



TRASMITTANZA TERMICA E INVOLUCRO EDILIZIO
metodo di calcolo e valutazione prestazionale

DEFINIZIONI PRELIMINARI

TRASMITTANZA TERMICA

 U [W/m²K]

La **trasmissione termica** [U] indica la quantità di calore che viene dispersa da un metro quadrato di involucro dell'edificio ed è definita dall'inverso della somma delle resistenze termiche [R] degli strati che costituiscono la chiusura.

$$U = 1/R_{tot}$$

A bassi valori di trasmissione termica corrispondono una minore dispersione del calore e una migliore coibentazione.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore";
UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";
UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmissione termica. Metodo di calcolo".

DEFINIZIONI PRELIMINARI

RESISTENZA TERMICA

 R [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

Nel caso di *strati omogenei* la **resistenza termica** [R] è determinata dal rapporto tra **spessore** [s] dello strato e **conducibilità termica** [λ] del materiale di cui è composto lo strato stesso.

SPESSORE
 s [m]

CONDUCIBILITA' TERMICA

 λ [W/mK]

$$R = s / \lambda$$

CONDUTTANZA TERMICA
UNITARIA C [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

Per *elementi disomogenei* si utilizzano invece valori di calcolo differenti riferendosi alla **conducibilità termica equivalente** [λ_{equiv}] espressa in W/mK

 $R = 1/C$

o alla **conduttanza termica unitaria** del componente [C espressa in $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$].

DEFINIZIONI PRELIMINARI

ADDUTTANZA UNITARIA
SUPERFICIALE

INTERNA h_i [W/m²K]

ESTERNA h_e [W/m²K]

Indica il coefficiente di scambio termico per irraggiamento e convezione tra l'ambiente interno e la superficie del componente edilizio h_i [W/m²K] e tra la superficie del componente edilizio e l'ambiente esterno h_e [W/m²K].

$$R_{i,e} = 1/h_{i,e}$$

CHIUSURA VERTICALE
m²K/W

$$1/h_i = 0,123 \text{ m}^2\text{K/W} \quad 1/h_e = 0,043$$

CHIUSURA ORIZZONTALE

$$1/h_i = 0,107 \text{ m}^2\text{K/W} \quad 1/h_e = 0,043 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Per l'involucro opaco occorre considerare il passaggio di calore dall'aria ai componenti edilizi di chiusura.

DEFINIZIONI PRELIMINARI

CONDUTTANZA UNITARIA
PER INTERCAPEDINI D'ARIA
IN REGIME STAZIONARIO

C_a [W/m²K]

Nel calcolo della resistenza totale della chiusura è necessario considerare, quando presente, la conduttanza dello strato costituito dall'intercapedine d'aria, considerata in regime stazionario.

$$R_a = 1/C_a$$

Nel caso di parete ventilata si assumono convenzionalmente i valori utilizzati per il calcolo in regime stazionario (chiusura verticale con intercapedine).

TIPO DI INTERCAPEDINE	spessore 1 cm	spessore 2 - 10 cm
strato d'aria orizzontale (flusso di calore ascendente)	7,56 W/m ² K	6,98 W/m ² K
strato d'aria verticale	7,56 W/m ² K	6,40 W/m ² K

DEFINIZIONI PRELIMINARI

RESISTENZA TERMICA
TOTALE R_{tot} [m^2K/W]

La resistenza termica complessiva di una chiusura opaca viene calcolata come **somma delle singole resistenze** termiche degli strati omogenei che la compongono unite a quelle di eventuali strati disomogenei, con l'aggiunta delle resistenze termiche di ammissione [inverso dell'adduttanza interna $1/h_i$] e di emissione [inverso dell'adduttanza esterna $1/h_e$] che sono valori prefissati in relazione al clima e alla tipologia di chiusura.

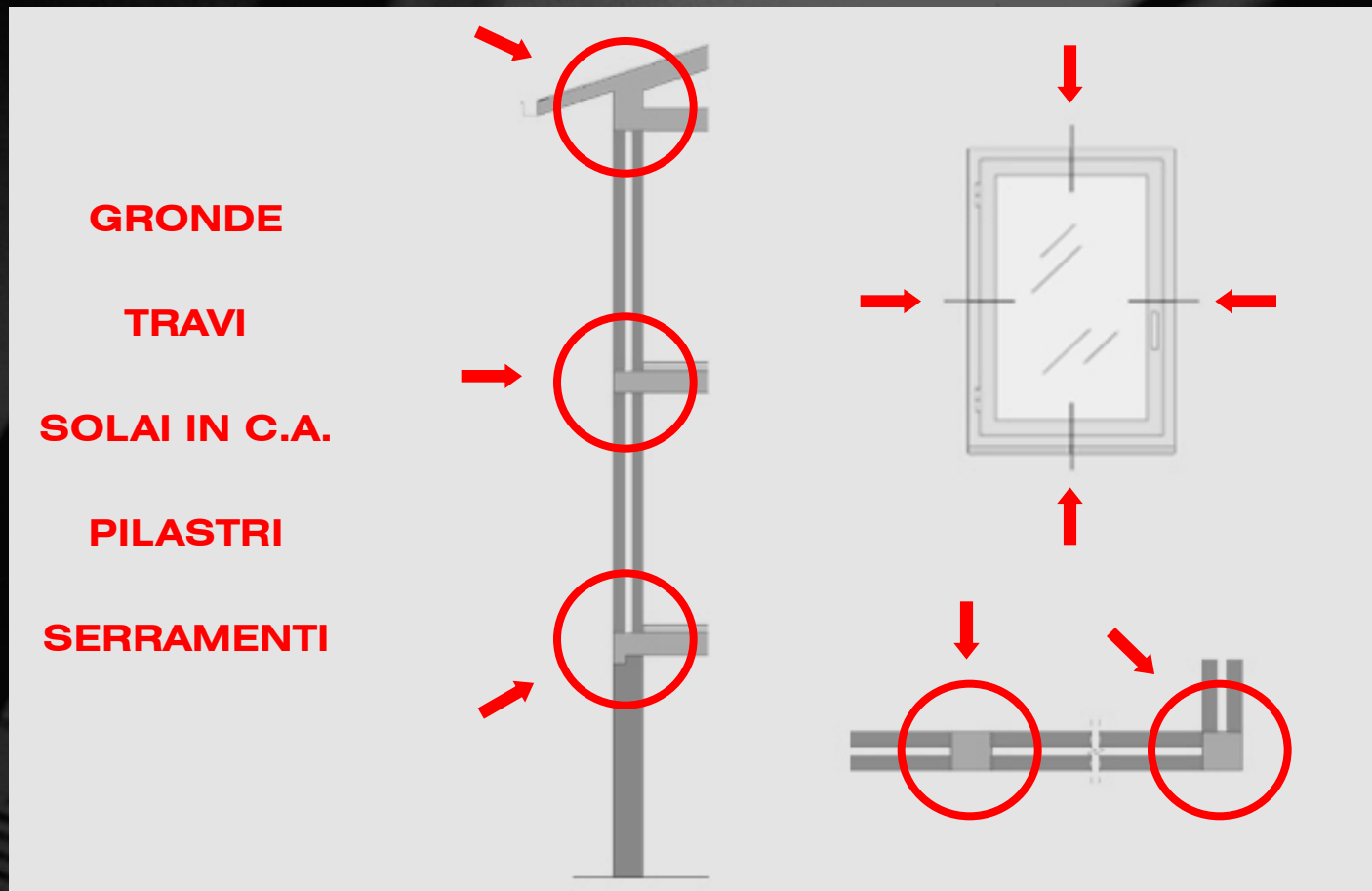
$$R_{tot} = \frac{1}{h_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n} + \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_1} + \dots + \frac{1}{C_n} + \frac{1}{h_e}$$

 $U = 1/R_{tot}$

Il valore di U calcolato deve essere confrontato con i valori limite fissati dalla normativa vigente in materia di risparmio energetico.

N.B. : questo metodo presuppone la progettazione e la realizzazione di soluzioni costruttive di involucro A PONTE TERMICO CORRETTO

PONTI TERMICI



Punti critici della configurazione costruttiva dell'involucro edilizio dovuti a discontinuità dei materiali che comportano una dispersione di energia ed anche problemi di carattere tecnico come la formazione di muffa dovuta al raggiungimento della temperatura di rugiada del vapore acqueo che attraversa la chiusura stessa.

QUADRO NORMATIVO

CHIUSURE VERTICALI OPACHE

D.LGS. 192/05
ALL.C

zona climatica	dal 1 gennaio 2006	dal 1 gennaio 2008	dal 1 gennaio 2010
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

CHIUSURE ORIZZONTALI O INCLINATE OPACHE (coperture)

D.LGS. 311/06
ALL.C
disposizioni correttive
ed integrative

zona climatica	dal 1 gennaio 2006	dal 1 gennaio 2008	dal 1 gennaio 2010
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

CHIUSURE ORIZZONTALI OPACHE (pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno): 0,33

CHIUSURE TRASPARENTI: 2,2

VETRI: 1,7

Vengono fissati i valori limite della trasmissione termica U [W/m²K] differenziandoli secondo tre orizzonti temporali in funzione dell'elemento costruttivo considerato e della zona climatica in cui si inserisce l'intervento.

QUADRO NORMATIVO

D.M. 26 gennaio '10:
 modifica i valori
 limite della
 trasmittanza termica
 per accedere alle
 detrazioni fiscali del
 55% per gli interventi
 di riqualificazione
 energetica.



Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Chiusure apribili e assimilabili (**)
		Coperture	Pavimenti (*)	
A	0,54	0,32	0,60	3,7
B	0,41	0,32	0,46	2,4
C	0,34	0,32	0,40	2,1
D	0,29	0,26	0,34	2,0
E	0,27	0,24	0,30	1,8
F	0,26	0,23	0,28	1,6

(*) Pavimento verso locali non riscaldati o verso l'esterno.

(**) Conformemente a quanto previsto all'articolo 4, comma 4, lettera c), del Dpr 2 aprile 2009, n.59, che fissa il valore massimo della trasmittanza (U) delle chiusure apribili e assimilabili, quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili, comprensive degli infissi.

QUADRO NORMATIVO

UNI 10351

UNI 10355

forniscono i valori di conducibilità e di conduttanza dei principali materiali edilizi da utilizzare nel calcolo di U nel caso non sia possibile ricavare le specifiche prestazionali direttamente dalle schede tecniche di prodotto

(seguito del prospetto)

Materiale	ρ (kg/m ³)	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	λ_m (W/mK)	m %	λ (W/mK)
Materie plastiche cellulari						
Le conduttività di riferimento sono valide per materiali prodotti da non meno di 100 d (giorni). Per temperature medie comprese tra 270 e 320 K la conduttività delle materie plastiche cellulari aumenta da 0,4 a 0,5% / K al crescere della temperatura media del materiale. Sul valore di m le tolleranze di spessore riferite a lastre di 10 cm di spessore, incidono dall'1 al 3%; l'effetto dell'installazione per incollaggio accostamento, incastro o battentatura, ecc. incide dall'1 al 3%, per montaggi che impiegano staffe o altri sistemi che introducono ponti termici, maggiorare i dati di calcolo almeno del 5%. Per montaggi contro il terreno maggiorare i dati di calcolo dal 10 al 25% ⁴⁾ . Per i materiali leggeri le resistenze termiche specifiche non sono rigorosamente additive; ricalcolare la resistenza termica specifica totale di ciascun manufatto o di ciascun isolamento composto da più strati sovrapposti di resistenza termica specifica nota. Qualora sia fornita, per un determinato materiale, una correlazione tra la conduttività a 100 d dalla produzione e la conduttività ad un diverso numero di giorni dalla produzione, si possono ricalcolare i valori di m .						
— cloruro di polivinile espanso rigido in lastre ⁵⁾	30	} 0,5 a 1	1 a 2	0,032	20	0,039
	40			0,035	20	0,041
— polietilene ⁵⁾						
— espanso estruso in continuo, non reticolato	30			0,042	20	0,050
	50			0,050	20	0,060
— espanso estruso in continuo, reticolato	33			0,040	20	0,048
	50			0,048	20	0,058
— polistirene (contenuto di umidità in pareti interne ³⁾ da 1 a 2%; per applicazioni contro il terreno ⁴⁾ sino al 20%; per i prodotti estrusi i valori di umidità indicati devono essere circa dimezzati. La conduttività aumenta da 0,1 a 0,5% per ogni % di umidità)						
— espanso sinterizzato per alleggerimento strutture	15	3,6 a 9	3,6 a 9	0,041	10	0,045
— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (conforme a UNI 7891, le masse volumiche sono quelle nominali indicate nella norma; conduttività di riferimento ricalcolate a 293 K e per 10 cm di spessore)	20	} 2,5 a 6	2,5 a 6	0,037	10	0,041
	25			0,036	10	0,040
	30			0,036	10	0,040
— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	10	3,6 a 9	3,6 a 9	0,051	10	0,059
	15	2,5 a 6	2,5 a 6	0,043	10	0,047
	20	} 1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,040	10	0,044
	25			0,039	10	0,042
	30			0,038	10	0,042

(segue prospetto)

UNI 10351 pag. 11

UNI 10351 “Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore”;

UNI 10355 “Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo”;

RASSEGNA DELLE SCHEDE
TECNICHE DI PRODOTTO

descrizione del prodotto in
relazione alle scelte
tecnologiche e ai materiali
utilizzati

dimensionamento e dati
tecnici (casa produttrice,
peso, costo, ecc.)

immagini descrittive del
componente ipotizzato



DESCRIZIONE PRODOTTO

FONOGESS BIO (ideale per l'isolamento termico acustico).

Lastra accoppiata con fibra di legno densità standard di 250kg/m³

Dati

tecniche isolante: coefficiente di conducibilità termica a 0°: **0,045 w/m°k.**

Comportamento al fuoco dell'isolante B2DIN 4102.

Resistenza diffusione vapore μ 5.

ARTICOLO	CODICE	LUNGH MM	LARGH MM	MQ PALLET	PESO/ U.M. PZ./ PALLET	PREZZO € PER U.M.
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 15mm Spessore totale 28mm	0178	3000*	1200	133,2	c.a.13,25kg/mq per pallet 37pz	12,86/mq
	0179	2800	1200	124,32		
	0180	2500*	1200	111,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 20mm Spessore totale 33mm	0181	3000*	1200	118,8	c.a.15,00kg/mq per pallet 33pz	13,83/mq
	0182	2800	1200	110,88		
	0172	2500*	1200	99,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 30mm Spessore totale 43mm	0183	3000*	1200	86,4	c.a.16,50kg/mq per pallet 24pz	20,48/mq
	0184	2800	1200	80,64		
	0185	2500*	1200	72,0		

CABOX

CARTONGESSI ACCOPPIATI

DESCRIZIONE PRODOTTO

FONOGESS BIO (ideale per l'isolamento termico acustico)

Lastra accoppiata con fibra di legno densità standard di 250kg/m³

tecniche isolante: coefficiente di conducibilità termica a 0°: 0,045 w/m°k.

Comportamento al fuoco dell'isolante B2DIN 4102.

Resistenza diffusione vapore μ 5.

ARTICOLO	CODICE	LUNGH MM	LARGH MM	MQ PALLET	PESO/ U.M. PZ./ PALLET	PREZZO € PER U.M.
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 15mm Spessore totale 28mm	0178	3000*	1200	133,2	c.a.13,25kg/mq per pallet 37pz	12,86/mq
	0179	2800	1200	124,32		
	0180	2500*	1200	111,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 20mm Spessore totale 33mm	0181	3000*	1200	118,8	c.a.15,00kg/mq per pallet 33pz	13,83/mq
	0182	2800	1200	110,88		
	0172	2500*	1200	99,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 30mm Spessore totale 43mm	0183	3000*	1200	86,4	c.a.16,50kg/mq per pallet 24pz	20,48/mq
	0184	2800	1200	80,64		
	0185	2500*	1200	72,0		

CABOX

CARTONGESSI ACCOPPIATI

DESCRIZIONE PRODOTTO

FONOGESS BIO (ideale per l'isolamento termico acustico)

Lastra accoppiata con fibra di legno densità standard di 250kg/m³

tecniche isolante: coefficiente di conducibilità termica a 0°: 0,045 w/m°k.

Comportamento al fuoco dell'isolante B2DIN 4102.

Resistenza diffusione vapore μ 5.

ARTICOLO	CODICE	LUNGH MM	LARGH MM	MQ PALLET	PESO/ U.M. PZ./ PALLET	PREZZO € PER U.M.
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 15mm Spessore totale 28mm	0178	3000*	1200	133,2	c.a.13,25kg/mq per pallet 37pz	12,86/mq
	0179	2800	1200	124,32		
	0180	2500*	1200	111,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 20mm Spessore totale 33mm	0181	3000*	1200	118,8	c.a.15,00kg/mq per pallet 33pz	13,83/mq
	0182	2800	1200	110,88		
	0172	2500*	1200	99,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 30mm Spessore totale 43mm	0183	3000*	1200	86,4	c.a.16,50kg/mq per pallet 24pz	20,48/mq
	0184	2800	1200	80,64		
	0185	2500*	1200	72,0		

CABOX

CARTONGESSI ACCOPPIATI

DESCRIZIONE PRODOTTO

FONOGESS BIO (ideale per l'isolamento termico acustico)

Lastra accoppiata con fibra di legno densità standard di 250kg/m³

tecniche isolante: coefficiente di conducibilità termica a 0°: 0,045 w/m°k.

Comportamento al fuoco dell'isolante B2DIN 4102.

Resistenza diffusione vapore μ 5.

ARTICOLO	CODICE	LUNGH MM	LARGH MM	MQ PALLET	PESO/ U.M. PZ./ PALLET	PREZZO € PER U.M.
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 15mm Spessore totale 28mm	0178	3000*	1200	133,2	c.a.13,25kg/mq per pallet 37pz	12,86/mq
	0179	2800	1200	124,32		
	0180	2500*	1200	111,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 20mm Spessore totale 33mm	0181	3000*	1200	118,8	c.a.15,00kg/mq per pallet 33pz	13,83/mq
	0182	2800	1200	110,88		
	0172	2500*	1200	99,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 30mm Spessore totale 43mm	0183	3000*	1200	86,4	c.a.16,50kg/mq per pallet 24pz	20,48/mq
	0184	2800	1200	80,64		
	0185	2500*	1200	72,0		

CABOX

CARTONGESSI ACCOPPIATI

DESCRIZIONE PRODOTTO

FONOGESS BIO (ideale per l'isolamento termico acustico)

Lastra accoppiata con fibra di legno densità standard di 250kg/m³

tecniche isolante: coefficiente di conducibilità termica a 0°: 0,045 w/m°k.

Comportamento al fuoco dell'isolante B2DIN 4102.

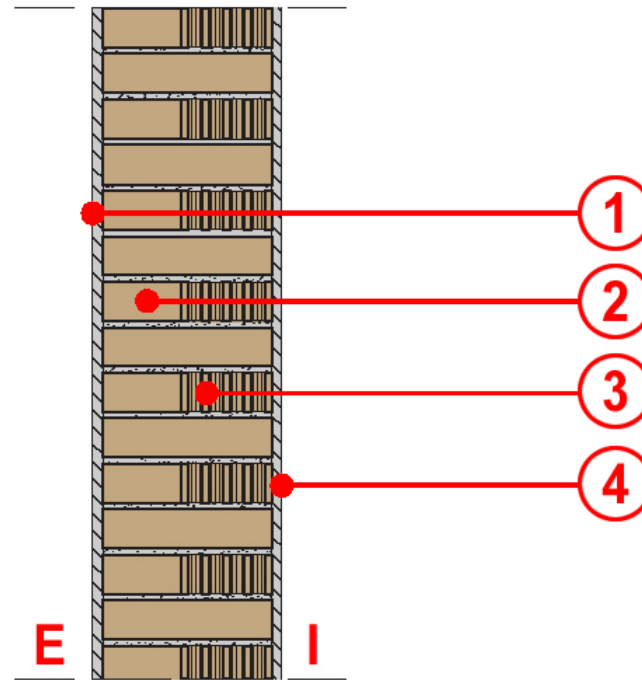
Resistenza diffusione vapore μ 5.

ARTICOLO	CODICE	LUNGH MM	LARGH MM	MQ PALLET	PESO/ U.M. PZ./ PALLET	PREZZO € PER U.M.
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 15mm Spessore totale 28mm	0178	3000*	1200	133,2	c.a.13,25kg/mq per pallet 37pz	12,86/mq
	0179	2800	1200	124,32		
	0180	2500*	1200	111,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 20mm Spessore totale 33mm	0181	3000*	1200	118,8	c.a.15,00kg/mq per pallet 33pz	13,83/mq
	0182	2800	1200	110,88		
	0172	2500*	1200	99,0		
Fonogess bio da 12,5mm+ FdL spessore 30mm Spessore totale 43mm	0183	3000*	1200	86,4	c.a.16,50kg/mq per pallet 24pz	20,48/mq
	0184	2800	1200	80,64		
	0185	2500*	1200	72,0		

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
DOPPIO STRATO DI
MATTONI SEMIPIENI

sezione verticale



	DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
	$1/h_e$	-	-	-	0,043
1	intonaco di calce e cemento	0,015	0,90	-	0,017
2	mattoni semipieni in laterizio	0,12	-	4,16	0,240
3	mattoni semipieni in laterizio	0,14	-	4,16	0,240
4	intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
	$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE					0,71

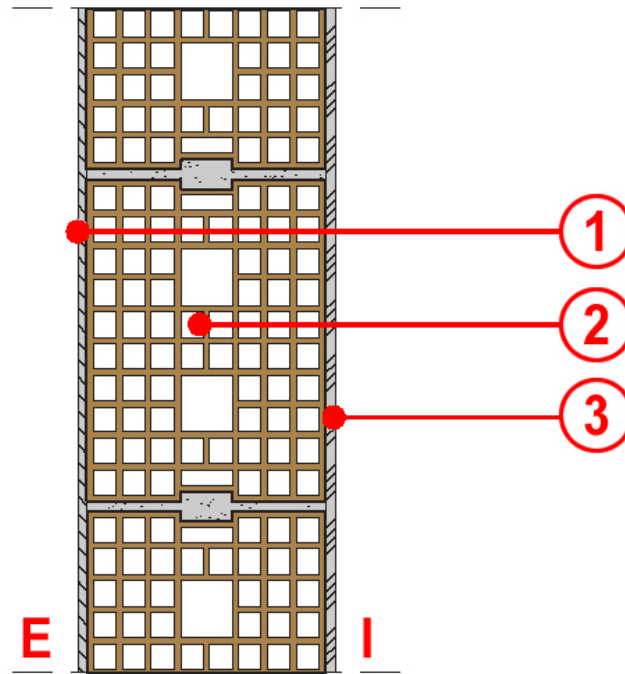
S1

$$U = 1,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
MONOSTRATO

sezione orizzontale



DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
$1/h_e$	-	-	-	0,043
1 intonaco di calce e cemento	0,015	0,90	-	0,017
2 blocchi in laterizio	0,37	-	0,94	1,063
3 intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE				1,29

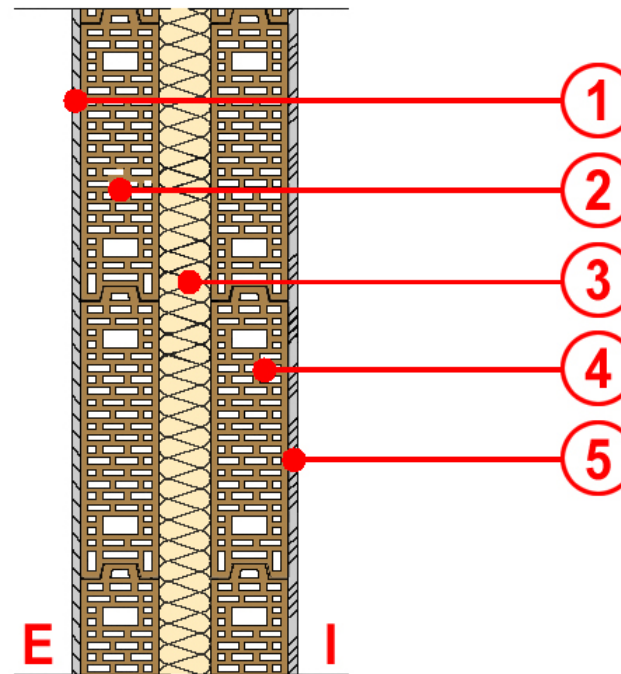
S2

$$U = 0,78 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
CON INTERCAPEDINE
solo isolante

sezione orizzontale



DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
$1/h_e$	-	-	-	0,043
1 intonaco di calce e cemento	0,015	0,90	-	0,017
2 blocchi in laterizio alveolato	0,12	-	3,24	0,309
3 isolante di lana di roccia	0,08	0,039	-	2,051
4 tavelle in laterizio alveolato	0,12	-	3,24	0,309
5 intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE				2,89

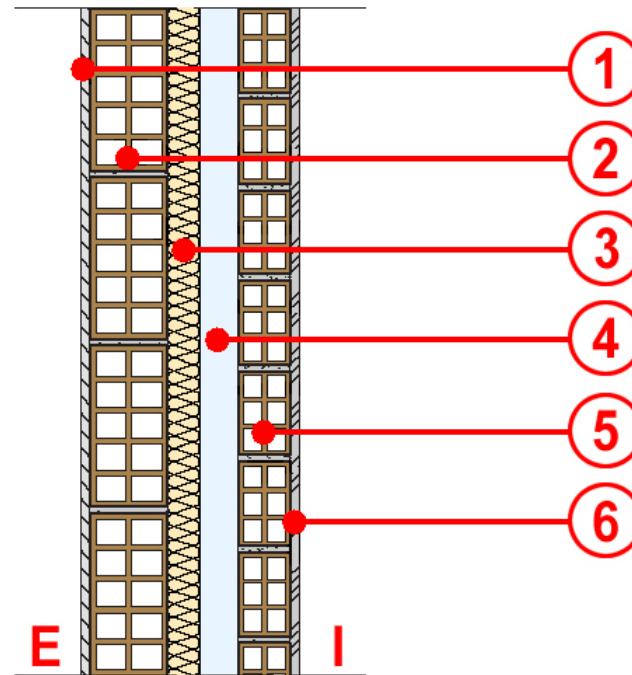
S3

$$U = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
CON INTERCAPEDINE
isolante + intercapedine d'aria

sezione orizzontale



DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
$1/h_e$	-	-	-	0,043
1 intonaco di calce e cemento	0,015	0,90	-	0,017
2 mattoni semipieni	0,12	-	4,16	0,240
3 isolante di lana di roccia	0,06	0,039	-	1,538
4 intercapedine d'aria	0,06	-	6,40	0,156
5 mattoni forati in laterizio	0,08	0,25	-	0,320
6 intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE				2,48

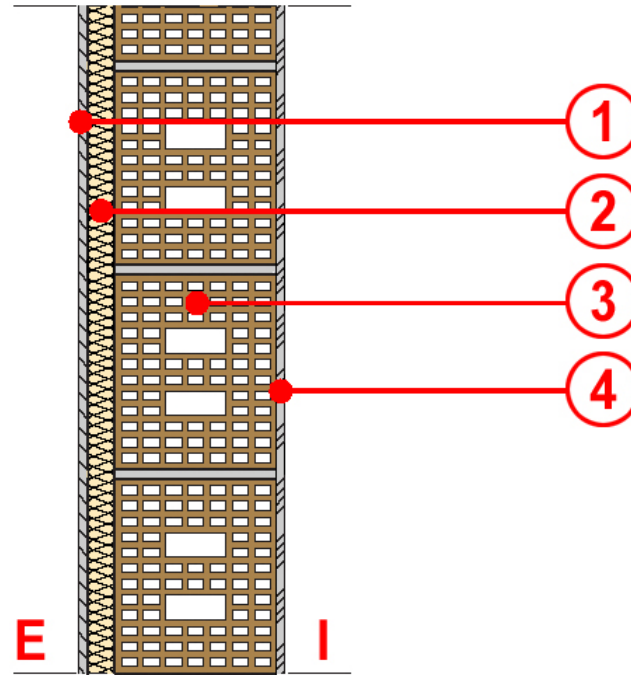
S4

$$U = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
A CAPPOTTO

sezione orizzontale



	DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
	$1/h_e$	-	-	-	0,043
1	intonaco di calce e cemento	0,015	0,90	-	0,017
2	isolante di polistirene espanso	0,1	0,040	-	2,5
3	blocchi in laterizio alveolato	0,25	-	1,15	0,867
4	intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
	$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE					3,593

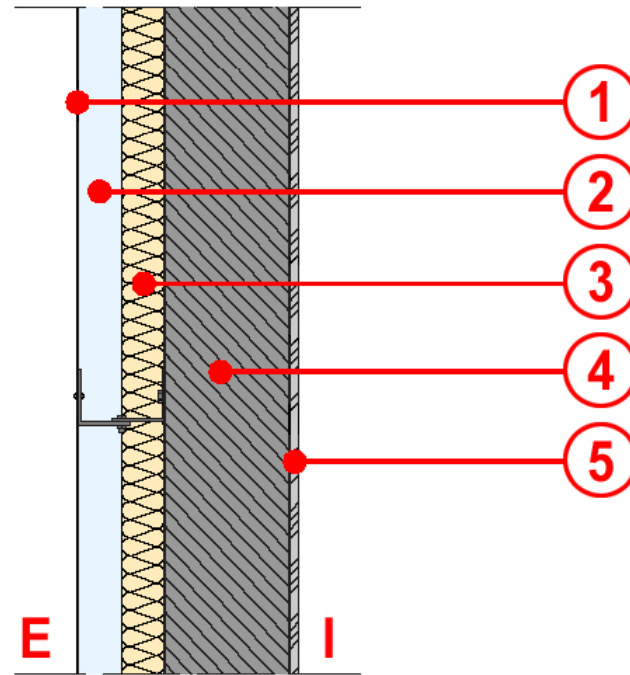
S5

$$U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

ESEMPLIFICAZIONI

CHIUSURA VERTICALE
CON PARETE VENTILATA

sezione verticale



DESCRIZIONE STRATO	SPESSORE (s)	CONDUCIBILITA' (λ)	CONDUTTANZA (C)	RESISTENZA (R)
$1/h_e$	-	-	-	0,043
1 pannello in alluminio	0,001	220	-	-
2 intercapedine d'aria *	0,07	-	6,40	0,156
3 isolante di polistirene espanso	0,07	0,040	-	1,750
4 muratura in cls	0,20	0,65	-	0,308
5 intonaco di gesso	0,015	0,35	-	0,043
$1/h_i$	-	-	-	0,123
TOTALE				2,42

* regime stazionario

$$U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$$

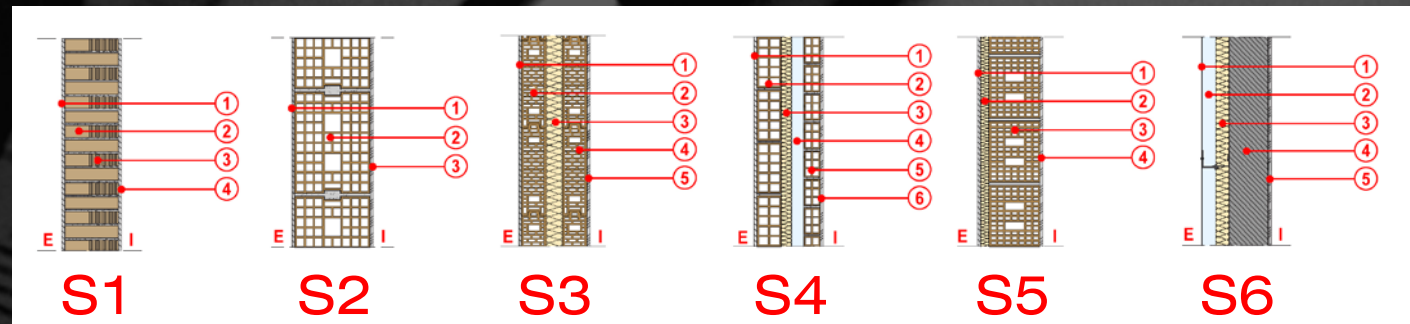
RIEPILOGO

CHIUSURE VERTICALI OPACHE

zona climatica	dal 1 gennaio 2006	dal 1 gennaio 2008	dal 1 gennaio 2010
PAVIA [E]	0,46	0,37	0,30

 U [W/m²K]

S1	S2	S3	S4	S5	S6
1,42	0,78	0,35	0,40	0,27	0,41



CONCLUSIONI

Tra gli esempi proposti, S3, S4, S5 e S6 sono conformi a quanto prescritto dal D.Lgs. 192/05 come corretto ed integrato dal D.Lgs. 311/06

Solamente S3 ed S5 rispettano i parametri fissati a partire dal 2008, e **solo S5** rispetta i limiti attualmente vigenti.

TRAMITTANZA TERMICA DEGLI INFISSI

Per **finestre** e **porte-finestre** la trasmittanza termica del serramento rappresenta la media pesata tra la trasmittanza termica del telaio U_f e di quella della vetrata U_g , più un contributo aggiuntivo, la trasmittanza termica lineare Ψ_g , dovuto all'interazione tra i due componenti e alla presenza del distanziatore, applicato lungo il perimetro visibile dalla vetrata.

Per altre strutture, tipo **porte** e **porte blindate** si calcola la trasmittanza termica come il contributo dell'elemento omogeneo stratificato U_p più un termine di trasmittanza termica lineare Ψ_g che viene applicato alla lunghezza dei ponti termici (per esempio i telai perimetrali metallici o i rinforzi metallici centrali).

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI EN 14351-1 "Marcatura CE per porte e finestre esterne".

UNI EN 10077 "Determinazione della trasmittanza termica: metodo generale".

UNI EN 12567-1 "Isolamento termico di finestre e porte - Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda - Finestre e porte".

TRAMITTANZA TERMICA DEGLI INFISSI

Come si determina il valore di trasmittanza termica degli infissi?

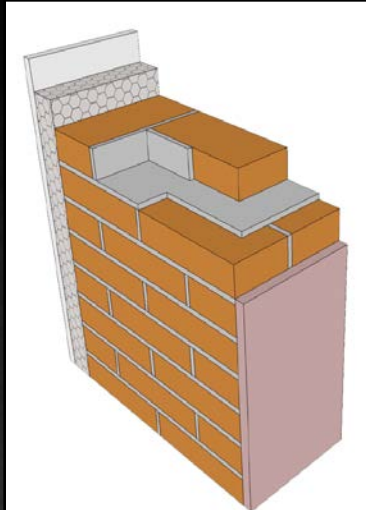
- **metodo di calcolo rigoroso di U_w** , secondo la formula di letteratura;
- **calcolo semplificato**, secondo la norma EN 10077 per la determinazione del valore U_w in riferimento a tutte le tipologie di infissi;
- **metodologia di calcolo di U_w in riferimento all'infisso normalizzato** e le relative regole di estensione, secondo la UNI EN 14351-1;
- **schede tecniche di prodotto.**

Calcolo semplificato della trasmittanza termica del componente finestrato U_w composta da un singolo serramento e relativo vetro.

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l_g \Psi_g}{A_g + A_f}$$

A_g : area del vetro; U_g : trasmittanza termica riferito all'area centrale della vetrata; A_f : area del telaio; U_f : trasmittanza termica del telaio senza vetrata; l_g : perimetro del vetro; Ψ_g : trasmittanza termica lineare.

ESEMPI

MURATURA 55 cm + CAPPOTTO INTERNO IN FIBRA DI LEGNO

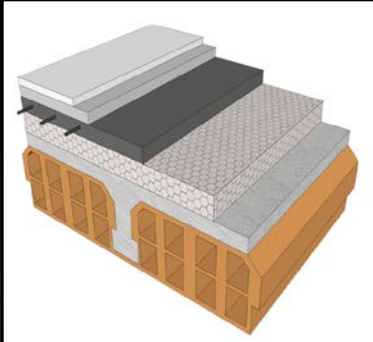
STRATIGRAFIA	SPESSORE (m)	λ (W/mK)	R (mqk/W)
Resistenza superficiale esterna			0,043
Intonaco di calce e cemento	0,02	0,54	0,037
Muratura in laterizio	0,55	0,90	0,611
Cappotto interno in fibra di legno	0,08	0,04	2,000
Intonaco di calce e gesso	0,02	0,7	0,029
Resistenza superficiale interna			0,123
TRASMITTANZA TERMICA TOTALE U (W/MqK)			0,352

ESEMPI

MURATURA 45 cm + TERMOINTONACO

	STRATIGRAFIA	SPESSORE (m)	λ (W/mK)	R (mqk/W)
	Resistenza superficiale esterna			0,043
	Termointonaco	0,06	0,075	0,800
	Muratura in laterizio	0,45	0,90	0,500
	Intonaco di calce e gesso	0,02	0,7	0,029
	Resistenza superficiale interna			0,123
	TRASMITTANZA TERMICA TOTALE U (W/MqK)			

ESEMPI

SOLAIO A TERRA

STRATIGRAFIA	SPESSORE (m)	λ (W/mK)	R (mqk/W)
Solaio in laterocemento	0,2	0,535	0,374
Polistirene estruso	0,06	0,04	1,714
Foglio protettivo	0,002	0,048	0,042
Massetto impiantistico	0,05	1,49	0,034
Sottopavimento	0,04	0,7	0,057
Pavimentazione in legno	0,02	0,12	0,167
Resistenza superficiale interna			0,17
TRASMITTANZA TERMICA TOTALE U (W/MqK)			0,391

CHIUSURE VERTICALI

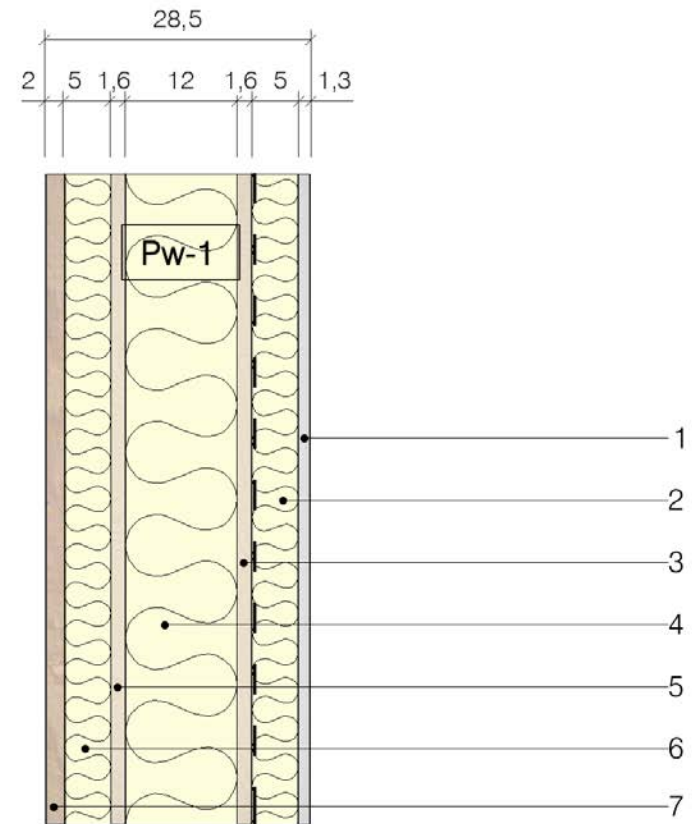
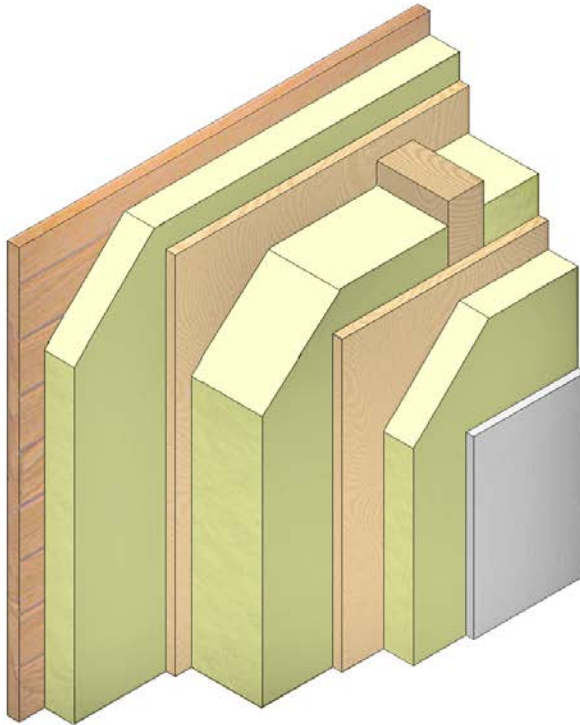
**Parete a secco
con cappotto
U = 0,17 W/m²K**

Stratigrafia materiali	Spessore	λ
1. Doppio pannello in fibrogesso	2	0,32
2. Isolante in lino	5	0,04
3. Freno al vapore	-	-
4. Pannello Celenit	1,5	0,83
5. Isolante in lino + orditura	12	0,04
6. Pannello Celenit	1,5	0,83
7. Barriera antivento	-	-
8. Isolante extraporoso in fibra di legno	5	0,038
9. Rete portaintonaco	-	-
10. Intonaco esterno	1	1
TOTALE	28	

**Parete a secco
ventilata
U = 0,17 W/m²K**

Stratigrafia materiali	Spessore	λ
1. Doppio pannello in fibrogesso	2	0,32
2. Isolante in lino	5	0,04
3. Freno al vapore	-	-
4. Pannello Celenit	1,5	0,83
5. Isolante in lino	12	0,04
6. Pannello Celenit	1,5	0,83
7. Isolante extraporoso in fibra di legno	5	0,038
8. Freno al vapore	-	-
9. Intercapedine ventilata	6	-
10. Pannello in legno ricomposto	1	-
TOTALE	34	

CHIUSURE VERTICALI



	Muratura prefabbricata in legno	Spessore	λ	K
Pw-1	1. Lastra in gesso naturale	1,3 cm	0,21 W/mK	0,19 W/mqK
	2. Pannello in fibra di legno	5 cm	0,08 W/mK	
	3. Lastra di masonite	1,6 cm	0,13 W/mK	
	4. Lana minerale con montanti in legno	12 cm	0,04 W/mK	
	5. Lastra di masonite	1,6 cm	0,13 W/mK	
	6. Pannello in polistirolo espanso	5 cm	0,04 W/mK	
	7. Doghe in legno	2 cm	0,90 W/mK	

CHIUSURE
ORIZZONTALI

**Solaio interpiano a
secco**

$U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

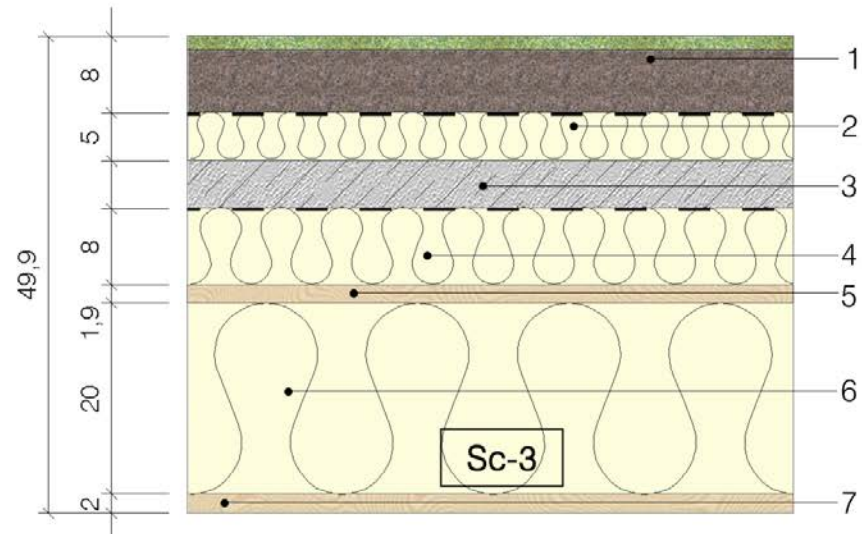
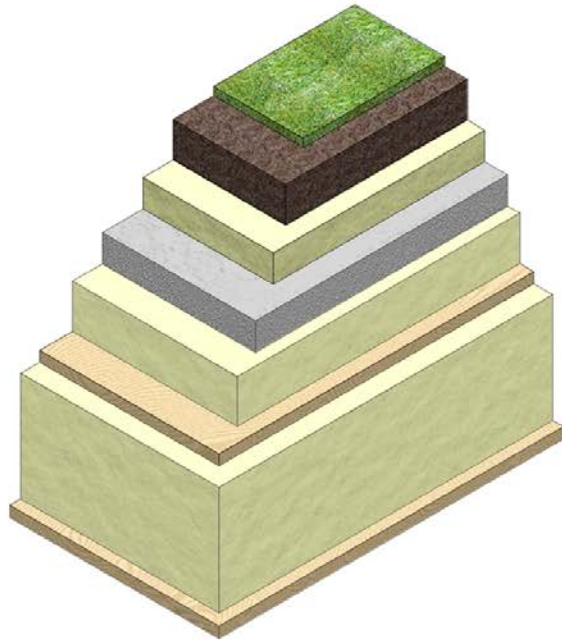
Stratigrafia materiali	Spessore	λ
1. Pavimentazione in legno tipo parquet	1	0,22
2. Pannelli radianti supporto in legno	1,5	0,13
3. Feltro anticalpestio in lino	0,5	0,045
4. Pannello in fibra di legno	2	0,047
5. Isolante in fibra di cellulosa	8	0,037
6. Legno lamellare a strati incrociati	16	0,13
7. Controsoffitto in cartongesso	1,2	0,21
TOTALE	30,2	

**Solaio di
copertura**

$U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

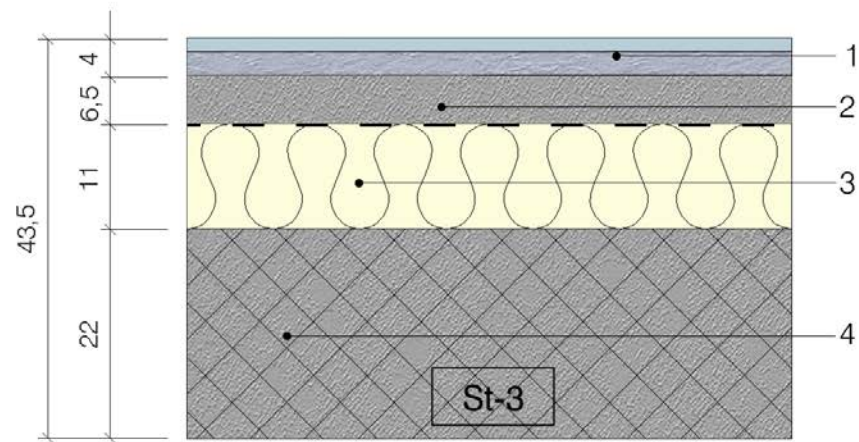
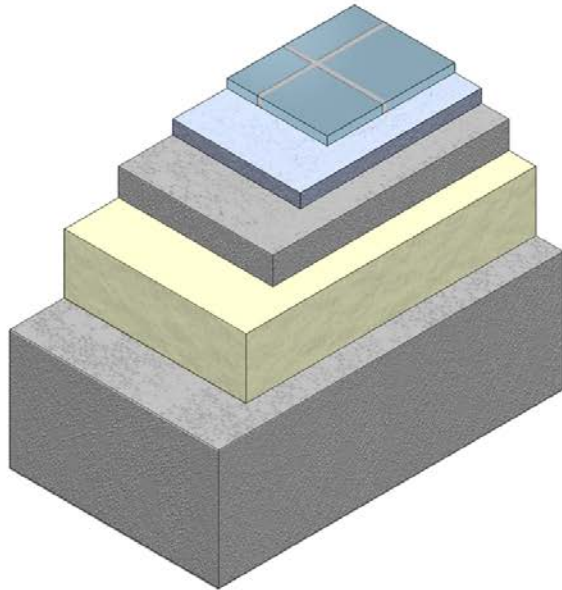
Stratigrafia materiali	Spessore	λ
1. Vegetazione a Sedum	-	-
2. Substrato minerale	8,5	1,2
3. Strato di drenaggio con ghiaia	4,5	1,2
4. Feltro geotessile	-	-
5. Strato di protezione meccanica	1,3	-
6. Strato impermeabilizzante	0,2	0,17
7. Isolante extraporoso in fibra di legno	14	0,038
8. Freno al vapore	-	-
9. Massetto pendenza in cls alleggerito	3	0,75
10. Feltro separatore	-	-
11. Legno lamellare a strati incrociati	16	1,49
12. Controsoffitto in cartongesso	1,2	0,21
TOTALE	48,7	

CHIUSURE ORIZZONTALI



	Solaio di copertura	Spessore	λ	K
Sc-3	1. Strato di terreno e drenaggio	8 cm		0,15 W/mqK
	2. Pannello in polistirene espanso	5 cm	0,04 W/mK	
	3. Caldana in cls	5 cm	1,40 W/mK	
	4. Pannello in polistirene espanso	8 cm	0,04 W/mK	
	5. Lastra di masonite	1,9 cm	0,13 W/mK	
	6. Lana minerale con correnti in legno	20 cm	0,04 W/mK	
	7. Pannello di chiusura in legno	2 cm	0,13 W/mK	

CHIUSURE ORIZZONTALI



	Solaio a terra	Spessore	λ	K
St-3	1. Pavimento e allettamento	4 cm	1,20 W/mK	0,30 W/mqK
	2. Caldana in cls	6,5 cm	1,48 W/mK	
	3. Lastre di polistirene espanso	11 cm	0,04 W/mK	
	4. Soletta in c.a.	22 cm	2,30 W/mK	

SCHEMA DELLE
PRINCIPALI
CARATTERISTICHE E
PRESTAZIONI
TECNICHE DEI
MATERIALI ISOLANTI

$$\lambda < 0,065 \text{ W/mK}$$

FE facciata esterna
TT tetto
II isolamento interno
SE parete scantinato
esterna
PS pavimento scantinato
CE isolamento
dell'intercapedine parete
esterna
SI parete scantinato
interna
PE soffitto piano più
elevato TB isolamento
tubazioni
AC isolamento acustico
anticalpestio
PI soffitto inferiore

Categorie di materiali	Materiali per l'isolamento	Conduttività termica (W/mK)	Possibili applicazioni	Costo materiali pannelli per di strato isolante (€/m ²)
Materiali isolanti organici sintetici	Polistirene espanso	0,039 – 0,045	FE, TT, II, PS, CE, S, I, PE, AC, PI	1,8 – 3,5
	Polistirene estruso	0,034 – 0,041	FE, TT, II, PS, CE, S, I, PE, AC, PI	2,2 – 4,8
	Poliuretano espanso	0,025 – 0,032	TT, II, CE, PE, PI, AC	1,5 – 2,6
	Poliestere in fibre e polietilene espanso	0,035 – 0,045	TT, II, CE, PE, AC	1,3 – 2,1
Materiali isolanti organici naturali	Fibra di legno	0,038 – 0,040	TT, II, CE, PE, AC	2,1 – 2,4
	Fibra di cellulosa	0,038 – 0,042	TT, II, CE, PE, AC, PI	1,7 – 2,9
	Sughero	0,038 – 0,050	TT, II, CE, PE, TB, AC	1,4 – 2,3
Materiali isolanti inorganici naturali	Argilla espansa	0,01 – 0,03	PS, CE, PE, PI	
	Perlite	0,047 – 0,070	FE, TT, II, PS, CE, SI, PE, TB, AC, PI	0,9 – 3
	Vermiculite		FE, TT, II, PS, CE, SI, PE, TB, AC, PI	3,5 – 4,4
	Pomice	0,1	TT, II, CE, PE, TB, AC	1,8 – 3,2
Materiali isolanti inorganici sintetici	Lana di vetro	0,03 – 0,045	FE, TT, II, PE, CE, SI, PE, TB, AC, PI	1,8 -3,5
	Lana di roccia	0,040 – 0,050	FE, TT, II, SE, PS, CE, SI, PE, PI	2,2 – 4,8
	Vetro cellulare espanso		FE, TT, PS, CE, SI, PE, TB, AC, PI	1,5 – 2,6

SENSITIVITÀ DELLO
SPESSORE AL
CRESCERE DELLA
TRASMITTANZA
RICHIESTA DI UN
MATERIALE MEDIO PER
L'ISOLAMENTO,
AVENTE
CONDUCIBILITÀ
TERMICA MEDIA PARI A
0.040 W/mK

Il **posizionamento**
dell'isolante non
influisce sulla
trasmissione termica U
della parete

Trasmittanza termica richiesta U (W/m ² K)	Spessore isolante necessario (cm)
0,10 (isolamento molto alto)	35
0,13	24
0,20	16
0,30	10
0,50	5
0,55	4
1,5 (isolamento nullo)	-

La **qualità** di un materiale isolante va individuata rispetto alle prestazioni che è chiamato a garantire, prestazioni che non devono essere limitate al potere coibente, ma che devono considerare anche il comportamento meccanico, il comportamento rispetto alle temperature di impiego, il comportamento al fuoco e all'acqua e così a seguire.

Ogni materiale ha delle proprietà specifiche che lo fanno preferire ad altri in relazione alle **possibilità di impiego e di applicazione**.

**CALCOLO
SPESSORE
ISOLANTE**

U = trasmittanza senza isolante

U_f = trasmittanza finale con isolante

ΔR_i = resistenza termica dello strato isolante

s = spessore strato isolante

$$\Delta R_i = \left(\frac{1}{U_f} - \frac{1}{U} \right)$$

$$s = \Delta R_i \times \lambda$$

Valori indicativi di
conducibilità λ
(W/mK) di alcuni
materiali isolanti
(valori
commerciali)

Materiali	Conducibilità termica λ (W/mK)
Polistirene espanso sintetizzato EPS	0,034 – 0,048
Polistirene espanso estruso XPS	0,032 – 0,036
Poliuretano espanso rigido PUR	0,024 – 0,034
Sughero espanso tostato	0,040 – 0,045
Fibra di legno	0,040 – 0,060
Fibra di vetro	0,037 – 0,048
Lana di roccia	0,037 – 0,045
Perlite espansa	0,066
Argilla espansa	0,09 – 0,12
Intonaco isolante	0,040