



Professionalità al servizio del sistema casa

25 novembre 2019 - ore 14.00

ELEMENTI DELL'INVOLUCRO

La Cittadella degli Artisti, Via Bisceglie, 775 - Molfetta (Ba)

Relatore : Ing Rodolfo Sallustio

Consulente energetico Agenzia Casaclima

L'elemento opaco

Edificio di riferimento

1. Con edificio di riferimento o target si intende un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati conformemente alla presente Appendice all'Allegato 1.

Prestazioni Minime regime invernale stazionario

1.1 Parametri relativi al fabbricato

1. Nel presente paragrafo si riportano i valori dei parametri caratteristici del fabbricato dell'edificio di riferimento.

Tabella 1- Trasmittanza termica U delle strutture opache verticali, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra

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

Tabella 2 - Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno e gli ambienti non climatizzati

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Tabella 3 - Trasmittanza termica U delle opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Tabella 4 - Trasmittanza termica U delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,20
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

Tabella 5 - Trasmittanza termica U delle strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2019/2021 ⁽²⁾
Tutte le zone	0,8	0,8

Prestazioni dell'involucro opaco Riferimenti Normativi il D.P.R. 26.06.2015

Prestazioni Minime regime estivo

4. Il progettista, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti:

- a) valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;
b) esegue, a eccezione degli edifici classificati nelle categorie E.6 ed E.8, in tutte le zone climatiche a esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

- i. almeno una delle seguenti verifiche, relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est:

- che il valore della massa superficiale M_s , di cui al comma 29 dell'allegato A, del decreto legislativo, sia superiore a 230 kg/m^2 ;

- che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} , di cui alla lettera d), del comma 2, dell'articolo 2, del presente decreto, sia inferiore a $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$;

- ii. la verifica, relativamente a tutte le pareti opache orizzontali e inclinate, che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y_{IE} , di cui alla lettera d), del comma 2, dell'articolo 2, del presente decreto, sia inferiore a $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$;

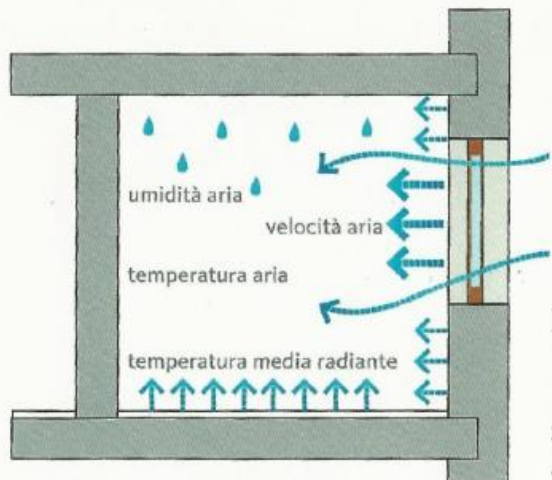
c) qualora ritenga di raggiungere i medesimi effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o trasmittanza termica periodica delle pareti opache di cui alla lettera b), con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare, produce adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le citate disposizioni.

Tipologie di intervento

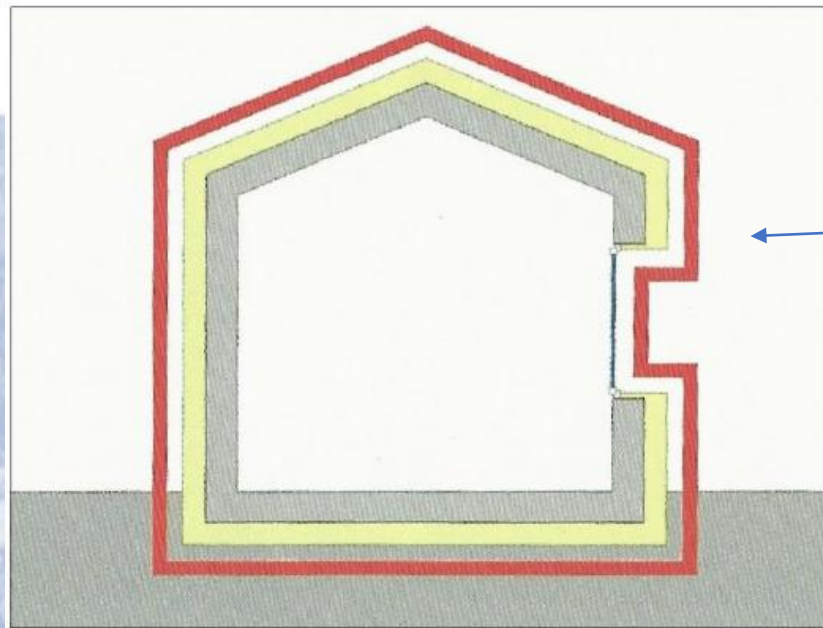
Tabella 4 - Prescrizioni, requisiti e verifiche in funzione della tipologia di intervento

Tipologia di intervento	Descrizione livelli di intervento	Prescrizioni / Verifiche di legge										
Edifici nuovi	Edifici di nuova costruzione o demoliti e ricostruiti	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 3.	Ristrutturazione importante di secondo livello	Intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio delimitanti un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva;	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2, 4 e 5 e in particolare: • dei requisiti di trasmittanza termica limite di cui all'Appendice B delle porzioni e delle quote di elementi e componenti l'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica; • dei requisiti minimi per gli impianti oggetto di intervento, se applicabile; • del requisito relativo al coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H_T), di cui all'Appendice A, determinato per l'intera parete, comprensiva di tutti i componenti, su cui si è intervenuti. A titolo esemplificativo e non esaustivo: - se l'intervento riguarda una porzione della copertura dell'edificio, la verifica del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H_T) si effettua per l'intera porzione di copertura; - se l'intervento riguarda una porzione della parete verticale dell'edificio esposta a nord, la verifica del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H_T) si effettua per l'intera porzione di parete verticale esposta a nord.	Riqualificazione energetica (ovvero interventi non riconducibili ai casi di cui al paragrafo 1.4.1)	Intervento che interessa: • coperture piane o a falde, opache e trasparenti (isolamento / impermeabilizzazione), compresa la sostituzione di infissi in esse integrate; • pareti verticali esterne, opache e trasparenti, compresa la sostituzione di infissi in esse integrate.	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 5 e in particolare dei valori di trasmittanza termica limite di cui all'Appendice B per le parti dell'involucro dell'edificio interessate all'intervento				
Ampliamenti di edifici esistenti	Ampliamenti volumetrici di un edificio esistente se collegati a impianto tecnico esistente.	Rispetto, per la parte ampliata e per il volume recuperato: • di tutti i requisiti pertinenti di cui al capitolo 2; • delle prescrizioni di cui al paragrafo 3.2, capoversi 4 e 7; • dei requisiti relativi al coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H_T), di cui al paragrafo 3.3, lettera b), punto 1. • dei requisiti relativi al parametro $Asol,est/A$ sup.utile, di cui al paragrafo 3.3, lettera b), punto ii..							Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 3.	Nota: Indicazioni esemplificative e non esaustive delle casistiche possibili	Ristrutturazione dell'impianto/i di riscaldamento, di raffrescamento e produzione dell'acqua calda sanitaria o installazione di nuovo/i impianto/i per i predetti servizi	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 5 e in particolare dell'efficienza media stagionale dell'impianto o degli impianti ristrutturati o installati di cui ai punti 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3.
	Recupero volumi esistenti precedentemente non climatizzati o cambio di destinazione d'uso (es. recupero sottotetti, depositi, magazzini) se collegati a impianto tecnico esistente.	Rispetto, per la parte ampliata o il volume recuperato, di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 3 (come se si trattasse di un edificio nuovo).										
Ristrutturazione importante di primo livello	Ampliamenti volumetrici di un edificio esistente se dotati di nuovi impianti tecnici. Recupero volumi esistenti precedentemente non climatizzati o cambio di destinazione d'uso (es. recupero sottotetti, depositi, magazzini) se dotati di nuovi impianti tecnici.	Intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio delimitanti un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 50 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e comporta il rifacimento dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio.	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 3, limitatamente ai servizi coinvolti (impianto/i).	Sostituzione del solo generatore di calore e installazione di generatori di calore e/o altri impianti tecnici per il soddisfacimento dei servizi dell'edificio	Rispetto di tutti i requisiti pertinenti di cui ai capitoli 2 e 5 e in particolare che dell'efficienza di generazione di cui ai punti 5.3.1, 5.3.2 e 5.3.3.							

Fattori determinanti per il comfort interno

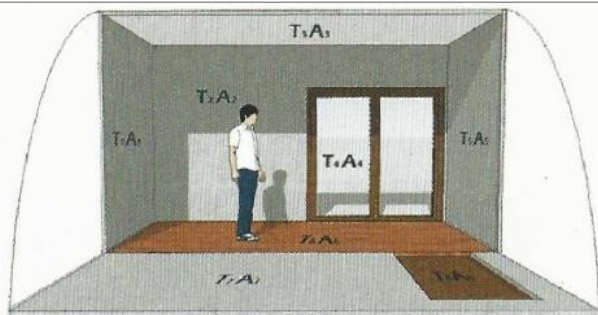


Fonte bund-bauen-energie.de



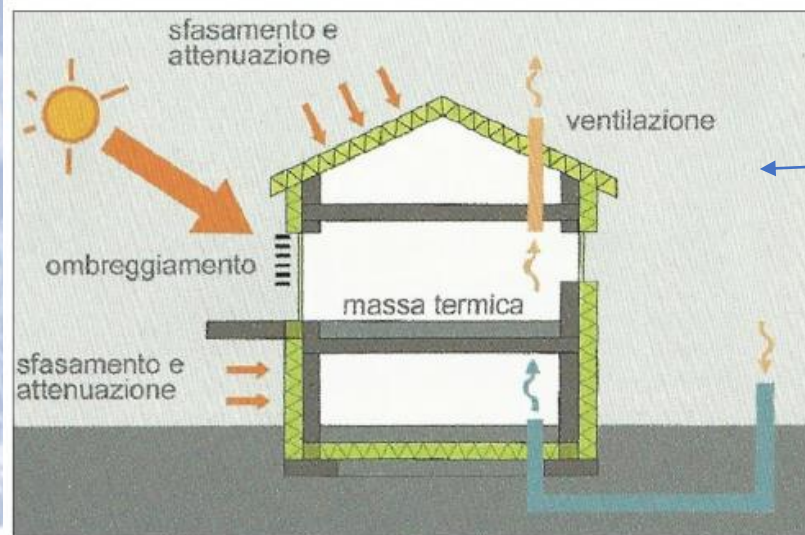
Comfort invernale

- Isolamento continuo
- temperatura operante 18-23°C
- UR 60-65%



$$T_{op} = \frac{T_{aria} + T_{mr}}{2}$$

$$T_{mr} = \frac{\sum T_n A_n}{\sum A_i}$$



Comfort estivo

- Temperatura operante 25-27°C
- UR 55-60%
- Capacità Termica elevata
- Attenuazione dell'onda termica
- Controllo degli irraggiamenti solari

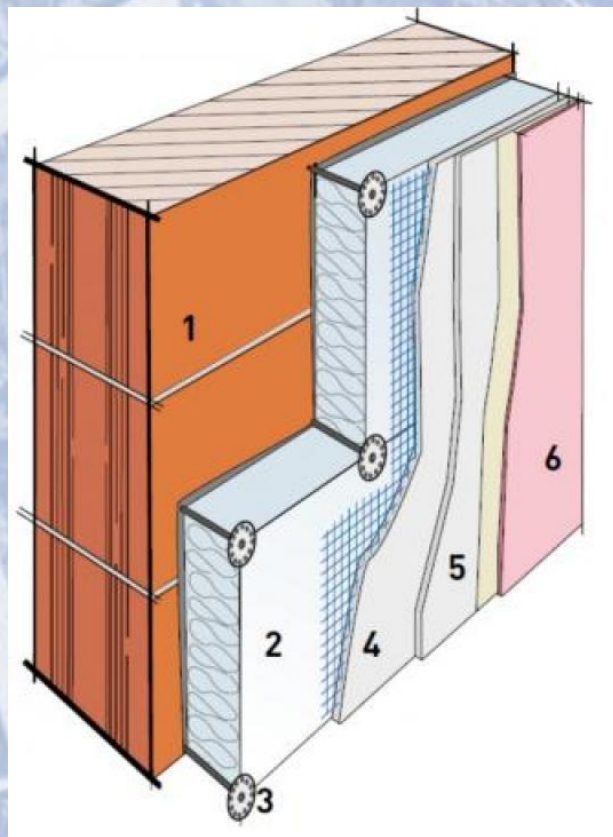
Leggero

- Sistemi a secco



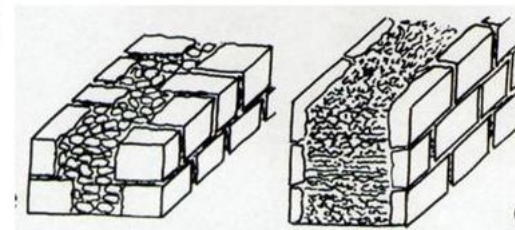
Medio massivo

- Cemento a. con tamponature in laterizio

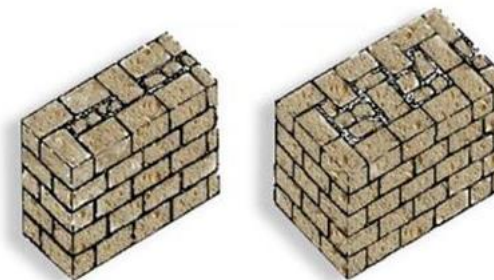


Altamente massivo

- Muratura portante

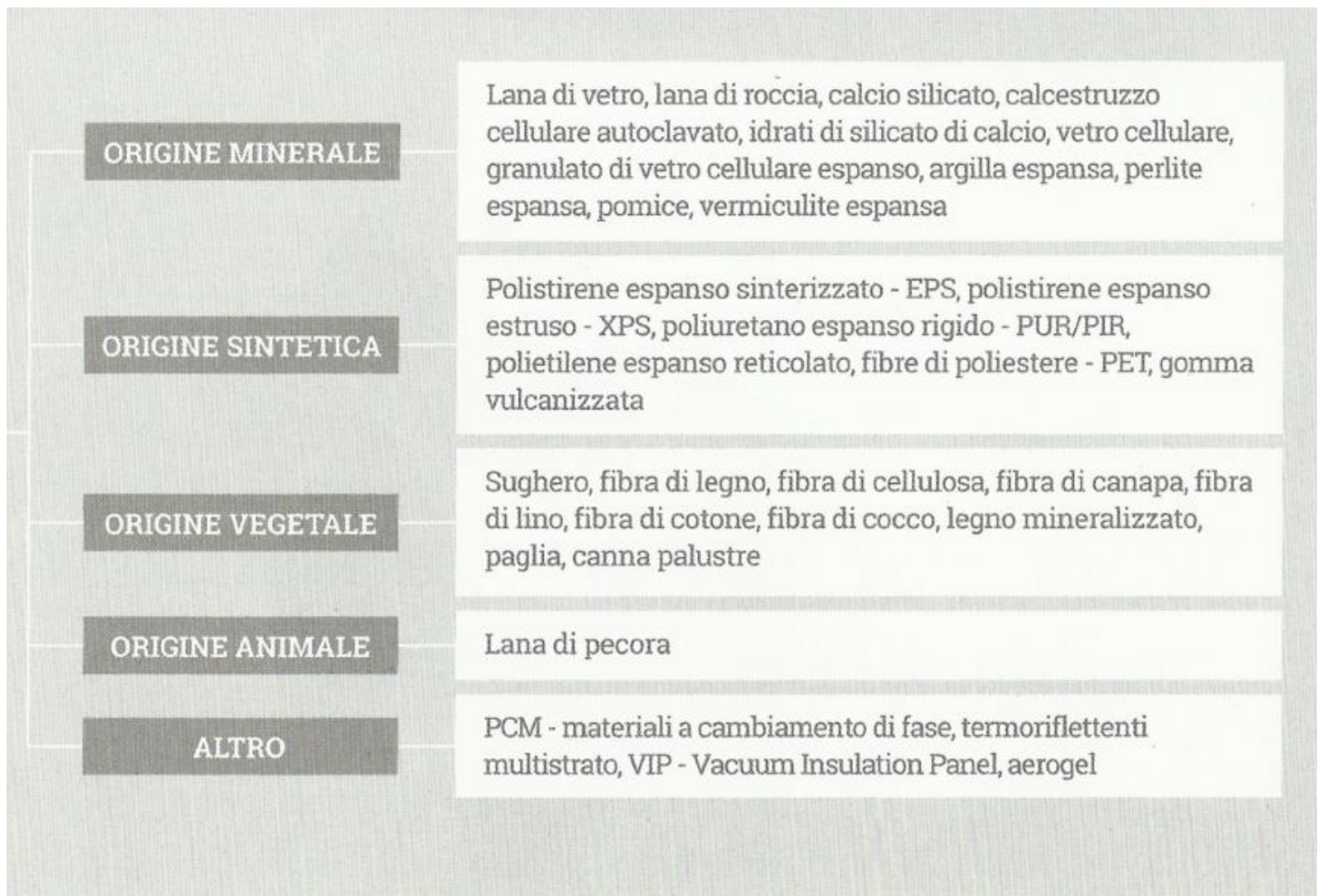


Murature a sacco



Murature in tufo

C.d.l. in Ingegneria Civile – a.a. 2014/2015



1. FIBRA DI LEGNO - WF

Norma di prodotto:
UNI EN 13171

Materia prima e processo produttivo. La fibra di legno deriva dagli scarti di produzione della lavorazione del legno, dal diradamento dei boschi o da alberi piantati in boschi di origine controllata. Per la realizzazione dei pannelli, la fibra di legno può essere trattata a umido o a secco. Per migliorare la resistenza all'umidità della fibra di legno possono essere aggiunte in fase di produzione sostanze quali lattice o resine naturali.

Utilizzo. I pannelli di fibra di legno possono essere utilizzati per la coibentazione delle coperture inclinate (tra e sopra i travetti, all'estradosso o intradosso della struttura portante) e dei solai freddi, posando i pannelli all'estradosso o all'intradosso della struttura portante. La fibra di legno può essere anche utilizzata per l'isolamento acustico tra unità immobiliari. I pannelli sono utilizzati a parete per l'isolamento esterno (isolamento a cappotto e facciate ventilate), isolamento all'interno delle strutture a telaio in legno o per la coibentazione interna.



Fonte Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it



conducibilità

λ [W/mK]

0,038-0,048



densità

ρ [kg/mc]

50-270



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

2-5



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



origine
vegetale



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili

2. LANA DI ROCCIA - MW

Norma di prodotto:
UNI EN 13162

Materia prima e processo produttivo. La lana di roccia deriva da rocce basaltiche e scarti di produzione che sono fusi ad altissima temperatura e trasformati in fibre. L'aggiunta di resine e leganti consente l'adesione delle fibre che, una volta raffreddate, induriscono e formano pannelli di varia densità a seconda della quantità di fibre utilizzate.

Utilizzo. La lana di roccia è utilizzata per la coibentazione esterna delle pareti (isolamento a cappotto e facciata ventilata), per la coibentazione esterna delle coperture e per la coibentazione di solai freddi. È inoltre utilizzata all'interno di strutture leggere in legno e, per le sue proprietà di fonoisolamento, viene spesso utilizzata in strutture divisorie tra unità immobiliari o come materassino anticalpestio.



origine
minerale



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili



conducibilità

λ [W/mK]

0,033-0,045



densità

ρ [kg/mc]

20-200



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

1



reazione
al fuoco

classe [-]

A1



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



3. LANA DI VETRO - MW

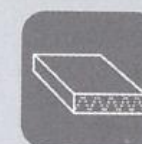
Norma di prodotto:
UNI EN 13162

Materia prima e processo produttivo. La lana di vetro ha un processo produttivo molto simile a quello della lana di roccia, ma differisce per la materia prima costituita principalmente da sabbie silicee e vetro riciclato. Come per la lana di roccia, l'aggiunta di resine e leganti consente l'adesione delle fibre che, una volta raffreddate, induriscono e formano pannelli di varia densità a seconda della quantità di fibre utilizzate

Utilizzo. La lana di vetro può essere utilizzata per la coibentazione esterna delle pareti (isolamento a cappotto e facciata ventilata), per la coibentazione esterna delle coperture e per la coibentazione di solai freddi. Può inoltre utilizzata all'interno di strutture a secco.



origine
minerale



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili



conducibilità

λ [W/mK]

0,031-0,048



densità

ρ [kg/mc]

10-100



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

1



reazione
al fuoco

classe [-]

A1



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



4. CALCIO SILICATO - CS

Norma di prodotto:
 UNI EN 14306

Materia prima e processo produttivo. Il calcio silicato è prodotto partendo da calcio e ossido di silicio con l'aggiunta del 3-10% di cellulosa in acqua. La miscela è posta in stampi e successivamente trattata con vapore acqueo in autoclave a pressioni elevate.

Utilizzo. Il calcio silicato è utilizzato per la coibentazione delle pareti dall'esterno o dall'interno. I pannelli possono inoltre essere applicati all'interno per la coibentazione di solai e tetti freddi. Spesso sono utilizzati per la mitigazione di ponti termici grazie anche alla loro igroscopicità che consente al materiale di assorbire grandi quantitativi di umidità riducendo i rischi di formazione di muffa.

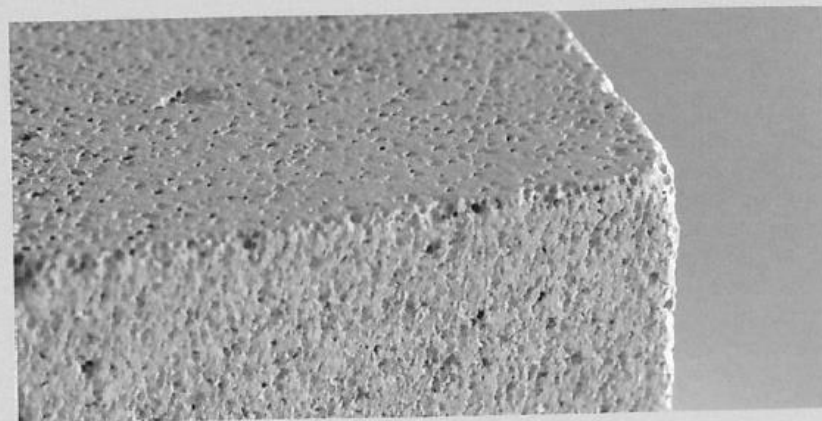


isolamento acustico	origine minerale	pannelli rigidi	reazione al fuoco	isolamento acustico	protezione termica invernale	protezione termica estiva
conducibilità	densità	resistenza diffusione vapore	classe [-]	igroscopicità		
λ [W/mK]	ρ [kg/mc]	μ [-]				
0,060-0,090	115-300	3-6	A1	☺☺☺	☺	☺☺

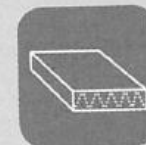
5. CALCESTRUZZO CELLULARE AUTOCLAVATO

Materia prima e processo produttivo. Il calcestruzzo cellulare autoclavato deriva dall'impasto di sabbia di quarzo, calce, cemento e acqua. Ad essi sono aggiunti additivi in grado di indurre una reazione espandente che crea alveoli nell'impasto, conferendo proprietà coibenti al materiale. Esso viene indurito mediante processo in autoclave a vapore. I blocchi ottenuti sono quindi lasciati asciugare e tagliati in pannelli di vari spessori e dimensioni.

Utilizzo. Il calcestruzzo cellulare autoclavato si utilizza per la coibentazione delle pareti (isolamento a cappotto) e per l'isolamento dei solai freddi e delle coperture. Le caratteristiche di igroscopicità del materiale lo rendono adatto anche a coibentazioni interne, mentre le caratteristiche di reazione al fuoco lo rendono adatto ad applicazioni in ambienti come le autorimesse.



origine
minerale



pannelli
rigidi



conducibilità

λ [W/mK]

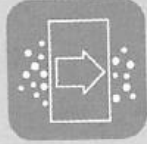
0,040-0,60



densità

ρ [kg/mc]

100-150



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

5-10



reazione
al fuoco

classe [-]

A1



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



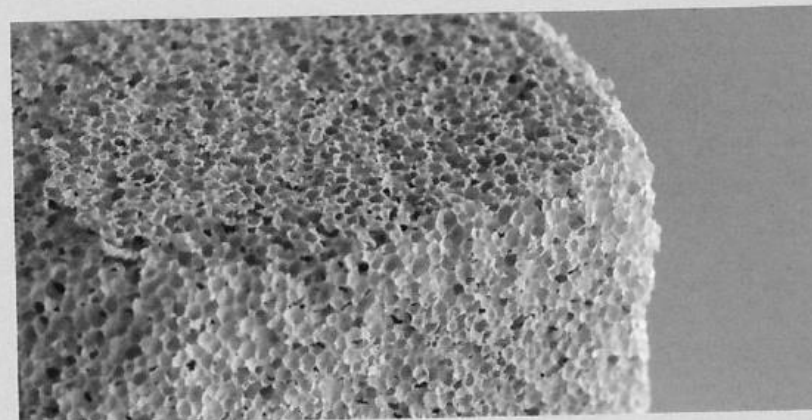
protezione
termica
estiva



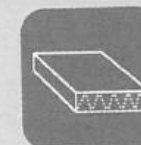
6. IDRATI DI SILICATO DI CALCIO

Materia prima e processo produttivo. Gli idrati di silicato di calcio derivano dall'impasto di sabbia di quarzo, acqua e pasta di alluminio. Quest'ultima, reagendo, crea idrogeno gassoso, che a sua volta espande e crea gli alveoli nell'impasto. Esso indurisce mediante processo in autoclave a vapore (circa 5-12 ore a 190 °C).

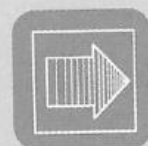
Utilizzo. I pannelli in idrati di silicato sono prevalentemente utilizzati per la coibentazione esterna a cappotto di pareti con struttura in muratura o laterocemento.



origine
minerale



pannelli
rigidi



conducibilità

λ [W/mK]
0,042-0,045



densità

ρ [kg/mc]
100-115



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]
3



reazione
al fuoco

classe [-]
A1



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



7. VETRO CELLULARE - CG

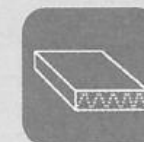
Norma di prodotto:
UNI EN 13167

Materia prima e processo produttivo. Il vetro cellulare deriva da polvere di vetro, anche di riciclo, che, additivata con carbonio e portata ad alta temperatura, si espande di volume creando una struttura alveolare. Si ottengono così dei blocchi che, dopo essere stati sottoposti a graduale raffreddamento, sono tagliati in lastre di varie dimensioni e spessore.

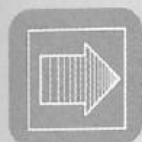
Utilizzo. Il materiale può essere efficacemente utilizzato in tutti i casi in cui siano richieste impermeabilità e resistenza ai carichi, come l'isolamento esterno delle strutture controterra, l'isolamento esterno della platea di fondazione, le coperture piane e i tetti verdi.



origine
minerale



pannelli
rigidi



conducibilità

λ [W/mK]

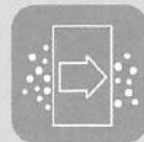
0,033-0,065



densità

ρ [kg/mc]

130-155



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

∞



reazione
al fuoco

classe [-]

A1



isolamento
acustico



igroscopicità

-



protezione
termica
invernale



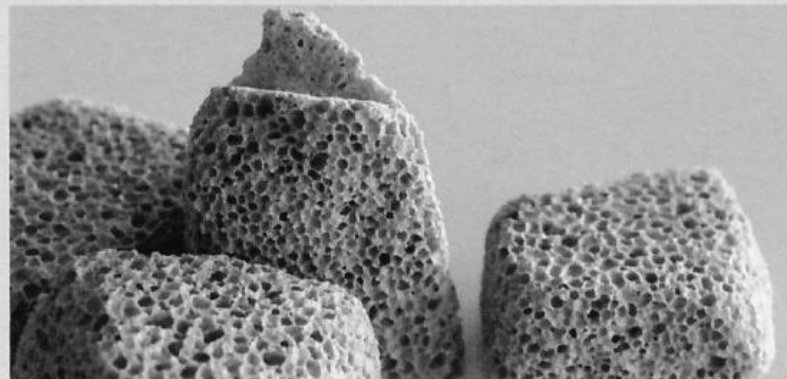
protezione
termica
estiva



8. GRANULATO DI VETRO CELLULARE ESPANSO

Materia prima e processo produttivo. Il granulato di vetro cellulare deriva da vetro riciclato che, dopo essere stato ridotto in polvere, viene miscelato con acqua e altri additivi, suddiviso in granuli e posto in forni ad alte temperature. Il risultato è un granulato espanso che può essere sottoposto a ulteriore frantumazione per ottenere diverse granulometrie.

Utilizzo. Il materiale può essere efficacemente utilizzato per la coibentazione di strutture controterra (pareti e solai). Per applicazioni sotto platea di fondazione, il granulato dopo essere stato posato deve essere costipato e battuto meccanicamente.



isolamento acustico	origine minerale	protezione termica invernale	protezione termica invernale	protezione termica estiva	protezione termica estiva	protezione termica estiva	protezione termica estiva
conducibilità	densità	resistenza diffusione vapore	reazione al fuoco	isolamento acustico	igroscopicità	protezione termica invernale	protezione termica estiva
λ [W/mK]	ρ [kg/mc]	μ [-]	classe [-]	isolamento acustico	igroscopicità	protezione termica invernale	protezione termica estiva
0,075-0,135	120-210	∞	A1	☺	-	☺	☺

9. SUGHERO - ICB

Norma di prodotto:
UNI EN 13170

Materia prima e processo produttivo. Il sughero deriva dalle querce da sughero, la cui corteccia, previa decortica, viene trattata e macinata fino ad ottenere un materiale granulare, che può avere varie applicazioni in edilizia. Per la realizzazione dei pannelli, il granulato è posto in autoclavi a temperature elevate: lo scioglimento della suberina (resina naturale presente nel sughero) consente così di ottenere blocchi di sughero agglomerato. I blocchi vengono successivamente raffreddati e tagliati in lastre di vario spessore.

Utilizzo. I pannelli in sughero possono essere utilizzati per la coibentazione delle coperture inclinate all'estradosso della struttura portante. I pannelli flessibili hanno generalmente ridotto spessore e possono essere utilizzati per l'isolamento anticalpestio tra unità immobiliari. Il granulato può essere utilizzato come sottofondo a secco o per l'insufflaggio nelle intercapedini delle pareti. A parete sono utilizzati per l'isolamento esterno (isolamento a cappotto e facciate ventilate).



Fonte Sace Components



origine
vegetale



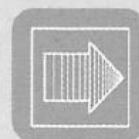
granulato



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili



conducibilità

λ [W/mK]

0,037-0,045



densità

ρ [kg/mc]

100-130



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

5-30



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



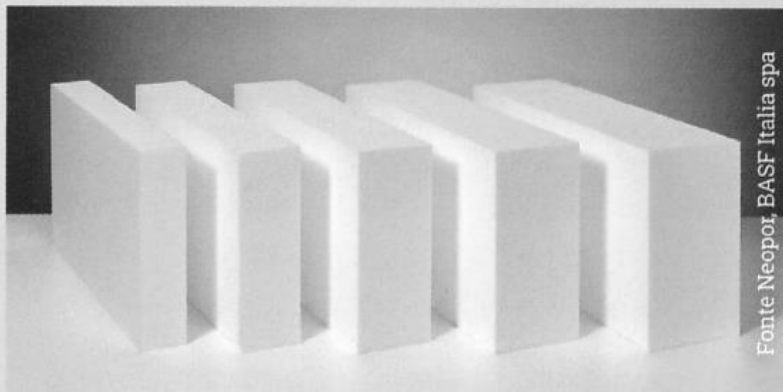
protezione
termica
estiva



10. POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO - EPS

Norma di prodotto:
UNI EN 13163

Materia prima e processo produttivo. L'EPS deriva dalla polimerizzazione dello stirene, una miscela di benzene ed etilene. Le perle di polistirene sono ottenute tramite l'aggiunta di additivi che consentono la polimerizzazione e l'espansione del materiale che cattura aria nella propria struttura. La successiva fase di sinterizzazione consiste nel raffreddamento del materiale con vapore acqueo. Una volta asciutti i pannelli sono tagliati in lastre. L'aggiunta di polveri di grafite all'interno della materia prima, riconoscibile dal colore grigio dei pannelli, aiuta ad abbassare il contributo dell'irraggiamento alla trasmissione del calore.

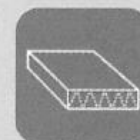


Fonte Neopor, BASF Italia spa

Utilizzo. L'EPS può essere utilizzato per la coibentazione esterna delle pareti (isolamento a cappotto), dei solai freddi e delle coperture inclinate con struttura in muratura e laterocemento. Può essere accoppiato a lastre in cartongesso.



origine
fossile



pannelli
rigidi



conducibilità

λ [W/mK]

0,038-0,040



densità

ρ [kg/mc]

15-40



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

20-130



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



11. POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO - XPS

Norma di prodotto:
UNI EN 13164

Materia prima e processo produttivo. L'XPS (polistirene espanso estruso) deriva, come l'EPS, dallo stirene. Il processo produttivo è molto simile, ma si differenzia per la fase di estrusione in cui il materiale granulare è miscelato con additivi. Questo rende la struttura del materiale omogenea. Una volta estruso, il materiale è sottoposto alle operazioni di taglio e trasformato in pannelli.

Utilizzo. Per le sue proprietà di resistenza a compressione, l'XPS può essere utilizzato per la coibentazione di strutture controterra (pareti e solai), di solai freddi e di coperture piane o inclinate con struttura in muratura e laterocemento. Per le sue proprietà di resistenza all'acqua viene frequentemente utilizzato come zoccolatura nella coibentazione perimetrale esterna delle pareti.



conducibilità

λ [W/mK]

0,030-0,040



densità

ρ [kg/mc]

20-65



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

50-200



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



igroscopicità

-



origine
fossile



pannelli
rigidi



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



12. POLIURETANO ESPANSO RIGIDO - PUR/PIR

Norma di prodotto:
UNI EN 13165

Materia prima e processo produttivo. Il poliuretano è un coibente di origine sintetica che deriva dalla reazione di vari composti polimerici. Modificando in parte le materie prime si ottiene il PIR, con migliori caratteristiche di resistenza e reazione al fuoco.

Utilizzo. Il poliuretano può essere utilizzato per la coibentazione di solai freddi, pareti e coperture piane o inclinate con struttura in muratura o laterocemento. In intercapedine o in pareti non a vista può essere utilizzata la posa a spruzzo.

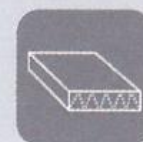


* Variabile in relazione alla pellicola

conducibilità	densità	resistenza diffusione vapore	reazione al fuoco	isolamento acustico	igroscopicità	protezione termica invernale	protezione termica estiva
λ [W/mK]	ρ [kg/mc]	μ [-]	classe [-]				
0,021-0,028	32-55	30-150 *	da B a E	😊	-	😊😊😊	😊



origine
fossile



pannelli
rigidi



a spruzzo

13. POLIETILENE ESPANSO RETICOLATO - PNT

Norma di prodotto:
UNI EN 14782

Materia prima e processo produttivo. Il polietilene espanso reticolato si ottiene da un processo di espansione della materia prima tramite l'iniezione di gas espandente (generalmente azoto). La reticolazione avviene invece tramite induzione chimica o fisica.

Utilizzo. Il polietilene espanso reticolato può essere utilizzato per l'isolamento acustico dei solai, per la realizzazione di strisce di descolarizzazione tra pareti e solai e per la coibentazione di tubazioni impiantistiche.



							
conducibilità	densità	resistenza diffusione vapore	reazione al fuoco	isolamento acustico	igroscopicità	protezione termica invernale	protezione termica estiva
λ [W/mK]	ρ [kg/mc]	μ [-]	classe [-]				
0,035	22-220	2000-4500	da B a E	😊😊😊	-	-	-



origine
fossile



pannelli
flessibili

14. FIBRE DI POLIESTERE - PET

Materia prima e processo produttivo. La fibra di poliestere deriva principalmente dalla plastica riciclata dalle bottiglie e termoleganti miscelati insieme per raggiungere la grammatura desiderata. Successivamente le fibre termoleganti sono fuse con aria calda (180 °C) e poi raffreddate. Durante il processo possono essere accoppiati altri materiali senza l'ausilio di collanti.

Utilizzo. La fibra di poliestere viene utilizzata all'interno di strutture leggere a secco. Grazie alle sue proprietà acustiche può essere utilizzata per l'isolamento di strutture divisorie tra unità immobiliari.



conducibilità

λ [W/mK]

0,035-0,044



densità

ρ [kg/mc]

15-50



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

1-3



reazione
al fuoco

classe [-]

B



isolamento
acustico



igroscopicità

-



origine
di riciclo



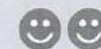
pannelli
rigidi



pannelli
flessibili



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



15. RESINE FENOLICHE - PF

Norma di prodotto:
UNI EN 13166

Materia prima e processo produttivo. Le resine fenoliche sono una famiglia di polimeri ottenuti per reazione tra fenolo e formaldeide. Sono in genere materiali termoindurenti, ovvero non possono essere ulteriormente fusi dopo lo stampaggio, perché possiedono una struttura reticolare. Sono schiume espanse rigide a celle aperte o chiuse ed hanno una conduttività termica variabile in base alla densità. Anche la permeabilità al vapore acqueo dipende dalla densità e dal processo produttivo, ma è comunque piuttosto elevata.

Utilizzo. I pannelli rigidi sono generalmente utilizzati per l'isolamento di coperture piane sotto manti sintetici a vista o appesantiti e sotto manti bituminosi applicati a freddo. Le resine fenoliche sono utilizzate anche per l'isolamento di coperture a falde, ma anche per l'isolamento di pareti e/o pavimenti e applicate come sistema a cappotto e in generale in tutte le applicazioni dove è richiesta elevata resistenza al fuoco.



origine
fossile



pannelli
rigidi



a spruzzo



conducibilità

λ [W/mK]

0,021-0,040



densità

ρ [kg/mc]

32-55



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

60



reazione
al fuoco

classe [-]

C



isolamento
acustico



igroscopicità

-



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



16. ARGILLA ESPANSA

Materia prima e processo produttivo. Il materiale viene prodotto partendo da argilla (silicato idrato di alluminio) stagionata e cotta a 1200-1300 °C in forni rotanti. A questa temperatura l'argilla in granuli si libera dell'umidità e si espande. Chimicamente inerte, l'argilla espansa è un materiale stabile nel tempo, resistente agli insetti ed agli animali, non putrescibile, con buona resistenza meccanica e al gelo. L'argilla espansa ha un ridotto potere termoisolante, poco igroscopico, ma altamente traspirante.

Utilizzo. Utilizzato come riempimento di intercapedini, inerte perintonaci e in conglomerati alleggeriti per solai.



Copia / Adobe Stock



origine
minerale



granulato



conducibilità

λ [W/mK]

0,085-0,130



densità

ρ [kg/mc]

200-500



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

2-8



reazione
al fuoco

classe [-]

A1



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



17. FIBRA DI CELLULOSA

Materia prima e processo produttivo. La cellulosa deriva da carta di giornale riciclata che, dopo essere stata sminuzzata, viene trattata con sali di boro per migliorarne il comportamento al fuoco. I fiocchi così ottenuti possono essere utilizzati come coibente tramite insufflaggio in intercapedine. Dai fiocchi è possibile ottenere anche dei pannelli tramite l'aggiunta, in piccola percentuale, di leganti di origine sintetica.

Utilizzo. La cellulosa può essere utilizzata per la coibentazione di tetti, solai di interpiano e solai freddi tramite insufflaggio o posa di pannelli all'interno della struttura. Può inoltre essere utilizzata per la coibentazione delle pareti in intercapedine all'interno delle strutture a telaio in legno.



Fonte Naturalfloc
Naturalia-Bau Srl
www.naturalia-bau.it



conducibilità

λ [W/mK]

0,039-0,045



densità

ρ [kg/mc]

30-80



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

1-2



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



origine
vegetale



pannelli
flessibili



fiocchi



igroscopicità



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



Confronto tra materiali isolanti

18. FIBRA DI CANAPA

Materia prima e processo produttivo. La fibra di canapa deriva dallo stelo della pianta di canapa, ridotto in fibra e occasionalmente arricchito con sali di boro, per migliorarne il comportamento al fuoco, e fibre in poliestere per migliorarne la resistenza e la flessibilità. Le fibre di canapa si ottengono dalla macerazione della pianta a cui segue l'essiccazione artificiale delle fibre che fa sì che queste si saldino con le fibre artificiali additivate.

Utilizzo. La fibra di canapa viene utilizzata prevalentemente in intercapedine all'interno di strutture a telaio in legno o in strutture a secco (pareti e contropareti in cartongesso). Grazie alle sue proprietà di fonoisolamento può essere utilizzata per l'isolamento anticallpestio dei solai di interpiano. L'insufflaggio delle fibre di canapa è molto raro.



origine
vegetale



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili



fibre sfuse



conducibilità

λ [W/mK]
0,040-0,050



densità

ρ [kg/mc]
20-200



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]
1-2



reazione
al fuoco

classe [-]
E



isolamento
acustico



igroscopicità



protezione
termica
invernale



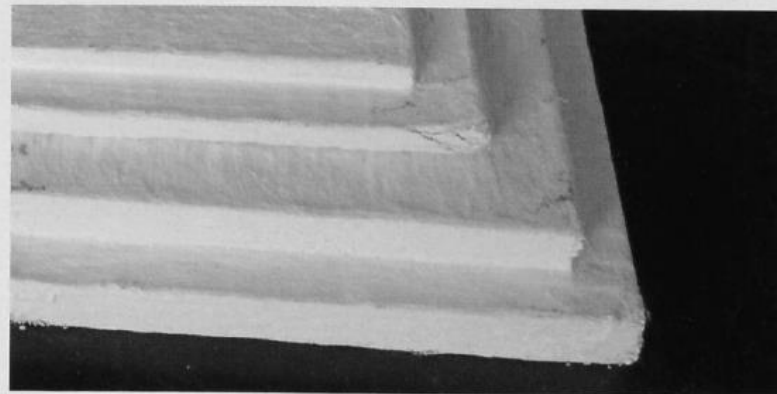
protezione
termica
estiva



Confronto tra materiali isolanti

20. AEROGEL

Materia prima e processo produttivo. Il materiale è composto al 98% d'aria e al 2% di silicio ed è prodotto per disidratazione di un gel di silice colloidale. L'aerogel è una sostanza allo stato solido simile al gel nella quale il componente liquido è sostituito con gas. Esso risulta impalpabile e molto volatile. I pannelli e i feltri in aerogel usati in edilizia sono un composto costituito da una matrice, solitamente di fibre di poliestere, impregnata di aerogel.



Utilizzo. L'utilizzo prevalente dell'aerogel è la coibentazione interna di solai freddi, coperture e pareti perimetrali. L'aerogel può essere accoppiato a lastre di cartongesso ed essere utilizzato per il placcaggio di strutture esistenti.

							
conducibilità	densità	resistenza diffusione vapore	reazione al fuoco	isolamento acustico	igroscopicità	protezione termica invernale	protezione termica estiva
λ [W/mK]	ρ [kg/mc]	μ [-]	classe [-]		In relazione al supporto		
0,014-0,017	150-230	5	C	😊		😊😊😊	😊



origine
minerale



pannelli
rigidi



pannelli
flessibili

21. VACUUM INSULATION PANEL - VIP

Materia prima e processo produttivo. I pannelli isolanti sotto-vuoto (VIP) sono generalmente costituiti da un nucleo e da un rivestimento. Il nucleo è un composto poroso in silice a cui si aggiunge un opacizzante, per ridurre al massimo il passaggio delle radiazioni termiche, e delle fibre di cellulosa, per migliorare la stabilità meccanica del pannello. Durante la fase di rivestimento il prodotto viene messo sotto vuoto e sigillato. Il rivestimento solitamente è costituito da una pellicola in alluminio. Ogni pannello è dotato di sensore per la verifica di assenza di foratura.

Utilizzo. I pannelli VIP sono particolarmente adatti in tutte quelle situazioni dove è richiesto un ottimo isolamento e spessori ridotti. Possono essere utilizzati per la coibentazione di pareti perimetrali, solai freddi e coperture, avendo però la massima attenzione alla posa in quanto, se forati, i pannelli perdono parte delle loro caratteristiche di isolamento termico. Non possono essere tagliati o adattati in cantiere. Il prezzo di questo prodotto è generalmente elevato.



conducibilità

λ [W/mK]

0,045-0,008
pannello integro
0,020-0,025
pannello forato



densità

ρ [kg/mc]

50-270



resistenza
diffusione
vapore

μ [-]

∞



reazione
al fuoco

classe [-]

E



isolamento
acustico



igroscopicità

-



origine
minerale



pannelli
rigidi



protezione
termica
invernale



protezione
termica
estiva



MATERIALE CONDUCEBILITÀ TERMICA λ [W/mK]

Intonaco termoisolante

Argilla espansa

Calcio silicato

Sughero

Idrati di silicato di calcio

Vetro cellulare

Cellulosa

Fibra di legno

Fibre minerali

Polistirene espanso sinterizzato

Polistirene espanso estruso

Poliuretano

Vacuum (sottovuoto)

0 0,01 0,02 0,03 0,04 0,05 0,06 0,08 0,07 0,09

Conducibilità termica:

La conducibilità o conduttività termica (normalmente indicata con la lettera greca λ) è il flusso di calore Q (misurato in J/s ovvero W) che attraversa una superficie unitaria A di spessore unitario d sottoposta ad un gradiente termico ΔT di un grado Kelvin (o Celsius)

Calore specifico:

Calore necessario da fornire ad un kg di materiale per un gradiente di 1 °K

CALORE SPECIFICO DEI MATERIALI

Materiale	c_p [J/kgK]	Materiale	c_p [J/kgK]
Fibra di legno	1600 - 2400	Poliuretano espanso rigido - PUR/PIR	1400 - 1500
Lana minerale	800 - 1030	Poliuretano espanso reticolato	2100
Calcio silicato	1000	Fibre di poliestere - PET	1200 - 1250
Calcestruzzo cellulare autoclavato	1000	Resine fenoliche	1500
Idrati di silicato di calcio	1300	Argilla espansa	920 - 1100
Vetro cellulare	850	Fibra di cellulosa	1600 - 2150
Granulato di vetro cellulare espanso	850	Fibra di canapa	1500 - 2100
Sughero	1900	Perlite espansa	840 - 1200
Polistirene espanso sinterizzato - EPS	1250 - 1500	Aerogel	1000
Polistirene espanso estruso - XPS	1300 - 1700		

Dati provenienti da letteratura tecnica, normativa vigente, certificati di prova e schede tecniche fornite dai produttori.

la **capacità termica**, rappresenta l'attitudine della parete ad accumulare e rilasciare calore in regime termico dinamico. La **capacità termica volumica C** di un materiale si calcola come prodotto tra la sua massa volumica ρ e il suo calore specifico c

la **diffusività termica α** , proprietà che indica la velocità con la quale il calore si diffonde attraverso il mezzo in regime termico dinamico espressa come rapporto tra la capacità che ha un materiale di condurre energia termica e la sua capacità di accumulare energia, infatti si calcola come:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad [\text{m}^2/\text{h}]$$

dove:

λ = conducibilità termica (W/mK)

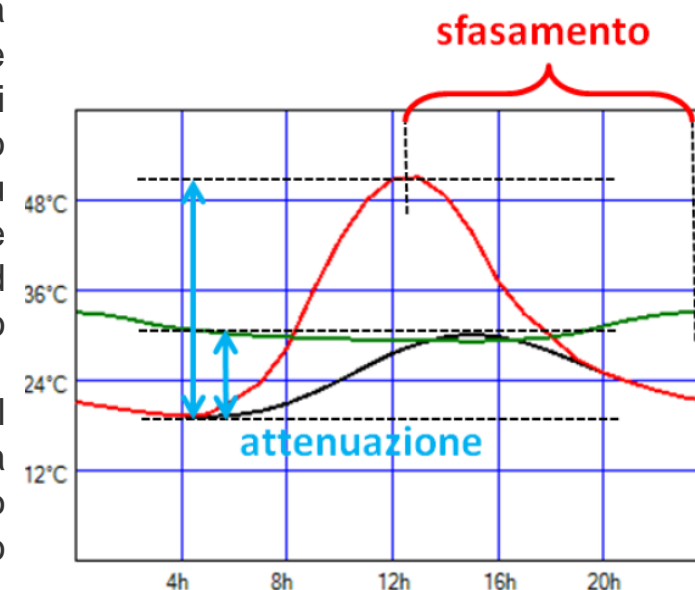
ρ = massa volumica (kg/m³)

c = calore specifico (J/kg K)

Gli effetti positivi dell'inerzia termica sono però quantificabili anche grazie alla combinazione dei valori di altri due parametri precedentemente menzionati:

- lo **sfasamento temporale di temperatura S** (h) indica la collocazione temporale dell'apparire all'interno dell'abitazione delle condizioni peggiori del clima naturale esterno (minima temperatura notturna, d'inverno; massima insolazione, d'estate). Raggiungere valori di sfasamento di almeno 12 ore è importante soprattutto per determinare il comfort termico estivo e, come tale, ha importanti ripercussioni anche in termini di risparmio energetico. L'utilizzo di soluzioni massive e nel contempo dotate di buon isolamento termico comporta il raggiungimento di valori di sfasamento anche molto più elevati (per esempio > 20 ore); essi, essendo ottenuti in concomitanza con valori molto bassi del fattore di attenuazione (per esempio 0,03), sono indice di un comportamento inerziale ideale della parete ed indicano che l'ambiente interno è poco o per nulla sensibile alle variazioni climatiche esterne, quanto meno nel breve periodo.

- lo **smorzamento dell'onda termica** o **fattore di attenuazione f_a** , è definito come il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo, delineando, quindi, la possibilità di ridurre il dimensionamento dell'impianto termico di condizionamento estivo dell'abitazione. Valori buoni del fattore di attenuazione devono essere inferiori a 0,15, preferibilmente inferiori a 0,06



Dati climatici esterni

Provincia di appartenenza
BA - BARI

Comuni della provincia di BARI
Molfetta

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici
BA - BARI

Lattitudine 41° 12'

Longitudine 16° 35'

Altitudine s.l.m. 15 m

Temperatura di progetto -0.1 °C

Temperatura media annuale 17.3 °C

Temperatura media stagione di riscaldamento 10.6 °C

Gradi giorno 1202

Zona climatica C

Durata della stagione di riscaldamento 137 giorni

Irradianza media del mese di massima insolazione 299.6 W/m²

Fonte dei dati climatici
 UNI 10349:2016
 UNI 10349:1994

Fonte dei gradi giorno
 DPR 412/93
 UNI 10349:2016

	Temperatura [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Irradiazione orizz. giornaliera [kWh/m ²]	Velocità del vento [m/s]
gennaio	9.7	912	76	1.5	0.0
febbraio	8.8	830	73	2.1	0.0
marzo	11.7	943	68	3.4	0.0
aprile	15.1	1005	59	4.5	0.0
maggio	20.3	1298	55	5.5	0.0
giugno	24.4	1675	55	6.7	0.0
luglio	27.4	1820	50	7.2	0.0
agosto	27.0	1810	51	6.4	0.0
settembre	22.7	1875	68	4.1	0.0
ottobre	16.5	1330	71	3.1	0.0
novembre	14.1	1274	79	1.8	0.0
dicembre	10.3	952	76	1.3	0.0

Trasmitanze termiche di riferimento secondo DM 26/06/15

	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Coperture	0.36	0.33
Pareti	0.38	0.34
Pavimenti	0.40	0.38

Trasmitanze termiche limite per edifici esistenti secondo DM 26/06/15

	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
Coperture	0.34	0.32
Pareti	0.40	0.36
Pavimenti	0.42	0.38

Irradianza oraria del giorno di massima insolazione [W/m ²]										
	T [°C]	Orizz.	Sud	SE	Est	NE	Nord	NO	Ovest	SO
1	25.3									
2	24.9									
3	24.6									
4	24.3									
5	24.2	7.6	3.2	15.8	39.2	40.8	20.6	3.2	3.2	3.2
6	24.4	174.0	46.2	269.8	521.8	481.4	179.8	46.2	46.2	46.2
7	24.8	372.0	82.6	485.0	742.4	607.6	170.0	78.0	78.0	78.0
8	25.5	556.4	137.4	602.0	775.0	567.2	112.4	103.0	103.0	103.0
9	26.6	715.4	269.8	645.0	718.8	444.8	126.4	122.0	122.0	122.0
10	27.8	836.6	387.6	615.2	574.2	282.4	136.4	136.4	136.4	141.0
11	29.1	912.8	449.8	523.4	379.8	153.8	144.4	144.4	144.4	205.4
12	30.4	939.6	474.4	369.0	159.4	147.4	147.4	147.4	159.4	381.0
13	31.4	912.8	449.8	205.4	144.4	144.4	144.4	153.8	371.8	523.4
14	32.0	836.6	387.6	141.0	136.4	136.4	136.4	282.4	574.2	615.2
15	32.2	715.4	269.8	122.0	122.0	122.0	126.4	443.6	717.6	645.0
16	32.0	556.4	137.4	103.0	103.0	103.0	112.4	567.2	787.0	603.2
17	31.4	372.0	82.6	76.0	76.0	78.0	170.0	607.6	742.4	485.0
18	30.6	172.0	46.2	46.2	46.2	46.2	179.8	482.2	521.8	269.8
19	29.5	7.6	3.2	3.2	3.2	3.2	20.6	40.8	39.2	15.8
20	28.5									
21	27.6									
22	26.8									
23	26.2									
24	25.7									

Dati climatici esterni

Provincia di appartenenza
BA - BARI

Comuni della provincia di BARI
Molfetta

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici
BA - BARI

Lattitudine 41° 12'

Longitudine 16° 35'

Altitudine s.l.m. 15 m

Temperatura di progetto -0.1 °C

Temperatura media annuale 17.3 °C

Temperatura media stagione di riscaldamento 10.6 °C

Gradi giorno 1551

Zona climatica D

Durata della stagione di riscaldamento 166 giorni

Irradianza media del mese di massima insolazione 299.6 W/m²

Fonte dei dati climatici
 UNI 10349:2016
 UNI 10349:1994

Fonte dei gradi giorno
 DPR 412/93
 UNI 10349:2016

	Temperatura [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Irradiazione orizz. giornaliera [kWh/m ²]	Velocità del vento [m/s]
gennaio	9.7	912	76	1.5	0.0
febbraio	8.8	830	73	2.1	0.0
marzo	11.7	943	68	3.4	0.0
aprile	15.1	1005	59	4.5	0.0
maggio	20.3	1298	55	5.5	0.0
giugno	24.4	1675	55	6.7	0.0
luglio	27.4	1820	50	7.2	0.0
agosto	27.0	1810	51	6.4	0.0
settembre	22.7	1875	68	4.1	0.0
ottobre	16.5	1330	71	3.1	0.0
novembre	14.1	1274	79	1.8	0.0
dicembre	10.3	952	76	1.3	0.0

Trasmitanze termiche di riferimento secondo DM 26/06/15

	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Coperture	0.30	0.26
Pareti	0.34	0.29
Pavimenti	0.32	0.29

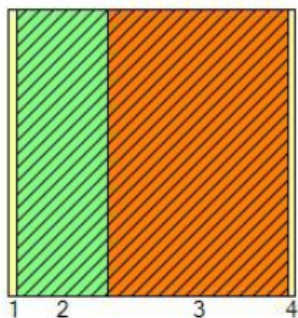
Trasmitanze termiche limite per edifici esistenti secondo DM 26/06/15

	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
Coperture	0.28	0.26
Pareti	0.36	0.32
Pavimenti	0.36	0.32

Irradianza oraria del giorno di massima insolazione [W/m ²]										
	T [°C]	Orizz.	Sud	SE	Est	NE	Nord	NO	Ovest	SO
1	25.3									
2	24.9									
3	24.6									
4	24.3									
5	24.2	7.6	3.2	15.8	39.2	40.8	20.6	3.2	3.2	3.2
6	24.4	174.0	46.2	269.8	521.8	481.4	179.8	46.2	46.2	46.2
7	24.8	372.0	82.6	485.0	742.4	607.6	170.0	78.0	78.0	78.0
8	25.5	556.4	137.4	602.0	775.0	567.2	112.4	103.0	103.0	103.0
9	26.6	715.4	269.8	645.0	718.8	444.8	126.4	122.0	122.0	122.0
10	27.8	836.6	387.6	615.2	574.2	282.4	136.4	136.4	136.4	141.0
11	29.1	912.8	449.8	523.4	379.8	153.8	144.4	144.4	144.4	205.4
12	30.4	939.6	474.4	369.0	159.4	147.4	147.4	147.4	159.4	381.0
13	31.4	912.8	449.8	205.4	144.4	144.4	144.4	153.8	371.8	523.4
14	32.0	836.6	387.6	141.0	136.4	136.4	136.4	282.4	574.2	615.2
15	32.2	715.4	269.8	122.0	122.0	122.0	126.4	443.6	717.6	645.0
16	32.0	556.4	137.4	103.0	103.0	103.0	112.4	567.2	787.0	603.2
17	31.4	372.0	82.6	76.0	76.0	78.0	170.0	607.6	742.4	485.0
18	30.6	172.0	46.2	46.2	46.2	46.2	179.8	482.2	521.8	269.8
19	29.5	7.6	3.2	3.2	3.2	3.2	20.6	40.8	39.2	15.8
20	28.5									
21	27.6									
22	26.8									
23	26.2									
24	25.7									

Stratigrafia 1: Parete con cappotto in EPS

Descrizione struttura



1	INT	Intonaco esterno
2	ISO	neopor grafitico
3	MUR	alveolater biop
4	INT	Intonaco interno



Parametri stazionari

Spessore totale	0.475 m
Massa superficiale	307.4 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	266.4 kg/m ²
Resistenza	7.54 m ² K/W
Trasmittanza U	0.13 W/m ² K

Parametri dinamici

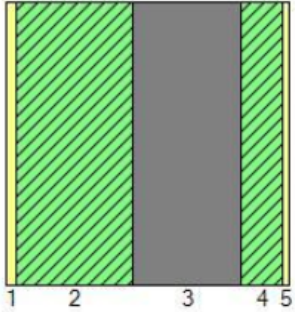
	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0.002 W/m ² K	0.002 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0.01	0.01
Sfasamento	22h 47'	23h 2'
Capacità interna	35.6 kJ/m ² K	36.0 kJ/m ² K
Capacità esterna	29.9 kJ/m ² K	29.4 kJ/m ² K
Ammettenza interna	2.59 W/m ² K	2.62 W/m ² K
Ammettenza esterna	2.18 W/m ² K	2.14 W/m ² K

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0.04		
1	0.015	1800.0	0.900	1000.0	10.0	27.0	0.02	0.15	0.500
2	0.150	50.0	0.032	1340.0	50.0	7.5	4.69	7.50	0.478
3	0.300	863.0	0.113	1000.0	10.0	258.9	2.65	3.00	0.131
4	0.010	1400.0	0.700	1000.0	10.0	14.0	0.01	0.10	0.500
							0.13		



Stratigrafia 2: Parete di tamponamento ARGISOL 40

Descrizione struttura



1	INT	Intonaco esterno
2	ISO	neopor grafitico
3	CLS	Calcestruzzo armato
4	ISO	neopor grafitico
5	INT	Intonaco interno



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0.04		
1	0.015	1800.0	0.900	1000.0	10.0	27.0	0.02	0.15	0.500
2	0.173	50.0	0.032	1340.0	50.0	8.7	5.41	8.65	0.478
3	0.160	2400.0	2.000	1000.0	80.0	384.0	0.08	12.80	0.833
4	0.062	50.0	0.032	1340.0	50.0	3.1	1.94	3.10	0.478
5	0.010	1400.0	0.700	1000.0	10.0	14.0	0.01	0.10	0.500
							0.13		

Parametri stazionari

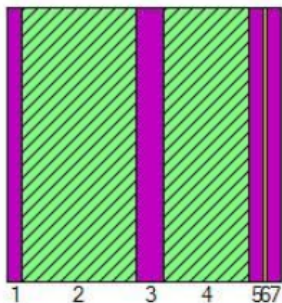
Spessore totale	0.420 m
Massa superficiale	436.8 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	395.8 kg/m ²
Resistenza	7.62 m ² K/W
Trasmittanza U	0.13 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0.003 W/m ² K	0.003 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0.02	0.02
Sfasamento	11h 27'	11h 42'
Capacità interna	15.8 kJ/m ² K	15.8 kJ/m ² K
Capacità esterna	30.1 kJ/m ² K	29.6 kJ/m ² K
Ammettenza interna	1.15 W/m ² K	1.15 W/m ² K
Ammettenza esterna	2.19 W/m ² K	2.15 W/m ² K

Stratigrafia 3: GX1 - GYPROC SAD4

Descrizione struttura



1	VAR	Cartongesso in lastre
2	ISO	Lna minerale 4+
3	VAR	Cartongesso in lastre
4	ISO	ARENA A 34
5	VAR	Cartongesso in lastre
6	PLA	Polietilene (PE)
7	VAR	Cartongesso in lastre



	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0.04		
1	0.013	900.0	0.210	1000.0	8.0	11.3	0.06	0.10	0.233
2	0.100	80.0	0.038	1030.0	1.0	8.0	2.63	0.10	0.461
3	0.025	900.0	0.210	1000.0	8.0	22.5	0.12	0.20	0.233
4	0.075	40.0	0.034	1030.0	1.0	3.0	2.21	0.08	0.825
5	0.013	900.0	0.210	1000.0	8.0	11.3	0.06	0.10	0.233
6	0.003	950.0	0.350	1799.1	100000.0	2.9	0.01	300.00	0.205
7	0.013	900.0	0.210	1000.0	8.0	11.3	0.06	0.10	0.233
							0.13		

Parametri stazionari

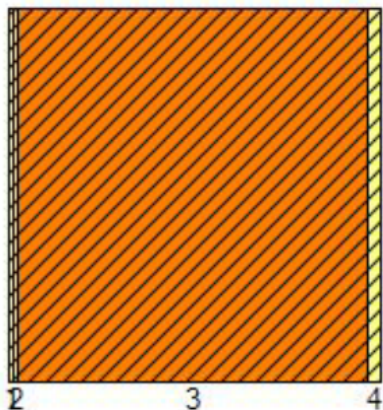
Spessore totale	0.241 m
Massa superficiale	70.1 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	70.1 kg/m ²
Resistenza	5.31 m ² K/W
Trasmittanza U	0.19 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Y _{ie}	0.06 W/m ² K	0.06 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0.34	0.34
Sfasamento	7h 39'	7h 45'
Capacità interna	27.2 kJ/m ² K	27.3 kJ/m ² K
Capacità esterna	16.2 kJ/m ² K	15.9 kJ/m ² K
Ammettenza interna	1.91 W/m ² K	1.92 W/m ² K
Ammettenza esterna	1.11 W/m ² K	1.10 W/m ² K

Stratigrafia 4: Paramento Omogeneo in Ytong

Descrizione struttura



1	INT	Finitura armata per esterni Ytong WF100
2	INT	Rasante per interni Ytong RY50
3	MUR	Calcestruzzo aerato autoclavato Climagold 300 kg/m ³
4	INT	Intonaco di fondo per interni/esterni Ytong LP120

	s [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	c [J/kgK]	μ [-]	M _s [kg/m ²]	R [m ² K/W]	S _D [m]	a [m ² /Ms]
							0.04		
1	0.004	1200.0	0.330	1000.0	25.0	4.8	0.01	0.10	0.275
2	0.006	1400.0	0.470	1000.0	20.0	8.4	0.01	0.12	0.336
3	0.400	300.0	0.072	1000.0	7.0	120.0	5.56	2.80	0.240
4	0.015	1200.0	0.330	1000.0	20.0	18.0	0.05	0.30	0.275
							0.13		

Parametri stazionari

Spessore totale	0.425 m
Massa superficiale	151.2 kg/m ²
Massa superficiale esclusi intonaci	120.0 kg/m ²
Resistenza	5.80 m ² K/W
Trasmittanza U	0.17 W/m ² K

Parametri dinamici

	Valori invernali	Valori estivi
Trasmittanza periodica Yie	0.01 W/m ² K	0.01 W/m ² K
Fattore di attenuazione	0.08	0.08
Sfasamento	17h 21'	17h 32'
Capacità interna	27.0 kJ/m ² K	27.2 kJ/m ² K
Capacità esterna	26.4 kJ/m ² K	25.5 kJ/m ² K
Ammettenza interna	1.97 W/m ² K	1.99 W/m ² K
Ammettenza esterna	1.93 W/m ² K	1.86 W/m ² K

Parametri stazionari		S1	S2	S3	S4				
Spessore totale	m	0.475	0.42	0.241	0.425				
Massa superficiale	kg/m ²	307.4	436.8	70.1	151.2				
Massa superficiale esclusi intonaci	kg/m ²	266.4	395.8	70.1	120				
Resistenza	m ² K/W	7.54	7.62	5.31	5.8				
Trasmittanza U	W/m ² K	0.13	0.13	0.19	0.17				
		Valori invernali				Valori estivi			
Parametri dinamici		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Trasmittanza periodica Yie	W/m ² K	0.002	0.003	0.064	0.01	0.002	0.003	0.06	0.01
Fattore di attenuazione		0.01	0.02	0.34	0.08	0.01	0.02	0.34	0.08
Sfasamento		22h 47'	11h 27'	7h 39'	17h 21'	23h 2'	11h 42'	7h 45'	17h 32'
Capacità interna	kJ/m ² K	35.60	15.8	27.2	27	36	15.8	27.3	27.2
Capacità esterna	kJ/m ² K	29.90	30.1	16.2	26.4	29.4	29.6	15.9	25.5
Ammettenza interna	W/m ² K	2.59	1.15	1.91	1.97	2.62	1.15	1.92	1.99
Ammettenza esterna	W/m ² K	2.18	2.19	1.11	1.93	2.14	2.15	1.1	1.86



Cappotto esterno in Eps		ARGISOL 40		PARETE A SECCO IN LANE MINERALI		Pramento omogeneo in Ytong	
a		a		a		a	
[m ² /Ms]		[m ² /Ms]		[m ² /Ms]		[m ² /Ms]	
0.5	0.0075	0.5	0.0075	0.233	0.003029	0.275	0.0011
0.478	0.0717	0.478	0.082694	0.461	0.0461	0.336	0.002016
0.131	0.0393	0.833	0.13328	0.233	0.005825	0.24	0.096
0.5	0.005	0.478	0.029636	0.825	0.061875	0.275	0.004125
	0.26	0.5	0.005	0.233	0.003029		0.24292
			0.614548	0.205	0.000615		
				0.233	0.003029		
					0.510339		




Non esiste un materiale isolante che ottimale a prescindere da valutazioni di contesto

Dal confronto veloce di queste stratigrafie proposte è evidente come ad apparenti soluzioni facilmente performanti in termini di comfort invernale non corrispondano condizioni altrettanto soddisfacenti da un punto di vista estivo

Non esiste, quindi, un componente opaco sempre adatto ad ogni situazione climatica

La progettazione dei componenti opachi dell'involucro edilizio non può prescindere da un approccio integrato alla progettazione architettonica globale





Grazie per l'attenzione

Professionalità al servizio del sistema casa