



AIPE

Associazione Italiana Polistirene Espanso

L'isolamento termico con il polistirene espanso sinterizzato (EPS):



Processo di produzione e trasformazione dell'EPS

Le caratteristiche dell'EPS (termiche, meccaniche...)

La norma UNI EN 13163 e le altre norme armonizzate per l'EPS

Regolamento CPR e Marcatura CE

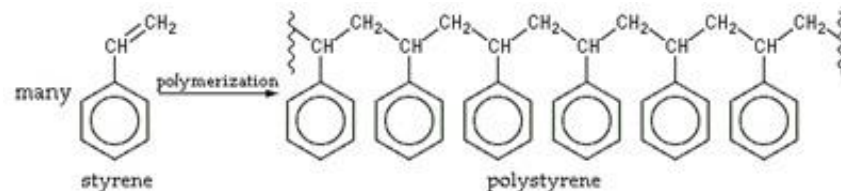
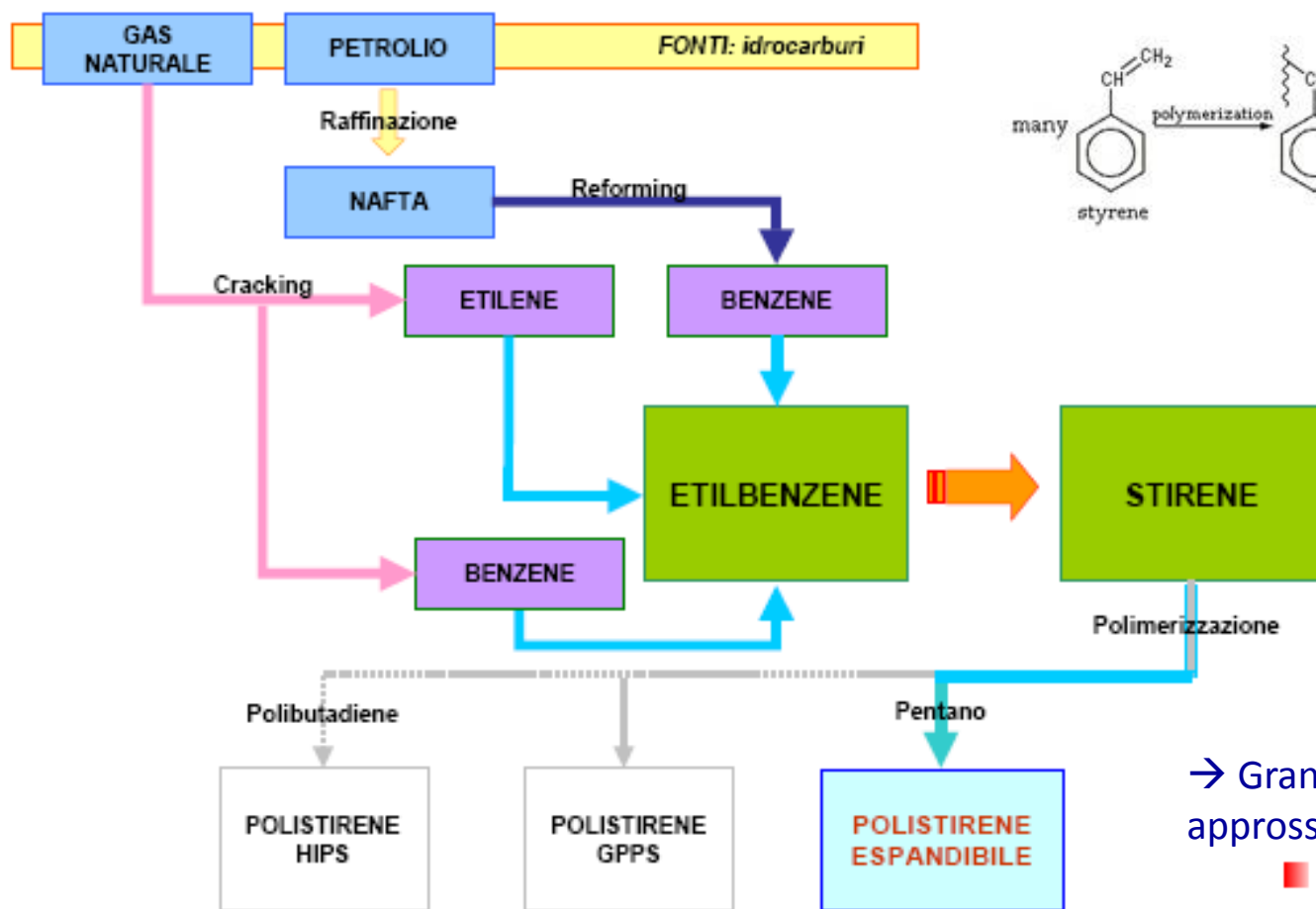
Le applicazioni in edilizia

I Sistemi SAAD

Il riciclo dell'EPS

Ciclo di vita (LCA) e Dichiarazione AIPE di eco-compatibilità

Il processo produttivo della materia prima: il polistirene espandibile



→ Granuli/perle (di aspetto vetroso) approssimativamente sferiche:

- 0,3 – 2,8 mm diametro
- 1030 Kg/m³
- 650 Kg/m³ massa apparente (perle in mucchio)

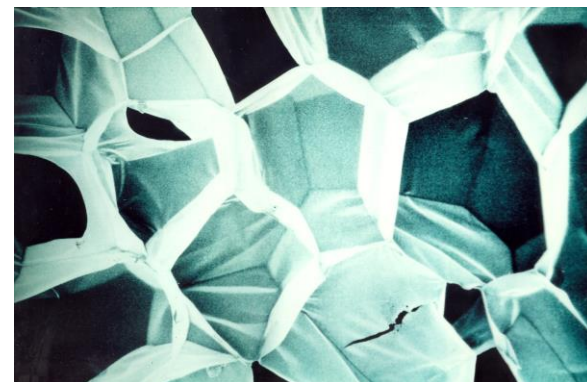
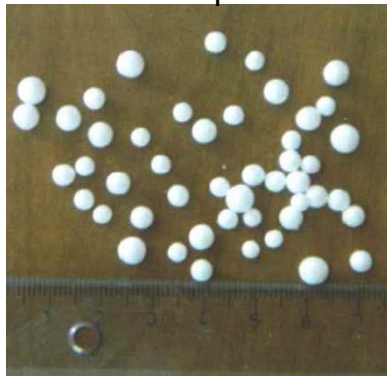
Il processo di trasformazione dell'EPS



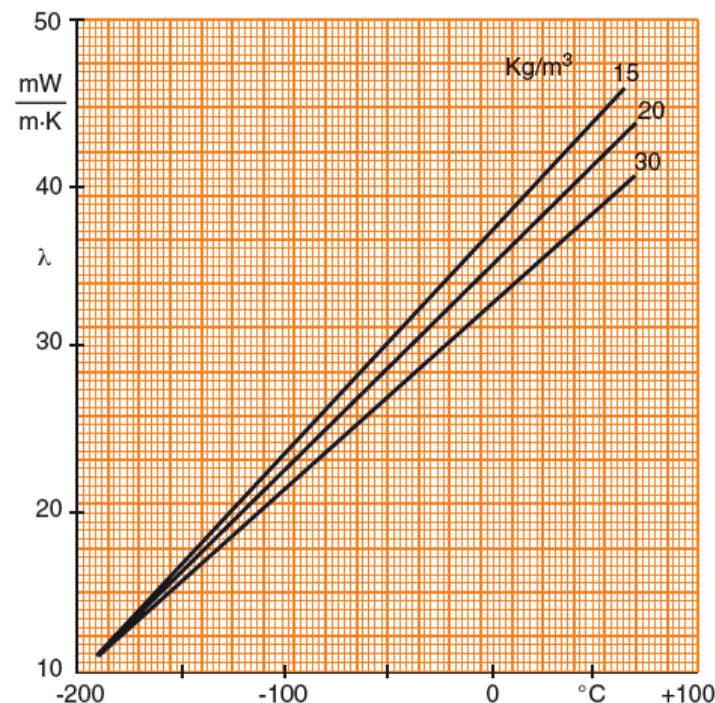
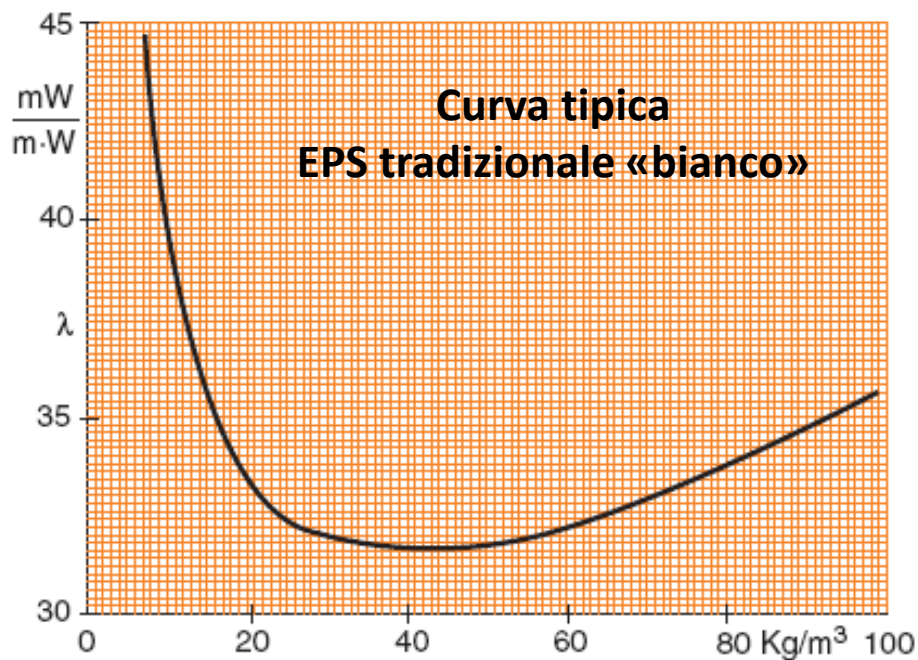
«Perle» EPS espandibili



«Perle» espanse EPS



la CONDUCIBILITA' TERMICA dell'EPS



INFLUENZA TEMPERATURA

L'aria interna nelle celle è in equilibrio con quella esterna: per tal motivo la conducibilità termica non varia nel tempo

EPS a conducibilità termica migliorata caratterizzato da un $\lambda \sim 0,030 / 0,031$ [W/mK]

Massa volumica apparente ρ **$10 \text{ Kg/m}^3 < \rho < 30 \text{ Kg/m}^3$**

Conducibilità termica λ **$0,031 \text{ W/mK} < \lambda < 0,040 \text{ W/mK}$**

la CONDUCIBILITA' TERMICA

VALORI MISURATI

VALORI DICHIARATI

VALORI DI PROGETTO

La norma di prodotto **UNI EN 13163** indica al fabbricante come determinare la conduttività termica dichiarata **λ_D** necessaria ai fini della **marcatura CE**

Il procedimento descritto nella UNI EN 13163 è rappresentativo del 90% della produzione con una confidenza del 10% sul dato (per cui il valore del singolo prodotto non deve discostarsi di più del 10% dal valore dichiarato)

Valori misurati

+

$\lambda_{90/90}$

→

λ_D

prove dirette di conduttività a temperatura media 10°C e stagionatura al 50% di U.R.e T aria a 23°C

equazione di modellazione statistica, per calcolare la rappresentatività necessaria dei valori misurati

rappresenta il **valore atteso nel corso di una vita di esercizio economicamente ragionevole in condizioni normali, valutato tramite dati misurati in condizioni di riferimento**

Il valore di **λ_D** può essere trasformato (non necessariamente) in valore di **$\lambda_{progetto}$** in base alle condizioni di progetto di temperatura e di umidità in cui l'EPS si troverà a lavorare

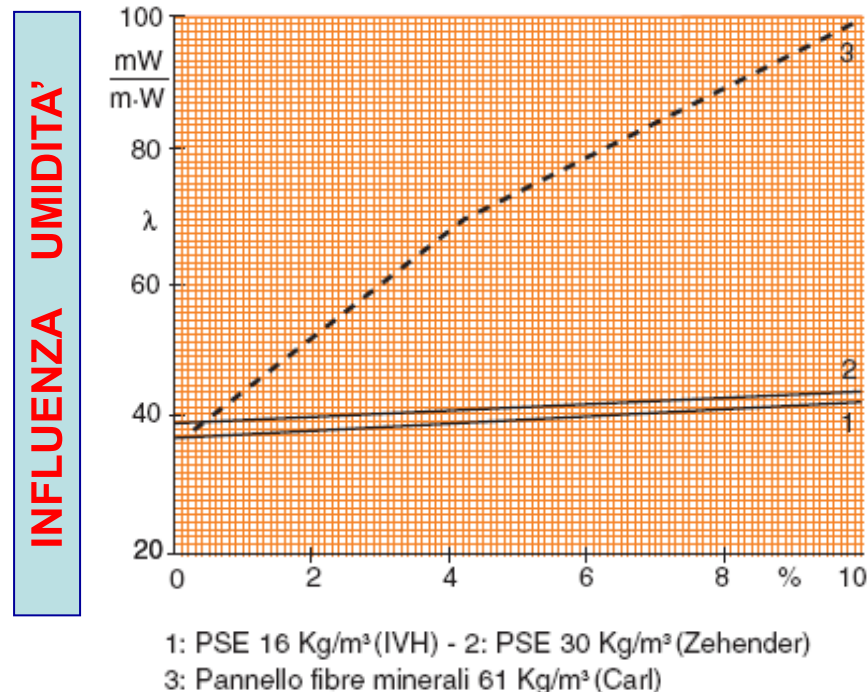
$\lambda, R = f(T, \text{contenuto umidità}, \dots) \rightarrow \text{UNI EN ISO 10456}$

Considerando le condizioni di prova per la misura della conducibilità:

- temperatura media di 10°C
- stagionatura al 50% di umidità relativa e temperatura dell'aria a 23°C (ovvero un ambiente con un'umidità assoluta pari a 8 g vapore acqueo/kg aria secca)

la caratterizzazione termica del materiale avviene in condizioni cautelative rispetto alle condizioni ambientali invernali che si possono verificare: il materiale sarà in condizioni più asciutte (in inverno) e probabilmente lavorerà a temperatura inferiori (e quindi con una migliore conduttività termica).

- λ EPS aumenta con la temperatura seguendo l'andamento della conduttività dell'aria contenuta (non si evidenziano le singolarità a bassa temperatura mostrate da altri espansi dovute al cambiamento di fase del gas contenuto nelle celle)
- al sostituirsi di umidità all'aria contenuta all'interno del materiale la conducibilità termica cresce poiché l'umidità (acqua in forma fluida o aeriforme) conduce maggiormente il calore rispetto all'aria. L'influenza del contenuto di umidità è trascurabile ne campo delle umidità pratiche delle applicazioni edilizie per effetto del bassissimo assorbimento all'acqua e della resistenza alla diffusione del vapore dell'EPS



UNI EN ISO 10456

**Materiali e prodotti per l'edilizia. Proprietà igrometriche.
Valori tabulati di progetto e procedure per determinare
valori termici dichiarati e di progetto**

$$\lambda, R = f(T, \text{contenuto umidità, ...})$$

**CONVERSIONE PARAMETRI TERMICI
(per materiali omogenei e T_{prog} compresa tra -30°C e +60°C)**

Insieme di condizioni a
($\lambda_1 R_1$)



Insieme di condizioni b
($\lambda_2 R_2$)

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a$$

in cui:

- F_a fattore di conversione per l'invecchiamento
- F_m fattore di conversione per l'umidità
- F_T fattore di conversione per la temperatura

tabella 4

PROPRIETA' IGROMETRICHE E CAPACITA' TERMICA SPECIFICA DEI MATERIALI DI ISOLAMENTO TERMICO E DEI MATERIALI PER MURATURE

Materiale	Massa volumica	Contenuto di umidità a 23°C, 50% m UR a)		Contenuto di umidità a 23°C, 80% m UR a)		Coefficiente di conversione dell'umidità b)				Fattore di resistenza al vapor d'acqua		Capacità termica specifica
	ρ	U	Ψ	U	Ψ	Contenuto di umidità u	f_u	Contenuto di umidità Ψ	f_Ψ	μ		C_p
	Kg / m ³	Kg / Kg	m ³ /m ³	Kg / Kg	m ³ /m ³	Kg / Kg		m ³ /m ³		campo secco	campo umido	J / (Kg K)
Polistirene espanso	10-50		0		0			< 0,10	4	60	60	1450
Polistirene estruso in schiuma	20-65		0		0			< 0,10	2,5	150	150	1450
Poliuretano in schiuma, rigido	28-55		0		0			< 0,15	6	60	60	1400
Lana minerale	10-200		0		0			< 0,15	4 c)	1	1	1030
Schiuma fenolica	20-50		0		0			< 0,15	5	50	50	1400
Vetro cellulare	100-150	0		0		0	0			∞	∞	1000
Pannello di perlite	140-240	0,02		0,03		da 0 a 0,03	0,8			5	5	900
Sughero espanso	90-140		0,008		0,011			< 0,10	6	10	5	1560
Pannello in lana di legno	250-450		0,03		0,05			< 0,10	1,8	5	3	1470
Pannello in fibra di legno	40-250	0,02		0,03				< 0,05	1,4	5	3	2000
Schiuma urea-formaldeide	10-30	0,1		0,15		< 0,15	0,7			2	2	1400
Schiuma di poliuretano applicata a spray	30-50		0		0			< 0,15	6	60	60	1400
Lana minerale sfusa	15-60		0		0			< 0,15	4	1	1	1030
Fibra di cellulosa sfusa	20-60	0,11		0,18		< 0,20	0,5			2	2	1600
Perlite espansa sfusa	30-150	0,01		0,02		da 0 a 0,02	3			2	2	900
Vermiculite esfoliata sfusa	30-150	0,01		0,02		da 0 a 0,02	2			3	2	1080
Argilla espansa fusa	200-400	0		0,001		da 0 a 0,02	4			2	2	1000
Polistirene espanso in grani sfuso	10-30		0		0	< 0,10		4	4	2	2	1400

CTI

**Materiali da costruzione
Conduttività termica e permeabilità al vapore**

**UNI
10351**

Sostituisce FA 101 alla UNI 7357 e quindi punto 7.1.2 della stessa norma



prospetto

CONDUTTIVITA' TERMICA E PERMEABILITA' AL VAPORE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Materiale	Massa volumica	Permeabilità al vapore		Conduttività di riferimento	Maggiorazione percentuale	Conduttività utile di calcolo
	ρ	$\delta_a \cdot 10^{12}$	$\delta_u \cdot 10^{12}$	λ_m	m	λ
	Kg / m ³	Kg/msPa	Kg/msPa	W/mk	%	W/mk
- espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (conforme a UNI 7891, le masse volumiche sono quelle nominali indicate nella norma; conduttività di riferimento ricalcolate a 293 K e per 10 cm di spessore)	15	3,6 a 9	3,6 a 9	0,041	10	0,045
	20	2,5 a 6	2,5 a 6	0,037	10	0,041
	25	2,5 a 6	2,5 a 6	0,036	10	0,04
	30	1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,036	10	0,04
- espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	15	3,6 a 9	3,6 a 9	0,051	10	0,056
	20	2,5 a 6	2,5 a 6	0,043	10	0,047
	25	1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,04	10	0,044
	30	1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,039	10	0,042
	35			0,038	10	0,042

- **maggiorazione percentuale m [%]:** tiene conto del contenuto di umidità in condizioni medie di esercizio, dell'invecchiamento, della manipolazione e dell'installazione;
- **conduttività termica utile di calcolo λ [W/(mK)]:** ricavata applicando la maggiorazione m alla conduttività di riferimento λ_m .

L'uso da parte del progettista termotecnico dei valori di lambda di progetto λ presenti nelle tabelle della norma UNI 10351 per i materiali isolanti E' SCONSIGLIATO perché valori vetusti:

- I valori sono riferiti a differenti condizioni di misura in essere all'epoca precedente alla pubblicazione della norma (anni 70-80), ovvero a 20°C di temperatura media, e a differenti condizioni di stagionatura
- utilizzo UNI 10351:1994 limitato a casi molto specifici quali: in fase di progettazione prima della scelta effettiva del prodotto o in fase di diagnosi di edifici esistenti laddove non fosse possibile reperire dati più certi.

La tabella esistente (ex UNI 10351) sarà valida per l'edilizia esistente e sarà integrata con prospetti contenenti i valori tabulati di lambda dichiarati λ_D derivati dall'attuale produzione e indicati dai produttori.

Revisione UNI 10351 (1994): prossima alla pubblicazione!

Prospetto 1:

Valori indicativi di conduttività termica dichiarata per materiali isolanti marcati CE

Tipo di prodotto	norma di prodotto	λ_{Dd} (W/mK)	Data di entrata in vigore obbligo marcatura CE
POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO			
Pannello in polistirene espanso sinterizzato (EPS)	UNI EN 13163		13 maggio 2003
- EPS S		0,040	
- EPS 50		0,038	
- EPS 70		0,037	
- EPS 80		0,036	
- EPS 100		0,035	
- EPS 120 –EPS 150		0,034	
- EPS 200 –EPS 250		0,033	
Pannello in polistirene espanso sinterizzato (EPS) a conducibilità termica migliorata mediante riduzione della trasmissione radiativa del calore	UNI EN 13163		13 maggio 2003
- EPS S		0,033	
- EPS 50 – EPS 70		0,032	
- EPS 80 –EPS 100-EPS 120-EPS 150-EPS 200-EPS250		0,031	

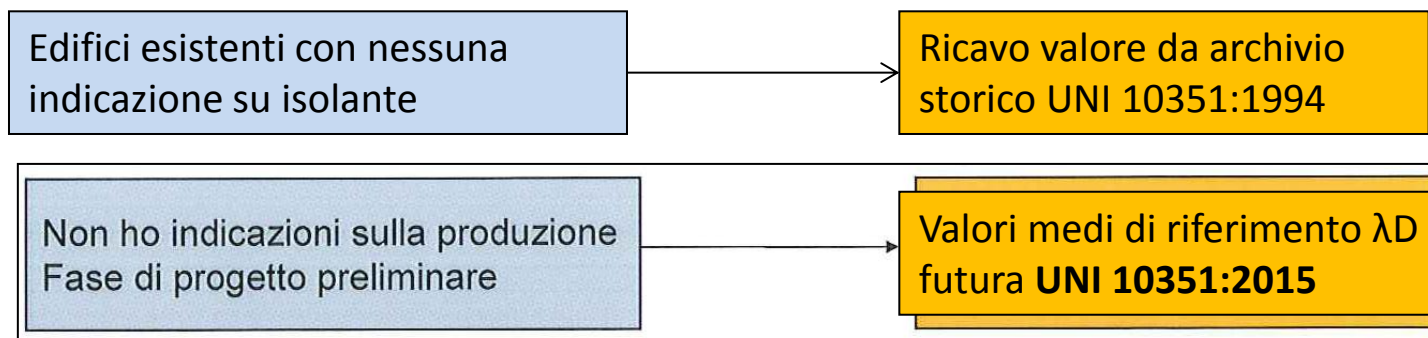
Tabella che sarà presentata nella futura norma (ex UNI 10351) che verrà pubblicata ragionevolmente nel 2015 (terminata la fase di inchiesta pubblica finale a inizio anno)

Tali valori possono eventualmente essere corretti con i metodi riportati nel capitolo 7 della UNI EN ISO 10456:2008 (e non con la maggiorazione m!!)

Il progettista termotecnico ai fini del rispetto delle regole di efficienza energetica (relazione ex-legge 10), della certificazione energetica e del dimensionamento degli impianti, affronta il calcolo della trasmittanza termica U in accordo con la norma UNI EN ISO 6946.

Determinazione λ PROGETTO da parte del progettista termotecnico:

- $\lambda_D = \lambda$ progetto
- λ_D corretto con UNI EN 10456
- Valori tabulati UNI EN 10456 o ex UNI 10351



Le caratteristiche dell'EPS

Calore specifico	Cs	~ 1450 [J/Kg K] secondo UNI EN ISO 10456:2008
Coefficiente di dilatazione lineare		5·10 ⁻⁵ m/mK - 7·10 ⁻⁵ m/mK

Assorbimento acqua		2 - 4 % (v/v)
Permeabilità al vapore d'acqua	δ	da 0,007 a 0,036 [mg/(Pa h m)]
Fattore di resistenza alla diffusione del v.a.	μ	da 10 a 60
Spessore dello strato di aria equivalente alla diffusione del v.a.	Sd	μ x sEPS

$$\mu = \frac{\delta_{aria}}{\delta_{mat}}$$

Presenta una grande capacità di galleggiamento, mantenuta anche dopo prolungata immersione totale in acqua (prova di 28 gg): le celle di cui l'EPS è formato sono **CHIUSE e IMPERMEABILI.**

Oltre a essere **IMPERMEABILE all'acqua**,
l'EPS è **PERMEABILE al vapore acqueo** (traspirante)

A livello termoigrometrico, la progettazione di un edificio è rivolto soprattutto alla definizione di una corretta stratigrafia delle strutture, sia nella scelta dei materiali ma ancor di più nell' identificazione di una corretta sequenza al fine di garantire un idoneo comfort (assenza di condensa superficiale e condensa interstiziale)

→ l'EPS, se opportunamente inserito all'interno di un sistema di involucro edilizio è in grado di contribuire alla realizzazione della condizione di benessere termico e igrometrico rispettando altresì le più severe prescrizioni di legge.

Caratteristiche meccaniche dell'EPS (espresse in N/mm²)

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

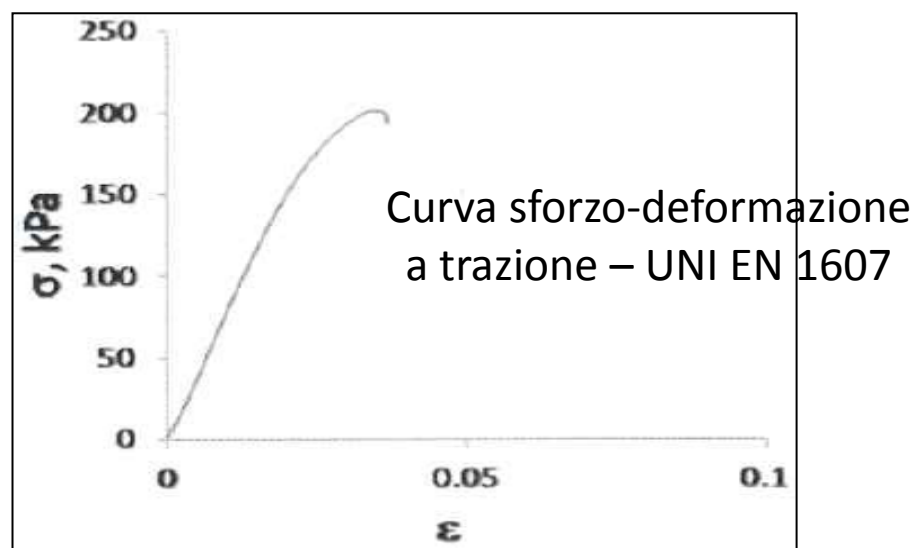
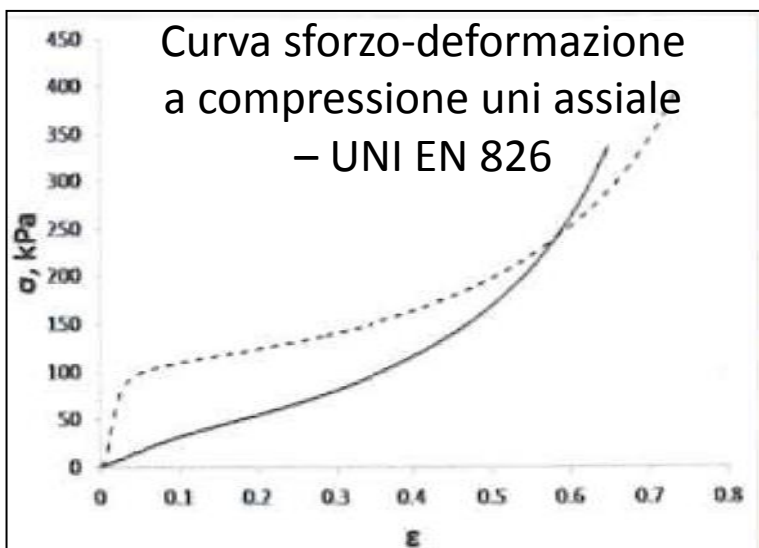
Si ricorda:

1 N/mm² ≈ 10 Kg/cm²

1 N/mm² = 1 MPa

quindi per esempio

0,07 N/mm² = 0,07 MPa = 70 KPa



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.

Per valutare la capacità del materiale di mantenere le sue caratteristiche meccaniche e per poter valutare la deformazione, quando esso viene sottoposto a uno sforzo costante e prolungato nel tempo, si esegue la prova di **scorrimento viscoso a compressione (creep)** secondo la norma UNI EN 1606

Il metodo di calcolo permette in base alla durata della prova (122, 304, 608 giorni) di estrapolare il comportamento rispettivamente a 10, 25 e 50

anni e di valutare il livello di carico che il corrispondente manufatto può sopportare nel periodo di vita mantenendo caratteristiche fisico-meccaniche e dimensionali sostanzialmente simili a quelle del campione iniziale ed adeguate ai requisiti dell'applicazione.

Sollecitazione permanente a compressione per deformazione < 2 %

Massa volumica (Kg/m ³)	Sollecitazione (N/mm ²)
15	0,012 – 0,025
20	0,020 – 0,035
25	0,028 – 0,050
30	0,036 – 0,062
35	0,044 – 0,074

Come definisce la norma UNI EN 14933 per le applicazioni di ingegneria civile, i prodotti in EPS presentano una deformazione allo scorrimento viscoso a compressione dopo 50 anni $\leq 2\%$, se sottoposti a una sollecitazione a compressione continuativa pari al 30% di σ_{10}

EPS ELASTICIZZATO

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

- pavimenti galleggianti
- lastre preformate e sagomate per il riscaldamento radiante
- elementi di tamponamento verticale (più esperienze in Germania)

Materiale di partenza: normali blocchi di EPS

(ottenuti però con granulometrie e condizioni di stampaggio e maturazione opportunamente controllate e definite)

↓ **“ Processo di elasticizzazione ”** ↓

☞ si applica una pressione fino a 1/3 dello spessore originario, tolta la compressione essi ritornano all' 85% circa dello spessore originario acquistando così una ρ maggiore

☞ Taglio dei blocchi in lastre secondo il piano perpendicolare alla direzione della pressione applicata



- Inalterate le caratteristiche chimico-fisico delle lastre (tra cui le proprietà termiche - λ)

-modifica delle caratteristiche meccaniche:
modulo elastico più basso - **BASSA Rigidità dinamica**

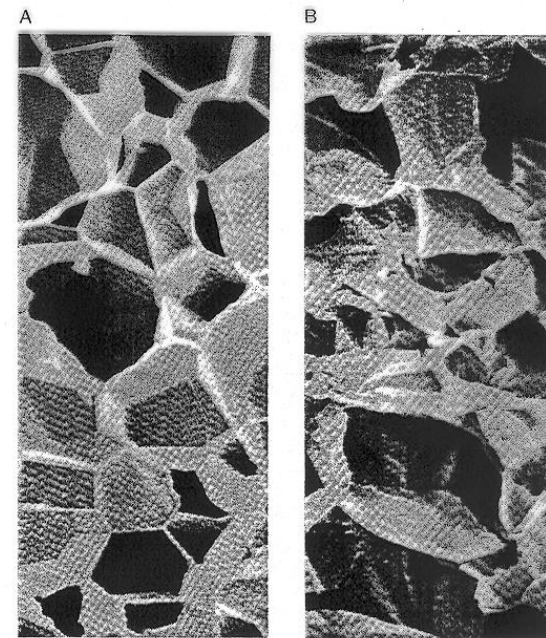


FIG. 7 - Sezioni di PSE al microscopio elettronico a scansione (200 X) - A: espanso normale - B: espanso elasticizzato (Montedipe).

Temperatura di accensione e autoaccensione
(secondo ASTM D 1929)

Materiale	Accensione °C	Autoaccensione °C
Polimetilmetacrilato	230 – 300	450 – 462
Polietilene	341 – 357	394
Polistirene	345 – 360	488 – 496
Policloruro di vinile	391	454
Poliammide	421	424
Poliestere vetro rinforzato	346 – 399	483 – 488
Laminato melaminico	475 – 500	623 – 645
Lana	200	
Cotone	230 – 266	254
Pino	228 – 264	260
Legno Douglas	260	

Nota:

Accensione: temperatura del materiale al momento di innesco della fiamma creata per contatto di fiamma libera.

Autoaccensione: temperatura del materiale al momento di innesco della fiamma creata da radiazione del calore.

COMPORAMENTO AL FUOCO DELL' EPS

L'energia di una scintilla o di una sigaretta **non è sufficiente a innescare la fiamma**

REAZIONE AL FUOCO DELL' EPS

Nelle applicazioni in edilizia l'EPS impiegato è il tipo **AUTOESTINGUENTE**, contenente un opportuno additivo ritardante di fiamma che contribuisce a un miglior comportamento al fuoco rispetto l'EPS tradizionale (EPS autoestinguente, a ritardata propagazione di fiamma).

A contatto con la fiamma, l'EPS RF si ritira per collasso termico impedendo la propagazione dell'incendio e l'ossigeno viene sostituito da un gas inerte: non appena la fonte di calore viene allontanata, la fiamma si estingue e non si producono gocce incendiate.



Prove sperimentali con EPS nudo indicano che con particolari combinazioni di spessori e densità si possono ottenere **classi superiori alla E**, giungendo anche alla euroclasse **C s3 d0**

REAZIONE AL FUOCO DELL' EPS

“rappresenta il grado di partecipazione di un materiale combustibile al fuoco al quale è sottoposto”

UNI EN 13501-1

Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione

Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco

Decreto 10 marzo 2005

“Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio”

Decreto 15 marzo 2005

“Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo”

Class	Test method(s)	Classification criteria	Additional classification
A1	EN ISO 1182 ^a	$\Delta T \leq 30$ °C; and $\Delta m \leq 50$ %; and $t_f = 0$ (i.e. no sustained flaming)	-
	and EN ISO 1716	$PCS \leq 2,0$ MJ/kg ^a and $PCS \leq 2,0$ MJ/kg ^{b c} and $PCS \leq 1,4$ MJ/m ^{2 d} and $PCS \leq 2,0$ MJ/kg ^e	-
A2	EN ISO 1182 ^a	$\Delta T \leq 50$ °C; and $\Delta m \leq 50$ %; and $t_f \leq 20$ s	-
	or EN ISO 1716	$PCS \leq 3,0$ MJ/kg ^a and $PCS \leq 4,0$ MJ/m ^{2 b} and $PCS \leq 4,0$ MJ/m ^{2 d} and $PCS \leq 3,0$ MJ/kg ^e	-
	and EN 13823	$FIGRA \leq 120$ W/s and $LFS <$ edge of specimen and $THR_{600s} \leq 7,5$ MJ	Smoke production ^f and Flaming droplets/particles ^g
B	EN 13823	$FIGRA \leq 120$ W/s and $LFS <$ edge of specimen and $THR_{600s} \leq 7,5$ MJ	Smoke production ^f and Flaming droplets/particles ^g
	and EN ISO 11925-2 ¹ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
C	EN 13823	$FIGRA \leq 250$ W/s and $LFS <$ edge of specimen and $THR_{600s} \leq 15$ MJ	Smoke production ^f and Flaming droplets/particles ^g
	and EN ISO 11925-2 ¹ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
D	EN 13823	$FIGRA \leq 750$ W/s	Smoke production ^f and Flaming droplets/particles ^g
	and EN ISO 11925-2 ¹ : Exposure = 30 s	$F_s \leq 150$ mm within 60 s	
E	EN ISO 11925-2 ¹ : Exposure = 15 s	$F_s \leq 150$ mm within 20 s	Flaming droplets/particles ^h
F	No performance determined		

REAZIONE AL FUOCO DELL' EPS

L'EPS è generalmente coperto da un altro materiale, per cui l'isolante è attaccato dal fuoco soltanto dopo il cedimento del materiale di finitura o di protezione superficiale (comportamento «nudo» e «end-use conditions»)

Ricerche sperimentali finalizzate a classificare l'EPS rivestito con i materiali usualmente impiegati per la finitura superficiale di pareti, soffitti e tetti hanno permesso di definire la classe di reazione al fuoco nelle reali condizioni di utilizzo ottenendo la euroclasse **B s1 d0**.

EN 15715: Prodotti per isolamento termico. Istruzioni per “Mounting and Fixing” dei campioni da utilizzare per la prova di reazione al fuoco

*→ Permette di dichiarare una doppia classificazione del materiale isolante (opzionale):
nudo e nelle reali condizioni di utilizzo*

Le classi italiane di reazione al fuoco (0,1,2,3,4,5) che afferiscono al **DM 26 giugno 1984** (procedura di omologazione) sono valide per prodotti da costruzione non impiegati come isolanti e che non sono coperti da una norma armonizzata (per esempio per applicazioni decorative e sceniche): **l'EPS si colloca in classe 1**

Sostanze prodotte durante la decomposizione termica dell'EPS e di alcuni materiali naturali

Materiale	Principali gas sviluppati in un incendio	Concentrazione (ppm) dei gas emessi alla temperatura di			
		300 °C	400 °C	500 °C	600 °C
EPS normale	Monossido di carbonio	50 *	200 *	400 *	1000 *
	Stirene monomero	200	300	500	50
	Altri aromatici	tracce	10	30	10
	Bromuro d'idrogeno	-	0	0	0
EPS RF	Monossido di carbonio	10 *	50 *	500 *	1000 *
	Stirene monomero	50	100	500	50
	Altri aromatici	tracce	20	20	10
	Bromuro d'idrogeno	10	15	13	11
PINO	Monossido di carbonio	400 *	6000 **	12000 **	15000 **
	Aromatici	-	-	-	-
Pannello isolante in fibre di legno	Monossido di carbonio	14000 *	24000 **	59000 **	69000 **
	Aromatici	tracce	300	300	1000
SUGHERO ESPANSO	Monossido di carbonio	1000 *	3000 **	15000 **	29000 **
	Aromatici	tracce	200	1000	1000

Condizioni di prova specificate in DIN 53436; flusso d'aria 100 l/h. Dimensioni del provino: 300x15x20 (mm), le condizioni di prova sono riferite all'uso finale del materiale.
* Combustione senza fiamma/incandescente. ** Infiammato. – Non trovato

COMPORAMENTO AL FUOCO DELL' EPS

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 (prova del Laboratorio Chimico di Stato di Vienna, secondo DIN 53436: provini da 300x15x10 mm, temperatura 600°C, portata d'aria 100 l/h).

Il contributo dell'EPS in termini di bilancio energetico di un incendio, è modesto, in relazione alla sua bassa massa volumica: 1 dm³ di EPS da 15 kg/m³ ha un potere calorifico di 590 J contro 9200 J dello stesso volume di legno di abete.

RESISTENZA AL FUOCO

“attitudine di un elemento da costruzione sottoposto ad un incendio a conservare – secondo un programma termico prestabilito e per un tempo determinato – la propria resistenza meccanica, la tenuta a fiamme, vapori o gas e l’isolamento termico”

Riferimenti legislativi principali:

DECRETO 16 Febbraio 2007

“Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”

DECRETO 9 Marzo 2007

“Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco”

NORME principali

UNI 9502, UNI 9503, UNI 9504

recanti i procedimenti analitici per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato normale e precompresso, di acciaio e di legno

D.M. 16 FEBBRAIO 2007

Allegato A: simboli e classi

R	Capacità portante	P o PH	Continuità di corrente o capacità di segnalazione
E	Tenuta	G	Resistenza all'incendio della fuliggine
I	Isolamento	K	Capacità di protezione al fuoco
W	Irraggiamento	D	Durata della stabilità a temperatura costante (barriera al fumo)
M	Azione meccanica	DH	Durata della stabilità lungo la curva standard tempo-temperatura
C	Dispositivo automatico di chiusura	F	Funzionalità degli evacuatori motorizzati di fumo e calore
S	Tenuta al fumo	B	Funzionalità degli evacuatori naturali di fumo e calore

RESISTENZA AL FUOCO

Modalità per la classificazione di resistenza al fuoco:

Allegato B: metodo sperimentale (prove di resistenza al fuoco e di tenuta al fumo)

Allegato C: metodo analitico (calcoli)

Allegato D: metodo tabellare

RESISTENZA AL FUOCO

PARETI :

E' possibile ottenere classi di resistenza al fuoco **REI 60 - REI 90** in base alla stratigrafia considerata (materiali e relativi spessori)

SOLAI :

E' possibile ottenere classi di resistenza al fuoco **REI 90 - REI 120 - REI 180** in base alla tipologia costruttiva e agli spessori dei differenti componenti

N.B.



La norma UNI 9502:2001 riporta la necessità di porre **valvole di sfogo nella cartella dell'intradosso** per evitare l'incremento della pressione dell'aria all'interno del volume occupato dall'EPS che provocherebbe la conseguente rottura della lastra inferiore.

Tale accorgimento viene richiesto solo per la tipologia di solai realizzati mediante sistemi che creino ambienti impermeabili ai gas.

La norma di «prodotto» per l'EPS

La norma di riferimento per gli isolanti termici in EPS per le applicazioni in edilizia è la norma armonizzata **UNI EN 13163**

- Contiene i riferimenti per valutare le prestazioni dei prodotti in EPS e come dichiararle
- Entra nel dettaglio di quali sono i requisiti del prodotto per tutte le applicazioni (tolleranze dimensionali, resistenza termica, conduttività termica) e quali i requisiti per applicazioni specifiche indicando la norma di riferimento per il metodo di prova e il modo di classificare la prestazione con dei livelli o delle classi.
- La valutazione della conformità è inoltre legata alla norma **UNI EN 13172** (comune per tutte le norme di prodotto dei materiali isolanti) che permette di assicurare la conformità di quanto prodotto rispetto a quanto dichiarato

NORMA EUROPEA	<p>Isolanti termici per edilizia Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica Specificazione</p>	UNI EN 13163
		MARZO 2013
	<p>Thermal insulation products for buildings Factory made expanded polystyrene (EPS) products Specification</p> <p>La norma specifica i requisiti per i prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica, con o senza finiture superficiali o verniciature rigide o flessibili, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. La norma descrive le caratteristiche di prodotto, inclusi i procedimenti di prova, la valutazione di conformità, la marcatura e l'etichettatura. La norma si applica ai prodotti con una resistenza termica dichiarata minore di 0,25 (m² × K)/W o una conduttività termica dichiarata maggiore di 0,060 W/(m × K) a 10 °C.</p>	
	TESTO INGLESE	
	<p>La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 13163 (edizione novembre 2012).</p> <p>La presente norma sostituisce la UNI EN 13163:2009.</p>	
	ICS 91.100.80	
UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione Via Bernini, 2 00187 Milano, Italia	UNI Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, elettronico o meccanico, senza il consenso scritto dell'UNI. www.uni.it	
	UNI EN 13163:2013	Page 1

UNI EN 13163 – codici di designazione dei prodotti

Il produttore assegna ai prodotti in EPS un codice che specifica le classi-livelli-valori limiti delle caratteristiche dichiarate (dove “i” indica il livello o la classe), a meno che la proprietà non venga dichiarata sulla base dell’impiego specifico per cui il prodotto è fabbricato:

Esempio:

EPS – EN 13163 – T2 – L3 – W2 – S5 – P5 – BS150- CS(10)100 – TR 50 – WL(T)2 – WD(V)10 – Mu15

Ti / Li / Wi / Si / Pi	Tolleranza sullo spessore / lunghezza / larghezza / perpendicolarità / planarità (UNI EN 822-823-824-825)
DS(N)i	Stabilità dimensionale in condizioni normalizzate di laboratorio (UNI EN 1603)
DS(70; -)i	Stabilità dimensionale in condizioni specifiche di temperatura (UNI EN 1604)
DS(23;90) o DS(70,90)i	Stabilità dimensionale in condizioni specifiche di temperatura e umidità (UNI EN 1604)
BSi	Resistenza a flessione (UNI EN 12085)
CS(10)i	Resistenza a compressione al 10% di deformazione (UNI EN 826)
DLT(i)5	Deformazione in condizioni specifiche di carico compressivo e di temperatura (UNI EN 1605)
TRi	Resistenza a trazione perpendicolare alle facce (UNI EN 1607)
CC (i1/i2/y)sc	Scorrimento viscoso(creep) a compressione (UNI EN 1606)
WL(T)i	Assorbimento d’acqua a lungo termine per immersione totale (UNI EN 12087)
WL(P)i	Assorbimento d’acqua a lungo termine per immersione parziale (UNI EN 12087)
WD(V)i	Assorbimento d’acqua per diffusione (UNI EN 12088)
FTCli	Resistenza al gelo-disgelo dopo assorbimento d’acqua a lungo termine per immersione totale (UNI EN 12091)
FTCDi	Resistenza al gelo-disgelo dopo assorbimento d’acqua a lungo termine per diffusione (UNI EN 12091)
Mui o Zi	Trasmissione vapore acqueo (fattore di resistenza della diffusione del v.a.) (UNI EN 12086)
SDi	Rigidità dinamica (UNI EN 29052-1)
CPi	Comprimibilità (UNI EN 12431)
SSi	Resistenza al taglio (UNI EN 12090)
GMI	Modulo di taglio (UNI EN 12090)

La classificazione dei prodotti isolanti in EPS secondo la UNI EN 13163:2013

Classificazione dell'EPS
EPS S (applicazioni senza carico)
EPS i (applicazioni sotto carico)
EPS SD (applicazioni senza carico con proprietà acustiche)
EPS T (per pavimenti)

Tabella 1 – Allegato C: Classificazione dei prodotti in EPS		
Tipo	Resistenza a compressione al 10% di ϵ [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

Tabella 2 – Allegato C: Classificazione dei prodotti in EPS con proprietà acustiche			
Tipo	Comprimibilità [Kpa]	Rigidità dinamica [MN/m ³]	Resistenza a flessione [Kpa] – (val.min)
EPS SD	-	Dichiarare valore	50
EPS T	Dichiarare valore	Dichiarare valore	50

UNI EN 13163 - Allegato ZA: Marcatura CE

■ il Reg. 305/2011 – CPR rimanda espressamente alle norme tecniche armonizzate al fine di ottemperare a quanto prescritto nella stessa (conformità ai requisiti di base)

■ i **prodotti in EPS** per impiego in edilizia come isolante termico rispondono ai requisiti specificati nell'**Allegato ZA** della **norma di prodotto armonizzata UNI EN 13163**, in cui sono definiti i compiti e le prescrizioni necessarie per il fabbricante al fine di marcare CE il prodotto.

■ non è un marchio di qualità, bensì una prescrizione di legge per poter commercializzare il prodotto nei paesi aderenti allo Spazio economico europeo (SEE), ed è quindi **obbligatoria**

■ **attesta la conformità** del prodotto da costruzione alla prestazione dichiarata in relazione alle caratteristiche essenziali

■ sistema di valutazione della costanza della prestazione: i **prodotti in EPS ricadono sotto sistema AVCP 3**

→ ITT (prove iniziali di tipo a opere di un laboratorio notificato) e FCP ad opera del fabbricante

REQUISITI di BASE - REGOLAMENTO N°305/2011 (CPR)

(Allegato I)

1. Resistenza meccanica e stabilità
2. Sicurezza in caso di incendio
3. Igiene, salute e ambiente
4. Sicurezza nell'impiego dell'immobile
5. Protezione contro il rumore
6. Risparmio energetico
7. **Uso sostenibile delle risorse naturali**

Rappresenta l'attuazione della direttiva CPR (ex CPD) obbligatoria per la commercializzazione dei prodotti in EPS e contiene i requisiti e i relativi metodi di prova per qualificare tali prodotti

La MARCATURA CE

La norma di prodotto armonizzata **UNI EN 13163** prevede l' **Allegato ZA** che regola l'apposizione della **MARCATURA CE** prescrivendo i requisiti e i relativi metodi di prova

Marcatura CE: obbligatoria e attesta conformità del prodotto ai requisiti essenziali comunitari secondo il Regolamento n°305/2011 sui prodotti da costruzione - CPR (ex CPD – 89/106/CE)

- Sistema AVCP (o sistema di attestazione della conformità – CPD) : **sistema 3**
- Prove iniziali di tipo **(ITT)** e Controllo di produzione in fabbrica **(FPC)**

Con il passaggio dalla direttiva 86/109/CE (CPD) al Reg. 305/2011 (CPR), dal 1° luglio 2013 gli isolanti in EPS per essere commercializzati, insieme all'etichetta CE, devono essere accompagnati dalla Dichiarazione di Prestazione (DoP)

La DoP è lo strumento che deve essere consapevolmente utilizzato dall'utilizzatore (installatore, progettista, D.L. etc...) al fine della valutazione dell'idoneità del prodotto per l'uso previsto.

→ **Decreto 5 marzo 2007** definisce alcune regole nazionali per la Marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia: prevede l'obbligo da parte del fabbricante di dichiarare alcune caratteristiche, mentre per altre permette l'opzione NPD - prestazione non dichiarata.



Etichetta CE secondo il Decreto 5 marzo 2007

Decreto 5 marzo 2007

definisce alcune regole nazionali per la Marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia.

Prevede l'obbligo da parte del fabbricante di dichiarare alcune caratteristiche (evidenziate in grigio) mentre per altre, quelle indicate con SI/NPD, è lasciato al produttore la facoltà di esercitare l'opzione "prestazione non dichiarata".

Il produttore è comunque obbligato a riportare l'elenco di tutte le caratteristiche elencate di fianco

Caratteristiche tecniche	Dichiarazione
Reazione al fuoco, Euroclassi	SI
Permeabilità all'acqua (intendendo assorbimento)	SI
Rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente interno	*
Indice di isolamento acustico	SI/NPD
Indice di assorbimento acustico	SI/NPD
Indice di trasmissione del rumore di impatto	SI/NPD
Resistenza termica	SI
Permeabilità al vapore acqueo	SI
Resistenza a compressione	SI/NPD
Resistenza a trazione/flessione	SI/NPD
Durabilità della reazione al fuoco contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado	SI/NPD
Resistenza termica contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado	SI/NPD
Durabilità della resistenza a compressione contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degrado	SI/NPD

* Per questa caratteristica, le disposizioni della Direttiva si ritengono soddisfatte dal rispetto della normativa nazionale italiana ovvero comunitaria applicabile, vigenti al momento della dichiarazione.



La MARCATURA CE – Esempio DoP

DICHIARAZIONE di PRESTAZIONE
N. Xxx – CPR – 1° Luglio 2013

1. Codice di identificazione unico del prodotto-tipo: **EPS per isolamento in intercapedine / nome commerciale**
2. Numero di tipo, lotto, serie o qualsiasi altro elemento che consenta l'identificazione del prodotto da costruzione ai sensi dell'art. 11, paragrafo 4 del CPR:
da compilare in caso di produzione per lotti/commesse specifiche
→ in caso contrario: "il numero di lotto è riportato in etichetta"
3. Uso/usi previsti: **isolamento termico per edifici**
4. Fabbricante (**Nome, denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante in cui potrà essere contattato**):
EPS ISOLANTI – Via Dante Alighieri, 1 – 00100 Roma (RM) – Italy (Tel – fax – e mail)
5. Se opportuno, nome e indirizzo del legale rappresentante il cui il mandato copre i compiti cui all'articolo 12, paragrafo 2 del Regolamento 305/2011: **(applicabile a seconda dei casi)**
6. Sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione: **Sistema AVCP 3**
7. **Il prodotto rientra nell'ambito di applicazione della norma armonizzata UNI EN 13163:2013. Il laboratorio di prova notificato XXXX N. XXX ha eseguito la determinazione del prodotto-tipo in base a prove di tipo e ha rilasciato xxxx in base a quanto definito dal Sistema AVCP 3**

8. Prestazione dichiarata

Caratteristiche essenziali	Prestazione	
Reazione al fuoco	Reazione al fuoco del prodotto così come posto sul mercato	E
Gocciolamento continuo	Gocciolamento continuo	NPD*
Permeabilità all'acqua	Assorbimento acqua	Secondo Decreto 5 marzo 2007 non è possibile indicare "NPD" per cui indicare il valore (WD/WL)
Rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente interno	Rilascio di sostanze pericolose	NPD*
Indice di isolamento acustico (aereo)	Rigidità dinamica	A scelta NPD/SI dichiarando il livello relativo (es. SD 15)
Indice di trasmissione del rumore di impatto (per pavimenti)	Rigidità dinamica	NPD
	Spessore dL	NPD
	Comprimibilità	NPD
Resistenza termica	Resistenza termica	Vedere tabella 1
	Conduktività termica	$\lambda_D = 0,034 \text{ W/mK}$
	Spessore	T(2)
Permeabilità del vapore acqueo	Trasmissione del vapore acqueo	Secondo Decreto 5 marzo 2007 non è possibile indicare "NPD" per cui dichiarare il valore μ (tabulato secondo tabella F.2 di UNI EN 13163 o valore sperimentale)
Resistenza a compressione	Resistenza a compressione al 10% di deformazione	NPD/SI dichiarando il livello relativo (es. CS (10)100)
Resistenza a flessione/trazione	Resistenza a flessione	NPD/SI dichiarando BS
	Resistenza a trazione perpendicolare alle facce	NPD/SI dichiarando TR
Durabilità di reazione al fuoco contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degradazione	Caratteristiche di durabilità (le proprietà di reazione al fuoco non subiscono cambiamenti)	Le prestazioni al fuoco dell'EPS non si deteriorano nel tempo
Durabilità di resistenza termica contro calore, agenti atmosferici, invecchiamento, degradazione	Caratteristiche di durabilità	La conducibilità termica dell'EPS non varia nel tempo
Durabilità della resistenza a compressione contro invecchiamento, degradazione	Creep – Scorrimento viscoso a compressione	NPD/SI dichiarando $CC(x/y/z) \sigma$
	Resistenza al gelo-disgelo	NPD/SI dichiarando FTCD-FTCI
	Riduzione di spessore per lungo periodo	NPD/SI

**UNI EN
13163:2013**

* : non è disponibile un metodo di prova standardizzato EN
NPD: prestazione non determinata

TABELLA 1

Spessore nominale (mm)	Resistenza termica R_D ($m^2 \text{ K/W}$)
80	2,3
90	2,6
...	...

9. La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata al punto 9. La presente dichiarazione di prestazione è rilasciata sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4

Firmato a nome e per conto del fabbricante (Nome e funzione – Luogo e data del rilascio – Firma)

3° requisito: IGIENE, SALUTE E AMBIENTE

☞ La Commissione Europea ha dato mandato al CEN (M366) di elaborare un quadro normativo per **valutare, mediante “metodi di prova orizzontali”, l’emissione e il rilascio di sostanze pericolose durante la fase “IN USO” del materiale da costruzione** (non compete il rilascio durante il processo di produzione)

CEN/TC 351: Sostanze pericolose nei prodotti da costruzione

- ❑ **WG1** Rilascio dai prodotti da costruzione nel suolo e nell’acqua di falda e di superficie.
- ❑ **WG2** Emissione dai prodotti da costruzione nell’indoor air



☞ Nella quasi totalità delle norme europee di prodotto armonizzate (tra cui la EN 13163 per L’EPS) il requisito “Rilascio di sostanze pericolose” riporta la dicitura “metodo di prova non ancora disponibile”.

Norme di riferimento per l'EPS

NORMA DI RIFERIMENTO	TITOLO	Marcatura CE
UNI EN 13163 (ultima versione 2013)	Isolanti termici per edilizia. Prodotti in polistirene espanso EPS ottenuti in fabbrica. Specificazioni.	marcatura CE obbligatoria da MAGGIO 2003
UNI EN 14933 (ultima versione 2008)	Isolamento termico e prodotti leggeri di riempimento per applicazioni di ingegneria civile - Prodotti di polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione	marcatura CE obbligatoria da LUGLIO 2009
UNI EN 14309 (ultima versione 2010)	Prodotti per isolamento termico per equipaggiamenti in edilizia e installazioni industriali. Prodotti in EPS ottenuti in fabbrica. Specificazioni.	marcatura CE obbligatoria da AGOSTO 2012
EN 13950 (versione 2005)	Lastre di gesso rivestito accoppiate con pannelli isolanti termo/acustici – Definizioni, requisiti e metodi di prova.	marcatura CE obbligatoria da SETTEMBRE 2007
EN 14509 (ultima versione 2013)	Pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici - Prodotti industriali - Specifiche	marcatura CE obbligatoria da OTTOBRE 2010 (a partire da agosto 2015 secondo la nuova versione 2013)
UNI EN15037-4 (ultima versione 2013)	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Solai a travetti e blocchi. Parte 4: Blocchi di polistirene espanso	Marcatura CE obbligatoria

Norme di riferimento per l'EPS

NORMA DI RIFERIMENTO	TITOLO	
UNI EN 16025-1 (versione 2013)	Isolanti termici e/o acustici per la costruzione di edifici - Malte premiscelate alleggerite con EPS - Parte 1: Requisiti per malte pre-miscelate contenenti perle di EPS	Marcatura CE obbligatoria quando pubblicata sulla G.U. Unione Europea
UNI EN 16025-2 (versione 2013)	Isolanti termici e/o acustici per la costruzione di edifici - Malte premiscelate alleggerite con EPS - Parte 2: Fabbricazione di malte pre-miscelate contenenti perle di EPS	Non dotata dell'Allegato ZA
EN 13499 (versione 2005)	Isolanti termici per edilizia - Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di polistirene espanso –Specifica	Norma che verrà sostituita quando pubblicata la futura norma armonizzata per i sistemi ETICS che prevedrà la Marcatura CE
prEN 16491	Isolanti termici compositi	Sarà dotata dell'allegato ZA
prEN 16809-1	Thermal insulation products of buildings – In-situ formed products from loose-fill expanded polystyrene (EPS) beads and bonded expanded polystyrene beads – Part 1: Specification for the bonded and loose-fill products before installation	Sarà dotata dell'allegato ZA
prEN 16809-2	Thermal insulation products of buildings – In-situ formed products from loose-fill expanded polystyrene (EPS) beads and bonded expanded polystyrene beads – Part 2: Specification for the bonded and loose-fill products after installation	Non sarà dotata dell'Allegato ZA

Le applicazioni dell'EPS nel settore B&C

■ pareti verticali:

- isolamento dall'esterno
(cappotto – facciata ventilata)

- isolamento dall'interno

- isolamento in intercapedine

■ **coperture** (tetto piano – tetto rovescio - tetto a falde - tetto verde)

■ **pavimenti** (pannelli radianti, pavimenti galleggianti)

■ **elementi per solai**

■ sistemi costruttivi ad armatura diffusa (**sistemi SAAD**)

■ muri contro terra

■ rilevati stradali

■ fondazioni

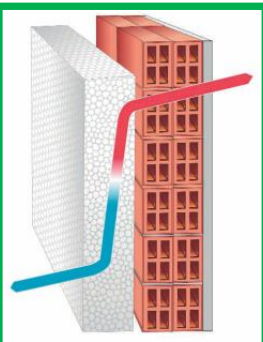
■ casseri a perdere

■ Perle sfuse per alleggerimento

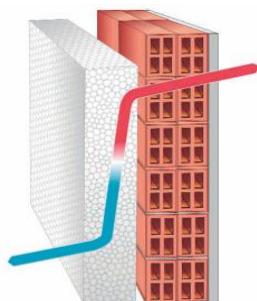
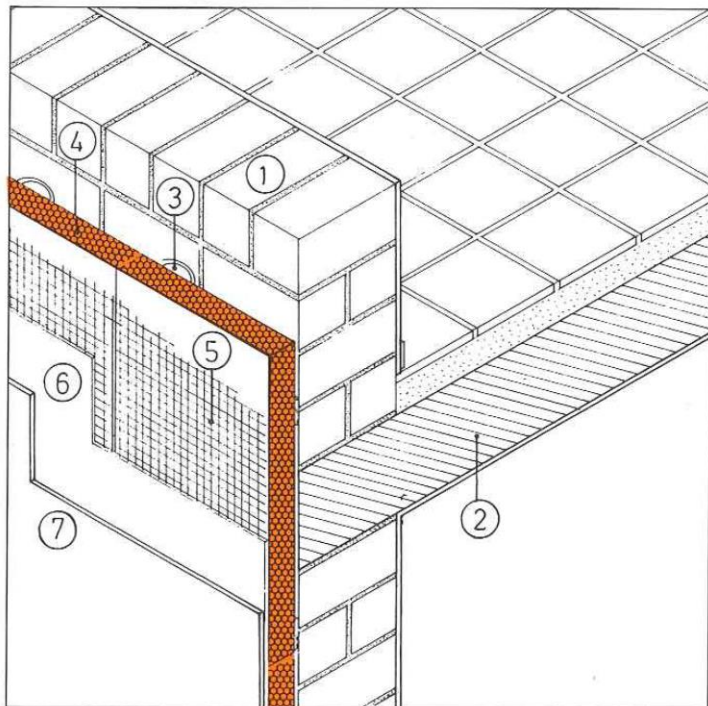
■ coppelle per impiantistica (per isolamenti lineari)

■ elementi decorativi

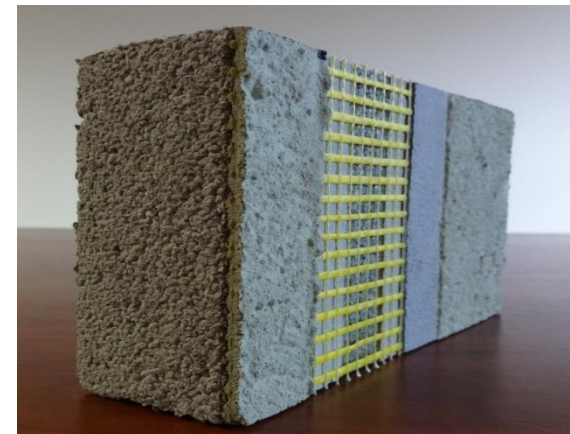
■ Cassonetti per avvolgibili



Sistemi ETICS – isolamento a cappotto



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



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

UNI EN 13499: Isolanti termici per edilizia - Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di polistirene espanso

UNI EN 13163: Isolanti termici per edilizia - Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica (EPS)

Linea guida EOTA: **ETAG 004** (specifiche per il SISTEMA)

→ **Work in progress – attività WG 18 del CEN/TC 88:**
prEN ETICS Specification: Thermal insulation products for buildings
— External thermal insulation composite systems with renders (ETICS) — Specification

+ norme per fuoco, comportamento termoigrometrico....

I sistemi radianti



UNI EN 1264-1 (2011)

Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 1: Definizioni e simboli

UNI EN 1264-2 (2013)

Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove

UNI EN 1264-3 (2009)

Dimensionamento

UNI EN 1264-4 (2009) ←

Installazione

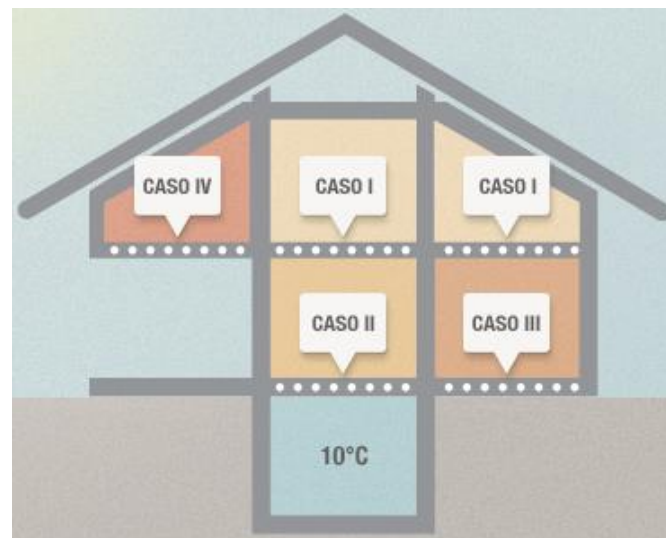
UNI EN 1264-5 (2009): Superfici per il riscaldamento e il raffrescamento integrate nei pavimenti, nei soffitti e nelle pareti. Determinazione della potenza termica

La norma **UNI EN 1264-4** prevede dei valori limite di resistenza termica (in funzione della temperatura del locale adiacente o sottostante) nel caso di sistemi che funzionano sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, mentre li consiglia per i sistemi dedicati al solo raffrescamento.

	Ambiente sottostante riscaldato	Ambiente sottostante non riscaldato o riscaldato in modo non continuativo o direttamente sul suolo	Temperatura aria esterna sottostante		
			Temperatura esterna di progetto $T_d \geq 0^\circ\text{C}$	Temperatura esterna di progetto $0^\circ\text{C} > T_d \geq -5^\circ\text{C}$	Temperatura esterna di progetto $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$
RESISTENZA TERMICA [m²K/W]	0,75	1,25	1,25	1,50	2,00

$$R_{EPS} = \frac{s_{EPS}}{\lambda_{D,EPS}}$$

CASO	COSA C'È SOTTO?	Spessore isolante: EPS $\lambda_D=0,035 \text{ W/mK}$	Spessore isolante: EPS $\lambda_D=0,030 \text{ W/mK}$
I	locali riscaldati	2,6 cm	2,2 cm
II / III	locali freddi e terreno	4,4 cm	3,8 cm
IV	temp. esterna $> 0^\circ\text{C}$ (sud-Italia)	4,4 cm	3,8 cm
IV	$-5^\circ\text{C} < \text{temp. esterna} < 0^\circ\text{C}$ (centro e nord Italia)	5,3 cm	4,5 cm
IV	$-15^\circ\text{C} < \text{t. esterna} < -5^\circ\text{C}$ (nord Italia)	7,0 cm	6,0 cm



Strato di protezione (del materiale isolante)

La norma fa riferimento alla necessità di inserire nella struttura del pavimento **uno strato di protezione al fine di garantire il materiale isolante nelle sue caratteristiche e nelle sue funzioni.**

Si specifica che il materiale isolante deve essere ricoperto:

- con una pellicola di PE di almeno 0,15 mm di spessore

oppure

- con un altro prodotto avente la funzione equivalente

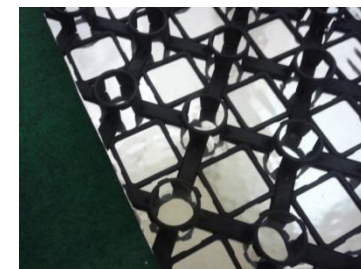
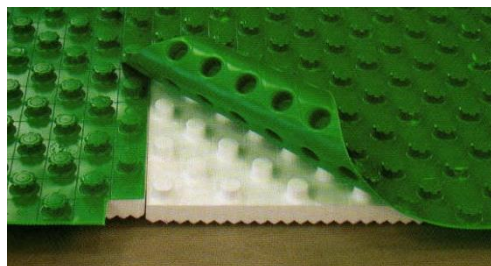
a meno che lo strato isolante non sia un composito protettivo simile.

Nel caso si ricorra a strati di supporto liquidi, la protezione dello strato di isolamento deve essere impermeabile, in modo da non compromettere la funzione dell'isolante.

Si definisce inoltre che suddetti strati di protezione non sono barriere contro l'umidità.

→ **Finitura superficiale in EPS cristallizzato:**

Nel caso di pannelli in EPS con superficie cristallizzata, è invece possibile evitare l'aggiunta della protezione assumendo che lo strato isolante in EPS così realizzato sia considerato un "composito" (intendendo materiale composto). La "cristallizzazione superficiale" infatti crea una pellicola che conferisce impermeabilità al pannello stesso aumentandone la compattezza e la resistenza, senza pregiudicarne la funzione isolante. In tal maniera la soluzione permette di evitare l'inserimento nella struttura-pavimento dello strato di protezione, pur soddisfacendo la medesima funzione di protezione richiesta dalla norma.

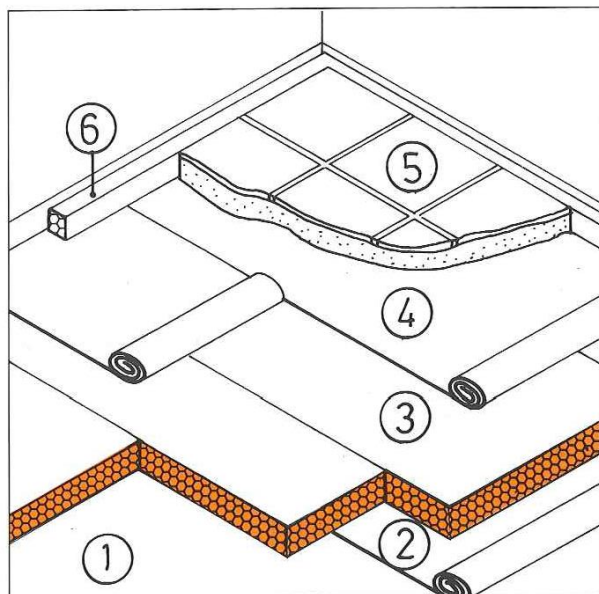


Pavimenti galleggianti

L'EPS con proprietà acustiche viene impiegato in diverse applicazioni: pareti, facciate, isolamento esterno a cappotto e soprattutto nei **pavimenti galleggianti**

In relazione alle caratteristiche di rigidità dinamica e comprimibilità, è particolarmente adatto alla protezione dai rumori d'urto e da calpestio.

Sopra alla soletta, è posato uno strato di EPS elasticizzato e, al di sopra di questo, viene gettato il massetto di ripartizione dotato di una certa massa e isolato elasticamente dalle pareti perimetrali. Sul massetto si applica poi il pavimento propriamente detto che può essere di qualsiasi tipo.



1. Soletta
2. Foglio di PE
3. EPS
4. Foglio di PE
5. Massetto
6. Striscia di EPS elasticizzato per pavimento galleggiante
+ strato di rivestimento qualsiasi

L'IMPORTANZA DELLA POSA: particolari costruttivi

Il pavimento galleggiante deve essere indipendente da qualsiasi altro elemento da costruzione, in primo luogo dalle pareti che lo delimitano.

→ Le pareti già intonacate fino alla base vengono rivestite fino all'altezza del pavimento finito con una fascia dello stesso EPS elasticizzato, di almeno 8 mm di spessore

→ Separazione di massetti adiacenti

→ La parete divisoria dovrebbe sempre poggiare direttamente sul solaio portante

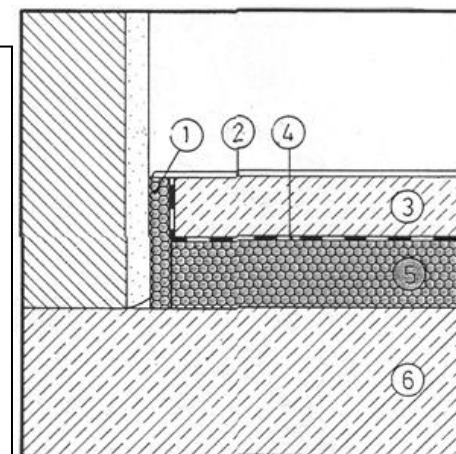


FIG. 5 - Particolare di pavimento galleggiante - 1: striscia laterale di PSE elasticizzato - 2: rivestimento calpestabile - 3: massetto in cls - 4: separatore - 5: lastra di PSE elasticizzato - 6: soletta.

Interposizione di materiale elastico negli strati della soletta per ottenere una pavimentazione priva di collegamenti rigidi tra il masseto e il solaio di base: **completa desolidarizzazione**, anche per i muri laterali (per cui grande importanza alla posa in opera e alla qualità poiché anche piccoli ponti acustici riducono sensibilmente le prestazioni di isolamento acustico del sistema)

PRINCIPIO DEL PAVIMENTO GALLEGGIANTE

Più è elastico il materiale isolante
(valori più bassi di rigidità dinamica),
maggiore è l'isolamento
dai rumori di calpestio del pavimento

Influenza della rigidità dinamica

Più bassa è la rigidità dinamica più elevato è lo smorzamento del rumore

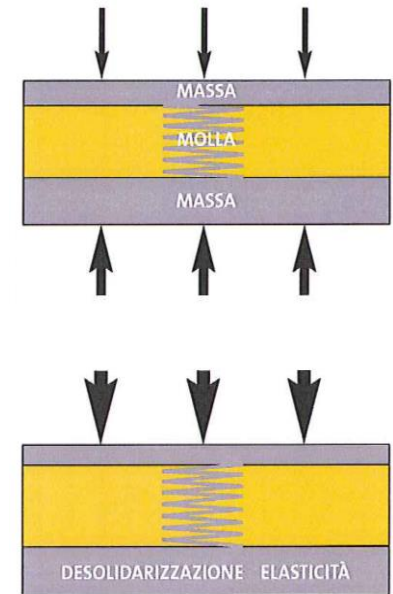
Influenza dello spessore

L'isolamento ai rumori di calpestio migliora all'aumentare dello spessore dell'isolante

Se si eseguono prove considerando un pavimento galleggiante con una data massa superficiale realizzato sopra il materiale isolante:

Il valore di attenuazione $\Delta L_{n,w}$ [dB] è tanto più elevato quanto minore è la rigidità dinamica e aumenta con lo spessore dell'isolante

Più grande è $\Delta L_{n,w}$ e più ridotto è $L'_{n,w}$: migliore è la prestazione



Livelli di rigidità dinamica (metodo di prova secondo EN 29052-1)

Livello	Requisito MN/m ³
SD 50	≤ 50
SD 40	≤ 40
SD 30	≤ 30
SD 25	≤ 25
SD 20	≤ 20
SD 15	≤ 15
SD 10	≤ 10
SD 9	≤ 9
SD 8	≤ 8
SD 7	≤ 7
SD 6	≤ 6
SD 5	≤ 5

Livelli di comprimibilità (secondo UNI EN 12341)

Le altre caratteristiche specifiche dell'EPS per l'isolamento dai rumori di calpestio

- dB spessore isolante sotto carico
- dL spessore isolante senza carico

definite tramite la **COMPRIMIBILITA'**

(espressa come dL - dB secondo UNI EN 12431)

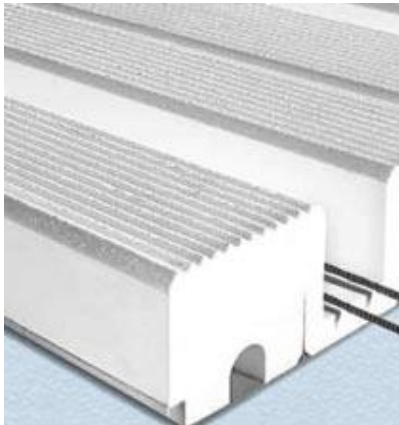
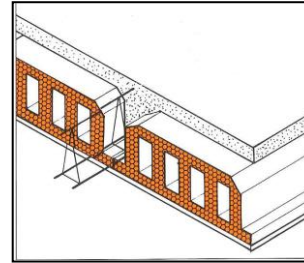
→ In quanto deve essere assicurato che, pur con un modulo elastico ridotto, i cedimenti sotto carico siano contenuti entro limiti accettabili

- La rigidità dinamica definisce la capacità di deformazione elastica ad una sollecitazione di tipo dinamico → motivo per cui è la grandezza di riferimento per definire l'isolamento acustico di un «anti-calpestio»

- È l'indice del comportamento elastico del materiale costituito dalla struttura solida dell'EPS e dell'aria racchiusa

	EPS normale	EPS con specifiche proprietà acustiche
Rigidità dinamica [MN/m ³]	60 < s' < 200	12 < s' < 60
Attenuazione del livello della pressione sonora da calpestio	13 dB < ΔL < 18 dB	20 dB < ΔL < 32 dB

Isolamento e alleggerimento di solai con manufatti stampati in EPS



Coperture a verde

Verde pensile:

- Fattore estetico
- Strumento di mitigazione e compensazione ambientale
- Aumenta il benessere ambientale



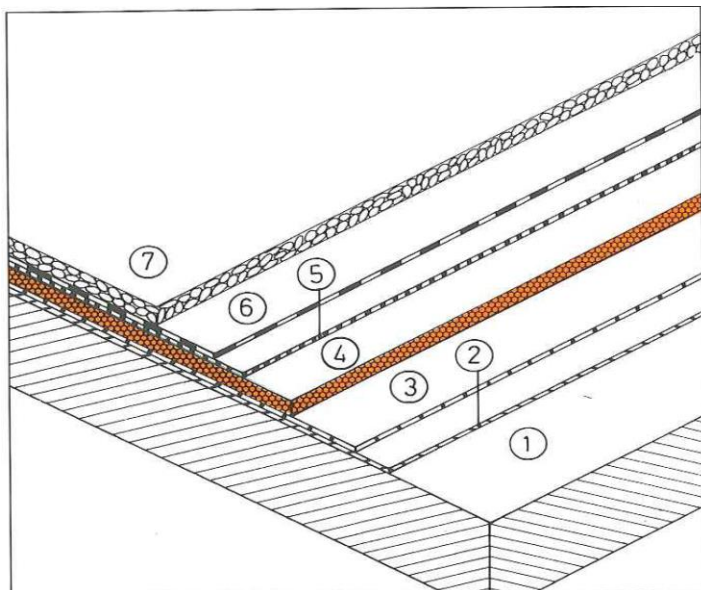
... I pannelli in EPS sono da sempre impiegati come strato termoisolante nella realizzazione di “tetti verdi” ...



Norma di riferimento: **UNI 11235:2007** (in revisione)

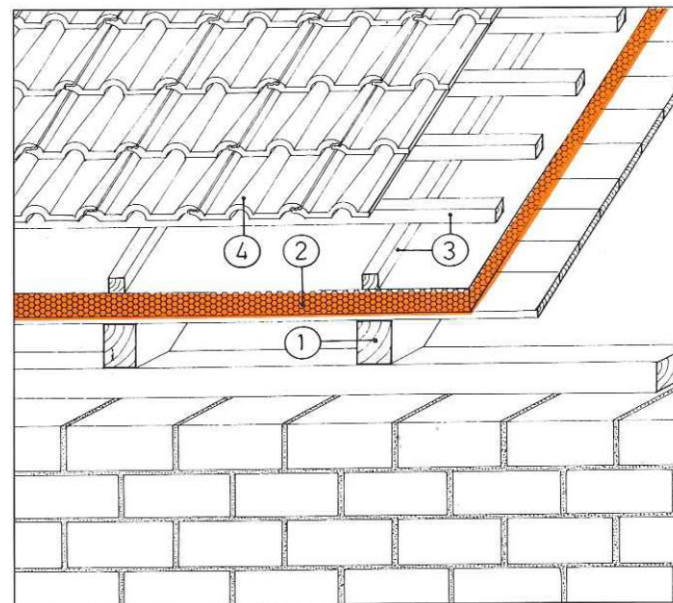
“ Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde”

- Norma di “sistema”
- definisce le caratteristiche e le prestazioni dei singoli materiali, tenendo conto delle loro interazioni
- Per lo strato termoisolante prescrive un requisito minimo di resistenza a compressione, alla deformazione massima del 10%, di 150 KPa (secondo UNI EN 826).



Isolamento sotto impermeabilizzazione di tetto piano

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



Isolamento di tetto a falde sopra l'orditura

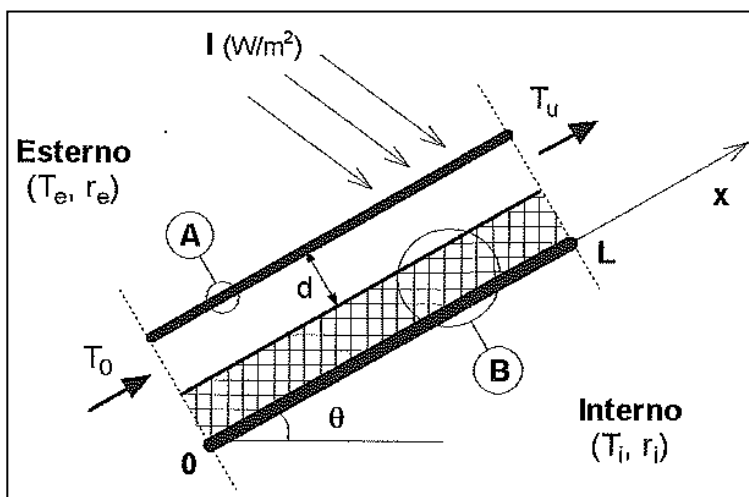
- Orditura principale
- EPS
- Orditura secondaria
- Copertura

UNI EN 14509:

Pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici

Tetti

Strato di microventilazione sottotegola ($s < 5\text{cm}$):
elementi isolanti sagomati in EPS che svolgono
anche la funzione di strato di supporto



COPERTURA
VENTILATA

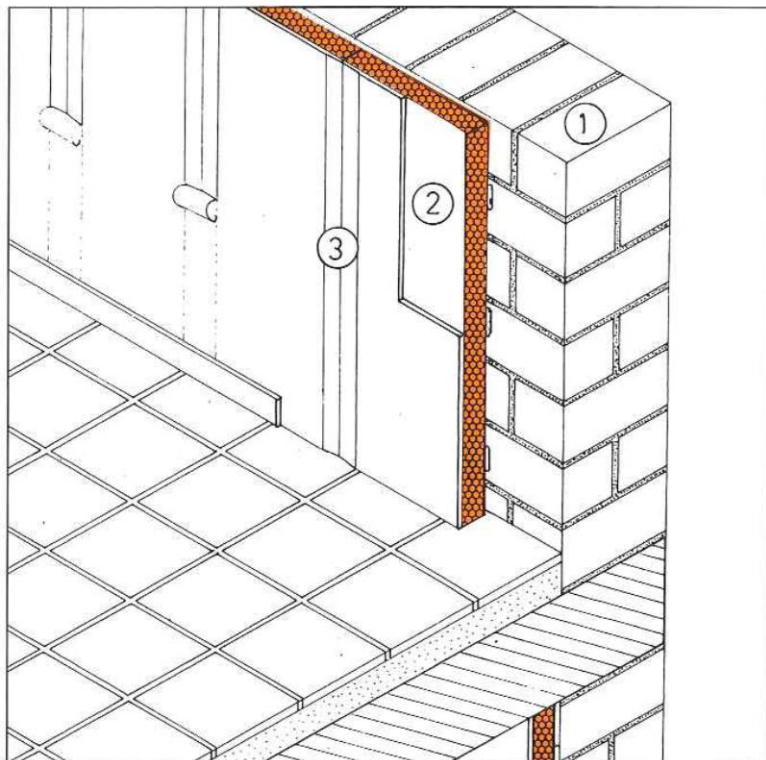


PANNELLI SANDWICH:

UNI EN 14509:

Pannelli isolanti autoportanti a doppio
rivestimento con paramenti metallici

Isolamento per Pareti Interne



Isolamento verticale dall'interno

1. Supporto
2. EPS
3. Cartongesso

→ Norma di riferimento EN 13950
(isolanti+cantongesso)

Isolamento Tubi e Condotte

Coppelle di diametro variabile, canaline o lastre, da applicare attorno a tubi per evitare che il calore o il freddo vengano dispersi lungo il percorso.



UNI EN 14309

«Prodotti per Isolamento termico per equipaggiamenti in edilizia e installazioni industriali. Prodotti di EPS ottenuti in fabbrica»

La norma è dotata dell' Allegato ZA che specifica i requisiti e le condizioni per la Marcatura CE

Rilevati stradali

UNI EN 14933

«Isolanti termici e prodotti leggeri di riempimento per applicazioni di ingegneria civile.

Prodotti di EPS ottenuti in fabbrica»

La norma è dotata dell' Allegato ZA che specifica i requisiti e le condizioni per la Marcatura CE



COSA SONO I SISTEMI SAAD

- **sistemi costruttivi in EPS ad armatura diffusa:** *innovativi sistemi costruttivi rispetto alle tradizionali metodologie*
- Permettono di realizzare edifici ANTISISMICI, SOSTENIBILI E CONFORTEVOLI caratterizzati da una struttura a setti portanti impiegando «casseri a rimanere» in **EPS** in cui viene gettato cls con relativa armatura. L'elemento portante e resistente si trova quindi all'interno di un doppio isolamento in EPS
- Essi coniugano la resistenza meccanica del calcestruzzo gettato in opera con la capacità di isolamento termico dell'EPS, allo scopo di creare **strutture portanti ad armatura diffusa**
- Gli elementi possono essere di **piccole dimensioni (blocchi)** o **grandi dimensioni**



I «blocchetti» sono realizzati utilizzando inserti in materiale plastico o metallico che coniugano la faccia interna con quella esterna e presentano elementi sup. e inf. Per l'incastro a secco al fine di realizzare corsi successivi

Dimensione minima di un interpiano o più piani sono realizzati con doppio elemento in EPS con rete tridimensionale che li distanzia in modo da garantire una parte centrale per la gettata in opera del cls (con eventualmente armatura da integrare)



COSA SONO I SISTEMI SAAD

- esistono anche elementi modulari singoli per realizzare setti portanti con anima in EPS racchiusa all'interno di un traliccio strutturale metallico che viene completato in opera mediante l'applicazione di intonaco strutturale su entrambi i lati
- Il sistema è integrato con elementi in **EPS per pavimenti e solai**

I vantaggi primari derivanti da questi sistemi e considerati prioritari nello scenario attuale del processo edificatorio sono:

- creare edifici **SICURI, AFFIDABILI ed EFFICIENTI**
- **tempi ridotti** per realizzare le opere
- **riduzione dei costi**
- gestione del cantiere ottimale e **maggior sicurezza**
- aumento della qualità edilizia e del comfort abitativo, per il rispetto sia dell'**ambiente** sia dell'**utente finale**



VANTAGGI PER IL PROGETTISTA

- Semplificazione della scelta progettuale dei materiali
- Nessun vincolo architettonico
- Personalizzazione finiture (sia interne che esterne)
- Semplificazione dei calcoli statici e prestazionali
- Semplificazioni della computazione
- materiali/componenti certificati e conformi alle norme vigenti

VANTAGGI PER L'IMPRESA

- Riduzione dei tempi e dei costi di cassetta
- Facilità di mobilitazione e stoccaggio
- Pochissimo legname di utilizzo in cantiere
- Velocità di costruzione e semplicità di posa
- Maggior sicurezza in cantiere
- Riduzione del materiale di sfrido e degli scarti
- Riduzione dei macchinari e del personale in cantiere
- Semplice e veloce realizzazione dell'impiantistica all'interno dell'edificio
- Rapida e semplice applicazione delle finiture interne ed esterne

VANTAGGI PRESTAZIONALI

- Isolamento termico (sia nel periodo invernale che estivo)
- Eliminazione di ponti termici
- Traspirabilità e assenza di condensa superficiale e interstiziale
- Isolamento acustico
- Monoliticità delle strutture = resistenza meccanica al carico, al sisma, ai cicloni, all'esplosione
- Resistenza al fuoco

VANTAGGI PER L'UTENTE FINALE

- Riduzione dei tempi e dei costi di costruzioni
- Contenimento dei costi di gestione per il riscaldamento e il raffrescamento e sostenibilità ambientale
- Maggiore comfort abitativo dovuto alle migliori caratteristiche di isolamento acustico e termico
- Maggior protezione nei confronti di terremoti
- Maggiore fruizione di superficie interna
- Ambiente interno senza emissioni di VOC tossici o nocivi.

COSA SONO I SISTEMI SAAD

I **sistemi costruttivi ad armatura diffusa** permettono di realizzare strutture con la tecnica dei **setti portanti isolanti**: si costruiscono così edifici che garantiscono il rispetto delle norme e dei regolamenti nazionali vigenti in termini di:

- **sisma**: ottimo comportamento alle sollecitazioni orizzontali (terremoto, vento...)
- **termica**: ottimo isolamento garantito dall' EPS
- **acustica**: miglior isolamento ai rumori esterni
- **termoigrometria**: assenza condensa superficiale e interstiziale
- **fuoco**: eccellente reazione al fuoco
- **marcatura CE** dell'elemento "isolante termico"
- **cantieri**: - economia nei costi di costruzione e nei costi di gestione del cantiere
- sicurezza secondo D.L.gs. 81/2008
- **Velocità di realizzazione dell'opera**: semplicità delle operazioni di montaggio per cui riduzione dei costi e delle tempistiche

Le procedure di QUALIFICAZIONE per i SISTEMI SAAD

- ☛ **Reg. UE 305/2011 sui prodotti da costruzione – CPR** (ex direttiva 89/106/CEE - CPD): Marcatura CE secondo le norme di prodotto armonizzate che attesta conformità ai requisiti di base individuati dal CPR
 - **EPS: marcatura CE**
 - **Cemento: marcatura CE**

QUALIFICAZIONE PER IL SISTEMA

- **Procedura per il rilascio di una valutazione tecnica europea (EAE)** richiesta dal fabbricante a **specifici organismi (TABs – ex EOTA)** (procedura ai sensi del Reg. 305/2011 CPR – ex direttiva 89/106/CE CPD)
 - **ETAG 009** Sistemi di casseratura non portante "a rimanere" in blocchi cavi o pannelli in materiale isolante e talvolta in calcestruzzo

SISTEMI COSTRUTTIVI IN EPS AD ARMATURA DIFFUSA

- **I sistemi SAAD rispondono ai requisiti imposti dalla progettazione antisismica**
→ le pareti portanti in conglomerato cementizio armato gettato in opera sono caratterizzate da superiori capacità portanti, sia nei confronti dei carichi verticali (gravità) che nei confronti dei carichi orizzontali (vento e **sisma**), se paragonati alle più tradizionali pareti in muratura o telai a travi e pilastri
- **L'EPS nei sistemi SAAD diviene elemento multifunzionale: l'impiego come cassero a rimanere** permette, in primis, il rispetto delle prescrizioni in materia di **risparmio energetico in edilizia** dettate dal D.lgs 192/05 e s.m.i. (D.lgs. 311/06 – DPR 59/09 - D.lgs. 56/2010)

Sistemi SAAD: pannelli di grandi dimensioni per PARETI VERTICALI

sistema costruttivo con cassero in
EPS distanziati con tralicci metallici



Applicazioni SAAD: PARETI VERTICALI



Sistemi SAAD: elementi di piccole dimensioni per PARETI VERTICALI



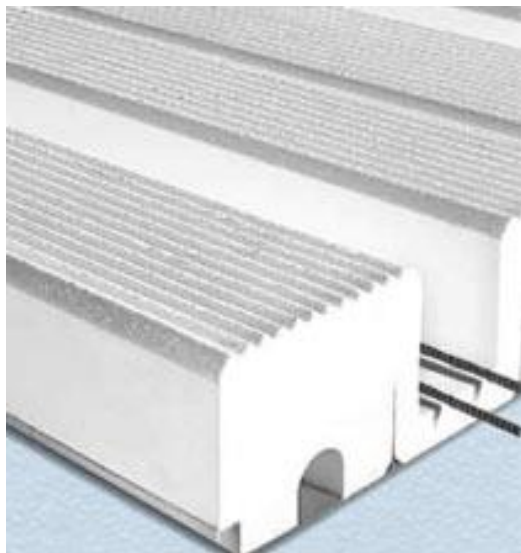
Applicazioni SAAD:
PARETI VERTICALI



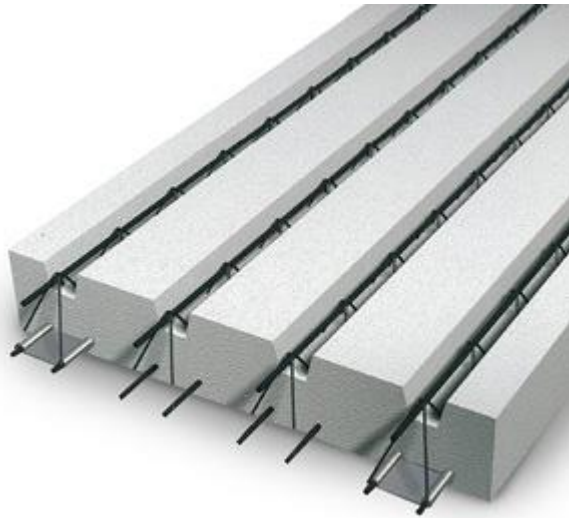
ELEMENTI PER SOLAI



ELEMENTI PER SOLAI



ELEMENTI PER SOLAI



ESEMPI APPLICATIVI

I sistemi SAAD, grazie alla flessibilità e versatilità delle tecnologie offerte, permettono di realizzare molteplici tipologie edilizie, dalle geometrie più semplici alle architetture più complesse.

EDILIZIA RESIDENZIALE

- Edilizia economica e popolare
- Edifici mono/bifamiliari
- Edifici multipiano
- Ristrutturazioni

EDILIZIA COMMERCIALE E INDUSTRIALE

- Edifici turistici (hotel, residence, ecc)
- Centri commerciali ed edifici a destinazione mista commerciale e terziaria
- Fabbricati industriali e produttivi

EDILIZIA PUBBLICA

- Residenze socio assistenziali
- Centri sportivi
- Tribunali
- Scuole e università

EDILIZIA PUBBLICA: Complesso Arengario Museo del 900 (Milano)



EDILIZIA PUBBLICA: Riquilificazione DAM - Caserta



EDILIZIA PUBBLICA: Residenza socio assistenziale – Casier (TV)



EDILIZIA COMMERCIALE E INDUSTRIALE: edificio dirigenziale





EDILIZIA PUBBLICA: nuovo sito universitario Ercolano (NA)



POSA

Dalle operazioni preliminari...

fondazioni



tracciamento - posizionamento guide



- Predisposizione ferri di armatura
(dimensionamento, caratteristiche e posizione da calcolo strutturale)
- Verifica allineamento e planarità del livello

Posizionamento elementi



POSA

...alle FINITURE INTERNE ED ESTERNE

finiture esterne



finiture interne



DENER - Programma di calcolo AIPE

CALCOLO DEI PARAMETRI TERMICI DINAMICI DEI COMPONENTI EDILIZI

EN ISO 13786:2007

Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo

DATI IN INGRESSO

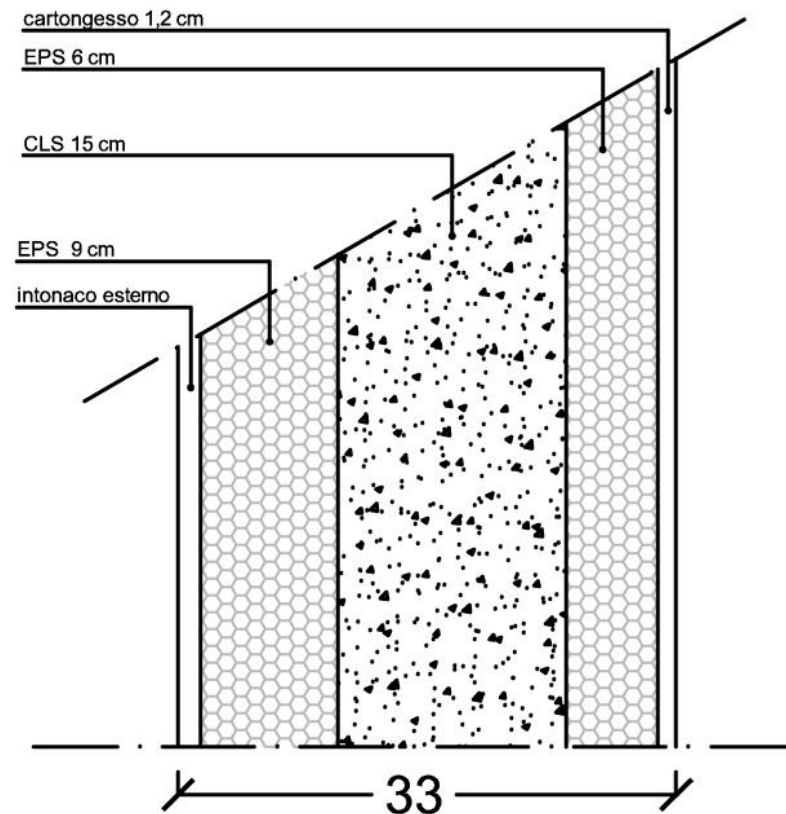
- Tipo di componente (chiusura verticale, chiusura orizzontale inferiore ...)
 - Spessore s
 - Massa volumica ρ
 - Calore specifico C_p
 - Conducibilità termica λ
o Resistenza termica R
- } per ogni strato del componente

valori EPS considerati
 $c_s = 1450 \text{ J/KgK}$ (UNI EN 10456)
 $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$
 $\rho = 20 \text{ Kg/m}^3$

- TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA
- FATTORE DI ATTENUAZIONE
- SFASAMENTO

PARETE VERTICALE PER STRUTTURA PORTANTE: Impiego di elementi-cassero con moduli a incastro di piccole dimensioni

	stratigrafia	Spessore (cm)
E	Intonaco esterno	1,5
	EPS	9
	CLS	15
	EPS	6
I	cartongesso	1,2



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

$$Y_{IE} = 0,007 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Sfasamento} = 10,91 \text{ h}$$

$$\text{Fattore di attenuazione} = 0,036$$

$$\text{Massa superficiale} = 355 \text{ Kg/m}^2$$

PARETE VERTICALE PER STRUTTURA PORTANTE: Impiego di pannelli (elementi-cassero) di grandi dimensioni



$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

$Y_{IE} = 0,003 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 13,57 h

Fattore di attenuazione = 0,019

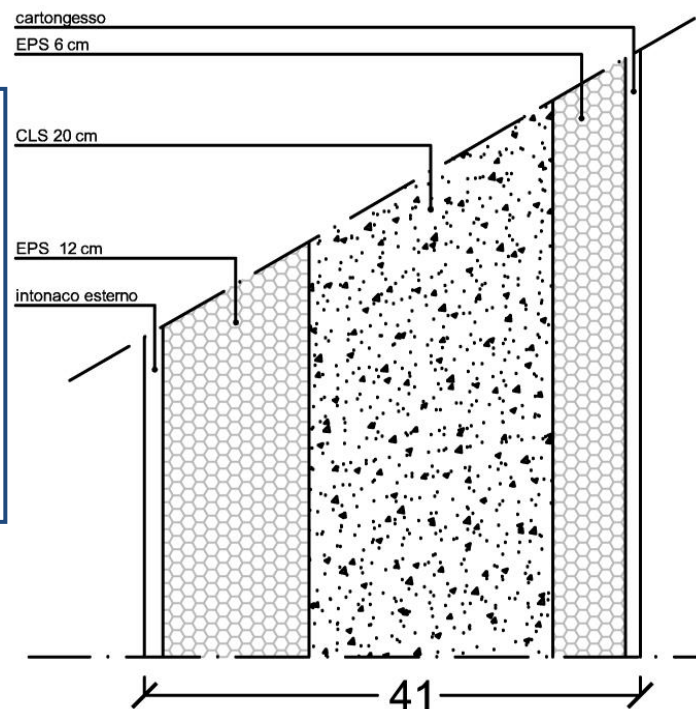
Massa superficiale = 460 Kg/m²

Verifica condensa superficiale: OK

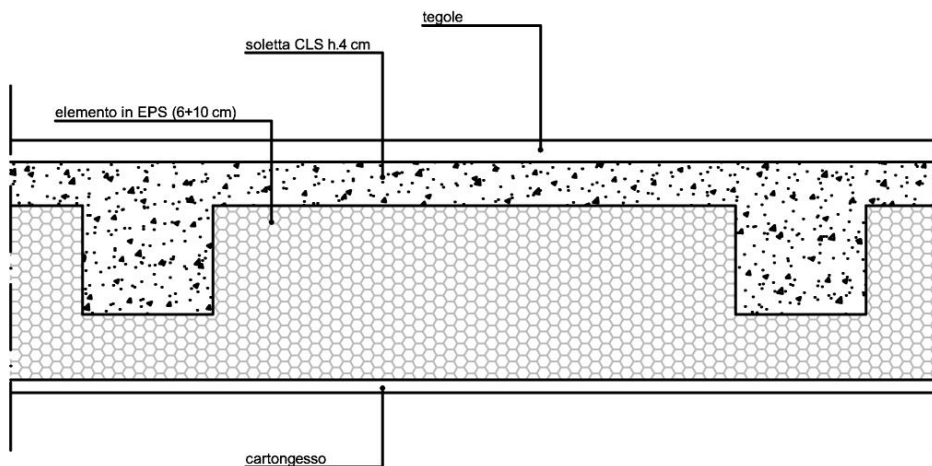
Verifica condensa interstiziale: OK

Potere fonoisolante: > 50 dB

	stratigrafia	Spessore (cm)
E	Intonaco esterno	1,5
	EPS	12
	CLS	20
	EPS	6
I	cartongesso	1,2



esempio sistema costruttivo ad armatura diffusa (SAAD): Copertura

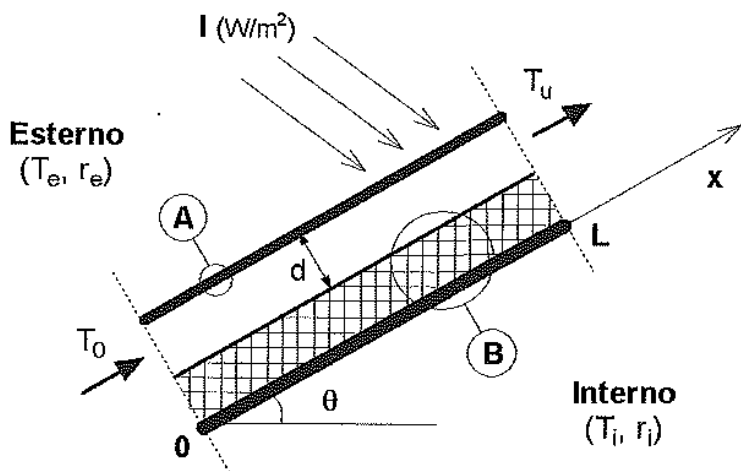


	stratigrafia	Spessore (cm)
E	Tegole	2
	Soletta CLS	4
	elemento EPS (spessore totale: 6+10=16)	16
I	cartongesso	1,5



U = 0,21 W/m²K
Y_{IE} = 0,18 W/m²K
Sfasamento = 6 h
Massa superficiale = 150 Kg/m²
Spessore tot 24 cm

Copertura ventilata



	stratigrafia	Spessore (cm)
I	Legno OSB	2
	EPS	15
	Legno OSB	2
	Intercapedine ventilata	10
E	Manto di copertura	1,3

$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

$Y_{IE} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 6 h

Fattore di attenuazione = 0,66

Massa superficiale = 53 Kg/m²

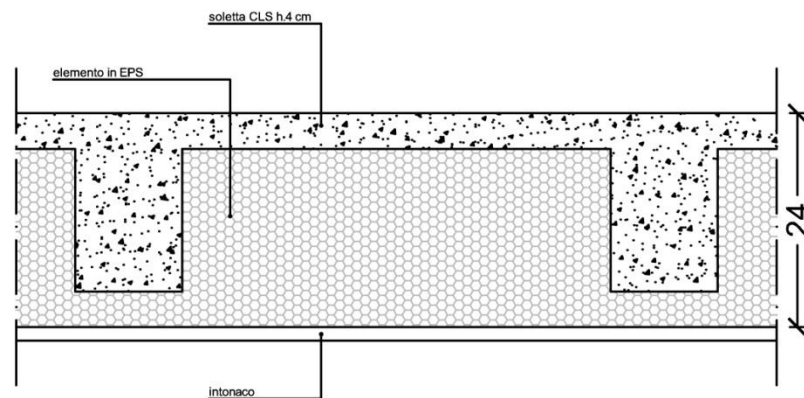
Spessore tot 30 cm



→ Strato di microventilazione sottotegola (s < 5cm):
elementi isolanti sagomati in EPS che svolgono
anche la funzione di strato di supporto

SOLAI

solai H 24 con elementi di alleggerimento in EPS e finitura dell'intradosso con intonaco



stratigrafia	Spessore (cm)
Soletta CLS	4
Elemento in EPS (spessore totale: 4+16=20)	20
intonaco	1,5

$$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Y_{IE} = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Sfasamento} = 6 \text{ h}$$

$$\text{Massa superficiale} = 115 \text{ Kg/m}^2$$

Sulla base della tradizione costruttiva delle aree geografiche del nostro Paese, sono state analizzate alcune delle stratigrafie più rappresentative:

Campione	Interno Esempi di strutture analizzate per COPERTURE Esterno	M Kg/m ²	U W/m ² K	Yie W/m ² K
1	Lamiera grecata 10/10 – 10 cm EPS 25 Kg/m ³ - Lamiera grecata 10/10	13	0.325	0.323
2	Lamiera grecata 10/10 – 16 cm EPS 25 Kg/m ³ - Lamiera grecata 10/10	15	0.206	0.200
3	Cartongesso 2 cm – 14 cm EPS 25 Kg/m ³ - intercapedine 5 cm - Lamiera grecata 10/10	27	0.198	0.192
4	Cartongesso 2 cm – 16 cm EPS 25 Kg/m ³ - Lamiera grecata 10/10	37	0.18	0.172
5	Legno 2,5 cm - 13 cm EPS 25 Kg/m ³ - intercapedine 5cm – legno 2,5cm - manto impermeabile	45	0.224	0.182
6	Intonaco – laterizio 24 cm - 5 cm EPS 25 Kg/m ³ – rivestimento esterno	199	0.501	0.079
7	Intonaco – laterizio 24 cm - 10 cm EPS 25 Kg/m ³ – rivestimento esterno	200	0.288	0.041
8	Intonaco – laterizio 24 cm - 10 cm EPS 25 Kg/m ³ – film protettivo – tegola marsigliese	227	0.277	0.039

Le verifiche progettuali sono state eseguite utilizzando i programmi di calcolo AIPE, realizzati con il contributo del Politecnico di Torino- DENER (Prof. Vincenzo Corrado), basandosi sulla norma UNI EN ISO 13786 per la determinazione dei parametri termodinamici dei componenti per l'edilizia

IL RICICLO dell'EPS

→ Pratica diffusa e comunemente attuata per il recupero degli scarti industriali di produzione e di manufatti post-uso

TECNOLOGIE di TRASFORMAZIONE per avviare l'EPS a riciclo

- **Adeguamento fisico:** frantumazione, macinazione, compattazione
- **Estrusione**
- **Estrusione con degasaggio**



SBOCCHI DI RIUTILIZZO più importanti dell'EPS:

- ❑ **Utilizzo nella produzione di nuovi articoli in EPS** contenenti % variabili di EPS riciclato (mescolato a EPS vergine) oppure fino al 100%.
- ❑ **Utilizzo come inerte leggero** in calcestruzzi alleggeriti, malte cementizie e intonaci coibenti e negli alleggerimenti di terreni
- ❑ **Trasformazione in granulo di polistirene compatto** per lo stampaggio di oggetti quali cassette video, grucce per abiti (utilizzando compound a base di PS e HIPS riciclati), od elementi a profili come sostituto del legno (recinzioni, panchine).
- ❑ **Recupero energetico:** macinazione e utilizzo nella preparazione di CDR e termovalorizzazione diretta. La combustione con produzione di calore (potere calorifico dell'EPS di circa 10.000 kCal/kg) permette il recupero di una parte dell'energia spesa per la produzione del manufatto in EPS (la cosiddetta energia di feedstock)

CLS ALLEGGERITO

CLS leggero

Densità CLS : 100 – 1400 Kg/m³

λ CLS : 0,08 – 0,4 W/mK

Sfere di polistirene espanso:

Φ medio = 1 – 6 mm

Densità (in mucchio): 25 Kg/m³



Normativa per le materie prime seconde (MPS)

- **UNI 10667-1** Materie plastiche di riciclo – Generalità
- **UNI 10667-12** Materie plastiche di riciclo - **Polistirene espanso**, proveniente da residui industriali e/o da post-consumo destinato ad impieghi diversi – Requisiti e metodi di prova
- **UNI 10667-14** Materie plastiche di riciclo - Miscele di materiali polimerici di riciclo e di altri materiali a base cellulosica di riciclo da utilizzarsi come **aggregati nelle malte cementizie** - Requisiti e metodi di prova

Norme riprese nella legislazione nazionale:

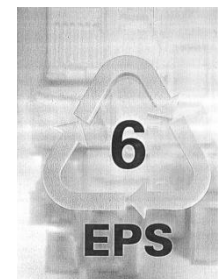
☛ **D.Lgs 3 aprile 2006 n° 152** “Norme in materia ambientale” e s.m.i.

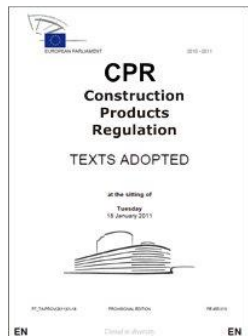
☛ **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 n°22**

“Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n°22”

☛ **Decreto Ministeriale 5 aprile 2006 n°186**

“Regolamento recante modifiche al Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 n°22”





Reg. UE 305/2011

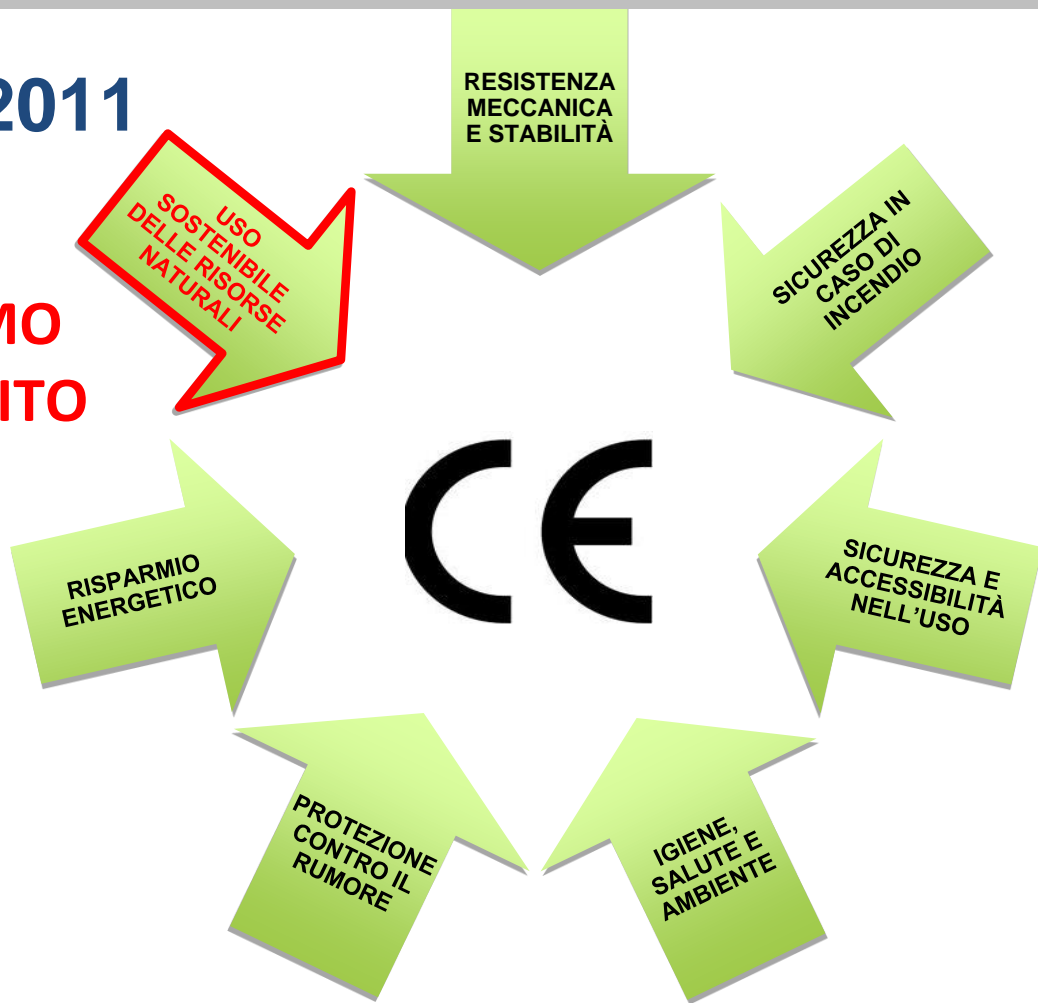


**SETTIMO
REQUISITO**

USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI

Le costruzioni devono essere concepite, costruite e demolite in modo che l'uso delle risorse sia sostenibile e garantisca quanto segue:

- a) **Ri-uso** o **riciclabilità** delle costruzioni, dei loro materiali e delle loro parti dopo demolizione,
- b) La **durata** delle costruzioni,
- c) L'uso nelle costruzioni di **materie prime** e secondarie **ecologicamente compatibili**.



7°
REQUISITO

USO SOSTENIBILE DELLE RISORSE NATURALI

Le costruzioni devono essere concepite, costruite e demolite in modo che l'uso delle risorse sia sostenibile e garantisca quanto segue:

- a) **Ri-uso o riciclabilità** delle costruzioni, dei loro materiali e delle loro parti dopo demolizione,
- b) La **durata** delle costruzioni,
- c) L'uso nelle costruzioni di **materie prime** e secondarie **ecologicamente compatibili**.

- ❑ Ai fini della valutazione dell'uso sostenibile delle risorse e dell'impatto delle opere di costruzione sull'ambiente si dovrebbe fare uso delle dichiarazioni ambientali di prodotto, ove disponibili.
- ❑ Integrare nelle politiche esistenti l'approccio basato sul ciclo di vita delle risorse



MARCHI AMBIENTALI DI PRODOTTO

Marchio di tipo I (ISO 14024)

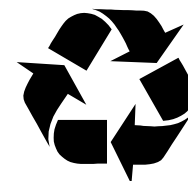
identificano l'eccellenza e sono basati su limiti prestazionali mediante **ETICHETTE AMBIENTALI**
(Voluntary, multiple-criteria-based, third party verified labels indicating overall environmental preferability of a product - selective)



Example: European Eco-label

Marchio di tipo II (ISO 14021)

basati su **autodichiarazioni** dei produttori mediante **ASSERZIONI**
(non devono sottostare a verifica di parte terza)



Example: Recyclability

Marchio di tipo III (ISO 14025)

Quantified environmental life cycle product information
(not selective)
- DICHIARAZIONE AMBIENTALE VERIFICATA -



LA COMUNICAZIONE AMBIENTALE



Cosa indica il ®?

EPD è un marchio registrato. La stessa sigla EPD è talvolta erroneamente usata come abbreviazione comune per le dichiarazioni ambientali secondo la norma ISO 14025 e altri tipi di asserzioni ambientali.

Che cosa è un'EPD® ?

Una dichiarazione ambientale, è definita, dalla norma ISO 14025, come un documento contenente la **quantificazione delle prestazioni ambientali di un prodotto mediante opportune categorie di parametri** calcolati con la metodologia dell'analisi del ciclo di vita (Life Cycle Assessment, LCA) e quindi seguendo gli standard della serie ISO 14040. Le dichiarazioni EPD non **escludono tuttavia ulteriori informazioni ambientali**.

Le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD) offrono nuove dimensioni di mercato per **informare sulle prestazioni ambientali di prodotti e servizi** con caratteristiche chiave e linee guida che si traducono in una serie di vantaggi sia per le organizzazioni che elaborano le dichiarazioni sia per coloro che utilizzano le informazioni in esse contenute.

- IL Sistema EPD è stato creato nel 1999 dallo Swedish Environmental Management Council con il compito di **comunicare in maniera chiara trasparente e verificata le informazioni derivanti da una LCA**
- **E' una etichetta ecologica di tipo III**

CEN/TC 350 Sustainability of construction works

SCOPE OF CEN/TC 350

The TC 350 is responsible for the development of horizontal standardised methods for the assessment of the sustainability aspects of new and existing construction works (buildings and civil engineering works), including standards for the environmental product declaration of construction products (EPD).

The standards are generally applicable (horizontal) and relevant for the sustainability assessment of construction works over their life cycle to support decision making in the life cycle of new and existing works.

The standards describe coherent methodologies for the assessment of sustainability aspects of construction products and construction works in terms of environmental, social and economic performance.

→ elaborare un “linguaggio comune”, ovvero dei metodi armonizzati,
per la valutazione della **sostenibilità delle opere edilizie**
(edifici e opere di ingegneria civile)

CEN/TC 350	Sustainability of construction works
CEN/TC 350/WG1	Environmental performance of buildings
CEN/TC 350/WG2	Description of the building life cycle
CEN/TC 350/WG3	Products level
CEN/TC 350/WG4	Economic performance assessment of buildings
CEN/TC 350/WG5	Social performance assessment of buildings
CEN/TC 350/WG6	CIVIL ENGINEERING WORKS

I lavori del CEN/TC 350

Le norme elaborate avranno un importante impatto per le dichiarazioni energetico ambientali per i prodotti e per l'intero edificio.

EN 15978: metodo di calcolo per la verifica della prestazione ambientale degli edifici

EN 15804: dichiarazioni ambientali dei prodotti da costruzioni (EPD)

IN REVISIONE (per inserire principi comuni per la valutazione della sostenibilità non solo degli edifici ma anche dei lavori di ingegneria civile)	EN 15643-1 (2010)	Sostenibilità delle costruzioni - Valutazione della sostenibilità degli edifici. Quadro di riferimento generale → Documento definito "general framework" Riguarda le prestazioni di sostenibilità integrata: prestazioni ambientali, di salute, benessere e costo del ciclo di vita
IN REVISIONE	EN 15643-2 (2011)	Sostenibilità delle costruzioni – Quadro di riferimento per la valutazione della prestazione ambientale. Parte 2: Prestazioni ambientali.
IN REVISIONE	EN 15643-3 (2012)	Sostenibilità delle costruzioni - Assessment of buildings Part 3: Framework for the assessment of social performance
IN REVISIONE	EN 15643-4 (2012)	Sostenibilità delle costruzioni - Assessment of buildings Part 4: Framework for the assessment of economic performance
IN REVISIONE (per esaminare la necessità di includere indicatori supplementari)	EN 15978 (2011)	Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method → NORMA A LIVELLO DI EDIFICIO
IN REVISIONE (per esaminare la necessità di includere indicatori supplementari)	EN 15804 (2012)	Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products → NORMA A LIVELLO DI PRODOTTO (per redigere EPD e PCR) La norma verrà presa in considerazione a livello ISO (ISO/TC 59/SC17) e costituirà la base per revisionare la norma ISO 21930
IN REVISIONE	CEN TR 15941 (2010)	Sustainability of construction works - Environmental product declarations – Methodology for selection and use of generic data
IN REVISIONE	EN 15942 (2011)	Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto – Modelli di comunicazione azienda verso azienda (Business to Business)
IN PREPARAZIONE	prEN 16627	metodo per la valutazione economica di un edificio
IN PREPARAZIONE (al Formal Vote)	prEN 16309	metodo per la valutazione delle prestazioni sociali di un edificio
FUTURO SVILUPPO (proposta inserita nel Business Plan)	XXXXX	Sustainability of construction works – Sustainability of civil engineering works – Framework for civil engineering works → principi e requisiti specifici per la valutazione della sostenibilità delle opere di ingegneria civile

7°

REQUISITO

IL CICLO DI VITA di un EDIFICIO

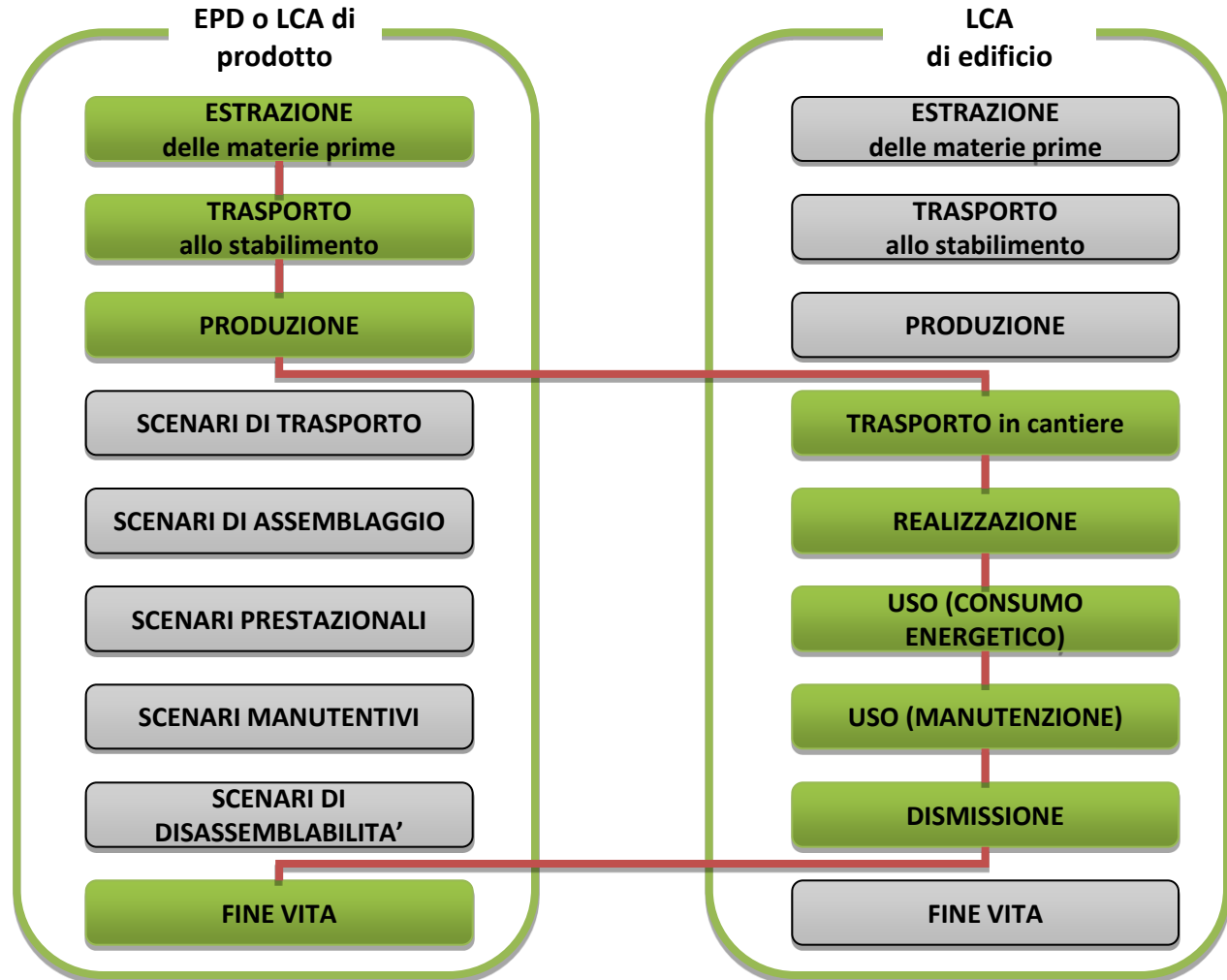
Esempi di LCA per Materiali edili

Norme elaborate dal **CEN/TC 350** «Sostenibilità in edilizia»

Le norme elaborate avranno un importante impatto per le dichiarazioni energetico ambientali per i prodotti e per l'intero edificio.

EN 15978: metodo di calcolo per la verifica della prestazione ambientale degli edifici

EN 15804: dichiarazioni ambientali dei prodotti da costruzioni (EPD)



L'obiettivo principale di una Dichiarazione Ambientale di Prodotto, (EPD[®]), è quello di fornire informazioni rilevanti, verificate e confrontabili relative all'impatto ambientale di un prodotto o di un servizio.

LA DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO (EPD) PERMETTE DI CONFRONTARE PRODOTTI CON MEDESIMA FUNZIONE ATTRAVERSO UNA MODALITA' CONDIVISA A LIVELLO INTERNAZIONALE

La base di qualsiasi scelta è un confronto tra diverse opzioni che consentono di svolgere la stessa funzione.

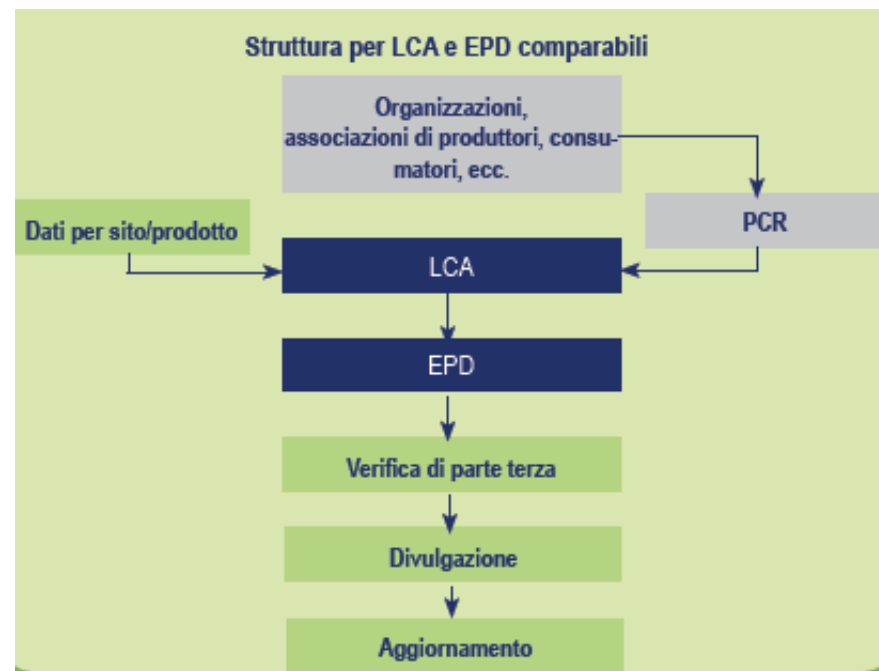
Il confronto tra gli studi di LCA disponibili presenta molti aspetti critici

Le Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD) prevedono, per ogni gruppo di prodotti, l'elaborazione di una specifica tecnica, le Product Category Rules (PCR), redatte per permettere confronti equi-funzionali.

Il settore degli isolanti termici non ha ancora sviluppato un PCR comune.

In assenza di questo documento non si ha la certezza che l'analisi del ciclo di vita sia stata condotta con gli stessi obiettivi, le stesse regole e gli stessi confini del sistema preso in esame (non è disponibile un' unità funzionale per l'analisi comparativa di LCA di diversi prodotti).

Il confronto tra LCA e EPD sviluppate con diversi criteri può risultare falsato.



La POLITICA AMBIENTALE di AIPE e il ciclo di vita dell' EPS

AIPE da diversi anni ormai, ha intrapreso un cammino virtuoso di indagine per definire i carichi ambientali dei prodotti in EPS realizzati dalle aziende associate attraverso studi di tipo LCA per fornire un'analisi completa e obiettiva dell'impatto che il polistirene espanso esercita sull'ambiente in cui tutti noi viviamo

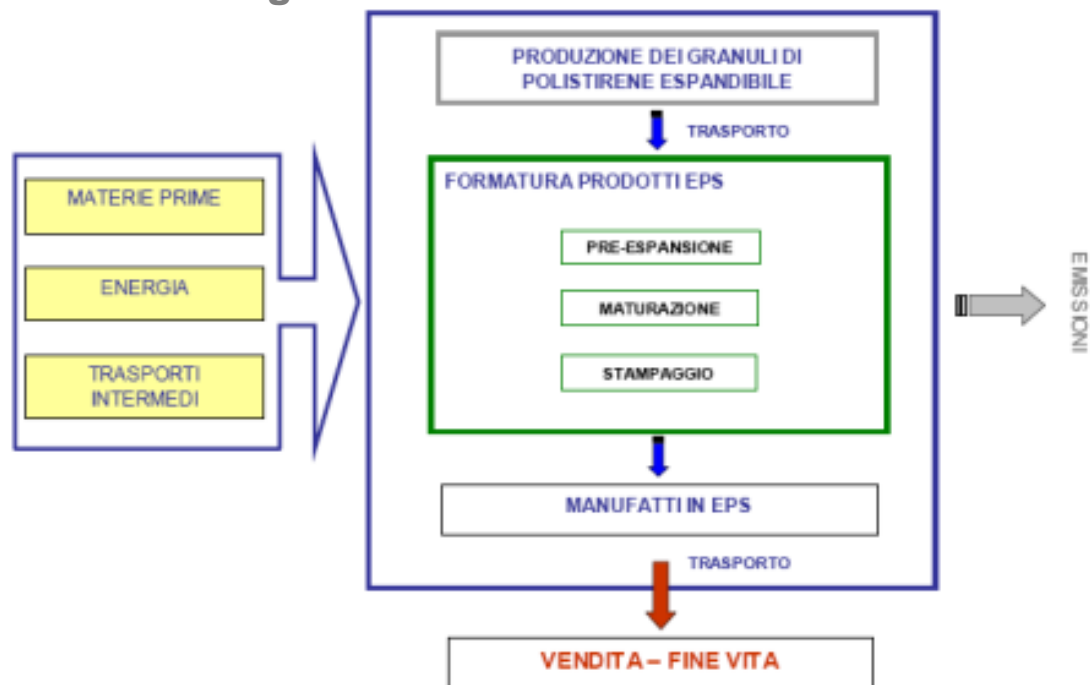
L'AIPE ha operato, e opera tuttora, in stretta collaborazione con la società LCE di Torino per analizzare il ciclo di vita dell'EPS nei settori edilizia e imballaggio.

- Analisi LCA "dalla culla alla tomba"
- GER - GWP

obiettivo:

Valutare il carico ambientale medio a livello nazionale e fornire una misura dell' ECO-EFFICIENZA MEDIA dei processi indagati, per realizzare una Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) settoriale

Dettaglio dei **CONFINI DEL SISTEMA** analizzato



Sono stati elaborati documenti di riferimento con valori medi nazionale e una proposta di EPD.

Tutti gli aspetti legati all'ambiente sono stati raccolti e sintetizzati nella **Dichiarazione di sostenibilità dell'EPS:**



Dichiarazione di sostenibilità dell'EPS

AIPE- DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' ai requisiti di

■ Eco-compatibilità dell'EPS



■ lunga durata dell'EPS

IIP Istituto Italiano dei Plastici

AIPE

ASSOCIAZIONE ITALIANA POLISTIRENE ESPANSO

Sulla base delle dichiarazioni allegate, rilasciate da Organi accreditati a livello nazionale, quali:

LCE Life Cycle Engineering www.studioisce.it

IIP Istituto Italiano dei Plastici www.iip.it

Afferma

LA SUSSISTENZA DEI REQUISITI DI ECO-COMPATIBILITÀ E DI LUNGA DURATA DELL'EPS, POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO.

Le dichiarazioni sono conformi agli standard e sono redatte sulla base di norme nazionali europee ed internazionali vigenti, in modo da garantire l'adeguatezza al committente e all'ente appaltante.

I dati riportati nella dichiarazione di eco-compatibilità e di lunga durata rappresentano valori medi e possono essere riferiti a prodotti immessi sul mercato da aziende associate ad AIPE, in quanto le verifiche sperimentali sono state condotte su campioni da queste prodotte.

Si evidenziano i seguenti indicatori:

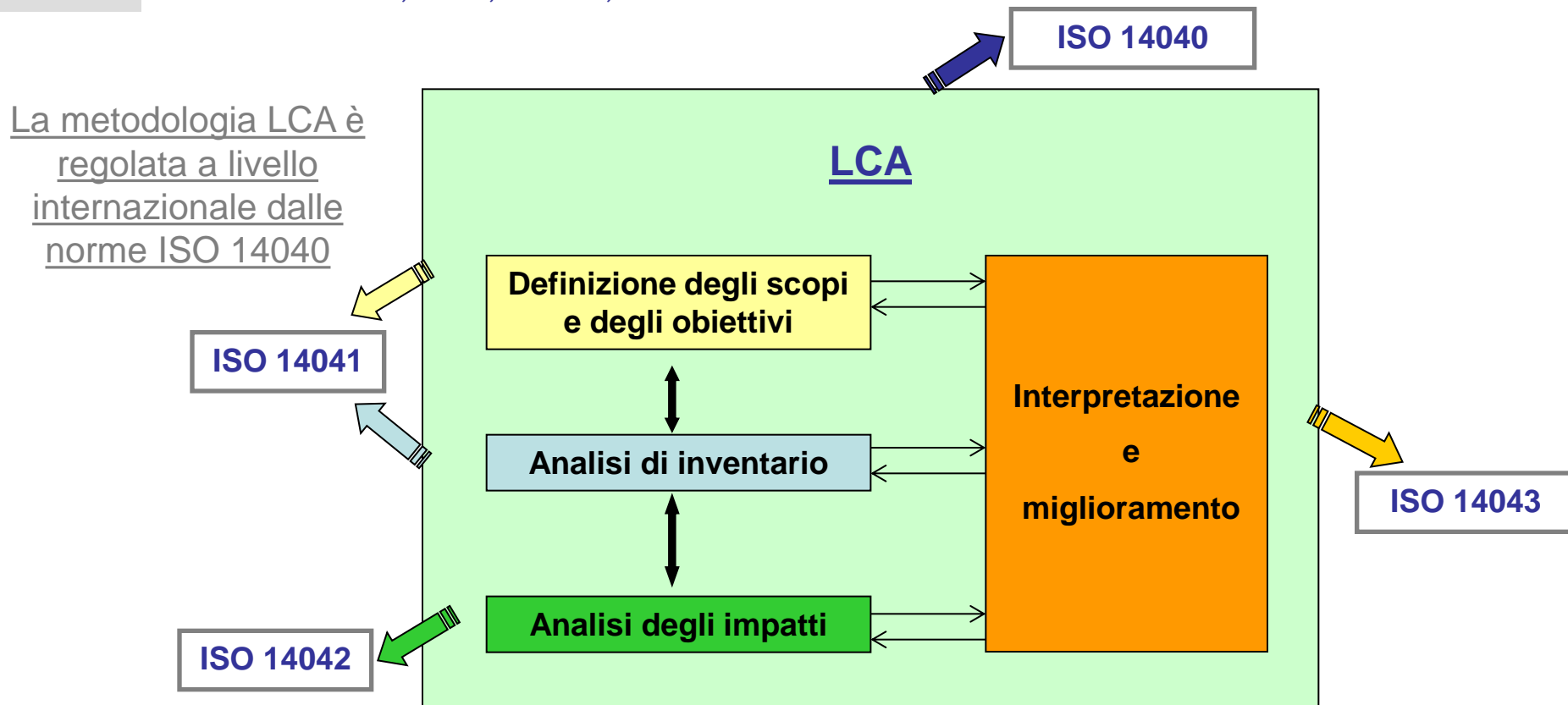
Risorse	Considerate naturali e, ad oggi, non rinnovabili
Riciclabilità	I prodotti sono riciclabili al 100%
Salute umana	I prodotti non contengono sostanze tossiche o nocive
Processo produttivo	Il processo produttivo avviene con metodi di "best practices"
Durata	I prodotti, in condizioni standard di riferimento, mantengono le proprie prestazioni nel tempo
Conformità/marcatura CE	I prodotti sono conformi alla norma di prodotto UNI EN 13163 e sono marcati CE per il settore dell'isolamento termico
Regolamento Reach	Materia prima registrata e prodotto conforme al regolamento europeo

LCA: DEFINIZIONE E STRUTTURA

Definizione
SETAC 1993

La LCA è un procedimento oggettiva di valutazione dei carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo/prodotto, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente, per identificare e valutare le opportunità di miglioramento.

La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento.



IL **CARICO AMBIENTALE** DI UN PRODOTTO/PROCESSO/ATTIVITA' PUO' ESSERE ESPLICITATO ATTRAVERSO UNA SERIE DI **PARAMETRI**:

- ENERGIA PRIMARIA CONSUMATA** (RINNOVABILE/NON RINN.)
- MATERIE PRIME CONSUMATE** (RINNOVABILI/NON RINN.)
- EMISSIONI IN ARIA**
- REFLUI IN ACQUA**
- RIFIUTI SOLIDI GENERATI**
- IMPATTI DI TIPO LOCALE** (RUMORE, ODORE, OCCUPAZIONE DI TERRITORIO, ECC. NON DIRETTAMENTE CONTEMPLATI DA UNA LCA)

SOLO QUANDO SI HA A DISPOSIZIONE IL QUADRO COMPLETO DI UN PROCESSO PRODUTTIVO CON LA QUANTIFICAZIONE DI QUESTI PARAMETRI DALLA CULLA ALLA TOMBA HA SENSO POTER AFFERMARE DI CONOSCERE L'IMPATTO AMBIENTALE DI UN PRODOTTO/ATTIVITA'.

Dichiarazione di eco-compatibilità:

Sulla base di diversi studi di tipo LCA svolti dall'Associazione Italiana Produttori di EPS (AIPE) è possibile classificare i risultati del carico ambientale in tre principali categorie:

- risultati specifici LCA, che riportano i principali indicatori di impatto ambientale in termini energetici attraverso il consumo totale di energia, noto come *Gross Energy Requirements* (GER, misurato in MJ) e il potenziale di effetto serra, noto come Global Warning Potential (GWP100, misurato in kg di CO2 equivalente);
- energia risparmiata ed emissioni evitate in atmosfera, in cui vengono associate le prestazioni tecniche di un isolante in EPS ai benefici ambientali durante la fase d'uso;
- materiali e risorse, che raccolgono le indicazioni circa gli ulteriori benefici ambientali ottenibili grazie alle caratteristiche di riciclabilità e disponibilità sul territorio dei manufatti in EPS.

CICLO DI VITA DELL' EPS: ANALISI LCA

UNITA' FUNZIONALE:

in assenza di regole specifiche e per allineare il documento alle dichiarazioni ambientali presenti sul mercato, l'unità di misura sulla base della quale sono calcolati ed espressi i vari impatti ambientali è l'unità di massa di prodotto, ovvero 1 kg di generici manufatti in EPS in uscita dai processi indagati. Vengono comunque fornite tutte le informazioni necessarie per poter riportare gli impatti in riferimento al volume e alla prestazione termica del prodotto.

Materiale	Conducibilità termica λ	Densità media kg/m^3	GER MJ/kg	CO ₂ eq. Irreversibile kg/kg	GER MJ/m^3	CO ₂ eq. Irreversibile kg/m^3
EPS medio 100% vergine	0,035	20	113,9	4,6	2278	92
EPS 90% riciclato	0,035	20	96	3,1	1920	60

INFLUENZA DEL CONTENUTO DI EPS RICICLATO **BENEFICI DERIVANTI DALL'USO DI EPS RICICLATO**

ANALISI NEL CASO DI:

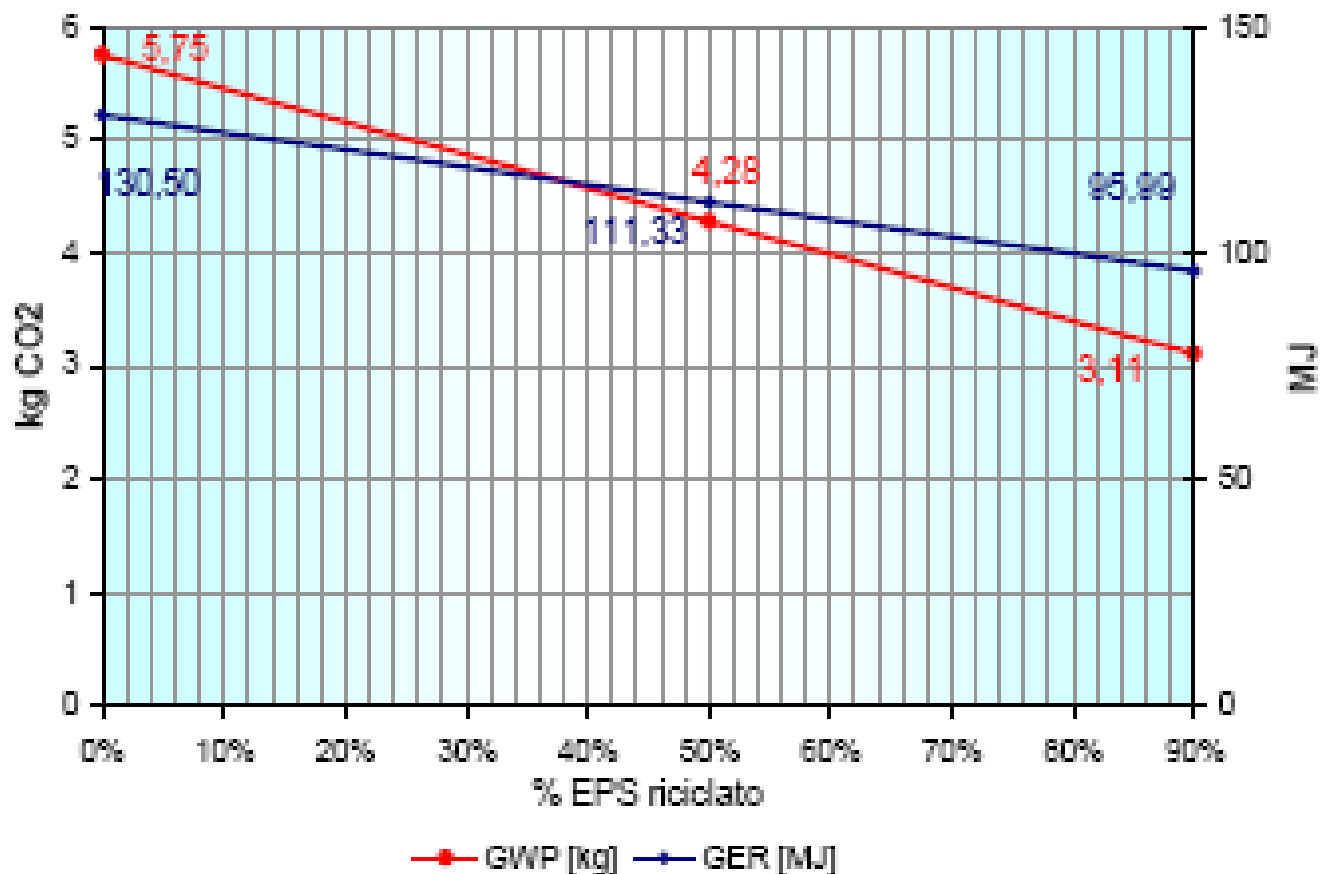
- **Riciclo del 50% di EPS**
- **Riciclo del 90% di EPS**

**In tutti gli studi realizzati dal 2005 ad oggi
sono emersi evidenti benefici derivanti dall'uso del riciclato
sia nei prodotti riguardanti l'edilizia sia il packaging.**

- Il **GER associato alla produzione di EPS diminuisce quasi del 30%**, se l'azienda integra nel proprio ciclo di produzione una % di riciclato pari al 90% del materiale utilizzato per il medesimo bene.
- Analogamente per il GWP, l'utilizzo di EPS riciclato permette una riduzione del contributo all'effetto serra in maniera ancora più sostanziale: **il riciclo chiuso beni in EPS post consumo** con l'inserimento di tali rifiuti fino a costituire il 90% del nuovo prodotto, **permette di evitare il 50% delle emissioni.**

Andamento indicativo del GER e GWP100 all'aumentare della percentuale di utilizzo di scarti di EPS (Dati riferiti al Kg di EPS)

**Analisi preliminare
per valutare
l'influenza
dell'utilizzo di
scarti di EPS
nel medesimo ciclo
produttivo (riciclo
chiuso)**



I materiali la cui contaminazione non permette il loro utilizzo all'interno di un circuito di nuovi beni ad elevato valore tecnologico, seguono la strada del **recupero di materia** in applicazioni in cui non è necessaria un elevato standard qualitativo, in particolare i beni possono essere utilizzati negli alleggerimenti di terreni.

L'alternativa al recupero di materia, altrettanto interessante per i beni in EPS a fine vita, è il **recupero energetico**.

Parte dell'energia spesa per la produzione del manufatto non è persa, bensì è contenuta nella cosiddetta energia di feedstock. Tale energia può essere recuperata attraverso la combustione del manufatto per la produzione di energia e calore in impianti dedicati.

Feedstock	51 MJ/kg
Feedstock/GER	> 40 %

Tabella 4: Energia di feedstock dell'EPS e % di recupero dell'energia spesa per la produzione del manufatto attraverso la termovalorizzazione a scopi energetici

ENERGIA RISPARMIATA ED EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

È riconosciuto il ruolo fondamentale del risparmio energetico nell'edilizia³ quale importante fattore su cui agire per ridurre i consumi energetici e le relative emissioni climalteranti. Il ruolo degli isolanti termici consiste proprio nel contribuire alla riduzione dei consumi termici per la climatizzazione.

Utilizzando i dati disponibili negli studi elencati in Appendice⁴, è possibile indicare che per 1 MJ consumato per la produzione di un pannello isolante in EPS disponibile sul mercato italiano, è possibile risparmiare, durante 10 anni di vita in opera, l'emissione di circa 1 Kg di CO₂ equivalente grazie alle prestazioni termiche che riducono le dispersioni termiche attraverso l'involucro edilizio.

Dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) dei principali tipi di EPS, redatte a livello europeo

Lo studio, effettuato dall'ente *PE International*, ha preso in considerazione 24 impianti di produzione di isolanti in EPS ubicati in 13 Paesi, permettendo così di redigere una dichiarazione EPD settoriale, rappresentante di tutta l'Europa.



- EPS bianco - densità 15 Kg/m³
- EPS bianco - densità 20 Kg/m³
- EPS bianco - densità 25 Kg/m³
- EPS bianco - densità 25 Kg/m³ (→ per prodotti stampati – “shape moulded”)
- EPS bianco - densità 30 Kg/m³

- EPS “grigio” - densità 15 Kg/m³
- EPS “grigio” - densità 20 Kg/m³

- EPS senza ritardante di fiamma – densità 20 kg/m³ (EPS 100)*
- EPS senza ritardante di fiamma – densità 25 kg/m³ (EPS 150)*



LCA E INDICATORI DI IMPATTO AMBIENTALE

MATERIE PRIME CONSUMATE: tra queste vi è l' **ACQUA**

bene primario, distribuzione non uniforme, scarsità e sfruttamento sempre più massiccio, → crescente attenzione consumatori/produttori verso la tematica acqua (conservazione e suo inquinamento)

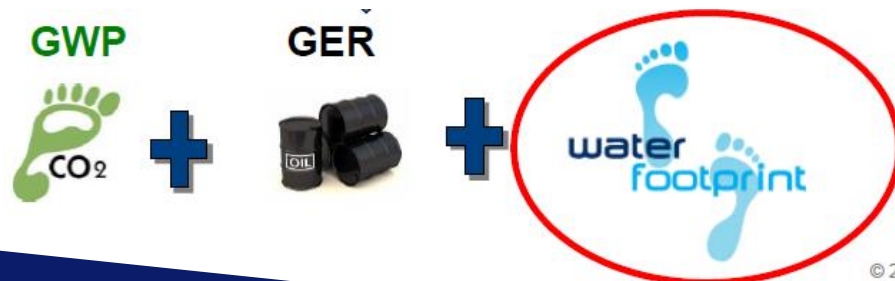
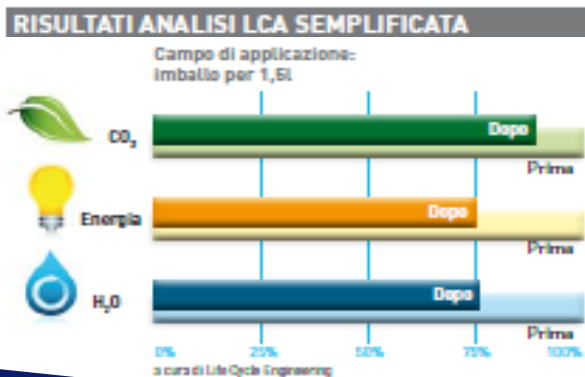


Water Footprint
NETWORK

WATER FOOT PRINT
(impronta idrica)



Il Water Footprint permette di misurare la “quantità di acqua necessaria” per produrre un determinato prodotto, verificabile e confrontabile da parte di qualsiasi utilizzatore.



WATER FOOT PRINT (impronta idrica)

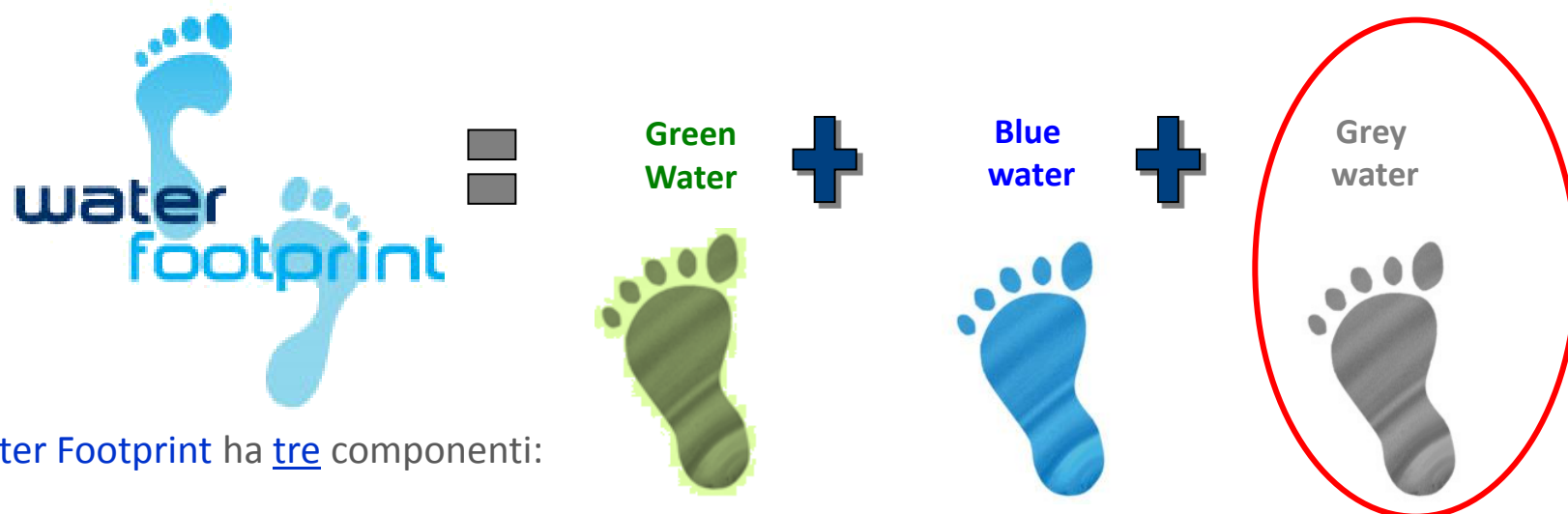


3 le componenti del WFP

Il **Water Footprint** – detto anche *impronta idrica* o *virtual water content* – è un **indicatore complessivo e multidimensionale** caratterizzato dai **volumi di acqua dolce direttamente o indirettamente consumati per realizzare un prodotto** e calcolato tenendo conto di tutte le fasi della catena di produzione.

Nella definizione dell'impronta idrica viene data inoltre rilevanza alla localizzazione geografica dei punti di captazione della risorsa → Ha una dimensione temporale e spaziale: quando e dove l'acqua viene utilizzata;

WATER FOOT PRINT



Il **Water Footprint** ha tre componenti:

- la **green water** (o **impronta idrica verde**) rappresenta principalmente il volume di acqua evapotraspirata dalle piante durante la fase di coltivazione;
- la **blue water** (o **impronta idrica blu**) rappresenta il volume di acqua utilizzata che non torna, a valle del processo produttivo, alla fonte dalla quale proviene;
- la **grey water** (o **impronta idrica grigia**) rappresenta il volume di acqua inquinata, che può essere quantificata calcolando il volume di acqua necessario per diluire gli agenti inquinanti, riportando la concentrazione ai livelli naturali del corpo ricettore entro il quale viene rilasciata.

Esempio di edificio ad “energia quasi zero” **ECOGRILL** - (Autogrill – Mensa di Ravenna)





- sistema costruttivo quasi integralmente in **EPS**
- tetto verde, che garantisce un elevato isolamento e un impatto paesaggistico ridotto, vista la zona a carattere agricolo.
- un sistema di climatizzazione a pannelli radianti basato su un impianto a produzione geotermica.

QUADERNI TECNICI AIPE

1. ISOLARE
2. COSTRUIRE
3. COMPORTAMENTO AL FUOCO:
4. SICUREZZA ALL'INCENDIO DI EDIFICI CON EPS
5. I CAMBIAMENTI CLIMATICI
6. EPS: IMPATTO AMBIENTALE E CICLO DI VITA
7. ISOLAMENTO ACUSTICO DI PARETI CON CAPPOTTO
8. I SISTEMI A PANNELLI RADIANTI IN EPS
9. LE PRESTAZIONI AMBIENTALI DELL'EPS
10. LA DURATA PRESTAZIONALE DELL'EPS
11. LE FACCIATE VENTILATE
12. RICICLARE L'EPS
13. L'EPS E IL COMFORT ESTIVO
14. ISOLAMENTO ESTERNO A "CAPPOTTO"
15. LA REAZIONE AL FUOCO-PROGETTO CLASSE B
16. I PONTI TERMICI
17. LE VIE DEL RICICLO DELL'EPS
18. LCA DEI SISTEMI SAAD
19. EPS A MIGLIORATA CONDUCIBILITA' TERMICA
-

COLLANA BEMA EDITRICE - EDILIZIA

1. IL POLISTIRENE E L'IMPATTO AMBIENTALE
2. PRONTUARIO DEI MATERIALI ISOLANTI
3. LE CONDENSE INTERNE E SUPERFICIALI
4. COSTRUIRE RILEVATI STRADALI E FONDAZIONI CON EPS
5. ISOLAMENTO ESTERNO "A CAPPOTTO"
6. COSTRUIRE CON EPS EDIFICI SILENZIOSI
7. IL BIOPROGETTO
8. SISTEMI INNOVATIVI IN EPS



Associazione Italiana Polistirene Espanso

dal 1984

Associata
European Manufacturers of EPS



Via Marcantonio Colonna, 46 - 20149 MILANO

Tel. 02 33606529 – E-mail: aipe@epsass.it

www.aipe.biz



www.costruisesaad.it



CONTROLLO INERZIA TERMICA

Per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale $I_{m,s} \geq 290$ W/m² (ad esclusione della zona F e ad eccezione categorie E5, E6, E7, E8) si richiede:

PER TUTTE LE STRUTTURE OPACHE VERTICALI, AD ESCLUSIONE DI QUELLE NEL QUADRANTE N / N-O / N-E, ALMENO UNA DELLE SEGUENTI CONDIZIONI:

1. valore di massa superficiale $M_s > 230$ Kg/m²
2. modulo della trasmittanza termica periodica $YIE < 0,12$ [W/m²K]

PER TUTTE LE STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI E INCLINATE:

modulo $YIE < 0,20$ [W/m²K]

→ Il DPR 59/09 introduce «nuovi» parametri più idonei a caratterizzare il comportamento estivo in quanto descrive la reazione di un elemento edilizio ad una sollecitazione termica variabile nel tempo,

La YIE permette di definire in maniera più completa, rispetto alla massa frontale, l'INERZIA TERMICA di un componente

YIE [W/m²K]

definita secondo UNI EN ISO 13786

Mette in relazione la variazione del flusso termico sulla superficie esterna del componente edilizio con la conseguente variazione di temperatura sul lato interno dello stesso