



Sistemi radianti – Prestazioni e comfort ambientale

Contributo degli elementi in EPS, caratteristiche richieste e prestazioni

5° Incontro, 19/07/2023

Ing. Marco Piana – AIPE

1. Il Polistirene Espanso Sinterizzato - EPS
2. Le caratteristiche dell'EPS
3. Il contributo dell'EPS nell'isolamento acustico
4. Le verifiche sperimentali
5. Le norme di riferimento per i pannelli radianti
6. Il riciclo dell'EPS

IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO – EPS

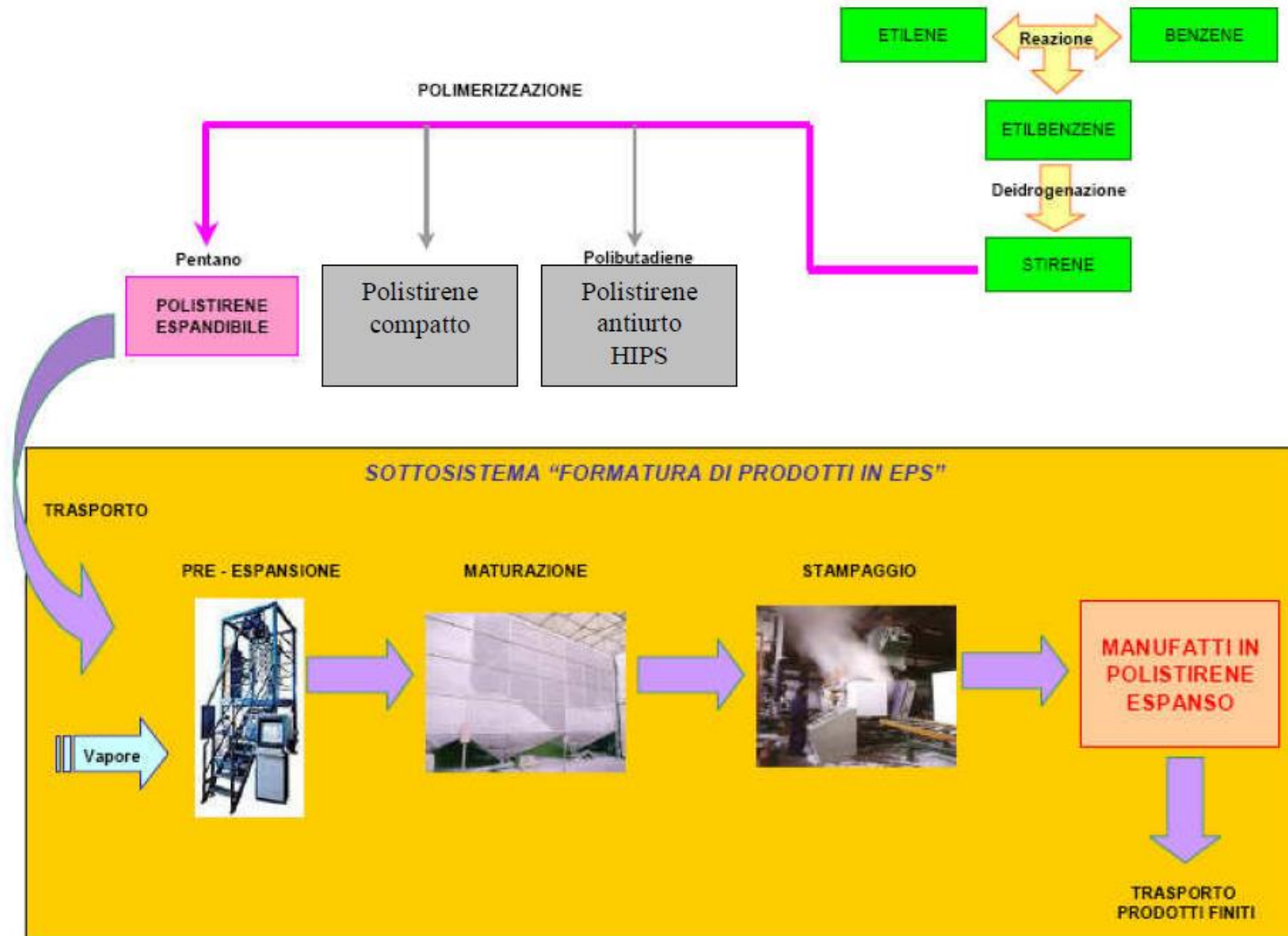
Il Polistirene (PS) è un materiale rigido, incolore, trasparente, che è la base per applicazioni molto diversificate.

Il Polistirene Espanso (EPS) è una delle forme più importanti in cui viene impiegato il Polistirene. In fase di polimerizzazione, si scioglie nel Polistirene un agente espandente (comunemente pentano, un idrocarburo che, a pressione atmosferica, bolle a temperatura ambiente); altri additivi, in particolare per conferire migliorate caratteristiche di resistenza al fuoco, possono essere aggiunti in questa fase.

Il prodotto, quale l'industria chimica lo fornisce ai produttori di EPS, si presenta in forma di granuli di aspetto vetroso (perle), di varia granulometria (0,3–2,8 mm) secondo gli impieghi cui è destinato. La massa volumica delle perle è di 1030 Kg/m³, ma quella apparente delle perle in mucchio è di circa 650 Kg/m³.

IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO EPS

Ciclo di trasformazione dei prodotti in EPS



IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO EPS

PRE-ESPANSIONE

Le perle di PS espandibile vengono pre-espanso, generalmente per mezzo di vapore a temperatura superiore a 90°C , nel cosiddetto pre-espansore.

In questo le perle, a seguito della vaporizzazione dell'agente espandente, si rigonfiano fino a 20-50 volte il loro volume iniziale.

In questo processo si forma, all'interno delle perle, una struttura a celle chiuse, fondamentale per il successivo impiego come isolamento termico.

Il grado di espansione, che dipende essenzialmente dalla durata del trattamento termico nel pre-espansore, determina la massa volumica apparente dei manufatti e quindi tutte le loro caratteristiche fisiche.

MATURAZIONE

Le perle pre-espansse devono stazionare un certo tempo in sili arieggiati. Con il raffreddamento i residui di espandente e di vapore acqueo condensano nelle singole celle. La depressione che così si forma viene annullata dall'aria che si diffonde all'interno delle celle; in questo modo le perle pre-espansse raggiungono la stabilità per le fasi successive.

IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO EPS

STAMPAGGIO

Le perle pre-espansive e stabilizzate possono ora essere trasformate in manufatti o semilavorati in vari modi:

1 .Stampaggio di blocchi e taglio a lastre:
è il sistema più usato.



IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO EPS

2. **Stampaggio di lastre e altri manufatti:** il processo è lo stesso descritto per i blocchi, ma le lastre vengono stampate singolarmente in apposite macchine automatiche. Si ha il vantaggio di ottenere direttamente la forma desiderata, senza ulteriori lavorazioni meccaniche; ciò è particolarmente utile per le forme non piane (p.es. elementi per riscaldamento radiante, sottotegole, lastre con contorni sagomati, cassonetti, lastre con superficie decorata a rilievo, coppelle).

3. **Stampaggio continuo:** la sinterizzazione in forma di lastra piana continua viene fatta avvenire fra due nastri mobili; all'uscita le lastre vengono rifilate e tagliate alla lunghezza voluta. In altri processi continui le perle pre-espansive vengono fatte avanzare a passi attraverso una forma, mentre avviene la sinterizzazione.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

ASPETTO E STRUTTURA

Le lastre e gli altri manufatti di EPS sono oggetti leggeri, la cui massa volumica è compresa generalmente fra 10 e 40 Kg/m³; quindi essi presentano una grande capacità di galleggiamento (se ne sono avute clamorose applicazioni in recuperi navali), che non viene perduta nemmeno dopo prolungata immersione totale in acqua; ciò dimostra che le celle di cui l'EPS è formato, sono essenzialmente chiuse e impermeabili. Il colore dell'EPS è bianco o grigio, la struttura è rigida, ma tenace. Non ha odore, né altre emanazioni, né dà alcun problema al contatto con la pelle.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

CONDUTTIVITA' TERMICA

La capacità isolante di un materiale viene misurata dal coefficiente di conducibilità termica (indicata solitamente con λ) e risulta quindi una delle proprietà fisiche di maggior importanza per la caratterizzazione dei materiali da costruzione nel settore dell'isolamento termico. Definisce l'attitudine di un materiale, omogeneo e isotropo, a trasmettere il calore per conduzione: infatti la definizione di materiale isolante si basa sulle caratteristiche di quest'ultimo per diminuire il passaggio di calore fra due ambienti a differente temperatura. Nello specifico la conduttività termica di un materiale misura la quantità di calore che attraversa in 1 secondo 1 m² di materiale spesso 1 m, in presenza di una differenza di temperatura di 1 K tra l'esterno e l'interno. Per tal motivo essa è definita come il rapporto tra il flusso di calore ed il gradiente di temperatura:

$$\lambda = \frac{|\phi_q|}{|\text{grad}T|} \quad \text{espressa in} \quad \left[\frac{W}{mK} \right]$$

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Mentre la conducibilità termica è una caratteristica de materiale, e quindi funzione della massa volumica, la resistenza termica (che viene espressa in (m^2KW^{-1})) dipende dalla geometria del manufatto e in particolare per le lastre piane è legata allo spessore d mediante la relazione: $R = d/\lambda$.

La caratteristica più importante dell'EPS è la sua bassa conduttività termica, che lo rende uno dei materiali più usati per l'isolamento termico nell'edilizia e nella tecnica frigorifera. Questa proprietà deriva direttamente dal fatto che l'EPS è costituito per il 96-99% di aria, chiusa in cellette di struttura e dimensioni tali da limitarne i moti convettivi, cosicché la trasmissione del calore può avvenire solo per conduzione (che è molto bassa nell'aria) e per irraggiamento (che si riduce all'aumentare della densità e dunque al moltiplicarsi degli schermi costituiti dalle pareti delle celle).

CARATTERISTICHE DELL'EPS

La conduttività termica dell'EPS dipende invece da altri fattori, accennati di seguito.

Massa volumica

La conduttività aumenta in modo significativo al diminuire della massa volumica, indicata anche con il termine di densità, al di sotto di 30 Kg/m³. L'aumentata dimensione delle celle e quindi il minor numero di schermi che il flusso termico deve attraversare fanno aumentare la trasparenza nell'infrarosso e quindi la quantità di calore che passa per irraggiamento.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Oltre i 50 Kg/m³ la conduttività aumenta lentamente per il maggior contributo della conduzione nella parte solida del materiale (fig. 4). Il limite inferiore è di circa 15 Kg/m³.

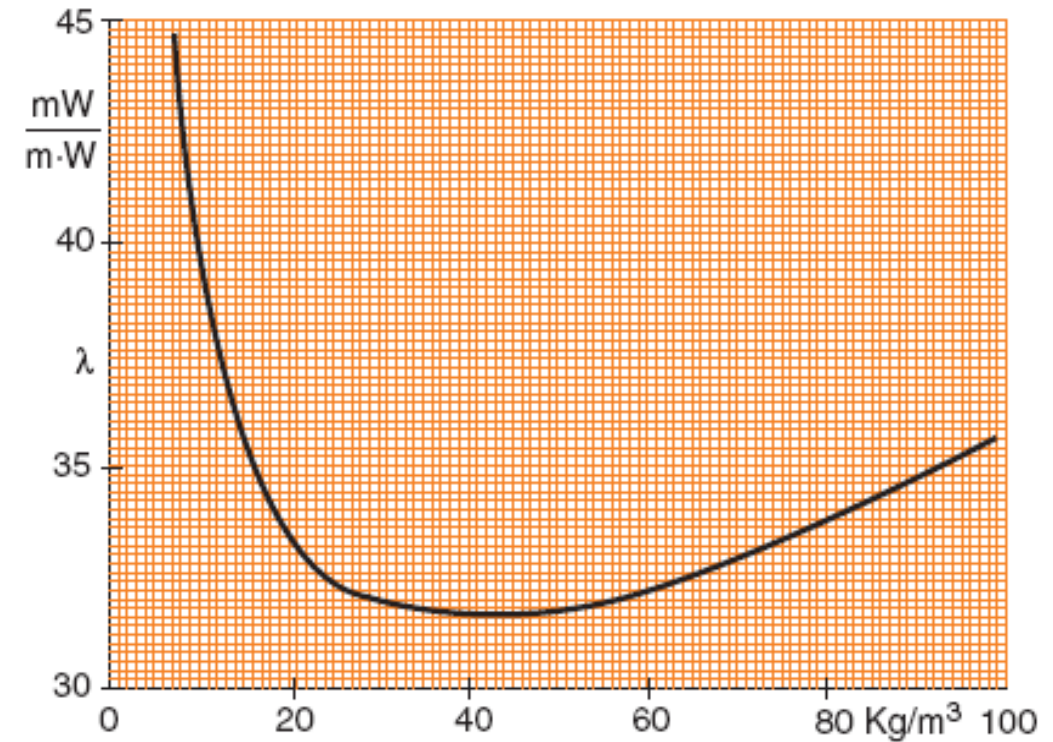


Fig. 4

(dati BASF)

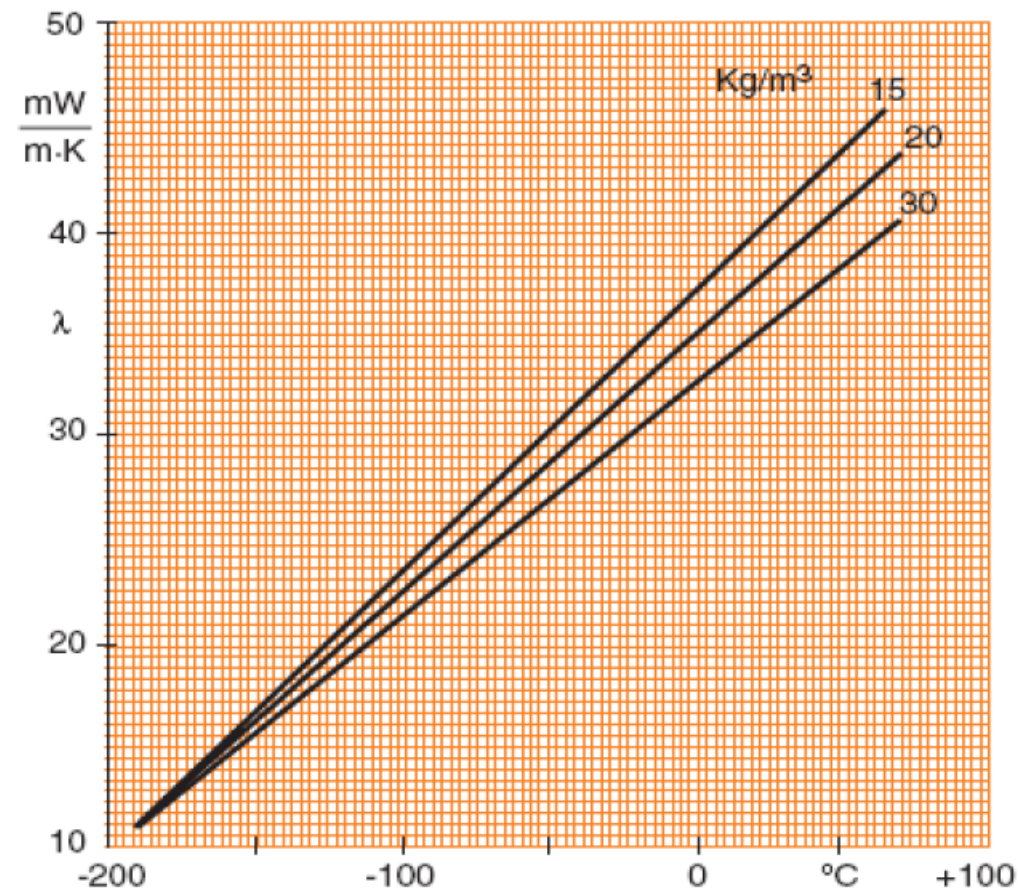
Andamento medio della conduttività termica in funzione della massa volumica.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Temperatura

La conduttività aumenta con la temperatura, seguendo l'andamento della conduttività dell'aria contenuta. L'andamento è regolare e praticamente lineare per l'EPS di più di 15 Kg/m³.

Non si evidenziano inoltre le singolarità alle basse temperature mostrate da altri espansi, dovute al cambiamento di fase del gas contenuto nelle celle. Si evidenzia invece in linea generale un bassissimo valore di λ alle temperature più basse, che permette interessanti applicazioni.

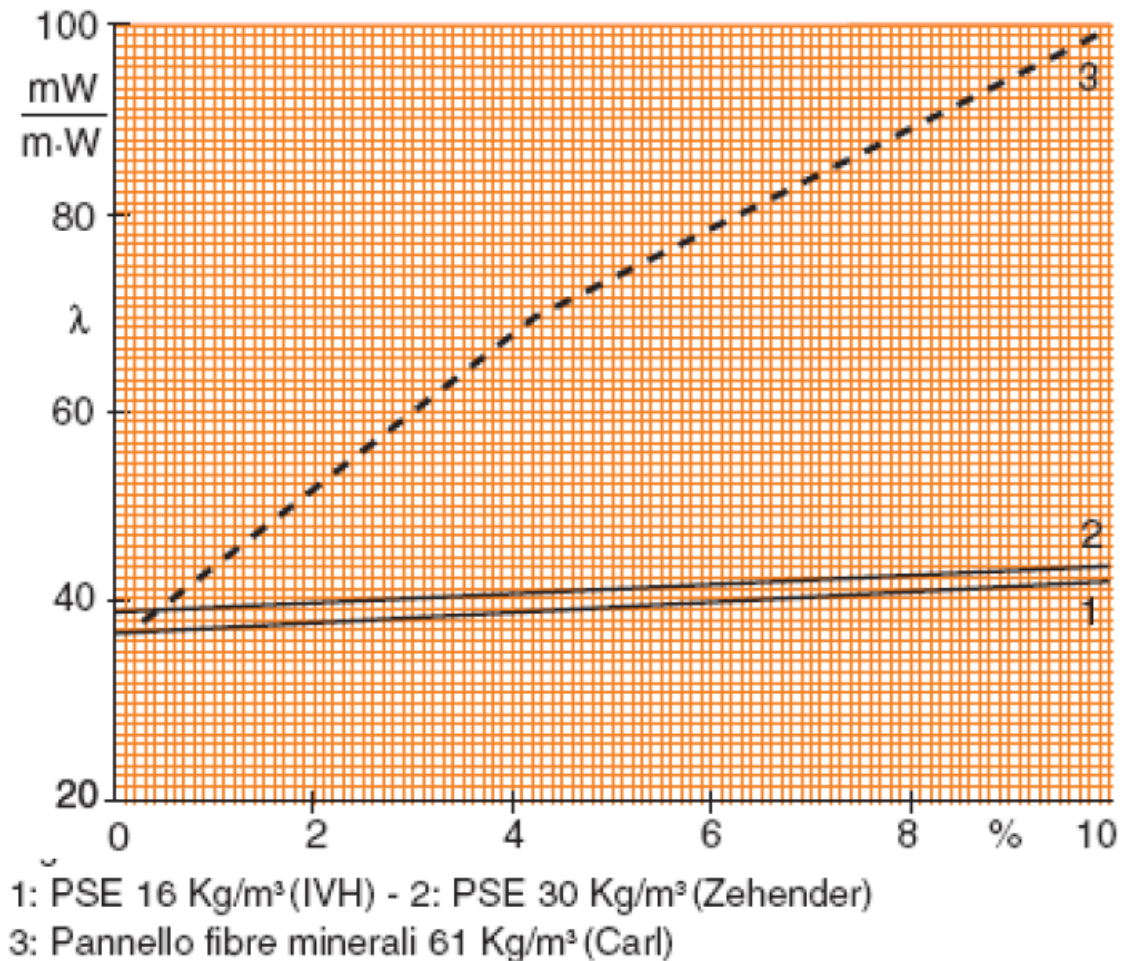


Andamento medio della conduttività termica in funzione della temperatura

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Umidità

L'influenza del contenuto di umidità sulla conduttività dell'EPS è trascurabile nel campo delle umidità pratiche delle applicazioni edilizie corrette (> 0,15% in volume), per effetto del basso assorbimento d'acqua e della resistenza alla diffusione del vapore

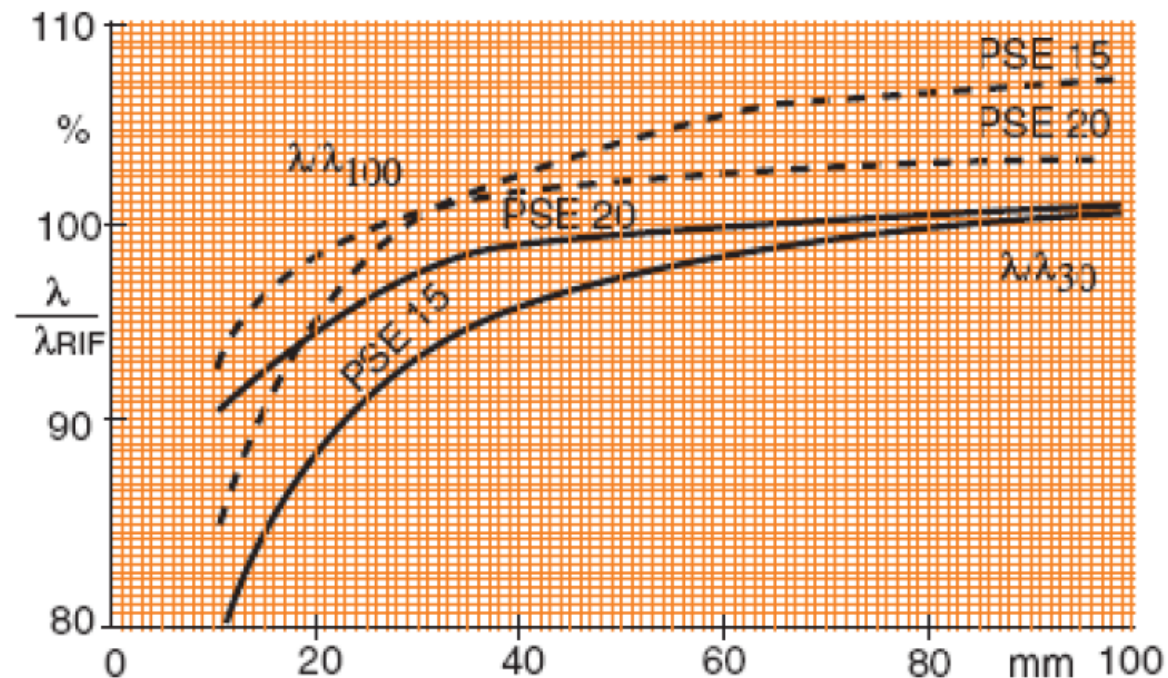


Andamento medio della conduttività termica in funzione del contenuto di umidità (a temperatura media)

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Spessore

A causa del diverso contributo che, al variare della massa volumica e dello spessore, danno al trasporto di calore la conduzione (lineare) e l'irraggiamento (non lineare), la conduttività termica misurata su lastre dello stesso materiale, ma di diverso spessore, dà risultati diversi. In linea generale si può affermare che l'effetto è sensibile per l'EPS da 15 Kg/m³ e ancora rilevabile sull'EPS da 20 Kg/m³, mentre per masse volumiche superiori non è più avvertibile. L'effetto è poi importante sugli spessori più bassi, ma la misura è praticamente costante sopra i 100 mm.



La figura riporta la variazione percentuale di λ rispetto al valore di 30 mm (di solito impiegato nelle misure di laboratorio) e rispetto a quello a 100 mm.

RESISTENZA ALLA DIFFUSIONE DEL VAPORE DELL'EPS

La conoscenza della caratteristica di diffusione del vapore è importante per poter controllare gli eventuali fenomeni di condensazione nelle pareti. I tecnici esprimono questa caratteristica preferibilmente come rapporto μ (adimensionale) fra lo spessore d'aria che offre la stessa resistenza al passaggio del vapore e lo spessore del materiale in questione. Per l'EPS il valore di μ è compreso limiti che vanno crescendo con la massa volumica, come mostra la tabella.

Dai valori relativi μ è possibile ricavare i valori assoluti della resistenza alla diffusione del vapore, sapendo che la resistenza di uno spessore di 1 m di aria, nel campo tra 0 a +30 °C ammonta a $1,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2\text{h Pa/Kg}$.

Questa relazione permette di ricavare il valore di μ dai valori di permeabilità (inverso della resistenza) di laboratorio o di norma, che sono riferiti a differenze di pressione di vapore, spessore, tempi, unità di massa, variamente definiti.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

ASSORBIMENTO D'ACQUA

Il comportamento dell'EPS a fronte dell'acqua non dà adito a limitazioni per gli impieghi edilizi e per l'isolamento termico. L'acqua non scioglie l'EPS, né attraversa le pareti delle celle chiuse e non può quindi venire assorbita se non fra gli interstizi residui fra le perle espanse. L'assorbimento per immersione, eseguito generalmente su cubetti di 50 mm di lato, ritagliati da blocchi o lastre di EPS rappresenta un indice della buona saldatura fra le perle espanse; esso ammonta al massimo al 5% in volume per l'EPS 15 e al 3% per l'EPS 30, dopo un anno di immersione; questi valori vengono raggiunti in alcune settimane e restano poi costanti. Più interessante per l'impiego è l'assorbimento per capillarità, che è praticamente nullo, e soprattutto l'assorbimento dall'aria umida. Una densità 20, a contatto con aria con 95% di U.R. per 90 giorni, ha mostrato un assorbimento dello 0,7% in peso, mentre prove su EPS 30 hanno dato valori del 2 % in peso.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

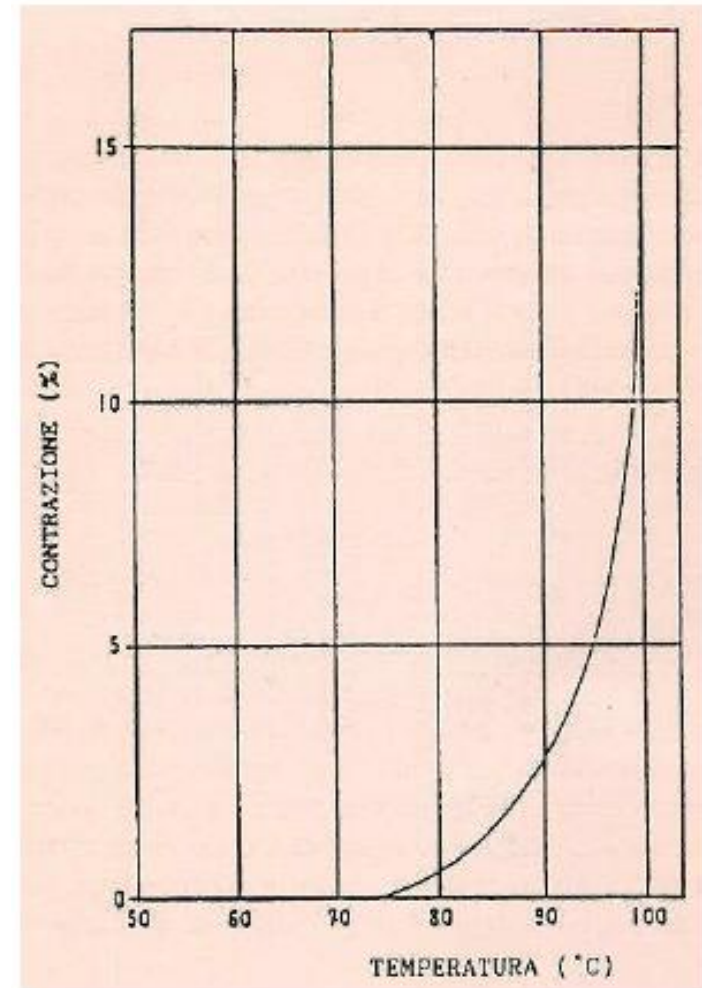
Caratteristiche fisiche dell'EPS

Massa volumica	Assorbimento acqua	Permeabilità	Resistenza alla diffusione
ρ		δ	μ
$\frac{Kg}{m^3}$	%	$\frac{ng}{m \cdot s \cdot Pa}$	(adimensionale)
15	4	9 – 5	20 – 40
20	3	6 – 4	30 – 50
25	3	5 – 3	40 – 70
30	2	4 – 2	50 – 100
35	2	3 – 1,5	60 – 120

CARATTERISTICHE DELL'EPS

DILATAZIONE LINEARE

Il coefficiente di dilatazione lineare dell'EPS è compreso fra $5 \cdot 10^{-5}$ m/m.K e $7 \cdot 10^{-5}$ m/m.K. Non ha molta importanza nelle applicazioni ordinarie e, se il movimento termico è impedito, le reazioni sui punti di fissaggio sono modeste, dato il valore del modulo elastico del materiale. Questa caratteristica deve essere tenuta presente nel caso di applicazioni in cui l'isolante può raggiungere temperature elevate (isolamento esterno sotto intonaco) o molto basse (celle frigorifere).



CARATTERISTICHE DELL'EPS

RITIRO E POST-RITIRO

L'EPS subisce un ritiro iniziale rispetto alle dimensioni della forma in cui è stato prodotto, a causa del suo raffreddamento; quindi esso continua ad assestarsi per effetto del riequilibrarsi della composizione del gas nelle celle e delle tensioni interne. Questo secondo processo è rapido nei primi giorni e si esaurisce praticamente in alcuni mesi ed è il solo che interessa chi impiega l'EPS. Si conviene di chiamare post-ritiro il ritiro che avviene a partire da 24 ore dalla produzione. Nei casi più critici (per es. isolamento sotto intonaco esterno) si tollerano ritiri successivi all'applicazione non superiori a 2 mm/m e allo scopo vengono richieste al produttore lastre di EPS che abbiano già subito una stagionatura di 40-60 giorni; è pure evidente che, da questo punto di vista, sono preferibili le lastre di massa volumica inferiore (15-20 Kg/m³).

CARATTERISTICHE DELL'EPS

CALORE SPECIFICO E DIFFUSIVITA' TERMICA

Il calore specifico è una proprietà additiva dei costituenti, in questo caso polistirene e aria; essendo quest'ultima in massa una piccola frazione, il calore specifico dell'EPS è pressoché indipendente dalla massa volumica e varia quasi linearmente da 1,2 KJ/Kg K a 20,8 KJ/Kg K a -60°C. La norma europea UNI EN ISO 10456 fornisce valori di progetto tabulati per diversi materiali e prodotti comunemente utilizzati nelle costruzioni degli edifici, **attribuendo al polistirene espanso un valore di calore specifico di 1450 J/Kg K.**

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Le caratteristiche elettriche dell'EPS si avvicinano a quelle dell'aria, che costituisce la maggior parte del suo volume (costante dielettrica $\epsilon = 1,04$). La quasi completa assenza di gruppi polari è evidenziata dal bassissimo angolo di perdita ($\tan \delta = 0,0001$). Per queste caratteristiche, di scarsa importanza per le applicazioni edilizie in generale, l'EPS aveva suscitato interesse al suo apparire come materiale isolante per alte frequenze.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

COMPORTAMENTO ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE

		Indicazioni di riferimento:
Modulo di Young:	$E \sim 6,5 \cdot 10^3 \text{ KPa} = 6,5 \text{ MPa}$	$\rho = 10 - 40 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$
Modulo di taglio	$G > 1,1 \text{ MPa}$	$\rho = 15 - 18 \text{ (Kg/m}^3\text{)}$
Coefficiente di dilatazione termica lineare	$\alpha \approx 5 \cdot 10^{-5} - 7 \cdot 10^{-5} \text{ (1/K)}$	--
Coefficiente di Poisson	$\nu \sim 0,02$	--

Le caratteristiche meccaniche possono essere sintetizzate dalla resistenza alla compressione sotto carichi di breve durata e di lunga durata, come pure risultano interessanti al fine di una corretta e accurata progettazione i dati relativi alla resistenza a trazione, alla flessione e al taglio. Una convenzione europea assume come riferimento una deformazione pari al 10% dello spessore come limite oltre al quale è opportuno non oltrepassare, come valore di utilizzo a lunga durata invece è bene non superare i valori attorno al 3%.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Caratteristiche meccaniche dell'EPS (espresse in N/mm^2)

Massa volumica [Kg/m^3]	15	20	25	30	35
Sollecitazione di compressione al 10% di deformazione	0,07-0,12	0,12-0,16	0,16-0,20	0,18-0,26	0,23-0,27
Resistenza a trazione	0,15-0,23	0,25-0,32	0,32-0,41	0,37-0,52	0,42-0,58
Resistenza a flessione	0,16-0,21	0,25-0,30	0,32-0,40	0,42-0,50	0,50-0,60
Resistenza al taglio	0,09-0,12	0,12-0,15	0,15-0,19	0,19-0,22	0,22-0,26
Modulo elastico a compressione	3,8-4,2	4,40-5,40	5,90-7,20	7,40-9,00	9,00-10,8

Si ricorda:

$$1 \text{ N/mm}^2 \approx 10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$$

quindi per esempio

$$0,07 \text{ N/mm}^2 = 0,07 \text{ MPa} = 70 \text{ KPa}$$

CARATTERISTICHE DELL'EPS

Valori di Resistenza a compressione in funzione di diversi limiti della deformazione:

COMPRESSIONE	$12 \frac{Kg}{m^3}$	$16 \frac{Kg}{m^3}$	$20 \frac{Kg}{m^3}$	$25 \frac{Kg}{m^3}$	$30 \frac{Kg}{m^3}$
Deformazione 1% [N/mm ²]	0,02	0,035	0,05	0,07	0,09
Deformazione 5% [N/mm ²]	0,04	0,07	0,1	0,14	0,18

COMPRESSIONE	$15 \frac{Kg}{m^3}$	$20 \frac{Kg}{m^3}$	$30 \frac{Kg}{m^3}$	$34 \frac{Kg}{m^3}$	$38 \frac{Kg}{m^3}$	$41 \frac{Kg}{m^3}$	$43 \frac{Kg}{m^3}$
Deformazione 1% [N/mm ²]	0,04	0,05	0,1	0,13	0,13	0,16	0,16
Deformazione 10% [N/mm ²]	--	--	0,21	0,26	0,29	0,33	0,33

CARATTERISTICHE DELL'EPS

SOLLECITAZIONI DI LUNGA DURATA

L'EPS, come tutti i materiali termoplastici, sottoposto a sollecitazione continua, evidenzia una deformazione progressiva nel tempo, che peraltro, al di sotto di una certa soglia, si sviluppa con un andamento logaritmico; questo fa sì che la deformazione stessa possa considerarsi pressoché costante, anche per le durate richieste nelle applicazioni edilizie. In conseguenza, per carichi permanenti di compressione, si raccomanda di non superare i valori della seguente tabella:

Sollecitazione permanente a compressione per deformazione < 2%		
Massa volumica	Sollecitazione	
$\rho \left[\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right]$	[N/mm ²]	[Kg/cm ²]
15	0,012 – 0,025	0,12 – 0,25
20	0,020 – 0,035	0,20 – 0,35
25	0,028 – 0,050	0,28 – 0,50
30	0,036 – 0,062	0,36 – 0,62
35	0,044 – 0,074	0,44 – 0,74

INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SUL COMPORTAMENTO MECCANICO

Le temperature massime sopportabili dall'EPS dipendono, come per tutti i termoplastici, dalla durata e dall'intensità della sollecitazione.

Senza sollecitazione e per breve tempo l'EPS sopporta temperature di 95°C – 100°C (per esempio all'atto dell'applicazione di un bitume caldo).

Sotto un carico permanente di 20 KPa (20 KN/m²) la temperatura massima di utilizzo scende a 80°C – 85°C (75°C – 80°C per l'EPS 15).

A bassa temperatura, poiché il Polistirene non subisce alcuna transizione di fase (cambiamento di struttura, di stato e polimorfismo) in questo campo, le sue caratteristiche meccaniche possono considerarsi simili a quelle a temperatura ordinaria fino almeno a -200°C. In modo generico viene individuata la temperatura di non modificazione in 70°C.

SOLLECITAZIONI D'URTO

L'EPS, sottoposto ad urto, per le sue caratteristiche elastiche, è in grado di decelerare gradualmente la massa urtante, restituendo soltanto una frazione dell'energia d'urto. Tale comportamento spiega perché l'EPS è oggi uno dei materiali principe per l'imballaggio.

Si può comunque rilevare che l'EPS costituisce, anche da questo punto di vista, il miglior supporto per l'intonaco armato, con il quale forma l'isolamento dall'esterno chiamato comunemente "cappotto": per la sua tenacità esso si deforma sotto l'urto in elasto-plastico, senza sbriciolarsi e continuando quindi la sua funzione di supporto anche dopo l'urto.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

COMPORAMENTO AL FUOCO

La reazione al fuoco dell'EPS è in relazione, da una parte, con la sua natura chimica di idrocarburo, dall'altra con la particolare struttura fisica di termoplastico cellulare.

Dal primo punto di vista, essendo composto esclusivamente di carbonio e idrogeno, l'EPS è un materiale che brucia e i prodotti della sua combustione completa sono soltanto anidride carbonica e acqua.

L'innesco della combustione presuppone la formazione, per effetto di calore esterno, dei prodotti gassosi di decomposizione dell'EPS, che ha inizio intorno ai 230- 260 °C, ma, in assenza di sorgenti esterne, soltanto fra 450 e 500 °C si ha la loro accensione spontanea. Si richiede quindi una certa quantità di energia per l'accensione; in pratica, per es. scintille di saldatura o elettrostatiche o particelle di tabacco accese non bastano per avviare la combustione. La particolare struttura termoplastica cellulare fa poi sì che l'espanso, sotto l'azione del calore, tenda a contrarsi per collasso delle cellule e quindi ad allontanarsi dalla sorgente di calore, molto prima che cominci la decomposizione; anche questo contribuisce a ritardare l'accensione. Le normative distinguono il comportamento dei materiali combustibili con una opportuna classificazione. L'EPS nudo si colloca generalmente nelle classi E oppure D e superiori se rivestito (secondo EN 13501-1).

COMPORTAMENTO ALL'INVECCHIAMENTO

Per invecchiamento di un materiale si intende la variazione (generalmente in peggio) delle sue caratteristiche nel corso del tempo, dovuta a cause interne (tensioni, transizioni strutturali, ecc.) o esterne, sia legate alle sollecitazioni imposte, sia alle condizioni ambientali di impiego. L'analisi qui svolta delle influenze che i fattori ambientali, come temperatura e umidità, e le sollecitazioni di lavoro hanno sulle caratteristiche dell'EPS mostra che esso può garantire per un periodo illimitato le prestazioni che gli vengono richieste. Ciò è dimostrato da 50 anni di esperienza applicativa su scala vastissima e in particolare da numerose verifiche delle caratteristiche, effettuate su EPS in opera da decenni.

CARATTERISTICHE DELL'EPS

COMPORTAMENTO AGLI AGENTI CHIMICI

L'EPS non è intaccato dai materiali da costruzione correnti; la tabella da un quadro del comportamento dell'EPS a contatto di molti gruppi di sostanze.

Particolare attenzione deve essere posta al contatto con vernici, collanti, impermeabilizzanti, che possono contenere solventi del polistirene.

Sostanze inerti per l'EPS
Acqua, acqua di mare, soluzioni saline
Materiali da costruzione (calce, cemento, gesso ecc.)
Sali (efflorescenze di salnitro), concimi
Soluzioni alcaline (idrato sodio e potassio, soluz. ammoniacali, acqua calce, candeggianti, acqua ossigenata)
Saponi e detersivi sintetici
Acidi diluiti e acidi deboli (citrico, carbonico, acidi urici)
Acidi concentrati (cloridrico 35%, nitrico 50%, solforico 95%)
Alcoli (metilico, etilico, ecc.)
Glicoli, glicerina
Oli siliconici
Bitumi, adesivi e masse bituminose a base acquosa

Sostanze che attaccano l'EPS
Esteri (acetati, ftalati, diluenti per vernici)
Eteri (etilico, glicolico, diossano)
Chetoni (acetone, cicloesano)
Composti organici alogenati (triellina, tetracloruro di carbonio, fluorocarburi)
Ammine, ammidi, nitrili
Idrocarburi aromatici (benzolo, stirolo, toluolo, ecc.) cicloesano
Benzina e vapori di benzina
Gasolio, olio combustibile, olio di paraffina, vaselina (sostanze con azione più limitata)
Ragia minerale, trementina
Bitumi e masse bituminose con solventi
Derivati dal catrame

IL CONTRIBUTO DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO ACUSTICO

L' EPS presenta caratteristiche tali da essere adottato per ridurre la rumorosità all'interno dei locali di abitazioni nel settore civile e terziario.

Le nuove normative europee e le direttive italiane impongono un miglioramento delle caratteristiche acustiche degli edifici mediante una riduzione dei livelli di rumore ammessi.

Il disturbo può giungere dall'esterno dell'edificio e dai locali adiacenti mediante due modalità:

- trasmissione per via aerea
- trasmissione per impatto.

Un buon isolamento dai rumori è quindi importante; chi va ad occupare un appartamento dovrebbe poter ottenere, dal costruttore o dal locatario, l'assicurazione che egli vi potrà abitare indisturbato, almeno per quanto riguarda l'isolamento acustico.

IL CONTRIBUTO DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO ACUSTICO

Un buon materiale elastico deve poter rispondere adeguatamente a queste esigenze:

- Resistenza alla compressione adeguata ai carichi previsti, statici e dinamici;
- Insensibilità all'acqua ed alla malta del massetto;
- Leggerezza e spessore contenuto;
- Inalterabilità nel tempo, imputrescibilità e inattaccabilità da muffe e altri micro organismi;
- Maneggevolezza, facile adattabilità, semplicità e rapidità di posa in opera;
- Buon rapporto prezzo/prestazioni;
- Contributo all'isolamento termico del solaio o della muratura.

IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO (EPS) si è rivelato uno dei più utili materiali per combattere i rumori d'urto, se adoperato in una forma particolare, l'EPS elasticizzato, derivato da quella più nota, ampiamente impiegata per l'isolamento termico.

EPS ELASTICIZZATO

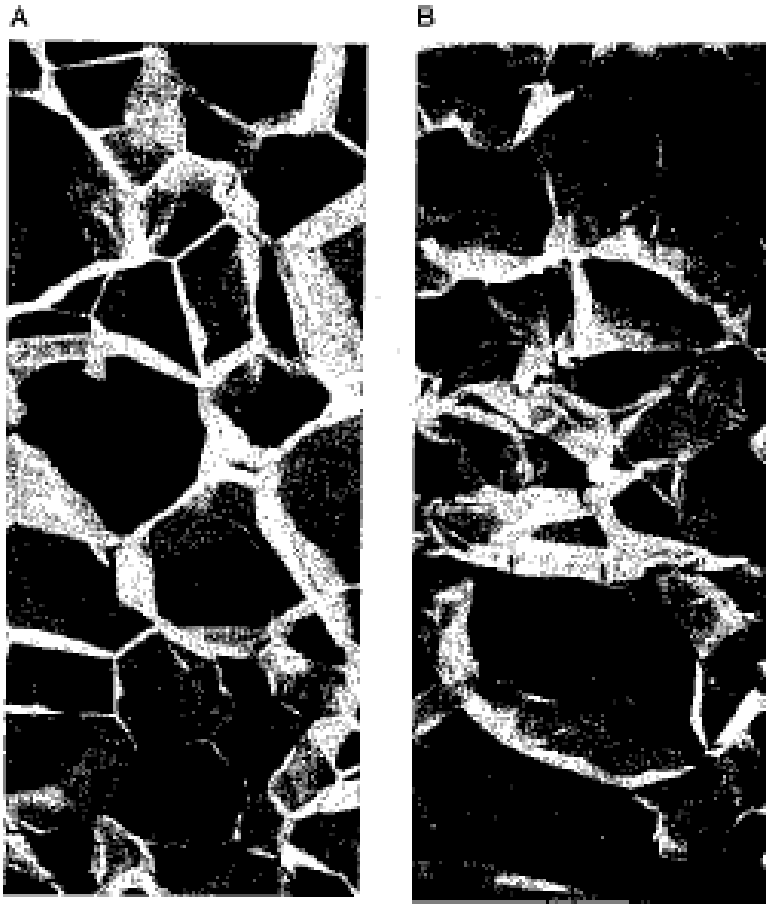
Il normale EPS possiede una rigidità dinamica che, secondo la massa volumica e lo spessore, si colloca nel campo fra 60 e 200 MN/m³, valori con i quali si ottengono modeste attenuazioni del rumore di calpestio.

Questo materiale però può essere prodotto o trasformato per ottenere un isolante con una rigidità dinamica sufficientemente bassa, pur mantenendo tutte le altre caratteristiche applicative inalterate (conducibilità termica, impermeabilità all'acqua...).

IL CONTRIBUTO DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO ACUSTICO

Sezione di EPS al microscopio elettronico a scansione.

A: EPS normale; B: EPS elasticizzato



Con il trattamento di elasticizzazione si modificano profondamente le caratteristiche meccaniche dell'espanso, a seguito della deformazione che subisce lo scheletro solido delle celle.

La loro forma tondeggianti divenuta lenticolare, allargata perpendicolarmente alla direzione della compressione, e le pareti assumono un aspetto spiegazzato.

IL CONTRIBUTO DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO ACUSTICO

Come conseguenza il modulo elastico si abbassa notevolmente, specialmente nella direzione di compressione.

- Utilizzabile in applicazioni diverse: pavimentazioni, pareti, facciate, sottofondazioni, isolamento esterno a cappotto ed intercapedine.
- L'EPS elasticizzato mantiene inalterate le proprietà termiche (per cui il valore di conducibilità termica rimarrà quello che compete all'EPS normale).
- Alcune caratteristiche meccaniche dell'espanso si modificano, ne consegue un valore di rigidità dinamica notevolmente più basso che comporta un miglioramento delle proprietà acustiche.
- La caratteristica più idonea per caratterizzare le proprietà acustiche dell'EPS elasticizzato rimane comunque la rigidità dinamica, la cui norma di riferimento è la EN 29052-1.

Risultati sperimentali di isolamento acustico

L'AIPE (Associazione Italiana Polistirene Espanso) in collaborazione con ITC-CNR ha condotto una ricerca riguardante la valutazione delle prestazioni acustiche del Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) con particolare attenzione all'EPS elasticizzato. L'EPS si è rivelato uno dei più utili materiali per combattere i rumori d'urto, se adoperato in una forma particolare, l'EPS elasticizzato, derivato da quella più nota, ampiamente impiegata per l'isolamento termico.

Dati caratteristici dei tipi di EPS

Spessore senza carico d_L mm	Spessore sotto carico d_B mm	Rigidità dinamica MN/m^3	Indice di attenuaz. ΔL_W con massetto da 70 Kg/m^3	
			con pavim. rigida dB	con pavim. resiliente dB
17	15	30	26	27
22	20	20	28	30
27	25	15	29	33
33	30	15	29	33
38	35	10	30	34
44	40	10	30	34

LE VERIFICHE SPERIMENTALI

Verifica sperimentale della rigidità dinamica dell'EPS

Tabella riassuntiva dei risultati delle prove (EPS – EL: EPS elasticizzato, EPS – non EL: EPS non elasticizzato)

nome prodotto		descrizione campione	Spessore sotto carico [mm]	massa volumica apparente (ρ) (calcolata con spessore dichiarato) [Kg/m ³]	massa per unità di superficie (calcolata con spessore dichiarato) [Kg/m ²]	ΔL_w [dB]	s'_t [MN/m ³]
R1	/	EPS -non EL	30,7	26,4	0,81	16	56
R2	S2	EPS -non EL	22,2	27,7	0,61	13	223
R3	S3	EPS - EL	22,5	38,6	0,85	19	44
R4	S4	EPS - EL	53,4	40,2	2,13	25	17
R5	/	EPS - nonEL doppia densità (30 e 20 Kg/m ³ per 22,5mm ognuno)	44,7	25,5 (valore medio)	1,14	18	34
R6	S6	EPS – nonEL	19,7	25,5	0,51	15	99
R7	/	Laminato in PS rigido (0,6mm) con sagome in rilievo di 22mm + EPS - nonEL di 12 mm + EPS - EL di 22mm	31,9	23	0,78	30	12
R8	/	Laminato in PS rigido (1mm) con sagome in rilievo di 20mm + EPS - EL (22mm)	21,4	16,4	0,36	32	12
R10	S10	EPS - EL	60,6	25,7	1,54	-	11
R11	S11	EPS - nonEL	60,1	21,2	1,27	-	103

Classificazione

La norma UNI EN 13163 prevede per i pavimenti due tipi di pannelli isolanti:

- EPS per isolamento termico: i prodotti sono classificati in funzione della resistenza a compressione al 10% di deformazione.
- EPS T strati resilienti per massetti galleggianti: i prodotti sono classificati in funzione della rigidità dinamica s' .

Classificazione dei prodotti EPS

Classificazione dei prodotti EPS secondo UNI EN 13163

Tipo	Resistenza a compressione al 10% di deformazione [KPa]	Resistenza a flessione [KPa]
EPS S	-	50
EPS 30	30	50
EPS 50	50	75
EPS 60	60	100
EPS 70	70	115
EPS 80	80	125
EPS 90	90	135
EPS 100	100	150
EPS 120	120	170
EPS 150	150	200
EPS 200	200	250
EPS 250	250	350
EPS 300	300	450
EPS 350	350	525
EPS 400	400	600
EPS 450	450	675
EPS 500	500	750

LE VERIFICHE SPERIMENTALI

Tabella F.2 Classificazione dei prodotti EPS T in base alla rigidità dinamica

classe	Requisito [MN/m³]
SD50	≤ 50
SD40	≤ 40
SD30	≤ 30
SD25	≤ 25
SD20	≤ 20
SD15	≤ 15
SD10	≤ 10
SD9	≤ 9
SD8	≤ 8
SD7	≤ 7
SD6	≤ 6
SD5	≤ 5

Norma EN 826 e suo utilizzo nei pannelli in EPS

Lo scopo della norma EN 826 Isolanti termici per l'edilizia – determinazione del comportamento a compressione è quello di specificare l'attrezzatura e le procedure per la determinazione del comportamento a compressione di provini di prodotti utilizzati come isolamento termico sottoposti a carichi brevi e permanenti.

LE VERIFICHE SPERIMENTALI

Definisce alcuni parametri:

deformazione relativa (ε) come il rapporto della riduzione di spessore del provino e il suo spessore iniziale d_0 misurato lungo la direzione del carico ($\varepsilon = \Delta d/d_0$).

resistenza a compressione (σ_m) come il rapporto tra la massima forza di compressione, F_m , raggiunta quando la deformazione, allo snervamento (deformazione permanente) o rottura del provino, è inferiore al 10%, e la sezione trasversale iniziale del provino ($\sigma_m = F_m/A_0$).

tensione di compressione alla deformazione del 10% (σ_{10}) come il rapporto della forza di compressione F_{10} , al 10% di deformazione, ε_{10} , e la sezione trasversale iniziale del provino per prodotti che presentano una deformazione del 10% prima di fenomeni di snervamento (deformazione permanente) o rottura ($\sigma_{10} = F_{10}/A_0$).

modulo di elasticità a compressione (E) come il rapporto tra la tensione di compressione e la corrispondente deformazione sotto il limite di proporzionalità, quando la reazione è lineare ($E = \sigma/\varepsilon$).

La norma riporta la modalità di confezionamento dei provini, di prova e di rilevamento delle grandezze sopra riportate.

Generalmente si esprime la tensione di compressione alla deformazione del 10% in kPa.

LE VERIFICHE SPERIMENTALI

Comprimibilità

È una proprietà degli EPS T che indica la capacità di un pannello di ritornare alla dimensione iniziale dopo che è stato compresso con una pressione di 50 kPa.

La norma la definisce come: $c = d_L - d_B$ dove

c = comprimibilità

d_L = spessore del pannello in EPS compresso con una pressione di 250 Pa

d_B = spessore del pannello in EPS compresso con una pressione di 2 kPa dopo 300 s dalla rimozione di un carico di 50 kPa.

La norma suddivide la comprimibilità in quattro classi:

LE VERIFICHE SPERIMENTALI

Tabella F.3 Classi di comprimibilità

Classi	Carico sul massetto [kPa]	Comprimibilità, c	
		Comprimibilità nominale [mm]	Tolleranza dei risultati della prova [mm]
CP5	$\leq 2,0$	≤ 5	(vedi EN 13163)
CP4	$\leq 3,0$	≤ 4	
CP3	$\leq 4,0$	≤ 3	
CP2	$\leq 5,0$	≤ 2	

Se il carico sul massetto supera 5 kPa, solo i pannelli che ricadono nella classe di comprimibilità CP2 possono essere utilizzati e deve essere eseguita la prova di riduzione dello spessore a lungo termine.

Riduzione dello spessore a lungo termine: la norma EN 1606

Lo scopo della norma EN 1606 Isolanti termici per l'edilizia – Determinazione dello scorrimento viscoso a compressione è quello di specificare l'attrezzatura e le procedure per la determinazione della riduzione dello spessore di un pannello EPS T sottoposto per 122 giorni ad un determinato carico di prova oltre al peso del massetto. Il risultato viene quindi estrapolato 30 volte per determinare lo spessore presunto a 10 anni. Tale valore non deve superare la classe di comprimibilità c.

Rigidità dinamica: la norma EN 29052-1

Lo scopo della norma EN 29052 Determinazione della rigidità dinamica: materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali è quello di determinare la rigidità dinamica apparente per unità di superficie del provino s'_t mediante un metodo con il quale viene misurata la frequenza di risonanza, f_r , della vibrazione perpendicolare fondamentale di un sistema massa-molla. La molla è rappresentata dal provino del materiale resiliente sottoposto alla prova e la massa da una piastra di carico.

$$s'_t = 4\pi^2 m'_t f_r^2$$

SISTEMI RADIANTI

Le norme tecniche di riferimento attualmente in vigore sui sistemi radianti appartengono al pacchetto della serie UNI EN 1264, di recente aggiornato e revisionato.

La nuova serie 1264 non riguarda solo il riscaldamento a pavimento bensì è estesa a tutti i sistemi radianti (pavimenti, soffitti, pareti) alimentati ad acqua per il riscaldamento ed il raffrescamento.

Il riciclo del Polistirene Espanso Sinterizzato – EPS è una pratica diffusa, comunemente attuata, entro i limiti di convenienza economica, per il recupero degli scarti industriali di produzione e dei manufatti giunti a fine vita.

IL RICICLO DELL'EPS

L' EPS può essere raccolto e riciclato con modalità differenti che ne permettono il riutilizzo direttamente nei componenti di nuova produzione oppure in settori esterni.

SBOCCHI DI RIUTILIZZO

Le attuali possibilità di riutilizzo dell' EPS sono:

1. Utilizzo come "carica" nella produzione di nuovi articoli in EPS
2. Trasformazione in granulo di polistirolo compatto
3. Utilizzo come inerte leggero in calcestruzzi e malte
4. Combustione con produzione di calore

CONTATTI

Ing. Marco Piana

aipe@epsass.it

www.aipe.biz

Tel: 02 33606529



Grazie per l'attenzione