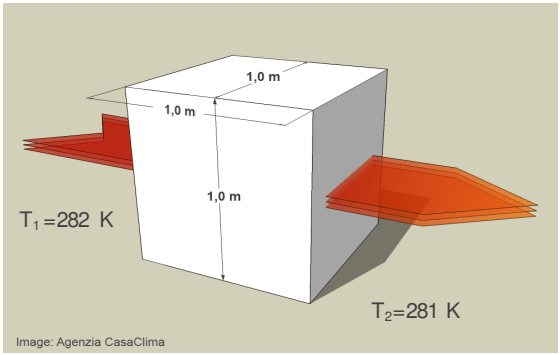
Conducibilità termica λ $\left[\frac{W}{mK}\right]$



indica la quantità di calore che attraversa 1m² di materiale dello spessore di 1m in presenza di una differenza di temperatura fra i due lati di 1 kelvin (= grado centigrado),
misura l'attitudine di un materiale a trasmettere il calore e dipende dalla sua natura

MATERIALE	CONDUCIBILITA' MEDIA W/mk
ACCIAIO	60-73
ACCIAIO INOX	13-22
ALLUMINIO	150-200
RAME	380
CAPPOTTO SPRUZZATO	0,045-0,090
POLISTIRENE ESPANSO EPS	0,032-0,04
LEGNO DI ABETE	0,12-0,23
INTONACO	0,80-1,10
LATERIZIO PORIZZATO	0,150-0,250
CALCESTRUZZO	2,10
CALCESTRUZZO ARMATO	2,30
SOTTOFONDO ALLEGGERITO	0,050-0,090
CEMENTO CELLULARE PORTANTE	0,14-0,17

Normativa nazionale

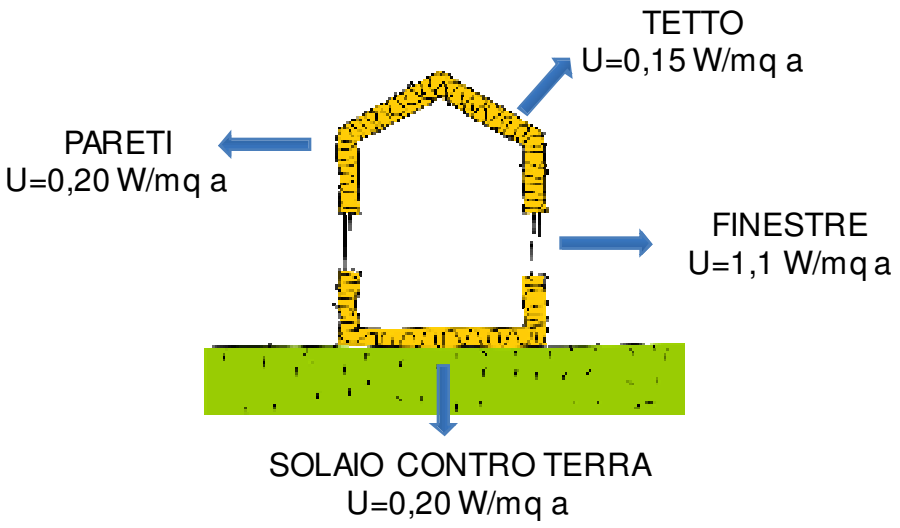
Estratto del DLgs 311, Tabella 3.1
Strutture opache orizzontali o inclinate (tetto)

Zona climatica	*Valore U*
A < 600 GG	0,38 W/m²K
B 601< GG < 900	0,38 W/m²K
C 901< GG < 1400	0,38 W/m²K
D 1401< GG < 2100	0,32 W/m²K
E 2101< GG < 3000	0,30 W/m²K
F > 3001 GG	0,29 W/m²K

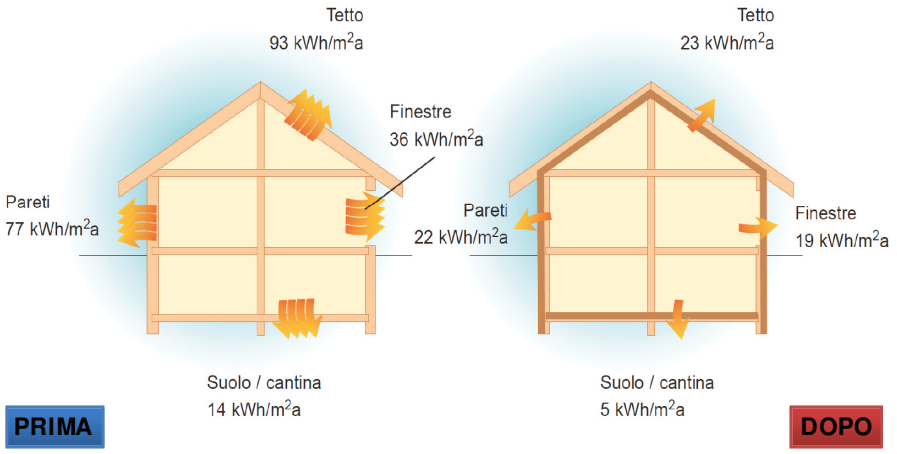
Valori limite della trasmittanza termica U.

Verona..... **2468** GG
Boscochiesanuova.... **4089** GG
Bolzano..... **2791** GG
Roma..... **.1415** GG
Palermo..... **751** GG

TRASMITTANZE: obbiettivo NZEB



EDIFICIO: come ridurre le dispersioni



Normativa nazionale

Estratto del DLgs 311, Tabella 3.1

Strutture opache orizzontali o inclinate (tetto)

Zona climatica	*Valore U*
A < 600 GG	0,38 W/m²K
B 601< GG < 900	0,38 W/m²K
C 901< GG < 1400	0,38 W/m²K
D 1401< GG < 2100	0,32 W/m²K
E 2101< GG < 3000	0,30 W/m²K
F > 3001 GG	0,29 W/m²K

Valori limite della trasmittanza termica U.

Per **gradi giorno** di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il **grado giorno** (GG).

Materiali : 3 i requisiti

Requisiti fisico tecnici

- Densità (Kg/m^3) UNI EN 1062
- Conducibilità (W/mK) UNI EN 12939
- Calore specifico (J/KgK)
- Resistenza al vapore (μ) UNI EN 12086
- Res. A compressione (Rc) UNI EN 836
- Comp. al fuoco (cl.) UNI EN 13501

Requisiti ambientali

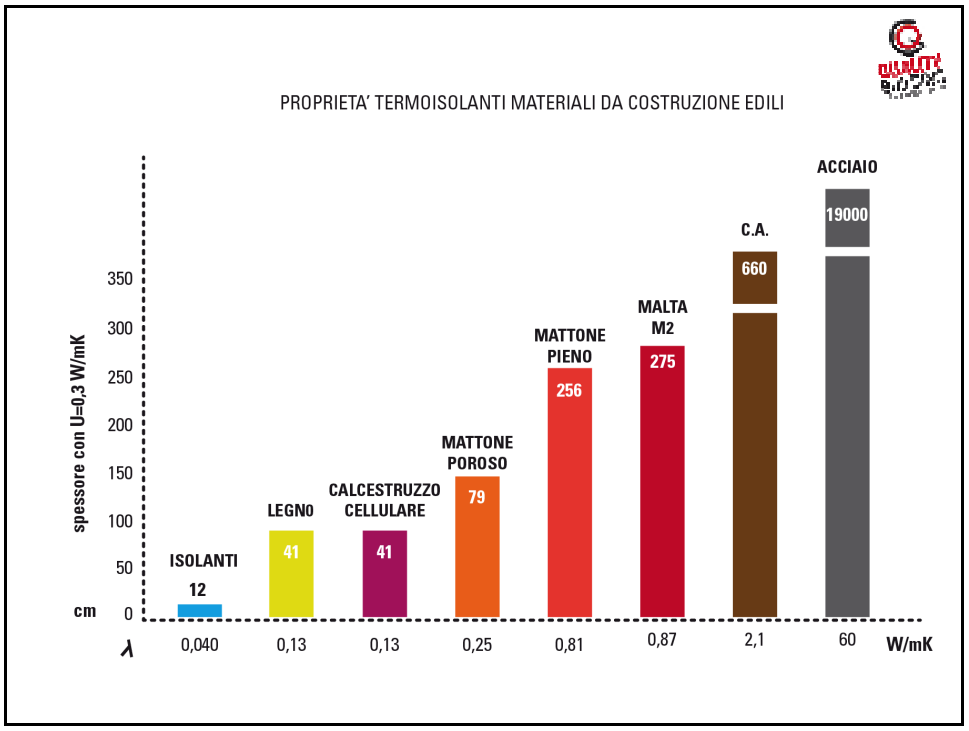
- Caratteristiche ambientali
- Impatto sulla salute umana

Requisiti economici

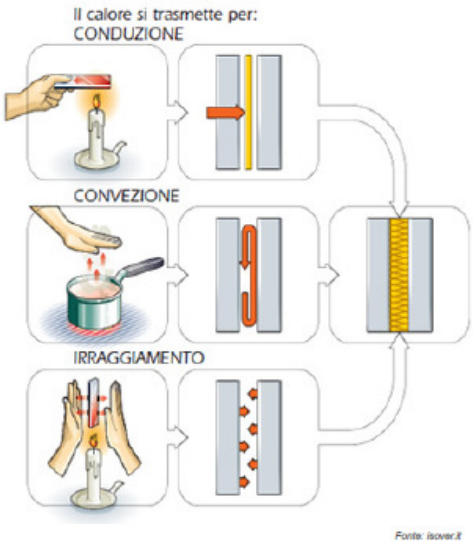
- Costo unitario €/m^2

Requisiti fisico tecnici

Conducibilità termica	λ	[W/mK]
Calore specifico	c_p	[J/KgK]
Densità o massa volumica	ρ	[Kg/m^3]
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	μ	[-]
Resistenza a compressione	R_c	[N/mm^2]
Comportamento al fuoco	Classi	



Materiali : trasmissione del calore



Fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ [–]

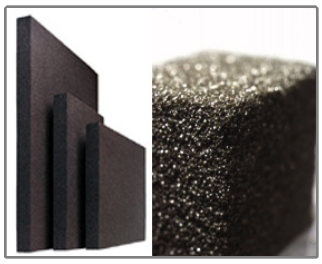
Il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore è il parametro che indica in che misura il materiale in oggetto è più resistente al passaggio di vapore rispetto ad uno strato equivalente di aria.

È un termine adimensionale.

A valori elevati corrisponde un'alta resistenza opposta alla migrazione del vapore.

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ [–]

Vetro cellulare



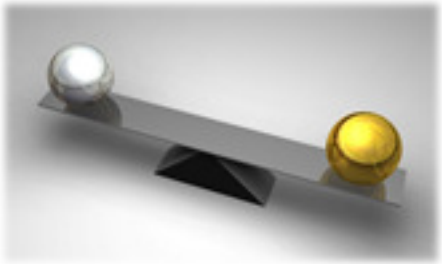
∞

Lana di roccia

1
2

La sostenibilità

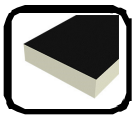
La sostenibilità e il green washing



Compromesso

Classificazione materiali isolanti

forma


pannelli rigidi


flessibile


materiale sfuso


schiume

origine


animale


minerale


vegetale


fossile (sintetico)


riciclato


igroscopicità

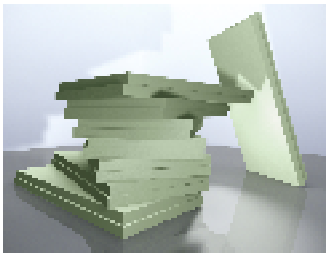

reazione al fuoco


protezione termica estiva

Si può pensare di classificare i materiali isolanti secondo diversi criteri: importante sarà utilizzare il materiale isolante più adatto in funzione delle specifiche esigenze progettuali e costruttive.

Materiali isolanti

- polistirene estruso, xps
- schiuma poliuretanica
- perlite
- vetrocellulare
- lana di legno mineralizzata
- polistirene espanso,eps
- poliuretano
- lana di roccia
- membrane traspiranti
- fibra di legno
- sughero
- lana di pecora
- fibra di poliestere
- lana di vetro
- lana di canapa
- cellulosa
- calcio silicato
- schiuma minerale
- argilla espansa
- intonaci e sottofondi isolanti
- pannelli sottovuoto-vacum

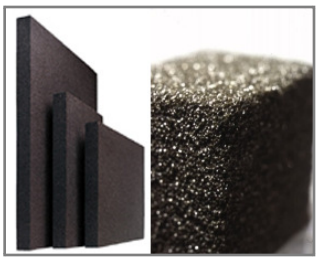


XPS (polistirene estruso)

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,03 0,04	1300 1700	25 65	70 200	0,15 – 0.7 1,5- 7	E	_	☺☺

Perlite espansa

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,045 0,07	840 1200	30 490	1 8	0,15 - 0,30 1,5 – 3,0	A1	•	☺☺



Vetro cellulare

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,04 0,065	800 1000	100 200	∞	0,2 - 1,7 2- 17	A1	_	☺☺

Vetro granulare espanso

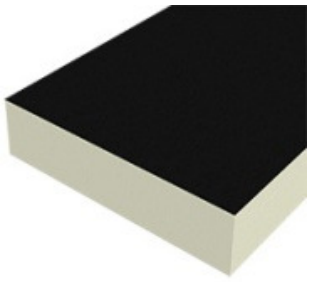
λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,065 0,093	800 1000	140 530	1 8	0,12 - 0,5 1,2 -5	A1	_	☺☺

Lana di legno mineralizzata

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,075 0,12	**1600 2100**	**250 600**	**5 10**	**0,15 - 0,3** 1,5 – 3,0	**B**	•	☺☺☺

EPS (polistirolo espanso)

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,032 0,056	**1250 1500**	**10 50**	**20 100**	**0,06 - 0,2** 0,6- 2	**E**	•	☺



POLIURETANO

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,024 0,034	1300 1500	30 80	80 150	0,13 – 0.2 1,3- 2	C,D,E	1% vol	☺☺

Lana di roccia

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,033 0,054	800 1030	20 200	1 2	0,015 - 0,08 0,15 – 0,8	A1	•	☺☺

Fibra di legno

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,038 0,08	1600 2100	30 300	2 10	0,04 - 0,2 0,4 - 2	E	•••	☺☺☺

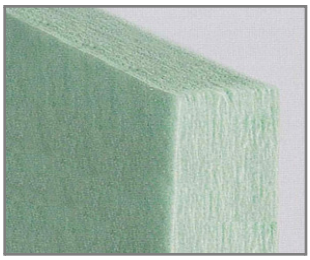
Sughero

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,036 0,06	1560 1800	100 220	2 10	0,1 - 0,25 1– 2,5	B2	•	☺☺☺

Lana di pecora

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,04 0,045	1200 1500	12 30	1 5	n.d.	E	••	☺

Fibra di poliestere



λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,035 0,045	1200 1250	15 50	1 3	n.d.	B	•	☺

Lana di vetro

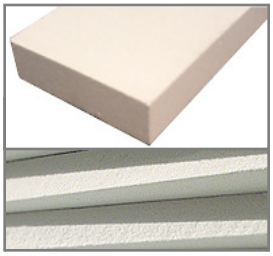
λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,032 0,053	840 1030	10 70	1 2	n.d.	A1 A2	•	☺

Lana di canapa

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,04 0,05	1500 2200	20 190	1 2	n.d.	E	••	☺☺☺

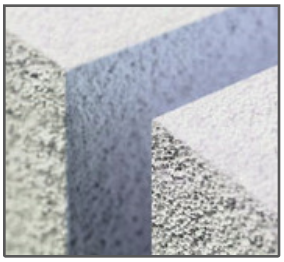
Cellulosa

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,039 0,045	1600 2150	30 80	1 2	n.d.	E	●●●	☺☺



Calcio-silicato

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,06 0,095	1000	115 300	30 20	0,5 – 1,5 5- 15	A1 - A2	●●●	☺☺

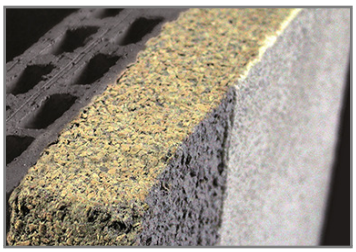


Schiuma minerale

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,04 0,06	1000	100 300	2 6	0,35 3,5	A2	---	☺☺☺

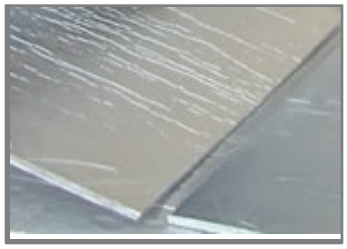
Argilla espansa

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,085 0,13	920 1100	200 500	2 8	0,10 - 0,3 1-3	A1	•	☺☺



Intonaci e sottofondi termici

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,045 0,098	1500 1900	250 500	4 10	0.05-0.30 0.5-3.0	A1	•	☺☺☺



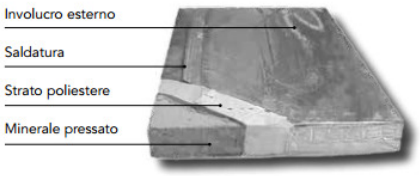
Pannello sottovuoto- vacum

λ [W/mK]	c_p [J/KgK]	ρ [Kg/m³]	μ [-]	R_c [N/mm²] [Kg/cm²]	reazione al fuoco	Igrosoop.	protezione termica estiva
0,005 0,008	1000	180	5 mil.	0.27 2.7	A1	_	?

Pannello sottovuoto- vacum

COME È FATTO UN PANNELLO SOTTOVUOTO

Il pannello sottovuoto Vakum è un prodotto a base di minerale (acido silicico microporoso) in polvere pressato, inserito in un involucro di alluminio sottovuoto. I pannelli vengono privati dell'aria al loro interno fino a ottenere una pressione di pochi millibar e sigillati. Tale processo riduce enormemente la mobilità delle poche molecole d'aria contenute nei pori; di conseguenza la conduttività termica dell'aria viene soppressa e il trasferimento di calore è pressoché inesistente.

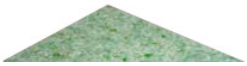


Si ottiene un materiale isolante con valori di 8 volte superiori ai materiali tradizionali. Pur avendo spessori ridottissimi i pannelli sottovuoto Vakum garantiscono prestazioni decisamente superiori e, occupando meno spazio, consentono il loro impiego in diverse soluzioni architettoniche.

PANNELLO VAKUVIP STANDARD

PANNELLO VAKUVIP GUM-1 & GUM-2

PANNELLO VAKUVIP BAUPLATTE

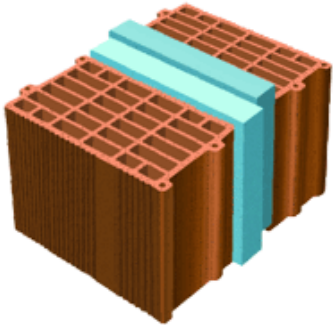


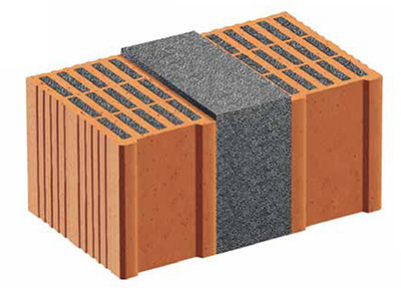
Aerogel

AEROGEL		ORIGINE
Descrizione	L'aerogel è un solido nanoporoso ottenuto a livello sperimentale da Steven Kistler, nel 1931 e rilanciato grazie al suo utilizzo sulle tute e le giacche indossate dagli astronauti della NASA. Questo materiale si crea dalla gelificazione della silice in un solvente. Con l'eliminazione del solvente, ciò che rimane è in pratica "sabbia gonfiata" con una porosità fino al 99%. I nanopori sono tanto fitti e numerosi da rallentare il trasporto di calore e massa, fornendo così un valore di conduttività termica bassissimo.	Fossile / Minerale / Rigenerabile / Riciclabile Immagine 
	Conducibilità termica λ (W/mK) 0.014-0.018	Campi di applicazione:
	Fattore di resistenza alla diffusione μ 5	FACCIATA ESTERNA / TETTO-COPERTURA
	Densità ρ (Kg/m³) -	
	Costo indicativo del materiale (€/m²) 4.500,00	ISOLAMENTO INTERNO / ISOLAMENTO FONDAZIONI
	Classe di infiammabilità A	
	Note: Stabile fino a 200°	ISOL. INTERCAPEDINE / ISOL. PAVIMENTAZIONE

MATERIALI ISOLANTI

COMPOSTI





MATERIALI ISOLANTI

COMPOSTI

MATERIALI ISOLANTI

MURATURE MONOLITICHE

Spessore cm 45
λ_{equ} con malta speciale
0,09 W/m²K

MATERIALI ISOLANTI

MURATURE MONOLITICHE

Spessore cm 49
λ_{equ} con malta speciale
0,07 W/mK

U con malta speciale
0,14 W/m²K

MATERIALI ISOLANTI

MURATURE MONOLITICHE

Spessore cm 49
λ_{equ} con malta speciale
0,07 W/mK

U con malta speciale
0,14 W/m²K

MATERIALI ISOLANTI

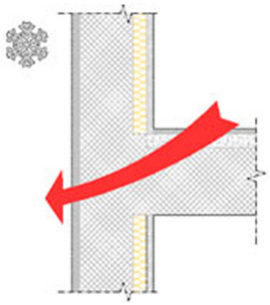
MURATURE MONOLITICHE

Spessore cm 48
λ_{equ} con malta speciale
0,160 W/mK

U con malta speciale
0,18 W/m²K

Ponti termici

Perché sono così importanti?



Sono causa di una dispersione di calore

Possono essere indice di una cattiva qualità costruttiva

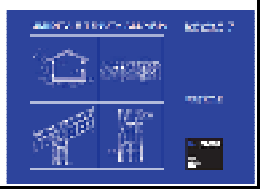
1. ORIGINE ED EFFETTI DELL'UMIDITÀ NEGLI EDIFICI

Al variare del tenore di umidità relativa interna variano le temperature critiche superficiali per la condensazione superficiale e la formazione di muffa (tab.1.2).

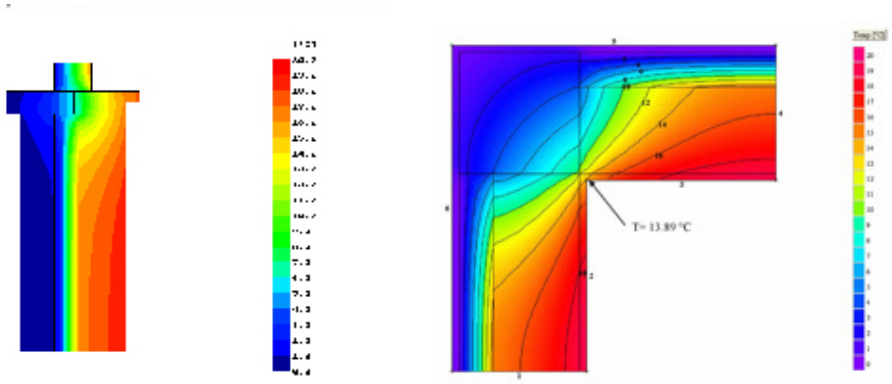
Condizioni interne T_i = 20 °C e UR_i = X%	T_{si} critica per la condensa superficiale	T_{si} critica per la formazione di muffa
40%	6,0	9,3
50%	9,3	12,6
60%	12,0	15,4
65% (verifica DPR 59/2009)	**13,2**	**16,7**
70%	14,4	17,9
80%	16,5	20,0
90%	18,3	21,9

tab. 1.2 Temperature critiche per la condensazione superficiale e la formazione di muffa per diverse condizioni interne (temperatura interna costante a 20 °C e umidità relativa interna variabile).

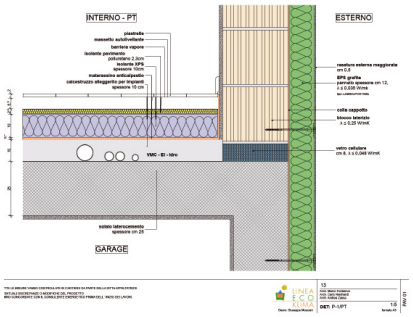
I *fenomeni di condensazione interstiziale* sono fenomeni che riguardano prevalentemente gli edifici isolati, nei quali la presenza dell'isolamento termico consente maggiori temperature superficiali interne e "sposta" l'eventuale punto di condensa all'interno dell'elemento costruttivo.

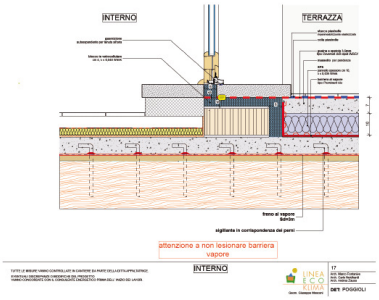


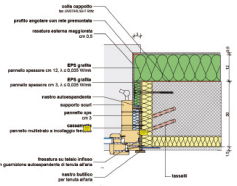
Ponti termici comuni

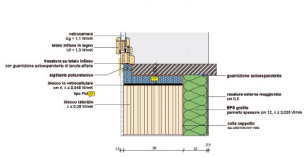


Ponti termici *opere di mitigazione*

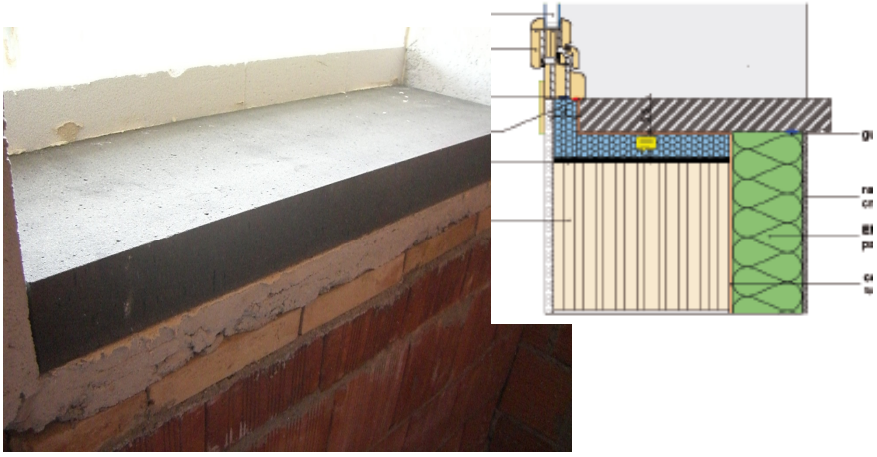




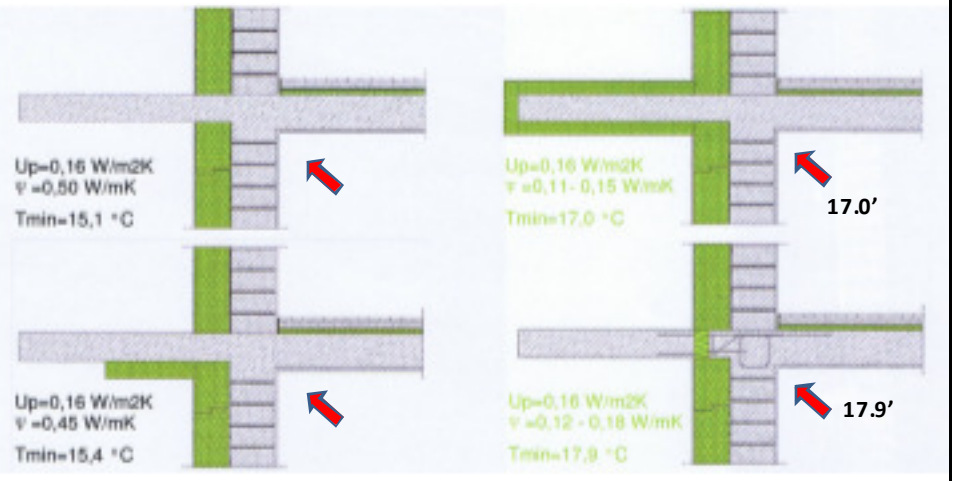




Ponti termici *opere di mitigazione*



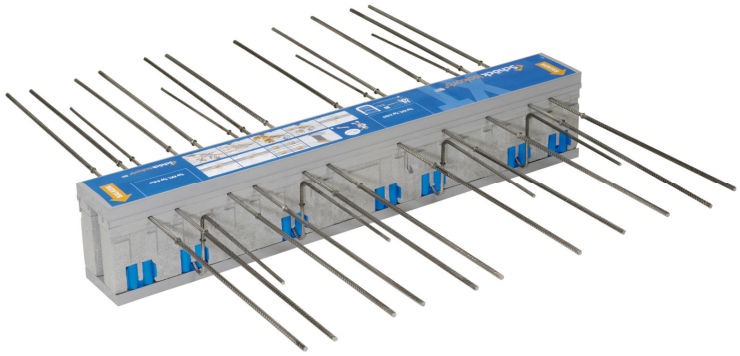
Ponti termici comuni *balcone a sbalzo*



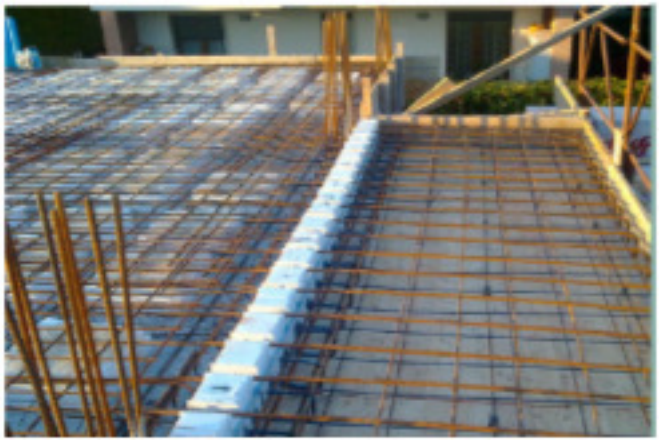
Ponti termici *opere di mitigazione*

Ponti termici *opere di mitigazione*

Ponti termici *opere di mitigazione*
Disgiuntore termico



Ponti termici *opere di mitigazione*



Grazie per l'attenzione