

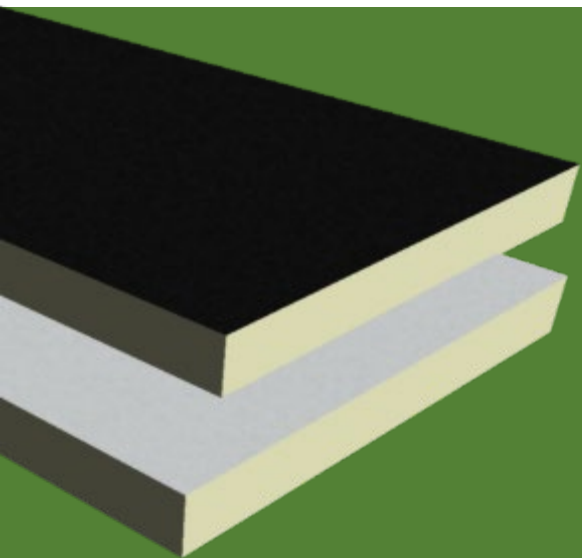


.02

## Pannelli in poliuretano espanso rigido con rivestimenti flessibili Applicazioni a pavimento

Aaron Schirra

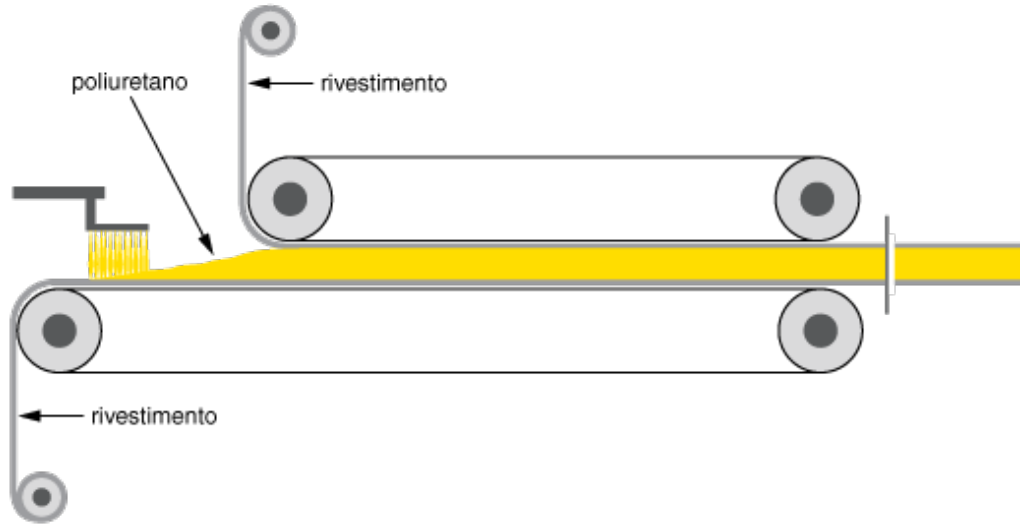
## Impariamo a riconoscerli...



Nei pannelli in poliuretano con rivestimenti flessibili sono sempre individuabili:

- Rivestimento inferiore
- Strato di schiuma poliuretanic
- Rivestimento superiore
- I rivestimenti possono essere uguali o diversi tra loro ma sono SEMPRE presenti

# La tecnologia produttiva



Durante la polimerizzazione la schiuma poliuretanicca aderisce spontaneamente ai rivestimenti

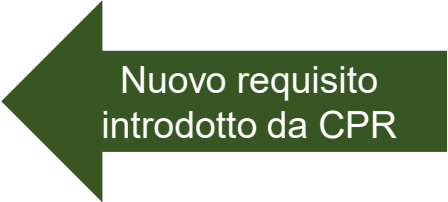
## Un'ampia gamma di prodotti

- Le aziende produttrici hanno sviluppato un'ampia gamma di prodotti diversi tra loro per caratteristiche tecniche sia della schiuma poliuretana e sia dei rivestimenti
- Le diverse tipologie sono funzionali ad una migliore performance dei prodotti nelle specifiche applicazioni edilizie a cui sono destinati:
  - Pavimenti
  - Coperture
  - Pareti



# Regolamento Prodotti da Costruzione - CPR

- Da luglio 2013 sostituisce la precedente Direttiva Prodotti da Costruzione (CPD)
- I prodotti devono consentire alle opere in cui sono inseriti di soddisfare i 7 requisiti essenziali:
  - Resistenza meccanica e stabilità
  - Sicurezza in caso di incendio
  - Igiene, salute e ambiente
  - Sicurezza in uso
  - Protezione contro il rumore
  - Risparmio energetico e ritenzione di calore
  - **Uso sostenibile delle risorse naturali.**



Nuovo requisito  
introdotta da CPR

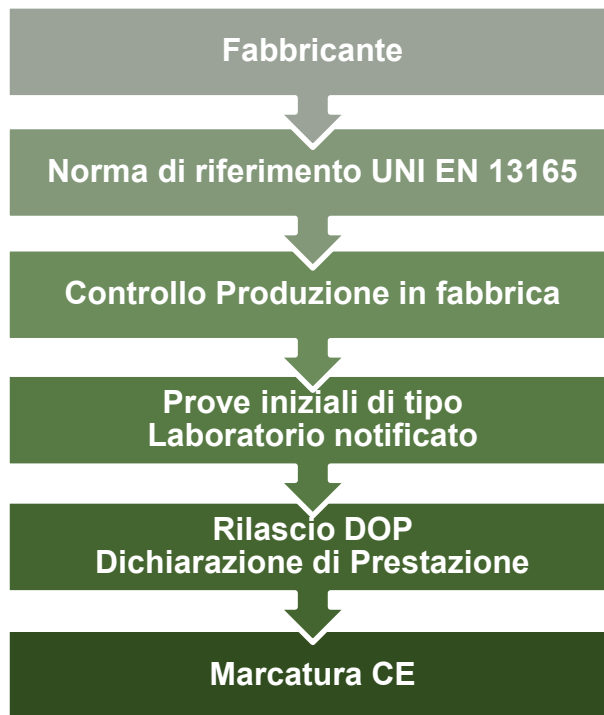
*NB - per alcuni requisiti non sono ancora disponibili norme armonizzate*



## CPR norme armonizzate e marcatura CE

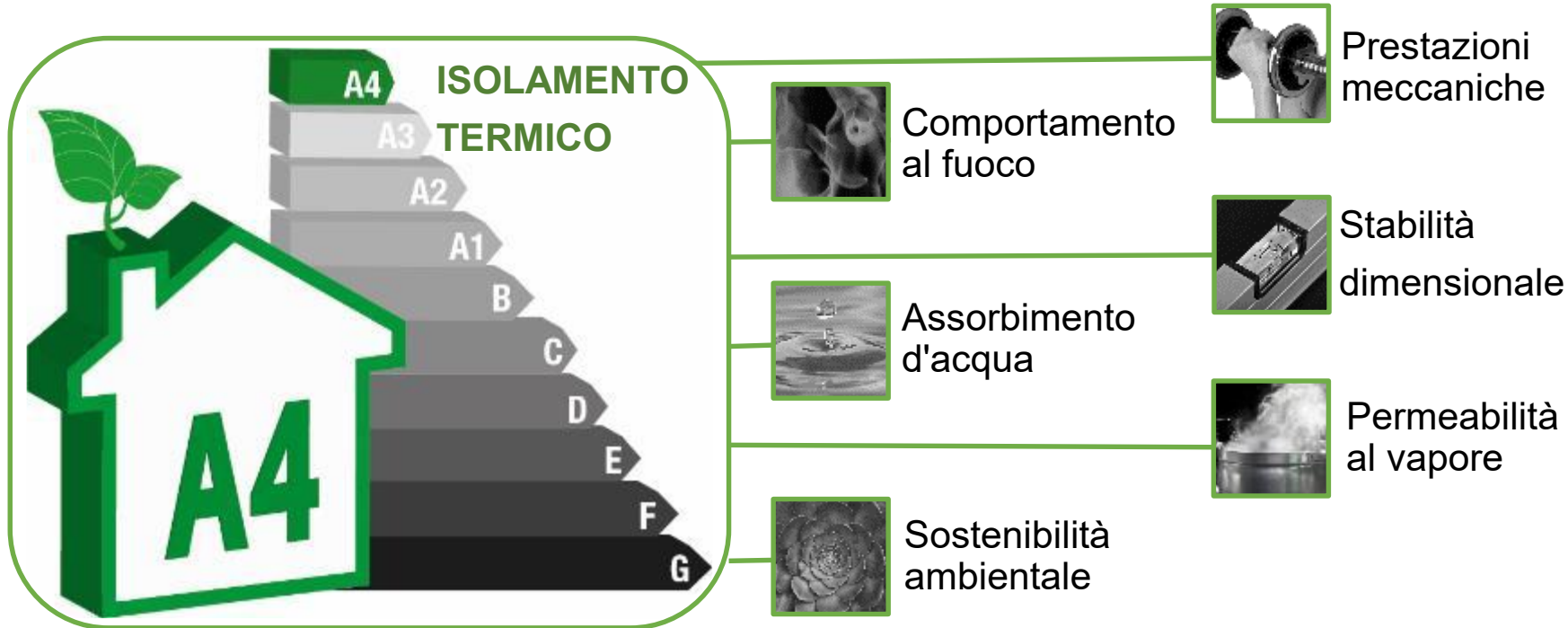
- Sono soggetti alla marcatura CE solo i prodotti per i quali è disponibile una norma armonizzata EN
- UNI EN 13165:2013  
Isolanti termici per edilizia - Prodotti di poliuretano espanso rigido (PU) ottenuti in fabbrica.  
**PU** comprende sia prodotti PIR che PUR.  
La differenza tra PUR e PIR dipende da un diverso rapporto tra le materie prime
- UNI EN 13165:x prevede l'attestazione della conformità con il Sistema 3

# UNI EN 13165 – Sistema 3



<b>CE</b>
01234
Any Co Ltd, PO Box 21, B-1050 12
01234-CPD-00234
EN 13165:2012 PU
REF C-02.eD R <sub>0</sub> 4,2 m2 KW $\lambda_{D}$ 0,024 W/m K d <sub>0</sub> 300 mm
PU — EN 13165 — T2 — DS(70,90) — CS(10/V)100

# Principali caratteristiche e prestazioni





# ISOLAMENTO TERMICO

- Il valore di  $\lambda_D$  è comprensivo delle correzioni statistiche (90/90: 90% della produzione con il 90% di confidenza statistica) e della maggiorazione dovuta all'invecchiamento (valore medio per 25 anni di esercizio)
- $\lambda_D$  equivale al lambda di progetto per le condizioni di esercizio più comuni in edilizia (interno + 20° C – esterno 0° C)
- Per tutti i materiali isolanti, se le condizioni di esercizio sono differenti si utilizzano i fattori correttivi previsti da UNI EN 10456.

## $\lambda_D$ Conducibilità termica dichiarata

### Range di valori di conducibilità termica dichiarata in funzione del tipo di rivestimento e dello spessore

Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$ , 10°C W/mK			
Rivestimenti impermeabili: Alluminio millesimale, rivestimenti multistrato gastight	Tutti gli spessori		
	0,022 - 0,023		
Rivestimenti permeabili: Carta, cartoni, velo di vetro, velo di vetro bitumato, ecc.	Fino a 70 mm	Da 80 a 110 mm	Da 120 a 200 mm
	0,028	0,026	0,025

- I pannelli in poliuretano espanso rigido sono pedonabili per le normali attività di cantiere
- Offrono prestazioni meccaniche adeguate a tutti i normali impieghi in edilizia (solai, pavimentazioni industriali, coperture carrabili, ecc.)

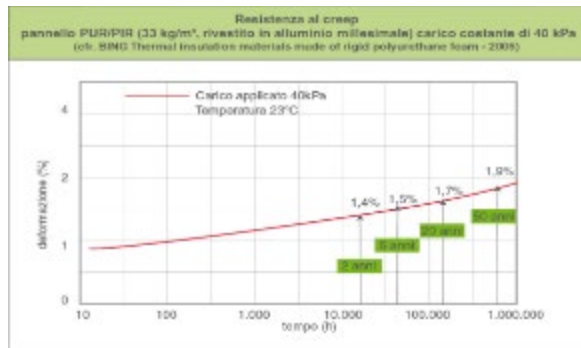
## Resistenza alla compressione

### Range di valori di Resistenza alla Compressione

In funzione di:	10% di schiacciamento CS(10/Y)	2% di schiacciamento
Massa volumica del pannello		
Rivestimento		
Spessore	100 – 200 kPa	5000-9000 kg/m <sup>2</sup>



## Creep



La resistenza al creep prevede di sottoporre il campione ad un carico costante per una durata minima di 122 giorni ottenendo valori rappresentativi delle prestazioni meccaniche dopo 10 anni di esercizio.

La durata della prova può essere prolungata fino ad un tempo utile a descrivere le prestazioni attese dopo 50 anni di esercizio.

## Range di prestazioni

### EUROCLASSI REAZIONE AL FUOCO

Prestazioni indicative di prodotti isolanti in poliuretano espanso rigido e delle loro principali applicazioni

	B			C			D			E	F
	s1	s2	s3	s1	s2	s3	s1	s2	s3		
	d0			d0			d0				
<b>PRODOTTO</b>											
Pannelli preaccoppiati a cartongesso											
Pannelli con rivestimenti metallici >80 µm											
Pannelli con rivestimenti metallici < 80 µm											
Pannelli con rivestimenti inorganici/organici											
<b>END USE CONDITION</b>											
Sistema Cappotto ETICS Pannelli in Euroclasse E											
Copertura sotto lamiera Pannelli in Euroclasse E											
Dietro cartongesso Pannelli Euroclasse E											

## COMPORTAMENTO AL FUOCO

# Prestazioni dimensionate in base all'applicazione

Reazione al fuoco

Pannelli o sistemi con  
classificazioni elevate  
(fino alla B s1 d0)



Applicazioni

Applicazioni a vista (isolamento dall'interno con rivestimenti in cartongesso) o che presentano particolari livelli di rischio (cappotti, facciate ventilate, edifici sottoposti a prevenzione incendi)

Reazione al fuoco

Pannelli con basse  
classificazioni (fino  
alla F)



Applicazioni

Applicazioni che prevedono la protezione dell'isolante con materiali incombustibili (laterizi, cementi, intonaci, ecc.) o che richiedono particolari caratteristiche di compatibilità con altri materiali (es. pannelli con rivestimenti bitumati per opere di impermeabilizzazione)

# STABILITÀ DIMENSIONALE

I pannelli in poliuretano espanso rigido:

- sono compatti
- non si comprimono
- mantengono nel tempo forma e dimensioni anche in condizioni gravose di temperature e umidità relativa
- le prestazioni variano soprattutto in funzione del tipo di rivestimento

## Test nelle più severe condizioni di esercizio

Range di prestazioni di Stabilità Dimensionale		
	70° C, 90% UR, 48 h	-20° C, 48 h
Variazioni lunghezza e larghezza	6-2%	0,5-0,75%
Variazioni spessore	1-2%	1-1,25%

# ASSORBIMENTO D'ACQUA

## Range di prestazioni di Assorbimento d'acqua

Immersione parziale a breve periodo [EN 1609]	0,1 -0,3 kg/m <sup>2</sup>
Immersione totale per 28 giorni [EN12087]	1-5% in peso

## Test anche per immersione totale

I pannelli in poliuretano espanso rigido:

- hanno una struttura a celle chiuse
- non assorbono acqua se non in modestissime quantità in corrispondenza dei bordi dove la schiuma è stata tagliata
- due modalità di prova: immersione parziale e totale
- le prestazioni variano soprattutto in funzione del tipo di rivestimento



## PERMEABILITÀ E IMPERMEABILITÀ AL VAPORE

La schiuma poliuretanic, valutata senza rivestimenti, è permeabile al vapore ( $\mu = 30-50$ ).

Pannelli con rivestimenti impermeabili o semipermeabili permettono di aumentare la resistenza alla diffusione del vapore dello strato isolante.

Prestazione essenziale in applicazioni che richiedono uno schermo al vapore

## Prestazioni diverse in funzione delle esigenze applicative

### Range di prestazioni in funzione del tipo di rivestimento

	Coefficiente di resistenza al passaggio del vapore ( $\mu$ )
Metallici, spessore $\geq 50 \mu\text{m}$	$\infty$
Alluminio gofrato $40 \mu\text{m}$ e multistrati a base alluminio	$> 90000$
Multistrati gastight	120-150
Fibra minerale bitumata	30-50
Fibra minerale saturata	30-60
Carte e cartoni bitumati	30-90

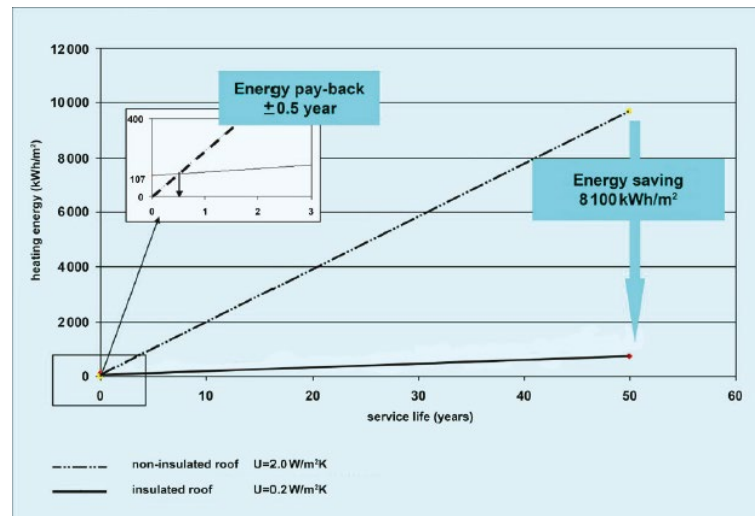




## Dichiarazioni Ambientali di Prodotto e ecobilancio

In [www.poliuretano.it](http://www.poliuretano.it) disponibili EPD di settore certificate da Ente Terzo per diverse tipologie di pannelli.

Le risorse impiegate per la produzione dei pannelli vengono restituite all'ambiente già durante la prima stagione di riscaldamento



## Un esempio pratico...

Ipotesi 1000 m<sup>2</sup> U = 0,20 W/m<sup>2</sup>K

	Spessore	Densità	Volume totale	Massa totale	GER Global Energy Requirement
PU $\lambda_D = 0,022$ W/mK	110 mm	36 kg/m <sup>3</sup>	110 m <sup>3</sup>	3960 kg	<b>356400 MJ</b> (ca. 90 MJ/kg)
Altro isolante $\lambda_D = 0,038$ W/mK	190 mm	80 kg/m <sup>3</sup>	190 m <sup>3</sup>	15200 kg	<b>608000 MJ</b> (ipotesi 40 MJ/kg)



**710 gr CO<sub>2</sub>/km**  
**Il 30% delle emissioni è determinato dai trasporti**

# Le principali applicazioni

PAVIMENTI



COPERTURE



PARETI



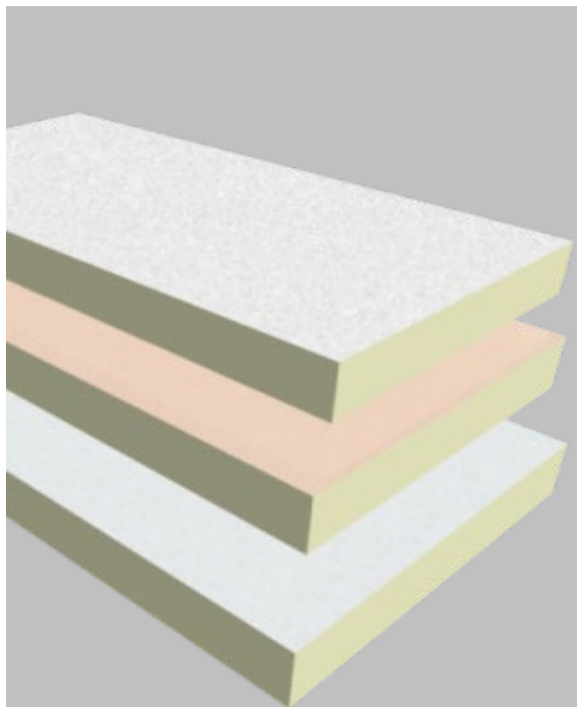
## Impieghi e tipologie consigliate

Indicati per:

- Solaio contro terra
- Solai interpiano
- Pavimenti riscaldati
- Pavimenti industriali

Tipologie consigliate:

- Rivestimenti in vetro saturato
- Rivestimenti in multistrati gas tight
- Rivestimenti in alluminio o alluminio multistrato



## APPLICAZIONI A PAVIMENTO



## Vantaggi

- Elevate prestazioni isolanti che permettono di utilizzare spessori più bassi
- Pedonabilità durante la posa
- Compatibile con impianti di riscaldamento a pavimento
- Elevate prestazioni meccaniche





## Comportamento strutturale di solai isolati con pannelli in poliuretano

Indagine sperimentale realizzata da:  
Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Ingegneria Civile, edile e  
Ambientale - I C E A

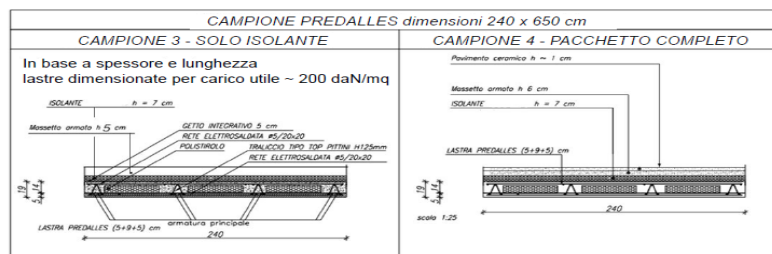
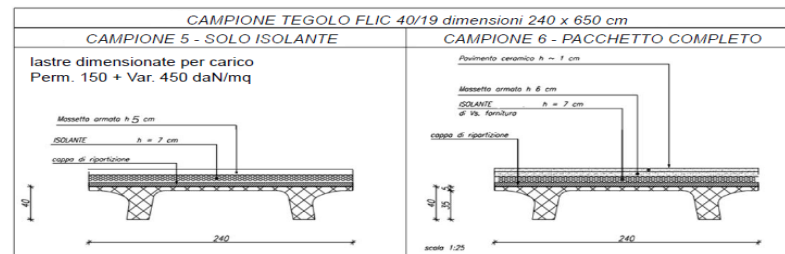
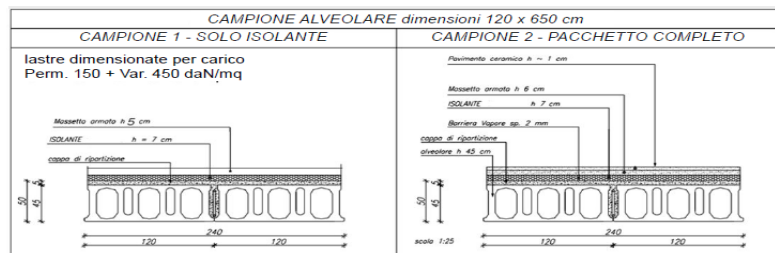
Flora Faleschini, Mariano Angelo Zanini, Carlo  
Pellegrino, Tommaso

Progetto premiato alla 1° Conferenza Nazionale  
Poliuretano Espanso rigido



# COMPORTAMENTO STRUTTURALE DI SOLAI ISOLATI CON PANNELLI IN POLIURETANO

## I solai testati



## Schemi di carico

Figura 4a. Schema di carico lastra predalles

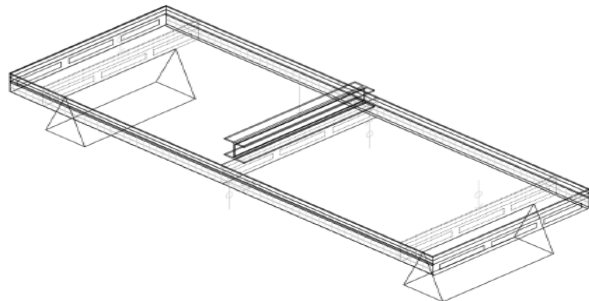


Figura 4b. Schema di carico tegolo TT

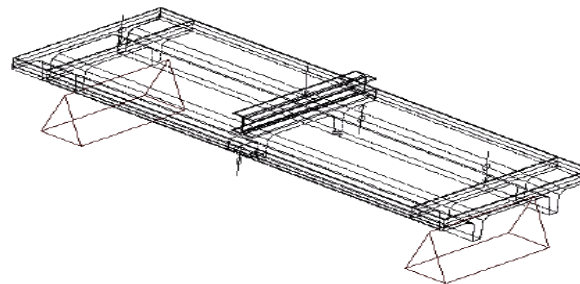
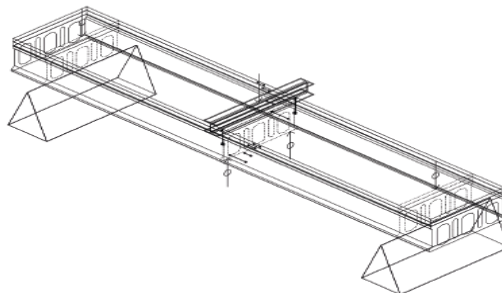


Figura 4c. Schema di carico lastra alveolare





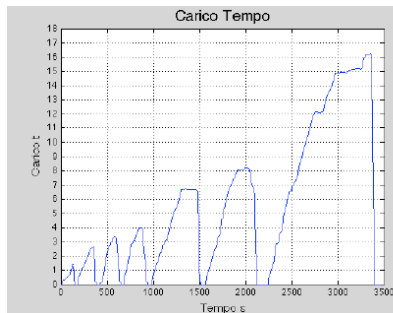
## Programma sperimentale

I solai sono stati sottoposti a cicli di carico per simulare l'azione di un carico accidentale uniformemente distribuito  $q_k$  (kN/m<sup>2</sup>) corrispondente ad ogni classe di destinazione d'uso:

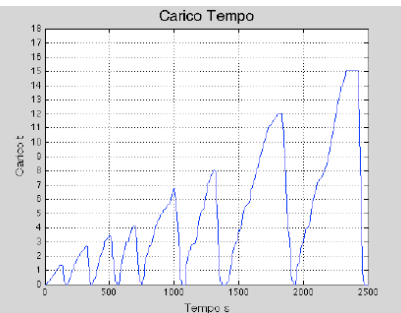
- dalla A - ambienti ad uso residenziale  
 $q_k = 2\text{kN/m}^2$ ,
- fino alla E - ambienti ad uso industriale  
 $q_k = 6\text{kN/m}^2$



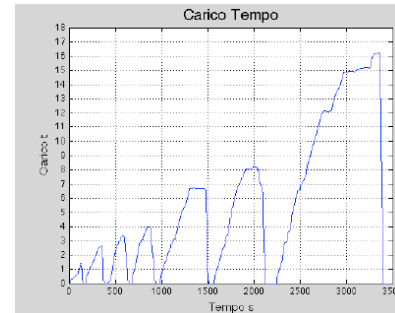
# Cicli di carico



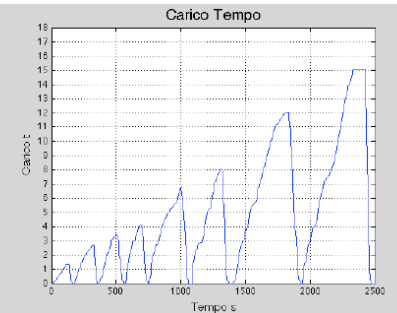
Predalles - piastrelle



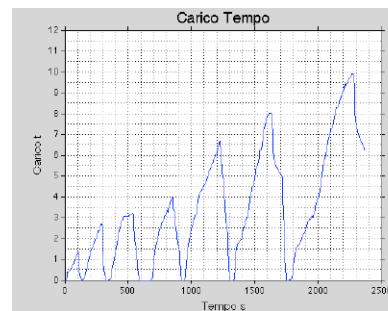
Predalles - grezzo



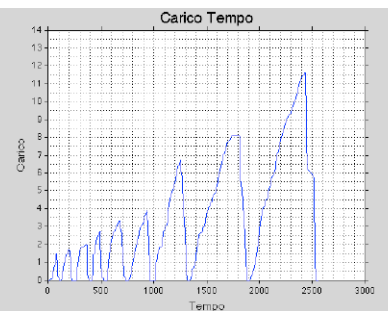
Tegolo - piastrelle



Tegolo - grezzo



Alveolare - piastrelle



Alveolare - grezzo

## Prove a flessione



Campione predalles con finitura in  
piastrelle



Campione tegolo TT con finitura in  
piastrelle



Campione alveolare con finitura in  
piastrelle

## Carichi ultimi testati

Campione	$P_{ult, th}$ (kN)	$P_{ult, exp}$ (kN)	$\sigma_{max @Pult}$ concentrata (kPa)	Rottura Isolante
Predalles_piastrelle	160	154.3	257	NO
Predalles_grezzo	160	151.75	253	NO
Tegolo_piastrelle	265	231.4	385	NO
Tegolo_grezzo	265	210.8	351	NO
Alveolare_piastrelle	242	116.3	485	SI
Alveolare_grezzo	242	99.5	415	SI



## Conclusioni

- In tutti i casi esaminati il pannello in poliuretano ha resistito alle sollecitazioni imposte
- In tutti i casi il massetto è stato il primo elemento a dimostrare fessurazioni e cedimenti: nelle lastre predalles e nei tegoli, nonostante si siano ottenuti dei picchi di tensione sotto l'impronta di carico notevoli, l'isolante non ha subito fessurazione
- l'esito positivo, nonostante gli aggravii derivanti dallo specifico schema di carico, dimostra l'idoneità dei pannelli alle condizioni di esercizio dei solai considerati

## Quadro fessurativo

Nonostante le grandi deformazioni subite dagli elementi predalles soggetti ad elevati carichi, il materiale isolante ha mantenuto le sue performance meccaniche, non inficiando il comportamento flessionale della pavimentazione.

Lieve danneggiamento nella sola zona sottostante l'impronta di carico, per entrambe le finiture proposte, per valori di carico ben superiori a quello di progetto.





# Pavimento industriale



# Pavimento industriale





# Pavimento industriale – carichi concentrati



# Pavimento residenziale - Casa Clima Gold



# Pavimento residenziale - Casa Passiva





.02

# Grazie per l'attenzione

Aaron Schirra  
[www.poliuretano.it](http://www.poliuretano.it)