

# ISOLARE

## Polistirene Espanso Sinterizzato in Edilizia



**AIPE**

Associazione Italiana Polistirene Espanso

VOLUME 1



Via M.U. Traiano, 7 - 20149 Milano - Tel. +39 0233606529 - Telefax +39 0233606604  
e-mail: [aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it) - <http://www.epsass.it>

# ISOLARE

## Polistirene Espanso Sinterizzato in Edilizia

*Testi a cura di AIPE - Marco Piana*

VOLUME 1



**AIPE**

Associazione Italiana Polistirene Espanso



---

# SOMMARIO

<b>1. CARATTERISTICHE DELL'EPS PER L'ISOLAMENTO TERMICO IN EDILIZIA</b>	<b>7</b>
<b>2. LE APPLICAZIONI DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO TERMICO</b>	<b>21</b>
<b>3. L'EPS E L'AMBIENTE</b>	<b>37</b>
<b>4. NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO</b>	<b>45</b>



---

# 1.

## **CARATTERISTICHE DELL'EPS PER L'ISOLAMENTO TERMICO IN EDILIZIA**

L'espanso rigido di Polistirene è un affermato materiale isolante, senza il quale non è più possibile costruire in maniera aggiornata ed economica dal punto di vista del risparmio energetico.

Queste lastre isolanti si sono guadagnate una solida posizione nell'edilizia nel corso di 40 anni. Esse non soltanto sono leggere, ma anche facili da lavorare, hanno buone caratteristiche di isolamento termico e sono economiche.

Le caratteristiche del Polistirene espanso sinterizzato (EPS) di buona qualità per l'impiego nell'isolamento termico in edilizia sono definite dalla norma UNI 13163.



**AIPE**

Associazione Italiana Polistirene Espanso

## IL POLISTIRENE

Il Polistirene (EPS) è una delle principali materie plastiche che derivano dal petrolio (Fig. 1).

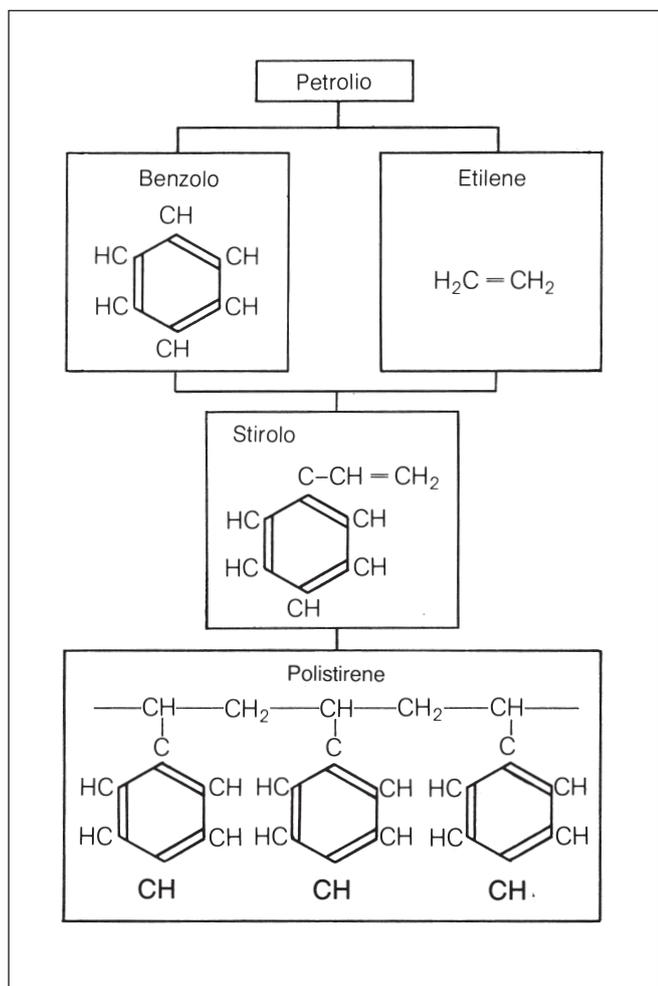


Fig. 1

Allo stato compatto il Polistirene è un materiale rigido, incolore, trasparente, che è la base per applicazioni molto diversificate.

## IL POLISTIRENE ESPANSO (EPS)

Il Polistirene espanso (EPS) è una delle forme più importanti in cui viene impiegato il Polistirene.

Per ottenere l'EPS si seguono attualmente due vie:

- in fase di polimerizzazione (cioè l'ultimo passaggio di Fig. 1), 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/m<sup>3</sup>, ma quella apparente delle perle in mucchio è di circa 650 kg/m<sup>3</sup>. È questo il materiale da cui si parte per produrre l'EPS con il processo più avanti descritto.

- Successivamente alla polimerizzazione il Polistirene viene unito all'agente espandente ed agli altri eventuali additivi in una trafila, che mescola allo stato fuso gli ingredienti ed estrude la miscela da una filiera, di solito in forma di lastra piana o di tubo, che immediatamente si espande e, raffreddandosi, si irrigidisce nella forma espansa (EPS estruso).

Questo materiale risulta più costoso e meno versatile del precedente; per le sue peculiari caratteristiche ha varie applicazioni significative, ma nei volumi di documentazione tecnica EPS non viene ulteriormente considerato.

## IL PROCESSO DI PRODUZIONE DEL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

La produzione dei semilavorati e manufatti avviene in tre stadi principali (Fig. 2) che si espongono qui nei tratti essenziali per la caratterizzazione merceologica; l'ottenimento di un prodotto di qualità presuppone peraltro un know-how non semplice, ma che non interessa per la documentazione applicativa.

**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 2050 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-espanso devono stazionare un certo tempo in sili arieggiati. Con il raffreddamento i residui di espandente e di vapore

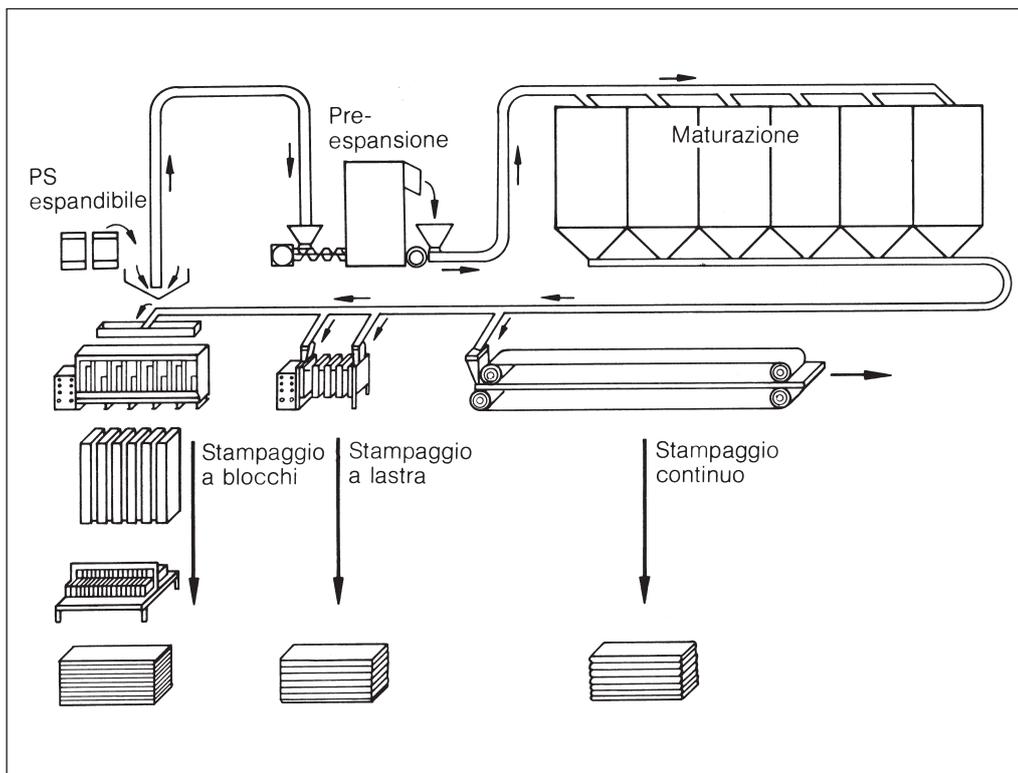


Fig. 2  
Processo di produzione  
dell'EPS

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-espansive raggiungono la stabilità necessaria per le fasi successive.

**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. Le blocchiere, costituite da forme parallelepipedo provviste di fori di entrata per il vapore su tutti i lati, vengono riempite di perle pre-espansive e sottoposte di nuovo all'azione del vapore saturo; si raggiungono ora temperature di 110-120°C, le perle si rigonfiano ulteriormente e, diventate appiccicose, si saldano fra di loro ("sinterizzano") per effetto della loro pressione interna, fino a formare un blocco omogeneo di espanso. Dopo un breve periodo di raffreddamento, i blocchi vengono sformati e messi in deposito per un periodo variabile da alcuni giorni a due mesi, durante il quale raggiungono la stabilità necessaria per le diverse applicazioni. Di qui vengono prelevati per il taglio in lastre, che avviene con seghe a nastro o a filo caldo e per eventuali altre operazioni meccaniche, come sagomature dei bordi, ottenute per fresatura.

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. sottotegole, lastre con contorni sagomati, cassonetti, lastre con superficie decorata a rilievo, coppelle).

3) *Stampaggio continuo:* in un processo (v. Fig. 2) la sinterizzazione in forma di lastra piana continua viene fatta avvenire fra due nastri mobili di acciaio; 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; si ottengono così profilati vari, p. es. cassature isolanti.

4) *Lastre per isolamento acustico:* per questo impiego i blocchi o le singole lastre vengono compressi fino ad 1/3 dello spessore originario e lasciati espandere di nuovo, ottenendo una caratteristica elastica più favorevole (minore rigidità dinamica) per l'impiego nei solai galleggianti per l'isolamento dai rumori da calpestio.

5) *Lastre per drenaggio*: sono costituite da perle espanse del diametro di 7-10 mm, unite fra loro soltanto nei punti di contatto mediante una saldatura di estensione più limitata con speciali collanti; le lastre hanno così una elevata porosità, che permette la permeabilità all'acqua voluta per questa applicazione.

### 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/m<sup>3</sup>; 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, la struttura è rigida, ma tenace, quindi senza la tendenza di altri espansi rigidi a sbriciolarsi. Non ha odore né altre emanazioni, né dà alcun problema al contatto con la pelle. Ad un esame microscopico (Fig. 3a) si rivela la struttura a celle poliedriche delle singole perle espanse, più compressa sulla periferia, dove esse si saldano fra di loro. Per confronto la figura 3b mostra, allo stesso ingrandimento, la struttura di un EPS di qualità scadente: la pre-espansione eccessiva ha portato alla formazione di

celle troppo grandi e senza più sufficiente capacità di saldatura all'atto dello stampaggio; i vuoti residui fra le perle riducono evidentemente la resistenza meccanica e possono al limite annullare l'impermeabilità all'acqua (come si fa volutamente nelle lastre per drenaggio).

Le cause della cattiva sinterizzazione, che compromette un po' tutte le caratteristiche del prodotto, possono essere molteplici. Per essere sicuri di non prendere dal mercato, dove purtroppo sono presenti, materiali di cattiva qualità, è necessario esigere sempre EPS di qualità garantita.

### CONDUTTIVITÀ TERMICA

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 caratteristica deriva direttamente dal fatto che l'EPS è costituito per il 96-99% di aria, chiusa in cellette di dimensioni tali da impedirne i moti convettivi, cosicché la trasmissione del calore può avvenire soltanto per conduzione (che è molto bassa nell'aria) e per irraggiamento (che si riduce rapidamente al moltiplicarsi degli schermi costituiti dalle pareti delle celle).

Poiché l'aria interna è in equilibrio con quella esterna, la caratteristica di conduttività termica non varia nel tempo, come avviene con altri espansi, che contengono nelle celle altri gas.

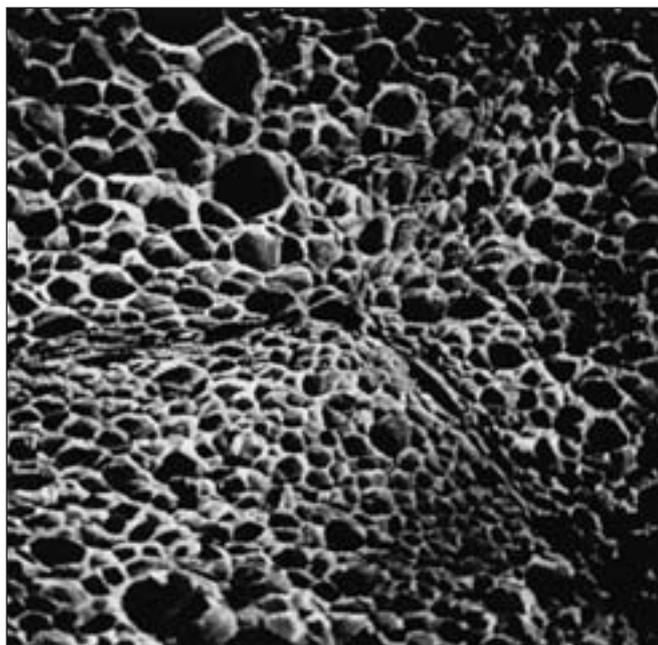


Fig. 3a

37x



Fig. 3b

37x

La conduttività termica dell'EPS, che si misura con i metodi delle norme EN 12667 e EN 12939, dipende invece da altri fattori, che è bene conoscere per una corretta interpretazione e impiego dei dati di misura.

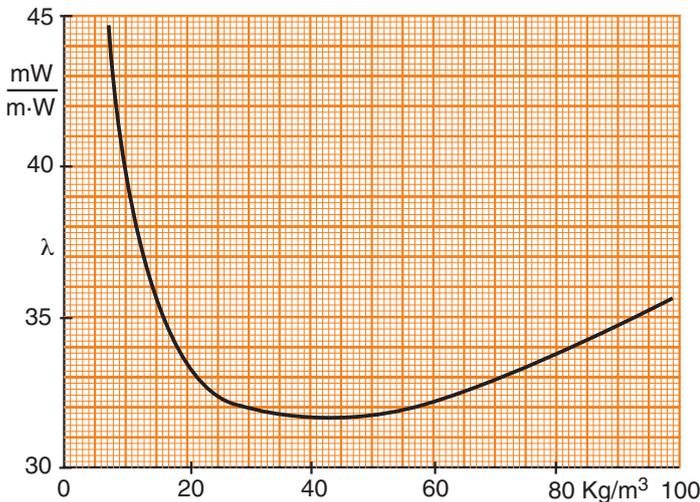


Fig. 4 (dati BASF)

1) **Massa volumica:** la conduttività aumenta in modo significativo al diminuire della massa volumica al di sotto di 30 kg/m<sup>3</sup>, 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. Oltre i 50 kg/m<sup>3</sup> la conduttività aumenta lentamente per il maggior contributo della conduzione nella parte solida del materiale. La figura 4 dà un valore medio indicativo di λ a temperatura ambiente, in un ampio campo di masse volumiche. Il valore minimo di λ si trova fra 30 e 50 kg/m<sup>3</sup>, cioè al limite superiore della massa volumica dei prodotti commerciali; il limite inferiore di questa non dovrebbe scendere sotto i 15 kg/m<sup>3</sup> per non penalizzare troppo questa caratteristica.

2) **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/m<sup>3</sup>, come mostra la figura 5. Non si evidenziano le singolarità a bassa temperatura mostrate da altri espansi, dovute al cambiamento di fase del gas contenuto nelle celle. Si evidenzia invece il bassissimo valore di λ alle temperature più basse, che permette interessanti applicazioni.

3) **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. La figura 6 mostra questo andamento, confrontato con quello di un materiale a bassa resistenza alla diffusione del vapore, a temperatura ambiente.

4) **Spessore:** a causa del diverso contributo che, al variare della massa volumica e dello spessore, danno al trasporto di

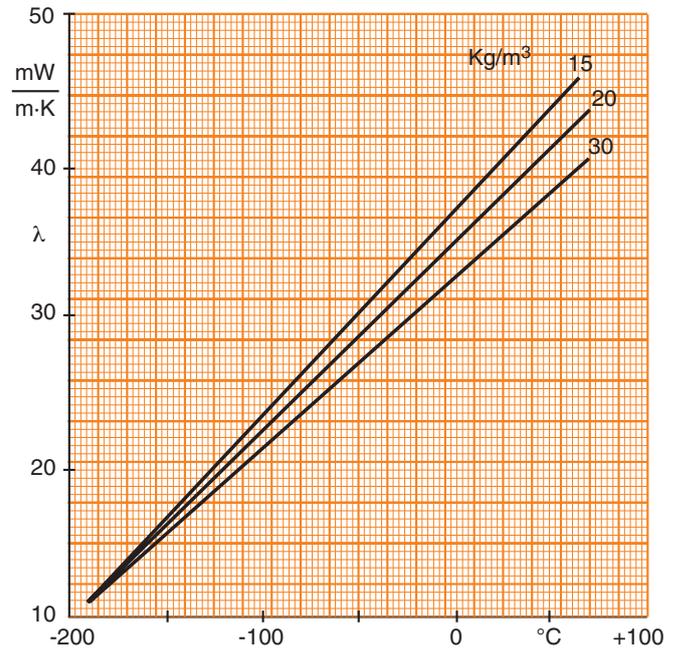


Fig. 5 (Zehender)

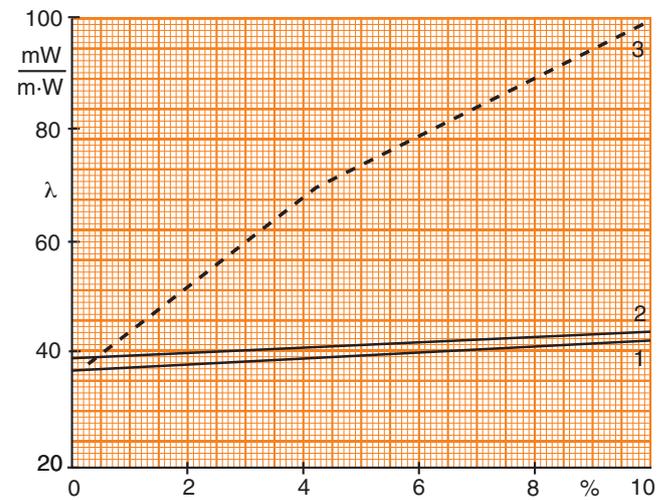


Fig. 6  
1: PSE 16 Kg/m<sup>3</sup> (IVH) - 2: PSE 30 Kg/m<sup>3</sup> (Zehender)  
3: Pannello fibre minerali 61 Kg/m<sup>3</sup> (Carl)

calore la conduzione (lineare) e l'irraggiamento (non lineare), la conduttività termica, misurata con i metodi citati, su lastre dello stesso materiale, ma di diverso spessore, dà risultati diversi.

L'effetto è sensibile per l'EPS da 15 kg/m<sup>3</sup> e ancora rilevabile sull'EPS da 20 kg/m<sup>3</sup>, 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

## CARATTERISTICHE DELL'EPS PER L'ISOLAMENTO TERMICO IN EDILIZIA

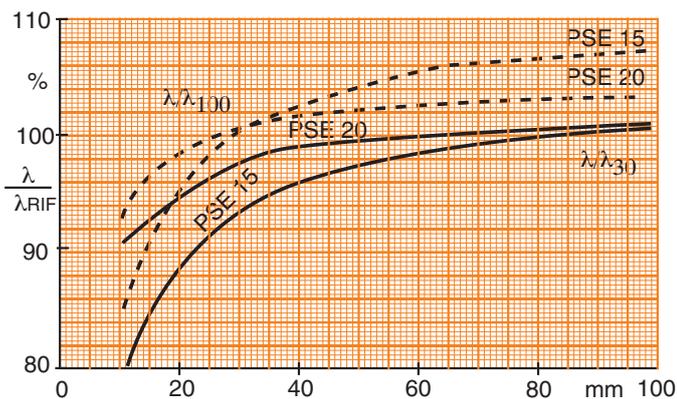


Fig. 7

mm. La figura 7, ricavata da misure di Cammerer, riporta la variazione percentuale di  $\lambda$  rispetto al valore a 30 mm (di solito impiegato nelle misure di laboratorio) e rispetto a quello a 100 mm.

**Variabilità statistica dei valori di conduttività:** all'atto della misura della conduttività sia i parametri misurati che i fattori di variabilità elencati sono soggetti ad errori; il campione poi è prelevato da un universo né omogeneo né

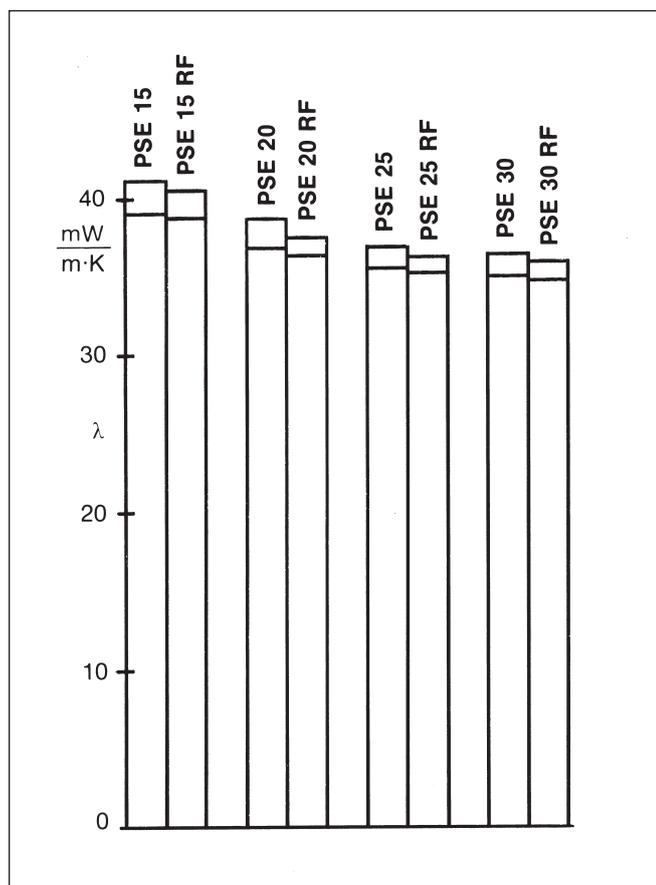


Fig. 8

costante; anche per materiali che origina da una tecnologia di produzione generalmente sotto controllo, vi è pure un certo grado di variabilità delle caratteristiche; in particolare la massa volumica apparente, per la quale la norma definisce un campo entro il quale deve stare il materiale di una certa massa volumica nominale, fa sentire il suo effetto passando dal limite inferiore al superiore del campo, soprattutto per le masse volumiche più basse.

Tuttavia per gli EPS a norma gli scostamenti dal valore medio sono di modesta entità, come dimostra l'analisi statistica delle misure eseguite dall'Istituto Italiano dei Plastici nel quadro della gestione del marchio di conformità; si tratta di campioni degli 8 tipi, dello spessore di 30 mm, provati alla temperatura media di 23°C.

**Conduttività termica secondo EN 13163** - La norma prevede che i valori della conduttività dell'EPS, venga indicata alla temperatura media di 10°C oppure 20°C.

**Conduttività termica di riferimento** - La norma UNI 10351 "Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento degli edifici" definisce, le condizioni cui si devono riferire i valori di misura  $\lambda_m$  della conduttività termica dei materiali usati nelle costruzioni, così da avere una corretta base per il loro confronto. I valori di  $\lambda_m$  che la UNI assume per l'EPS sono pure riportati in tabella 1.

Tabella 1 - Conduttività termica dell'EPS sinterizzato (mW/m·k)

Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	15	20	25	30	35
a 10°C	39	36	35	34	34
a 23°C	41	37	36	35	35
$\lambda_m$	41	37	36	36	
$\lambda$	45	41	40	40	

**Conduttività termica utile di calcolo** - La stessa UNI 10351 prescrive che nei calcoli si debbano impiegare non i valori di riferimento sopra definiti, bensì dei valori maggiorati, detti valori utili di calcolo, per tenere conto dell'umidità di equilibrio in opera, dell'invecchiamento, delle tolleranze di spessore e della qualità della posa in opera. Per l'EPS sinterizzato la maggiorazione  $m$  prevista è il 10% e pertanto i valori  $\lambda$  di calcolo sono quelli riportati nelle apposite righe di tabella 1.

Quando le condizioni di impiego, per temperatura o spessore, non coincidono con quelle di riferimento, i valori di conduttività utile di calcolo dell'EPS possono essere modificati in base ai dati delle figure 5 e 7.



## CALORE SPECIFICO E DIFFUSIVITÀ 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°C a 20,8 KJ/kg·K a -60°C.

La diffusività termica si ottiene dividendo la conduttività per il prodotto della massa volumica per il calore specifico; la sua unità di misura è quindi [m<sup>2</sup>/sec].

Queste due grandezze interessano negli studi di trasmissione del calore in regime variabile.

**Tabella 2** - Resistenza alla diffusione del vapore dell'EPS

Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	μ minimo	μ massimo
15	20	40
20	30	50
25	40	70
30	50	100
35	60	120

## RESISTENZA ALLA DIFFUSIONE DEL VAPORE

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 di materiale in questione.

Per l'EPS il valore di μ è compreso entro limiti che vanno crescendo con la massa volumica, come mostra la tabella seguente.

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 da -0 a +30°C, secondo DIN 4108 p. 5, ammonta a 1,5·10<sup>6</sup> m<sup>2</sup>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.

## 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 in particolare. 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, più che un comportamento in una situazione che non si verifica in pratica, un indice della buona saldatura fra le perle espanse; esso ammonta al massimo al 5% in volume per la densità 15 e al 3% per la densità 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 i seguenti valori di assorbimento all'equilibrio:

U.R. 60%      1,7% in peso

U.R. 90%      2,0% in peso

U.R. 100%     2,3% in peso

Sono valori ancora inferiori alla metà di quelli che DIN 52612 considera non superati nel 90% dei casi e che, come visto trattando la conduttività termica, non influenzano praticamente questa caratteristica.

## DILATAZIONE LINEARE

Il coefficiente di dilatazione lineare dell'EPS è compreso fra 5·10<sup>-5</sup> m/m·K e 7·10<sup>-5</sup> 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).

## 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

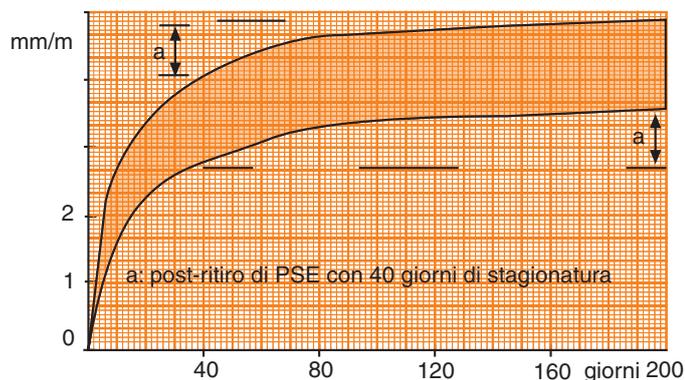


Fig. 9 (I.V.H.)

chi impiega l'EPS. Si conviene di chiamare *post-ritiro* il ritiro che avviene a partire da 24 ore dalla produzione. La figura 9 ne mostra l'andamento e i limiti; il comportamento della densità 15 si avvicina al limite inferiore; quello della densità 35 al superiore.

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/m<sup>3</sup>).

## COMPORAMENTO ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE

### Sollecitazioni di breve durata

La tabella 3 riporta una sintesi dei valori delle caratteristiche di risposta dell'EPS alle sollecitazioni meccaniche di breve durata a temperatura ambiente. I valori effettivi di prestazioni fisico-meccaniche dell'EPS sono riscontrabili mediante la norma europea di prodotto EN 13163 per applicazioni come materiale isolante. La norma citata può essere utiliz-

zata per definire i metodi ed i valori relativi alle caratteristiche meccaniche in base alle prestazioni desiderate. Si deve anche sottolineare che la norma europea classifica l'EPS secondo le prestazioni desiderate. Si deve anche sottolineare che la norma europea classifica l'EPS secondo le prestazioni di compressione/flessione e non secondo la densità, come veniva realizzato in passato. Quindi le richieste prestazionali del materiale devono essere confezionate in base alle reali necessità desiderate, lasciando il produttore libero di fornire il materiale ritenuto più idoneo allo scopo.

Il comportamento più utile ai fini pratici è quello a compressione. La relazione fra sollecitazione e deformazione in questo caso è lineare fino al 3% di deformazione; oltre questo limite si ha una deformazione permanente progressiva della struttura cellulare, senza che si addivenga ad una vera rottura; per convenzione si assume quindi come caratteristica del comportamento a compressione la sollecitazione che corrisponde ad uno schiacciamento del 10% dello spessore della provetta.

I valori di sollecitazione a rottura a trazione e flessione, non molto importanti per il dimensionamento delle applicazioni, vengono considerati dalle normative come misura della buona sinterizzazione del materiale. La sollecitazione di taglio interessa nei casi in cui la lastra di EPS è vincolata a rivestimenti rigidi, come nei pannelli sandwich e negli isolamenti esterni sotto intonaco.

Nella letteratura tecnica si riscontrano valori di resistenza al taglio anche molto discosti da quelli di tabella 3; in questi casi, quando è possibile, conviene affidarsi all'esperienza applicativa consolidata, ed è il caso degli isolamenti sotto intonaco, altrimenti è consigliabile eseguire le prove opportune direttamente sui pannelli composti.

Il modulo elastico a compressione si riferisce ovviamente alle sollecitazioni che stanno entro il limite elastico. Per i moduli elastici a trazione e a taglio si trovano in letteratura pochi valori e piuttosto dispersi; orientativamente, secondo alcuni autori, il modu-

Tabella 3 - Caratteristiche meccaniche dell'EPS in N/mm<sup>2</sup> (1)

Massa volumica in Kg/m <sup>3</sup> (valore indicativo)	15	20	25	30	35
Sollecitazione di compressione al 10% di deformazione	> 0,05	> 0,10	> 0,14	> 0,18	> 0,22
Resistenza a trazione	> 0,13	> 0,17	> 0,22	> 0,32	> 0,40
Resistenza a flessione	> 0,075	> 0,15	> 0,20	> 0,24	> 0,35
Resistenza al taglio	> 0,05	> 0,075	> 0,10	> 0,12	> 0,18
Modulo elastico a compressione	4,00	5,00	6,00	7,00	9,00

(1) 1 N/mm<sup>2</sup> ≅ 10 Kg/cm<sup>2</sup>

(Valori medi da dati di bibliografia)

lo a trazione è circa triplo di quello a compressione e quello di taglio circa doppio.

**Tabella 4** - Sollecitazione permanente a compressione per deformazione del 2%

Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Sollecitazione N/mm <sup>2</sup>
15	0,012-0,025
20	0,020-0,035
25	0,028-0,050
30	0,036-0,062
35 (1)	0,044-0,074

(1) Valori estrapolati

### 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. La figura 10 illustra questo comportamento a temperatura ambiente per 3 tipi di EPS di diversa massa volumica apparente, per diversi livelli della sollecitazione di compressione. In conseguenza, per carichi permanenti di compressione, si raccomanda di non superare i valori di tabella 4 (IVH).

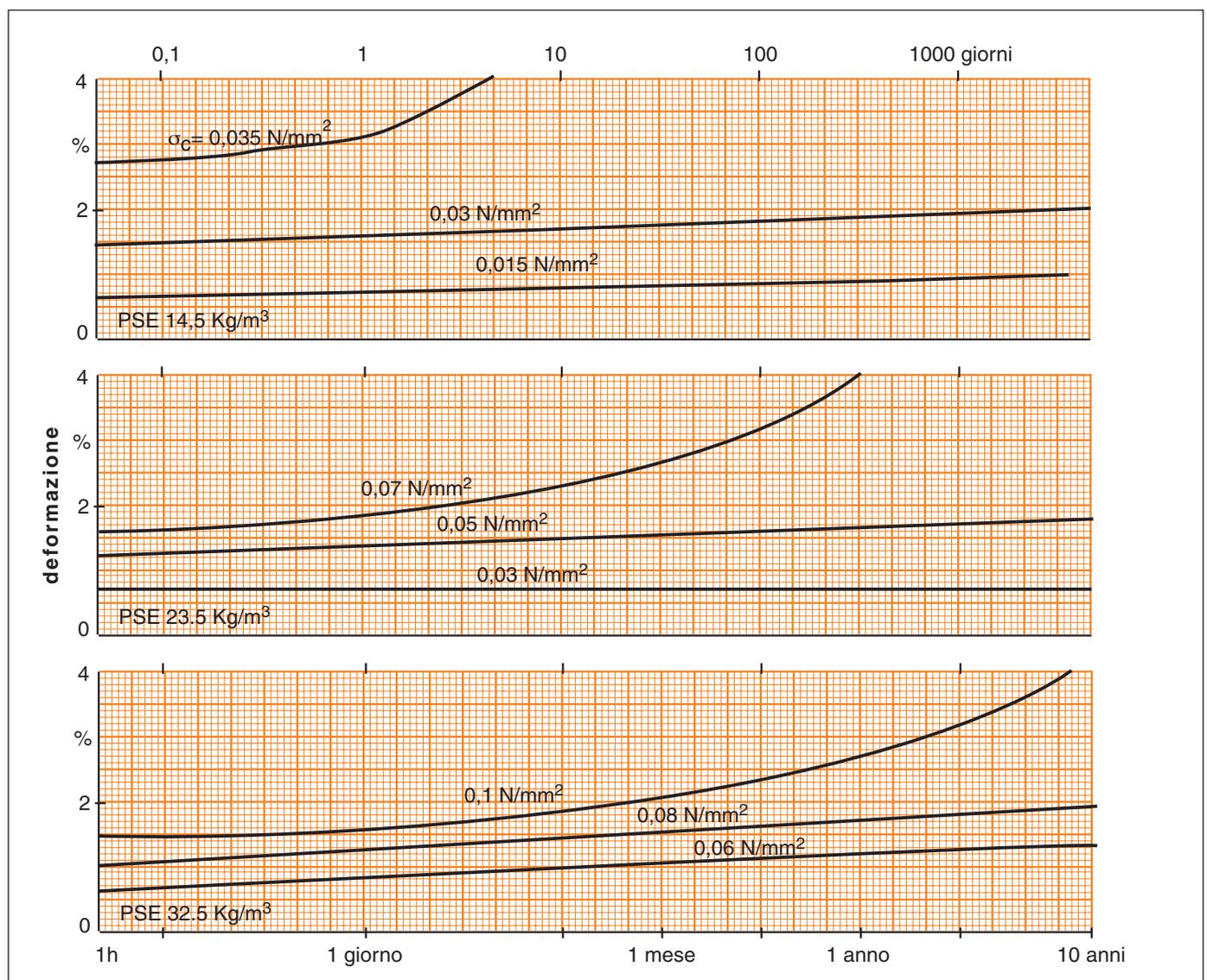


Fig. 10

(BASF)



### 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 più impiegati per l'imballaggio; questa caratteristica non è tuttavia generalmente interessante nelle applicazioni edilizie. 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 "a 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; la caratterizzazione di questo comportamento dipende tuttavia dalla struttura dell'intero sistema isolante-intonaco armato ed è definito dalla normativa in proposito.

### Vibrazioni e rumore

La resistenza a vibrazioni e scuotimenti dell'EPS è eccellente, in relazione al suo comportamento elastico-tenace; questa caratteristica è generalmente poco interessante per le applicazioni edilizie e molto di più per gli imballaggi.

La stessa caratteristica elastica rende l'EPS di scarso interesse per le applicazioni di assorbimento dei rumori aerei. Invece lo speciale tipo di EPS elasticizzato, ottenuto per compressione e successiva espansione delle lastre normali, si è rivelato fra i migliori materiali per l'isolamento dai rumori da calpestio nei cosiddetti "pavimenti galleggianti".

Lo smorzamento dei rumori da calpestio è tanto più elevato, quanto minore è la cosiddetta "rigidità dinamica" delle lastre di EPS. Questa caratteristica, che si usa esprimere in MN/m<sup>3</sup> e ha quindi la dimensione di un modulo elastico diviso una lunghezza, è in

**Tabella 5** - Rigidità dinamica del EPS per isolamento da calpestio

Spessore t.q. mm	Spessore sotto carico di 2 kN/m <sup>2</sup> mm	Rigidità dinamica MN/m <sup>3</sup>
17	15	30
22*	20	20
27	25	15
33	30	15
38*	35	10
44	40	10

\* Tipi da preferire

effetti l'indice del comportamento elastico del complesso costituito dalla struttura dell'espanso e dall'aria racchiusa, ed è funzione decrescente dello spessore; viene dedotta dalla misura della frequenza di risonanza del sistema costituito dalla lastra di EPS collocata su un supporto rigido e gravata da una massa oscillante standard (v. DIN 52214).

L'industria tedesca, specializzata in questo tipo di lastre (di massa volumica 9-12 kg/m<sup>3</sup>), considera i tipi della seguente tabella 5.

L'EPS normale, che ha rigidità dinamica oltre 90 MN/m<sup>3</sup>, non è indicato per questa applicazione.

### 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 95-100°C (p. es. all'atto dell'applicazione di un bitume caldo. Sotto un carico permanente di 20 KN/m<sup>2</sup> la temperatura limite scende a 80-85°C (75-80°C per l'EPS 15).

Le prove di stabilità dimensionale considerate dalle normative, che indicano la deformazione massima ammissibile dopo un determinato periodo sotto carico ad una data temperatura, danno la possibilità di verificare l'idoneità di un EPS per determinate applicazioni. In particolare ISO 4898 prevede una deformazione limite del 5% nelle condizioni e per gli impieghi specificati nella seguente tabella 6.

A bassa temperatura, poiché il Polistirene non subisce alcuna transizione di fase (cambiamento di struttura) in questo campo, le sue caratteristiche meccaniche possono considerarsi simili a quelle a temperatura ordinaria fino ad almeno -200°C.

**Tabella 6** - Prove di stabilità dimensionale dell'EPS secondo ISO 4898

Classe Impiego	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	Durata della prova	Temper. di prova °C	Sollecit. di compr. KN/m <sup>2</sup>
I Non portante	15	48 ore	70	—
II Carichi limitati	20	48 ore	80	20
III Carichi maggiori	30	7 giorni	70	40

### COMPORTEMENTO AGLI AGENTI CHIMICI

L'EPS non è intaccato dai materiali da costruzione correnti; la tabella 7 dà un quadro del comportamento dell'EPS a contatto di molti gruppi di sostan-

Tabella 7 - Sostanze inerti per l'EPS

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acqua, acqua di mare, soluzioni saline</li> <li>- Materiali da costruzione (calce, cemento, gesso, ecc.)</li> <li>- Sali (p. es. efflorescenze di salnitro), concimi</li> <li>- Soluzioni alcaline (idrato sodico e potassico, soluzioni ammoniacali, acqua di calce, candeggianti, acqua ossigenata, concimi liquidi)</li> <li>- Saponi e detersivi sintetici</li> <li>- Acidi diluiti e acidi deboli (p. es. citrico, carbonico, acidi urici)</li> <li>- Acidi concentrati (cloridrico 35%, nitrico 50%, solforico 95%)</li> <li>- Alcoli (metilico, etilico, ecc.)</li> <li>- Glicoli, glicerina</li> <li>- Oli siliconici</li> <li>- Bitumi, adesivi e masse bituminose a base acquosa.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Sostanze che attaccano o distruggono l'EPS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Esteri (acetati, ftalati, diluenti per vernici)</li> <li>- Eteri (etilico, glicolico, diossano)</li> <li>- Chetoni (acetone, cicloesano)</li> <li>- Composti organici alogenati (triellina, tetracloruro di carbonio, fluorocarburi)</li> <li>- Ammine, ammidi, nitrili</li> <li>- Idrocarburi aromatici (benzolo, stirolo, toluolo, ecc.), cicloesano</li> <li>- Benzina e vapori di benzina</li> <li>- Gasolio, olio combustibile, olio di paraffina, vaselina (sostanze con azione più limitata)</li> <li>- Ragia minerale, trementina</li> <li>- Bitumi e masse bituminose con solventi</li> <li>- Derivati del catrame</li> </ul>

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

Nei casi incerti è bene eseguire una prova pratica prima dell'impiego, eventualmente a temperatura più elevata, p. es. 50°C, per abbreviare la prova.

## COMPORTEMENTO BIOLOGICO

L'EPS non costituisce nutrimento per alcun essere vivente, microrganismi compresi, quindi non marcisce o ammuflisce. Al più, se molto sporco, in certe condizioni, microrganismi si possono insediare nella sporcizia e l'EPS agisce semplicemente da suppor-

to e non prende parte ai processi biologici. Anche i batteri del suolo non attaccano l'EPS.

L'EPS, come altri materiali di scarsa durezza, può essere roso da piccoli animali e insetti, che ne sfruttano la buona coibenza termica per farvi il nido. Ciò può accadere in particolare in applicazioni agricole (stalle, sili). Si può ovviare con opportune disinfestazioni (tenendo presente la sensibilità dell'EPS ai solventi) o meglio impedendo l'accesso ai roditori con reti inossidabili e agli insetti con intonaci di rivestimento. Per la sua stabilità chimica e biologica l'EPS non costituisce un pericolo per l'igiene ambientale e per le falde acquifere. Non vi sono controindicazioni al deposito nelle discariche e alla combustione nei forni di incenerimento.

L'EPS in opera nella coibentazione edilizia non presenta alcun fattore di pericolo per la salute; si tenga presente in proposito che il Polistirene compatto e l'EPS come materiale da imballaggio sono ammessi dalla legislazione come materiali che possono venire a contatto con le sostanze alimentari. Anche il maneggio e le eventuali lavorazioni meccaniche connesse con la messa in opera dell'EPS sono assolutamente innocui e in particolare non vi è pericolo di inalazione di particelle o di manifestazioni allergiche. Anche le tracce di espandente e di stirolo monomero non polimerizzato che possono essere presenti nell'EPS di recente produzione si disperdono rapidamente e, anche in locali chiusi, non sono più rilevabili a distanza di qualche mese dalla produzione, che è un tempo che comunque decorre fra la produzione dell'EPS e l'occupazione di un edificio.

## COMPORTEMENTO 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 30 anni di esperienza applicativa su scala vastissima e in particolare da numerose verifiche delle caratteristiche, effettuate su EPS in opera da decenni.

Sono quindi da confutare decisamente le voci di scarsa stabilità nel tempo, che si sono spinte fino ad

## CARATTERISTICHE DELL'EPS PER L'ISOLAMENTO TERMICO IN EDILIZIA

affermare l'esistenza di una "sublimazione", affermazione fisicamente senza senso.

L'origine di queste voci, quando non è da attribuire a concorrenza scorretta, va fatta risalire a pratiche imprenditoriali scorrette, che hanno ritenuto di poter approfittare della difficoltà di verificare l'effettiva applicazione del materiale nelle intercapedini: in effetti tali voci non si riferiscono mai a situazioni più controllabili, anche se oggettivamente più difficili, come l'isolamento esterno sotto intonaco.

Naturalmente la migliore assicurazione del permanere nel tempo delle prestazioni dell'EPS è data dall'impiego di materiale a norma.

Un fattore ambientale non trattato precedentemente, perchè non corrisponde mai ad effettive condizioni di impiego, è l'effetto della radiazione solare ultravioletta.

Questa radiazione, cui l'EPS può trovarsi esposto nel deposito in cantiere e durante la messa in opera, provoca un ingiallimento e infragilimento superficiale, che in molti casi non dà luogo ad alcuna riduzione delle prestazioni, mentre in altri, come nel rivestimento con intonaco, può compromettere l'aderenza della finitura. Una corretta pratica di cantiere evita facilmente questo inconveniente.

### COMPORAMENTO AL FUOCO

L'EPS, quale composto di carbonio e idrogeno, è di sua natura un materiale combustibile. Esso inizia la sua decomposizione a circa 230-260°C, con emissione di vapori infiammabili, ma soltanto a 450-500°C si ha un'accensione.

La successiva propagazione della fiamma avviene spontaneamente nell'EPS normale, se vi è sufficiente apporto di ossigeno, mentre nell'EPS a migliorato comportamento al fuoco (EPS/RF), ottenuto con opportuni additivi, la propagazione cessa al venir meno della causa di innesco.

Le normative distinguono il comportamento dei materiali combustibili con una opportuna classifica. L'EPS nudo si colloca generalmente nelle classi E oppure D e superiori se rivestito (secondo EN 13501-1).

Le norme applicative prescrivono i limiti di impiego di ciascuna classe nei singoli casi.

Si riportano invece qui alcune considerazioni generali sul comportamento al fuoco dell'EPS, che possono utilmente servire per una valutazione del rischio di impiego, anche nei casi non contemplati dalla normativa.

1) L'EPS richiede una certa energia per la sua accensione; anche per il tipo normale una scintilla o una sigaretta accesa non sono sufficienti: la loro

energia viene asportata come calore di fusione dell'EPS.

Il materiale, fondendo, tende poi a ritrarsi dalla sorgente di innesco, anche di una certa intensità; quindi in particolare l'EPS/RF brucia in effetti soltanto in un incendio generalizzato.

2) Il contributo dell'EPS in termini di bilancio energetico di un incendio, è modesto, in relazione alla sua bassa massa volumica: 1 dm<sup>3</sup> di EPS da 15 kg/m<sup>3</sup> ha un potere calorifico di 590 J contro 9200 J dello stesso volume di legno di abete.

3) L'EPS si trova generalmente protetto da altri materiali e non ha immediata disponibilità dell'aria necessaria alla sua combustione (circa 130 volte il suo volume).

4) La combustione può sviluppare, come gas tossici, essenzialmente ossido di carbonio non diversamente dai materiali lignei presenti nella costruzione o nell'arredamento, ma in proporzione più ridotta, come mostra la tabella 8 (prova del Laboratorio Chimico di Stato di Vienna, secondo DIN 53436: provini da 300x15x10 mm, temperatura 600°C, portata d'aria 100 l/h).

La tabella 8 dimostra anche che i gas sviluppati non sono corrosivi.

5) La produzione di fumi opachi dell'EPS/RF è più ridotta di quella dell'EPS normale e comunque proporzionata, rispetto agli altri materiali combustibili presenti, alle piccole quantità in peso normalmente applicate.

6) Il pericolo di distacco di rivestimenti in EPS, in caso di incendio, dipende essenzialmente dal tipo di fissaggio. Le parti o le gocce fuse che cadono

**Tabella 8** - Componenti tossici dei gas combusti di materiali da costruzione (p.p.m.)

Materiale	Ossido di Carbonio	Stirololo	Benzolo e omologhi	Composti alogenati
PSE normale	1.000	400	40	—
PSE/RF	1.000	50	30	11
Legno di abete	15.000	—	—	—
Pannello truciolare	69.000	—	1.000	—
Sughero espanso	29.000	—	1.000	—



non sono infiammate e non contribuiscono quindi alla propagazione dell'incendio.

7) La differenza di costo fra i tipi normali e quelli RF è modesta e ha già consigliato, in vari paesi, l'adozione esclusiva dei tipi RF per tutte le applicazioni edilizie, anche quelle in cui potrebbe essere ammesso il tipo normale; ciò evita confusioni e pericoli di incendio di materiale in deposito in cantiere.

### 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.



---

## 2.

# LE APPLICAZIONI DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO TERMICO

Il soddisfacente risultato di un'applicazione di isolamento dipende, oltre che dalla scelta del materiale coibente, anche dal suo corretto dimensionamento e più in generale dalla considerazione di tutti quei fattori che influenzano la risposta dell'edificio alle sollecitazioni termiche e igrometriche, a fronte delle quali le teorie della fisica delle costruzioni indicano per quali vie ottenere il voluto benessere abitativo, congiunto ad un'accettabile affidabilità, sicurezza ed economicità dell'applicazione.

Per il buon successo di un'applicazione occorre infine osservare (ed è l'aspetto più spesso trascurato e maggior fonte di patologie edilizie), la corretta esecuzione di particolari costruttivi peculiari di ciascuna classe di applicazioni.

Questo capitolo fornisce un panorama generale delle applicazioni dell'EPS in edilizia.



### CLASSIFICAZIONE DELLE APPLICAZIONI E CRITERI DI SCELTA

Si può affermare che, con una opportuna scelta del tipo, tutte le esigenze di isolamento termico nelle costruzioni possono essere soddisfatte dall'EPS.

Per orientarsi in modo corretto è opportuno partire da una classificazione delle applicazioni e delle prestazioni che in ciascuna di esse sono richieste all'isolante. Tale classificazione è stata fatta in campo internazionale con il documento ISO "Properties of thermal insulating products for buildings according to their application" e ad essa conviene fare riferimento, anche perché è già stata presa come base per le normative, nazionali ed europee, in corso di formazione.

Il documento ISO (v. Tab. 1) considera 29 applicazioni diverse e 24 caratteristiche del materiale isolante, indicando, per ciascuna applicazione, quali caratteristiche sono da ritenere importanti, 9 fra esse, come si può rilevare dalla tabella, sono importanti per tutte le applicazioni. I livelli di queste caratteristiche non sono precisati, in quanto dipendono anche dalle caratteristiche del componente o struttura di cui l'isolante fa parte, dalle condizioni di esercizio (carichi, ambiente, ecc.) e dalle regolamentazioni che caso per caso devono essere rispettate (p. es. prevenzione incendi).

Per quanto riguarda l'EPS, in sede di Comitato Europeo di Normazione (CEN), nel quadro della normativa sui materiali isolanti per edilizia, che dovrà consentire la libera circolazione anche di questi materiali all'interno della Comunità, sono già emersi orientamenti tendenti a stabilire la corrispondenza fra le applicazioni classificate e i tipi di EPS. Queste indicazioni utili, sono riportate nella tabella 1. Secondo le raccomandazioni dell'AIPE, è consigliabile che i tipi scelti siano sempre RF (a ritardata propagazione di fiamma). Per quanto riguarda le condizioni di esercizio da tenere presenti nella scelta, oltre quelle riguardanti i carichi che in certe applicazioni vengono trasmessi all'isolante, è importante considerare le condizioni di esposizione della parete o copertura e il modo in cui esse, nel loro complesso, rispondono alle sollecitazioni igrotermiche, alla pioggia battente, ecc. A questo proposito indicazioni generali si trovano nel secondo volume di Documentazione Tecnica.

### L'EPS NELL'ISOLAMENTO DEI TETTI A FALDE

Il tetto a falde è caratterizzato, nella massima parte dei casi, da una copertura costituita da elementi di

piccole o medie dimensioni, comunemente designata come "copertura discontinua". Con questo termine si intende una chiusura superiore costituita da un insieme di elementi che assicurano la tenuta all'acqua solo per valori della pendenza superiori ad un minimo, dipendente dal tipo di copertura. Le odierne esigenze di isolamento termico, sia per motivi di benessere abitativo, che di risparmio energetico, hanno naturalmente portato a fissare l'attenzione sui tipi di coperture a falde comprendenti uno strato termoisolante. Particolarmente nei casi, sempre più frequenti, sia nelle nuove costruzioni che nelle ristrutturazioni, in cui si vuole sfruttare a scopo abitativo lo spazio immediatamente sottostante al tetto a falde, l'impiego di EPS si è rivelato uno dei più convenienti, oltre che economicamente, anche tecnicamente, sia per le sue caratteristiche geometriche e meccaniche, che di stabilità nel tempo e di insensibilità all'acqua. Il sistema concettualmente migliore è l'isolamento *sopra l'orditura portante* della copertura (n° 2 e 3 della classificazione ISO, Tab. 1), perché sopprime i ponti termici e contribuisce alla protezione della struttura portante. Nel caso delle ristrutturazioni, questo sistema comporta lo smontaggio della vecchia copertura, prima dell'applicazione dell'isolante; tuttavia, quando la sostituzione della copertura è prevista per motivi di manutenzione straordinaria o rinnovamento edilizio, l'inserimento dell'isolante in

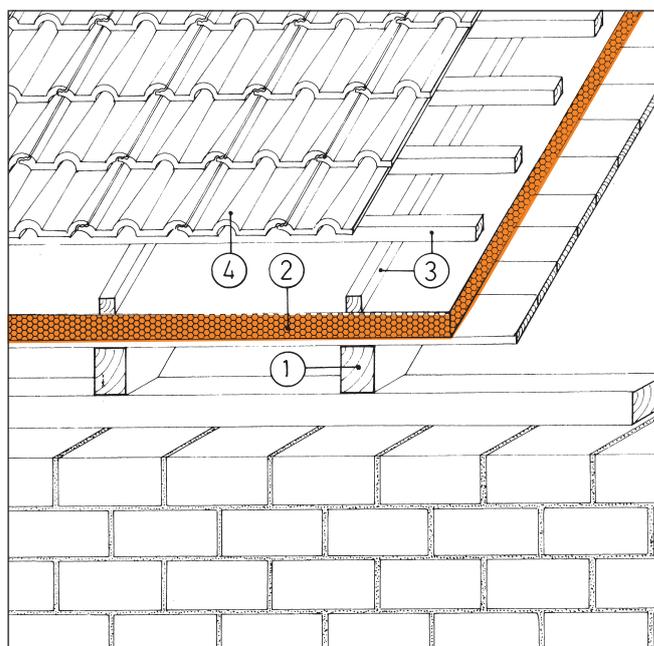


Fig. 1 - Isolamento di tetto a falde sopra l'orditura.

1. Orditura principale
2. EPS
3. Orditura secondaria
4. Copertura

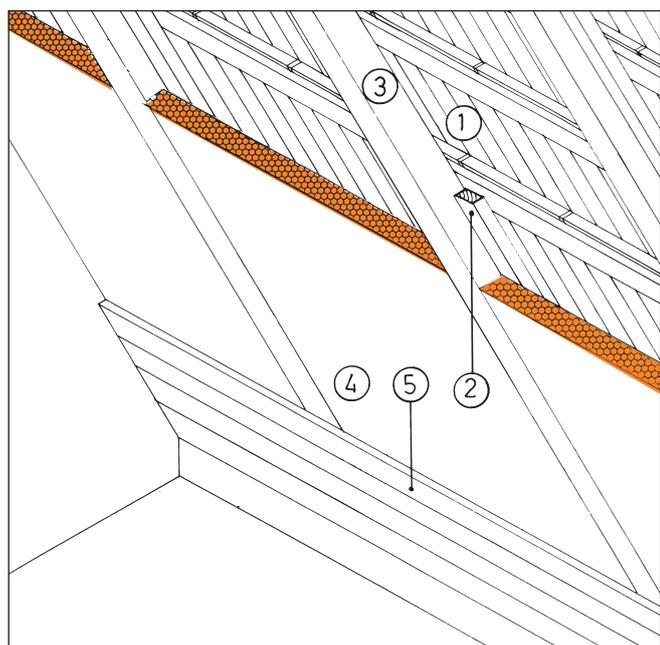


Fig. 2 - Isolamento di tetto a falde inserito nell'orditura.

1. Copertura
2. Listello di battuta
3. Orditura
4. EPS
5. Rivestimento

questo modo risulterà particolarmente conveniente. L'applicazione (Fig. 1) prevede il fissaggio delle lastre di EPS all'orditura insieme a listelli di legno disposti nel senso della pendenza del tetto, per mezzo di chiodi inossidabili o tasselli ad espansione, secondo la natura del supporto. Su questi listelli sono inchiodati, in senso orizzontale, i listelli di aggancio delle tegole.

In alternativa alle lastre, si possono usare manufatti stampati, che portano sulla faccia superiore apposite sporgenze per l'aggancio delle tegole. Altre lastre sagomate si usano per coperture a coppi o ondulate. L'applicazione va fatta avendo cura che in gronda e in colmo vi siano opportune aperture per assicurare la ventilazione sotto la copertura.

Quando non si può operare sopra l'orditura, un isolamento efficace può ancora essere ottenuto in maniera poco dispendiosa operando dall'interno.

Un sistema (ISO n° 1) consiste nell'inserire l'EPS, tagliato nella giusta larghezza, fra i travi dell'orditura (Fig. 2), dopo aver applicato lungo le stesse dei listelli che servono di battuta alle lastre di EPS. Il lavoro viene ultimato con l'applicazione di un rivestimento (perline, compensato, laminati, cartongesso), fissato all'orditura, al quale, se necessario, si sovrappone una finitura (pittura, tappezzeria, ecc.).

Il sistema lascia scoperti i ponti termici costituiti dall'orditura, non molto importanti se questa è di legno;

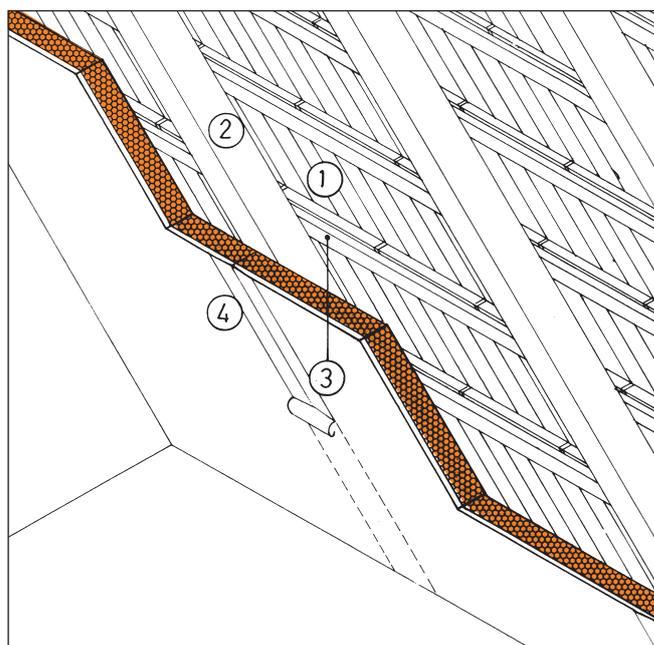


Fig. 3 - Isolamento di tetto a falde sotto orditura.

1. Copertura
2. Orditura principale
3. Orditura secondaria
4. Pannello EPS/cartongesso

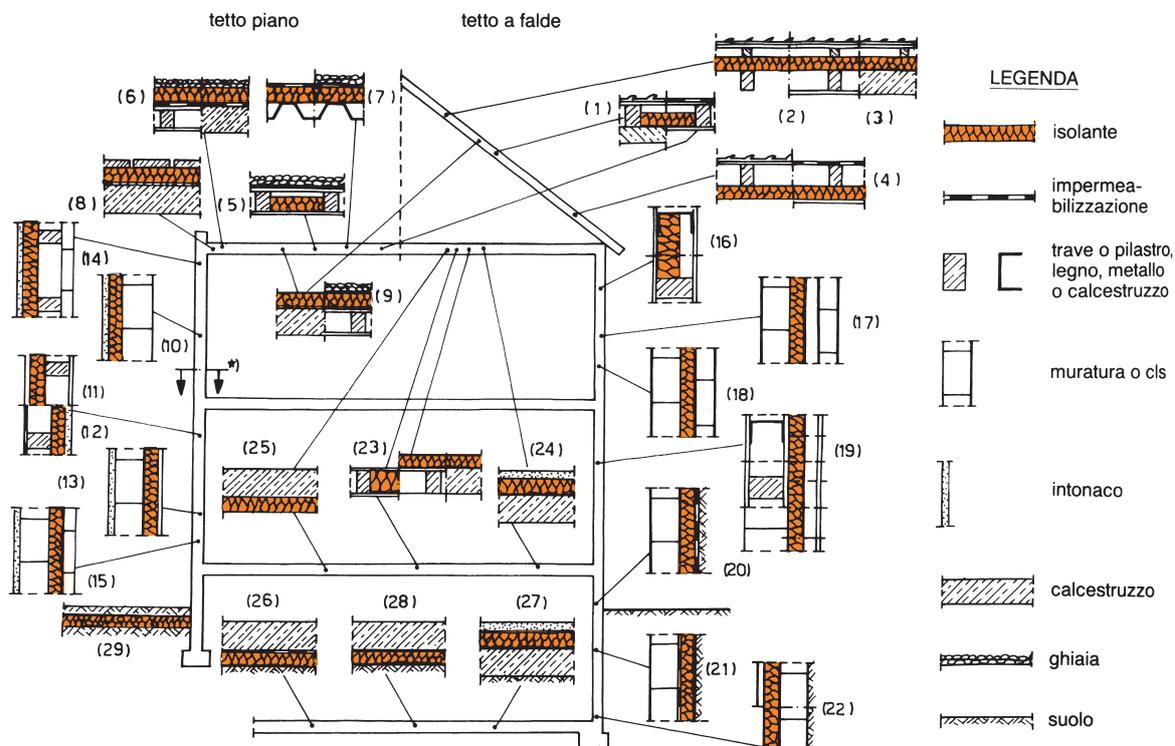
per contro ha il vantaggio di non rubare spazio al vano interno. In alternativa a questo sistema, e con il vantaggio di sopprimere i ponti termici, l'isolante può essere fissato sotto l'orditura (ISO n° 4), preferibilmente previo fissaggio sulla stessa di una orditura secondaria in legno (Fig. 3), con un passo corrispondente alle dimensioni delle lastre di EPS. Un buon modo di eseguire questo isolamento è quello di usare pannelli bistrato EPS/cartongesso; si ha il vantaggio di impiegare pochi listelli di orditura secondaria e di avere una superficie già pronta per la finitura.

L'isolamento dei tetti a falde con AIPOR nelle diverse varianti sopra descritte è trattato in modo più approfondito nel secondo volume.

## L'EPS NELL'ISOLAMENTO DEI TETTI PIANI

Il modo più tradizionale per isolare un tetto piano è quello di porre lo strato isolante sotto l'impermeabilizzazione (ISO n° 5, 7, 8, 9). In questa situazione il sistema è sottoposto a notevoli sollecitazioni igrotermiche e meccaniche; in particolare l'impermeabilizzazione è spesso esposta direttamente alle intemperie e, dato il suo colore generalmente scuro, sollecita a sua volta termicamente l'isolante sottoposto. La sua realizzazione richiede quindi una buona

**Tabella 1 - Classificazione delle applicazioni degli isolanti termici nelle costruzioni secondo ISO**



N°	A P P L I C A Z I O N E		
1	TETTO	A FALDE	Ventilato - Isolamento fra travetti, sopportato e non caricato
2			Ventilato - isolamento fra travetti e coperture
3			Ventilato - Isolamento fra struttura portante e copertura
4			Ventilato - Isolamento sotto travetti
5	TETTO	PIANO	Ventilato - Isolamento fra travi o travetti
6			Inverso - Isolamento sopra impermeabilizzazione
7			Su solaio in acciaio - Isolamento sotto impermeabilizzazione
8			Accessibile a carico leggero o pesante, tetto giardino - Isol. sotto impermeabilizzazione
9			Accessibile solo per manutenzione - Isolamento sotto impermeabilizzazione
10	PARETE		Muratura o cls - Isolamento esterno intonacato
11			Montanti in legno - Isolamento esterno intonacato
12			Montanti in legno - Isolamento interno intonacato
13			Muratura o cls - Isolamento interno con cartongesso o simili
14			Muratura o cls - Isolamento interno con rivestimento supportato
15			Muratura o cls - Isolamento interno con rivestimento pesante
16			Montanti in legno o metallo, rivestito, isolamento fra i montanti
17			Isolante in intercapedine ventilata
18			Intercapedine riempita dall'isolante; parametro esterno non a tenuta
19			Montanti in legno o metallo, rivestito; isolamento sopportato, ventilato
20			Interrata, isolamento esterno sotto impermeabilizzazione - Protezione meccanica
21			Interrata, isolamento esterno in contatto con il suolo
22			Isolamento interno di cantine, protetto e non
23	SOFFITTO		Isolamento sopra la struttura portante o fra le travi
24			Isolamento sopportato, sotto pavimento di ripartizione
25			Isolamento sotto la struttura portante
26	FONDAZIONE		Cls - Isolamento sotto la soletta, a contatto con il suolo
27			Cls - Isolamento sopra la soletta e impermeabilizzazione, sotto pavimento ripartitore
28			Cls - Isolamento sotto la soletta, sopra impermeabilizzazione
29			Isolamento dal gelo a contatto con il suolo



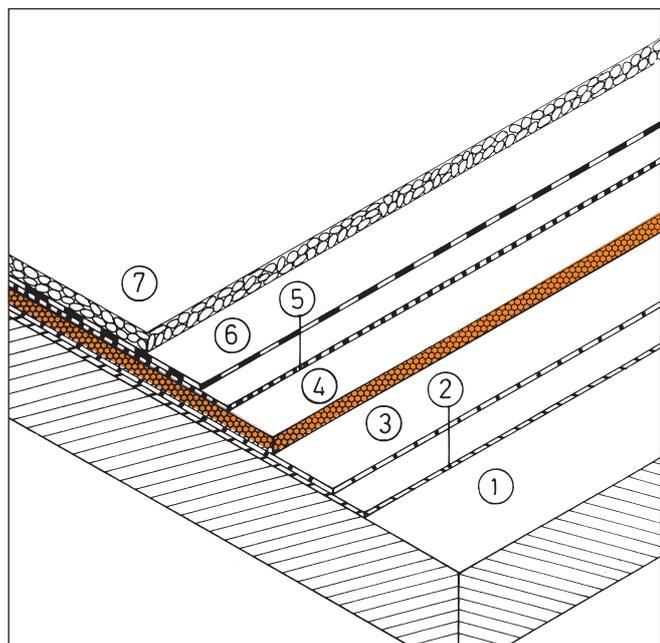


Fig. 4 - Isolamento sotto impermeabilizzazione di tetto piano.

1. Soletta
2. Strato di desolidarizzazione
3. Barriera vapore
4. EPS
5. Strato di equilibramento della pressione di vapore
6. Impermeabilizzazione
7. Ghiaia

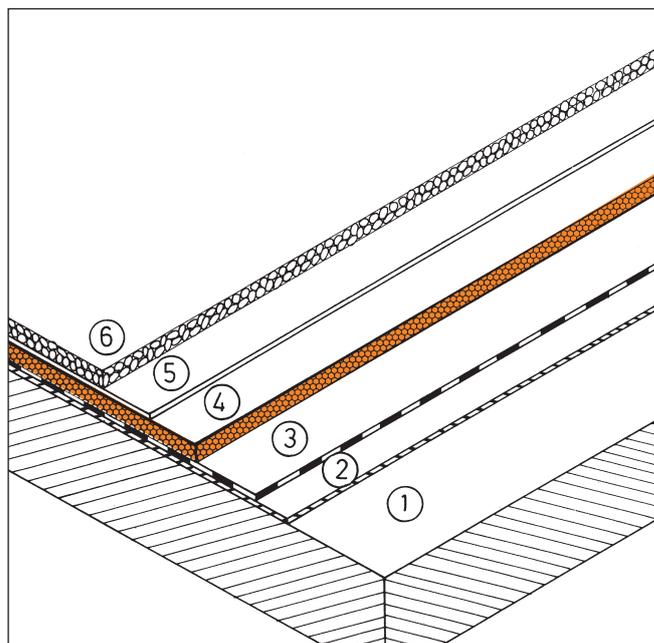


Fig. 5 - Isolamento di tetto piano sopra impermeabilizzazione (tetto rovescio).

1. Soletta
2. Strato di desolidarizzazione
3. Impermeabilizzazione
4. EPS
5. Strato filtrante
6. Zavorra di ghiaia o quadrotti

esperienza, sia in progettazione, che in esecuzione. L'EPS, fin dalle sue origini, è stato utilizzato in queste applicazioni e i saggi eseguiti periodicamente su tali prime applicazioni hanno dimostrato che anche in questo, è uno dei casi più impegnativi di isolamento, l'EPS offre prestazioni perfettamente adeguate, quando l'esecuzione sia fatta a regola d'arte. La stratificazione (Fig. 4) comprende solitamente, sopra la struttura portante, uno strato separatore-equilibratore, per la protezione degli strati soprastanti dalle asperità della struttura portante e l'assorbimento dei movimenti di origine termica o di assestamento, poi una barriera vapore e su questa l'EPS. Il tipo va scelto, secondo il carico previsto. Sono disponibili anche pannelli o rotoli di strisce di EPS che portano già attaccate sulla faccia superiore un foglio catramato; si trovano pure, all'estero per ora, pannelli a spessore variabile a cuneo, per realizzare la pendenza di scolo mediante lo strato coibente.

Sopra l'EPS si pone uno strato di tessuto non tessuto per equilibrare la pressione di vapore e su questo lo strato di impermeabilizzazione costituito da foglie a base bituminosa o polimerica di vario tipo. La stratificazione è completata superiormente con uno strato di protezione e zavorramento (ghiaia o quadrotti in calcestruzzo), che assicura l'integrità dell'impermea-

bilizzazione contro le azioni esterne e si contrappone al sollevamento della copertura provocato dal vento.

Stratificazioni funzionalmente analoghe si hanno anche quando la struttura portante è in lamiera nervata di acciaio (ISO n° 7) oppure discontinua (ISO n° 5); in quest'ultimo caso si ripetono le situazioni illustrate per i tetti a falde; in particolare l'isolante può essere inserito fra le travi o sopra o sotto di esse.

Poiché il componente più sollecitato del sistema di isolamento dei tetti piani sopra descritto è sempre lo strato di impermeabilizzazione, si è pensato di invertirne la posizione rispetto all'isolante, ponendolo sotto questo e proteggendo così l'impermeabilizzazione da eccessive escursioni termiche. È nato così il tetto rovescio (ISO n° 6). In questo caso (Fig. 5) l'isolante deve sopportare non soltanto le escursioni termiche, ma anche il contatto diretto con l'acqua meteorica. Pochi materiali si sono dimostrati idonei a questa applicazione e fra questi è stato riconosciuto ed accreditato ufficialmente l'EPS, in virtù soprattutto della quasi nulla influenza che il contatto con l'acqua ha sulle sue caratteristiche di isolamento termico.

Le stratificazioni, a parte l'inversione sopra detta, procedono sostanzialmente come prima descritto.

Poiché l'acqua meteorica, passando attraverso le giunzioni dei pannelli, defluisce scorrendo a contatto dell'impermeabilizzazione, in caso di pioggia si ha un raffreddamento della struttura portante, di cui si può tenere conto con uno spessore dell'isolante leggermente maggiorato (10%), oppure mettendo una parte dello spessore sotto l'impermeabilizzazione (tetto sandwich). Il peso della zavorra va calcolato in modo da evitare fenomeni di galleggiamento dell'isolante in caso di forti piogge o difficoltà di scarico. In tutti i sistemi di isolamento dei tetti piani, la corretta esecuzione dei punti singolari (scarichi, sfiati, uscite verticali, ecc.) è fondamentale per la buona riuscita. Questi aspetti, inclusi quelli generali dell'isolamento dei tetti piani, sono trattati in modo particolareggiato nel secondo volume.

## L'EPS NELL'ISOLAMENTO DELLE PARETI VERTICALI DALL'ESTERNO

L'isolamento dall'esterno delle pareti verticali è, in linea di principio, il più efficiente, perché sopprime i ponti termici, riduce i movimenti differenziali di origine termica delle strutture ed accresce l'inerzia termica dell'edificio. L'isolante è particolarmente soggetto alle sollecitazioni igrotermiche, ma l'EPS è, da questo punto di vista, uno dei materiali più qualificati e molto spesso l'unica scelta possibile.

Il tipo più comune di isolamento dall'esterno delle pareti verticali è quella con intonaco sottile su isolante, comunemente detto "a cappotto" (classifica ISO n° 10).

È essenzialmente costituito da lastre di EPS applicate alla superficie esterna e rivestite con un intonaco di appropriate caratteristiche (Fig. 6). L'EPS è generalmente di 20 kg/m<sup>3</sup> a ritardata propagazione di fiamma, esclusivamente in lastre da m 0,5x1, tagliate da blocco o stampate con tolleranze più strette di quelle correnti; il blocco al momento del taglio deve avere una stagionatura di 6-8 settimane, al fine di minimizzare eventuali ritiri dopo l'applicazione.

Le lastre vengono fissate alla muratura con apposite malte o con accorgimenti meccanici (se l'intonaco preesistente è in cattive condizioni).

La finitura esterna è costituita da un primo strato di malta (la stessa usata come adesivo), rinforzata con una rete di fibre di vetro rese alcali-resistenti con un apposito appretto, ed un secondo strato di intonaco plastico di finitura. Quest'ultimo deve essere preferibilmente di colore chiaro, per diminuire l'assorbimento di calore radiante, deve essere resistente alla luce, elastico, idrorepellente per impedire l'infiltrazione della pioggia battente e nel contempo di bassa

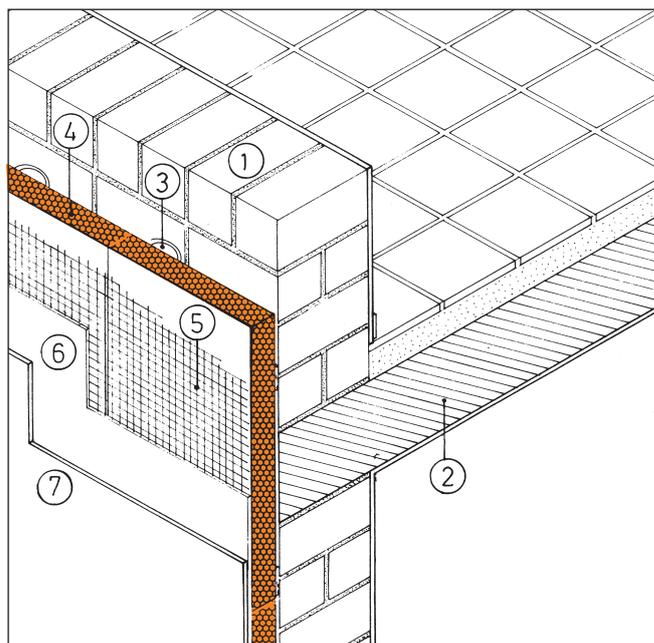


Fig. 6 - Isolamento esterno "a cappotto".

1. Supporto
2. Ponte termico soppresso
3. Collante
4. EPS
5. Armatura di tela di vetro
6. Rasatura
7. Finitura

resistenza al passaggio del vapore proveniente dall'interno.

L'esperienza più che ventennale di questa tecnologia assicura una buona e duratura riuscita se tutti i componenti sono accuratamente scelti e compatibili fra di loro e l'applicazione è fatta da persone specializzate. Una garanzia è offerta dalle ditte che forniscono sistemi conformi alle apposite Direttive emanate dall'EOTA; le relative dichiarazioni di conformità (Agréments) sono rilasciate in Italia dall'ITC, Istituto del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Nel caso di impiego di isolamento a cappotto nelle costruzioni nuove, oltre ai benefici fisici dell'isolamento dall'esterno, quando questo sistema è già previsto in fase di progettazione, si possono avere importanti benefici economici, non soltanto perché i particolari (spigoli, aperture, cornici, ecc.) possono essere risolti nel modo più conveniente, ma soprattutto perché il tamponamento può essere semplice e, con una struttura portante dimensionata in corrispondenza; a pari dimensioni esterne, si ha una superficie interna utile maggiore, con un aumento di valore del fabbricato che può essere cospicuo.

L'applicazione dell'isolamento a cappotto agli edifici esistenti può creare qualche problema o maggior costo per risolvere adeguatamente i punti singolari,

## LE APPLICAZIONI DELL'EPS NELL'ISOLAMENTO TERMICO

ma in generale resta sempre l'intervento più semplice ed economico, specialmente quando un intervento di ripristino della facciata è comunque richiesto per motivi di manutenzione straordinaria. L'efficace isolamento dei ponti termici fa sì che il livello globale di isolamento richiesto per l'edificio possa essere raggiunto con spessori di EPS minori che con altri sistemi. Si consiglia comunque di non scendere sotto i 40 mm.

Il sistema di isolamento a cappotto delle facciate non contribuisce, come hanno dimostrato prove di esperienze pratiche, alla diffusione di un eventuale incendio; i sistemi certificati adottano tuttavia i tipi RF di EPS. L'isolamento dall'esterno delle pareti verticali "a cappotto" è trattato specificatamente nel secondo volume. Un sistema di isolamento dall'esterno meno usato in Italia, anche perché si discosta di più dai nostri sistemi tradizionali di finitura, è quella della così detta "facciata ventilata".

In questo sistema l'EPS viene applicato al muro con fissaggi meccanici più spesso che con collanti; sopra le lastre o inserita fra di esse è fissata un'orditura in legno o metallica, alla quale a sua volta è fissato il rivestimento in modo tale che fra esso e l'EPS si formi una camera d'aria di 2-5 cm, in comunicazione con l'esterno in basso e in alto, così da consentire una circolazione d'aria fra rivestimento e isolante (Fig. 7). Ciò è molto utile per favorire la traspirazione dell'umidità interna; il sistema evita anche eccessivi riscaldamenti dovuti all'irraggiamento solare.

L'EPS deve essere a ritardata propagazione di fiamma (RF) e l'intercapedine ventilata deve essere interrotta ogni 1-2 piani, perché non favorisca la propagazione verticale di un eventuale incendio. Il rivestimento esterno può essere costituito da pannelli di legno, cemento fibrorinforzato, plastica, pietra naturale e artificiale o metallo.

Questi sistemi di isolamento sono generalmente proposti da industrie specializzate; quelli che comportano l'impiego di orditure o rivestimenti non autoestinguenti saranno in generale limitati ad abitazioni separate di 12 piani.

Lo spessore dell'EPS prudenzialmente può essere calcolato come se rivestimento e intercapedine non esistessero, si dovrà tenere conto, eventualmente, della riduzione di isolamento rappresentata dalle parti di orditura intercalate all'isolante.

Recentemente è stato introdotto all'estero un nuovo sistema di isolamento dall'esterno delle pareti verticali, che riunisce alcune caratteristiche di entrambi i sistemi prima descritti.

Esso è infatti costituito da elementi di modeste dimensioni (generalmente meno di 0,4 m<sup>2</sup>), in cui già in fabbrica alla lastra di EPS viene unito un rivesti-

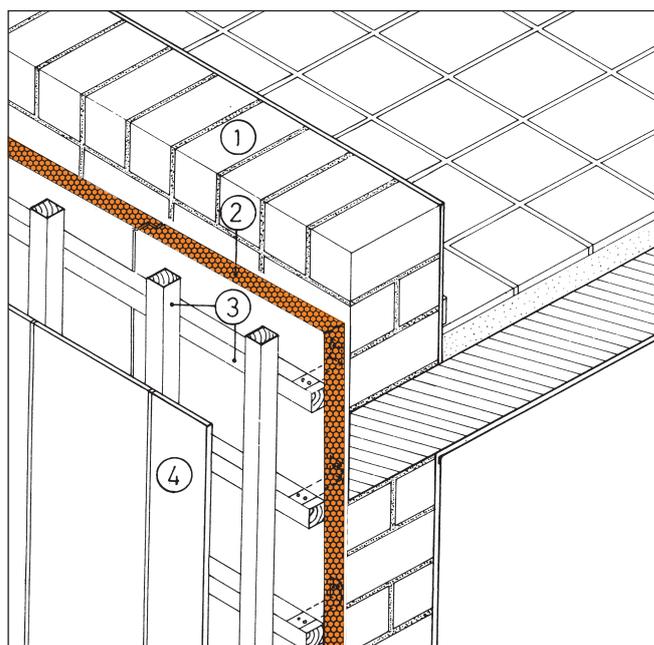


Fig. 7 - Isolamento esterno "a facciata ventilata".

1. Supporto
2. EPS
3. Orditura
4. Rivestimento

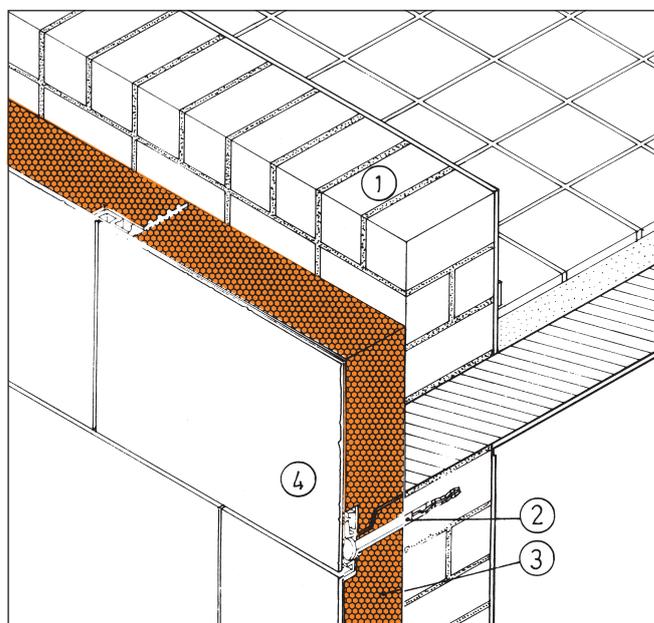


Fig. 8 - Isolamento esterno con componente leggero prefabbricato (vêtura).

1. Supporto
2. Ancoraggio
3. EPS
4. Rivestimento

mento (cementizio, plastico, metallico); secondo la natura di quest'ultimo (traspirante o non), i due componenti sono a contatto continuo, oppure si attua fra i due una microventilazione. Il fissaggio alla parete è di tipo meccanico, con profilati e tasselli ad espansione (Fig. 8).

Una apposita Direttiva definisce prestazioni e metodi di prova di questi sistemi, il cui vantaggio principale è da vedere nella affidabilità dei materiali e del loro assemblaggio, perché prodotti in fabbrica in conformità alla normativa, e nella facilità di messa in opera, che non richiede maestranze particolarmente specializzate, né soffre di limitazioni per condizioni ambientali particolari all'atto della posa.

## L'EPS NELL'ISOLAMENTO DELLE PARETI VERTICALI DALL'INTERNO

L'isolamento dall'interno delle pareti verticali è preso in considerazione soprattutto in caso di interventi sull'esistente, ma anche nel caso di locali ad occupazione saltuaria, in cui interessa ridurre l'inerzia termica per ottenere un rapido riscaldamento dell'ambiente. L'applicazione di lastre di EPS a vista sulle superfici interne verticali non è generalmente possibile, per la loro insufficiente resistenza superficiale.

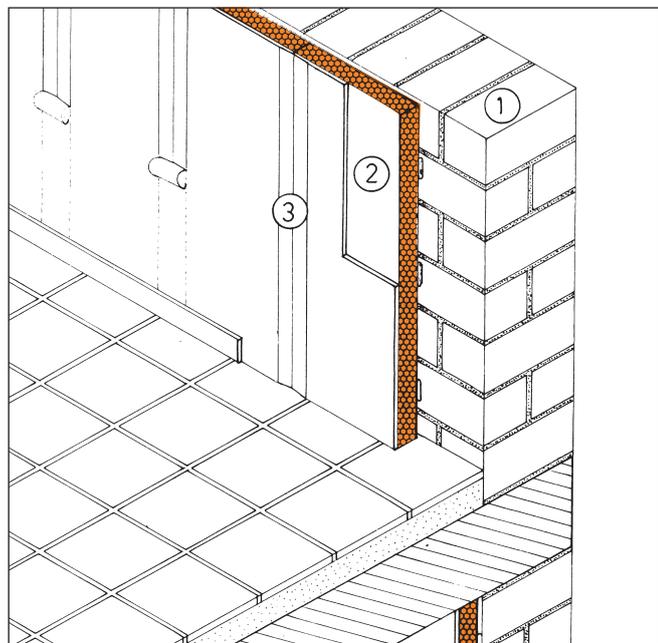


Fig. 9 - Isolamento verticale dall'interno con pannelli bistrato AIPOR/Cartongesso.

1. Supporto
2. EPS
3. Cartongesso

Devono pertanto essere dotate di un rivestimento di opportuna rigidità (compensati, perlinature, truciolari, ceramica, fibro-cemento, ecc.). La soluzione più nota e diffusa è tuttavia costituita dal pannello bistrato, formata da una lastra di EPS accoppiata ad una lastra di cartongesso (Fig. 9). I pannelli bistrato hanno di solito una larghezza di 1,20 m e una lunghezza fino a 3,60 m, così da coprire l'altezza di piano con un solo pannello.

Il cartongesso ha uno spessore di 9-10 mm, oppure 13-15 mm, quando si richiedano resistenze particolari. L'EPS, è generalmente del tipo 1, eventualmente RF.

Sono disponibili anche pannelli che incorporano una barriera vapore; è infatti da tenere presente che l'isolamento dall'interno può alterare in senso sfavorevole l'equilibrio termoigrometrico della parete; la probabilità che in conseguenza si generino condensazioni di umidità all'interno della parete va quindi verificata (p. es. con il metodo di Glaser) e, se necessario, ovviata con l'inserzione della barriera vapore nella stratificazione.

I pannelli vengono fissati alla parete con apposite malte e i giunti vengono sigillati e carteggiati e la parete è così pronta per ricevere la finitura (pittura, tappezzeria, ecc.). Se la parete è irregolare o ammalorata, può essere conveniente applicarvi una leggera orditura di legno o metallica, sulla quale fissare i pannelli. In generale comunque si tratta di un metodo di isolamento di applicazione rapida e pulita, oltre che economica.

## L'EPS NELL'ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE DELLE PARETI VERTICALI

L'applicazione di uno stato isolante nelle intercapedini delle pareti esterne è la tecnica più diffusa nelle costruzioni degli ultimi decenni, soprattutto in quelle ad ossatura portante in cemento armato e doppio tamponamento in mattoni forati.

L'intercapedine può essere riempita completamente, oppure può essere mantenuta anche con una lama d'aria, che eventualmente può essere ventilata.

L'isolante è apparentemente ben protetto; in realtà il paramento esterno, specialmente nelle costruzioni ad ossatura portante, crea spesso problemi di infiltrazione d'acqua.

L'impiego di EPS come isolante, dato il suo carattere non igrofilo, è quello che crea meno preoccupazioni per il controllo di queste infiltrazioni, come pure delle eventuali condense di origine interna.

Molto pratiche sono le lastre ad altezza di piano, battentate sui lati lunghi, la cui posa è particolarmente

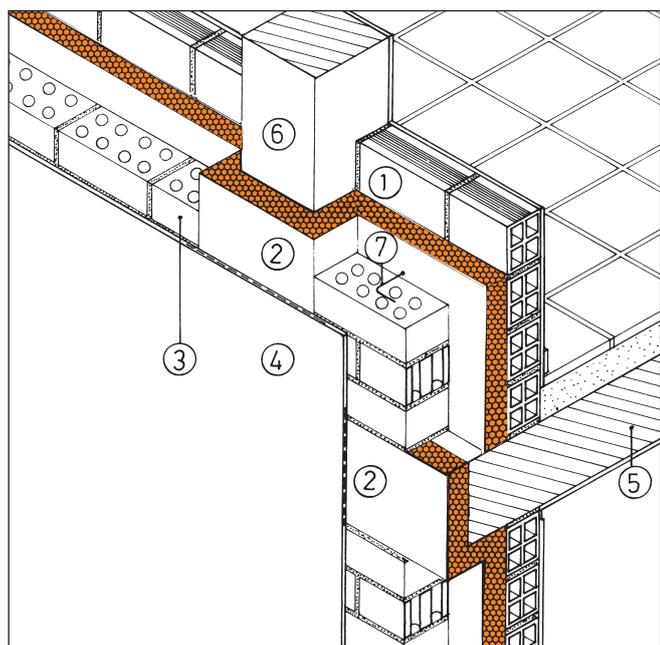


Fig. 10 - Isolamento di parete verticale in intercapedine con correzione dei ponti termici della struttura portante.

1. Paramento interno
2. EPS
3. Paramento esterno
4. Finitura con rinforzo in corrispondenza degli isolamenti della struttura
5. Soletta
6. Pilastro
7. Ancoraggio

celere. Generalmente l'applicazione si effettua sulla superficie interna del paramento esterno.

L'ancoraggio reciproco dei due paramenti non va effettuato con attraversamenti di mattoni, ma con tiranti in acciaio inox da 3-4 mm di diametro (Fig. 10). Negli edifici esistenti questo tipo di isolamento può essere realizzato insufflando nell'intercapedine perle sciolte di EPS, oppure l'intercapedine può essere espressamente realizzata innalzando un paramento interno dopo l'applicazione dell'EPS alla parete; ciò comporta ovviamente una certa riduzione dello spazio interno.

Nelle costruzioni a struttura portante indipendente, l'isolamento limitato all'intercapedine del tamponamento, lascia non isolati pilastri e corree interpiano, con la formazione conseguente di numerosi e importanti ponti termici, che a loro volta provocano all'interno condense, muffe, macchie e altri degni. Esistono vari accorgimenti per ovviare a questi inconvenienti; la Fig. 10 né accenna un tipo e molti altri sono illustrati nel secondo volume.

La caratteristica dell'EPS di essere rigido, di forma ben definita e, se necessario, facilmente riducibile alle dimensioni volute, lo rende il coibente più pratico

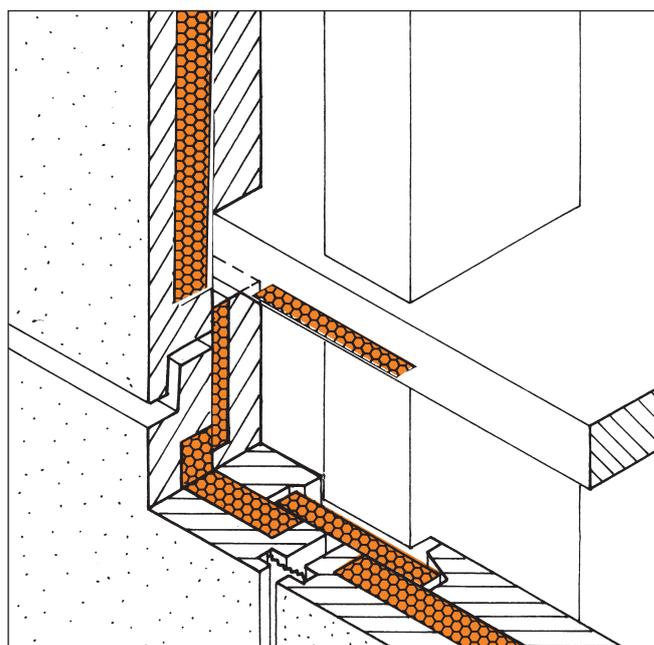


Fig. 11 - Isolamento di pannelli prefabbricati in c.a. con correzione dei ponti termici.

per realizzare questo tipo di isolamento. Attenzione va posta anche ai collegamenti fra i paramenti e lo scheletro, per controllarne i movimenti relativi.

Nelle costruzioni minori è peraltro raccomandabile prendere in considerazione il sistema a paramento interno portante, che non presenta questi problemi. Nell'isolamento in intercapedine è sempre opportuno verificare il comportamento igrometrico mediante il diagramma di Glaser, per evitare la formazione di condense nel paramento esterno; se è necessario, occorre inserire una barriera vapore fra paramento interno e EPS.

Anche molti componenti di parete della fabbricazione pesante presentano isolamenti in intercapedine. Si tratta di elementi in cemento armato di grandi dimensioni, all'interno dei quali si trova la lastra di EPS, con la duplice funzione di alleggerimento e coibentazione; quest'ultima funzione richiede particolari accorgimenti per evitare i ponti termici; un esempio è riportato in Fig. 11.

Si possono assimilare a componenti con isolamento in intercapedine anche i pannelli sandwich impiegati come tamponamento nei sistemi di prefabbricazione leggera; essi sono formati da una lastra di EPS rivestita su entrambe le facce con lastre di materiali diversi, ad essa incollati. Poiché in questo caso l'EPS determina il comportamento meccanico del manufatto, è necessario impiegare i tipi di massa volumica maggiore.

Le lastre di EPS invece non sono collaboranti nelle

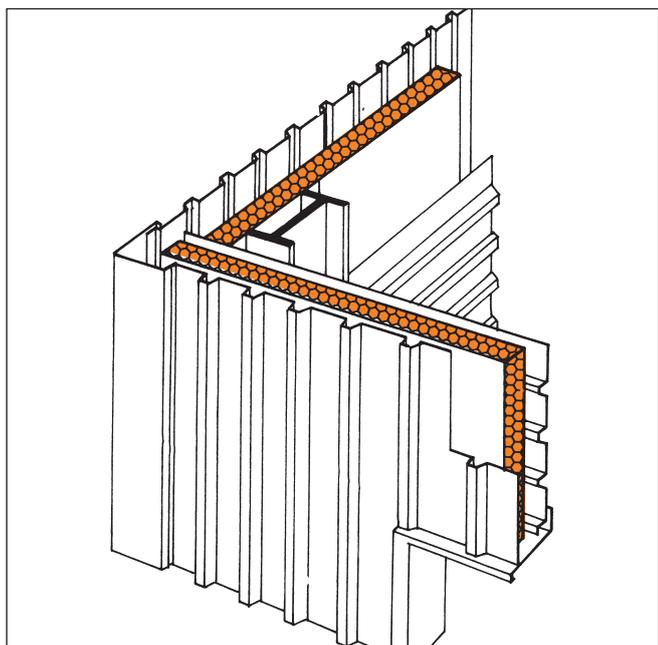


Fig. 12 - Isolamento di costruzione prefabbricata in lamiera grecata con EPS.

costruzioni metalliche con pareti in lamiera grecata, fra le quali viene inserito l'EPS (Fig. 12), che può essere quindi di massa volumica inferiore.

I tipi RF sono, come sempre, da preferire. Per completezza si possono ricordare, fra i componenti con isolamento in intercapedine, anche i blocchi cavi con

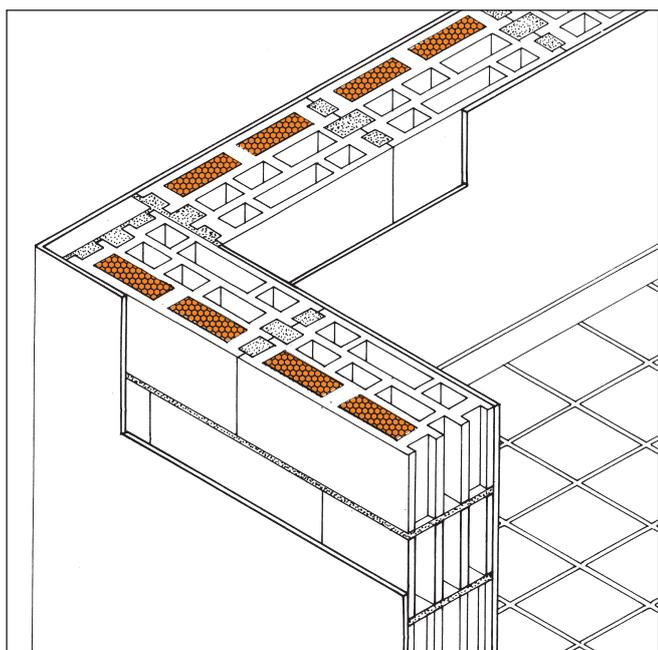


Fig. 13 - Blocco cavo con inserti di EPS.

isolanti inseriti. Si tratta (Fig. 13) di blocchi prefabbricati in calcestruzzo o laterizio con alcuni vani predisposti per ricevere una piccola lastra di EPS (generalmente nelle cavità più esterne).

In alcuni tipi le lastre di EPS devono essere inserite all'atto della posa, mentre altri tipi portano le lastre coibenti già inserite.

## L'EPS NELL'ISOLAMENTO DI PAVIMENTI E SOFFITTI

L'isolamento dei solai non abitabili è uno degli interventi sull'esistente più facili e più convenienti come rapporto fra costo e prestazione, specialmente nelle costruzioni basse, in cui una frazione considerevole di calore interno si disperde attraverso il solaio sopra l'ultimo piano. L'EPS, generalmente di  $15 \text{ kg/m}^3$ , viene semplicemente posto sul solaio; se questo ha una scarsa tenuta all'aria, è bene usare lastre a contorno battentato o in doppio strato a giunti sfalsati, sempre ben accostate.

Nelle zone di passaggio l'EPS sarà protetto con lastre di compensato o truciolare di adeguato spessore (Fig. 14), eventualmente fissate a listelli di legno inseriti fra le lastre di EPS e dello stesso spessore. In molti altri casi può essere necessario isolare un pavimento: quando questo è su terreno o su locali non riscaldati e anche quando i locali da esso separati sono riscaldati in modo autonomo o con contabilizzazione separata dei consumi di calore. L'EPS è posato (Fig. 15) su un foglio di polietilene

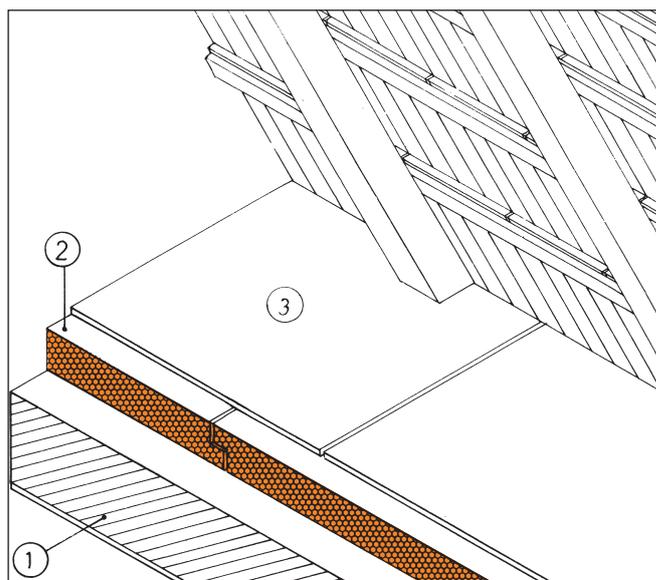


Fig. 14 - Isolamento di solaio non abitabile.

1. Solaio
2. EPS
3. Compensato o truciolare

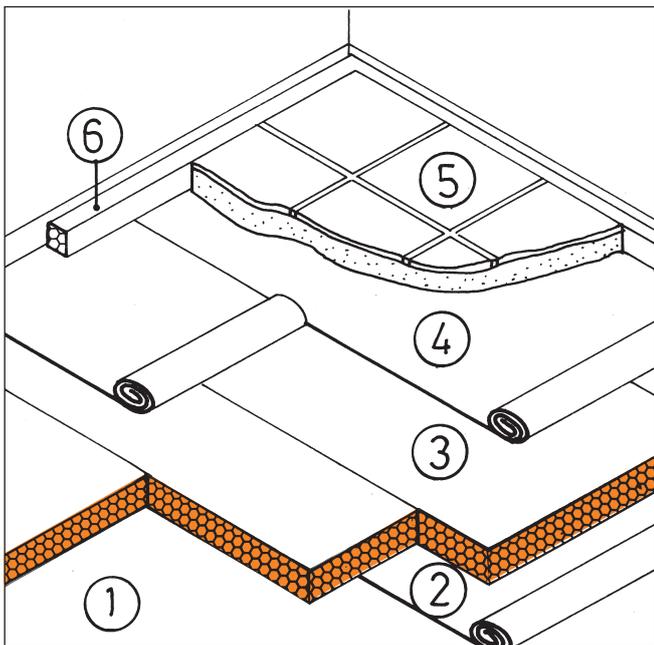


Fig. 15 - Isolamento di pavimento.

1. Soletta
2. Foglio di Polietilene (PE)
3. EPS
4. Foglio di PE
5. Massetto
6. Striscia di EPS elasticizzato per pavimento galleggiante

steso sulla soletta, coperto con un foglio dello stesso materiale, su cui viene gettato il massetto di ripartizione; su questo viene infine posata la finitura calpestabile.

Se al posto dell'EPS (o in aggiunta, se l'isolamento termico richiesto è elevato) si stende uno strato speciale di EPS elasticizzato (spessore 20-40 mm), il pavimento avrà anche un ottimo isolamento al calpestio; occorre però che non vi sia contatto diretto fra il massetto di ripartizione e le pareti; ciò si realizza interponendo fra il contorno del massetto e le pareti una striscia dello stesso EPS elasticizzato: si realizza in questo modo il così detto "pavimento galleggiante".

L'isolamento del pavimento è necessario anche quando esso incorpora gli elementi (serpentine in rame, polipropilene, ecc.) per il riscaldamento del locale soprastante (riscaldamento a pavimento).

In questo caso sono disponibili lastre di EPS stampate, ma che portano sulla faccia superiore delle impronte che servono di guida e ancoraggio per la posa delle tubazioni, che vengono poi ricoperte dal massetto.

Un impiego nei solai molto importante e diffuso è costituito dall'EPS usato con funzione principale di alleggerimento nelle solette in cemento armato. In Italia si usano di solito a questo scopo parallelepi-

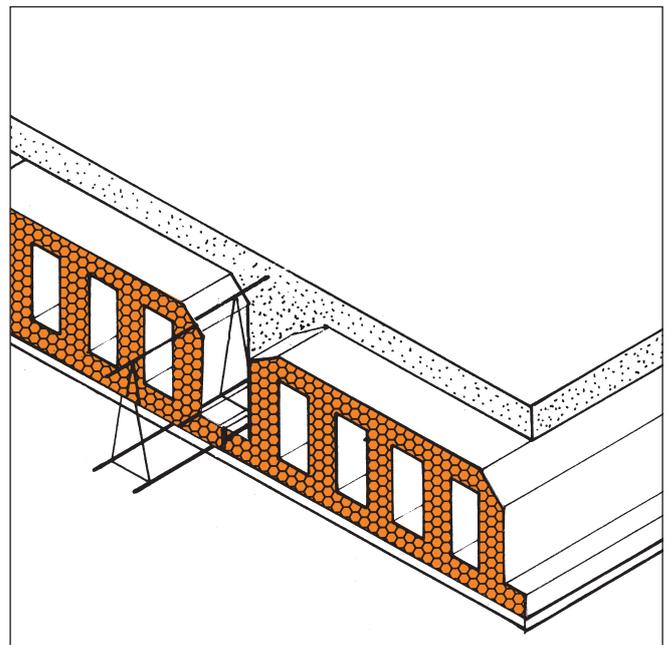


Fig. 16 - Isolamento e alleggerimento di solai con manufatti stampati in EPS.

pedi di EPS da  $10 \text{ kg/m}^3$  ricavati da blocco, sia sciolti da posare in opera, sia già fissati a "predalles". Solai di questo tipo, pur contribuendo all'isolamento termico globale, danno luogo a vistosi ponti termici, particolarmente evidenti con le caratteristiche rigature scure nei solai fra ultimo piano e sottotetto non riscaldato.

Per evitare ciò sono stati sviluppati (Fig. 16) speciali manufatti stampati in EPS, che provvedono ad isolare anche la faccia inferiore dei travetti del solaio.

L'esecuzione con EPS molto leggero e spesso di dubbia qualità può dar luogo a inconvenienti in cantiere e a pericolose malformazioni dei getti di calcestruzzo.

Per questo motivo viene da più parti auspicato che anche in Italia venga introdotta una normativa sull'EPS per questa applicazione, presente già in altri paesi.

L'isolamento fra due locali sovrapposti può essere ottenuto, di solito in modo facile, anche applicando l'EPS al soffitto del locale inferiore.

Un caso tipico è quello dell'isolamento del 1° piano abitato degli scantinati e rimesse sottostanti.

L'applicazione dell'EPS si effettua con apposite malte plastiche o con fissaggi meccanici.

Spesso questi soffitti sono occupati da tubazioni

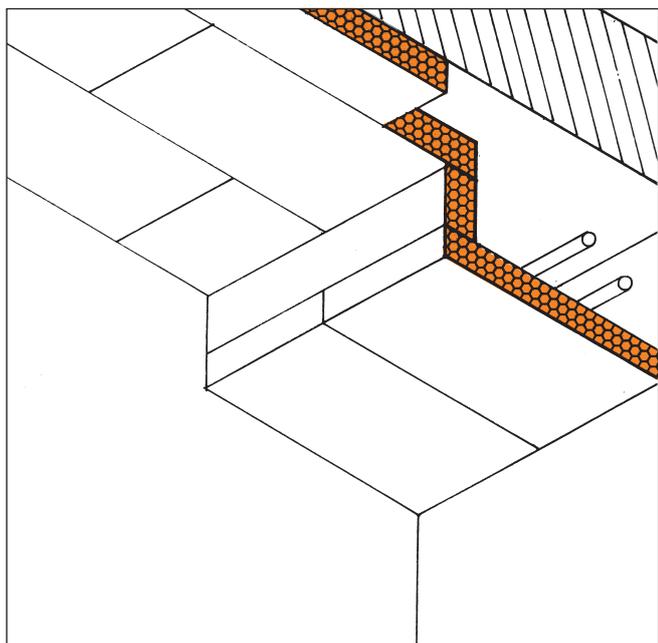


Fig. 17 - Isolamento di soffitto di scantinato. Le tubazioni a vista possono essere facilmente nascoste.

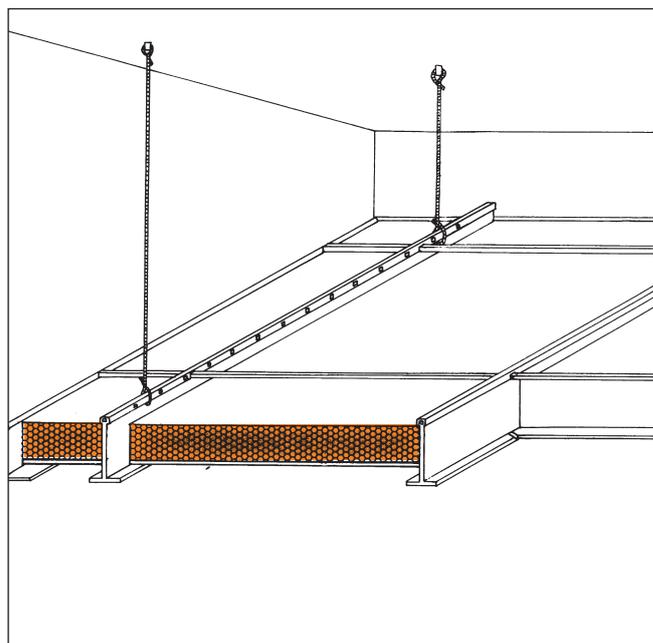


Fig. 18 - Controsoffitto con pannelli di EPS.

varie a vista: l'ostacolo può essere aggirato formando delle intercapedini con l'aiuto di strisce verticali di EPS (Fig. 17).

Il soffitto di un locale può anche essere rivestito con speciali pannelli stampati in EPS (generalmente di 50x50 cm e spessore 2-4 cm), con la faccia in vista fornita di rilievi decorativi.

Il fissaggio è fatto di solito con malte plastiche e l'opera può essere completata anche con cornici decorative in EPS.

Quando sia necessario ridurre l'altezza del locale, come in edifici industriali o vecchie abitazioni, o nascondere la struttura dalla copertura o reti di servizi disposte sotto il soffitto, è possibile, con pannelli di EPS, creare controsoffitti sospesi (Fig. 18).

Per le applicazioni a soffitto occorre tenere presente che per certi locali le norme di prevenzione incendi prescrivono la caratteristica di incombustibilità dei rivestimenti a vista e in questi casi (peraltro limitati) l'applicazione dell'EPS, anche di tipo RF, è esclusa.

Un caso particolare di isolamento a soffitto è quello del soffitto dei portici aperti (p. es. quelli di costruzioni su pilotis).

La tecnica di isolamento consigliata in questi casi è quella dell'intonaco sottile su isolante (cappotto) già descritto.

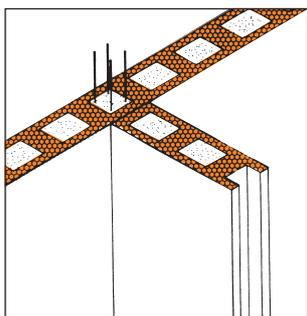
## EPS: UN MATERIALE VERSATILE

La sintetica rassegna delle applicazioni dell'EPS nell'isolamento termico degli edifici, condotta seguendo la classificazione ISO, dimostra che con questo materiale è possibile soddisfare praticamente tutte le esigenze di coibentazione; sono state trascurate infatti soltanto poche voci, che trovano raro riscontro nella pratica costruttiva italiana, ma che potrebbero essere ugualmente coperti con i vari tipi di EPS.

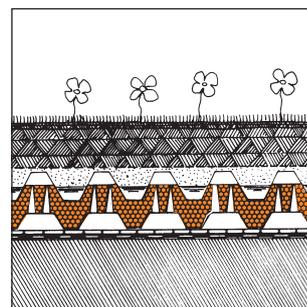
La versatilità dell'EPS è tuttavia ancora maggiore, se si considerano le possibilità offerte dagli accoppiamenti con vari altri materiali e quelle che derivano dalle forme più diverse che gli possono essere conferite per stampaggio, sia con processi discontinui, che danno luogo a manufatti limitati nelle tre dimensioni, sia con processi continui, che producono manufatti con una dimensione illimitata.

Alcuni di questi manufatti, stampati o accoppiati, sono già stati ricordati nel testo; la menzione, qui nel seguito, di alcuni altri manufatti e di alcune applicazioni meno convenzionali dell'EPS, hanno soprattutto l'intento di mettere ancor più in luce la versatilità del materiale e stimolare a pensare ancora altre applicazioni.

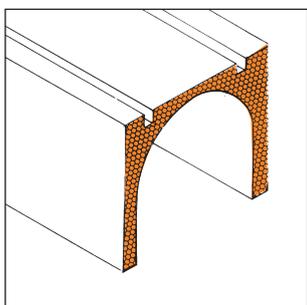
**Casseri a perdere.** Sono prodotti per stampaggio come elementi di piccole dimensioni, sovrapponibili ad incastro o prodotti in continuo in dimensioni di piano; questi ultimi servono sia per parete che per solaio. Le cavità interne vengono riempite con cemento armato, che forma così la struttura portante, mentre le superfici sono finite come nell'isolamento a cappotto.



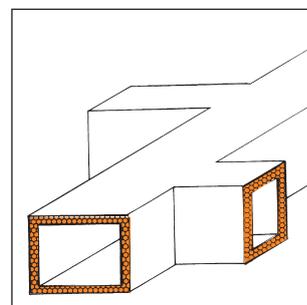
**Tetti giardino.** Sono assimilabili al tetto rovescio, ma i pannelli di EPS sono fatti in modo da favorire, con la forma della faccia inferiore, il deflusso dell'eccesso di acqua meteorica, mentre la faccia superiore forma delle cavità, che costituiscono una riserva d'acqua.



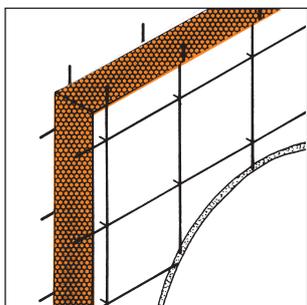
**Cassonetti per avvolgibili.** Costituiscono una delle soluzioni preferite per isolare un componente che altrimenti costituirebbe uno dei ponti termici più difficili da eliminare.



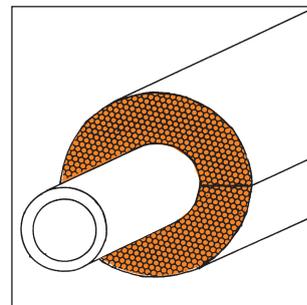
**Condotte d'aria.** Si ottengono per stampaggio, oppure con lastre di EPS di 2 cm di spessore, unite da speciali nastri adesivi in alluminio. Si realizzano così facilmente le più diverse canalizzazioni d'aria per gli impianti di condizionamento.



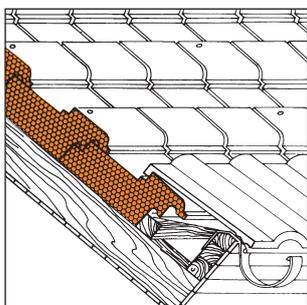
**Lastre con armatura incorporata.** Le lastre di EPS presentano sulle due facce due armature di rete elettrosaldata, collegate fra loro attraverso l'isolante. Applicando un opportuno spessore di malta sulle armature, si ottiene un sandwich isolante e portante.



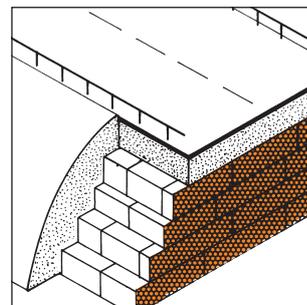
**Coppelle per impiantiistica.** Sono indicate soprattutto per tubazioni per acqua ed altri liquidi freddi, per evitare sia dispersioni di calore che fenomeni di condensa estiva; sono quindi particolarmente adatte per l'impiego in ambienti umidi.



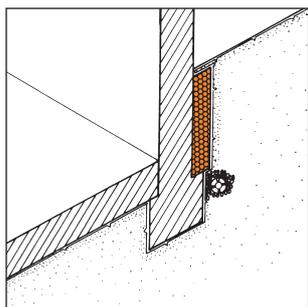
**Isolamento sottotegole.** Elementi stampati inseriti fra struttura portante e copertura, sono disponibili per marsigliesi, coppi, lastre ondulate, ecc. Con la loro sagomatura forniscono il loro fissaggio alla struttura e quello della copertura a loro stessi, senza bisogno di altri componenti.



**Sottofondi stradali.** Nelle zone paludose o soggette a gelo/disgelo il terreno non sopporta il peso dei rilevati stradali correnti e sprofonda. Hanno risolto molto bene il problema i sottofondi costituiti da blocchi di EPS (generalmente da 20 kg/m<sup>3</sup>).



**Drenaggi.** Le perle di EPS, anziché sinterizzate, vengono conglomerate con appositi collanti, in modo da lasciare interstizi comunicanti; queste lastre costituiscono un ottimo sistema di drenaggio; p. es., una combinazione con gli opportuni strati di impermeabilizzazione e di filtrazione, per allontanare l'acqua dalle fondazioni delle costruzioni.



**Sostegni per vasche da bagno.** Sono manufatti stampati in EPS di forma idonea a contenere l'apparecchio sanitario cui sono destinati. Oltre l'azione meccanica di supporto, assolvono anche quella di limitare le dispersioni termiche dell'acqua contenuta nella vasca.

**Cubiere per provini di calcestruzzo.** Si tratta di piccole casseforme a perdere, ottenute per stampaggio. Risultano molto pratiche, per la regolarità di stagionatura e la facilità di trasporto, per la confezione dei provini per il controllo del calcestruzzo.

**Perle sciolte.** Possono essere insufflate in intercapedini esistenti, eventualmente con l'aggiunta di un collante, per evitare la loro fuoriuscita da eventuali aperture.

**Modelli architettonici.** Per la facile lavorabilità, l'EPS, preferibilmente delle masse volumiche supe-

riori, si presta in modo particolare all'esecuzione di modelli di edifici, quartieri, ecc. Il taglio si esegue con attrezzi portatili a filo caldo; vi sono poi collanti per l'assemblaggio e adatte vernici di finitura.

**Malte leggere.** Impasti per caldane e intonaci in cui gli inerti sono in tutto o in parte sostituiti da perle sciolte di EPS. Rispetto alle malte normali si ha una certa riduzione della resistenza meccanica, ma una maggiore leggerezza e un aumento della resistenza termica.

**Mattoni alveolari.** Le perle sciolte di EPS costituiscono tanti piccoli casseri a perdere in un impasto con argilla; il laterizio che ne risulta dopo la cottura presenta degli alveoli in corrispondenza delle perle, che si sono volatilizzate; questo laterizio risulta più leggero e meno conduttore dei laterizi normali, ma né conserva buona parte delle caratteristiche meccaniche.



---

## 3.

# L'EPS E L'AMBIENTE

I problemi che l'evoluzione sempre più rapida della società umana pone alla conservazione dell'ambiente in cui essa vive, sono ogni giorno di più oggetto di attenzione generale e di discussioni appassionate, dal momento che ormai ci si è resi conto che dalla salvaguardia di questo ambiente, oggi sicuramente in pericolo, dipende l'ulteriore sviluppo e forse anche la stessa sopravvivenza della nostra civiltà.

L'Associazione Italiana Polistirene Espanso (AIPE), fin dalla sua costituzione nel 1984 si è adoperata per mettere in rilievo l'importanza ecologica dell'isolamento termico degli edifici, nella convinzione di dare così un contributo importante alla causa della preservazione dell'ambiente e della qualità della vita.



**AIPE**

Associazione Italiana Polistirene Espanso

## L'EPS E LA PUREZZA DELL'ARIA

Le problematiche legate alla purezza dell'aria assumono sempre più peso considerevole nel controllo della qualità dell'aria degli spazi residenziali. Ciò è dovuto all'aumento della presenza di elementi inquinanti, sia all'interno degli alloggi, sia nell'ambiente esterno. I problemi si sono aggravati negli ultimi anni in connessione alla tendenza a ridurre il ricambio d'aria degli ambienti per conseguire un risparmio di energia; poiché ciò è stato tentato per lo più semplicemente sopprimendo o riducendo i passaggi dell'aria fra interno ed esterno (tenute dei serramenti, camini), senza controllare effettivamente il fenomeno (con ventilazione meccanica, scambiatori di calore, percorsi obbligati dell'aria, ecc.), ne è conseguita una maggior concentrazione degli elementi inquinanti negli ambienti, in primo luogo umidità, ma anche prodotti dell'attività e del metabolismo ed emanazioni dei materiali costituenti l'edificio o in esso contenuti.

Fra questi ultimi è comprensibile che l'attenzione si sia concentrata sui materiali più recenti, trascurando quelli con i quali l'umanità, bene o male, convive da migliaia di anni. In effetti i materiali recenti hanno fornito più di un motivo di preoccupazione per la salute degli abitanti, ma l'informazione in proposito ha spesso provocato confusione nell'opinione pubblica, per lo più attribuendo a tutti i materiali di una certa categoria merceologica (p. es. gli espansi plastici) caratteristiche proprie soltanto di qualcuno di essi. Il Polistirene Espanso Sinterizzato non è sfuggito a questa sorte e poiché le accuse rivoltegli sono fondamentalmente immeritate, è opportuno cercare di fare chiarezza, così che questo materiale, così conveniente ed efficiente, possa essere impiegato con completa fiducia. Le obiezioni sono qui di seguito riunite a gruppi, per ognuno dei quali viene esaminata la loro fondatezza.

### a) Obiezioni legate alla costituzione chimica del Polistirene Espanso.

L'EPS è un polimero, formato dall'unione di tante molecole di un monomero, lo stirolo (Fig. 1), che è un idrocarburo aromatico, cioè un composto di carbonio e idrogeno della serie del benzolo. Respirare i vapori di stirolo è nocivo; il valore limite di soglia (TLV) per esposizione di 8 ore al giorno in ambienti di lavoro è di 215 mg/m<sup>3</sup> (50 p.p.m.) secondo i valori americani recepiti dai nostri contratti di lavoro. Circola ancora in Italia, nonostante le ripetute confutazioni, la credenza che il Polistirene "sublima", cioè svanisce nel tempo, per scomposizione a monomero ed evaporazione di quest'ultimo; se ciò

fosse vero, le preoccupazioni per la sua nocività, oltre che per la sua durata nel tempo, sarebbero giustificate; fortunatamente non è così; la tensione di vapore del Polistirene è pressoché nulla e il fenomeno non può fisicamente verificarsi; del resto i rilievi fatti da Istituti qualificati su campioni di EPS in opera da più di 30 anni hanno dimostrato che non si ha perdita di massa nel lungo periodo. Per completezza di informazione si possono tuttavia segnalare in proposito due casi, che però non hanno importanza dal punto di vista dell'applicazione.

Il primo riguarda il processo di taglio dei blocchi di EPS in lastre con l'usuale metodo del filo caldo (v. capitolo 1); in effetti a contatto con il filo caldo si ha una piccola decomposizione di materiale; il fenomeno è peraltro molto modesto e circoscritto e nello stabilimento di produzione può essere facilmente controllato, così da non recare pregiudizio agli operatori. Studi svedesi e americani su lavoratori esposti a queste condizioni ambientali non hanno messo in evidenza alcun fattore di rischio ad esse collegato (1). L'altro caso si riferisce all'EPS di recente produzione; poiché la polimerizzazione non può mai arrivare a convertire il 100% del monomero, tracce di questo restano nel prodotto; queste tracce scompaiono spontaneamente insieme ai residui dell'espandente (pentano) nel giro di alcune settimane, cioè sicuramente in un tempo inferiore a quello che normalmente decorre fra la produzione del materiale e la prima occupazione del locale in cui è stato applicato. L'entità di questo fenomeno è stata misurata con esperienze condotte dall'Istituto di Igiene dell'Università di Heidelberg. In una prima serie di prove presso questo Istituto (2), 91 m<sup>2</sup> di lastre di EPS da 15 kg/m<sup>3</sup>, dello spessore di 5 cm, appena prodotte, furono applicate, senza sigillanti, a rivestire le pareti (64 m<sup>2</sup>) di un locale cieco e le rimanenti furono poste di costa, con entrambe le facce libere, in mezzo al locale; questo venne mantenuto sigillato e senza ventilazione a 21°C e n 55% di U.R.: si è trattato chiaramente di condizioni eccessive. La concentrazione di stirolo nell'aria raggiunse il massimo l'8° giorno con 4 mg/m<sup>3</sup> (contro il TLV di 215), ma già dopo il 20° giorno i valori caddero decisamente e si

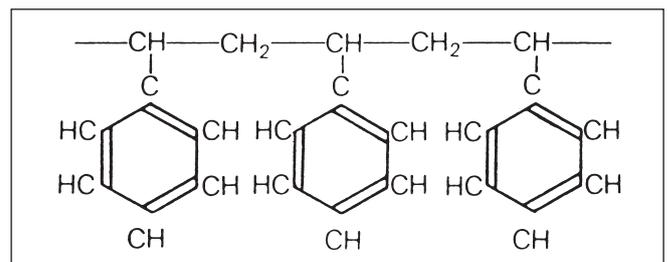


Fig. 1 - Struttura chimica del Polistirene

avvicinarono, dopo due mesi, alla soglia di misurabilità. Successivamente l'emissione di stirola venne attivata, portando l'aria a 50° C per 50 giorni, ottenendo concentrazioni di stirola inferiori a un millesimo del valore TLV (Fig. 2).

Una seconda serie di prove dello stesso Istituto (3) venne poi condotta in condizioni più realistiche, rivestendo le pareti verticali (42 m<sup>3</sup>) di un locale con lastre accoppiate EPS/cartongesso; il locale era ancora non ventilato e tenuto a 21°C e 55% di U.R. Si è registrata una concentrazione massima di stirola al 3° giorno (0,36 mg/m<sup>3</sup>), che è andata poi progressivamente calando fino a diventare non più misurabile dopo 100 giorni. A questo punto anche il soffitto (11 m<sup>2</sup>) è stato rivestito con lastre a vista di EPS di tipo decorativo, di 8 mm di spessore; dopo 3 giorni la concentrazione era salita a 0,09 mg/m<sup>3</sup>, ma dopo 18 giorni non era più misurabile; ancora una volta si è portato il locale a 50° C dopo aver sostituito le lastre del soffitto e la concentrazione di stirola salì a 0,64 mg/m<sup>3</sup>, scendendo poi sotto il limite di misurabilità al 37° giorno di quest'ultima prova. Anche indagini su ambienti costruiti, isolati con EPS, non hanno rivelato presenza di stirola (4). Per completezza citiamo comunque anche le altre emissioni attribuite all'EPS per confusione con altri materiali (formaldeide, clorofluorocarburi, radon), che non possono sussistere semplicemente perché l'EPS non le contiene, né i suoi costituenti, carbonio e idrogeno, possono concorrere a formarle.

#### b) Obiezioni legate alla struttura fisica dell'EPS.

L'EPS oppone una certa resistenza al passaggio del vapore; l'entità è caratterizzata dal valore del coefficiente  $\mu$ , detto appunto "di resistenza al passaggio del vapore" (v. capitolo 1, tabella 2) che rappresenta lo spessore di aria equivalente, dal punto di vista della diffusione del vapore, ad uno spessore unitario di EPS. Il valore dell'EPS è dello stesso ordine di grandezza di quello dei materiali da costruzione tradizionali (v. Volume 2) e non crea particolari problemi nel controllo dello scambio di umidità fra interno ed esterno attraverso pareti che comprendono uno strato dell'EPS (v. ancora Volume 2).

Si può dunque dire che una parete isolata con EPS "traspira" se non comprende altri strati di resistenza al passaggio del vapore molto maggiore (le cosiddette "barriere al vapore").

A questa permeabilità al vapore corrisponde una certa permeabilità all'aria, che si può ritenere circa dello stesso ordine di grandezza, quindi del tutto insufficiente, non solo ad assicurare, ma anche soltanto a contribuire in maniera apprezzabile al ricambio d'aria necessario per i locali; questo deve essere assicurato, in modo più o meno controllato, dalle

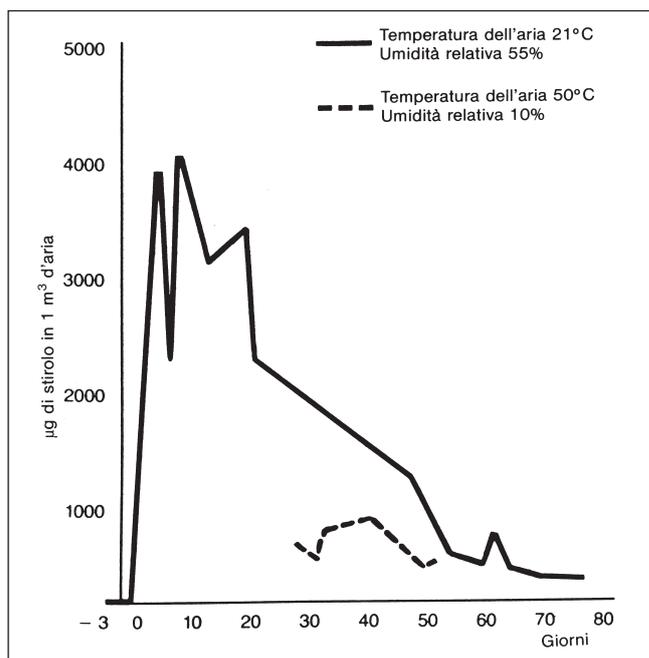


Fig. 2 - Misure di concentrazione in aria di stirola emesso dal Polistirene (I.V.H.)

aperture di cui dispone il locale. Accade tuttavia che si faccia confusione fra le due permeabilità, al vapore e all'aria, e si affermi che una parete con EPS non traspira; in realtà nessuna parete, di nessun genere, se ben fatta, contribuisce al ricambio d'aria e quindi questa osservazione è del tutto ingiustificata.

Un'altra obiezione sollevata contro gli isolanti in genere è quella di costituire uno schermo ai campi elettrici e magnetici in cui vivremo all'aperto; in realtà questi campi esistono e si producono anche all'interno (p. es. per effetto dei vestiti che indossiamo) e se anche avessero qualche influsso sulla salute, positivo o negativo, questo sarebbe ben difficile da mettere in evidenza, sovrapposto agli altri influssi (igrotermici, sonori, da inquinamento, ecc.), ben più importanti, cui siamo costantemente sottoposti (7).

#### c) Comportamento dell'EPS in caso di incendio

Il comportamento dell'EPS in caso di incendio può essere visto sia sotto l'aspetto del contributo che esso può dare all'innesco e alla propagazione dell'incendio, sia per quanto riguarda l'emissione di sostanze pericolose durante l'incendio.

Il primo aspetto è più direttamente legato a considerazioni di prevenzione incendi (se, dove, come impiegare un materiale nella costruzione) ed è qui sufficiente ricordare che, per le sue caratteristiche, soprattutto nei tipi RF a ritardata propagazione di fiamma, per le masse modeste impiegate e per i modi consueti della

## L'EPS E L'AMBIENTE

sua inserzione nelle strutture, l'EPS presenta, da questo punto di vista, poche limitazioni di impiego. La tossicità dei fumi è l'altro aspetto dell'incendio, che ha richiamato molta attenzione da qualche tempo, in particolare in relazione al comportamento di vari materiali plastici; ciò ha fatto sì che, anche per questo aspetto, pure l'EPS venisse accumulato ai materiali più pericolosi. In realtà esso risulta uno fra i materiali organici meno pericolosi; in quanto composto di solo carbonio e idrogeno (Fig. 1), in presenza di sufficiente aria comburente, i suoi prodotti di combustione sono soltanto anidride carbonica e acqua; con scarsità di aria produce ossido di carbonio, tuttavia in quantità molto inferiore a quella di altri materiali organici che si trovano comunemente nei locali, come mostra la tabella seguente, che riporta misure della concentrazione di CO in p.p.m. nei fumi, a varie temperature, eseguite secondo DIN 53436.

Anche esperimenti su animali confermano queste osservazioni. Il fumo opaco che si sviluppa nella combustione (in quantità più ridotta nei tipi RF), non rappresenta di solito un problema rilevante, dal momento che l'EPS è generalmente non in vista nelle strutture.

### IL CONTRIBUTO DELL'EPS ALL'ISOLAMENTO ACUSTICO

Fra le componenti del benessere abitativo, la quiete viene ormai considerata una delle più rilevanti.

L'EPS, nei tipi correntemente impiegati per l'isolamento termico, non contribuisce in modo apprezzabile a questo aspetto del benessere.

Vi contribuisce invece egregiamente un tipo derivato: l'EPS elasticizzato. L'EPS elasticizzato (per un riferimento normativo si può vedere la norma DIN 18164 parte 2), è ottenuto da quello normale con un trattamento meccanico di compressione, che ne aumenta la cedevolezza e si è dimostrato un ottimo isolante dai rumori generati da urti contro parti dell'edificio, in particolare i rumori da calpestio. Questi ultimi sono fra i più lamentati, perché disturbano le persone proprio quando, fra le quattro mura domestiche, aspirano alla quiete dopo una giornata di lavoro. I moderni

Materiale	Temperatura di prova (°C)			
	300	400	500	600
PSE 16 Kg/m <sup>3</sup>	50	200	400	1000
PSE RF 16 Kg/m <sup>3</sup>	10	50	500	1000
Legno di pino	400	6000	12000	15000
Truciolare	14000	24000	59000	69000
Sughero espanso	1000	3000	15000	29000

BASF

complessi multifamiliari, generalmente costituiti da strutture multipiano di scarsa massa, sono la sede tipica di questi inconvenienti, causa a loro volta di tensioni e aggressività. Il rimedio è costituito dal cosiddetto "pavimento galleggiante", in cui, sopra la soletta, p. es. in laterocemento, viene posato uno strato (20-40 mm) di EPS elasticizzato e sopra questo viene gettato il massetto di ripartizione, che deve essere dotato di una certa massa ed essere isolato elasticamente dalle pareti perimetrali; sul massetto si applica poi il pavimento propriamente detto, che può essere di qualsiasi tipo. La figura 3 dà un'idea quantitativa dell'effetto.

La normativa italiana è ancora carente da questo punto di vista; altre normative hanno già recepito queste esigenze; in particolare il recente (nov. '89) rifacimento della norma DIN 4109 impone in Germania un notevole grado di isolamento al calpestio in tutte le costruzioni e l'EPS elasticizzato è perfettamente adeguato a queste esigenze.

Esperienze tedesche hanno dimostrato che questo tipo di EPS (che contribuisce anche, come quello normale, all'isolamento termico), può fornire un apprezzabile incremento di isolamento anche per i rumori trasmessi attraverso le pareti.

## L'EPS E L'AMBIENTE ESTERNO

### INQUINAMENTO ATMOSFERICO, CAUSE E CONSEGUENZE

L'inquinamento dell'ambiente esterno è ormai oggetto permanente di preoccupazione generale, sia per quanto riguarda i suoi aspetti contingenti, ormai costantemente seguiti, specialmente nei grossi agglomerati urbani, dove essi si fanno maggiormente sentire, sia per le conseguenze a lungo termine, oggetto di vivaci discussioni in tutto il mondo, dalle quali emergono con sempre maggiore frequenza previsioni catastrofiche, che non possono non richiamarci alle nostre responsabilità verso le generazioni future. Non c'è dubbio comunque che, anche se per il lungo termine si sommano agli effetti delle attività umane le lente modificazioni naturali (finora ben poco comprese) del clima del nostro pianeta, tuttavia per l'immediato sono le nostre attività a influire negativamente sulla qualità dell'ambiente e i responsabili principali, specialmente per l'aria, sono i processi di combustione, che da alcuni decenni noi attuiamo in una misura di vari ordini di grandezza superiore ai passati secoli e millenni.

La disponibilità di combustibili fossili a basso costo ha favorito lo sviluppo senza precedenti di industrie, trasporti e benessere abitativo, ma ha avuto e avrà

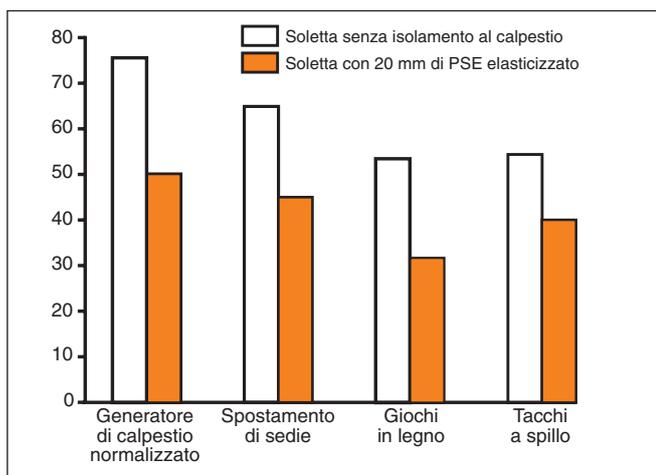


Fig. 3 - Prove di isolamento al calpestio su soletta in cemento armato (I.V.H.).

pesanti conseguenze, i cui costi solo in parte sono già emergenti. L'inquinamento dell'aria, specialmente nei grandi agglomerati, provoca danni alla salute, non facilmente quantizzabili, ma certamente imponenti, se si pensa al valore delle giornate lavorative perse, al costo delle cure mediche, senza trascurare quanto vale la riduzione della qualità della vita che ne consegue. A ciò si devono aggiungere gli effetti inquinanti di acqua e suolo da parte delle piogge acide su foreste, zone agricole, ecosistemi marini e lacustri, monumenti, ecc. per non parlare di quelli a lungo termine, come l'effetto serra, il buco dell'ozono e le conseguenze, cui l'umanità sembra non pensare troppo, dell'allegro sfruttamento di risorse non rinnovabili, quindi sempre più care e contese, come mostrano le ricorrenti crisi mondiali che partano dalle zone petrolifere. Per quanto attiene al campo di interesse dell'AIPE, è da rilevare che dei tre grandi settori responsabili dell'impiego dei combustibili, al benessere abitativo deve essere imputato almeno un quarto del loro consumo e quindi ogni intervento inteso a ridurlo è un contributo apprezzabile alla riduzione dell'inquinamento atmosferico e ambientale in genere. Che l'inquinamento atmosferico in particolare sia strettamente legato al consumo di combustibili per il riscaldamento degli edifici, è facilmente deducibile, osservando l'andamento stagionale di uno dei componenti principali, e certamente il più seguito, dell'inquinamento atmosferico, cioè l'anidride solforosa ( $SO_2$ ). La figura 4 (8) mostra l'andamento medio mensile a Milano della concentrazione di  $SO_2$  nell'aria nel decennio 1970-79, come rapporto rispetto alla media annuale; si vede che, mentre in estate la concentrazione si riduce al 20% della media annuale, in inverno essa è mediamente il 180% della media annuale, cioè 9 volte quella estiva.

## ISOLAMENTO TERMICO DEGLI EDIFICI PER LA RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

È evidente, da quanto detto sopra, il collegamento fra inquinamento atmosferico e consumo di combustibili per il riscaldamento degli edifici e altrettanto evidente è l'importanza di ogni iniziativa volta a ridurre tale consumo. Ciò può essere fatto seguendo varie strade (sostituzione dei combustibili fossili con energie alternative non inquinanti, miglioramento nella produzione, regolazione e distribuzione del calore, ricupero di calore, ecc.), ma una delle strade più dirette e di effetto permanente è senza dubbio la riduzione delle dispersioni termiche dell'edificio mediante un rafforzamento del suo isolamento. Questo ragionamento vale evidentemente qualunque sia il materiale impiegato per l'isolamento, ma vale la pena di svilupparlo in modo particolare per l'EPS, in quanto materiale coibente fra i più diffusi in edilizia e particolarmente versatile e adatto alla quasi totalità dei casi di isolamento; ciò è specialmente importante per l'impiego nelle opere di ristrutturazione o riabilitazione edilizia delle costruzioni esistenti; infatti un effetto apprezzabile sul consumo globale di combustibili e quindi sull'inquinamento atmosferico si potrà avere

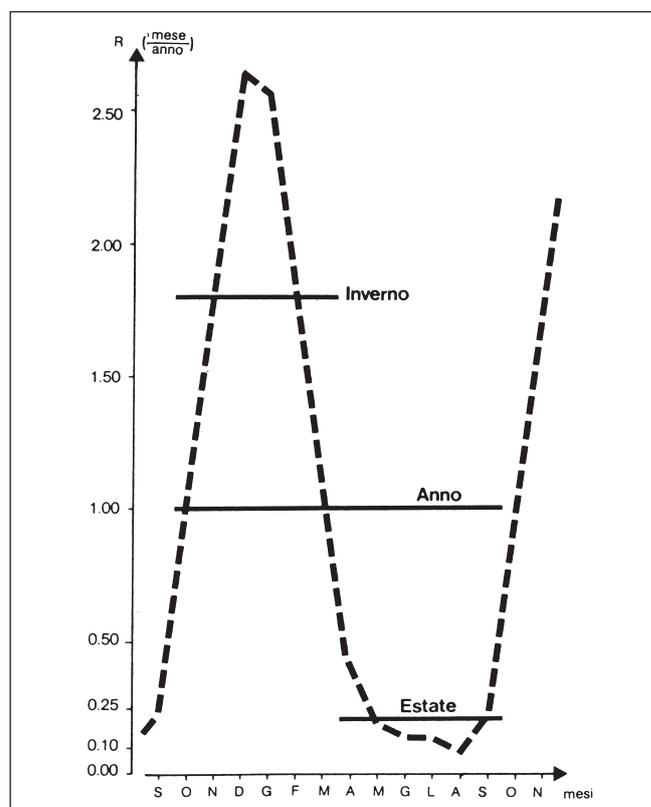


Fig. 4 - Andamento tipico annuo delle concentrazioni relative di  $SO_2$  a Milano (1970-78).

## L'EPS E L'AMBIENTE

soltanto operando in maniera massiccia sul parco edilizio esistente. Può essere interessante ricercare se vi sono limiti, economici o tecnici, nell'impiego dell'EPS per l'isolamento. Nel dimensionamento economico dell'isolamento termico si è già messo in evidenza come il limite di convenienza di un isolamento con EPS, cioè quello che massimizza il valore attuale netto dell'investimento (risparmio annuo attualizzato meno spesa di impianto), si trova per spessori di isolamento nettamente superiori a quelli che oggi prescrive la nostra legislazione per gli edifici nuovi. Si è anche osservato che per risparmiare energia; isolando si deve cominciare a consumare energia per produrre l'isolante ed è legittimo domandarsi se e fino a che limite è favorevole il bilancio energetico relativo. Studi in proposito (9) hanno dimostrato che anche da questo punto di vista l'isolamento ottimale con EPS comporta spessori molto superiori a quelli correnti (più di 30-50 cm!). La considerazione di limiti così elevati ha indotto a verificare la possibilità tecnica di edifici a basso consumo di energia o al limite di "case a energia zero". Senza considerare queste ultime, che presuppongono più complessi sistemi di utilizzo delle energie gratuite, le case a bassa energia hanno rice-

vuto molta attenzione negli ultimi anni, specialmente in Germania e Austria. La tabella seguente mostra la progressione delle trasmittanze (in  $W/m^2 K$ ) delle costruzioni in Germania, dalla situazione ante 1977, alla casa a bassa energia. Le conseguenze, in termini di consumo di gasolio e di emissione di  $CO_2$ , delle 4 situazioni della tabella, sono rappresentate visivamente nella figura 5. La situazione italiana in termini di isolamento è senz'altro peggiore; in termini di consumi beneficia peraltro di un clima mediamente più mite. La tendenza è comunque istruttiva per tutti.

## L'EPS E LA NATURA

A complemento delle informazioni sui rapporti fra l'EPS e l'ambiente, può valere la pena di dire qualche parola anche sul rapporto fra EPS e animali e piante.

Non ci piace se topi o uccelli fanno il nido nel Polistirene, ma questo inconveniente può essere facilmente impedito con provvedimenti costruttivi. D'altra parte questo comportamento mostra che gli animali si trovano bene in tale ambiente. Ciò dipende non soltanto dal confortevole calore di tali nidi, ma anche dalla

Componente	Fino al 1977	Attuale	Raccomandato	Casa a bassa energia
Tetto	0,9	0,3	0,3	0,12
Parete	1,8	0,6	0,3	0,15
Finestra	5,2	2,6	1,5	0,7
Solaio/Cantina	0,8	0,55	0,55	0,25

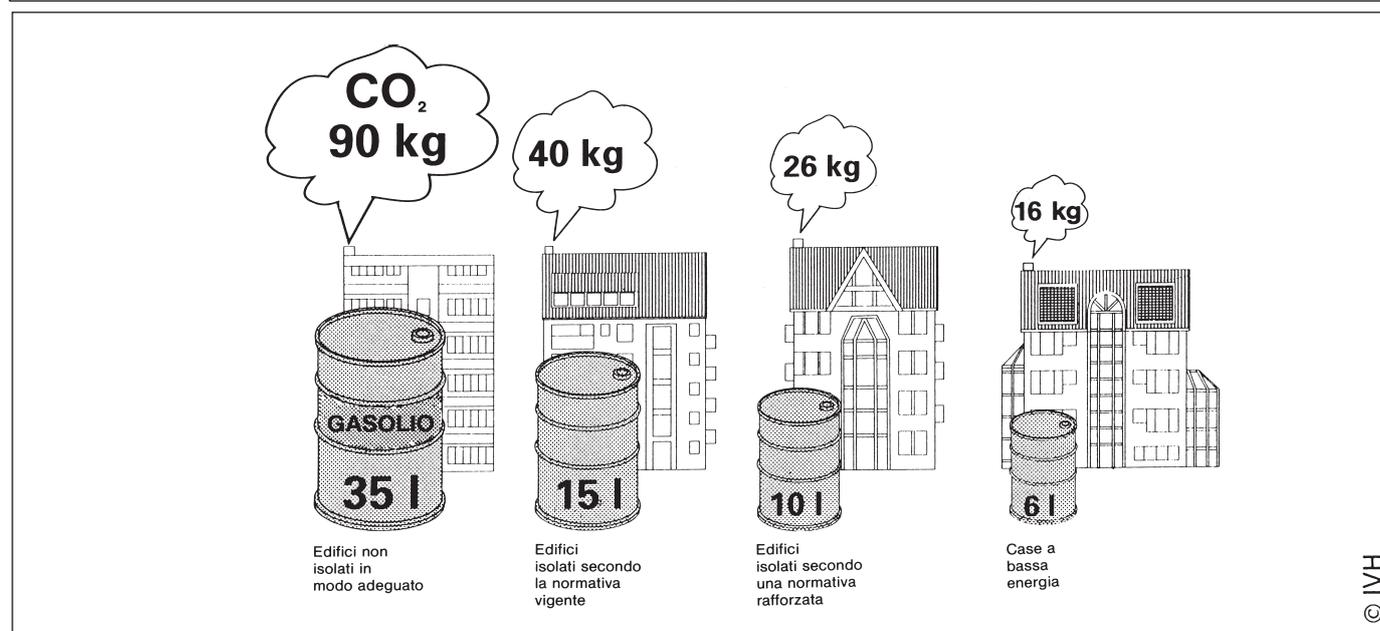


Fig. 5 - Conseguenze per il clima del consumo di energia (litri di gasolio o metri cubi di metano; situazione tedesca): emissione di  $CO_2$  per  $m^3$  di edificio e per anno.

non pericolosità del materiale. L'istinto degli animali non avrebbe permesso di dimorare in un ambiente, per così dire, velenoso o di fare il nido in tale materiale. Ciò vale in particolare per le api, che sono molto sensibili. Alveari in EPS favoriscono l'attività di costruzione e di allevamento delle api e contribuiscono ad un sano sviluppo anche delle famiglie deboli. Vasi da fiori e contenitori per piante in EPS, come pure substrati di coltura con EPS vengono impiegati da più di 40 anni. La letteratura tecnica attesta buone esperienze e risultati nella coltura delle piante e un incremento di crescita anche di specie delicate. Il granulato di EPS è oggi un ovvio componente del terriccio per vasi e, nelle funzioni di drenaggio e a reazione del suolo, contribuisce ad un sano e forte sviluppo delle piante. È ancora conveniente ricordare, quando si tratta di dimostrare la non pericolosità per la salute dell'EPS, che, in base alle leggi sui contenitori alimentari, l'EPS è ammesso ovunque, e larghissimamente impiegato, per bicchieri, cassette da pesce e da frutta, vassoi, ecc.

## SMALTIMENTO DEI RIFIUTI DELL'EPS

Un problema di rapporti fra EPS e ambiente esterno, completamente diverso da quelli fin qui trattati, è costituito dallo smaltimento dei rifiuti dell'EPS.

Questo problema riguarda piuttosto marginalmente l'EPS impiegato nelle applicazioni edilizie, dove consiste in pochi sfridi prodotti all'atto dell'applicazione, mentre alla demolizione è unito alla massa degli altri materiali destinati alla discarica. Ne diamo tuttavia un cenno per completezza di trattazione, dal momento che, a causa della voluminosità e non degradabilità, la grande quantità di imballaggio in EPS che oggi vengono prodotti e poi eliminati, ha posto questo problema alla pubblica attenzione.

I sistemi di smaltimento oggi impiegati per i rifiuti di EPS sono essenzialmente:

- *riutilizzo per la fabbricazione di espansi*: possibili, entro certe percentuali e per certi impieghi, per scarti e rifiuti puliti;
- *trasformazione in ammendanti per terreni*, essenzialmente come:
  - substrato e bonifica del terreno,
  - ausiliario per il compostaggio,
  - drenaggio.

Secondo l'impiego i rifiuti di EPS vengono macinati a granulometrie diverse;

- *fusione e granulazione* per ricavarne materiale da stampaggio o estrusione per manufatti di limitate esigenze;
- *ombustione* con eventuale ricavo di energia: 1 kg di EPS equivale a 1,2-1,4 litri di olio combustibile; bruciato negli impianti di incenerimento produce soltanto acqua e anidride carbonica;

- *discarica*: l'EPS, favorendo l'areazione, accelera la decomposizione delle sostanze organiche della discarica e per parte sua non è nocivo né all'aria, né al terreno, né alle acque sotterranee.

I problemi dello smaltimento dei rifiuti di EPS sono attualmente soprattutto problemi logistici per l'organizzazione della raccolta dei rifiuti e il loro avvio nelle migliori condizioni agli impianti di riciclaggio; a questo scopo in vari paesi vi sono già apposite organizzazioni.

## CONCLUSIONI

L'impiego in edilizia del Polistirene Espanso Sintetizzato è collegato con una serie di implicazioni ambientali, che il presente capitolo ha inteso chiarire, così che sia gli operatori del settore, che i committenti e le pubbliche autorità possono considerare questo materiale con tutta la fiducia che esso merita. In modo particolare deve essere sottolineata l'importanza del contributo che l'EPS, attraverso l'aumento dell'isolamento termico degli edifici, può dare alla riduzione dell'inquinamento atmosferico. Un risultato notevole può essere raggiunto restando nei limiti attuali di fattibilità tecnica e di convenienza economica, purché gli interventi siano veramente generalizzati. Il conseguimento di tale obiettivo comporta una molteplicità di azioni, sia a livello nazionale che locale, per le quali è necessaria una generale sensibilizzazione. L'Associazione Italiana Polistirolo Espanso dà, con la sua diffusa attività informativa, di cui questo capitolo è un esempio, il suo contributo a questo fine.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Baustoff-technik 2/88 p. 41.
- (2) Prof. Dr. Med. H.G. Sonntag. Direktor Hygiene - Institut de Universität "Fachhygienisches Gutachten zur Frage der Emission von Styrol aus Polystyrol-Hartschaum Marke EPS-dämmastark" - Heidelberg 8.5.1984.
- (3) Prof. Dr. Med. H.G. Sonntag "Fachhygienisches Gutachten zur Frage der Emission von Styrol aus Polystyrol-Hartschaum-Gipskarton-Verbundplatten und Polystyrol-Hartschaum-Deckendekkorplatten der Marke Styropor" - Heidelberg 5.9.1985.
- (4) H. Voss: "Untersuchungen zur Styrol-Emission in mit Polystyrol-Hartschaumstoff wärmegeämmte Wohnräumen" - Kunststoffe 1987, p. 61-2.
- (5) Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: "Gesundes Bauen und Wohnen-Antworten auf aktuelle Fragen" - Bonn, 1986.
- (6) Analoga a UNI 7819.
- (7) V. ancora "Gesundes Bauen und Wohnen", citato in (5)
- (8) Provincia di Milano, Assessorato all'Ecologia. "Studi per la valutazione della qualità dell'aria nella provincia di Milano" - 1982.
- (9) W. Feist: "Primärenergie - und Emissionsbilanzen von Dämmstoffen" institut Wohnen und Umwelt - Darmstadt 1986.



---

## 4.

# **NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO**

Il Polistirene espanso sinterizzato EPS è uno dei più importanti materiali per l'isolamento termico in edilizia, il primo fra gli espansi plastici cellulari. Come tale, le sue caratteristiche sono state studiate in modo approfondito.

Parimenti intenso è stato il lavoro degli Enti normatori in Italia e all'estero, per definire dei tipi unificati di EPS e relative caratteristiche limite, metodi di prova e procedure di controllo. Il presente capitolo intende illustrare questa complessa materia, contribuendo così alla chiarezza di questo importante mercato.



**AIPE**

Associazione Italiana Polistirene Espanso

## LA NORMA EUROPEA EN 13163

### PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO PER L'EDILIZIA IN POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO (EPS)

## 1. LA NORMATIVA EUROPEA E LE NORME COLLEGATE

Tale norma è parte di un pacchetto di norme che riguardano tutti i materiali per isolamento termico come:

- Lana minerale (MW)
- Polistirene espanso (EPS)
- Polistirene estruso (XPS)
- Poliuretano (PUR)
- Schiuma fenolica (PF)
- Vetro cellulare (CG)
- Lana di legno (WW)
- Perlite espansa (EPB)
- Sughero espanso (ICB)
- Fibre di legno (WF)

La norma EN 13172 invece riguarda la valutazione delle conformità durante la fase di produzione.

Alla norma di prodotti EN 13163 sono collegate le

Metodo di prova	Requisito
EN 822	Determinazione di lunghezza e larghezza
PrEN 12667 o EN 12939	Resistenza termica
EN 822	Lunghezza e larghezza
EN 823	Spessore
EN 824	Squadratura
EN 825	Planarità
EN 826	Compressione al 10% di deformazione
EN 1602	Densità apparente
EN 1603	Stabilità dimensionale sotto condizioni di laboratorio normali
EN 1604	Stabilità dimensionale in condizioni specifiche
EN 1605	Deformazione sotto sforzo di specifiche condizioni di temperatura
EN 1606	CREEP compressione
EN 1607	Trazione perpendicolare alle facce
EN 12085	Dimensioni lineari
EN 12086	Trasmissione di vapore acqueo
EN 12087	Assorbimento d'acqua per immersione
EN 12088	Assorbimento d'acqua per diffusione
EN 12089	Resistenza a flessione
EN 12090	Resistenza al taglio
EN 12091	Resistenza al gelo
EN 12431	Spessore isolante per pavimenti galleggianti
EN 13051-1	Reazioni al fuoco
EN 29052-1	Rigidità dinamica

norme europee relative ai metodi di analisi delle caratteristiche necessarie a classificare l'EPS:

## 2. REQUISITI

Il nuovo sistema di specificazione per il polistirene espanso EPS secondo la norma europea non è più a "classi chiuse" (come secondo la UNI 7819 + F.A. 1) ma bensì a "classi aperte".

Le caratteristiche vengono dichiarate sotto forma di "codici di designazione" che riportano a specifici livelli (limiti superiori o inferiori di una proprietà) o classi (combinazioni di due livelli in cui il valore di una proprietà può rientrare).

I requisiti sono di due tipi:

- Per tutte le applicazioni;
- Per applicazioni specifiche.

### 2.a) Requisiti per tutte le applicazioni

I requisiti (tra parentesi è indicato il metodo di analisi) che devono essere soddisfatti da ogni prodotto, indipendentemente dal suo specifico impiego, sono:

- Resistenza termica e conducibilità termica (EN 12667, EN 12939),
- Caratteristiche dimensionali:
  - Lunghezza e larghezza EN 822),
  - Spessore (EN 823),
  - Perpendicolarità (EN 824),
  - Planarità (EN 825).

- Stabilità dimensionale:
  - In condizioni normalizzate di laboratorio: 23°C, 50% U.R. (EN 1603),
  - In condizioni specifiche di temperatura ed umidità: 23°C e 90% U.R. (EN 1604).
- Resistenza a flessione minima di 50 kPa (EN 12089).
- Reazione al fuoco (prEN 13501-1).

### Resistenza termica

- Riferita a 10°C.
- La resistenza termica deve sempre essere espressa insieme alla conducibilità termica.
- I valori dichiarati di resistenza e conducibilità devono essere rappresentativi del 90% della produzione e determinati con un valore di confidenza del 90%.
- Il valore di resistenza è calcolato con lo spessore nominale. Quando il prodotto deve essere sottoposto a prova di compressibilità si utilizza lo spessore ottenuto con carico di 250 Pa.

### 2.b) Requisiti per applicazioni specifiche

I requisiti (tra parentesi è indicato il metodo di analisi)

#### Stabilità dimensionale in condizioni costanti di laboratorio

Classe	Requisiti %
DS (N) 5	± 0,5
DS (N) 2	± 0,2

### Caratteristiche dimensionali

Proprietà	Classi	Tolleranze	
		Lastre	Rotoli
Lunghezza	L1	± 0,6% o ± 3 mm <sup>a</sup>	- 1%
	L2	± 2 mm	+ unrestricted
Larghezza	W1	± 0,6% o ± 3 mm <sup>a</sup>	± 0,6%
	W2	± 2 mm	o ± 3 mm <sup>a</sup>
Spessore	T1	± 2 mm	
	T2	± 1 mm	
Perpendicolarità	S1	± 5 mm / 1000 mm	
	S2	± 2 mm / 1000 mm	
Planarità	P1	± 30 mm	
	P2	± 15 mm	
	P3	± 10 mm	
	P4	± 5 mm	

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

si) che devono essere soddisfatti dal prodotto in base al suo specifico impiego (se una certa caratteristica non è richiesta per una particolare applicazione, questa non deve essere necessariamente determinata e dichiarata dal fabbricante) sono:

- Stabilità dimensionale in condizioni specifiche di temperatura ed umidità (EN 1604).
- Deformazione in condizioni specifiche di carico compressivo e di temperatura (EN 1605).
- Sforzo di compressione al 10% di deformazione (EN 826) e di carico localizzato.
- Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce (EN 1607).
- Resistenza a flessione (EN 12089).
- Scorrimento plastico (CREEP) a compressione (EN 1606).
- Assorbimento d'acqua:
  - a lungo termine per immersione (EN 12087),
  - a lungo termine per diffusione (EN 12088).
- Resistenza al gelo – disgelo (EN 12091).
- Resistenza alla trasmissione del vapore acqueo (EN 12086).

### Livelli di stabilità dimensionale in condizioni specifiche di temperatura e umidità

Livello	Condizioni	Requisiti %
DS (70,-) 1	48 h, 70 °C	1
DS (70,-) 2	48 h, 70 °C	2
DS (70,-) 3	48 h, 70 °C	3
DS (70, 90) 1	48 h, 70 °C, 90%	1

### Deformazioni in condizioni specifiche di carico e di temperatura

Livello	Condizioni	Requisiti %
DLT (1)5	Carico: 20 kPa Temperatura: (80 ± 1) °C Tempo: (168 ± 1) h	≤5
DLT (2)5	Carico: 40 kPa Temperatura: (70 ± 1) °C Tempo: (168 ± 1) h	≤5
DLT (3)5	Carico: 80 kPa Temperatura: (60 ± 1) °C Tempo: (168 ± 1) h	≤5

### Resistenza a compressione al 10% di deformazione

Livello	Requisiti kPa
CS(10) 30	≥ 30
CS(10) 50	≥ 50
CS(10) 60	≥ 60
CS(10) 70	≥ 70
CS(10) 80	≥ 80
CS(10) 90	≥ 90
CS(10) 100	≥ 100
CS(10) 120	≥ 120
CS(10) 150	≥ 150
CS(10) 200	≥ 200
CS(10) 250	≥ 250
CS(10) 300	≥ 300
CS(10) 350	≥ 350
CS(10) 400	≥ 400
CS(10) 500	≥ 500

### Resistenza a trazione perpendicolare alle facce

Livello	Requisiti kPa
TR 20	≥ 20
TR 50	≥ 50
TR 80	≥ 80
TR 100	≥ 100
TR 150	≥ 150
TR 200	≥ 200
TR 400	≥ 400

### Livelli di resistenza a flessione

Livello	Requisiti kPa
BS50	≥ 50
BS75	≥ 75
BS100	≥ 100
BS115	≥ 115
BS125	≥ 125
BS135	≥ 135
BS150	≥ 150
BS170	≥ 170
BS200	≥ 200
BS250	≥ 250
BS350	≥ 350
BS450	≥ 450
BS525	≥ 525
BS600	≥ 600
BS750	≥ 750



**Livelli di scorrimento plastico (CREEP) a compressione**

Livello	Tempo di prova (t)	Tempo di estrapolazione (anni)	Tensione dichiarata $\sigma_c$ kPa	Requisiti %
CC( $i_1/i_2/10$ ) $\sigma_c$	122	10	$\sigma_c$	$i_1 \leq i$
CC( $i_1/i_2/25$ ) $\sigma_c$	304	25	$\sigma_c$	e
CC( $i_1/i_2/50$ ) $\sigma_c$	608	50	$\sigma_c$	$i_2 \leq i$

**Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione**

Livello	Requisiti %
WL(T) 5	$\leq 5,0$
WL(T) 3	$\leq 3,0$
WL(T) 2	$\leq 2,0$
WL(T)1	$\leq 1,0$

**Assorbimento d'acqua a lungo termine per diffusione**

Livello	Requisiti %
WD(V) 15	$\leq 15$
WD(V) 10	$\leq 10$
WD(V) 5	$\leq 5$
WD(V) 3	$\leq 3$

**Livello di rigidità dinamica**

Livello	Requisiti Mn/m <sup>3</sup>
SD50	$\leq 50$
SD40	$\leq 40$
SD30	$\leq 30$
SD20	$\leq 20$
SD15	$\leq 15$
SD10	$\leq 10$
SD7	$\leq 7$
SD5	$\leq 5$

**Classi della tolleranza dello spessore per compressibilità**

Classe	Tolleranza	
T3	-5 % o - 1 mm	+ 15 % o + 3 mm
T4	0	+ 10 % o + 2 mm per $d_L < 35$ mm
		+ 15 % o + 3 mm per $d_L \geq 35$ mm

**Livelli di compressibilità**

Livello	Valore imposto kPa	Requisiti mm	Tolleranza mm
CP5	$\leq 2,0$	$\leq 5$	$\leq 2$ per $d_L < 35$
CP4	$\leq 3,0$	$\leq 4$	$\leq 3$ per $d_L < 35$
CP3	$\leq 4,0$	$\leq 3$	
CP2	$\leq 5,0$	$\leq 2$	$\leq 1$ per $d_L < 35$ $\leq 2$ per $d_L < 35$

- Rigidità dinamica (EN 29052-1).
- Compressibilità (EN 12431).
- Densità apparente (da determinare per prove indirette) (EN 1602).
- Rilascio di sostanze pericolose (metodo europeo in corso di definizione).

**3. PROVE**

Il produttore deve dichiarare la classe di appartenenza del proprio prodotto, la conducibilità termica e la

resistenza termica, le classi o i livelli relativi ai requisiti comuni per tutte le applicazioni.

Se per un'applicazione specifica non sono richiesti livelli ed una proprietà è irrilevante per quell'applicazione, allora non serve determinare quella specifica proprietà.

Il valore dichiarato per una proprietà deve rappresentare almeno il 90% della produzione e nessun valore singolo deve essere inferiore del 10% di quello dichiarato.

Per alcune proprietà sono possibili dei metodi indiretti di misurazione.

### 3.a) Conducibilità termica

La conducibilità termica (solitamente indicata con  $\lambda$ ) di un materiale è definita come il rapporto tra il flusso di calore  $\phi_q$  ed il gradiente di temperatura:

$$\lambda = \frac{|\bar{\Phi}_q|}{|\text{grad}T|}$$

e viene espressa in  $\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$ .

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

La conducibilità termica è una proprietà fondamentale per un prodotto come le lastre di polistirene espanso (EPS) destinate in impieghi in edilizia per isolamento termico. Secondo la normativa europea la conducibilità e la resistenza termica rientrano fra i requisiti caratteristici da determinare per tutte le applicazioni. La sua misura deve essere condotta secondo il EN 12667 o, per prodotto con alti spessori ( $s > 100 \text{ mm}$ ), il EN 12939 che richiamano la norma ISO 8301 come metodo di analisi. Il valore della conducibilità termica deve essere dichiarato dal fabbricante alla temperatura di riferimento di  $10^\circ\text{C}$  e deve essere misurato nelle seguenti condizioni:

- temperatura media di  $(10 \pm 0,3)^\circ\text{C}$ ,
- dopo condizionamento in atmosfera a  $23^\circ\text{C}$  e 50% U.R.

Per le prove iniziali di tipo sul prodotto, il produttore deve avere almeno dieci misurazioni dirette della conducibilità termica o della resistenza termica e per l'ottenimento del valore dichiarato può utilizzare anche dati registrati. Le misurazioni devono essere condotti a intervalli regolari distribuiti in almeno 12 mesi; se sono disponibili meno di 10 misurazioni il periodo può essere esteso per un massimo di tre anni purché prodotto e processo di ottenimento non siano significativamente cambiati. Per nuovi prodotti le determinazioni devono essere effettuate in modo uniformemente distribuito in un periodo non minore di 10 giorni.

Nel caso si dichiari sia la conducibilità termica che la resistenza termica si devono utilizzare le formule:

$$\lambda_{90,90} = \lambda_m + k \cdot s_\lambda$$

$$R_{90,90} = \frac{d_n}{\lambda_{D90,90}}$$

dove:  $\lambda_{D90,90}$  = conducibilità termica 90,90 dichiarata (90% frattile con livello di confidenza del 90%),  
 $R_{90,90}$  = resistenza termica 90,90 dichiarata (90% frattile con livello di confidenza del 90%),  
 $d_n$  = spessore nominale del prodotto,  
 $\lambda_m$  = conducibilità termica media dei valori misurati,  
 $k$  = fattore funzionale del numero  $n$  di misurazioni disponibili,

$s_\lambda$  = deviazione standard delle  $n$  misurazioni disponibili:

$$s_\lambda = \sqrt{\frac{\sum (\lambda_i - \lambda_m)^2}{n-1}}$$

Nel caso si dichiari solo la resistenza termica si deve utilizzare la formula:

$$R_{90,90} = R_m - k \cdot s_r$$

dove:  $R_{90,90}$  = resistenza termica 90,90 dichiarata (90% fattile con livello di confidenza del 90%)

$k$  = fattore funzione del numero  $n$  di misurazioni disponibili

$s_r$  = deviazione standard delle  $n$  misurazioni disponibili

$$s_r = \sqrt{\frac{\sum (R_i - R_m)^2}{n-1}}$$

La conducibilità e la resistenza termica dichiarata dipendono da due fattori:

- la deviazione standard delle misurazioni,
- il numero di misurazioni.

Una bassa deviazione standard delle misurazioni è indice di una produzione con caratteristiche costanti nel tempo che si può ottenere mediante un opportuno "controllo di produzione di fabbrica" (F.P.C.: vedere EN 13172). Siccome il fattore  $k$  diminuisce all'aumentare delle misurazioni disponibili (Tabella 1), per potere dichiarare una "bassa" conducibilità termica (o equivalente, un "alta" resistenza termica) bisogna disporre del maggiore numero possibile di misurazioni dirette.

**Tabella 1 - Fattore k**

Numero n di misurazioni	Fattore k
10	2,07
11	2,01
12	1,97
13	1,93
14	1,90
15	1,87
16	1,84
17	1,82
18	1,80
19	1,78
20	1,77
50	1,56
100	1,47
500	1,36
2000	1,32

Nota: per valori intermedi di  $n$  usare la norma ISO 12491 o interpolare linearmente

**Tabella 2 - Frequenze minime di prova per conducibilità/resistenza termica**

Proprietà	Prova diretta frequenza	Prove indirette	
		Metodo	Frequenza
Conducibilità o resistenza termica	1 ogni 24 ore	-	-
	1 ogni 3 mesi +	Peso o densità con correlazione del fabbricante	1 ogni 3 ore
	1 ogni 3 mesi +	Altro metodo per conducibilità termica	1 ogni settimana
	1 ogni anno +	Densità con correlazione della norma	1 ogni 2 ore

**Tabella 3 - Frequenze minime di prova per resistenza a flessione**

Proprietà	Prova diretta frequenza	Prove indirette	
		Metodo	Frequenza
Resistenza Flessione	1 ogni 24 ore	-	-
	1 ogni 3 mesi +	Metodo del fabbricante	1 ogni giorno

Per il controllo di produzione si possono usare anche altri metodi di prova indiretti.

La frequenza minima di prova prevista dalla norma europea per ogni linea di produzione è illustrata in tabella 2.

Tutte le correlazioni usate devono avere un intervallo di tolleranza del 90%.

La norma europea riporta la correlazione, valida per uno spessore di riferimento di 50 mm, conducibilità termica  $\lambda_D$  (alla temperatura media di 10°) – densità apparente  $\rho_a$  per la prova indiretta espressa come la formula (valida per  $8 \text{ Kg/m}^3 \leq \rho_a \leq 55 \text{ Kg/m}^3$ ):

$$\lambda_{\text{medio}} = 0.025314 + 5.1743 \times 10^{-5} \cdot \rho_a + \frac{0.173606}{\rho_a} \quad [\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}]$$

$$\lambda_{\text{previsto}} \approx 0.027174 + 5.1743 \times 10^{-5} \cdot \rho_a + \frac{0.173606}{\rho_a} \quad [\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}]$$

Il progetto di norma riporta pure i fattori di correzione per “l’effetto spessore”.

Per l’espressione dei risultati i valori della conducibilità termica dichiarata  $\lambda_{90,90}$  devono essere arrotondati per eccesso al più vicino mW/m K e dichiarati in intervalli di 1 mW/m K.

I valori della resistenza termica dichiarata  $R_{90,90}$  devono essere arrotondati per difetto al più vicino 0,05 m<sup>2</sup> K/W e dichiarati in intervalli di 0,05 m<sup>2</sup> K/W.

Indicazioni per ricavare la conducibilità termica di progetto per temperature medie diverse da 10 °C e umidità relative diverse da 50% U.R. possono essere trovate nel progetto di norma prEN ISO 10456.

### 3.b) Resistenza a flessione

La prova deve essere condotta secondo la norma EN 12089 e consiste nell’applicare una forza mediante un

coltello in posizione centrale tra le posizioni dei due appoggi che sostengono la provetta. Condizionamento (per un minimo di sei ore) e prova vanno condotte a  $T = (23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ . In caso di controversia il condizionamento deve essere effettuato per almeno 14 giorni e le prove devono essere condotte a  $T = (23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$  e U.R. =  $(50 \pm 5) \%$ . La frequenza della prova diretta e di quelle indirette sono indicate in tabella 3.

**Tabella 4 - Euroclassi per la resistenza al fuoco**

Euroclasse	Reazione al fuoco
A (A1 e A2)	Nessun contributo al fuoco
B	Contributo al fuoco molto limitato
C	Contributo al fuoco limitato
D	Contributo al fuoco accettabile
E	Reazione al fuoco accettabile
F	Nessun comportamento determinato

### 3.c) Reazione al fuoco

La reazione al fuoco deve essere determinata secondo le euroclassi della tabella 4 con le frequenze di tabella 5.

### 3.d) Sforzo di compressione al 10% di deformazione

La prova deve essere condotta secondo la norma EN 826 e consiste nella compressione di una provetta per valutarne la resistenza allo schiacciamento. Condizionamento (per un minimo di sei ore) e prova vanno condotte a  $T = (23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ . In caso di

**Tabella 5 - Prove per la reazione al fuoco**

Classe di reazione al fuoco	Metodo di analisi	Frequenza (*)
A1	PrEN ISO 1182 + PrEN ISO 1716 + PrEN ISO 13823	
A2	PrEN ISO 1182 O PrEN ISO 1716 + PrEN ISO 13823	
B, C, D	PrEN ISO 13823  prEN ISO 11925-2	1 prova per mese o 1 ogni 2 anni + metodo indiretto (prova semplificata di piccola fiamma una a settimana) 1 prova per settimana o 1 ogni 2 anni + metodo indiretto (prova semplificata di piccola fiamma una a settimana)
E	prEN ISO 11925-2	1 prova per settimana o 1 ogni 2 anni + metodo indiretto (prova semplificata di piccola fiamma una a settimana)
F	-	-

Y: anno – m: mese – d: giorno; (\*): la frequenza delle prove indirette (perdita di ignizione, densità apparente e spessore) sono funzione della classe di reazione al fuoco e del tipo di componenti presenti nel prodotto.

**Tabella 6 - Frequenze minime di prova per resistenza a compressione**

Proprietà	Prova diretta frequenza	Prove indirette	
		Metodo	Frequenza
Resistenza a compressione al 10% di deformazione	1 ogni 24 ore	-	-
	1 ogni 3 mesi +	Resistenza a flessione	1 ogni giorno

controversia, condizionamento (per almeno 14 giorni) e prove devono essere condotte a  $T = (23 \pm 2)$  °C. e U.R. =  $(50 \pm 5)$  %. Tutte le correlazioni usate devono avere un intervallo di tolleranza del 90% con un livello di confidenza del 90%.

La norma europea di sistema fornisce una prova indiretta per la determinazione della compressione al 10% di deformazione  $s_{10}$  attraverso la misura della densità apparente  $p_a$  utilizzando le formule (valida per  $p_a \geq 11$  Kg/m<sup>3</sup>):

$$\sigma_{10, medio} = 10,0 \cdot P_a - 81,0 \quad [\text{kPa}]$$

$$\sigma_{10, previsto} = 10,0 \cdot P_a - 109,1 \quad [\text{kPa}]$$

La frequenza della prova diretta e di quelle indirette sono indicate in tabella 6.

### 3.e) Trazione perpendicolare alle facce

La prova deve essere condotta secondo la norma EN 1607 e consiste nella determinazione della resistenza a trazione di una provetta perpendicolarmente alle sue facce. Le provette devono essere fissate alle due piastre o ai blocchi di fissaggio del dinamometro usando un adesivo adatto. Condizionamento (per un minimo di sei ore) e prova vanno condotte a  $T = (23 \pm 5)$  °C. In caso di controversia, condizionamento (per almeno 14 giorni) e prove devono essere con-

**Tabella 7 - Frequenze minime di prova per trazione perpendicolare alle facce**

Proprietà	Prova diretta frequenza	Prove indirette	
		Metodo	Frequenza
Trazione perpendicolare alle facce	1 ogni 24 ore	-	-
	1 ogni 3 mesi +	Resistenza a flessione	1 ogni giorno

dotte a  $T = (23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$ . e U.R. =  $(50 \pm 5) \%$ . La frequenza della prova diretta e di quelle indirette sono indicate in tabella 7.

### 3.f) Proprietà addizionali

Correlazione tra flessione e taglio.

Flessione $\sigma_b$ kPa	Taglio $\tau$ Correlazione kPa
50	25
75	35
100	50
115	55
125	60
135	65
150	75
170	85
200	100
250	125
350	170
450	225
525	260
600	300
750	375

### Valori tabulati dell'indice di resistenza alla diffusione al vapore d'acqua e la permeabilità al vapore

Tipo	Fattore di resistenza alla diffusione di vapore $\mu$	Permeabilità al vapore $\delta$ Mg/ (Pa.h.m)
EPS 30	20 a 40	0.018 a 0.036
EPS 50	20 a 40	0.018 a 0.036
EPS 60	20 a 40	0.018 a 0.036
EPS 70	20 a 40	0.018 a 0.036
EPS 80	20 a 40	0.018 a 0.036
EPS 90	30 a 70	0.010 a 0.024
EPS 100	30 a 70	0.010 a 0.024
EPS 120	30 a 70	0.010 a 0.024
EPS 150	30 a 70	0.010 a 0.024
EPS 200	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS 250	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS 300	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS 350	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS 400	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS 500	40 a 100	0.007 a 0.018
EPS T	20 a 40	0.018 a 0.036

## 4. FREQUENZA PROVE E PREPARAZIONE CAMPIONI

### Prove e frequenze

Proprietà		Frequenze minime di prova		
		Prove dirette	Prove indirette	
			Metodi di prova	Frequenza
1	Resistenza e conducibilità termica	1 per 24 ore o	-	-
		1 per 3 mesi o	E densità (usando una correlazione del produttore)	1 per 2 ore
		1 per 3 mesi o	E altri metodi di prova per conduttività termica	1 per settimana
		1 per un anno	E densità (usando la correlazione data in figura B.2)	1 per 2 ore
2	Lunghezza e larghezza	1 per 2 ore	-	-
3	Spessore	1 per 2 ore	-	-
4	Perpendicolarità	1 per 4 ore	-	-
5	Planarità	1 per 8 ore	-	-
6	Stabilità dimensionale	I.T.T.	-	-
7	Resistenza a flessione	1 per 1 giorno o 1 per 3 mesi	- E metodo del produttore	- 1 al giorno
8	Reazione al fuoco	I.T.T.		

segue

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

continuazione

9	Stabilità dimensionale in condizioni specifiche di temperatura e umidità	I.T.T.	-	-
10	Deformazione in condizioni specifiche di carico compressivo e di temperatura	I.T.T.	-	-
11	Compressione al 10% di deformazione	1 al giorno o 1 per 3 mesi	-	-
		1 per un anno	E densità (usando una correlazione del produttore)	1 per 2 ore
			E densità (usando la correlazione data in figura B.1)	1 per 2 ore
12	Trazione perpendicolare alle facce	1 per settimana o 1 per 3 mesi	-	-
			E resistenza a flessione	1 al giorno
13	Scorrimento plastico (creep) a compressione	I.T.T.	-	-
14	Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione	I.T.T.	-	-
15	Assorbimento d'acqua a lungo termine per diffusione	I.T.T.	-	-
16	Resistenza al gelo – disgelo	I.T.T.	-	-
17	Trasmissione del vapore acqueo	I.T.T.	-	Tabulated values
18	Rigidità dinamica	1 per settimana	-	-
19	Compressibilità	1 per giorno 1 per settimana	-	-
20	Rilascio di sostanze pericolose	-	-	-

d: giorno - h: ora – I.T.T.: prova iniziale di tipo

## METODI DI PROVA, CAMPIONI E CONDIZIONI

Titolo	Metodo di prova	Dimensioni campione (mm)	Numero minimo di misure	Condizioni specifiche
Resistenza termica e conduttività termica	PrEN 12667 o EN 12939	Vedi prEN 12667 O EN 12939	1	-
Lunghezza e spessore	EN 822	Full-size	1	-
Spessore	EN 823	Full-size	1	Carico di (250 ± 5) Pa
Squadratura	EN 824	Full-size	1	-
Planarità	EN 825	Full-size	1	-
Stabilità dimensionale sotto condizioni di laboratorio normali	EN 1603	Full-size	3	-
Stabilità dimensionale in condizioni specifiche	EN 1604	200 X 200	3	-
Resistenza a flessione	EN 12089	300 x 150 x 50	3	Metodo B
Reazione al fuoco		Vedi prEN 13501-1		-
Stabilità dimensionale sotto temperatura specifica e umidità	EN 1604	200 X 200	3	-
Deformazione sotto compressione Condizioni di temperatura	EN 1605	50 x 50 x 50	3	

segue

continuazione

Compressione al 10% di deformazione	EN 826	50 x 50 x 50	3	
Trazione perpendicolare alle facce	EN 1607	50 x 50 x 50	3	-
Creep in compressione	EN 1606	50 x 50 x 50	2	
Assorbimento d'acqua per immersione	EN 12087	200 x 200	3	Totale: metodo 1 A e 2 A
Assorbimento d'acqua per diffusione	EN 12088	500 x 500	2	-
Resistenza al gelo	EN 12091	200 x 200	6	
Trasmissione di vapore acqueo	EN 12086	100 x 100	5	
Resistenza dinamica	EN 29052-1	200 x 200	3	-
Spessore, $d_L$	EN 12431	200 x 200	3	-
Spessore, $d_B$	EN 12431			Misurato 300 s dopo che il precarico è stato rimosso
Riduzione spessore a lungo termine	EN 1606			-
Densità apparente	EN 1602	FULL-SIZE	5	-
Rilascio di sostanze pericolose		-	-	-

## 5. CODICE DI DESIGNAZIONE

Il produttore (a meno che la proprietà non venga dichiarata) deve assegnare ai prodotti in EPS un codice (dove "i" indica il livello o la classe) riportanti classi, livelli o valori limite:

EPS	Polistirene espanso
EN 13163	Riferimento alla norma
Ti	Tolleranza sullo spessore
Li	Tolleranza sulla lunghezza
Wi	Tolleranza sulla larghezza
Si	Tolleranza sulla perpendicolarità
Pi	Tolleranza sulla planarità
DS (TH)i	Stabilità termica in condizioni specifiche di temperatura e umidità
BSi	Resistenza a flessione
CS (10)i	Resistenza a compressione al 10% di deformazione
DS (N)i	Stabilità dimensionale in condizioni normalizzate di laboratorio
DLT(i)5	Deformazione in condizioni specifiche di carico compressivo e di temperatura
TRi	Resistenza a trazione perpendicolare alle facce
CC ( $i_1/i_2/y$ ) $s_c$	Scorrimento plastico (creep) a compressione
WL (T)i	Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione
WD (V)i	Assorbimento d'acqua a lungo termine per diffusione
Mui o Zi	Rigidità dinamica
CPI	Compressibilità

## 6. VALUTAZIONE DELLA CONFORMITÀ: EN 13172

La norma EN 13172 stabilisce i compiti e le responsabilità del produttore e dell'Organismo di Certificazione, sia per un Marchio di Qualità di prodotto volontario (come ad es. il Marchio IIP-UNI), che per la marcatura CE. In particolare per il Marchio di Qualità di prodotto volontario:

- compiti del fabbricante:
  - controllo di produzione di fabbrica,
  - prove su campioni prelevati dalla produzione.
- compiti dell'Organismo di certificazione:
  - ispezione iniziale della fabbrica,
  - ispezioni di sorveglianza,
  - prove di tipo iniziali per tutte le caratteristiche dichiarate dal produttore,
  - prelievi di campioni in fabbrica o sul mercato per prove di verifica,
  - certificazione del prodotto.

### Accertamento della conformità

Il progetto di norma prEN 13172 illustra le modalità per la valutazione della conformità dei prodotti per isolamento termico sia per quanto riguarda la certificazione di tipo volontaria, sia per quanto riguarda la marcatura CE. Per quanto riguarda la certificazione di prodotto di tipo volontario la normativa indica i compiti del fabbricante e dell'Organismo di Certificazione.

### Compiti del fabbricante

Il fabbricante deve garantire la costanza della qualità dei propri prodotti attraverso il "Controllo di produzio-

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

ne di fabbrica” (Factory Production Control: FPC).

Il controllo di produzione di fabbrica (FPC) è il controllo permanente interno della produzione eseguito dal fabbricante o suo delegato sotto la responsabilità del fabbricante. Il FPC comprende le tecniche operative e tutte le misurazioni necessarie per regolare e mantenere la conformità del prodotto ai requisiti della relativa norma di prodotto.

L'Organizzazione del Fabbricante deve essere tale da prevedere un FPC documentato mediante:

- Manuale Qualità;
- Documenti che definiscano le responsabilità e autorità del personale che gestisce le azioni preventive e correttive per le non conformità e identifichi e registri i problemi attinenti la qualità del prodotto;
- Nomina di un “rappresentante della direzione” che supervisioni il FPC;
- Riesame periodico e registrato del FPC da parte della Direzione.

Il Manuale Qualità deve descrivere:

- La politica aziendale della qualità.
- La struttura organizzativa.
- Le responsabilità e autorità nei riguardi della conformità di prodotto.
- Le procedure per la specifica e verifica delle materie prime e altri componenti.
- Il controllo di produzione di fabbrica.
- Le ispezioni e prove (eseguiti da idoneo personale) con le loro frequenze e le modalità di riprova in caso di esiti negativi.
- Le modalità e frequenze di taratura (a fronte di campioni di riferimento nazionali o internazionali) e verifica degli strumenti e apparecchiature di prove e misura.
- Le procedure per la movimentazione, immagazzinamento, imballaggio, marcatura ed etichettatura del prodotto.
- Le procedure per l'addestramento del personale per le attività connesse alla qualità.
- Le modalità di rintracciabilità del prodotto.

### Compiti dell'Organismo di Certificazione

I compiti dell'Organismo di Certificazione per quanto riguarda il marchio volontario di prodotto sono:

- Ispezione iniziale della fabbrica.
- Prove iniziali di tipo (i campioni devono essere prelevati da quattro differenti date di produzione e coprire il campo di spessori dichiarati dal fabbricante).
- Sorveglianza continua:
  - Ispezioni ordinarie (normalmente due all'anno senza preavviso),
  - Prove di verifica,
  - Ispezioni straordinarie.
- Rilascio e ritiro del certificato di conformità.

### Appendice ZA di EN 13163

L'appendice ZA delle norme di prodotto europee rispondono al mandato ricevuto dal CEN/CENELEC da parte della Commissione Europea e specificano i requisiti per la marcatura CE.

Il mandato specifico per i prodotti per isolamento termico è M/103 (con emendamenti in M/106 e M/130).

I sistemi di attestazione della conformità sono indicati nella tabella sotto riportata.

- 1) Materiali per i quali il comportamento della reazione al fuoco è suscettibile di cambiamenti durante la produzione in generale materiali soggetti a modificazioni chimiche (come per esempio ritardanti la fiamma o dove cambiamenti di composizione possono portare a cambiamenti del comportamento della reazione al fuoco).
- 2) Materiali per i quali il comportamento della reazione al fuoco non è suscettibile di cambiamenti durante il processo di produzione.
- 3) Materiali di classe A che, in conformità alla Decisione 96/603 non necessitano di essere testati per la reazione al fuoco.

**Prodotti per isolamento termico per qualsiasi utilizzo:** i compiti dell'Organismo notificato (livello di attestazione 3: laboratorio di prova) devono essere limitati alle seguenti caratteristiche (ove applicabili):

- Resistenza termica.
- Rilascio di sostanze pericolose.
- Resistenza alla compressione (per applicazioni sottoposte a carico).
- Permeabilità all'acqua.

Prodotto	Utilizzo	Classe	Livello di Attestazione della conformità
Prodotti per isolamento termico	Qualsiasi	-	3
	Per usi sottoposti a regolamentazione per la reazione al fuoco	(A, B, C) (1)	1
		(A, B, C) (2)	3
		A (3), D, E, F	4

**Prodotti per isolamento termico per usi sottoposti a regolamentazione per reazione al fuoco:**

- Prodotti con livello di attestazione 1: per le prove di tipo iniziali i compiti dell’Organismo notificato devono essere limitati alla seguente caratteristica:
    - Euroclassi per la reazione al fuoco come indicato nella Decisione 2000/147/EC della Commissione.
  - Prodotti con livello di attestazione 1: per l’ispezione iniziale della fabbrica, del controllo di produzione di fabbrica, e per la sorveglianza continua, accertamento e approvazione del controllo di produzione di fabbrica, devono essere d’interesse per l’Organismo notificato i parametri relativi alla seguente caratteristica:
    - Euroclassi per la reazione al fuoco come indicato nella Decisione 2000/147/EC della Commissione.
  - Prodotti con livello di attestazione 3: per le prove di tipo iniziale i compiti dell’Organismo notificato devono essere limitati alla seguente caratteristica:
    - Euroclassi per la reazione al fuoco come indicato nella Decisione 2000/147/EC della Commissione.
- La valutazione della conformità deve essere effettuata in conformità al prEN 13172.

**7. CLASSIFICAZIONE DEI PRODOTTI**

I prodotti sono divisi in classi di cui EPS S può essere utilizzato solo per applicazioni destinate a non supportare carico e EPS T ha specifiche proprietà di isolamento acustico.

La classificazione viene effettuata in funzione della “maneggiabilità” del prodotto ossia in base allo sforzo di compressione al 10% di deformazione ed alla resistenza a flessione. Un prodotto appartenente ad una determinata classe deve soddisfare entrambe le condizioni indicate in tabella 8.

**Tabella 8  
Classificazione dei prodotti in EPS**

Classe	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 500	500	750

**Classificazione di EPS con proprietà acustiche**

Tipo	Compressibilità	Carico dinamico
EPS T	Livello da tabella 12	Livello da tabella 10

**8. APPLICAZIONE PER CAPPOTTO**

**I requisiti per le lastre per il cappotto “ETICS” (EN 13499)**

Caratteristica	Requisito	
	Valore	Livello/classe
Resistenza termica	$R \geq 1,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	
Resistenza a trazione perpendicolare alle facce	Secondo le modalità di fissaggio: $\geq 100 \text{ kPa}$ $\geq 150 \text{ kPa}$	TR 100 TR 150
Stabilità dimensionale	$\pm 0,2 \%$	DS (N) 2
Perpendicolarità	$\geq 2 \text{ mm/m}$	S2
Tolleranza di planarità	$\geq 5 \text{ mm/m}$	P4
Tolleranza di lunghezza	$\pm 2 \text{ mm}$	L2
Tolleranza di larghezza	$\pm 2 \text{ mm}$	W2
Tolleranza di spessore	$\pm 1 \text{ mm}$	T2
Assorbimento d’acqua a lungo termine per immersione	$\leq 0,5 \text{ Kg/m}^2$	Valore limite

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

### Caratteristiche da verificare:

- Resistenza termica e conducibilità termica.
- Caratteristiche dimensionali (lunghezza e larghezza, spessore, perpendicolarità, planarità).
- Stabilità dimensionale:

In condizioni normalizzate di laboratorio (23°C, 50% U.R.),

- In condizioni specifiche di temperatura ed umidità (23°C e 90% U.R.)
- Resistenza a flessione minima di 50 kPa.
- Reazione al fuoco.
- Resistenza a trazione perpendicolare alle facce.
- Assorbimento d'acqua a lungo termine per immersione parziale.

## 9. DATI DI CORRELAZIONE DI BIBLIOGRAFIA

Compressive strength at 10 % deformation at different reference temperatures.

Material	Density	Compressive strength at different temperatures in kPa				
		-170 °C	-60 °C	-30 °C	20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	42	46	58	56	42
	22	210	150	160	160	120
EPS block moulded, flame retarded	14	62	75	77	83	62
	22	190	170	170	160	120
EPS, moulded board	42	510	450	420	360	240

Tensile strength at different reference temperatures

Material	Density	Tensile strength at different temperatures in kPa			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	190	120	120	80
	24	330	400	370	250
EPS block moulded, flame retarded	14	190	190	190	130
	23	320	320	300	210
EPS, moulded board	40	720	790	550	270

Bending strength at different temperatures

Material	Density	Tensile strength at different temperatures in kPa			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	160	220	150	130
	23	290	300	330	290
EPS block moulded, flame retarded	14	200	200	170	130
	22	370	330	280	230
EPS, moulded board	40	690	670	510	300

Shear strength at different temperatures

Material	Density	Tensile strength at different temperatures in kPa	
		20 °C	70 °C
EPS block moulded, non flame retarded	14	550 - 1.000	280 - 410
	23	770 - 1.100	560 - 850
EPS block moulded, flame retarded	14	820 - 1.300	350 - 380
	22	670 - 1.300	530 - 750
EPS, moulded board	40	1.300 - 1.500	1.000 - 1.100

Moisture conversion factor  $F_y$

Level according to EN 13163	Practical water content $W_p$ , vol-%		Moisture conversion factor $F_{\psi,1}$	
	Drained	Not drained	Drained	Not drained
WL(T)5	$\geq 2,5$	$\geq 5,0$	1,11	1,22
WL(T)3	$\geq 1,5$	$\geq 3,0$	1,06	1,13
WL(T)2	$\geq 1,0$	$\geq 2,0$	1,04	1,08
WL(T)1	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	1,02	1,04

Tabulated values of water vapour diffusion resistance factors and water vapour permeability

Type	Water vapour diffusion resistance factor $\mu$ 1	Water vapour permeability $\delta$ mg/(Pa·h·m)
EPS 30	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 50	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 60	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 70	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 80	20 to 40	0,015 to 0,030
EPS 90	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 100	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 120	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 150	30 to 70	0,009 to 0,020
EPS 200	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 250	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 300	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 350	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 400	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS 500	40 to 100	0,006 to 0,015
EPS T	20 to 40	0,015 to 0,030

## 10. MARCATURA E COMPORTAMENTO AL FUOCO

1. Direttiva Prodotti da Costruzione 89/106/CEE del 21/12/1988.
2. DPR n° 246 21/4/1993 attuazione e recepimento della 89/106.
3. Decisione 9/9/1994 attuazione art. 20 89/106 in merito alle classi di reazione al fuoco dai prodotti da costruzione.
4. Decisione 31/5/1995 Disposizioni applicative art. 20 89/106 in merito ai sistemi di controllo della produzione.
5. DPR n° 499 10/12/1997 attuazione direttiva 93/68 in merito alle modalità per applicare il marchio CE sui prodotti.
6. Decisione 21/8/2001 attuazione della direttiva 89/106 in merito alla classificazione della resistenza all'incendio dei tetti.

## 11. NORME COMPORTAMENTO FUOCO

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1. EN ISO 1182    | Non Combustibilità                                       |
| 2. EN ISO 1716    | Potere Calorifico  |
| 3. EN 13823       | SBI  |
| 4. EN ISO 11925-2 | Piccola fiamma (infiammabilità per prodotti verticali)   |
| 5. EN ISO 9239-1  | Piccola fiamma (infiammabilità per prodotti orizzontali) |
| 6. ISO 9705       | ROOM CORNER TEST   |
| 7. EN 13501       | Classificazione al fuoco dei prodotti                    |

## ARMONIZZAZIONE DELLE NORME EUROPEE SULLE PROVE DEL COMPORTAMENTO AL FUOCO

Il nuovo sistema di classificazione europea dei sistemi di comportamento al fuoco per i prodotti da costruzione richiede un'armonizzazione sulla metodologia dei prove. Il sistema europeo sulle prove del

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

comportamento al fuoco sostituirà la moltitudine dei diversi metodi nazionali.

I materiali soggetti a tale norma europea dovranno sottostare al nuovo sistema di classificazione. Ciò permetterà una libera circolazione delle merci in Europa.

Il nuovo sistema comporterà grossi cambiamenti per i produttori e utilizzatori di materiali da costruzione in termini di comprensione del nuovo sistema e di come tali materiali saranno marchiati. Le loro caratteristiche saranno più evidenti nell'applicazione finale piuttosto che dai materiali singoli.

Alcune cose, però, NON cambieranno e ciò include il livello di sicurezza nei singoli Stati Membri. Le regole nazionali andranno soltanto adeguate alla nuova classificazione europea. I livelli di sicurezza relativi alle procedure di costruzione e antincendio dei vari Stati Membri rimarranno prerogativa di questi ultimi.

Quali sono le prove per definire il comportamento al fuoco dei materiali?

I test che sono stati approvati dal CEN includono:

1. EN ISO 1182, test sulla non-combustibilità: il test è adatto per prodotti che non contribuiscono significativamente a creare un incendio e, essenzialmente, riguardano le classi A1, A2, A1fl, A2 fl.
2. EN ISO 1716, determinazione del potere calorifico: il test determina il rilascio totale massimo di calore di un prodotto sottoposto a completa combustione. Fa riferimento alle classi A1, A2 e A1fl e A2fl.
3. EN ISO 11925/2, test di infiammabilità: questo test esamina l'infiammabilità di campioni esposti a una fiamma per una durata di 15-30 secondi. Il test è rilevante per la classi A2-E in quanto è il primo test ad essere effettuato nella ricerca della classificazione. Segue figura.
4. EN 13823, il test del Single Burning Item (SBI): questo test determina il potenziale di un prodotto nei confronti di un incendio in sviluppo quando è esposto a una fiamma;
5. EN 13501-1, Classificazione: le metodologie sopra ricordate sono tutte inserite nel processo di classificazione che descrive le prestazioni richie-

ste dai test per ottenere le euroclassi A1, A2 – E, rappresentate nella tabella seguente.

L'euroclasse F indica prestazioni non determinate.

Per ottenere la classe E deve essere eseguita la prova della piccola fiamma.

Per ottenere invece le classi D, C o B, entrambi i test, SBI e della piccola fiamma, devono essere eseguiti. Il test SBI dà informazioni sulla prima fase subito dopo l'accensione, prima che il fuoco si sia ben sviluppato. Criteri specifici misurati nel SBI sono:

- FIGRA= Indice del tasso di crescita del fuoco
- LFS= espansione laterale della fiamma
- THR600= rilascio di calore totale durante i primi 600 secondi

La produzione di fumo (classificata con indici S1, S2, S3), e la comparsa di goccioline (con D0, D1, D2) permettono delle classificazioni aggiuntive richieste soltanto in alcuni Paesi.

Esse si basano su:

- SMOGRA = indice del tasso di sviluppo di fumo
- Gocciolamento = comparsa e tempi di bruciatura delle goccioline

La prestazione di un prodotto dipende sia dal l'uso finale che se ne fa sia dalle caratteristiche fondamentali del materiale stesso e il suo "thermal attack". La prestazione del materiale dovrebbe quindi essere testata per comprovare la sua applicazione finale. Un materiale può dare prestazioni multiple, quindi con classificazioni differenti in relazione alle sue diverse applicazioni finali.

6. Periodo di transizione.

Aspetti relativi al periodo di transizione sono descritti nelle Linee Guida J (revisionato nel 2001).

Il periodo di co-esistenza per i materiali per l'isolamento termico inizia nel marzo 2002 e durerà per un anno. Durante questo periodo i materiali potranno essere marchiati sia con classificazioni nazionali che classificazioni CE e usare euroclassi.

Alla fine di questo periodo le euroclassi devono essere applicate e le classificazioni nazionali abbandonate. La regolamentazione nazionale dei singoli Stati Membri sta subendo una revisione per omologarsi alle nuove metodologie di prova e classificazioni.

7. Attestazione di conformità.

Ci saranno tre diversi sistemi di Attestazione della Conformità, che in caso dei materiali isolanti dipende



## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

### Classi di reazione all'azione dell'incendio per i prodotti da costruzione ad eccezione dei pavimenti<sup>(3)</sup>

Classe	Metodo(i) di prova	Criteri di classificazione	Classificazione aggiuntiva
A1	EN ISO 1182 <sup>(1)</sup> e	$\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; e $\Delta m \leq 50\%$ ; e $t_i = 0$ (cioè incendio non persistente)	
	EN ISO 1716 o	$PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(1)</sup> ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(2)</sup> <sup>(2a)</sup> ; e $PCS \leq 1,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(3)</sup> ; e $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(4)</sup>	
A2	EN ISO 1182 <sup>(1)</sup> o	$\Delta T \leq 50^\circ \text{C}$ ; e $\Delta m \leq 50\%$ ; e $t_i \leq 20\text{s}$	
	EN ISO 1716 e	$PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(1)</sup> ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(2)</sup> ; e $PCS \leq 4,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(3)</sup> ; e $PCS \leq 3,0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ <sup>(4)</sup>	
	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$ ; e $LSF < \text{ margine del campione}$ ; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo <sup>(5)</sup> ; e Gocce/particelle ardenti <sup>(6)</sup>
B	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$ ; e $LSF < \text{ margine del campione}$ ; e $THR_{600s} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Produzione di fumo <sup>(5)</sup> ; e Gocce/particelle ardenti <sup>(6)</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>(8)</sup> : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
C	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$ ; e $LSF < \text{ margine del campione}$ ; e $THR_{600s} \leq 15 \text{ MJ}$	Produzione di fumo <sup>(5)</sup> ; e Gocce/particelle ardenti <sup>(6)</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>(8)</sup> : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
D	EN 13823 (SBI) e	$FIGRA \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$	Produzione di fumo <sup>(5)</sup> ; e Gocce/particelle ardenti <sup>(6)</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>(8)</sup> : Esposizione = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	
E	EN ISO 11925-2 <sup>(8)</sup> : Esposizione = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ entro 60s	Gocce/particelle ardenti <sup>(7)</sup>
F		Reazione non determinata	

<sup>(1)</sup> Il trattamento di alcuni gruppi di prodotti (ad es. tubi, condotte, cavi) è in corso di revisione e potrebbe richiedere una modifica della presente decisione per prodotti omogenei e componenti sostanziali di prodotti non omogenei.

<sup>(2)</sup> per qualsiasi componente esterno non sostanziale di prodotti non omogenei

<sup>(2a)</sup> alternativamente, qualsiasi componente esterno non sostanziale avente un  $PCS \leq 2,0 \text{ MJ.m}^{-2}$ , purché il prodotto soddisfi i seguenti criteri di EN 13823 (SBI):  $FIGRA \leq 20 \text{ w.S}^{-1}$ ; e  $LSF < \text{ margine del campione}$ ; e  $THR_{600s} \leq 4,0 \text{ MJ}$ ; e s1 e d0.

<sup>(3)</sup> Per qualsiasi componente interno non sostanziale di prodotti non omogenei.

<sup>(4)</sup> Per il prodotto nel suo insieme

<sup>(5)</sup> **s1** =  $SMOGR \leq 30 \text{ m}^2.\text{S}^{-2}$  e  $TPS_{600s} \leq 50 \text{ m}^2$ ; **s2** =  $SMOGR \leq 180 \text{ m}^2.\text{S}^{-2}$  e  $TPS_{600s} \leq 200 \text{ m}^2$ ; **s3** = non s1 o s2.

<sup>(6)</sup> **d0** = assenza di gocce/particelle ardenti in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d1** = assenza di gocce particelle ardenti di durata superiore a 10s in EN 13823 (SBI) entro 600s; **d2** = non d0 o d1; la combustione della carta in EN ISO 11925-2 da luogo a una classificazione in d2.

<sup>(7)</sup> Superamento della prova = assenza di combustione della carta (non classificato). Mancato superamento della prova = combustione della carta (classificato in **d2**).

<sup>(8)</sup> Quando le fiamme investono la superficie e, se adeguato alle condizioni finali di applicazione del prodotto, la parte laterale (di un oggetto).

## NORMATIVA PER IL POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO

---

dalla classificazione da fuoco e dalla composizione del materiale.

Questi sono chiamati Sistema 1, 3 e 4. La tabella qui sotto mostra il dettaglio.

Il Sistema 1 mostra il massimo livello di controllo, del produttore e dell'Ente certificatore. Un accordo è necessario tra l'Ente certificatore e il produttore su come i materiali devono essere testati durante o dopo la produzione.

Quando il materiale è classificato come A1, A2, B o C contiene dei ritardanti di fiamma o un "legante" organico o presenta un miglioramento delle presta-

zioni a fuoco come risultato di uno stadio del processo di produzione rientra nel Sistema 1.

Se non c'è alcun ritardante di fiamma e il materiale è di qualsiasi classe di reazione al fuoco eccetto la F allora rientra nel Sistema 3.

Il Sistema 4 non richiede alcun test da parte di un ente terzo, solo il controllo interno all'azienda produttrice, e ciò può avvenire solo per materiali che rientrano nella classe A1 (senza test), classe F, quelli che hanno ottenuto CWFT (classificati senza ulteriori test), o materiali che non richiedono alcun test per reazioni al fuoco.



## **L'AIPE - Associazione Italiana Polistirene Espanso**

è una associazione senza fini di lucro costituita nel 1984 al fine di tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e di svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio.

Fanno parte dell'AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee.

Un gruppo di soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

L'AIPE, con la collaborazione delle aziende associate, ha creato una rete che provvede alla raccolta ed al riciclo di imballi e scarti in polistirene espanso.

A livello internazionale l'AIPE rappresenta l'Italia in seno all'EUMEPS, European Manufacturers of Expanded Polystyrene, associazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS.

L'AIPE, che opera secondo il principio fondamentale della qualità dei prodotti, fornisce agli utilizzatori una informazione seria ed obiettiva sulle caratteristiche e prestazioni dei semilavorati e manufatti in polistirene espanso sinterizzato di qualità.



Via M.U. Traiano, 7 - 20149 Milano  
Tel. +39 0233606529 - Telefax +39 0233606604

---

*Per qualsiasi informazione si prega di visitare il sito AIPE:*  
**[www.epsass.it](http://www.epsass.it)**

*Per contattarci:*  
**e-mail: [aipe@epsass.it](mailto:aipe@epsass.it)**

# CLASSIFICARE L'EPS (POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO) SECONDO LA NORMA EUROPEA EN 13163

## PRODOTTI PER L'ISOLAMENTO TERMICO PER L'EDILIZIA

Tipi secondo EN 13163	Resistenza Compressione 10% KPa	Resistenza 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 500	500	750
EPS T	Comprimibilità	Rigidità dinamica

La norma europea EN 13163 permette di classificare l'EPS in base alle prestazioni di resistenza alla compressione ed alla flessione; sono previste 16 classi + 1. Il produttore può avvalersi di un'etichetta di identificazione per evidenziare le caratteristiche in modo facile, diretto e comprensibile al progettista e all'utente finale.

La norma 13163 è dotata dell'allegato ZA che impone ai manufatti in EPS per impiego in edilizia come isolante termico di essere dotati di marcatura CE secondo la direttiva sui prodotti da costruzione 89/106 al rispetto di quanto prescritto dalle regole della norma stessa.

