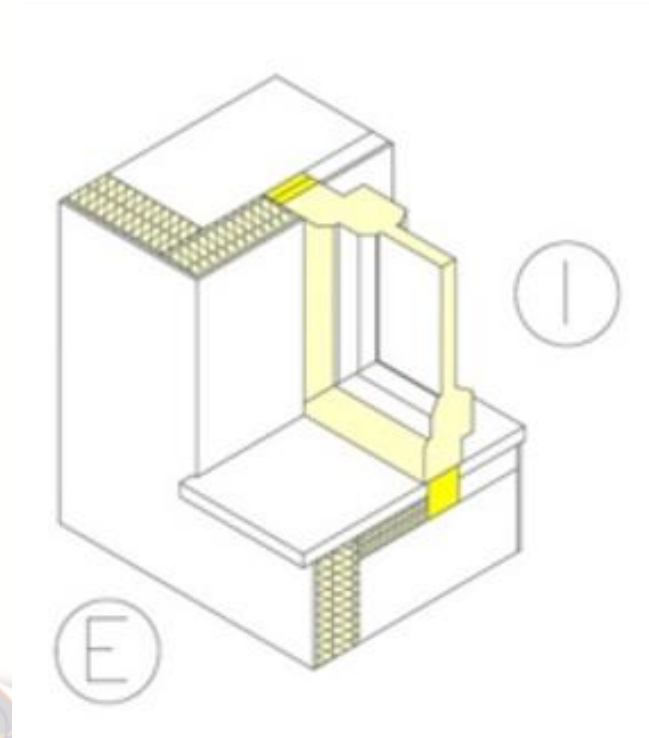


## I tre piani di tenuta secondo UNI 11673-1:2017



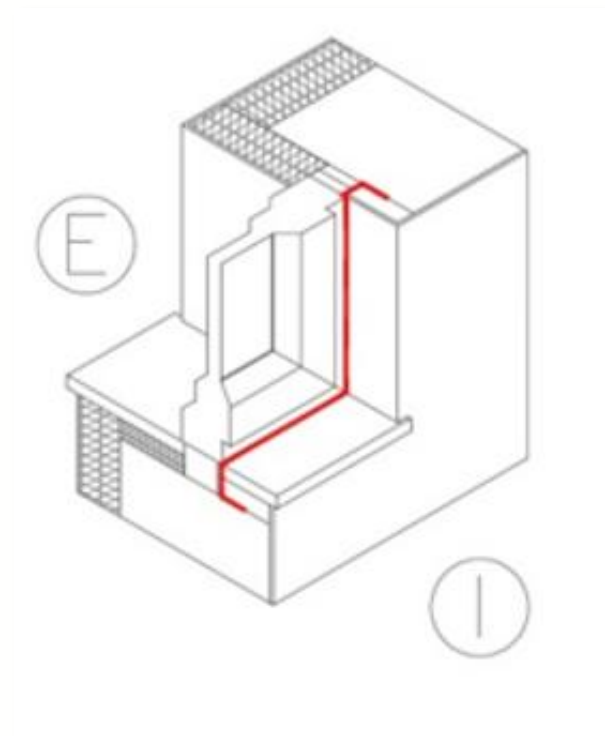
### Piano di tenuta Blu:

All'acqua e al vento  
dall'esterno



### Piano di tenuta Giallo:

Coibentazione termo-  
acustica



### Piano di tenuta Rosso:

Tenuta all'aria dall'interno

UNI 11673-1:2017

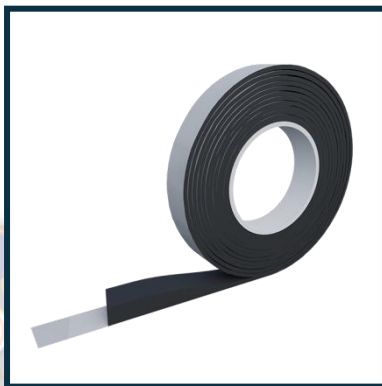
## Capitolo 6: REQUISITI BASE DEI MATERIALI DI SIGILLATURA, RIEMPIMENTO E ISOLAMENTO

Definisce le **prestazioni e le modalità di posa** dei prodotti utilizzati per realizzare un corretto giunto di posa

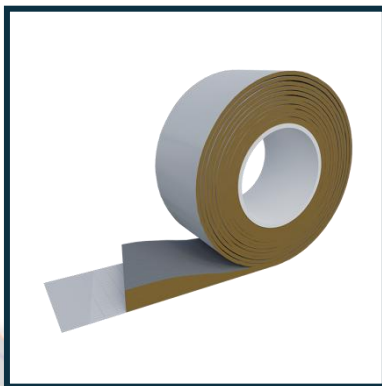
Sigillanti in cartuccia  
(MS polimero)



Autoespandenti  
BG1



Autoespandenti  
multifunzione TRIO



Schiume  
poliuretaniche



Nastri di tenuta  
aria/vento FDB



Monoblocchi e  
controtelai



**FDB Vario FL**

Nastro adesivo acrilico  
a igrometria variabile

**FDB INT AC+AC**

Nastro adesivo acrilico  
freno al vapore

**FDB EXT AC+AC**

Nastro adesivo acrilico  
traspirante

**FDB INT AC+BU**

Nastro adesivo acrilico  
freno al vapore

**FDB EXT AC+BU**

Nastro adesivo acrilico  
traspirante

**FDB INT VSK 350 FL**

Nastro adesivo acrilico  
freno al vapore

**FDB EXT VSK 350 FL**

Nastro adesivo acrilico  
traspirante

**FDB INT VSK Plus**

Nastro adesivo acrilico  
freno al vapore

**FDB EXT VSK Plus**

Nastro adesivo acrilico  
traspirante

**FDB Vario NET**

Nastro adesivo acrilico a  
igrometria variabile con rete

## Come impermeabilizzare le interruzioni

Schiuma viscoelastica bassoespansiva a tenuta all'aria



# Come impermeabilizzare le interruzioni

Nastri intonacabili autoadesivi per  
controtelai



## Come impermeabilizzare le interruzioni

Guarnizioni ad espansione



# Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

- Norme e regolamenti
- Installazione impianti fotovoltaici

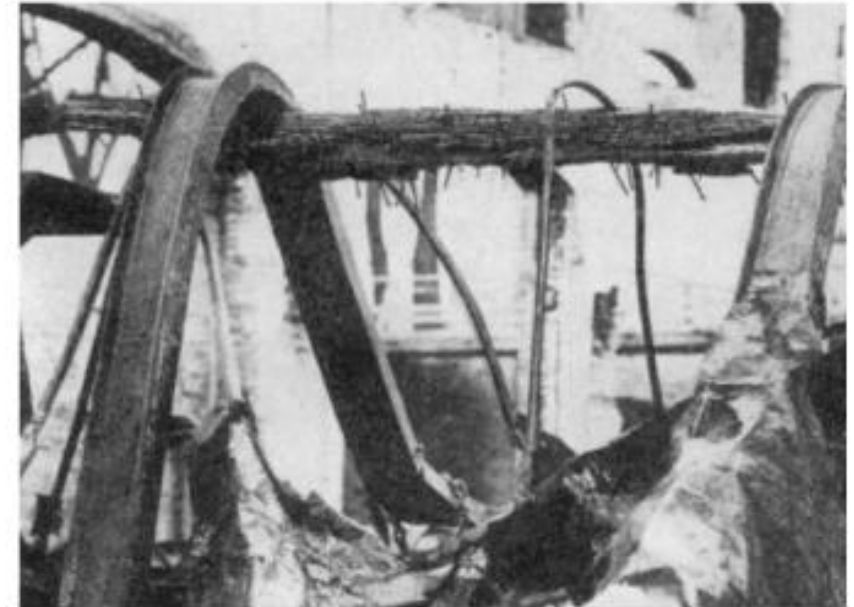


# Resistenza al fuoco

Riguarda la capacità portante in caso di incendio per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale, nonché la capacità di compartimentazione in caso di incendio per gli elementi di separazione strutturali (es. muri, solai, ecc.) e non strutturali (es. porte, divisori, ecc.).

## Il concetto R – E – I

<b>R</b>	<p>la <b>STABILITÀ AL FUOCO</b> = la capacità dell'elemento (portante o meno) di conservare la propria resistenza meccanica in un determinato incendio</p>
<b>E</b>	<p>la <b>TENUTA AL FUOCO</b> = quando un elemento divisorio, esposto su un lato a un determinato incendio, non lascia passare né produce fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto</p>
<b>I</b>	<p>l'<b>ISOLAMENTO TERMICO</b> = quando un elemento divisorio riesce a mantenere la trasmissione del calore sul lato non esposto all'incendio, entro livelli predefiniti: usualmente tra temperatura massima verificata sul lato non esposto (<math>\leq 180^{\circ}\text{C}</math>) e <b>quella media sul medesimo lato</b> (<math>\leq 140^{\circ}\text{C}</math>)</p>



# Resistenza al fuoco

## Capacità portante

È l'attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco (solo per elementi strutturali).

## Durata

È il numero di minuti per i quali deve essere garantita la resistenza al fuoco.

**REI 120**



## Tenuta

È l'attitudine a non lasciar passare, né produrre, se sottoposto all'azione del fuoco su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto.

## Isolamento termico

È l'attitudine a ridurre la trasmissione del calore.

# Resistenza al fuoco

Una parete in CLT da 100 mm ha una prestazione REI 60.



Capacità portante R



Ermeticità E



Isolamento termico I

# Reazione al fuoco

La reazione al fuoco è definita come il grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco. Rappresenta il comportamento al fuoco di un materiale che, per proprie caratteristiche e per effetto della sua decomposizione, può alimentare o meno il fuoco a cui è sottoposto.

**Tale proprietà non deve essere confusa con la**  
**“resistenza al fuoco”**

# Reazione al fuoco

# EN 13501-1

Euroclassi	UNI EN 13501-1
A1 - A2	<p><b>Incombustibile</b></p> <p>↓</p> <p>Grado di Combustibilità</p> <p>↓</p> <p><b>Altamente infiammabile</b></p>
B	
C	
D	
E	
F	

Classi Aggiuntive	
<i>S</i> Produzione di Fumo	<i>d</i> Produzione di Gocce o Particelle Ardenti
<b>s1</b> quantità estremamente limitata	<b>d0</b> no emissione
<b>s2</b> quantità limitata	<b>d1</b> limitate quantità
<b>s3</b> nessuna limitazione	<b>d2</b> nessuna limitazione

# Reazione al fuoco

# EN 13501-1

Pannello OSB

D-s2,d0

Lamiera in acciaio

A1

Pannello composito in alluminio

B-s1,d0

Calcestruzzo

A1

Lana di Roccia

A1

Lana di Vetro

A2-s1,d0

Fibra di Legno

E

Polistirene XPS

E

Membrana sintetica

E

Guaina bituminosa

E

# Reazione al fuoco

# EN 13501-1

Le classi A1 e A2 individuano prodotti non combustibili o con contributo al fuoco estremamente limitato, in quanto esenti da produzione significativa di calore e gas combustibili durante i test normalizzati di reazione al fuoco.

I materiali classificati in classe A1 sono da considerarsi non combustibili, in quanto non soggetti a fenomeni di pirolisi né a rilascio di gas combustibili in condizioni di incendio normalizzate.

I materiali in classe A2, pur potendo contenere una minima frazione organica, presentano un comportamento **praticamente equivalente**, con pirolisi trascurabile e contributo al fuoco non significativo.

Ai fini della sicurezza antincendio, le classi A1 e A2 possono pertanto essere considerate tecnicamente assimilabili, differenziandosi unicamente per l'entità trascurabile del contributo al fuoco misurato nei metodi di prova (inclusi EN ISO 1182 e EN ISO 1716).

# Reazione al fuoco

# EN 13501-1

Parametro / Test	Classe A1	Classe A2	Classe B
Potere calorifico totale (PCS) (EN ISO 1716)	$\leq 2 \text{ MJ/kg}$	$\leq 3 \text{ MJ/kg}$	$\leq 7-8 \text{ MJ/kg}^*$
PCS su base superficiale (EN ISO 1716)	$\leq 1,4 \text{ MJ/m}^2$	$\leq 4,0 \text{ MJ/m}^2$	$\leq 15 \text{ MJ/m}^2^*$
$\Delta T$ (innalzamento temperatura) (EN ISO 1182)	$\leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$	$\leq 50 \text{ }^\circ\text{C}$	$\leq 100 \text{ }^\circ\text{C}^*$
Fiamma sostenuta durante prova (EN ISO 1182)	0 s	$\leq 20 \text{ s}$	$\leq 60 \text{ s}^*$
Contributo al fuoco / pirolisi	Assente	Trascurabile	Limitato ma significativo
Tendenza alla propagazione del fuoco (EN 13823)	Nessuna crescita	Minima	Moderata crescita
Smoke production / gocciolamento (EN 13823)	Nessuno	Minimo	Limitato

# Reazione al fuoco

# EN 13501-5

La reazione al fuoco dei materiali può anche essere testata per particolari condizioni di esposizione alla fiamma.

Esempio tipico è quello relativo alla classificazione

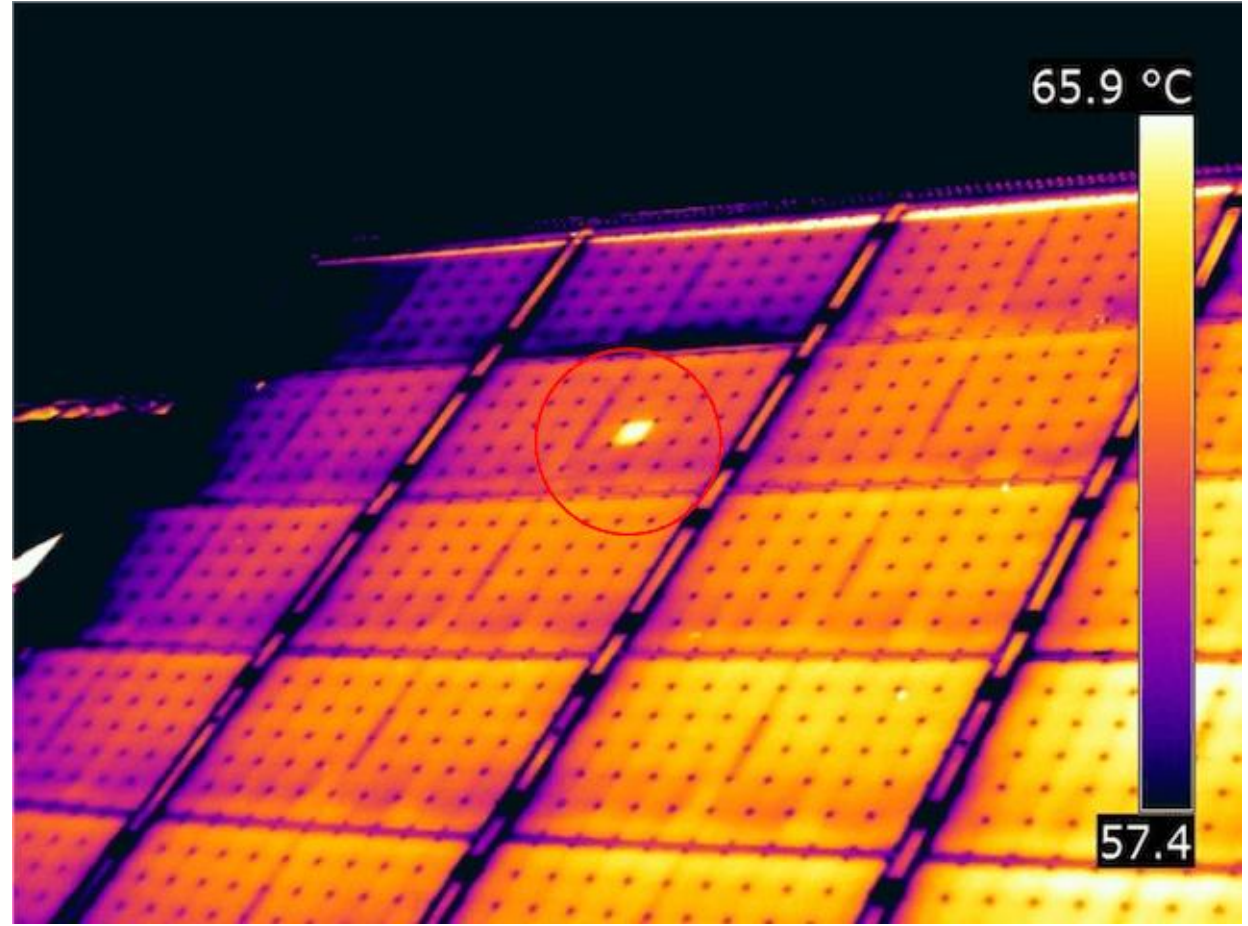
**BROOF (t1, t2, t3, t4)**

che definisce il comportamento di un determinato materiale (tipicamente membrana e manto di impermeabilizzazione) per esposizione dall'esterno e per irraggiamento da fiamma.

# Reazione al fuoco

# EN 13501-5

Metodo	Adottato in:	Dimensione del campione	Pendenza	Innesco	Vento sopra il campione	Pannello radiante	Durata del test	Penetrazione o dimensioni del danno
<b>Broof t1</b>	D, A, BNL, E	0,8 x 1,8 mt	1 prova 15° o 45°	Cesto di paglia di legno cm 20 x 30 x30	No	No	60 minuti	Si
<b>Broof t2</b>	DK, N, SW, SF	0,4 x 1,0 mt	2 prove 30°	Traliccio di legna cm 55 x 55 x 32	2 m/s 4 m/s	No	15 minuti	Si
<b>Broof t3</b>	Francia	1,2 x 3 mt	1 prova 5° o 30°	2 cesti di legna + n eptano	3 m/s	12,5 kW/m <sup>2</sup>	30 min e distanze	Si
<b>Broof t4</b>	UK & IR	0,84 x 0,84 mt	2 prove 0° o 45°	Bruciatore a gas	6,7 m/s da sotto il campione	12 ± 1,5 kW / m <sup>2</sup>	60 minuti	Si



# Chiusure d'ambito degli edifici 2022

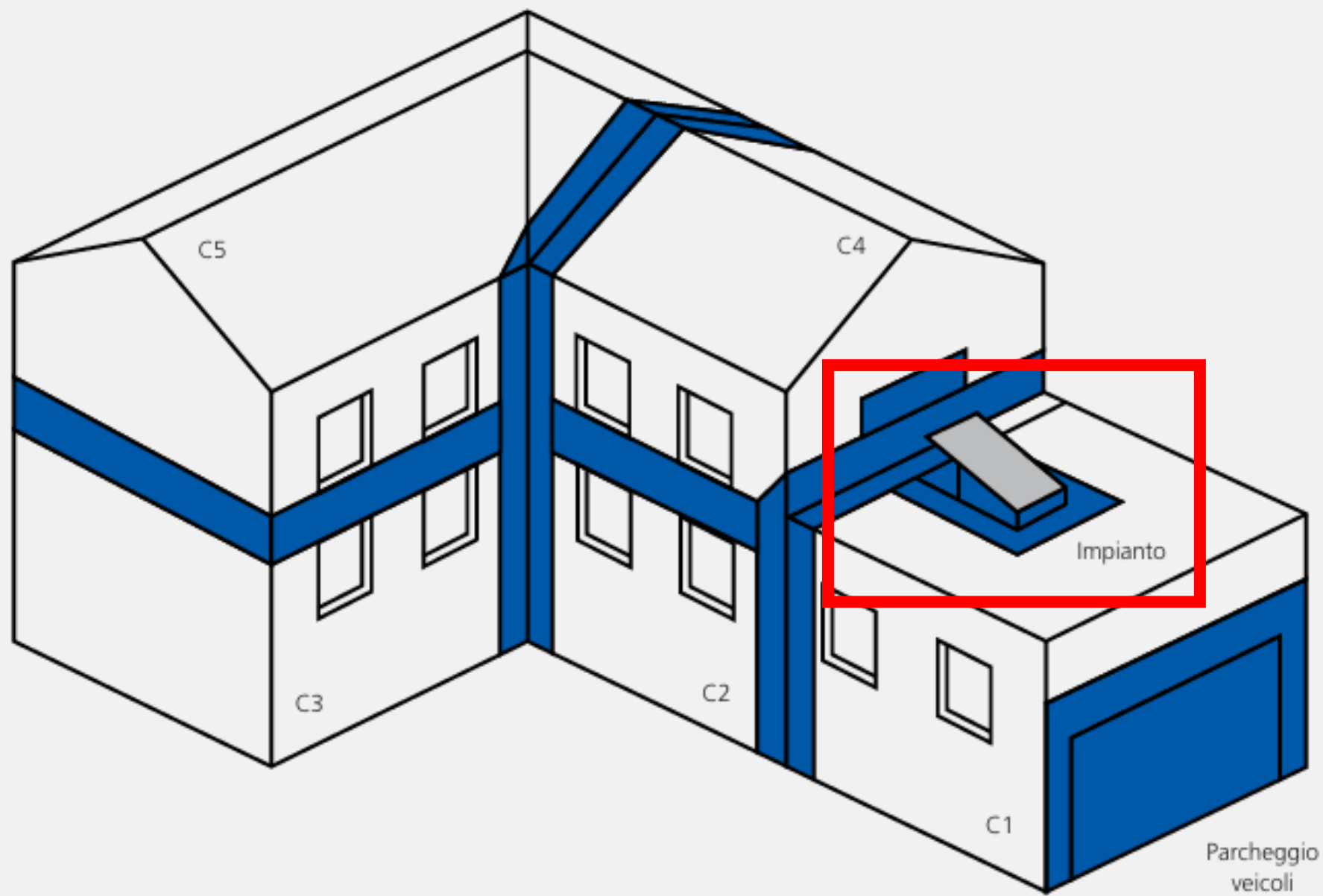
La Regola Tecnica Verticale V.13, in seguito “RTV 13” si applica a tutti gli edifici civili, siano essi pubblici o privati, destinati ad attività commerciali o di utilità sociale, siti produttivi o residenziali ai fini del raggiungimento dei seguenti obiettivi di sicurezza antincendio.

Ha reso cogente in Italia i requisiti di comportamento al fuoco **per le coperture e le facciate** degli edifici civili soggetti a CPI, che siano nuovi o esistenti.

# Chiusure d'ambito degli edifici 2022

In sintesi la RTV 13 prevede che la parte di superficie della copertura interessata abbia almeno una delle seguenti caratteristiche:

- Classe di comportamento al fuoco esterno B-Roof T2, oppure T3, oppure T4.
- Classe di resistenza al fuoco EI 30.





# Ministero dell'Interno

**DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE**  
DIREZIONE CENTRALE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA TECNICA, ANTINCENDIO ED ENERGETICA

- Alle Direzioni Regionali/Interregionale dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile
- Ai Comandi dei vigili del fuoco
- E, p.c.* Alle Direzioni Centrali del Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile
- All' Ufficio del Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

# Installazione Fotovoltaico

# 2025

**Linea guida** di prevenzione incendi per la progettazione, installazione, esercizio, manutenzione degli impianti fotovoltaici.

Prevede diverse limitazioni per l'installazione dei sistemi fotovoltaici sulle coperture a cominciare dalle distanze fra le "stringhe" e rispetto di zone di accessibilità delle coperture. Specifiche per batterie, inverter e cablaggi. Introduce specifiche per l'applicazione del fotovoltaico anche in facciata.

# Installazione Fotovoltaico

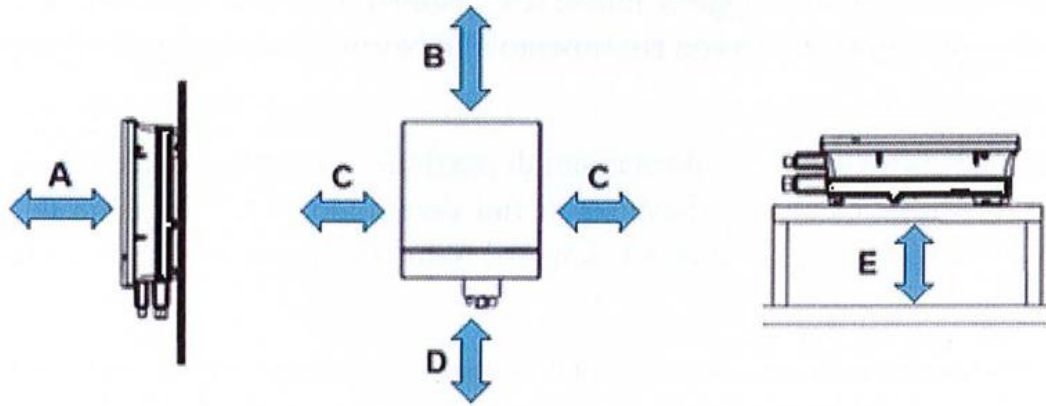
# 2025

**Linea guida** di prevenzione incendi per la progettazione, installazione, esercizio, manutenzione degli impianti fotovoltaici.

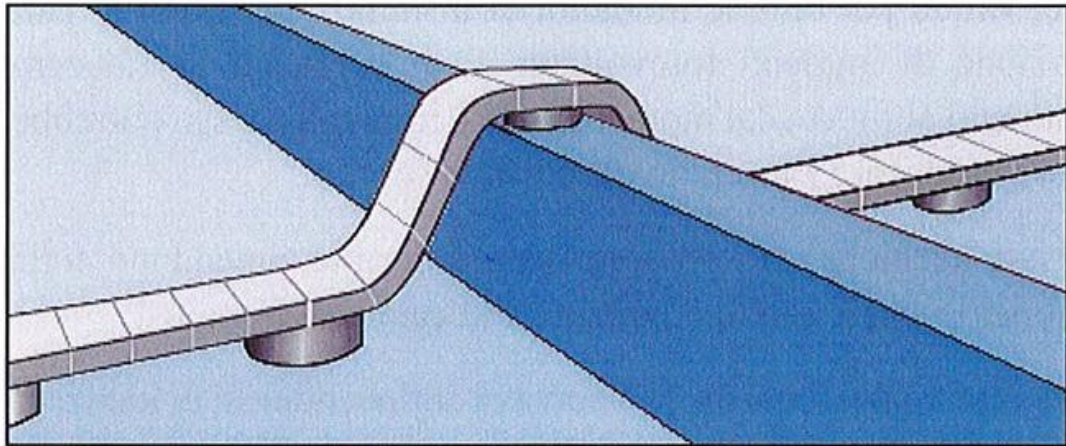
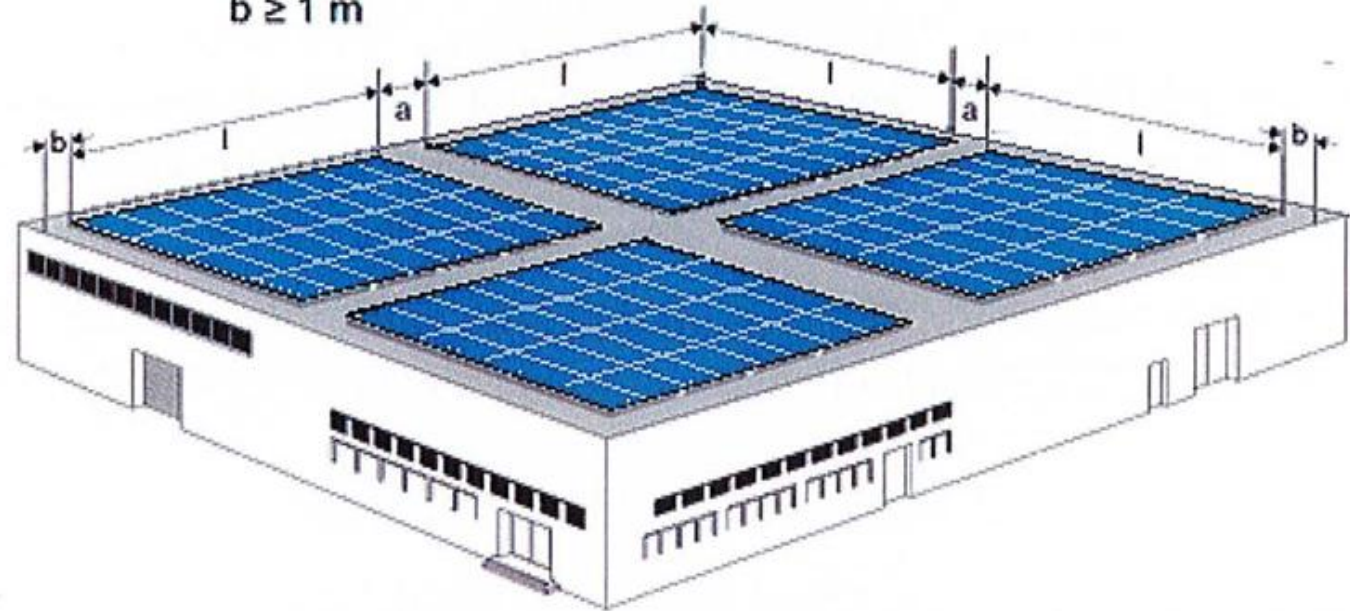
Si applica agli impianti fotovoltaici soggetti alle procedure di prevenzione incendi previste dal decreto 151 (CPI).

# Installazione Fotovoltaico

2025



$a \geq 2 \text{ m}$   
 $l \leq 20 \text{ m}$   
 $b \geq 1 \text{ m}$



## 4. Misure tecniche specifiche per modalità di installazione

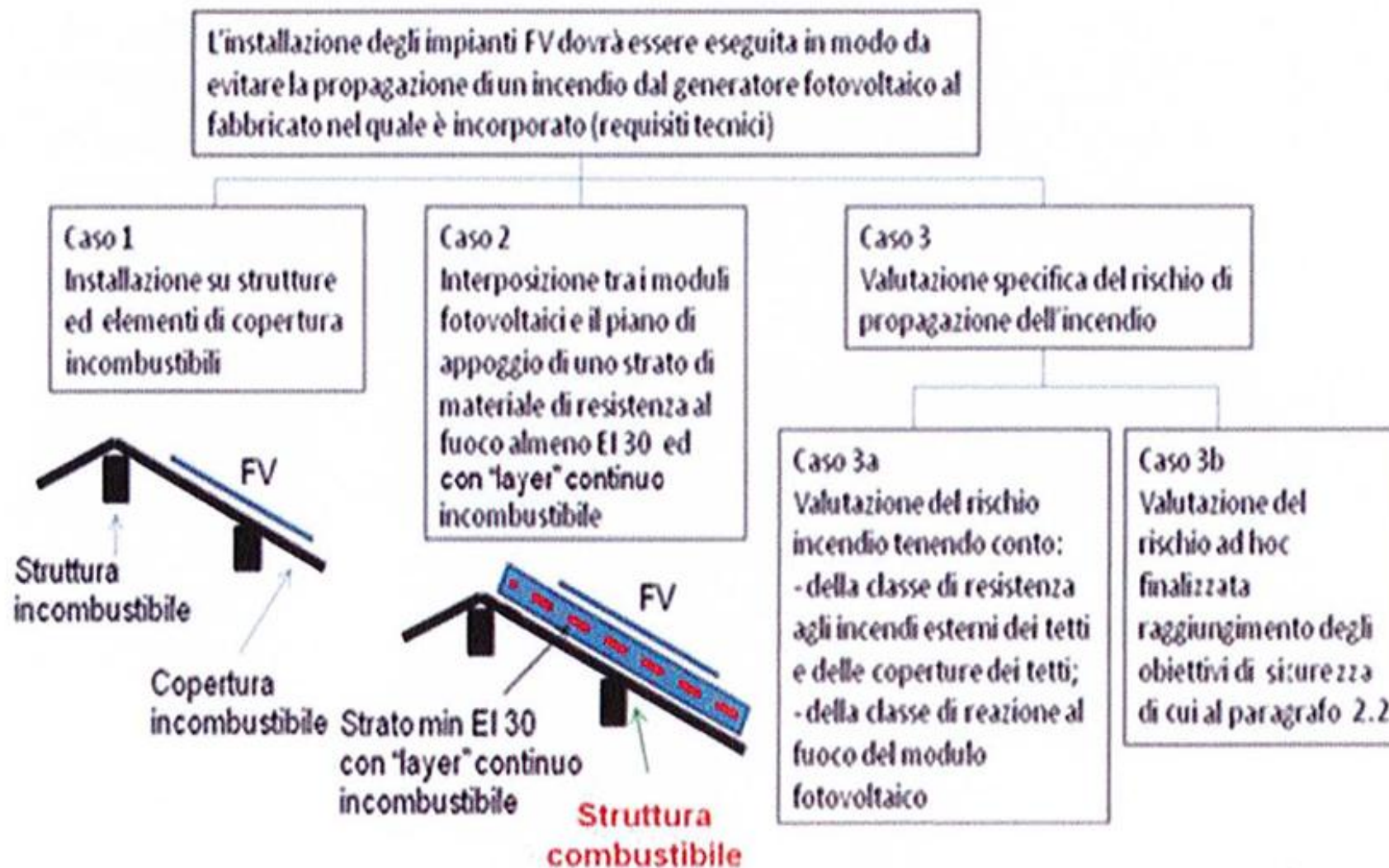


Figura 14 – Modalità di installazione di impianti BAPV

## 4.2 Misure specifiche per impianti BAPV installati su tetti e coperture di tetti

4. Risulta altresì equivalente (**caso 2** in figura 14) l'interposizione tra i pannelli fotovoltaici ed il piano di appoggio di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno **EI 30 con "layer" continuo** **incombustibile di classe A1 secondo UNI EN 13501-1**, qualunque sia la classificazione del pannello fotovoltaico ai fini della reazione al fuoco. Tale strato di materiale deve essere esteso all'intera copertura oppure, qualora i pannelli fotovoltaici non occupino l'intera superficie disponibile in copertura, esteso ad un'area almeno pari a quella di installazione dei pannelli fotovoltaici, incrementata di 2 metri in ogni direzione.

## 4.2 Misure specifiche per impianti BAPV installati su tetti e coperture di tetti

In questo caso (**caso 3a**), può ritenersi accettabile, in via generale, il seguente accoppiamento:

- pannelli fotovoltaici classificati almeno in classe E secondo la norma tecnica UNI EN 13501-1, nonché classificati B-Roof(T1, T2, T3, T4), secondo la norma tecnica UNI EN 13501-5;
- tetti e coperture dei tetti classificati B-Roof (T3, T4) secondo la norma UNI EN 13501-5 e **relative regole di estensione** secondo Allegato C, Allegato D ed Allegato E della specifica tecnica UNI CEN TS 16459.

# Installazione Fotovoltaico

# 2025

La linea guida viene presentata come uno strumento aperto per i progettisti, che sono invitati a prendere in considerazione anche soluzioni diverse da quelle della Circolare, comunque finalizzate a raggiungere gli obiettivi di sicurezza con le loro proposte progettuali.

Poi passeranno nelle sgrinfie dei comandi dei VF.

# B-Roof - Regole di ESTENSIONE

Le certificazioni delle membrane impermeabilizzanti sono strettamente legate a tutta la stratigrafia del pacchetto isolante che comprende il sistema di copertura.

La stessa membrana deve essere sottoposta più volte allo stesso test con substrati isolanti diversi e per ciascuna configurazione può essere certificata idonea.

Questa fase è definita nella **CEN/TS 16459**, che definisce le regole di estensione.

# B-Roof - Regole di ESTENSIONE

La classificazione B-Roof T2 è quella che prevede le condizioni di variabilità più ampie nel campo di applicazione del prodotto testato.

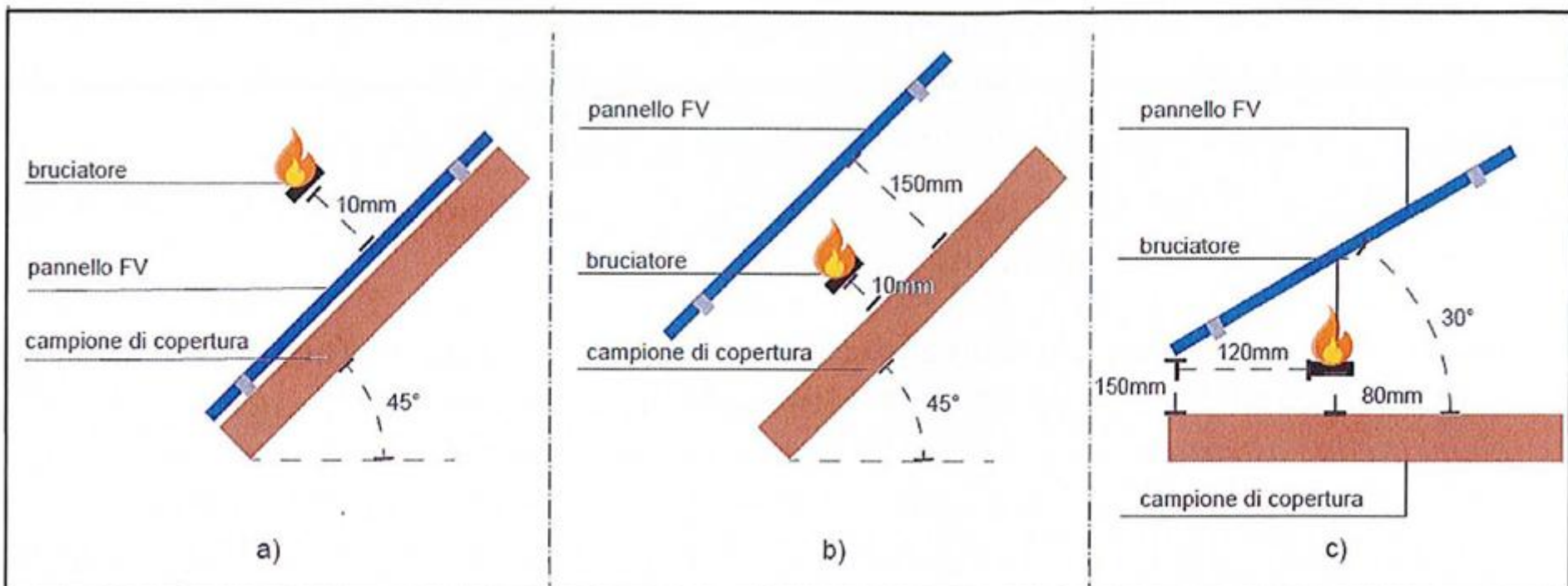
Le classificazioni **B-Roof T1, T3, T4 valgono solo sulla stratigrafia verificata nel rilascio del certificato.**

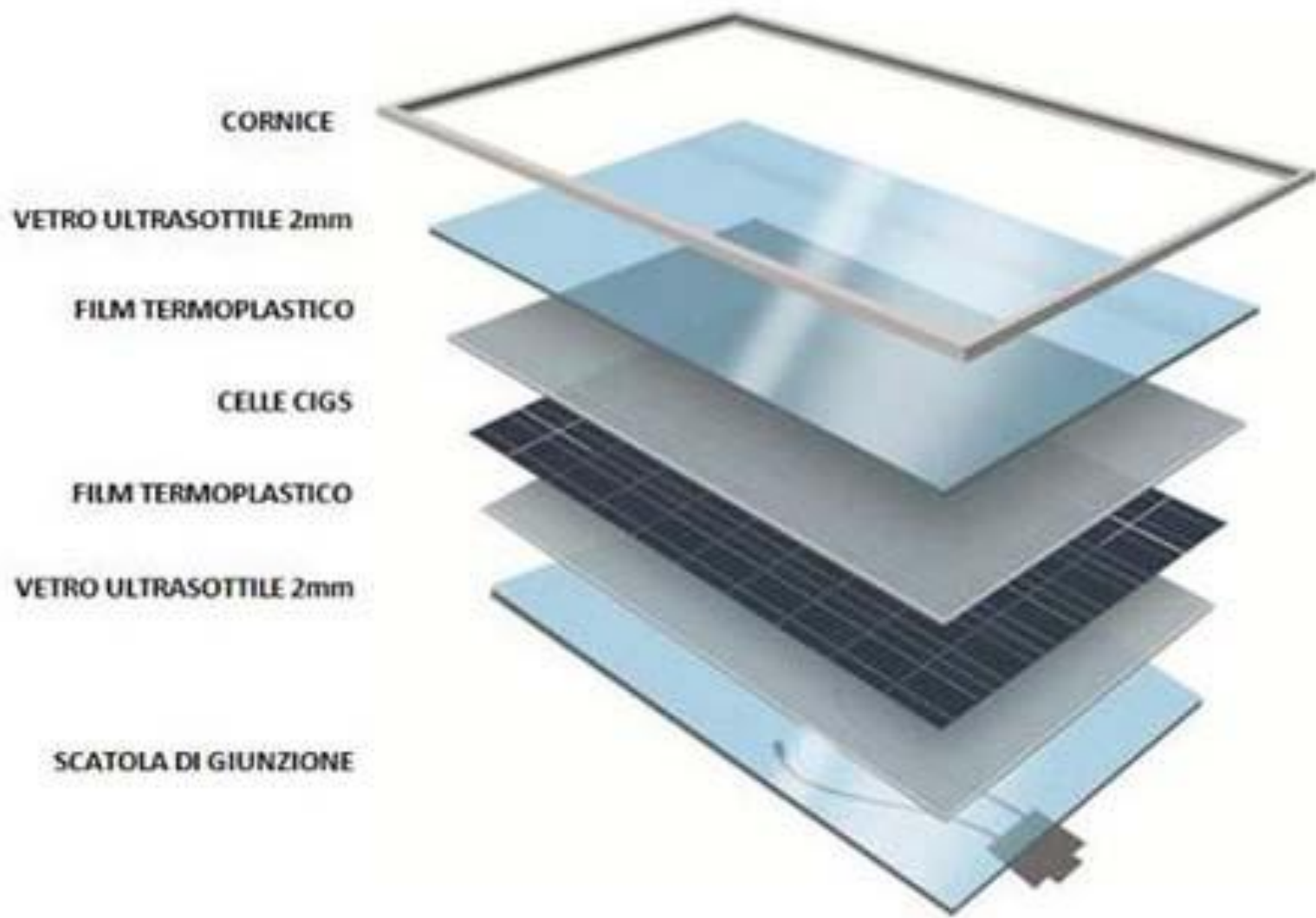
Le regole di estensione qui sono limitatissime.

Qualsiasi variazione di spessore, densità, tipologia del substrato potrebbe richiedere una nuova certificazione.

# B-Roof - Regole di ESTENSIONE

Una ulteriore opzione è quella di adottare moduli fotovoltaici certificati secondo CEI TS 82-89 provato su un substrato EI30.





## FTV Glass Glass

Celle protette da vetro  
Sopra e sotto

Conformi a CEI TS 82 89



**Fire Zero**

B-s1,d0 B-Roof T2

**Panther Universal**

A2-s1,d0 B-Roof T3

**EVALON VG**

B-Roof T1, T2, T3, T4

**EVALON V, VSK, VGSK**

B-Roof T1, T3, T4

**Poliiolefine PEFR**

B-Roof T2, T3, (T4)

**ELLE COAT**

B-Roof T2, **T3**

# Il legno Brucia !

Il legno è un materiale combustibile il cui comportamento al fuoco è **prevedibile e dominato dalla pirolisi**, che avviene senza ossigeno e produce gas infiammabili.

L'incendio evolve in fasi: **disidratazione** → **pirolisi** → **carbonizzazione** → **ossidazione superficiale**, con progressiva perdita di massa e resistenza.

La combustione avviene in fase gassosa; i gas rilasciati dalla pirolisi alimentano la fiamma.

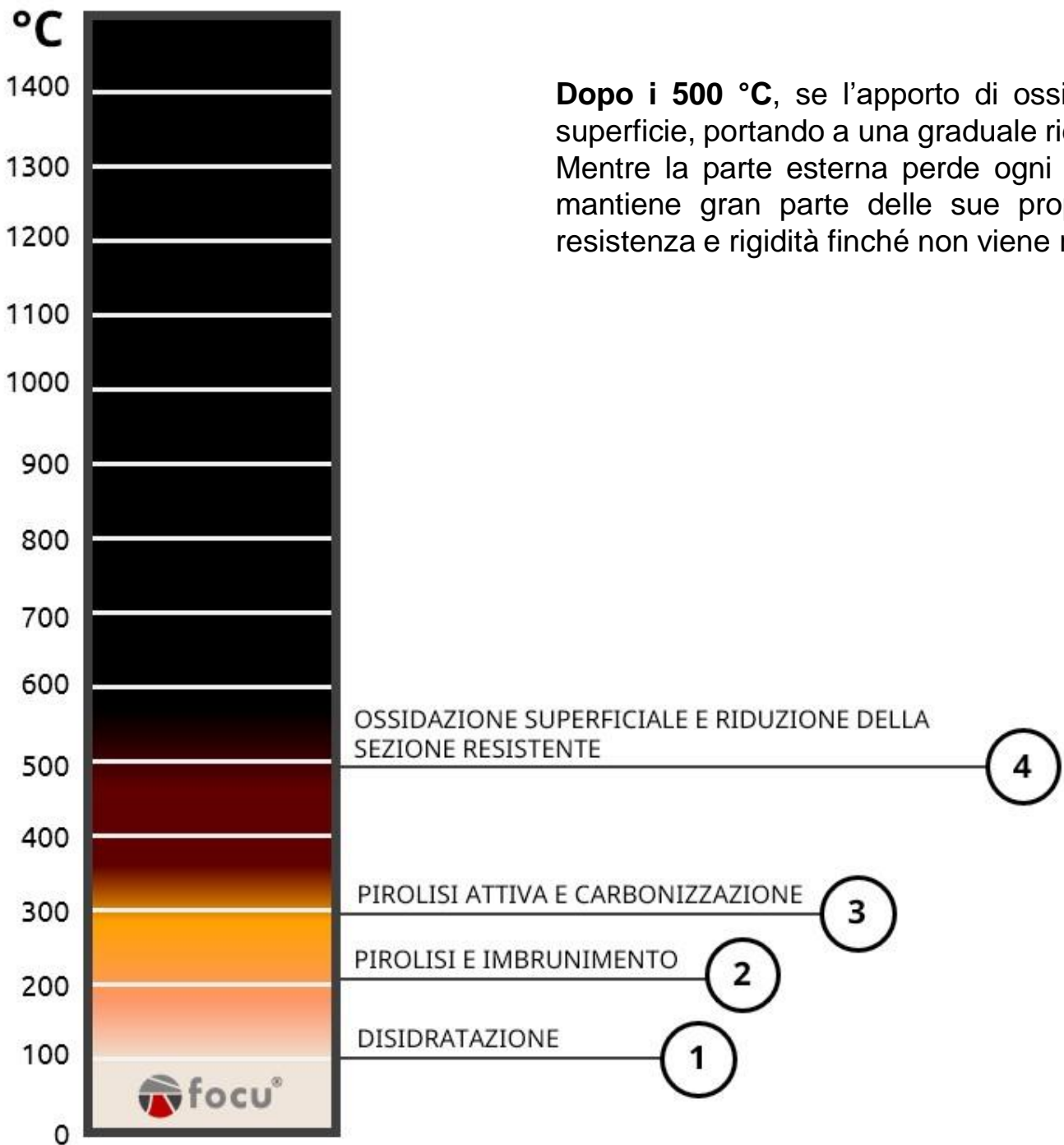
La formazione dello **strato carbonizzato** è cruciale: agisce da **isolante termico**, rallenta il riscaldamento interno e può favorire anche l'auto-estinzione.

Il nucleo del legno può mantenere a lungo buona parte delle sue proprietà meccaniche grazie alla bassa conducibilità dello strato carbonizzato.

Nei prodotti ingegnerizzati (es. **X-LAM e legno lamellare**) può verificarsi **delaminazione (debonding)**: il distacco degli strati per degrado degli adesivi.

*Durante l'incendio, la parte di legno esposta al fuoco carbonizza e funziona da isolamento termico.*





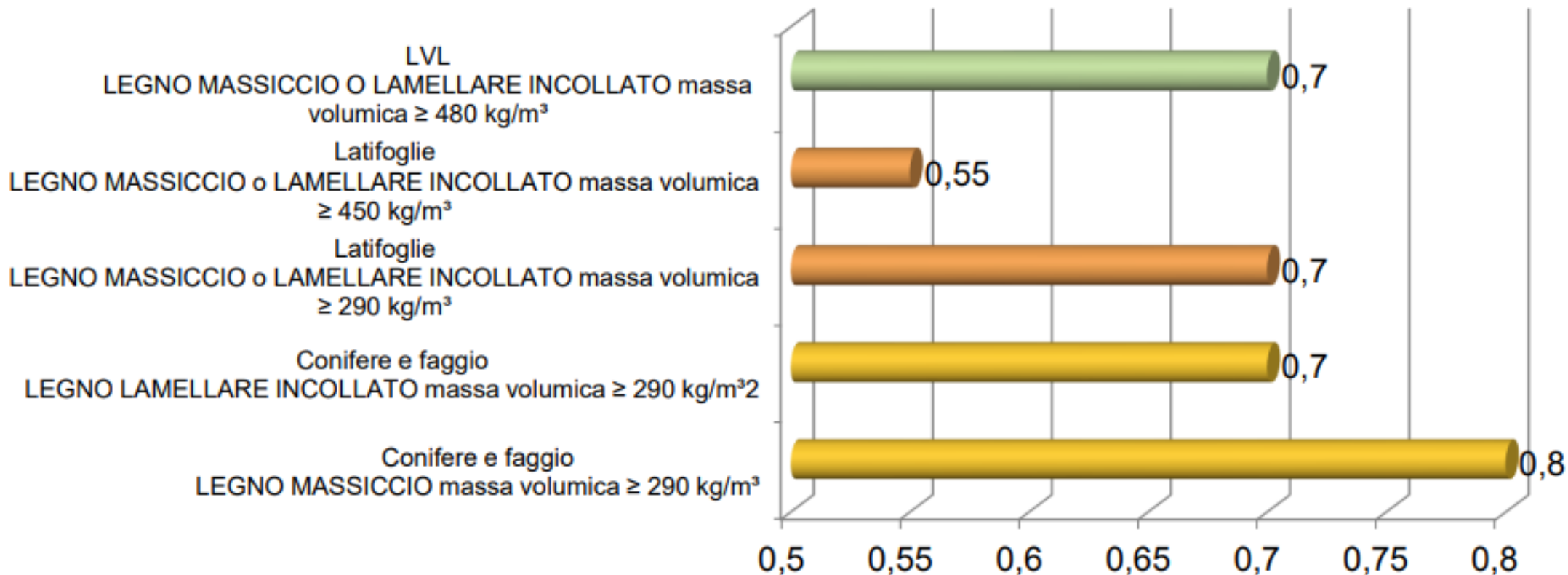
**Dopo i 500 °C**, se l'apporto di ossigeno è sufficiente, lo strato carbonizzato continua a ossidarsi sulla superficie, portando a una graduale riduzione della sezione resistente.

Mentre la parte esterna perde ogni capacità portante, il **nucleo centrale** rimane relativamente freddo e mantiene gran parte delle sue proprietà meccaniche originali, subendo solo una modesta perdita di resistenza e rigidità finché non viene raggiunto dal fronte di calore.



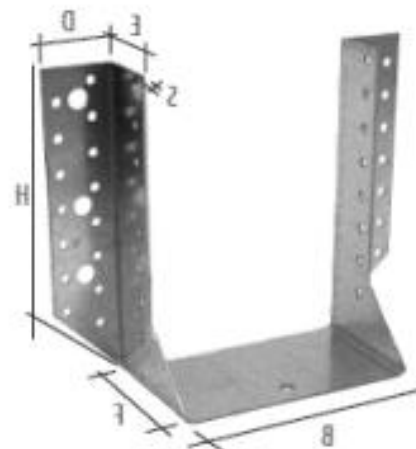
# Il legno brucia !

$\beta_0$  = velocità di carbonizzazione ideale in MM/MINUTO



### Scarpetta esterna

Questo sistema di giunzione è **il più semplice ed economico**; si riesce a garantire **al massimo una R15**  
Per arrivare ad una resistenza pari **a R30 l'elemento metallico deve essere protetto**



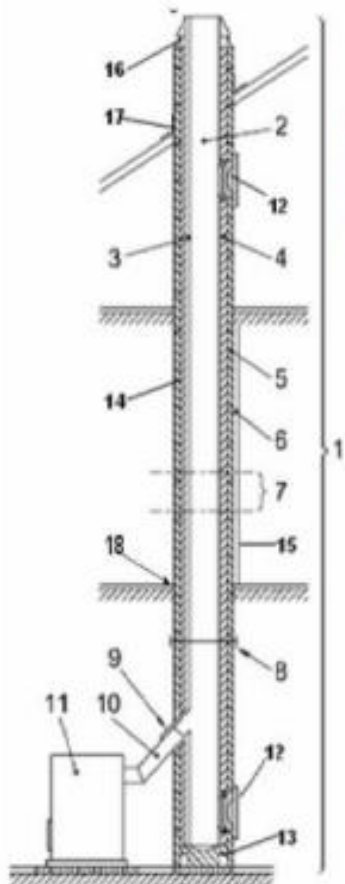
### Staffa a scomparsa

Questo sistema è **molto diffuso**

Senza utilizzare tappi che coprono le teste dei bulloni si riesce a garantire anche una R30

Con l'utilizzo di tappi e spinotti di piccolo diametro si arriva ad una R60 ed oltre

# L'elemento camino!

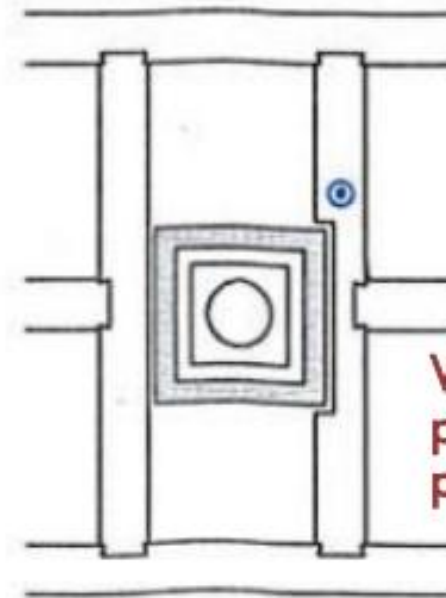


**1. [P] Individuare potenziali attraversamenti / addossamenti critici**

**Camini interni o esterni**

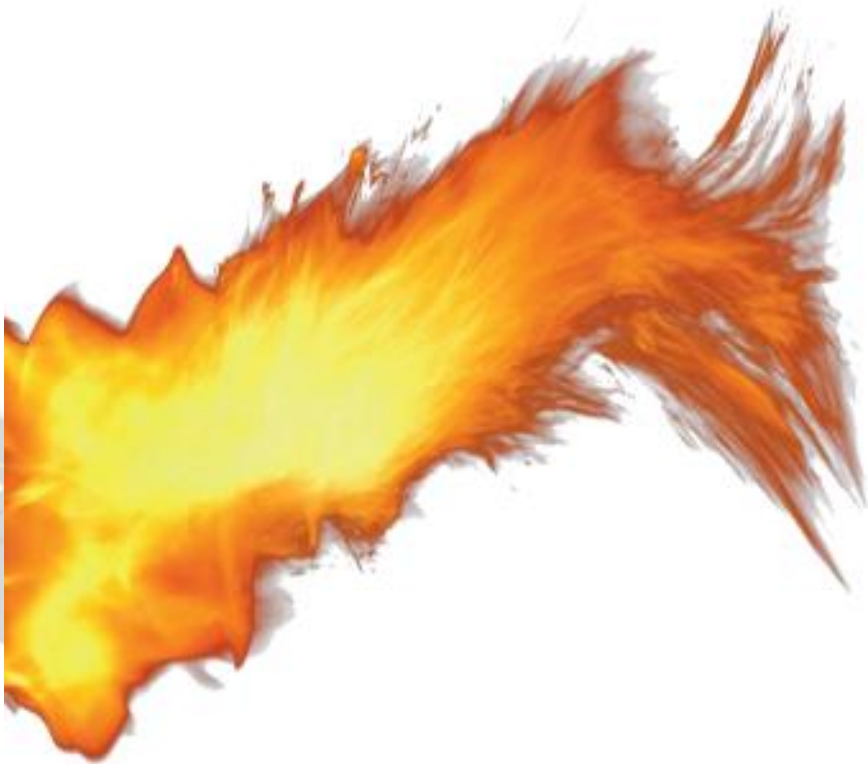


*Fonte: Carpentaria Ferrarini srl*

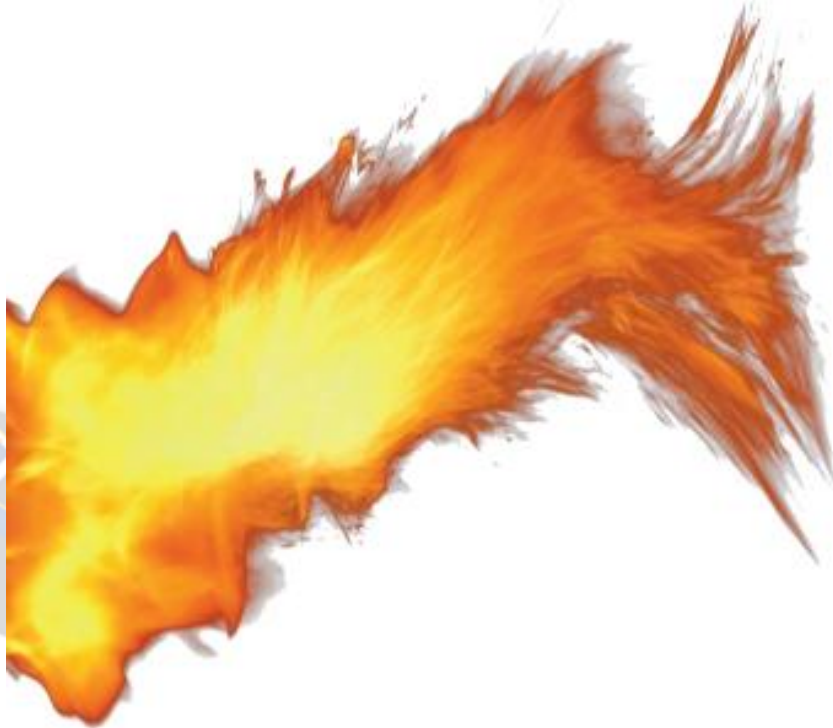


**Verificare a progetto punti particolari!**

# Comportamento al Fuoco

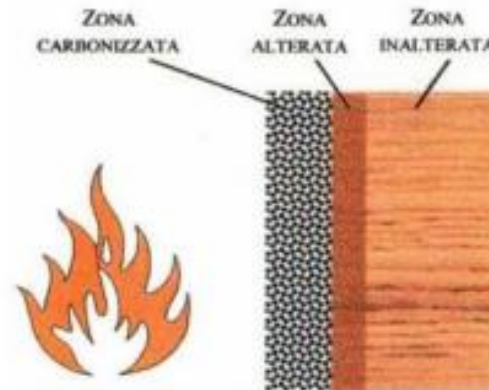


# Comportamento al Fuoco

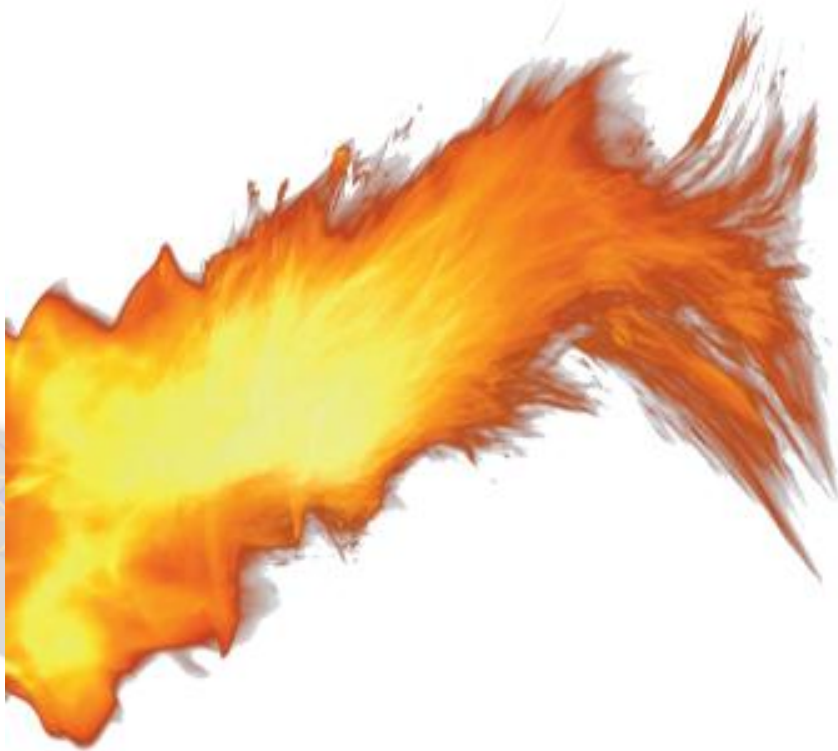


Pur essendo classificata come **classe E di reazione al fuoco**, la fibra di legno ha lo stesso comportamento del legno in presenza di fiamma: il legno ha per sua natura una **funzione autoprotettiva**, ossia si forma sulla parte esposta uno strato di cenere che rallenta la combustione degli strati interni.

Il legno carbonizza infatti alla velocità di ca. 0.7mm/minuto, ed è ben noto ai progettisti, i quali tengono conto di questa regola nel dimensionamento di strutture in legno (es. tetti) che resistono in caso di incendio.



# Comportamento al Fuoco



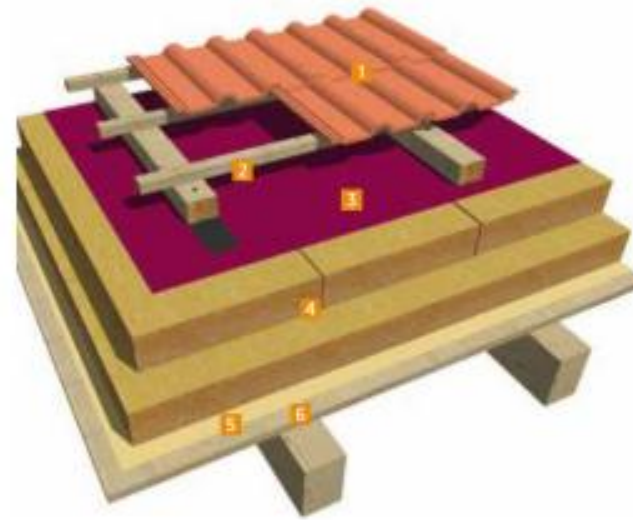
## Certificato REI 45

Travetti

Tavolato 19mm

MULTITHERM 140 sp. 100+100mm

Listelli di ventilazione



# Comportamento al Fuoco



## 4.1 Klassifizierung der REI 45 Konstruktion von der Dachunterseite

Diese Klassifizierung ist in Übereinstimmung mit Abschnitt 7.3.2 der DIN EN 13501-2:2016-12 durchgeführt worden.

Die tragende, raumabschließende und wärmedämmende Holzbalkendachkonstruktion mit einseitiger Beplankung/ Bekleidung gemäß Abschnitt 2.2 wird aufgrund der durchgeführten Feuerwiderstandsprüfung von der Dachunterseite klassifiziert. Folgende Kombinationen von Leistungsparametern und Klassen sind zulässig. Andere Klassifizierungen sind nicht zulässig.

R	E	I	W		t	-	M	S	C	IncSlow	sn	ef	r
R	E	I	-		45		-	-	-	-	-	-	-

**Klassifizierung des Feuerwiderstands: REI 45<sup>\*)</sup>**

<sup>\*)</sup> Die Klassifizierung gilt nur für die Anwendung von der Dachunterseite

# Cause incendio in copertura

PASSAFUORI  
CANNA GZERO



Moduli Fotovoltaici  
**Cablaggio**



Comportamento al fuoco

Londra 14 giugno 2017



Milano 29 agosto 2021



# Panther Universal A2 50/225

## PUNTI DI FORZA IN BREVE:

L'universale, resistente al fuoco e altamente resistente ai raggi UV

- Membrana impermeabile traspirante per tetto e parete
- Classe A2-s1,d0 di reazione al fuoco
- Classe B<sub>roof</sub> (t3) idonea sotto il fotovoltaico
- Certificazione W1 di impermeabilità all'acqua
- Altamente resistente ai raggi UV



# Tape Fire B 75

Per una perfetta sigillatura delle membrane resistenti al fuoco



Classe B-s1,d0 di reazione al fuoco e A2-s1,d0 in combinazione con Panther Universal A2 50/225

Altamente resistente ai raggi UV

## Scheda tecnica

Collante	dispersione di poliacrilato
Supporto del collante	fibra di vetro
Rete di rinforzo	NO
Spessore	0,34 mm
Valore S <sub>d</sub>	0,14 m
Resistenza al distacco (dopo 72 h)	20 N/50mm
Temperatura di lavorazione	+5°C / +40°C
Resistenza alle temperature	-30°C / +90°C
Classe di reazione al fuoco	B-s1, d0
	A2-s1, d0**
Stabilità ai raggi UV	stabile (fughe max. 50 mm - max. 50 %)
Luogo di stoccaggio	asciutto, al riparo dai raggi UV, +18°C / +25°C
Tempo di stoccaggio	max. 24 mesi

## Articolo e dimensioni

Variante	Articolo	Misure (mmxm)	Conf. (pz)	Bancale (conf.)
Tape Fire B 75	02040184	75x25	16	24

\*\*in combinazione con Panther Universal A2 50/225, max. 10%

# Tip KONT Fire B

Il primo impermeabilizzante continuo al chiodo certificato al fuoco



Certificato in classe di reazione al fuoco B-s1,d0

Versatile nell'utilizzo sia a tetto che a parete

## Scheda tecnica

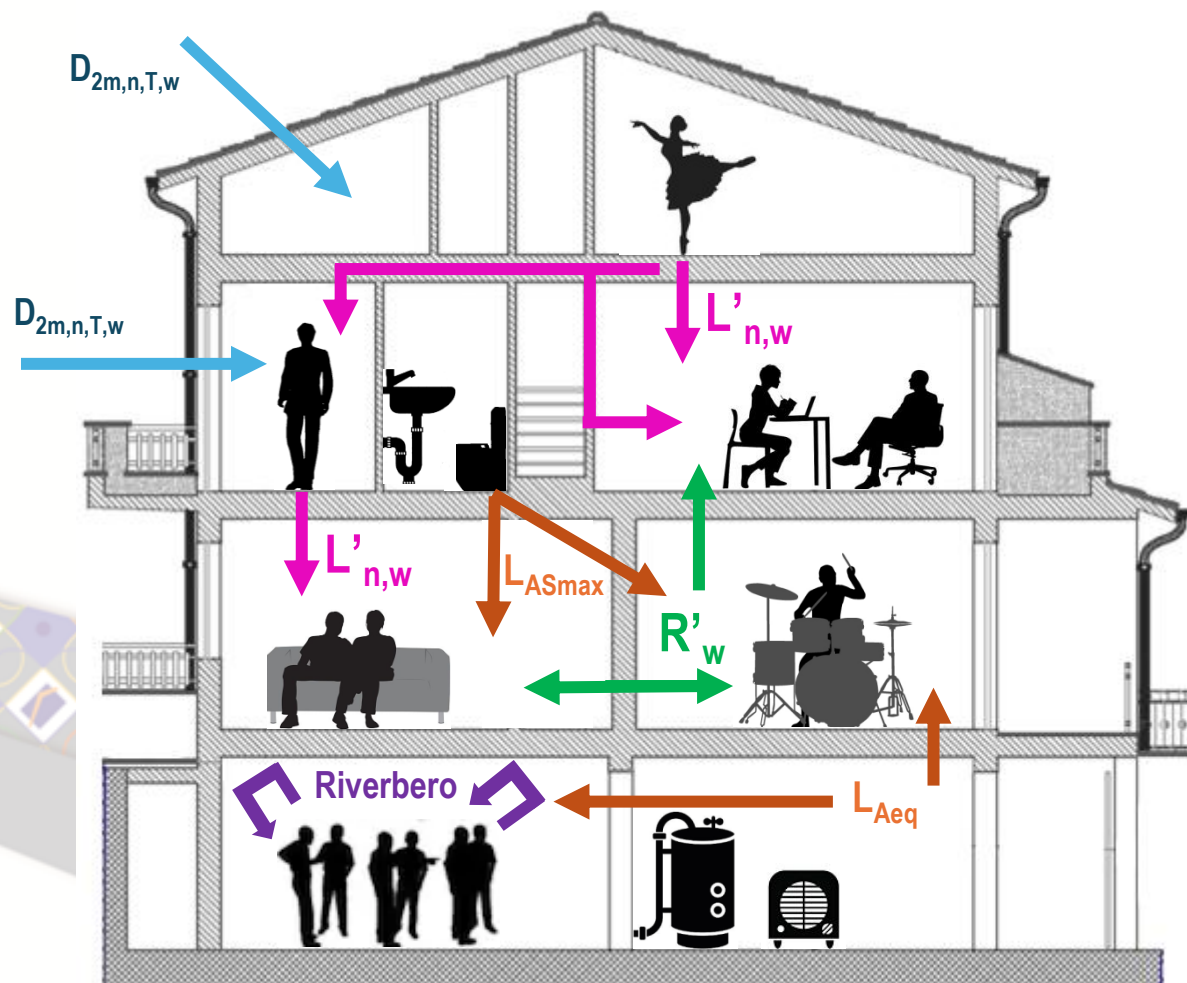
Materiale	schiuma in PE + film HDPE
Collante	acrilico
Liner di protezione	NO
Spessore	3,5 mm
Peso specifico	30 kg/m <sup>3</sup>
Struttura cellulare	celle chiuse
Conduktività termica (λ)	0,038 W/mK
Temperatura di lavorazione	+10°C / +30°C
Resistenza alle temperature	-20°C / +80°C
Classe di reazione al fuoco	B-s1,d0
Resistenza all'invecchiamento	alta
Stabilità ai raggi UV	alta
Luogo di stoccaggio	asciutto, al riparo dai raggi UV
Tempo di stoccaggio	max. 24 mesi

## Articolo e dimensioni

Variante	Articolo	Misure (mmxm)	Conf. (pz)	Bancale (conf.)
Tip KONT Fire B 60	020450019	60x30	10	24



LA LEGISLAZIONE NAZIONALE: DPCM 5/12/97



**R'<sub>w</sub> - Rumori aerei**

Voce, musica, aspirapolvere, radio, ecc.

**D'<sub>2m,n,T,w</sub> Facciata**

Rumori diffusi esterni come traffico, aerei, ecc.

**L'<sub>n,w</sub> - Calpestio**

Rumori impattivi da camminamento

**L<sub>Aeq</sub> - Impianti a funzionamento continuo**

Riscaldamento/raffrescamento, climatizzazione, ventilazione meccanica, aspirazione centralizzata, sale server, ecc.

**L<sub>ASmax</sub> - Impianti a funzionamento discontinuo** Impianti sanitari, scarichi, ascensori, montacarichi, chiusure automatiche locali caldaia, ecc.

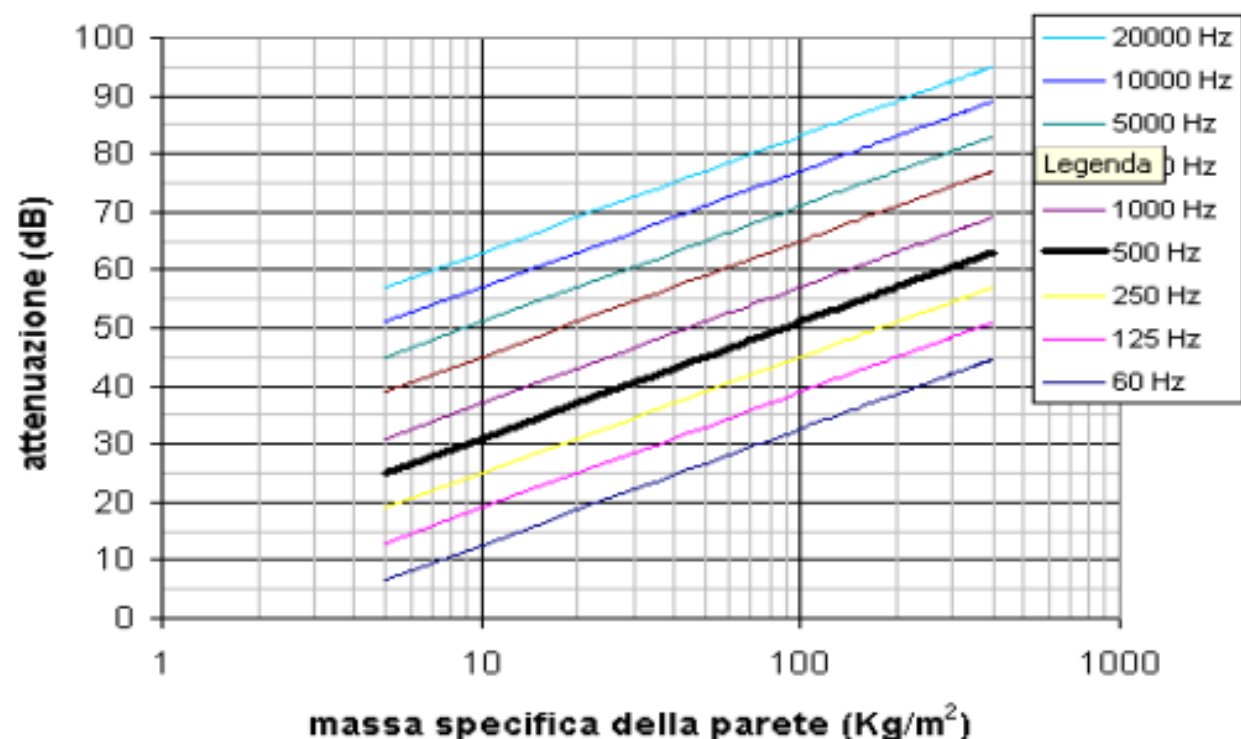
**Riverbero**

«eco» negli ambienti



## Potere fonoisolante dei materiali in funzione della massa

Attenuazione da parete secondo la legge di massa



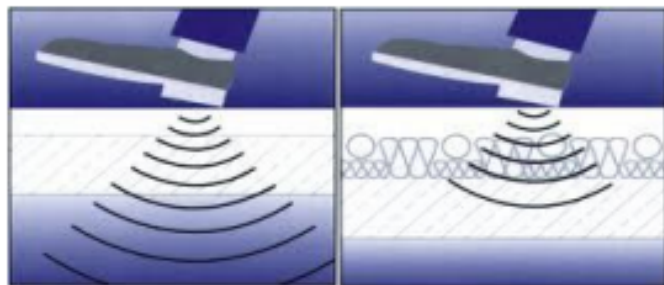
**NOTA 1:** Quando una struttura è molto pesante (parete in c.a. o laterizio) il suo potere isolante non può essere significativamente incrementato con una piccola aggiunta di massa.

**NOTA 2:** Il Legno? ....Un materiale leggero....

Qual è la soluzione?

Rumore che si propaga dall'ambiente disturbante all'ambiente disturbato attraverso vibrazioni delle strutture.

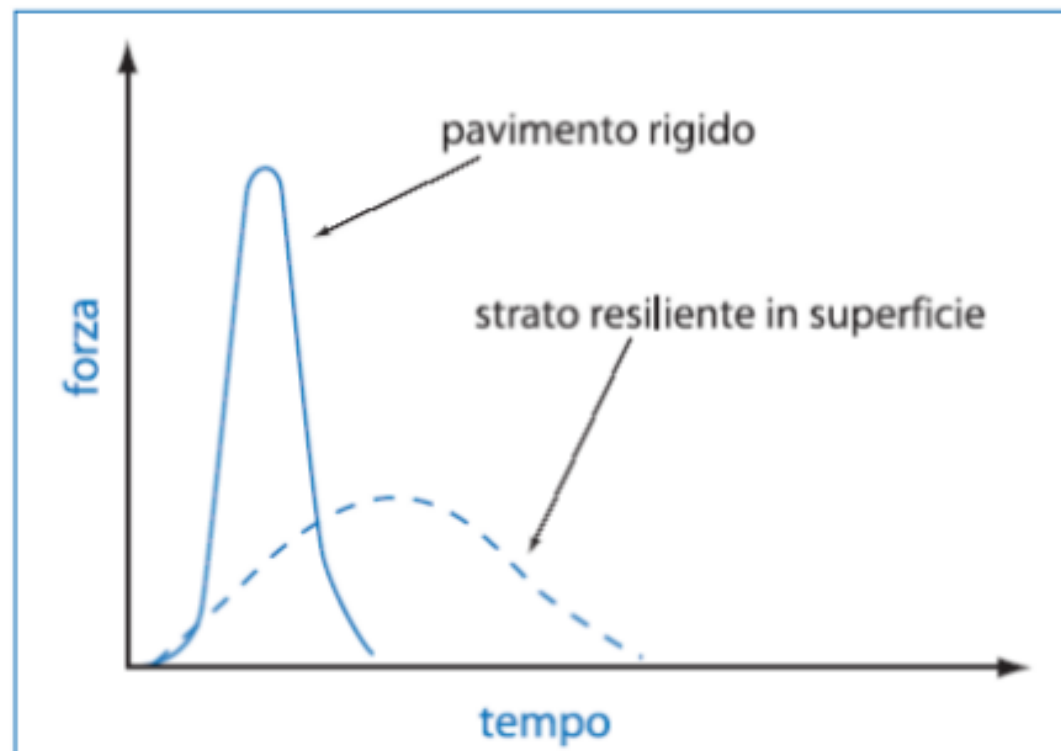
**RUMORI IMPATTIVI:**  
**passi, caduta oggetti, ...**  
 Interessano il complesso  
**PAVIMENTO - SOLAIO**



**Materiale rigido – materiale rigido:** forza impattiva trasferita con picco elevato e in breve tempo

**Materiale rigido – resiliente:** forza impattiva trasferita con picco più basso e in tempo più lungo grazie alla deformazione del materiale resiliente

Per ridurre il rumore da impatto (oggetti che cadono, passi, etc.) bisogna **interporre tra gli strati del solaio un materiale RESILIENTE** in grado di smorzare le oscillazioni generate dall'urto.



## TRASMISSIONE PER VIA STRUTTURALE: NON SOLO SOLAI

... per limitare il rumore da calpestio bisogna **evitare qualsiasi collegamento rigido...**

### DOVE

- Nella stratigrafia del solaio
- Tra pareti sovrapposte
- Tra pareti adiacenti
- Tra solaio e parete
- Tra pavimentazione e controparete
- ...



### COME

Utilizzando materiali resilienti interposti nei collegamenti:

- gomma,
- sughero,
- cartone di fibra,
- sabbia,
- lana di vetro e analoghi

- ✓ **Corretta disgiunzione tra diversi elementi** (appoggio delle pareti, appoggio delle contropareti, ecc..)

- ✓ **Corretta composizione delle stratigrafie** per evitare il **calpestio diretto**

- ✓ **Evitare il più possibile il fenomeno del fiancheggiamento** tramite la trasmissione laterale

Solaio in LEGNO



# Rumore da Calpestio

Limite Normativo  $L'_{n,w}$  [dB]

**Il MASSIMO rumore che può passare in  
edificio residenziale**

**63 dB**

# Rumore Aereo

Limite Normativo  $R' w$  [dB]

**Il MINIMO rumore che deve abbattere in edificio residenziale**

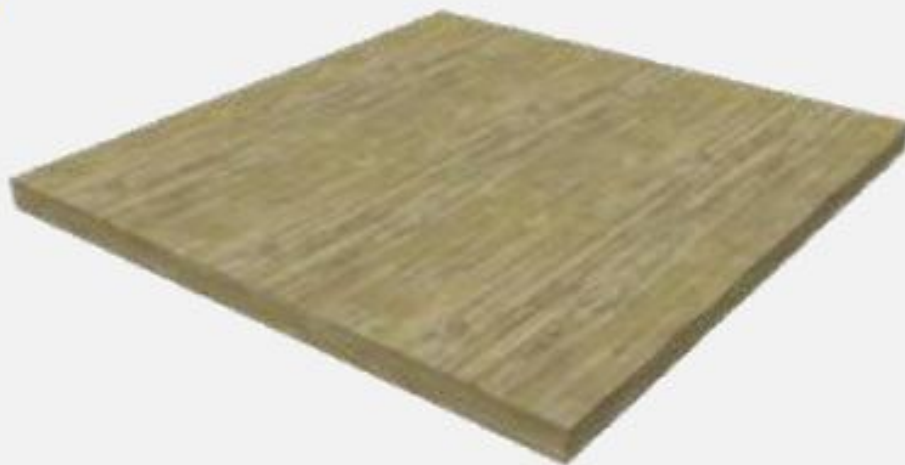
**50 dB**

$R_w = 27 \text{ dB}$



$L_{n,w} = 93 \text{ dB}$

$R_w = 36 \text{ dB}$



$L_{n,w} = 87 \text{ dB}$

# SOLAIO IN LEGNO = SOLAIO LEGGERO

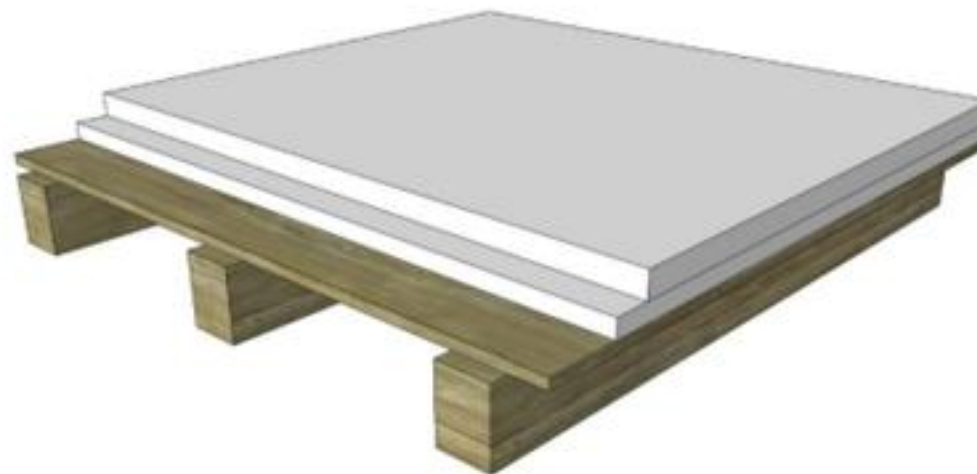
Doppio tavolato incrociato



Cappa collaborante in c.a.



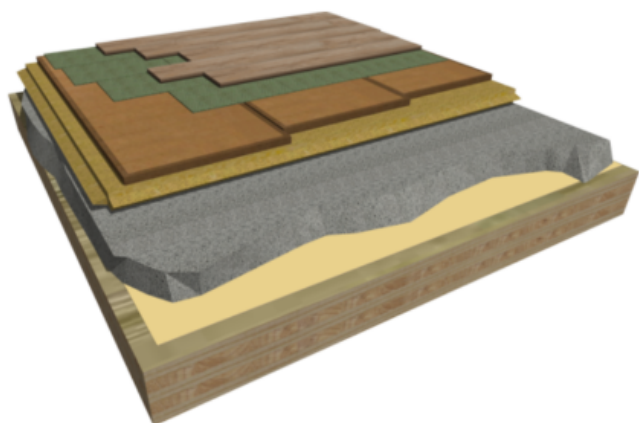
Calcestruzzo alleggerito



Oppure:

- Lastre in fibrogesso
- Riempimento con materiale granulare
- Riempimento in sabbia
- 3Therm PHONESTAR**

## Soluzione 2 \_solaio xlam



### Stratigrafia:

- 1) Solaio xlam sp. 160mm
- 2) Telo anti polvere
- 3) Massetto alleggerito sp. 80mm
- 4) **3therm TOP 220 sp.22mm**
- 5) **PHONESTAR ST TRI sp. 12.5mm**  
o **PHONESTAR ST TWIN sp. 9mm**
- 6) **fascia perimetrale SONORA BAND RADIANTE**
- 7) **UHB UNDERFLOOR sp. 3mm**
- 8) Pavimento flottante in legno sp. 10mm

### VALUTAZIONE TEORICA:\*

$L_{nw} = 47\text{dB}$  (con PHONESTAR ST TRI)

$L_{nw} = 49\text{dB}$  (con PHONESTAR ST TWIN)

$R_w = 61\text{dB}$  (con PHONESTAR ST TRI)

$R_w = 56\text{dB}$  (con PHONESTAR ST TWIN)

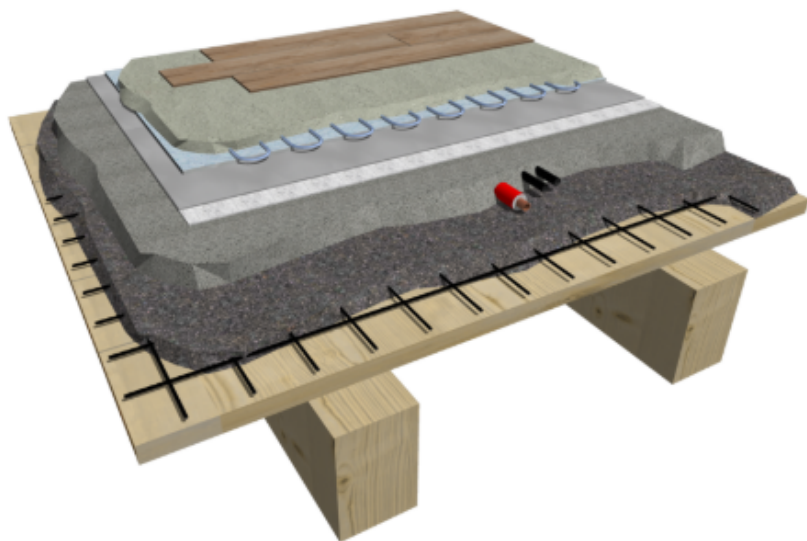
## Soluzione 3 \_solaio travetti + tavolato

### Stratigrafia:

- 1) Tavolato sp. 20mm
- 2) Soletta collaborante sp. 50mm
- 3) Massetto alleggerito sp.60mm
- 4) **Sonora PRO sp. 6.5mm**
- 5) **Fascia perimetrale SONORA BAND RADIANTE**
- 6) Sistema riscaldamento a pavimento radiante
- 7) Massetto sabbia cemento sp. 50mm
- 8) Pavimento ceramico incollato sp.15mm

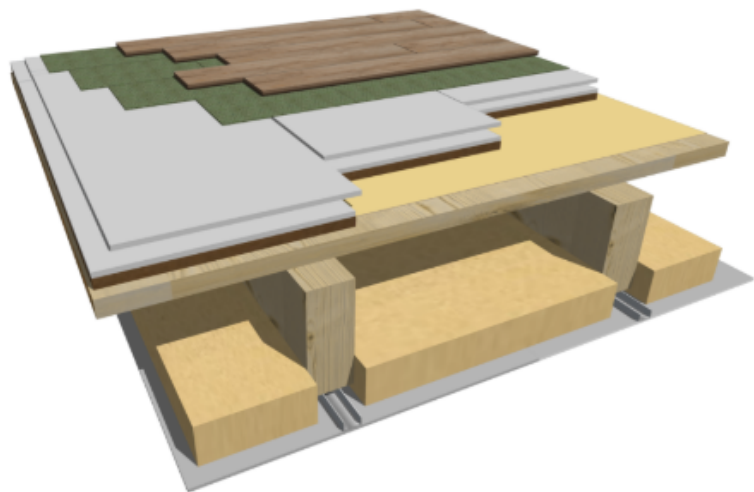
### VALUTAZIONE TEORICA\*:

$L_{nw}=56$  dB



## Soluzione 2 \_solaio travetti + tavolato

### Stratigrafia:



- 1) Lastra in cartongesso a controsoffitto sp. 12.5mm
- 2) **Isolante 3therm THERMO JUTE tra i travi sp. 80mm**
- 3) Tavolato sp. 20mm
- 4) Telo anti polvere
- 5) **Sonora TOP FLOOR sp. 32mm**
- 6) **fascia perimetrale SONORA BAND RADIANTE**
- 7) **UHB UNDERFLOOR sp. 3mm**
- 8) Pavimento flottante in legno sp. 10mm

### VALUTAZIONE TEORICA\*:

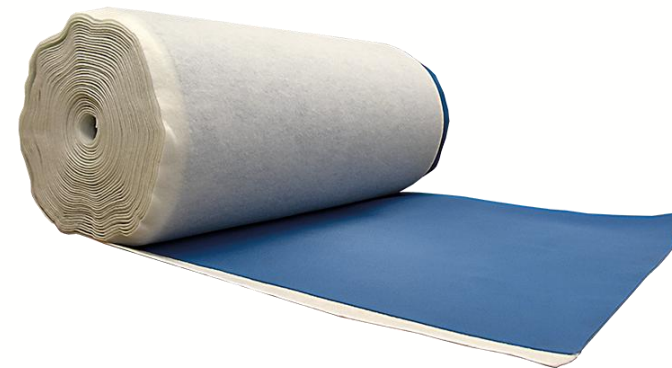
$L_{nw}=56dB$



Un programma completo  
di prodotti per la riduzione  
dei rumori da calpestio  
nei solai interpiano

SONORA PRO .....	72
SONORA TN .....	73
SONORA STRONG PLUS .....	74
SONORA BIT .....	75
SONORA PE .....	76
STEPSOUND ZERO .....	77
SONORA TOP FLOOR .....	78
SONORA RUBBER .....	79
UHB PROFESSIONAL .....	80
UHB UNDERFLOOR .....	81
UHB METAL .....	82
UHB FOIL .....	83
SONORA BAND .....	84
SONORA BAND RADIANTE .....	85
SONORA BAND RADIANTE MR .....	86
SONORA TAPE .....	87
SILENZ PND .....	88

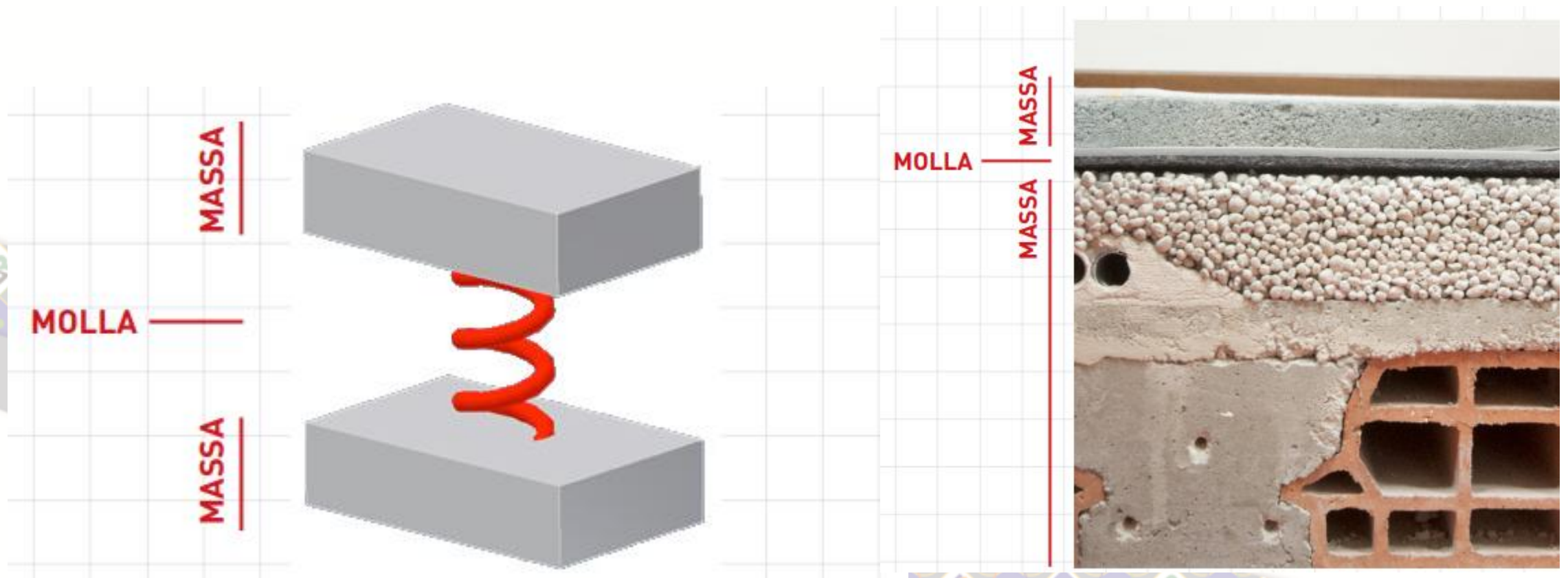
**ANTICALPESTIO E  
SOTTOPARQUET**



# RIGIDITA' DINAMICA

rappresenta il rapporto tra la pressione dinamica esercitata sul materiale e la variazione dinamica di spessore del materiale

descrive la capacità del materiale resiliente di smorzare le vibrazioni di una struttura sollecitata da rumori impattivi



# ABBATTIMENTO DEL RUMORE DA CALPESTIO

Solaio grezzo:  $L_{n,w}$  prima=78 dB

Solaio finito con materassino:  $L_{n,w}$  dopo=56 dB

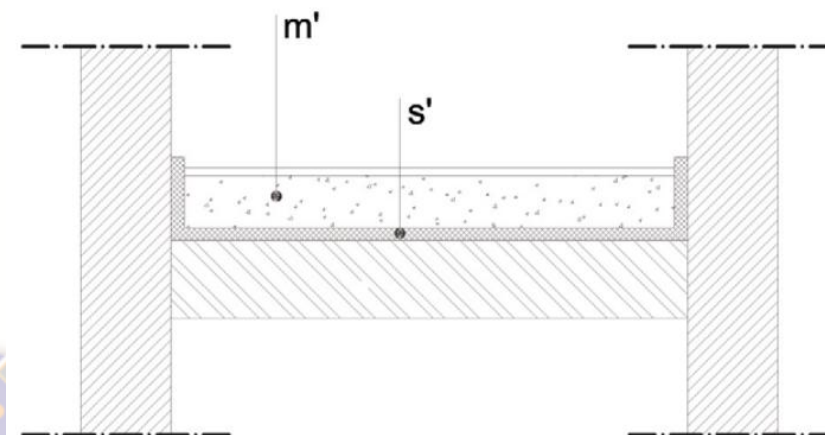
Allora:  $\Delta L_w = 78 \text{ dB} - 56 \text{ dB} = 22 \text{ dB}$

Quindi l'**abbattimento da calpestio** è di **22 dB**.

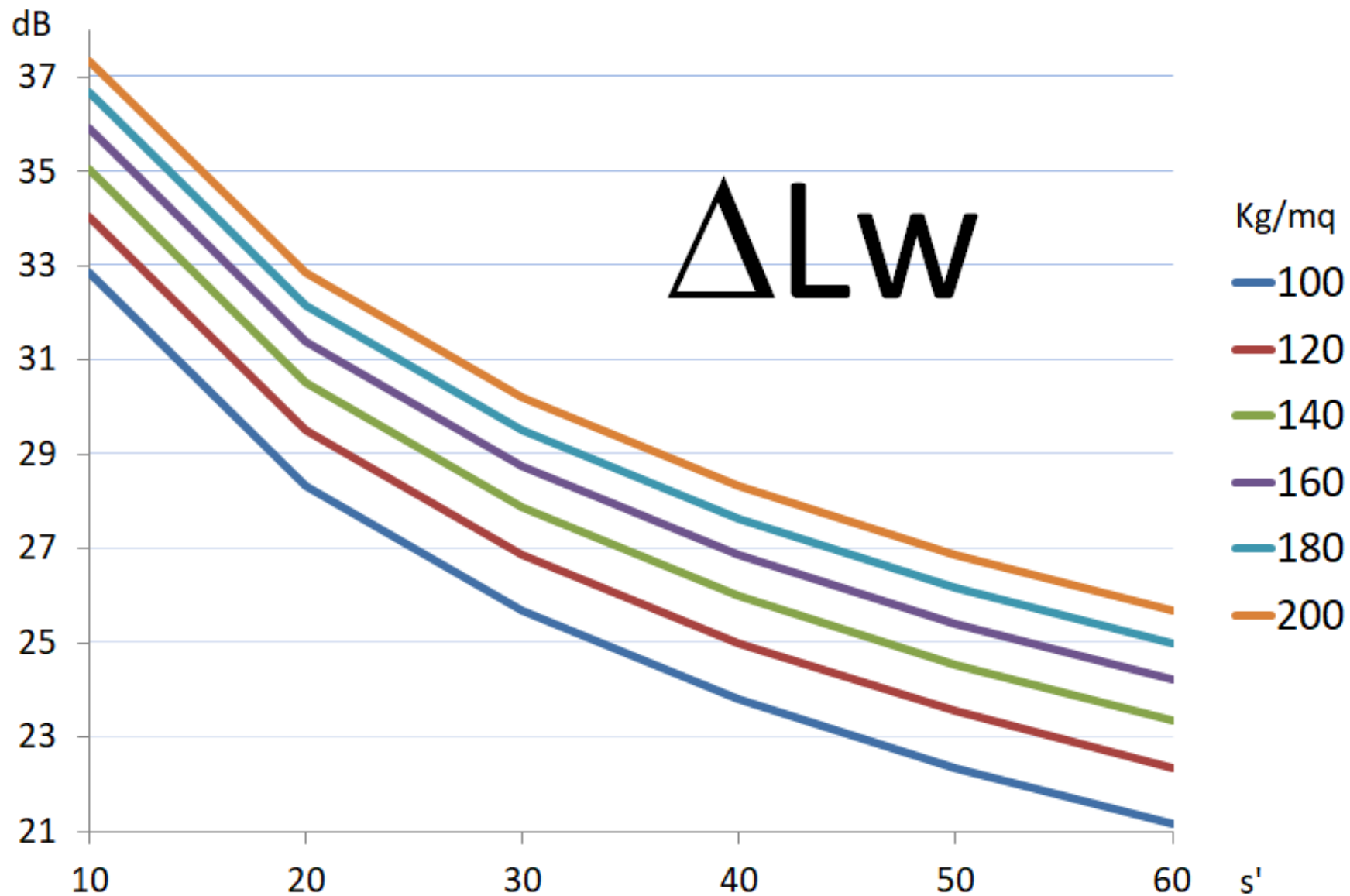
Il valore della rigidità dinamica e la massa sono dati richiesti dalle norme per il calcolo dell'abbattimento acustico al calpestio  $\Delta L_w$

# $\Delta L_w$

$$\Delta L_w = 30 \log \frac{500}{160 \sqrt{\frac{s'}{m'}}} + 3$$



# ABBATTIMENTO DEL RUMORE DA CALPESTIO



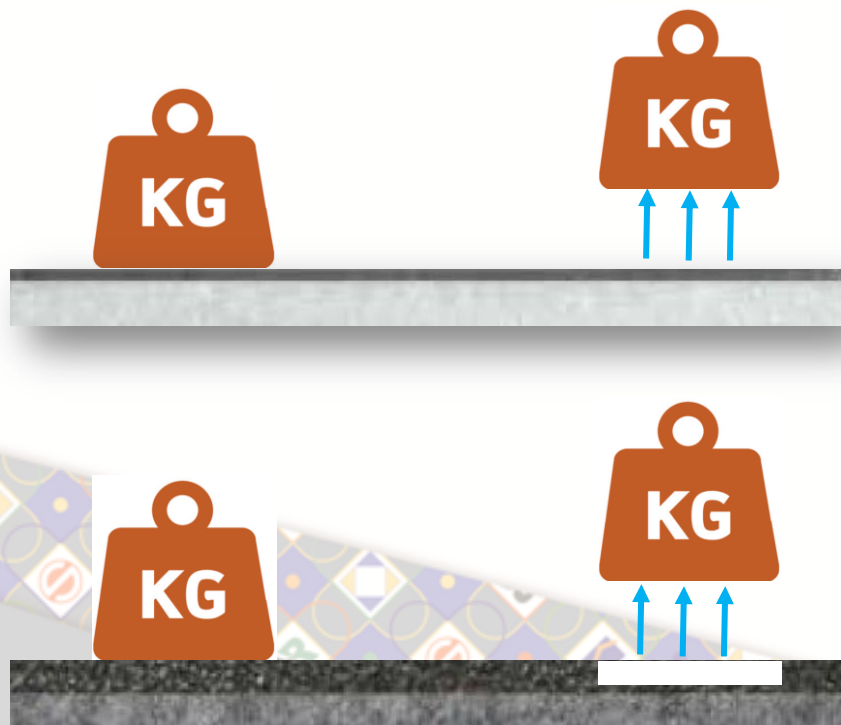
ISOLAMENTO ACUSTICO DEI SOLAI

# C (Comprimibilità)

Comportamento in opera durante la vita di utilizzo?



Tempo di utilizzo



SONORA PRO  
Comprimibilità: CP1



SONORA TN  
Comprimibilità: CP1



**SONORA PRO**  
Comprimibilità: CP1



**SONORA TN**  
Comprimibilità: CP1

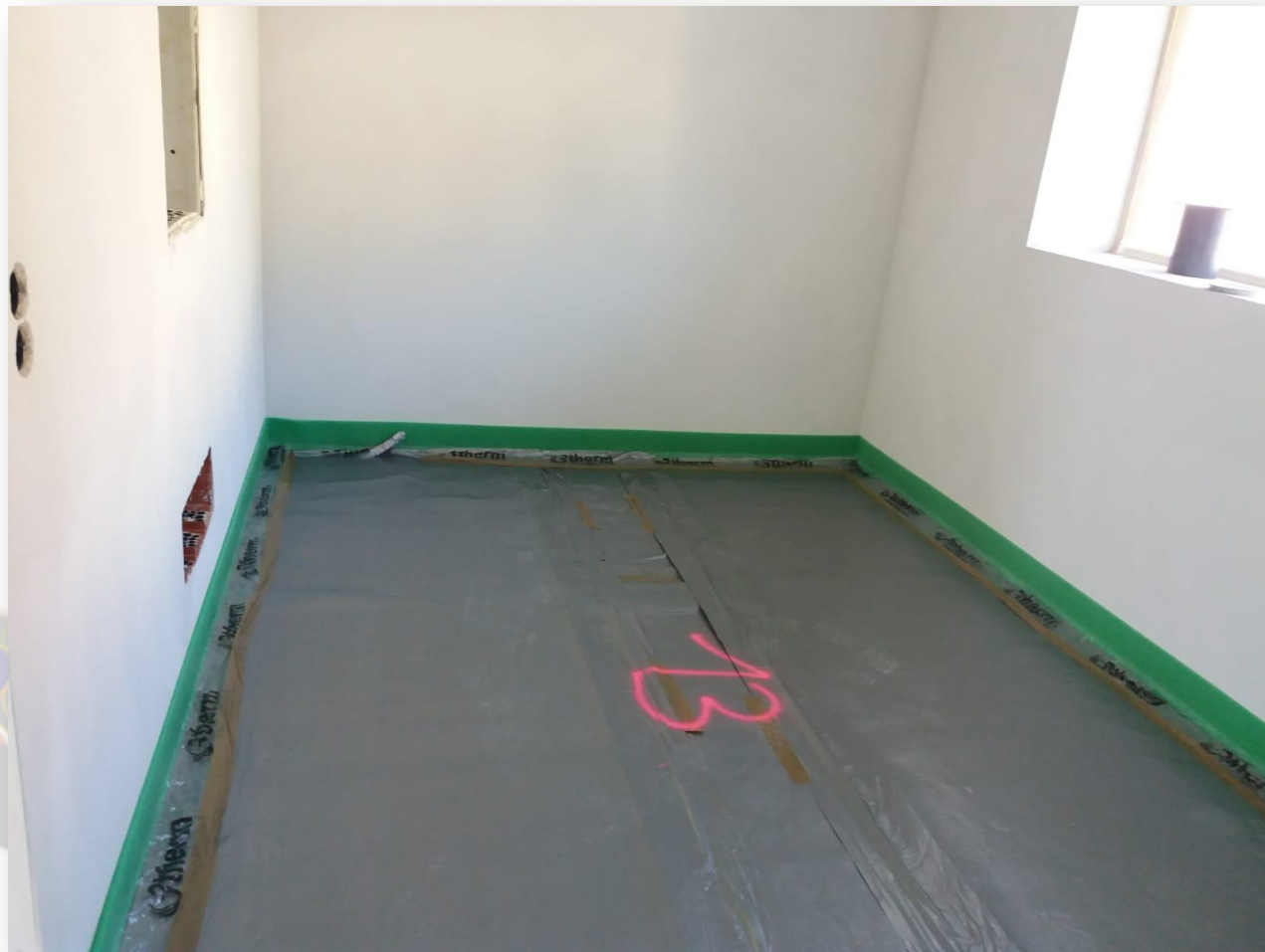


Realizzazione massetto di livellamento





Posa dell'anticalpestio

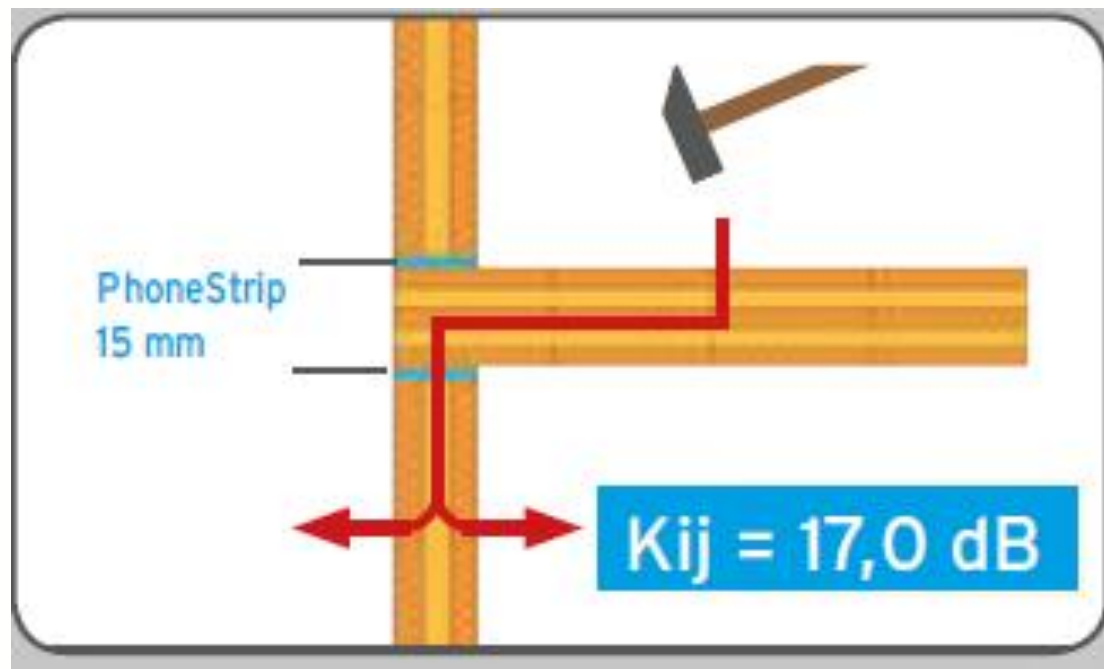
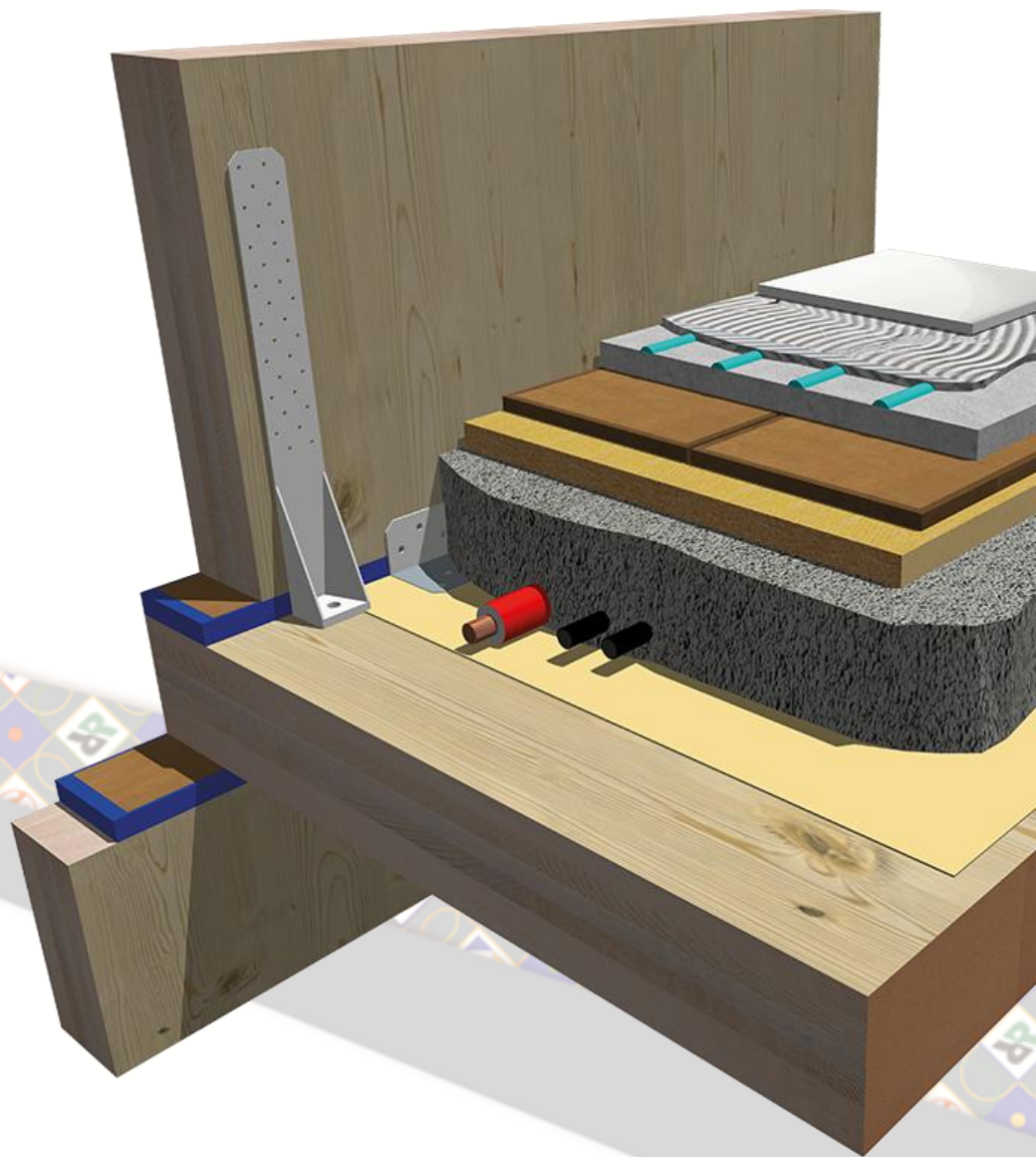


Posa della fascia perimetrale

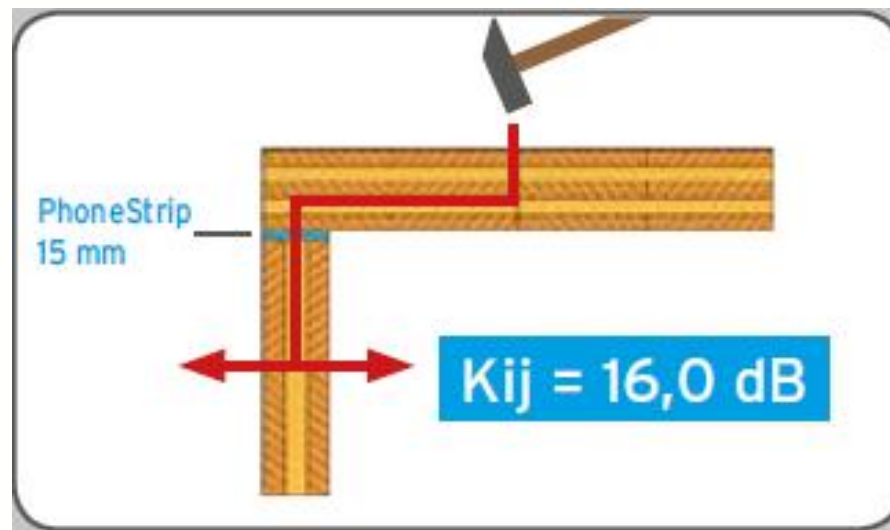


**COLLAUDO ACUSTICO IN OPERA: PROVA AL CALPESTIO (video)**





# Kij



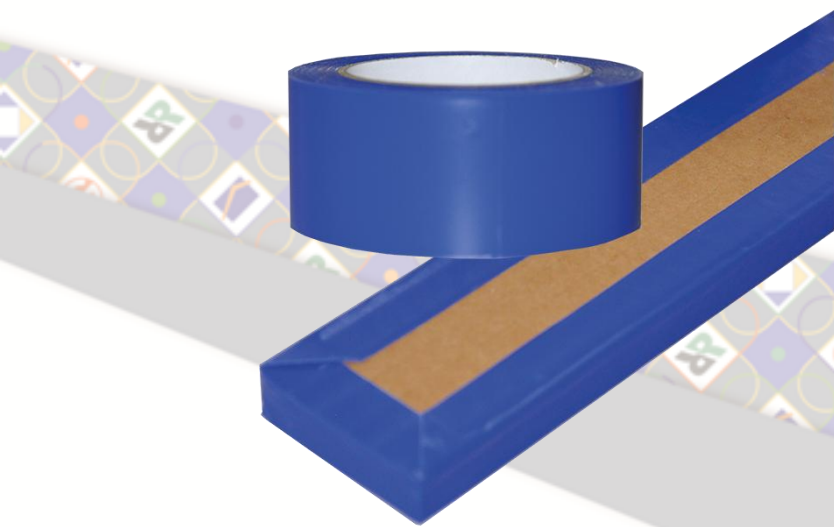
Kij = indice di riduzione delle vibrazioni del giunto tra le strutture i e j

Questo valore è molto importante, perché mi dice chiaramente il contributo in termini di isolamento acustico fornito dall'impiego del prodotto!

Kij

LE NOSTRE SOLUZIONI

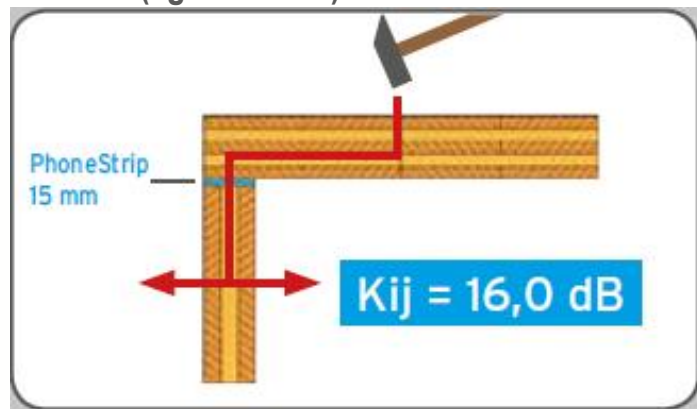
Fasce disaccoppianti PHONESTRIP



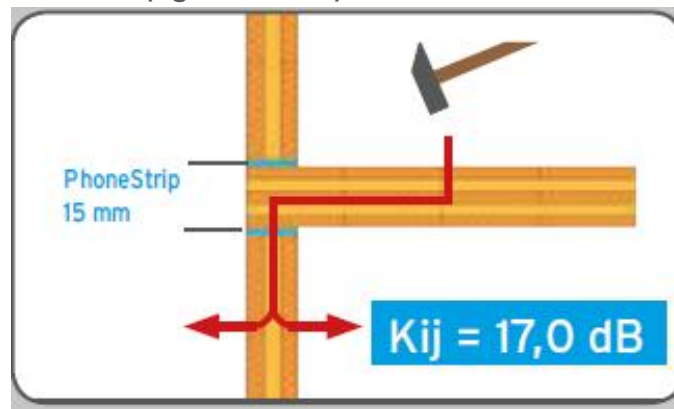
Strisce antivibranti in Vibradyn o Vibrafoam



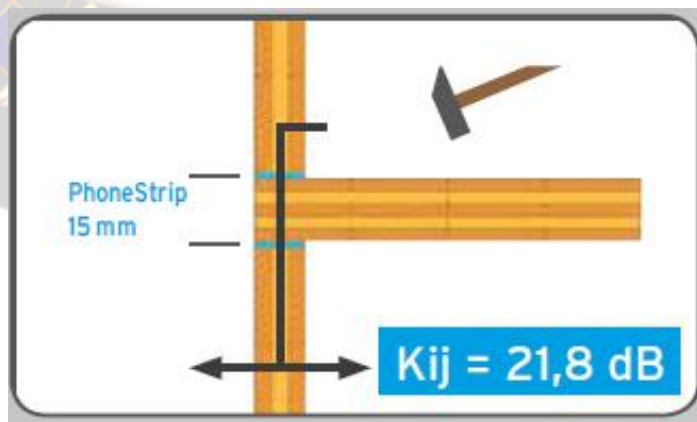
Percorso di trasmissione Solaio / parete inferiore («giunto a L»)



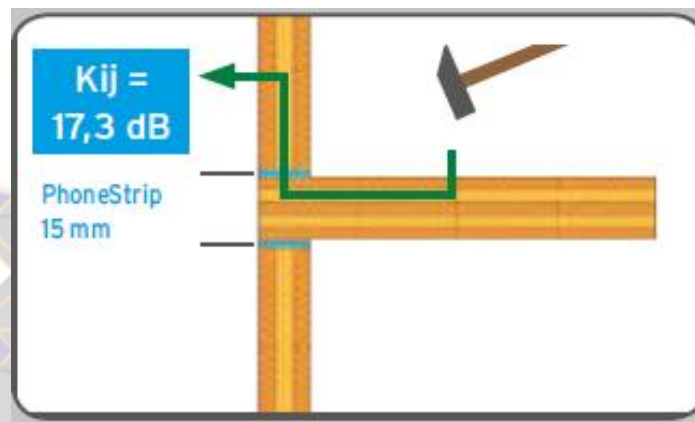
Percorso di trasmissione Solaio / parete inferiore («giunto a T»)



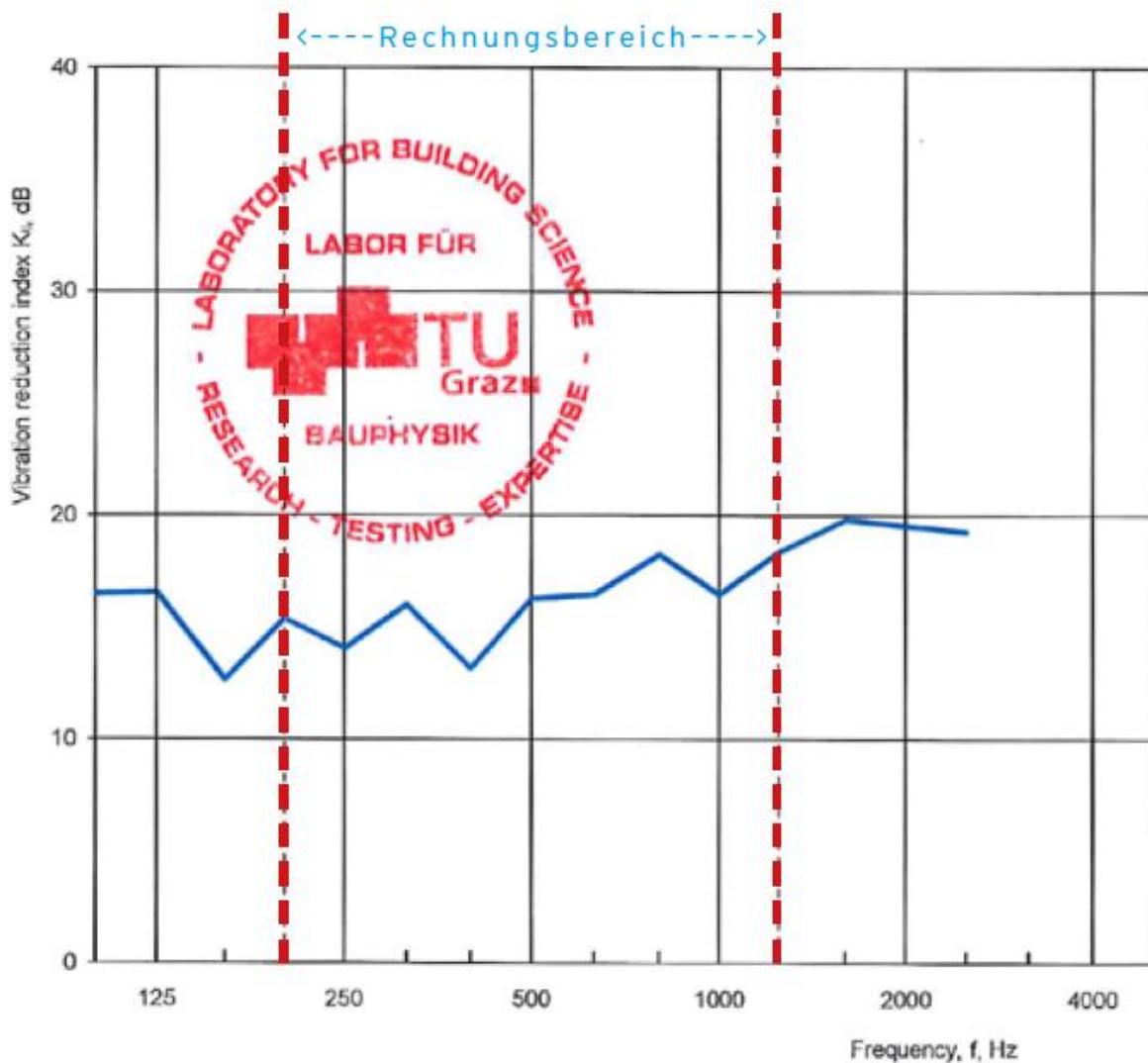
Percorso di trasmissione Parete superiore / Parete inferiore



Percorso di trasmissione Solaio / parete superiore

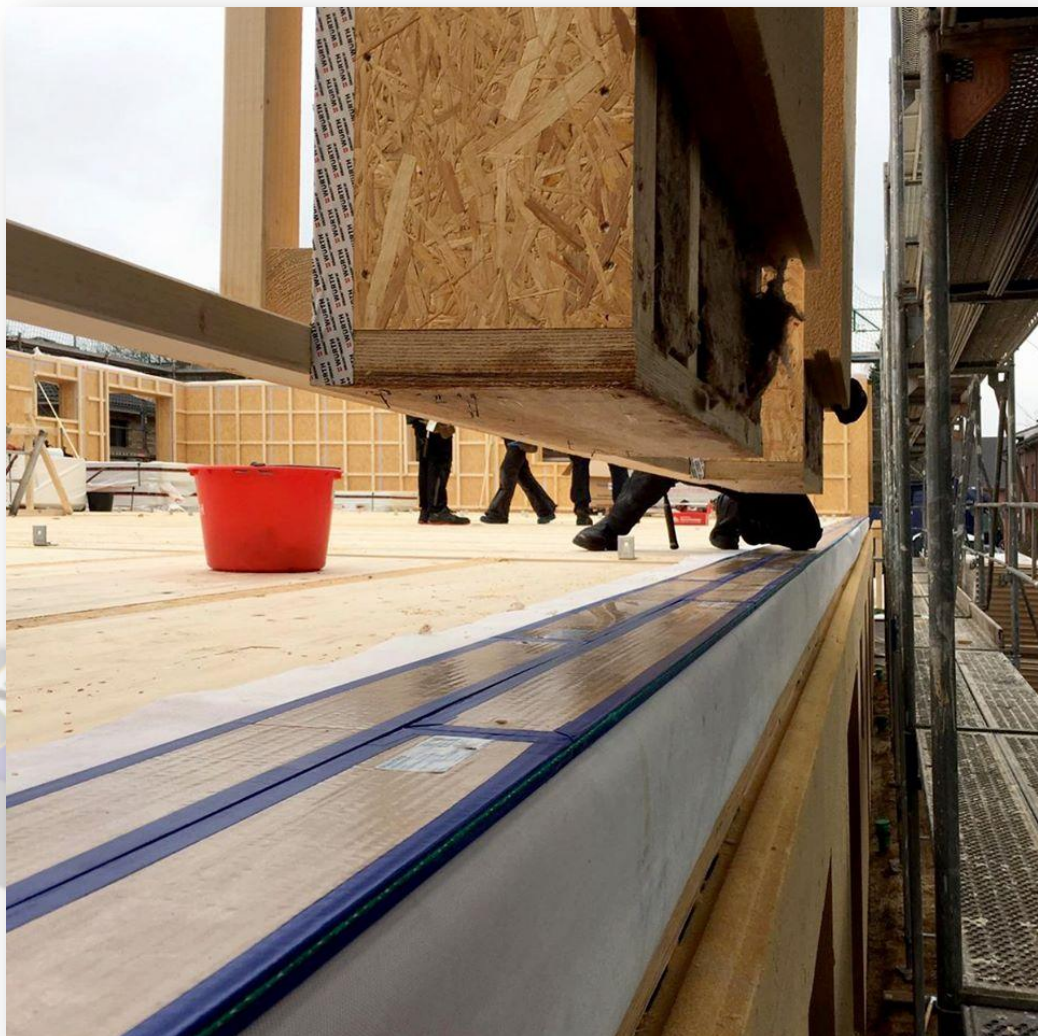


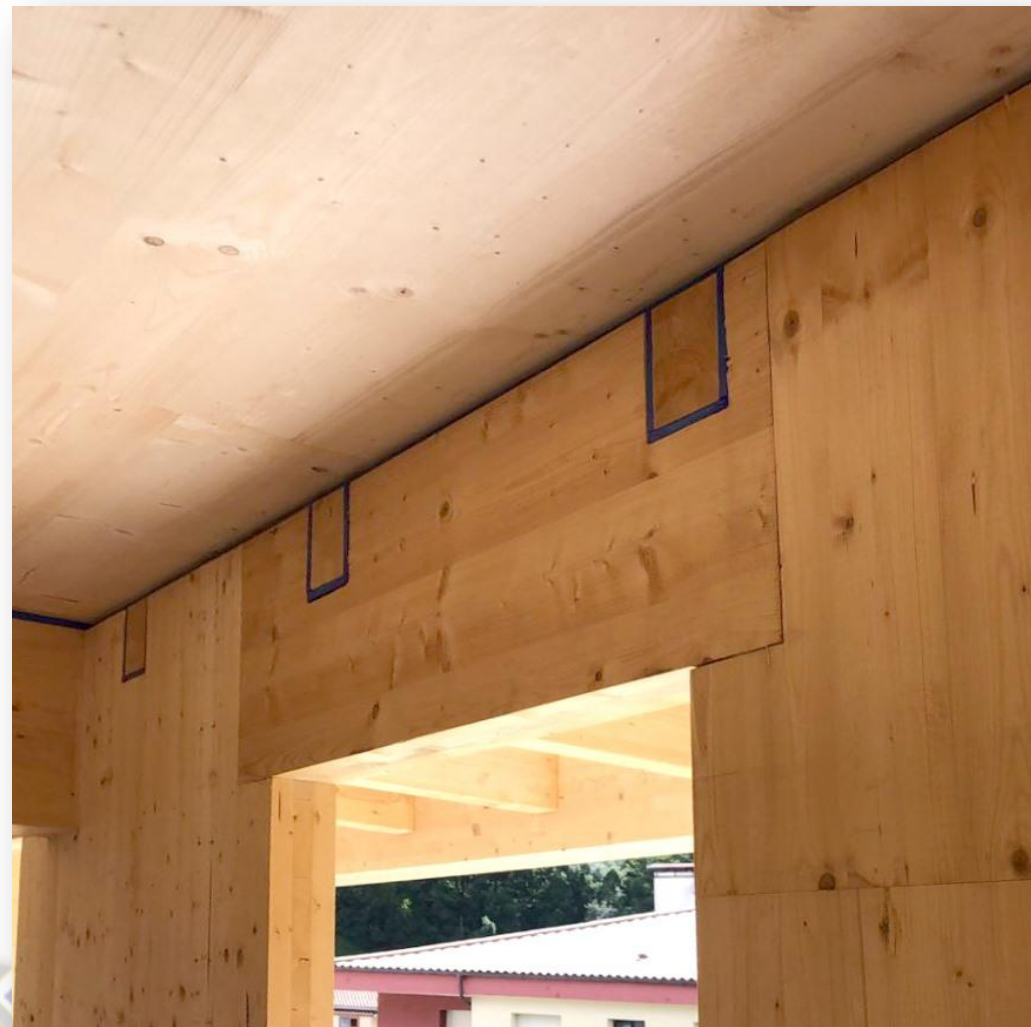
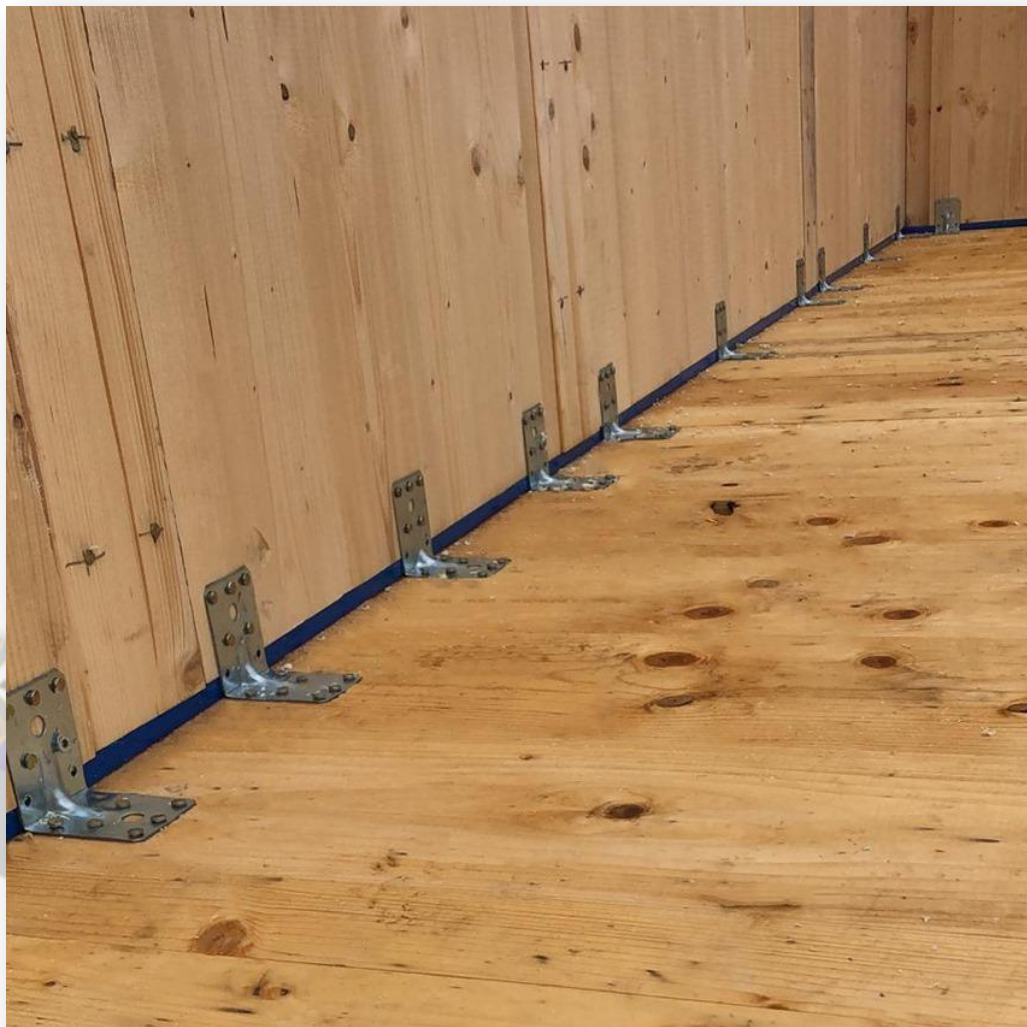
Tested build-up with angle joints and screws

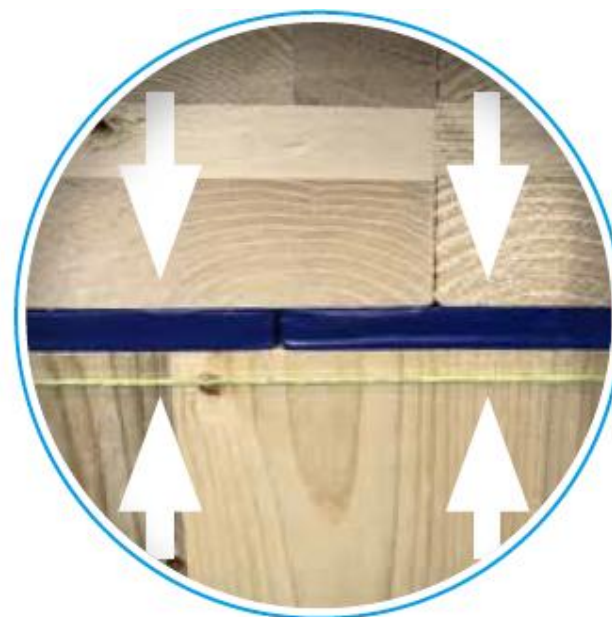


## COMPORTAMENTO ALLA BASSE FREQUENZE

Nelle costruzioni in legno, lo smorzamento nella gamma delle basse frequenze è cruciale! **Infatti le basse frequenze, nelle case sono percepite 2 volte più forte rispetto alle medie e alte!** PhoneStrip, nelle basse frequenze <100 Hz è imbattibile!





**526 kN**

### Pressure resistance

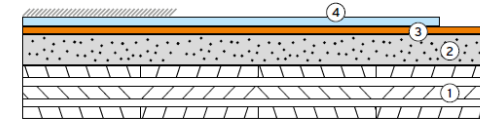
When PhoneStrip is used as a damping support in timber constructions e.g. as a floor support or under external or dividing walls, the pressure resistance plays a critical part. The MPA Bau at TU has tested PhoneStrip in Munich to evaluate the pressure resistance (Test report MPA Bau Nr. 7400001/18-82c).

The test procedure in accordance with DIN EN 2689, showed a maximum test load of 526 kN (maximum load capacity of the test machine).

## Calculative Proof for Solid Timber Floors

Execution: Visible ceiling  
 Loading: 80 mm Fine Gravel (cement bonded)

# Senza PHONESTRIP



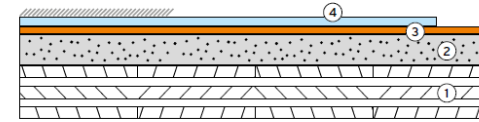
- ④ 15 (12,5) mm PhoneStar TRI (ST TRI)
- ③ Insulation Layer
- ② 80 mm Fine Gravel (cement bonded)
- ① 140 mm Solid Timber Floor

Wall build up in receiving room	Floor build up	Floor build up		Test values according to expert's opinion (18-001770-PR03)		Calculated proof according to German DIN 4109 (Part 2)	Calculated proof according to European EN 12354 **	
		Weight [kg/m <sup>2</sup> ]	Height [mm]	L <sub>n,w</sub> [in dB]	R <sub>w</sub> [in dB]	L' <sub>n,w</sub> [in dB]	L' <sub>n,w</sub> * [in dB]	L' <sub>n,w</sub> [in dB] with PhoneStrip (Kij=17dB)
PB + WBP DIN4109-33 Tab 3 / Row 13 R <sub>w</sub> = 43 dB	1 x 15 mm PhoneStar TRI (12,5 mm ST TRI) 20 mm best wood FLOOR 220 Wood Fibre 80 mm Fine Gravel (cement bonded)	154,9 (151,9)	115 (112,5)	47	61	51	52,3	50,6
GF DIN4109-33 Tab 3 / Row 6 R <sub>w</sub> = 44 dB						51	52,1	50,5
Timber-/ WBP-Element CLT 100 mm Zero measurement 2 R <sub>w</sub> = 34 dB						54	54,8	51,5

## Calculative Proof for Solid Timber Floors

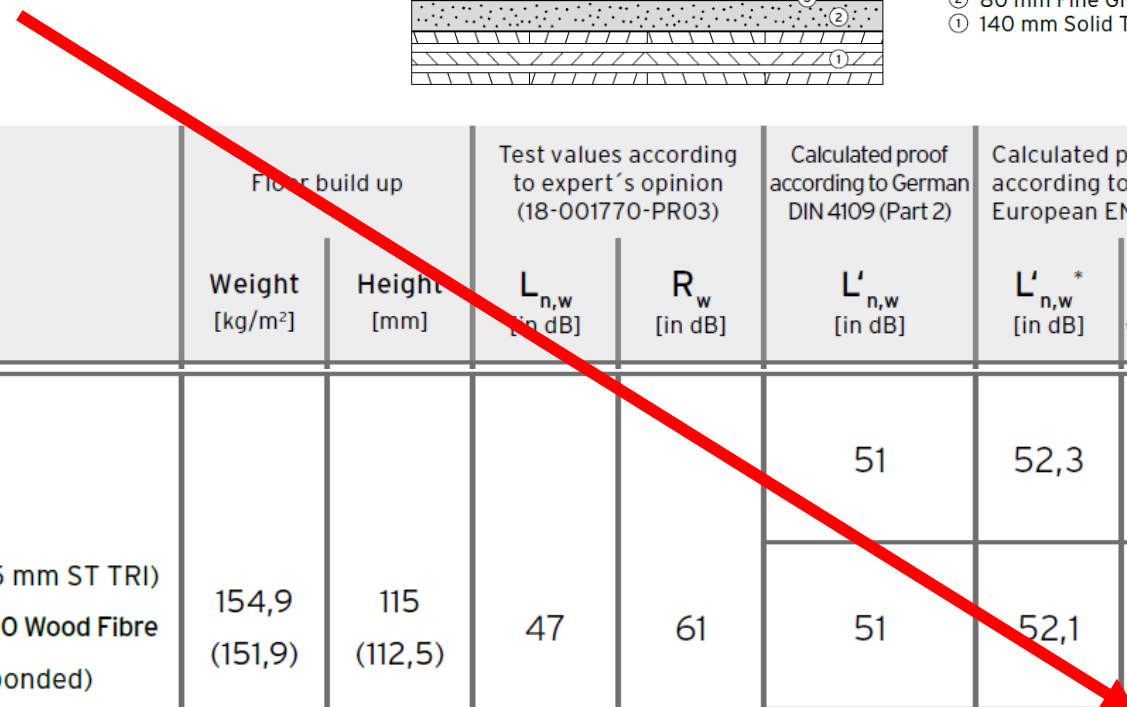
Execution: Visible ceiling  
 Loading: 80 mm Fine Gravel (cement bonded)

# Con PHONESTRIP



- ④ 15 (12,5) mm PhoneStar TRI (ST TRI)
- ③ Insulation Layer
- ② 80 mm Fine Gravel (cement bonded)
- ① 140 mm Solid Timber Floor

Wall build up in receiving room	Floor build up	Floor build up		Test values according to expert's opinion (18-001770-PR03)		Calculated proof according to German DIN 4109 (Part 2)	Calculated proof according to European EN 12354 **	
		Weight [kg/m <sup>2</sup> ]	Height [mm]	L <sub>n,w</sub> [in dB]	R <sub>w</sub> [in dB]	L' <sub>n,w</sub> [in dB]	L' <sub>n,w</sub> * [in dB]	L' <sub>n,w</sub> [in dB] with PhoneStrip (Kij=17dB)
PB + WBP DIN4109-33 Tab 3 / Row 13 R <sub>w</sub> = 43 dB	1 x 15 mm PhoneStar TRI (12,5 mm ST TRI) 20 mm best wood FLOOR 220 Wood Fibre 80 mm Fine Gravel (cement bonded)	154,9 (151,9)	115 (112,5)	47	61	51	52,3	50,6
GF DIN4109-33 Tab 3 / Row 6 R <sub>w</sub> = 44 dB						51	52,1	50,5
Timber-/ WBP-Element CLT 100 mm Zero measurement 2 R <sub>w</sub> = 34 dB						54	54,8	<b>51,5</b>

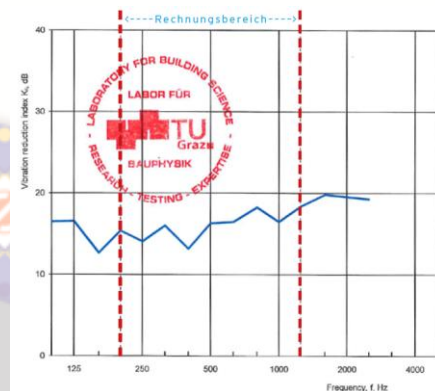


## SISTEMA TETTO CON PHONESTAR

Vantaggi:

- **Prodotto ECOSOSTENIBILE** e totalmente riciclabile (cartone alveolare e sabbia)
- Abbattimento acustico dei rumori aerei certificato **Rw=36dB**. Non esiste sul mercato un prodotto naturale con performance simili in soli 12.5mm di spessore
- **Traspirante**: non compromette il passaggio del vapore
- **Pesante**: con i suoi 17.5kg/mq, offre incremento del valore di sfasamento e comfort estivo
- **Pratico**: è sufficiente posare il pannello a giunti accostati, direttamente sul tavolato, nastrandolo i giunti. Successivamente procedere con la posa del freno al vapore

**PHONESTAR** riduce il trasferimento di rumore aereo trasportato dall'aria alla struttura, ed il suo funzionamento è totalmente diverso dai prodotti comuni. La sabbia di quarzo contenuta in PHONESTAR, sollecitata dalle vibrazioni, «microvibra», trasformando le vibrazioni in energia cinetica, assorbendole. La trasmissione del suono viene significativamente ridotta!



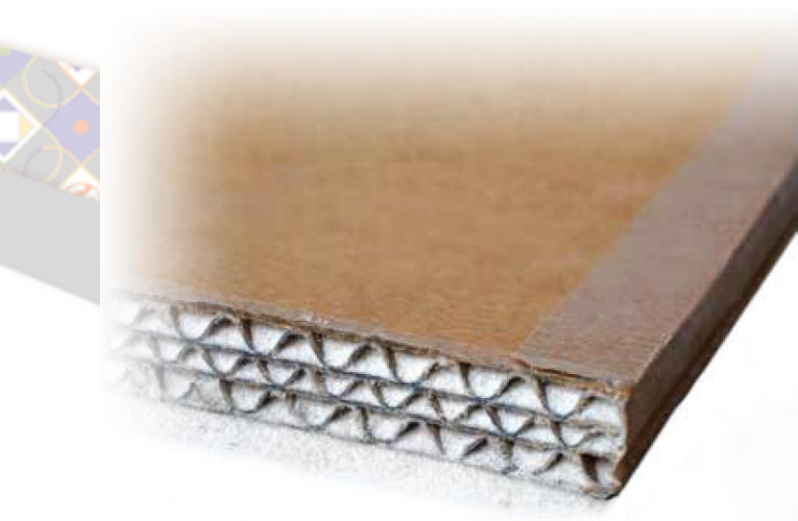
### IMBATTIBILE ALLE BASSE FREQUENZE!

Nelle costruzioni in legno, lo smorzamento nella gamma delle basse frequenze è cruciale! **Infatti le basse frequenze, nelle case sono percepite 2 volte più forte rispetto alle medie e alte!** PHONESTAR, nelle basse frequenze <100 Hz è imbattibile!

## SISTEMA TETTO CON PHONESTAR

Vantaggi:

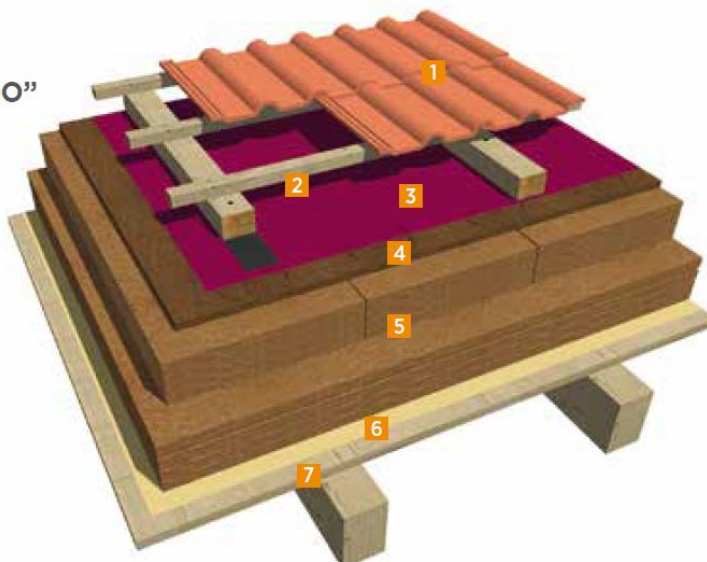
- **Prodotto ECOSOSTENIBILE** e totalmente riciclabile (cartone alveolare e sabbia)
- **Abbattimento acustico dei rumori aerei certificato  $Rw=36dB$** . Non esiste sul mercato un prodotto naturale con performance simili in soli 12.5mm di spessore
- **Traspirante**: non compromette il passaggio del vapore
- **Pesante**: con i suoi 17.5kg/mq, offre incremento del valore di sfasamento e comfort estivo
- **Pratico**: è sufficiente posare il pannello a giunti accostati, direttamente sul tavolato, nastrandolo i giunti. Successivamente procedere con la posa del freno al vapore



## SISTEMA TETTO IN FIBRA DI LEGNO «KLIMAHOUSE»

### TETTO IN LEGNO CON ISOLANTE "A UMIDO" TRIPLO STRATO SOPRA IL TAVOLATO

- 1 Manto di copertura
- 2 Ventilazione 5,5 cm
- 3 Membrana traspirante
- 4 3therm Isolant 19 mm
- 5 Doppio strato di 3therm NATUREL 170 U
- 6 Freno al vapore
- 7 Tavolato in legno sp. 21 mm



\* Certificato acustico

**Certificato D2m,n,T,w= 40dB**

NATUREL 170U sp. 80+60mm  
ISOLANT 260 sp. 19mm

## IL NOSTRO OBIETTIVO

Capire lo **spessore MINIMO** di FIBRA DI LEGNO per rispettare il **MINIMO di normativa! Ma:**

- Questo tetto è stato realizzato al CNR, con cura maniacale della posa
- Questo tetto non presentava finestre/sfiati

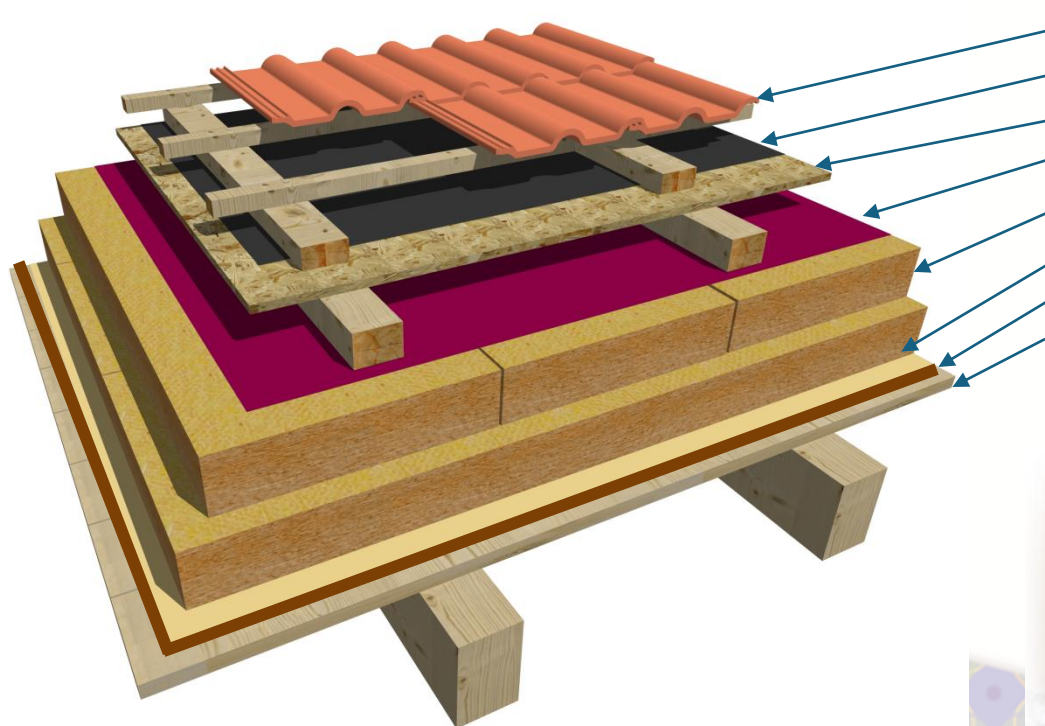
**In cantiere le cose sono diverse:**

- Non ci sono tecnici del CNR, ma carpentieri che devono chiudere il tetto per rispettare i tempi di realizzazione, evitare che piova ecc.
- L'isolante non viene posato e tagliato con delicatezza, ma si è visto anche il «taglio con motosega»
- Ecc..



Il TETTO KIMAHOUSE per noi è un punto di partenza, dal quale partire, prendere atto delle complicazioni di cantiere e **MIGLIORARLO ANCORA.**

## SISTEMA TETTO CON PHONESTAR

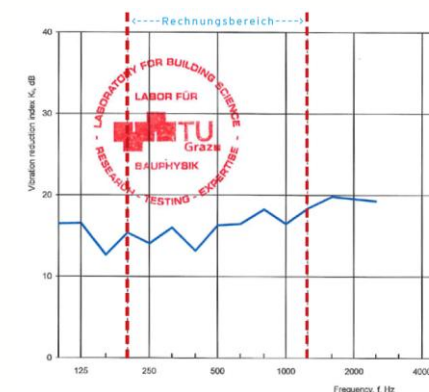
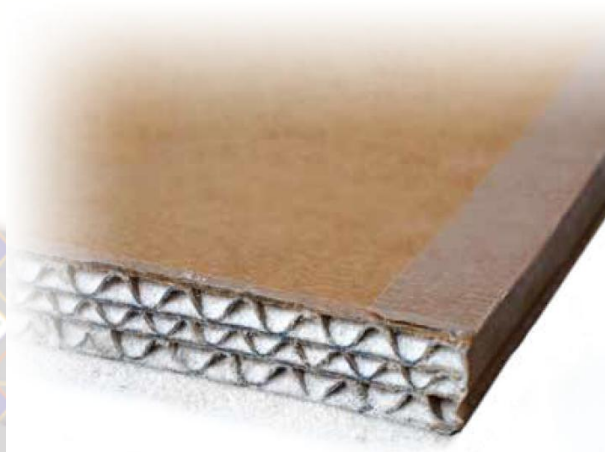


- Tegole
- Guaina impermeabilizzante
- Secondo tavolato
- Membrana traspirante USB ELEFANT
- Isolante in fibra di legno 3therm MULTITHERM 110 100+100mm
- Freno al vapore USB MICRO STRONG
- **PHONESTAR sp. 12,5mm**
- Perline sp. 21mm

Stima acustica:

**D2m,n,T,w= 48dB**

- ✓ TRASPIRABILITA'
- ✓ SFASAMENTO ESTIVO
- ✓ ABBATTIMENTO ACUSTICO
- ✓ ECONOSOSTENIBILITA'



**Mjøstårnet in Norvegia: 85,4m (2019)**

Grazie per l'attenzione !

