



# Isolamento e soluzioni tecnologiche in Poliuretano

Dott. Fabio Raggiotto

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

# La nostra storia



*più di 50 anni di impegno  
per l'isolamento termico*



**1970-2000**

STIFERITE leader del mercato italiano partecipa allo sviluppo normativo europeo



**2000-2005**

Sviluppo delle schiume polyiso con eccellenti prestazioni meccaniche, di stabilità dimensionale e di sicurezza al fuoco



**2016**

Nuova linea produttiva per pannelli con spessore fino a 200 mm

**2005-2010**

Pannelli per nuove applicazioni (rivestimenti gastight, applicazioni a cappotto e coperture ventilate)

Dott. Fabio Raggiotto

# Cos' è il poliuretano?

- Polimero versatile impiegato con diverse caratteristiche e prestazioni in molteplici settori
- Essenziale, per le sue prestazioni isolanti, nella catena del freddo e in edilizia
- Ampiamente studiato dal punto di vista sanitario, si può definire innocuo e trova molti impieghi anche nel settore medico



Dott. Fabio Raggiotto

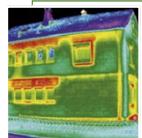
# Cos'è il Poliuretano espanso rigido?

- Schiuma PIR – Polyiso con migliorate prestazioni meccaniche e di reazione al fuoco
- Le schiume PIR – Polyiso sono polimeri TERMOINDURENTI:
  - Non rammoliscono
  - Non fondono
  - Non possono sublimare
- I pannelli sono prodotti mediante impianti di schiumatura in continuo
- I pannelli sono SEMPRE provvisti di rivestimenti che variano in funzione della destinazione applicativa dei prodotti



Dott. Fabio Raggiotto

# Poliuretano espanso rigido: quali prestazioni?



Isolamento termico



Limitato impatto ambientale



Leggerezza



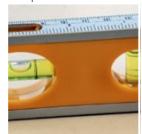
Caratteristiche meccaniche



Durabilità



Sicurezza nell'impiego



Stabilità dimensionale

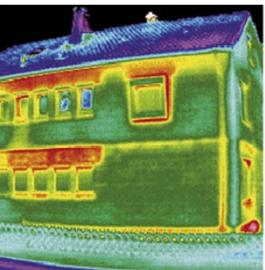


Inerzia agli agenti chimici e biologici



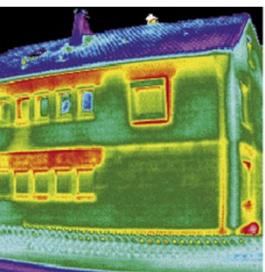
Lavorabilità

# Conducibilità Termica Dichiarata $\lambda_D$



- I materiali sottoposti a marcatura CE espongono in etichetta il valore di  $\lambda_D$  che **corrisponde al valore medio per 25 anni di esercizio riscontrabile sul 90% della produzione con il 90% della confidenza statistica e valutato alla temperatura di prova di 10°C.**
- Per tutti i materiali isolanti sottoposti a marcatura CE **la conduttività termica di progetto ( $\lambda$ ) coincide con la conducibilità termica dichiarata ( $\lambda_D$ ) in condizioni standard di esercizio** (temperature comprese tra 0 e 20 °C e Umidità Relativa tra 0 e 50%)
- Solo se i range di temperatura e UR sono sostanzialmente diversi dalle condizioni standard, il progettista può correggere i valori della conduttività termica dichiarata di tutti i materiali isolanti utilizzando la norma UNI EN 10456.

# Le prestazioni isolanti stabili nel tempo



$$\lambda_D = 0,022 \text{ W/mK}$$

Pannelli con rivestimenti gastight

$$\lambda_D = 0,025 \text{ W/mK}$$

Pannelli con rivestimenti permeabili con spessore uguale o superiore a 120 mm

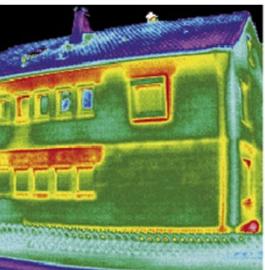
$$\lambda_D = 0,026 \text{ W/mK}$$

Pannelli con rivestimenti permeabili con spessore uguale o superiore a 80 mm

$$\lambda_D = 0,028 \text{ W/mK}$$

Pannelli con rivestimenti permeabili con spessore inferiore a 80 mm

# Quali sono i vantaggi di un materiale isolante efficiente?



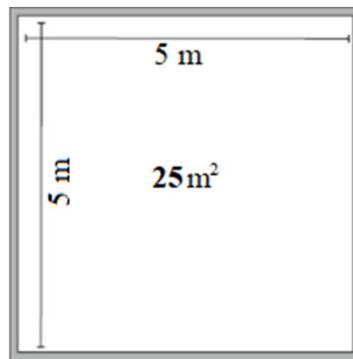
A parità di trasmittanza termica delle strutture:

- Utilizzo di spessori ridotti
- Migliore rapporto volume edilizio/spazio abitativo
- Minori costi di mano d'opera
- Minori costi di trasporto e stoccaggio
- Minore volume e peso di materiale utilizzato (minore impatto ambientale in fase di costruzione e demolizione).

# Isolare senza sprecare spazio

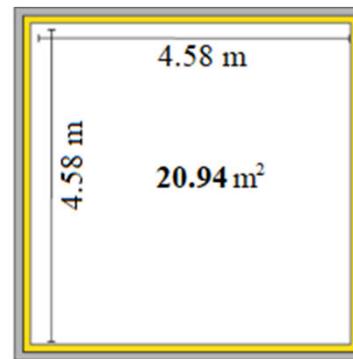


Stanza non isolata



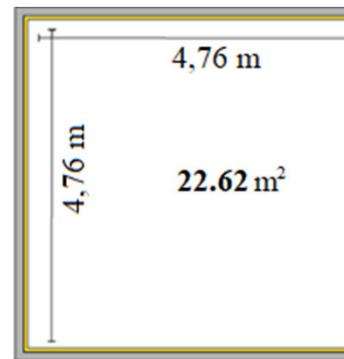
$U = 1,03 \text{ W/m}^2\text{K}$

Stanza isolata altro  
materiale isolante  
 $\lambda_D = 0,040 \text{ W/mK}$



$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Stanza isolata  
Pannelli PIR/CG  
 $\lambda_D = 0,022 \text{ W/mK}$



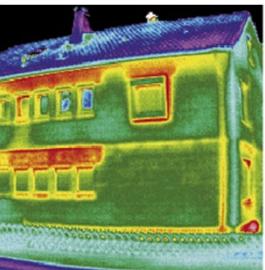
$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vantaggio PIR  
+ 1,68 m<sup>2</sup>



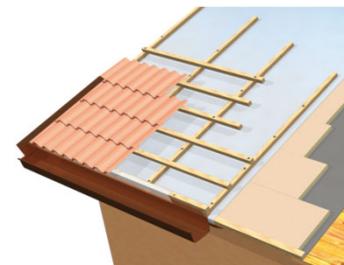
Dott. Fabio Raggiotto

# L'isolamento compromette il benessere estivo?



L'isolamento in poliuretano consente anche alle strutture più leggere di soddisfare il requisito di Trasmittanza Termica Periodica ( $Y_{ie}$ ) fissato dal DM 26/06/2015 per valutare l'inerzia termica delle strutture:

- Pareti  
 $Y_{ie} < 0,10 \text{ W/mK}$  o  $M > 230 \text{ kg/m}^2$
- Coperture  
 $Y_{ie} < 0,18 \text{ W/mK}$



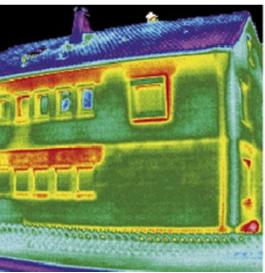
Stratigrafia (int-est)	s [cm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\mu$ [-]	c [J/kgK]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]
Strato liminare interno						0,10
Tavolato in legno	2,5	600	50	2720	0,220	
Membrana traspirante	0,2	1000	30	1000	0,230	
<b>pannello PU</b>	<b>10,0</b>	<b>35</b>	<b>56</b>	<b>1464</b>	<b>0,022</b>	
aria	4,0	1	1	1000		0,15
coppi o tegole	2,0	1800	7	837	0,360	
Strato liminare esterno						0,04

<b>Trasmittanza termica periodica (<math>Y_{ie}</math>)</b>	<b>0,143</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>
Resistenza termica (R)	5,095	m <sup>2</sup> K/W
<b>Trasmittanza termica (U)</b>	<b>0,196</b>	<b>W/m<sup>2</sup>K</b>

10 cm di poliuretano garantiscono il comfort estivo e invernale e limitano i consumi energetici in tutte le stagioni

Dott. Fabio Raggiotto

# L'isolamento compromette il benessere estivo?

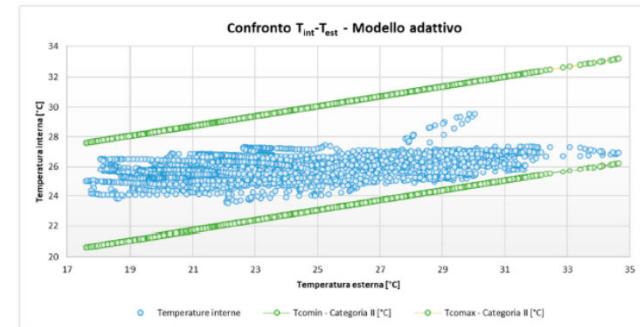


Un recente studio ha confrontato alcune misure realizzate in opera con i risultati della modellazione in regime dinamico orario degli ambienti.

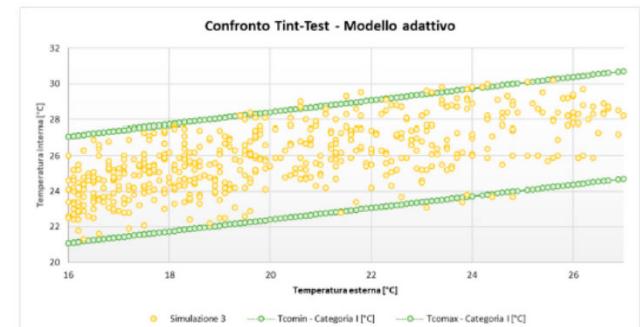
Per il contesto residenziale (mansarda isolata) con entrambi i metodi i risultati dimostrano il raggiungimento degli obiettivi di comfort e benessere termico.

Anche nelle situazioni più sfavorevoli, es. scuola con ampie superfici vetrate, le analisi dimostrano la possibilità di raggiungere condizioni di comfort con un'adeguata ventilazione ed un controllo delle schermature

Mansarda misure in opera



Scuola analisi dinamica



Dott. Fabio Raggiotto

# Il poliuretano è sostenibile?



Gli strumenti utilizzati dalle aziende per misurare e migliorare la sostenibilità:

- adottare un'attenta politica ambientale che prevede la valutazione e la riduzione continua degli impatti derivanti dall'attività produttiva.
- Sviluppare studi di LCA (Life Cycle Assessment) e rendere disponibili le EPD (Environmental Product Declaration)
- sviluppare la mappatura dei propri prodotti secondo lo standard internazionale di certificazione ambientale degli edifici LEED
- certificare il sistema di gestione ambientale secondo lo standard ISO 14001
- aderire al marchio volontario istituito da ANPE (Associazione Nazionale Poliuretano Espanso rigido).



Dott. Fabio Raggiotto

# I pannelli PIR soddisfano i requisiti dei Criteri Ambientali Minimi (CAM)?



- Il nuovo Codice degli Appalti (D.Lgs 50/2016 e D.Lgs 19 aprile 2017, n. 56) prevede l'inserimento dei Criteri Ambientali Minimi (Decreto 11 gennaio 2017 e DM 11 ottobre 2017) in tutti i bandi di gara (a prescindere dall'importo)
- L'Ecobonus 110% prevede l'uso di materiali conformi ai CAM
- Per i materiali isolanti i CAM prevedono:
  - non utilizzo materie prime nocivi per la salute e/o per l'ambiente
  - quantificazione delle percentuali di materiale riciclato presente nei prodotti



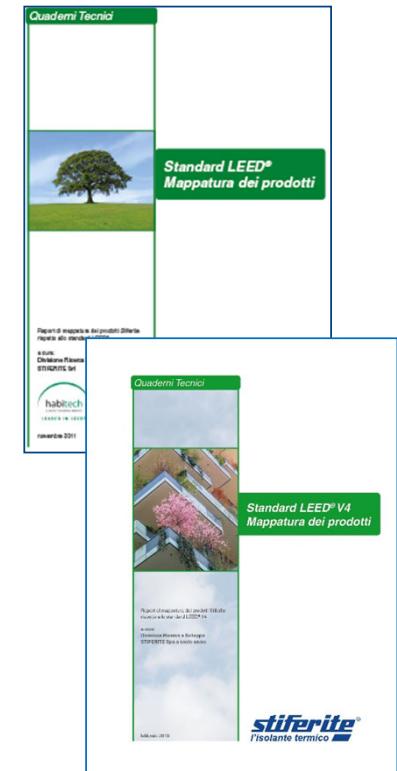
I prodotti STIFERITE rispettano i requisiti dei CAM.  
Dichiarazioni e dati sono compresi Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) di livello III, verificata da Ente Terzo, disponibile online per l'intera gamma produttiva

Dott. Fabio Raggiotto

# I pannelli PIR e il sistema di certificazione LEED®



- Sistema volontario di **certificazione ambientale degli edifici**
- Basato su **rating** relativi a diverse aree tematiche
- **Certifica l'edificio** nel suo insieme **e non i prodotti**
- **I prodotti possono contribuire al raggiungimento dei requisiti** richiesti
- nel 2011, la mappatura dei propri prodotti secondo lo Standard LEED® Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni
- una nuova mappatura riferita allo standard internazionale LEED® V4.

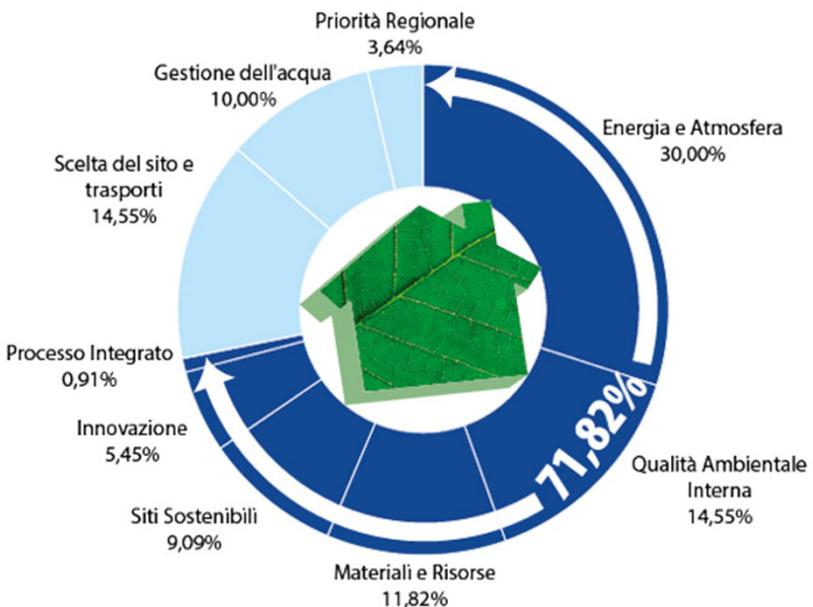


Dott. Fabio Raggiotto

# I pannelli PIR contribuiscono alle certificazioni LEED®?

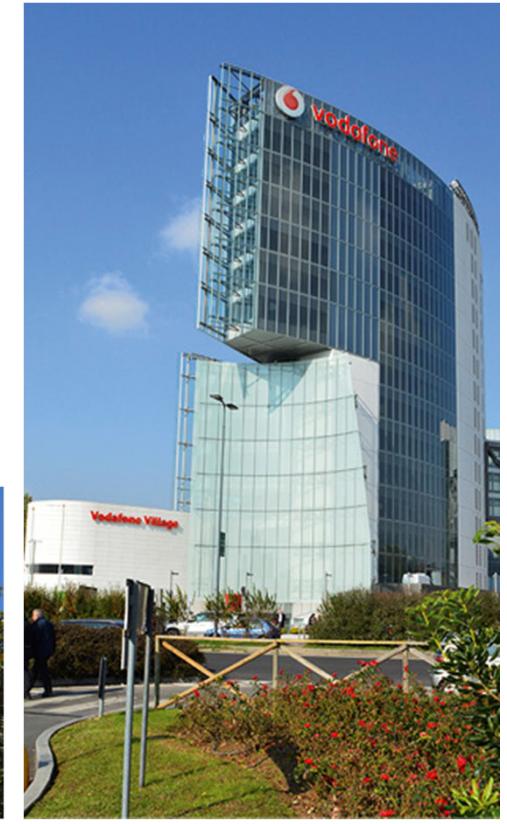


Tabella 1. LEED® v4 BD + C New Construction and Major Renovation evidenziate in blu le aree pertinenti agli isolanti STIFERITE			PUNTI
	IP	INTEGRATIVE PROCESS Processo integrato	1
	LT	LOCATION & TRANSPORTATION Localizzazione e trasporti	16
	SS	SUSTAINABLE SITES Sostenibilità del sito	10
	WE	WATER EFFICIENCY Gestione efficiente delle acque	11
	EA	ENERGY AND ATMOSPHERE Energia e atmosfera	33
	MR	MATERIALS AND RESOURCES Materiali e risorse	13
	EQ	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY Qualità ambientale interna	16
	IN	INNOVATION Innovazione	6
	RP	REGIONAL PRIORITY Priorità regionale	4
TOTALE			110



Dott. Fabio Raggiotto

# I prodotti PIR negli edifici certificati LEED®



Dott. Fabio Raggiotto

# Che assorbimento d'acqua hanno i pannelli di PU?



La schiuma poliuretanica a celle chiuse assicura un assorbimento d'acqua molto limitato

	Immersione totale per 28 gg/(% <sub>w</sub> )	Immersione parziale a breve periodo/(kg/m <sup>2</sup> )
<b>Pannelli con rivestimenti cartacei</b>	< 5	< 0,3
<b>Pannelli con rivestimenti inorganici</b>	< 2	< 0,2
<b>Pannelli con rivestimenti metallici o multilayer o rivestimenti organici <u>d</u>&lt;120 mm</b>	< 1	< 0,1

# Che permeabilità al vapore hanno i pannelli di PU?

- La permeabilità al vapore degli isolanti in poliuretano varia in funzione del tipo di rivestimento.
- Per pannelli con rivestimenti permeabili il range di valori del coefficiente di permeabilità al vapore ( $\mu$ ) va da un minimo di 30 ad un massimo di 150.
- Utilizzando rivestimenti impermeabili al vapore si raggiungono coefficienti di permeabilità al vapore molto elevati.

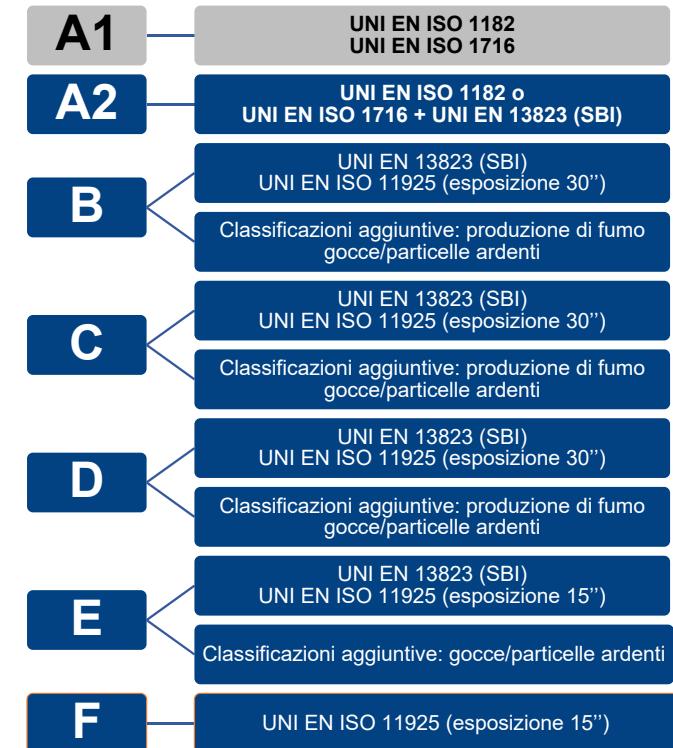


Resistenza alla diffusione del vapore Z e Fattore di resistenza al passaggio del vapore $\mu$ (EN 12086)		
Pannelli STIFERITE	Z (m <sup>2</sup> /hPa)	$\mu$
Class B	4,9	33
Class S - Class SK - FIRE B	8	56
Isoventilato	9,6	68
GT	21	148
GTE	>13440	> 89900
AI4	> 16800	> 590211

# Come si definisce il comportamento all'incendio degli isolanti termici?



- Reazione al fuoco
  - Per i materiali isolanti sottoposti a marcatura CE si valuta con il sistema delle Euroclassi
- Gli isolanti PU
  - Euroclassi dalla B s1 d0, la migliore ottenibile da isolanti organici, alla F in funzione del tipo di rivestimento
- Importante valutare le prestazioni dei materiali nelle reali condizioni di impiego (end use condition)



Dott. Fabio Raggiotto

# I pannelli PIR possono essere una scelta sicura?



Pannelli	Euroclasse
Lastre acc. a cartongesso (Disp. anche con cartongesso A1)	B s1 d0
PU ove sia richiesta una migliore reazione al fuoco	B s1 d0
PU con rivestimenti di alluminio	D s2 d0
PU con riv. multistrato e inorganici	E
Altri pannelli in PU	F
END USE CONDITION	Euroclasse
Sistema ETICS con PU	B s1 d0
Parete ventilata – PU rasato	B s2 d0
PU per condutture aria ventilata	B s1/2 d0
Sistemi copertura	B roof (t2/t3)



Member of the FM Global Group

Dott. Fabio Raggiotto

# La schiuma PIR e le prestazioni di reazione al fuoco



La schiuma a contatto delle fiamme si carbonizza e protegge gli strati più interni, rallentando la propagazione dell'incendio.



Dott. Fabio Raggiotto

# Le reali condizioni di impiego e i test di grande scala



- STIFERITE, l'associazione italiana ANPE, e l'associazione europea PU EUROPE hanno svolto progetti di ricerca con diversi metodi di prova di media e grande scala (ONORM 3800 – DIN4102-20).
- I test hanno confermato il buon comportamento degli isolanti poliuretanici in condizioni reali di esercizio.
- Nei test comparativi tra soluzioni applicative isolate con poliuretani e con isolanti incombustibili non si sono riscontrate sostanziali differenze.
- Ampia documentazione disponibile online

[https://www.youtube.com/channel/UC28x\\_Zkp4KVnaYyaUQfr9Q](https://www.youtube.com/channel/UC28x_Zkp4KVnaYyaUQfr9Q)



Dott. Fabio Raggiotto

# Quali sono le emissioni di composti organici volatili indoor (VOC) dei pannelli panelli PIR?



## 4. RESULTATS RESULTS

Molécule Molecule	N° CAS Nº CAS	Concentration d'exposition exprimée en µg/m³ Exposure concentration expressed in µg/m³	Classe d'émission Emission class	Classe d'émission Etiquetage Labeling emission Class
Formaldéhyde Formaldehyde	50-00-0	< 2	A+	A +
Acétaldéhyde Acetaldehyde	75-07-0	< 2	A+	
Toluène Toluene	108-88-3	< 5	A+	
Tétrachloroéthylène Tetrachloroethylene	127-18-4	< 5	A+	
Xylène Xylene	1330-20-7	< 5	A+	
1,2,4-triméthylbenzène 1,2,4-trimethylbenzene	95-63-6	< 5	A+	
1,4-dichlorobenzène 1,4-dichlorobenzene	106-46-7	< 5	A+	
Ethylbenzène Ethylbenzene	100-41-4	< 5	A+	
2-Butoxyéthanol 2-Butoxyethanol	111-76-2	< 5	A+	
Styrène Styrene	100-42-5	< 5	A+	
COVT COVT		< 200	A+	

	C	B	A	A+
TVOC	>2000	<2000	<1500	<1000
Formaldehyde	>120	<120	<60	<10
Acetaldehyde	>400	<400	<300	<200
Toluene	>600	<600	<450	<300
Tetrachloroethylene	>500	<500	<350	<250
Ethylbenzene	>1500	<1500	<1000	<750
Xylene	>400	<400	<300	<200
Styrene	>500	<500	<350	<250
2-Butoxyethanol	>2000	<2000	<1500	<1000
Trimethylbenzene	>2000	<2000	<1500	<1000
1,4-Dichlorobenzene	>120	<120	<90	<60



Dott. Fabio Raggiotto

# Qual è la durabilità dei prodotti isolanti in poliuretano?



## Durabilità PU ~ 50 anni

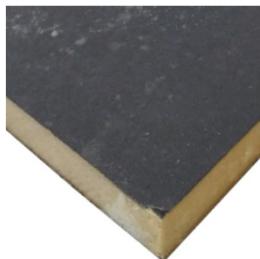
- Grazie alla struttura a celle chiuse, in normali condizioni d'uso, non subisce trasformazioni causate da assorbimento d'acqua, compressione, ecc.
- La durata di un prodotto e le sue caratteristiche sono elementi essenziali per stimare le prestazioni a lungo termine degli edifici, sia in termini di costi che di impatti ambientali e pertanto considerati all'interno delle norme armonizzate europee (EN 13165 per i prodotti isolanti in PU)
- Non sono ancora disponibili norme tecniche che fissino i parametri e metodi di prova, ma può essere valutata solo con esperienze applicative.



- Test FIW Monaco di Baviera – PU Europe (2010)
- Test Università IUAV di Venezia – Stiferite (2019)

# Qual è la durabilità dei pannelli PIR?

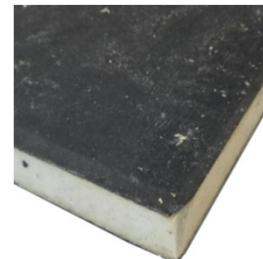
## Test Università IUAV di Venezia



Posizione:  
Intercapedine  
muro  
perimetrale  
(villetta  
unifamiliare)  
  
Anno prelievo:  
2018



Posizione:  
Copertura piana  
(edificio  
multipiano)  
  
Anno prelievo:  
2019



Posizione:  
Copertura a  
falda (edificio  
unifamiliare)  
  
Anno prelievo:  
2018

I  
- - -  
U  
- - -  
A  
- - -  
V

Proprietà	Valore dichiarato	Valore misurato dopo 36 anni
Spessore	40 mm	40,83 mm
Resistenza a compressione al 10 %	150 kPa	271,15 kPa
Conducibilità termica	0,028 W/mK	0,027 W/mK
Resistenza termica	1,43 m <sup>2</sup> K/W	1,51 m <sup>2</sup> K/W

Proprietà	Valore dichiarato	Valore misurato dopo 31 anni
Spessore	30 mm	32,30 mm
Resistenza a compressione al 10 %	150 kPa	184,59 kPa
Conducibilità termica	0,028 W/mK	0,027 W/mK
Resistenza termica	1,07 m <sup>2</sup> K/W	1,20 m <sup>2</sup> K/W

Proprietà	Valore dichiarato	Valore misurato dopo 20 anni
Spessore	30 mm	31,22 mm
Resistenza a compressione al 10 %	150 kPa	264,49 kPa
Conducibilità termica	0,028 W/mK	0,028 W/mK
Resistenza termica	1,07 m <sup>2</sup> K/W	1,12 m <sup>2</sup> K/W

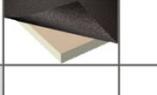
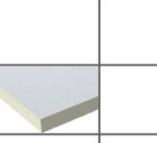
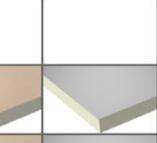
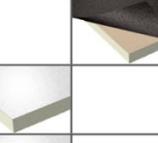
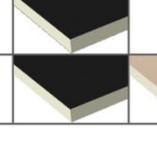
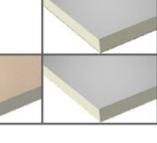
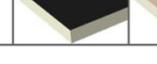
Dott. Fabio Raggiotto

# Pannelli progettati per le esigenze specifiche delle applicazioni

	Class B - BH	Class S - SH	Class SK	FIRE B	GT	GTE	AI6	GT3 - GT4 - GT5	RP	Isoventilato	Sistema Pendenzato	Lavorazioni Speciali
<b>COPERTURE PIANE</b>												
Membrane impermeabili a vista												
Bituminose fissate a caldo												
Bituminose o sintetiche fissate a freddo												
Autoadesive												
Membrane impermeabili sotto zavorra												
Bituminose fissate a caldo												
Bituminose o sintetiche fissate a freddo												
Autoadesive												
Libere												

Dott. Fabio Raggiotto

# Pannelli progettati per le esigenze specifiche delle applicazioni

Class B - BH	Class S - SH	Class SK	FIRE B	GT	GTE	Al6	GT3 - GT4 - GT5	RP	Isoventillato	Sistema Pendenzato	Lavorazioni Speciali
<b>COPERTURE A FALDA</b>											
Membrane impermeabili di sicurezza											
Bituminose fissate a caldo											
Bituminose o sintetiche fissate a freddo											
Autoadesive											
Ventilate											
Non ventilata con copertura in lamiera											

# Pannelli progettati per le esigenze specifiche delle applicazioni

	Class B - BH	Class S - SH	Class SK	FIRE B	GT	GTE	AI6	GT3 - GT4 - GT5	RP	Isoventilato	Sistema Pendenzato	Lavorazioni Speciali
<b>PARETI</b>												
Dall'esterno a cappotto sistemi ETICS												
Dall'esterno Facciate Ventilate												
Dall'interno tamponamenti isolante + cartongesso												
Intercapedine												

# Pannelli progettati per le esigenze specifiche delle applicazioni

	Class B - BH	Class S - SH	Class SK	FIRE B	GT	GTE	AI6	GT3 - GT4 - GT5	RP	Isoventilato	Sistema Pendenzato	Lavorazioni Speciali
<b>PAVIMENTI</b>												
Pavimenti												
Pavimenti radianti												
Pavimenti industriali												
<b>PUNTI CRITICI e SUPERFICI NON PLANARI</b>												
Tegoli CAP												
Superfici curve												
Applicazioni Contro Terra												
Correzione Ponti Termici												

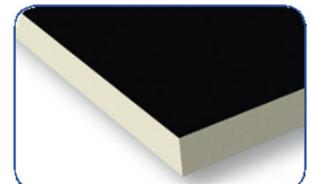
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Sede Allianz - Trieste



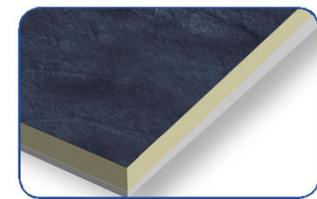
*FIRE B*



*Class SK*



*Pendenzato*



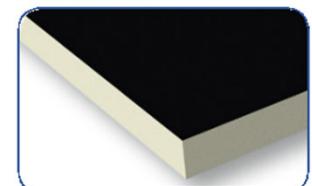
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Facciate Ventilate Sede Allianz - Trieste



**FIRE B**



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Facciate ETICS Sede Allianz - Trieste



**Class SK**



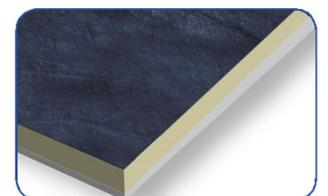
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Copertura piana pendenzata – Sede Allianz - Trieste



*Pendenzato*



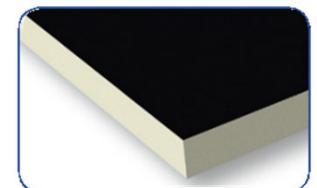
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Facciate Ventilate –Nuovo Polo Universitario - Lodi



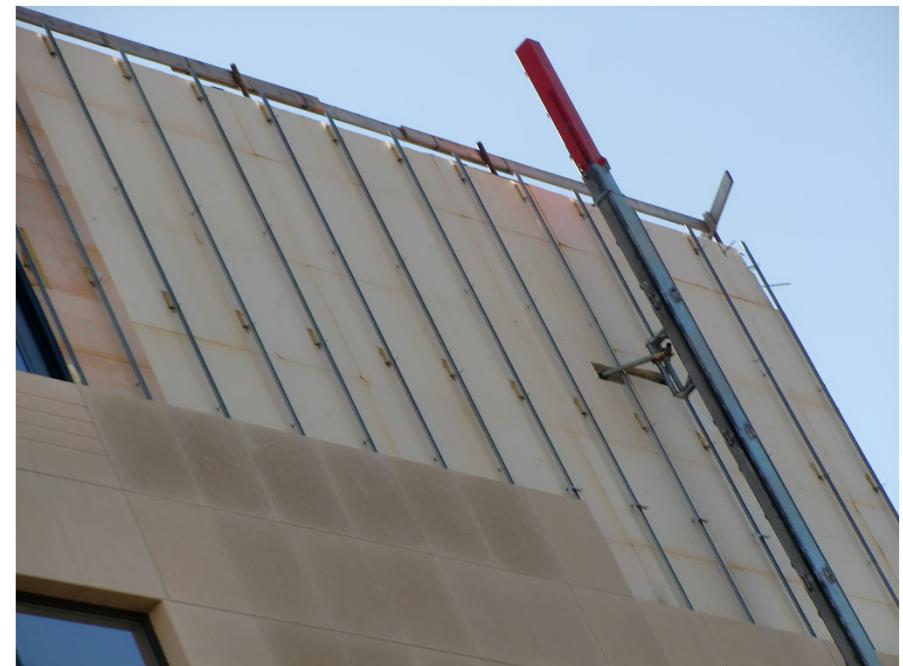
**FIRE B**



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Facciate Ventilate –Università - Trento



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Facciate Ventilate –BNL – BNP Paribas Roma



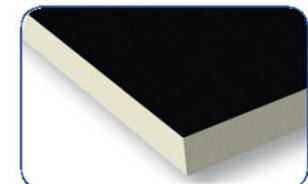
Dott. Fabio Raggiotto

## Case History

### Facciate Ventilate ed ETICS – Ospedale Madonna del Soccorso – San Benedetto (AP)



**FIRE B**



**Class SK**



Dott. Fabio Raggiotto

## Case History

# Facciate ETICS –Glam Hotel Duca – Piazzale d'Aosta (MI)



*Class SK*



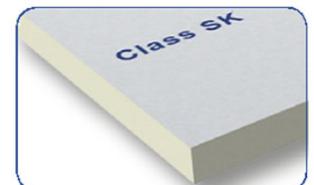
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Facciate ETICS – Casa di Cura – Verdello (BG)



**Class SK**



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Facciate ETICS – City Life - Milano



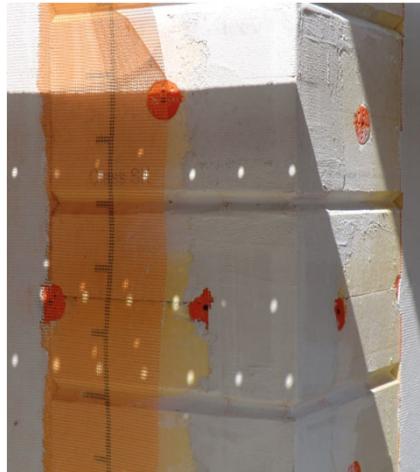
**Class SK**



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Sistema Cappotto - Lavorazioni particolari



*Lavorazioni Speciali*



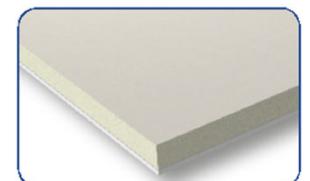
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Isolamento dall'interno - Corte dei Conti – Roma



RP



Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Isolamento dall'interno - City Life - Milano



STIFERITE RP



Dott. Fabio Raggiotto

## Case History

### Isolamento di coperture - Museo Multimediale del '900 (M9) – Mestre (VE)



**Isoventilato**



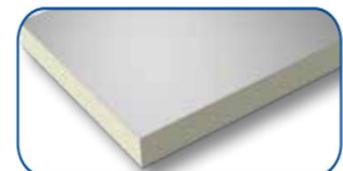
Dott. Fabio Raggiotto

## Case History

# Isolamento di coperture – Logistica Teddy – Gatteo (FC)



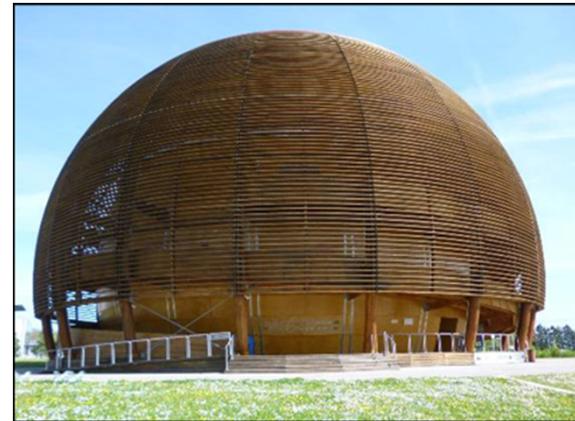
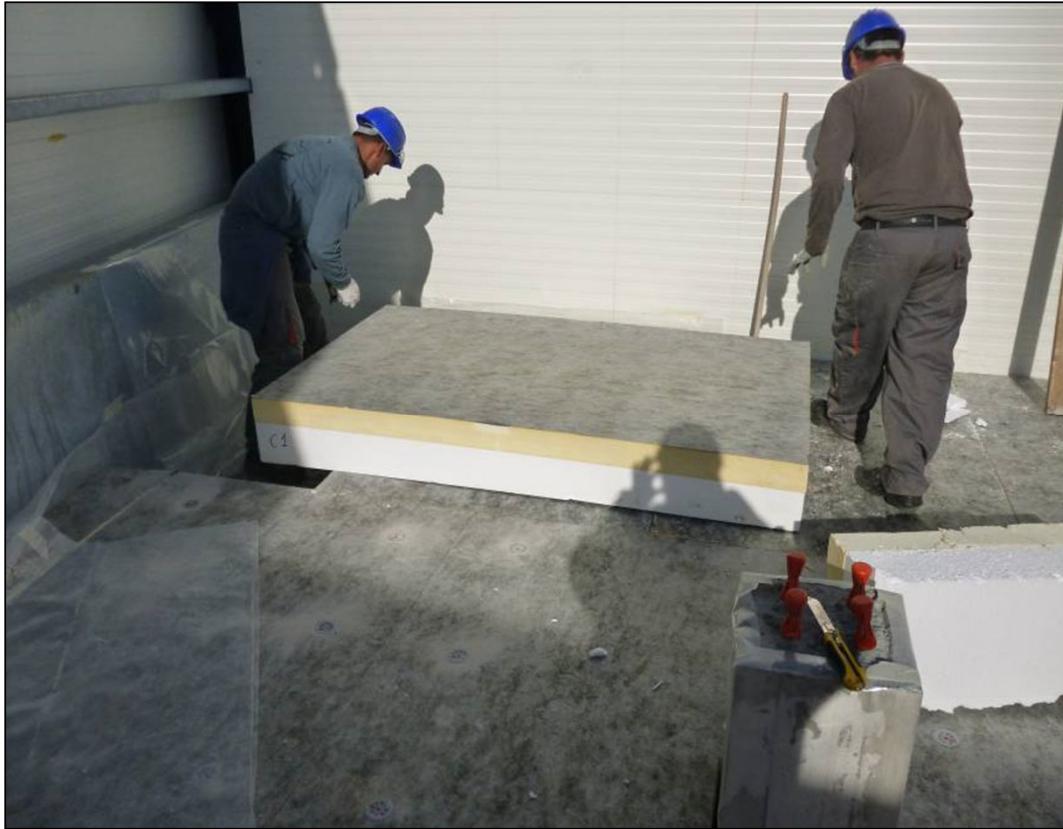
STIFERITE GTE



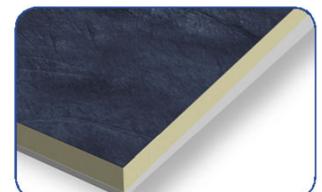
Dott. Fabio Raggiotto

## Case History

# Isolamento coperture sistema pendenzato – CERN – Ginevra (CH)



*Pendenzato*



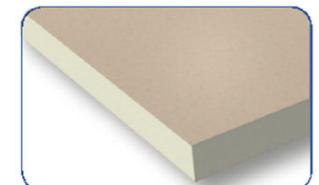
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

# Pavimentazioni – Piazza Magnago - Bolzano



**GT**



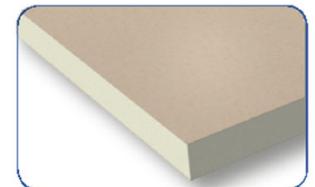
Dott. Fabio Raggiotto

Case History

## Solai – Centro Commerciale Nave de Vero - Venezia



GT



Dott. Fabio Raggiotto



Grazie per l'attenzione  
Fabio Raggiotto  
[fraggiotto@stiferite.com](mailto:fraggiotto@stiferite.com)  
348 6706963 - [www.stiferite.com](http://www.stiferite.com)

In Puglia: Geom. Maria Grazia Rainone – 3358771936 –  
[mgrainone@stiferite.com](mailto:mgrainone@stiferite.com)

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.