

# **POLIURETANO ESPANSO RIGIDO**

**Linee guida per la corretta**

**applicazione in opera:**

**SPRUZZO**

**COLATA**





## Sommario

1. Premessa
2. Il poliuretano espanso rigido applicato in opera
3. Le principali caratteristiche
4. Aspetti normativi
5. Garanzia di qualità
6. Controllo Qualità dei sistemi
7. Controllo Qualità dell'applicazione
8. Le principali applicazioni



**ANPE**  
**Associazione Nazionale Poliuretano Espanso rigido**

Corso Palladio, 155 - 36100 Vicenza

**[www.poliuretano.it](http://www.poliuretano.it)**

© 2011

Versione 1.0 Finito di stampare settembre 2011 - Tutti i diritti di riproduzione, anche parziale, sono riservati

## Premessa

Il poliuretano espanso rigido applicato in opera, o “in situ” secondo la dicitura delle norme tecniche, rappresenta una delle soluzioni più efficaci e versatili ai problemi di isolamento termico delle strutture edilizie e di molti manufatti.

Grazie alle capacità della schiuma poliuretanicica di conformarsi perfettamente ai volumi e alle superfici da isolare e di aderire stabilmente a qualsiasi tipologia di supporto, le tecnologie di applicazione in opera offrono interessanti vantaggi in termini di garanzia di continuità dello strato isolante, rapidità ed economicità dell'intervento, limitazione degli impatti ambientali.

Nonostante queste eccellenti caratteristiche, la diffusione delle applicazioni di schiuma poliuretanicica in situ, nel mercato mondiale dell'isolamento termico, appare molto differenziata a livello territoriale, con punte di assoluta rilevanza negli Stati Uniti, in Spagna, in Inghilterra, ecc., ma con presenze disomogenee e percentualmente non rilevanti in molti altri mercati.

Le cause di questa diffusione a macchia di leopardo, riscontrabile anche nel mercato italiano, vanno ricercate non solo nelle diverse pratiche costruttive e condizioni climatiche, che certo contribuiscono a determinare le potenzialità di sviluppo del settore, ma anche nella non omogenea presenza sul territorio di imprese applicatrici che con impegno e professionalità contribuiscono a far conoscere a progettisti e committenti le potenzialità del prodotto e a dimostrare, con i buoni risultati dei lavori eseguiti, la sua praticità e l'affidabilità in termini di efficacia isolante e di durata nel tempo.



Per le applicazioni in opera, come del resto per tanti altri componenti e prodotti edilizi che si realizzano direttamente in cantiere, la qualità complessiva si ottiene grazie al contributo della qualità delle materie prime utilizzate, della loro corrispondenza alle esigenze specifiche del contesto, della capacità dell'applicatore di realizzare correttamente l'intervento.

Un lavoro di squadra quindi, che richiede un flusso di informazioni tecniche e la condivisione di regole e procedure di controllo che a tutt'oggi vengono gestite, liberamente, all'interno del rapporto di collaborazione che si instaura tra società fornitrice dei sistemi poliuretanicici ed impresa applicatrice.

Il limite di questa organizzazione è che avviene, attualmente, in assenza di un quadro normativo, specifico per queste applicazioni, che stabilisca i tempi e le modalità di scambio delle informazioni e le procedure di controllo che devono essere svolte dai diversi soggetti che determinano la qualità complessiva dell'intervento.

Ne deriva una oggettiva difficoltà a trasferire al mercato le fasi e i contenuti del processo di controllo sul prodotto e la conseguente impossibilità per progettisti e committenti di individuare, su basi più certe di quelle offerte da singoli rapporti di prova, l'impresa applicatrice che si contraddistingue per le maggiori garanzie di tutela dello standard qualitativo.

É sulla base di queste considerazioni che il Gruppo di Lavoro Applicazioni In Opera, costituito all'interno di ANPE, ha ritenuto necessario elaborare queste Linee Guida per la corretta applicazione delle schiume poliuretanicche, con lo scopo di standardizzare le procedure di controllo e di condividere i modelli di dichiarazione delle prestazioni tecniche delle applicazioni che verranno rilasciati ai Committenti al termine dei lavori.

Questo impegno, indispensabile per la tutela dei consumatori e dell'immagine del prodotto, è finalizzato inoltre alla istituzione di un marchio di controllo qualità gestito e sorvegliato da un Ente Terzo.

Le regole stabilite nelle presenti Linee Guida hanno anche il compito di anticipare, nella gran parte dei loro contenuti tecnici, l'emanazione di norme armonizzate europee specifiche per il settore delle quali, ad oggi, non è ancora possibile prevedere i tempi di pubblicazione.



# Il poliuretano espanso rigido

I poliuretani, la cui scoperta risale al 1937 e si deve alle ricerche del chimico tedesco, prof. Otto Bayer, appartengono alla famiglia delle materie plastiche. Sono ottenuti per reazione di poliaddizione tra un poli-isocianato e un poliolo; tale reazione, di tipo esotermico, risulta completa e non dà origine a prodotti secondari.

Modificando il tipo e la concentrazione dei componenti è possibile ottenere una vasta gamma di poliuretani molto diversi tra loro per caratteristiche chimiche, fisiche, prestazioni ed utilizzi.

La versatilità dei poliuretani è tale che il loro utilizzo si è diffuso rapidamente in diversi settori ed oggi sono il componente principali di molti prodotti indispensabili per il nostro benessere e la nostra sicurezza.

↓ *I due componenti liquidi e la schiuma poliuretanicata originata dalla loro reazione*



↑ *Poliuretano espanso rigido per isolamento termico in edilizia e nell'industria del freddo*



← *Poliuretano espanso flessibile per materassi, imbottiti, giocattoli, automobili, insonorizzanti*



← *Poliuretani compatti, elastomeri per attrezzature sportive e filati*

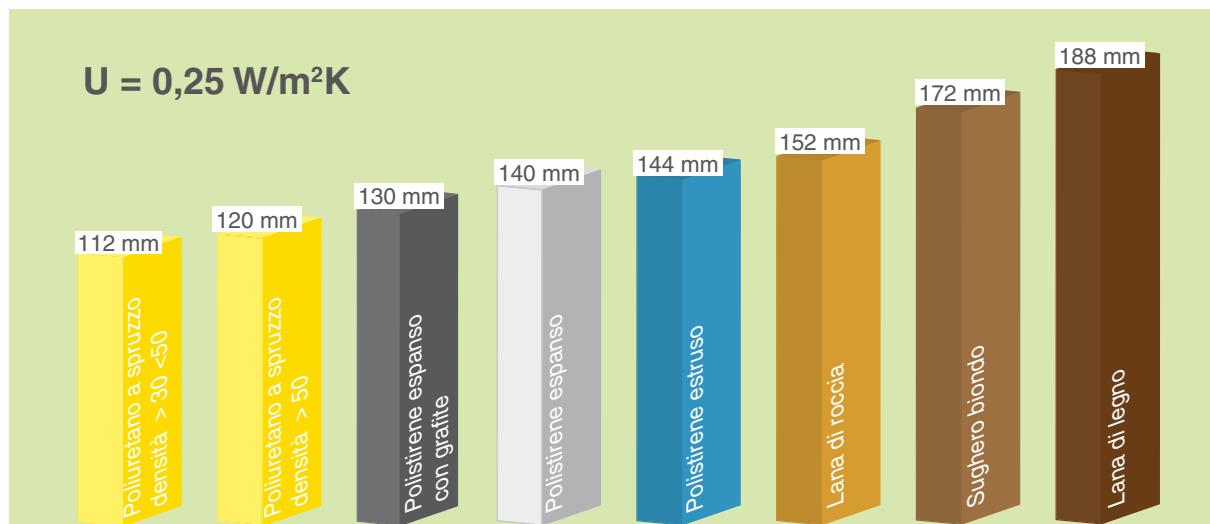


← *Applicazioni mediche e sanitarie*



← *Poliuretani elastomeri per filati*





† Spessori di materiali isolanti necessari ad ottenere una trasmittanza pari a  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

I valori di conducibilità termica stabilizzata dei poliuretani sono riferiti alle diverse tipologie disponibili. I valori riportati per gli altri materiali sono desunti da database e schede tecniche di diversi produttori.

Il poliuretano espanso rigido, utilizzato come isolante termico in edilizia e in molti settori industriali, è, grazie alla sua struttura a celle chiuse, il materiale che, a parità di spessore, garantisce il migliore isolamento termico.

Oltre al potere isolante il poliuretano garantisce altre caratteristiche determinanti per il successo delle applicazioni.

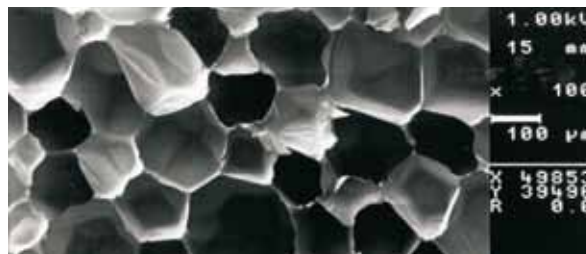
Tra le più significative:

- ➔ la durata nel tempo
- ➔ la leggerezza
- ➔ le elevate caratteristiche meccaniche
- ➔ la stabilità dimensionale alle alte e basse temperature
- ➔ l'inerzia ai più comuni agenti chimici
- ➔ l'ottima processabilità
- ➔ la caratteristica di aderire spontaneamente in fase di espansione a quasi tutti i supporti
- ➔ la sicurezza nell'impiego

- ➔ l'assenza di ponti termici
- ➔ la compatibilità con la salute dell'uomo
- ➔ il ridotto impatto ambientale

Per le applicazioni in opera possono essere impiegate anche schiume poliuretatiche a celle aperte che, a fronte di prestazioni di isolamento termico inferiori, rispetto a quelle a celle chiuse, offrono interessanti valori di assorbimento acustico.

↓ La struttura a celle chiuse di una schiuma poliuretatica



## Il poliuretano espanso rigido IN OPERA

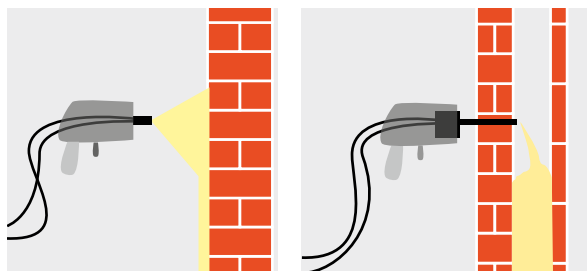
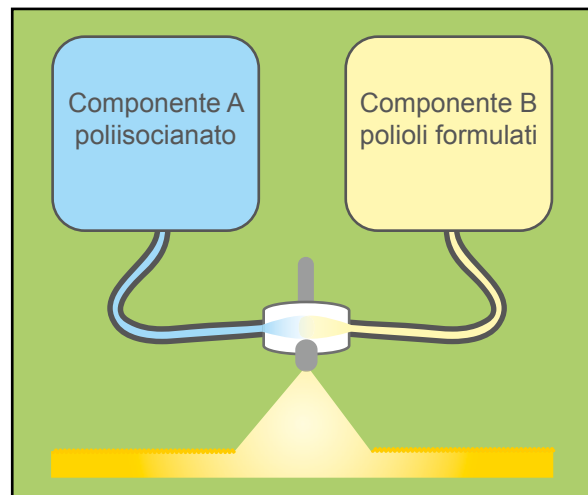
Il poliuretano espanso rigido è una delle poche materie plastiche che può essere prodotta, utilizzando appositi macchinari e formulazioni specifiche, direttamente in cantiere con notevoli vantaggi in termini di tempi di esecuzione dei lavori, minimizzazione degli impatti ambientali dovuti al trasporto dei materiali, efficacia e continuità dell'isolamento termico realizzato.

Il poliuretano espanso rigido viene prodotto in cantiere utilizzando due diverse tecnologie che richiedono specifiche attrezzature idonee al loro utilizzo in cantiere: le macchine dosatrici ed applicatrici sono montate su carrelli mobili, sono dotate di sistemi di termostatazione dei componenti e di tubi di alimentazione delle pistole distributrici che assicurano il mantenimento della corretta temperatura.

### A SPRUZZO

I due componenti si miscelano in modo omogeneo scontrandosi, grazie all'alta pressione dell'impianto, all'interno di una camera di miscelazione della pistola distributrice.

Immediatamente dopo la nebulizzazione sulla superficie avviene la formazione delle celle del polimero che solidifica, aderendo al substrato, entro 10 -15 secondi. La rapidità di espansione e di solidificazione permette di applicare il poliuretano a spruzzo su superfici sia orizzontali sia verticali o su soffitti.



### PER INIEZIONE O COLATA

Nel caso di riempimenti di cavità, la schiuma poliuretana può essere realizzata utilizzando appositi macchinari dotati di una testa all'interno della quale i due componenti vengono miscelati ed iniettati quindi all'interno del manufatto o dell'intercapedine da isolare.

I tempi di polimerizzazione dei sistemi poliuretani per iniezione o colata sono generalmente più lunghi di quelli per le applicazioni a spruzzo.

# Le principali caratteristiche

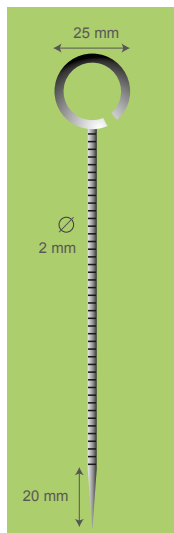
## Coefficiente di conducibilità termica $\lambda$

Indica la quantità di calore che, in un'ora, attraversa una superficie di un metro quadrato e di spessore pari a un metro, quando la differenza di temperatura tra le due facce è di un grado.

Secondo gli standard internazionali si esprime in W/mK e si valuta alla temperatura media di prova di 10° C.

E' una proprietà insita di ciascun materiale: più basso risulta il valore di  $\lambda$  migliore sarà il suo potere isolante.

I poliuretani espansi in situ offrono bassi valori di conducibilità termica che variano in funzione di diversi parametri; i più significativi sono il tipo di struttura, a celle aperte o chiuse, la densità, la formulazione del sistema.



† esempio di punzone

## Trasmittanza (U) e Resistenza (R) Termica

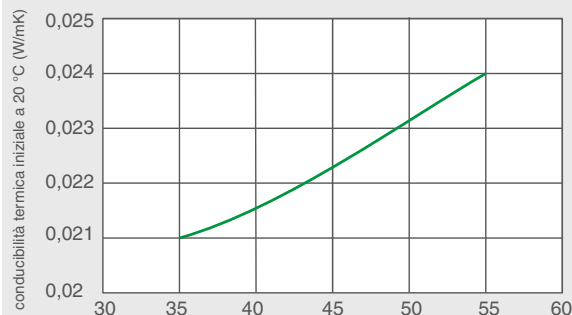
Il potere isolante di uno strato di un materiale di spessore definito ("s" o "d" in metri) si esprime mediante la trasmittanza termica (U in W/m<sup>2</sup>K) o la resistenza termica (R in m<sup>2</sup>K/W).

Queste si ricavano dalle relazioni:

$$U = \lambda/s \text{ e } R = s/\lambda$$

Le schiume poliuretaniche applicate a spruzzo presentano una caratteristica superficie irregolare "a buccia di arancio"; per valutare il loro spessore medio si utilizza uno speciale punzone graduato (v. UNI EN 823) effettuando misu-

## Valori tipici di conducibilità termica iniziale di schiume poliuretaniche a celle chiuse applicate a spruzzo in funzione della densità



## Valori tipici di conducibilità termica iniziale ( $\lambda_i$ ) di schiume poliuretaniche a celle aperte applicate a spruzzo

Densità ca. 20 kg/m<sup>3</sup>

$\lambda_i = 0,038 - 0,040$  W/mK

razioni in diversi punti della superficie.

Nelle applicazioni per colata in intercapedine lo spessore viene valutato come la distanza tra le due murature/pareti.

## Eliminazione dei ponti termici

L'applicazione di schiuma poliuretana in opera permette di realizzare, su qualsiasi superficie anche irregolare, uno strato isolante continuo privo di ponti termici.



## Coefficiente di conducibilità termica stabile nel tempo

Le prestazioni isolanti del poliuretano espanso rigido si modificano leggermente per un fenomeno di diffusione dell'aria ambiente all'interno delle celle del polimero. Al raggiungimento delle situazione di equilibrio il coefficiente di conducibilità termica si stabilizza e rimane invariato nel tempo.

Il fenomeno si valuta utilizzando uno dei due metodi previsti sia dalle norme armonizzate già in vigore per le schiume poliuretatiche (UNI EN 13165 e UNI EN 14509) sia dai progetti di norma per le applicazioni in situ (prEN 14315 -1 e -2 - Prodotti per l'isolamento termico degli edifici Poliuretano espanso rigido applicato a spruzzo e prEN 14318 -1 e -2 - Prodotti per l'isolamento termico degli edifici - Poliuretano espanso rigido applicato per colata).

Per i poliuretani applicati in situ la determinazione e la dichiarazione di questa caratteristica vengono effettuate dai produttori dei sistemi poliuretatici utilizzando uno dei seguenti metodi:



1) Invecchiamento accelerato dei campioni per 175 giorni in stufa a 70°C

2) Superamento di un test di "normalità" delle schiume e applicazione del metodo degli incrementi fissi.

I due metodi contemplano fattori di correzione statistica, alternative legate alla presenza o meno di rivestimenti impermeabili, agli agenti espandenti e arrotondamenti per eccesso dei risultati ottenuti. Nella tabella si riportano, per gli intervalli di densità indicati, i valori tipici di conducibilità termica delle schiume applicate a spruzzo con una percentuale di celle chiuse  $\geq$  al 90%.

**Valori tipici di conducibilità termica stabilizzata ( $\lambda_D$ ) delle schiume poliuretatiche applicate a spruzzo (percentuale di celle chiuse > 90%, prive di rivestimento)  
Valori calcolati secondo prEN 14315 e 14318 parte 1**

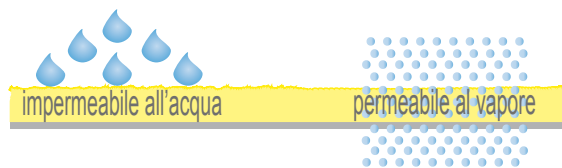
| Densità schiuma<br>kg/m <sup>3</sup> | Conducibilità termica<br>iniziale<br>$\lambda_i$ 10°C<br>W/mK | Intervallo di incrementi<br>in funzione di correzione<br>statistica,<br>espandente e spessore<br>W/mK | Conducibilità termica<br>stabilizzata<br>$\lambda_D$ 10 °C<br>W/mK |
|--------------------------------------|---|---|--|
| > 30 < 50                            | 0,022 - 0,024   | 0,006 - 0,007   | <b>0,028 - 0,031</b>   |
| > 50                                 | 0,023 - 0,025   | 0,006 - 0,007   | <b>0,029 - 0,032</b>   |

## Permeabilità al vapore

La schiuma poliuretanic a celle chiuse, a densità comprese tra i 35 e i 60 kg/m<sup>3</sup>, è permeabile con valori di coefficiente di resistenza al passaggio del vapore,  $\mu$ , compresi tra 30 e 40.

Questi valori consentono, nelle più comuni applicazioni, il normale flusso del vapore attraverso le strutture.

In particolari condizioni di esercizio (locali con alta produzione di vapore) o in presenza di strati protettivi della schiuma impermeabili al vapore, il progettista dovrà valutare, mediante il metodo grafico di Glaser, il rischio di possibili condense all'interno dello strato isolante. Queste potranno essere evitate prevedendo l'applicazione di una barriera al vapore posta, in totale aderenza, sul lato caldo della struttura.



## Impermeabilità all'acqua

La struttura a celle chiuse della schiuma e la naturale formazione della pelle superficiale impediscono l'assorbimento d'acqua che può avvenire, per capillarità, solo in corrispondenza di tagli o fessure.

L'assorbimento d'acqua è inversamente proporzionale alla densità della schiuma; prove condotte su schiume applicate a spruzzo con densità di circa 60 kg/m<sup>3</sup>, hanno ottenuto la certificazione di impermeabilità anche alla pressione di 0,6 atm.

### Valori tipici del coefficiente di resistenza al passaggio del vapore di comuni materiali per edilizia

| Materiale  | $\mu$    |
|--|----------|
| Aria   | 1        |
| Muratura in elementi pieni di laterizio  | 8-10     |
| Schiuma poliuretanic applicata a spruzzo (35-60 kg/m <sup>3</sup> )              | 30-40    |
| Pannelli in polistirene espanso (20 -60 kg/m <sup>3</sup> )                      | 40-100   |
| Pannelli in poliuretano espanso rigido, vari rivestimenti permeabili             | 40-150   |
| Pannelli in polistirene espanso estruso  | 80-250   |
| Pannelli in poliuretano espanso rigido, vari rivestimenti impermeabili o lamiera | $\infty$ |

## Caratteristiche meccaniche

Anche le prestazioni meccaniche sono fortemente influenzate dalla densità  $\rho$ , per le tipologie più comuni di schiume a celle chiuse applicate a spruzzo, i valori tipici di resistenza alla compressione variano tra i 160 e i 500 KPa e sono idonei a soddisfare le più severe condizioni di esercizio dello strato isolante (v. grafico).

## Tenuta all'aria

Le infiltrazioni d'aria nelle intercapedini dei muri perimetrali e nei manti di copertura determinano, in presenza di strati isolanti discontinui, una riduzione delle prestazioni isolanti della struttura.

Lo strato continuo di schiuma poliuretanicca, con un contenuto di celle chiuse  $\geq$  al 90%, applicata a spruzzo assicura una perfetta tenuta all'aria impedendo le possibili infiltrazioni in corrispondenza dei punti di giunzione tra le diverse strutture.

## Durabilità nel tempo

La reazione chimica che origina la schiuma poliuretanicca è completa, irreversibile e stabile nel tempo. La schiuma poliuretanicca applicata in situ è un materiale solido e compatto che non si deforma, non si sbriciola, e mantiene nel tempo le sue caratteristiche fisiche e chimiche.

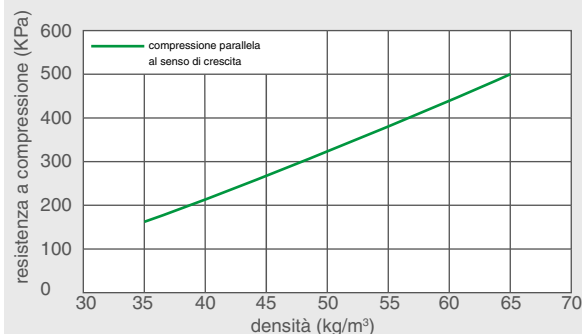
La schiuma poliuretanicca è inerte e non biodegradabile, resiste bene agli attacchi biologici e non favorisce lo sviluppo di muffe o funghi.

## Resistenza ai raggi ultravioletti

I raggi ultravioletti determinano l'ossidazione e l'ingiallimento dello strato superficiale della schiuma che, se sottoposto ad un'azione abrasiva, tende allo sfarinamento.

Il fenomeno interessa solo lo strato superficiale

Valori tipici di resistenza alla compressione delle schiume poliuretanicche applicate a spruzzo (UNI EN 826)



esposto alla luce e non è indicativo di un decremento delle prestazioni dello strato isolante. Le schiume applicate in situ sono sempre protette dall'azione dei raggi ultravioletti o da altri strati funzionali (tegole, massetti di pavimentazione, murature, ecc.) o da vernici o rivestimenti polimerici, come avviene, ad esempio, nelle coperture piane non pavimentate.

## Reazione al fuoco

Per valutare la reazione al fuoco dei materiali si utilizzano metodi di prova standardizzati e sistemi di classificazione recepiti a livello legislativo nazionale ed europeo.

Per le schiume poliuretanicche applicate in situ, non ancora coperte da norma armonizzata europea e da marcatura CE, si utilizzano i test UNI 8457 + foglio aggiornamento A1 e UNI 9174 + foglio aggiornamento A1, richiamati dal DM 26 giugno 1984, che prevedono, per i materiali combustibili, un sistema di valutazione in Classi numeriche da 1 a 5. Non appena saranno pubblicate le norme armo-

nizzate europee la valutazione delle prestazioni di reazione al fuoco delle schiume poliuretatiche dovrà essere effettuata utilizzando i metodi di prova EN ISO 11925-2 e EN 13823 previsti dal sistema delle Euroclassi. La classificazione europea prevede 7 Euroclassi indicate da lettere: A1, A2, B, C, D, E e F; le prime due sono assegnate a materiali inorganici, quelle da B ad E valutano il comportamento dei materiali organici e la Euroclasse F si utilizza per i materiali dei quali non si valuta la reazione al fuoco.

Il sistema europeo di classificazione europea prevede inoltre la valutazione della velocità di crescita dell'opacità dei fumi (indicata dal parametro s) e del rilascio di parti infiammate e del gocciolamento (indicato dal parametro d).

Sulla base delle prove di laboratorio già eseguite con le nuove metodologie si può indicare, come gamma di comportamento tipico delle schiume poliuretatiche applicate in situ, la classificazione dalla Euroclasse F alla D.

Le norme armonizzate europee consentono di valutare anche il comportamento dei materiali nelle reali condizioni di esercizio previste ("end use condition").

Per i materiali isolanti, che non vengono mai installati a vista, le norme prevedono delle modalità di prova che simulano le applicazioni più comuni. Sulla base delle metodologie previste (EN 11925-2 e EN 13823), le prove di classificazione già realizzate dalle aziende associate ad ANPE consentono di indicare, come gamma tipica, una classificazione da B, s1-d0 a B, s3-d0.

La prestazione di reazione al fuoco delle schiume poliuretatiche applicate in situ può variare soprat-

**REAZIONE AL FUOCO - EUROCLASSI**  
**Prestazioni tipiche delle schiume poliuretatiche applicate a spruzzo**  
**(celle chiuse  $\geq$  90%, prive di rivestimento)**

| Metodo di prova           | RANGE TIPICO<br>Classificazione<br>EN 13501 |
|---------------------------|---|
| -                         | Euroclasse F                                |
| EN ISO 11925-2            | Euroclasse E                                |
| EN ISO 11925-2 e EN 13823 | D   |
| End use condition         | Euroclasse B, s3-d0<br>Euroclasse B, s1-d0  |

tutto in funzione del tipo di formulazione impiegata e della densità applicata.

### **Assorbimento acustico dei poliuretani espansi in opera**

Le prestazioni acustiche delle strutture edilizie, normalmente costituite da diversi strati funzionali, dipendono più dalla loro corretta composizione ed esecuzione che non dalle prestazioni dei singoli materiali.

Il poliuretano espanso rigido, con un contenuto di celle chiuse maggiore o uguale al 90%, utilizzato principalmente per le sue prestazioni di isolamento termico, è un materiale leggero, che non contribuisce in modo significativo all'aumento della massa delle strutture (parametro essenziale per le prestazioni di isolamento acustico di strutture monostrato). Il poliuretano rigido con un contenuto di celle chiuse inferiore od uguale al 20% permette di ottenere buone prestazioni di isolamento acustico, da rumori aerei o impattivi, in strutture multistrato

all'interno delle quali il poliuretano espanso funge da strato elastico (v. grafico).

Prestazioni ancora più significative, principalmente nella riduzione della trasmissione del rumore da calpestio, si ottengono utilizzando schiume poliuretatiche semirigide a celle parzialmente aperte, caratterizzate da un coefficiente di conducibilità termica lievemente più elevato di quelle a celle chiuse.

Va sottolineato che l'applicazione in situ di schiume poliuretatiche, sia a celle chiuse sia a celle aperte, offre il vantaggio di poter realizzare uno strato continuo assolutamente privo di ponti acustici che rappresentano, in fase applicativa, una delle principali cause di insuccesso degli interventi di isolamento acustico.

### Compatibilità ambientale

Il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici sono responsabili di circa il 40% dei consumi energetici dell'intera Comunità Europea. Circa il 30% di questi consumi potrebbe essere eliminato se gli edifici, sia nuovi sia esistenti, fossero efficacemente isolati.

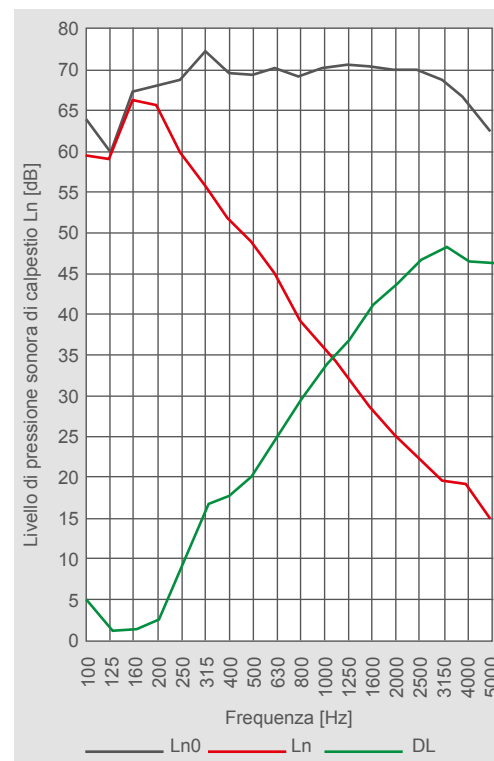
La riduzione dei consumi energetici degli edifici è quindi un'obiettivo imprescindibile non solo per una politica energetica che utilizzi razionalmente le risorse, ma anche per una significativa riduzione degli impatti ambientali generati dalle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, ritenute le prime responsabili dell'effetto serra e dei cambiamenti climatici.

Il poliuretano espanso rigido è uno dei più efficaci isolanti termici e assicura eccellenti prestazioni isolanti a fronte di un modesto consumo di risorse. Gli studi di bilancio energetico condotti hanno evidenziato che la produzione, installazione e dismissione a fine vita di un chilogrammo di schiuma

### Pavimento galleggiante Schiuma poliuretatica resiliente applicabile a spruzzo per la realizzazione di manti continui

Misurazione del livello di rumore da calpestio  
(UNI EN ISO 140-8:1999 e UNI EN ISO 717 - 2:1997)

$L_{n,w} = 54 \text{ dB}$



Stratigrafia considerata:

1. Sistema poliuretatico bicomponente resiliente applicabile in situ con tecnologia spray per la realizzazione di manti continui su laterizi, calcestruzzo, cartongesso e altri substrati. Spessore misurato 8÷13 mm, massa misurata 1,092 kg/m<sup>2</sup>
2. Massetto in sabbia-cemento con armatura, spessore 5 cm, massa superficiale 100 kg/m<sup>2</sup>

poliuretana applicata a spruzzo determina un quantitativo di emissioni di circa 80 volte inferiore al risparmio che determina il suo impiego (v. box) e il consumo di risorse utilizzate per la produzione dello strato isolante viene ammortizzato, sotto forma di riduzione dei consumi energetici e delle emissioni, già nel corso della prima stagione di riscaldamento.

Rispetto a qualsiasi altro materiale la schiuma poliuretana applicata in opera offre interessanti riduzioni degli impatti ambientali determinati dal trasporto del materiale isolante dallo stabilimento di produzione al luogo di installazione.

L'espansione in opera della schiuma poliuretana comporta, rispetto alla fase liquida dei due componenti, un aumento di volume variabile tra 20 e 30 volte in funzione delle diverse densità applicate.

Ciò significa che, utilizzando un solo mezzo adibito al trasporto dell'attrezzatura e dei componenti liquidi, è possibile coibentare una superficie che richiederebbe il trasporto di più di 200 metri cubi di pannelli isolanti.

La riduzione del volume trasportato determina inoltre un significativo contenimento dei costi e degli impatti ambientali determinati dalla movimentazione in cantiere e dalla posa in opera.

### Bilancio energetico di 1kg di schiuma poliuretana applicata a spruzzo

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Emissioni determinate da produzione, installazione e dismissione | <b>11 kg CO<sub>2eq</sub></b>  |
| Risparmio in un edificio medio durante 50 anni di esercizio      | <b>800 kg CO<sub>2eq</sub></b> |

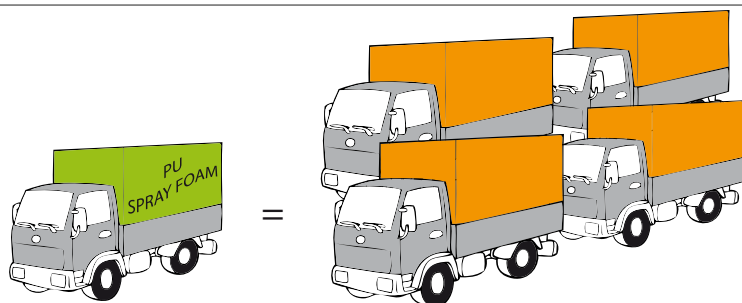
Applicazione di 1 kg di poliuretano espanso rigido applicato a spruzzo su una superficie di 1 m<sup>2</sup> con uno spessore medio di 3 cm ed una densità media di 35 kg/m<sup>3</sup>. Lo strato isolante offre una resistenza termica di 1,07 m<sup>2</sup>K/W.  
Cfr. "Poliuretano Proyectado" - Atepa

### Sicurezza

Oltre ad essere perfettamente compatibile con l'ambiente e vantaggiosa in termini di bilancio energetico la schiuma poliuretana in fase solida è inerte ed innocua per la salute dell'uomo, non rilascia polveri nocive e non è metabolizzabile.

Nella manipolazione dei componenti liquidi e nella fase di espansione gli operatori adottando i mezzi di protezione individuale più idonei alle condizioni applicative (sistemi anticaduta, guanti, occhiali e maschere protettive, ecc.) nel rispetto della legislazione vigente in tema di protezione della salute e sicurezza dei lavoratori.

L'utilizzo di un solo mezzo, per il trasporto delle attrezzature e dei componenti, consente la realizzazione in cantiere di oltre 200 m<sup>3</sup> di schiuma poliuretana.





# Aspetti normativi

## La normativa italiana

La Direttiva Europea 98/34/CE definisce come “norma” una specifica tecnica approvata da un organismo riconosciuto a svolgere attività normativa per applicazione ripetuta o continua, la cui osservanza non sia obbligatoria e che appartenga ad una delle seguenti categorie:

- ➔ norma internazionale (ISO)
- ➔ norma europea (EN)
- ➔ norma nazionale (in Italia UNI, in Francia AFNOR, in Germania DIN, ecc.)

Le norme tecniche sono democratiche e consensuali, definite cioè con il contributo e l'approvazione dei soggetti interessati ed hanno sempre un carattere volontario e non cogente.

La diffusione e l'applicazione di una norma dipendono quindi esclusivamente dalla volontà dei diversi soggetti, produttori, applicatori e committenti, a recepirne i contenuti.

In Italia per le applicazioni a spruzzo di poliuretano espanso rigido è stata sviluppata, negli anni 80, la norma UNI 9564 pubblicata poi nel 1990.

La norma definisce i tipi e requisiti del prodotto e descrive i metodi di prova adottati per valutarne le prestazioni.

La pubblicazione della norma tecnica di riferimento non ha trovato particolare riscontro nel mercato ed è stata scarsamente applicata a causa di diversi fattori, tra i più determinanti:

- ➔ l'avvio del processo europeo di definizione di norme armonizzate di prodotto, finalizza-

te all'implementazione della Direttiva Costruzione e della marcatura CE, destinate a sostituire le norme nazionali in vigore

- ➔ l'evoluzione tecnica del prodotto che ha comportato sostanziali cambiamenti a caratteristiche e prestazioni. Tra le più importanti modifiche si segnala l'adozione nei sistemi poliuretanici di nuovi agenti espandenti a basso impatto ambientale che hanno determinato valori di conducibilità termica iniziale leggermente più elevati, ma soggetti a variazioni inferiori nel lungo periodo
- ➔ la mancata individuazione, all'interno della norma UNI 9564, dei diversi ruoli, competenze e responsabilità dei produttori dei sistemi poliuretanici e delle imprese applicatrici

## I progetti di norme armonizzate europee

La Direttiva Costruzioni 89/106 CEE (CPD), attualmente in fase di revisione, è stata adottata dagli Stati Europei con la finalità di garantire la libera circolazione delle merci in tutti i Paesi dell'Unione. La CPD si applica a qualsiasi prodotto fabbricato al fine di essere permanentemente incorporato in opere di costruzione (edifici e opere di ingegneria civile) e stabilisce i requisiti essenziali (stabilità, sicurezza al fuoco, sicurezza nell'uso, igiene, acustica, risparmio energetico) che le opere, quindi gli edifici e non i singoli prodotti, devono garantire. I prodotti sono ritenuti idonei quando il loro impiego consente all'opera di soddisfare i requisiti essenziali.

Per la valutazione di conformità dei prodotti è necessaria una norma tecnica di prodotto condivisa (norma EN) ed adottata da tutti gli stati membri (in Italia norma UNI EN).

Fino all'avvenuta approvazione e pubblicazione della norma armonizzata specifica per un prodotto non è possibile attestarne la conformità e apporre la conseguente marcatura CE.

Va sottolineato che la marcatura CE non è un marchio di qualità. Essa non fissa prestazioni o requisiti minimi per i prodotti, ma si limita ad uniformare i metodi di prova utilizzati per definire le caratteristiche e prestazioni e a stabilire le procedure di controllo che il fabbricante deve eseguire.

Non una garanzia di qualità, ma uno strumento essenziale che consente al mercato europeo di confrontare i prodotti che appartengono alla stessa famiglia sulla base di norme e modalità di espressione dei valori comuni per tutti i Paesi.

Per i poliuretani realizzati in situ sono stati elaborati 4 progetti di norme armonizzate (v. box) riferiti alle due tecnologie applicative, spruzzo e colata o iniezione, e ai due principali settori di utilizzo, isolamento termico di edifici e isolamento termico di apparecchiature e impianti industriali.

Ogni norma prevede due parti distinte: la parte 1 di competenza del produttore del sistema poliuretanico, e la parte 2, di competenza dell'applicatore. La complessità del processo normativo in genere, le particolari difficoltà di un impianto che prevede due diversi soggetti, e l'avvio dei lavori per l'implementazione del nuovo Regolamento 305/2011 del 9 marzo 2011 (Construction Products Regulation - CPR) in sostituzione della CPD, rendono difficile prevedere i tempi di approvazione e pubblicazione dell'intero pacchetto di norme.

#### I progetti di norme armonizzate per i poliuretani applicati in situ

##### **prEN 14315 -1 e prEN 14315-2**

Prodotti per l'isolamento termico degli edifici  
Poliuretano espanso rigido applicato a spruzzo

##### **prEN 14318 -1 e prEN 14318-2**

Prodotti per l'isolamento termico degli edifici  
Poliuretano espanso rigido applicato per colata

##### **prEN 14319 -1 e prEN 14319-2**

Prodotti per l'isolamento termico delle apparecchiature e impianti utilizzati negli edifici e nelle industrie  
Poliuretano espanso rigido applicato per colata

##### **prEN 14320 -1 e prEN 14320-2**

Prodotti per l'isolamento termico delle apparecchiature e impianti utilizzati negli edifici e nelle industrie  
Poliuretano espanso rigido applicato a spruzzo

### Conducibilità termica di calcolo

I materiali isolanti coperti da norma armonizzata europea e marchi CE sono tenuti a dichiarare nell'etichetta il valore di conducibilità termica dichiarata,  $\lambda_D$ , calcolato alla temperatura media di prova di 10° C, rappresentativo del 90% della produzione con il 90% di confidenza statistica, e corrispondente al valore medio della prestazione per 25 anni di esercizio.

Questo valore è quindi comprensivo dell'incremento dovuto all'invecchiamento e può essere utilizzato come  $\lambda$  utile di calcolo in tutti i casi che non prevedono condizioni di esercizio, per grado di temperatura o percentuale di umidità relativa, diverse da quelle valutate in laboratorio (misura a 10° C dopo condizionamento a 23 °C e 50% UR).

Per i materiali isolanti privi di marcatura CE il progettista può:

- utilizzare i valori certificati dal produttore verificando che questi siano comprensivi

delle maggiorazioni dovute all'invecchiamento e rappresentativi del 90% della produzione con il 90% di confidenza statistica, riportandoli, se necessario, agli intervalli di temperatura ed umidità relativa specifici del progetto.

- utilizzare i valori tabulati nella norma UNI 10351 che indicano i valori di conducibilità termica indicativa di riferimento misurata a 20 °C ( $\lambda_m$ ) e una percentuale di maggiorazione "m" comprensiva dei fenomeni di invecchiamento, di variazioni di spessore, di possibile presenza di umidità e degli effetti legati alla manipolazione e alla messa in opera. La norma UNI 10351 integra, con i valori di permeabilità al vapore, "i valori correnti della conducibilità di alcuni materiali alla temperatura ordinaria" riportati dalla vecchia norma UNI 7357 pubblicata nel 1974. Pare quasi superfluo sottolineare che nel corso dei quasi 50 anni trascorsi l'e-

voluzione tecnica e applicativa è stata importante ed ha coinvolto sia i sistemi poliuretani, sia le apparecchiature per la posa in opera, che permettono oggi, tra gli altri vantaggi, anche un maggiore controllo dell'uniformità dello spessore. I valori di riferimento riportati dalla UNI 10351 sono indicati nel box e comportano una conducibilità utile di calcolo di 0,035 W/mK. Considerando la diversa temperatura di prova utilizzata negli anni '70, 20° C, contro gli attuali 10° C, previsti dalle norme europee per la misurazione del  $\lambda_D$  degli isolanti sottoposti a marcatura CE, e riportando a questo il valore del  $\lambda$  utile indicato dalla UNI 10351 si ottiene il valore di 0,033, molto cautelativo, ma non sostanzialmente dissimile da quello ottenibile con i metodi proposti dalle bozze di norme europee.

**UNI 10351**  
**Valori di conducibilità ripresi dalla UNI 7357 (anno 1974) con l'introduzione dei dati di permeabilità**

| Materiale   | Massa volumica<br>$\rho$<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Permeabilità al vapore campo asciutto<br>(UR 0-50%)<br>$\delta_a \times 10^{12}$<br>(kg/msPa) | Permeabilità al vapore campo umido<br>(UR 50-95%)<br>$\delta_u \times 10^{12}$<br>(kg/msPa) | Conducibilità indicativa di riferimento a 20°C<br>$\lambda_m$<br>(W/mK) | Maggiorazione m (%) | Conducibilità utile di calcolo a 20° C<br>$\lambda$<br>(W/mK) |
|---|--|---|---|---|---------------------|---|
| poliuretani espansi in situ   | 37   | 1,8 a 6   |   | 0,023   | 50                  | 0,035   |
| <b>Valore di conducibilità utile di calcolo (UNI 10351) trasportati alla temperatura di riferimento di 10° C utilizzata dalle norme UNI EN dei materiali isolanti sottoposti a marcatura CE</b> |  |   |   | a 10°C<br>$\lambda_m$<br>(W/mK)   |                     | a 10° C<br>$\lambda$<br>(W/mK)                                |
|   |  |   |   | 0,022   |                     | <b>0,033</b>  |

## Il marchio di controllo qualità

### Perché

L'attuale vuoto normativo determina la presenza nel mercato di una notevole variabilità di dati tecnici dichiarati dai singoli applicatori esplicitati, a volte, anche con unità di misura non omogenee e sulla base di norme tecniche molto datate o non rilevanti per il mercato italiano.

Una situazione confusa che può mettere in difficoltà committenti e progettisti nella corretta valutazione delle prestazioni offerte.

I produttori di sistemi e gli applicatori associati ad ANPE, allo scopo di fornire al mercato dati tecnici corretti e garantiti, hanno istituito un marchio di controllo qualità fondato sui principi normativi contenuti nelle bozze di norme europee prEN 14315, -1 e -2, e prEN 14318, -1 e -2.

Il marchio di controllo qualità ha sia il compito di anticipare, per le aziende che vi aderiscono, gli obblighi di controllo della produzione previsti dalle future norme armonizzate, sia quello di fornire al mercato dati prestazionali certi che consentano scelte tecniche consapevoli in grado di valorizzare correttamente sia la qualità dei materiali sia la professionalità delle imprese applicatrici.

### Controllo qualità

Il marchio di controllo qualità ANPE prevede che il rispetto dei requisiti, riportati nella presente Linea Guida, sia verificato da ICMQ mediante un'attività d'ispezione che è condotta sia presso i produttori di sistemi poliuretanicici sia presso gli applicatori. Le verifiche di ICMQ attengono al processo e ac-



certano che le attività, le relative registrazioni e la documentazione siano, rispettivamente, eseguite, conservate e presenti così come previsto dalla guida ANPE.

A seguito dell'esito positivo dell'ispezione sarà rilasciato il relativo certificato con validità annuale.

Le attestazioni di rispondenza ai criteri del "Controllo qualità poliuretano espanso in opera" sono costituite da due schede tecniche: la prima riferita al sistema e la seconda riferita all'applicazione.

Entrambe le attestazioni devono essere consegnate al committente, o al progettista o al tecnico responsabile del cantiere, al termine dei lavori e devono essere conservate per un periodo di 5 anni allo scopo di consentire le possibili verifiche dell'Ente di controllo.

In mancanza di una delle due attestazioni di conformità non si possono considerare soddisfatti i requisiti previsti dalle Linee Guida per l'intera applicazione.

### Ente di controllo

Il compito di sorvegliare la corretta applicazione dei principi ispiratori del marchio di controllo qualità è stata affidata a ICMQ.



## Qualità dei sistemi poliuretanic le verifiche dei produttori

### Conducibilità termica iniziale

rif. EN 12667 - EN 12939 - prEN 14315-1 - prEN 14318-1

Il valore viene ricavato dalla misurazione della resistenza termica di un provino, effettuata in un periodo compreso tra 1 e 8 giorni dalla produzione, alla temperatura di prova di 10 °C.

### Conducibilità termica dichiarata

rif. prEN 14315-1 - prEN 14318-1 Annex C

Il valore viene ricavato con una delle seguenti procedure:

- invecchiamento accelerato a 70 °C per 175 giorni
- superamento di un test di normalità della schiuma e applicazione di incrementi fissi stabiliti dalla norma in funzione del tipo di espandente.

Il valore della conducibilità termica dichiarata è comprensivo di maggiorazioni statistiche che lo rendono rappresentativo del 90% della produzione con il 90% della confidenza statistica.

### Resistenza termica dichiarata

rif. prEN 14315-1 Annex J - prEN 14318-1 Annex K

Per i prodotti con un contenuto percentuale di celle chiuse compreso tra il 20 e il 90%, il produttore del sistema fornisce in un'apposita tabella delle prestazioni i valori della Resistenza Termica Dichiarata ( $R_D$  in  $m^2K/W$ ) per gli spessori realizzabili con intervalli di 5 mm.

La Resistenza Termica viene ricavata dal valore

della conducibilità termica dichiarata tenendo in considerazione il tipo di espandente utilizzato e lo spessore applicato.

### Reazione al fuoco

rif. EN 13501-1 - EN ISO 11925-2 - EN 13823 - prEN 14315-1 Annex G - prEN 14318-1 Annex H

Il produttore del sistema dichiara la Euroclasse di reazione al fuoco della sola schiuma poliuretanic. Su base volontaria, potrà inoltre essere dichiarata la prestazione in "end use condition" all'interno di pacchetti applicativi standardizzati (dietro cartongesso, pannelli in truciolare, lamiere).

### Profilo temporale della reazione

rif. prEN 14315-1 - prEN 14318 - 1 Annex E

Misurazione della durata, espressa in secondi, delle tre fasi della polimerizzazione:

CT = crem time - tempo di inizio crescita

GT = gel time - tempo di filo

TFT = tack free time - tempo di fine impronta

### Densità in crescita libera

prEN 14315-1 - prEN 14318 -1 Annex E.

Il produttore del sistema misura e dichiara il valore della densità della schiuma in crescita libera secondo la norma EN 1602 o secondo la procedura descritta nell'annex E delle norme prEN 14315 - 1 e prEN 14318 -1. Il valore è espresso in  $kg/m^3$ .

## Contenuto percentuale di celle chiuse

rif. prEN 14315-1 - prEN 14318-1

Il contenuto percentuale di celle chiuse viene misurato secondo la ISO 4590 e espresso in 4 classi:

|      |                       |
|------|-----------------------|
| CCC1 | < 20%                 |
| CCC2 | $\geq 20\% \leq 80\%$ |
| CCC3 | $> 80\% \leq 89\%$    |
| CCC4 | $\geq 90\%$           |

Le prestazioni che seguono sono determinate volontariamente dal produttore del sistema in funzione di particolari esigenze applicative.

## Resistenza alla compressione

rif. EN 826 - prEN 14315-1

La resistenza alla compressione viene normalmente valutata entro il 10% di deformazione,  $\sigma_{10}$ . Nessun risultato deve essere inferiore al valore dei seguenti livelli:

| Livello     | Requisito Kpa |
|-------------|---------------|
| CS(10\Y)100 | $\geq 100$    |
| CS(10\Y)150 | $\geq 150$    |
| CS(10\Y)200 | $\geq 200$    |
| CS(10\Y)300 | $\geq 300$    |
| CS(10\Y)400 | $\geq 400$    |
| CS(10\Y)500 | $\geq 500$    |

## Permeabilità al vapore

rif. EN 12086 Metodo A (23 ° C, 0 / 50% R.H.) - prEN 14315-1 - 4.3.2 - prEN 14318-1 - 4.2.5

La resistenza al vapore acqueo è dichiarata come fattore di resistenza al vapore,  $\mu$ .

## Assorbimento d'acqua

rif. EN 1609 metodo B - prEN 14315-1- 4.3.3 - prEN 14318-1 - 4.2.4

L'assorbimento di acqua a breve termine per immersione parziale viene indicato con il simbolo  $W_p$  e viene espresso in  $\text{kg/m}^2$ .

## Adesione al substrato

rif. prEN 14315-1 Annex F - prEN 14318 -1 Annex B

Viene dichiarata in base a livelli citando sempre il substrato di riferimento.

## Indicazioni per la corretta applicazione

Il produttore del sistema deve indicare, nella documentazione tecnica del sistema e all'interno della scheda di attestazione di qualità, le condizioni d'uso e le avvertenze applicative necessarie a assicurare il corretto utilizzo del sistema.

Sono ritenute essenziali le seguenti indicazioni:

- applicazioni raccomandate/consentite
- condizioni di stoccaggio dei componenti
- data di scadenza
- rapporto di utilizzo dei due componenti
- temperatura minima e massima dei componenti
- gamma accettabile di condizioni termoigrometriche dell'ambiente e dei supporti
- natura dei supporti
- operazioni preliminari di pulizia o preparazione del supporto
- gamma consentita di spessori per ogni singolo strato applicato
- condizioni applicative per la stesura di strati successivi

Se ritenuto opportuno il produttore potrà prevedere la verifica di ulteriori parametri ambientali o condizioni applicative.

Il rispetto delle condizioni applicative previste dal produttore del sistema è ritenuto vincolante per il corretto utilizzo e applicazione.



## Attestazione di Controllo Qualità dei sistemi poliuretanici



|   |                |  |                        |
|---|----------------|--|------------------------|
| <b>Società</b>                                      | Aldo Rossi Spa | Via Rossini - 20100 Milano<br>P.IVA 0000000000 |                        |
| <b>Sistema</b>                                      | PU Spray 200   | <b>Lotto e data</b>                            | 00000 - 05/2011        |
| <b>Caratteristiche Tecniche e prestazioni</b>       |                | <b>Rif. normativi</b>                          | <b>Valori o classi</b> |
| Conducibilità termica iniziale                      |                |  |                        |
| Conducibilità termica dichiarata                    |                |  |                        |
| Resistenza Termica Dichiarata                       |                |  | tabella prestazionale  |
| Reazione al fuoco                                   |                |  |                        |
| Densità della schiuma in crescita libera            |                |  |                        |
| Profilo temporale della reazione                    |                |  |                        |
| Contenuto percentuale di celle chiuse               |                |  |                        |
| <b>Altre Caratteristiche Tecniche (opzionali)</b>   |                |  |                        |
| Resistenza alla compressione                        |                |  |                        |
| Permeabilità al vapore                              |                |  |                        |
| Assorbimento d'acqua                                |                |  |                        |
| Adesione al substrato                               |                |  |                        |
| <b>Avvertenze e indicazioni di impiego</b>          |                |  |                        |
| <b>Sistema per applicazioni in</b>                  |                |  |                        |
| <b>Stoccaggio</b>                                   |                | <b>Data scadenza</b>                           |                        |
| <b>Rapporto /taratura</b>                           |                | <b>T (° C) min e max componenti</b>            |                        |
| <b>Condizioni termoigrometriche ambiente</b>        |                |  |                        |
| <b>Condizioni termoigrometriche supporto</b>        |                |  |                        |
| <b>Tipo di supporto</b>                             |                |  |                        |
| <b>Preparazione supporto</b>                        |                |  |                        |
| <b>Spessore massimo del singolo strato</b>          |                |  |                        |
| <b>Condizioni applicative per strati successivi</b> |                |  |                        |



## Qualità dell'applicazione le verifiche delle imprese

Fatte salve specifiche e diverse indicazioni del produttore del sistema, l'impresa applicatrice verificherà e dichiarerà i seguenti parametri ambientali e applicativi:

### Condizioni termoigrometriche dell'ambiente

strumento: termometro - igrometro

Fatte salve diverse indicazioni del produttore del sistema, la temperatura ambiente dovrà essere superiore a 5 °C e l'umidità relativa dovrà essere tale da non compromettere l'adesione della schiuma al supporto.

### Condizioni termoigrometriche del supporto

strumento: termometro a contatto - igrometro - diagramma aria umida

La temperatura del supporto deve essere superiore a 5 °C.

Si dovrà inoltre verificare, mediante l'uso del diagramma dell'aria umida o di un termoigrometro, che la temperatura del supporto sia di almeno 5 °C superiore a quella corrispondente al punto di rugiada.

Le superfici porose, come ad esempio quelle in legno o in cemento, non devono avere un contenuto di umidità relativa superiore al 20%. In caso di necessità potranno essere asciugate con aria calda prima di procedere all'applicazione.

Il rispetto delle condizioni indicate è essenziale

per garantire la corretta adesione della schiuma. Trattandosi di parametri soggetti a variazioni continue, l'idoneità delle condizioni termoigrometriche ambientali e del supporto dovrà essere verificata per l'intera durata dell'applicazione.

### Verifica della compatibilità del substrato

strumento: controllo visivo

La schiuma poliuretana garantisce una buona adesione alla maggior parte dei possibili supporti: legno, cemento, laterizio, fibrocemento, metalli, guaine, ecc.

In tutti i casi il supporto dovrà essere asciutto, pulito, privo di zone disomogenee e di polvere.

Nel caso di applicazioni sopra manti impermeabili verrà verificata, ed eventualmente ripristinata, la loro perfetta adesione al piano di posa.

Su superfici polverose o disomogenee potrà essere valutata l'opportunità di applicare un promotore di adesione specifico per poliuretani espansi.

### Vento

strumento: anemometro - controllo visivo

L'applicazione in esterno di schiuma poliuretana applicata a spruzzo può essere eseguita con condizioni di vento inferiori a 15 km/h.

Il parametro non necessita di verifica per applicazioni all'interno e per quelle di colata o iniezione.

### Installazione delle protezioni

Prima di iniziare l'applicazione a spruzzo devono essere adeguatamente protette sia le parti dell'opera che non debbono essere isolate (camini, gronde, infissi, ecc.) sia l'area di cantiere non interessata dall'applicazione.

Si dovrà verificare che non sussistano situazioni o condizioni tali per le quali l'applicazione possa determinare danni a persone, a cose o all'ambiente.

### Taratura e manutenzione delle macchina

La pulizia e la taratura della macchina verrà effettuata, con frequenza almeno giornaliera, secondo le indicazioni del produttore del macchinario e verrà verificato che il rapporto tra i due componenti sia pari a quello indicato dal produttore del sistema.

### Provino

Prima dell'applicazione di ogni lotto verrà realizzato un provino su supporto standardizzato (compensato, fibrocemento o simili) con annotato luogo e data di applicazione e numero di lotto del sistema.

Il provino dovrà essere realizzato nello spessore e con il numero di strati previsti dall'applicazione.

### Controllo visivo

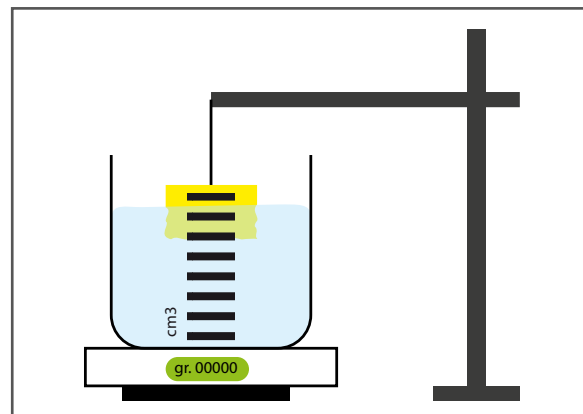
L'operatore dovrà verificare l'aspetto uniforme della schiuma, l'assenza di zone con striature o variazioni cromatiche, l'assenza di cavità superficiali o bolle tra supporto e schiuma o tra i vari strati.

### Controllo densità

rif. prEN 14315-2 Annex B o C

strumento: bilancia, vaso

Sul provino realizzato, o su un campione preleva-



to dalla superficie isolata, l'operatore verificherà la densità applicata mediante il metodo di immersione in acqua (v. figura) e l'utilizzo della formula:  
 Densità installata dichiarata ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) =  $M/V \times 1000$   
 dove

M = massa del campione, in grammi

V = volume del campione in centimetri cubici

### Sovrapposizione degli strati

strumento: punzone graduato

Lo spessore complessivo dello strato isolante verrà ottenuto mediante passate successive.

Lo spessore di ciascuno strato non potrà essere superiore a quello indicato dalla scheda tecnica del produttore del sistema.

Tra una passata e l'altra dovrà intercorrere il tempo, o dovranno essere verificate le condizioni di temperatura superficiale, indicate dal produttore del sistema.

### Misura dello spessore applicato

rif. prEN 14315-2 Annex A - prEN 14318-2 Annex A

strumento: punzone graduato

Per ogni area di  $100 \text{ m}^2$  di superficie rivestita, le

misurazioni di spessore applicato saranno realizzate in 10 posizioni, cinque delle quali scelte visivamente nelle aree di apparente spessore inferiore e cinque in quelle di apparente spessore maggiore.

Lo spessore medio dell'area di 100 m<sup>2</sup> sarà calcolato come la media matematica delle 10 misurazioni.

### Resistenza Termica Dichiarata ( $R_D$ )

rif. prEN 14315-2 - 5.2 - prEN 14318-2 - 5.2

La Resistenza Termica Installata Dichiarata,  $R_D$ , sarà dichiarata conformemente alle tabelle di dichiarazione delle prestazioni termiche rilasciate dal produttore del sistema poliuretano in accordo alla prEN 14315-1, o sarà calcolata mediante la formula:

$$R_D = d / \lambda_D$$

dove:

$d$  è lo spessore medio applicato espresso in metri  
 $\lambda_D$  è la conducibilità termica dichiarata riportata nella scheda tecnica del fornitore del sistema.

### Sicurezza

La manipolazione dei componenti e il loro utilizzo devono essere effettuati da personale adeguatamente formato e dotato dei mezzi di protezione individuale indicati dal responsabile dell'impresa applicatrice e dal responsabile della sicurezza del cantiere.

Gli imballi dei componenti liquidi devono essere smaltiti in accordo con le leggi nazionali vigenti (codice CER 15.01.06).

La schiuma poliuretano espansa, realizzata utilizzando il corretto rapporto tra i due componenti, è un polimero solido, stabile e non biodegradabile. Eventuali residui o scarti di schiuma poliuretano



possono essere smaltiti come gli altri rifiuti inerti derivanti da attività edilizie (codice CER 17.06.02).

Trattandosi di materiale organico, in prossimità del cantiere devono essere evitate tutte le operazioni che comportino l'utilizzo di fiamme libere e di attrezzature ad alte temperature.

## Attestazione di Controllo Qualità dell'applicazione



|                               |                |                 |  |                  |
|-------------------------------|----------------|-----------------|--|------------------|
| <b>Società</b>                | Aldo Rossi Spa |                 | Via Rossini - 20100 Milano<br>P.IVA 0000000000 |                  |
| <b>Committente</b>            | Mario Bianchi  | <b>Cantiere</b> | Via Verdi 65 - 20100 Milano                    |                  |
| <b>Data Inizio lavori</b>     | 05/05/2011     |                 | <b>Responsabile</b>                            | Giuseppe Bellini |
| <b>Data Fine lavori</b>       | 07/05/2011     |                 |  |                  |
| <b>Sistema/i utilizzato/i</b> | PU Spray 200   |                 | <b>Lotto e data</b>                            | 00000 - 05/2011  |

### Controlli condizioni applicative

Sono state effettuate le seguenti verifiche:

- condizioni termoigrometriche dell'ambiente
- condizioni termoigrometriche del supporto
- velocità del vento
- eventuale necessità di utilizzare protezioni
- tipo e condizioni del supporto
- taratura della macchina
- aspetto della schiuma
- provino campione
- spessore medio
- densità della schiuma

Gli esiti delle verifiche sono registrati nelle seguenti schede di controllo disponibili presso la sede della Soc. Aldo Rossi Spa

| Scheda n° | data       | ora   | operatore  |
|-----------|------------|-------|------------|
| 01        | 05/05/2011 | 10,00 | G. Bianchi |
| 02        | 05/05/2011 | 15,00 | A. Verdi   |
| 03        | 07/05/2011 | 10,00 | G. Bianchi |

### Caratteristiche e prestazioni

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Superficie complessiva                       | 1000 m <sup>2</sup>     |
| Spessore richiesto                           | 80 mm                   |
| Spessore medio applicato                     | 83 mm                   |
| Resistenza Termica dichiarata R <sub>D</sub> | 2,76 m <sup>2</sup> K/W |
| Densità installata dichiarata                | 40 kg/m <sup>3</sup>    |



**DUNA-Corradini**

FOAMS & CHEMICALS

**Specialisti nella produzione di:**

**SISTEMI POLIURETANICI  
A SPRUZZO E  
PER COLATA IN INTERCAPEDINE**

resine epossidiche per marmi e graniti  
soluzioni per l'imballaggio in poliuretano  
adesivi poliuretanic

**Le applicazioni dei prodotti DUNA - Corradini**

**Coperture, isolamenti ed  
impermeabilizzazioni di tetti e pareti  
Cantieristica navale**

Costruzione veicoli isothermici  
Petrochimico ed energetico  
Imballaggio  
Industria del freddo  
Resinatura marmi e graniti  
Pannelli e compositi  
Pavimentazioni industriali  
Adesivi strutturali, colle e sigillanti

**INNOVATION PROVIDERS**



**DUNA USA Inc.**  
4210 FM 1405  
Baytown, Texas 77523  
ph: 281-383-3862  
Fx: 281-383-0115  
DUNA USA Inc., Michigan Plant  
5900 West 6th street  
Ludington, Michigan 49431  
info-dunausa@dunagroup.com  
www.dunausainc.com



**DUNA-Corradini S.p.A.**  
Via Modena-Carpi, 388  
41019 Soliera (Mo)  
Tel. +39 059 893 911  
Fax +39 059 565 403  
info@dunagroup.co  
www.dunagroup.com



# PolySysTem

## Sistemi & Tecnologie per il Poliuretano



### Produzione di sistemi poliuretanici per l'edilizia e l'industria:

- sistemi a spruzzo e a colata per l'isolamento termico civile e industriale
- sistemi a spruzzo per l'isolamento acustico civile
- poliuree e coatings
- adesivi poliuretanici

- sistemi per isolamento serbatoi e tubazioni
- sistemi per la scenografia e l'irrigidimento di manufatti in polistirolo
- sistemi per l'impermeabilizzazione, infiltrazioni sottofalda, venute d'acqua
- sistemi per il consolidamento dei terreni
- sistemi per l'imballaggio

**PolySysTem s.r.l**

**Piazzale Cocchi, 22 (Z.I.) - 21040 Vedano Olona (Va) - Italy**

**Tel. (+39) 0332 404225**

**info@polysystem.it**

**Fax (+39) 0332 402588**

**www.polysystem.it**



dal 1965

il vostro partner  
nei poliuretani



Sistemi poliuretani bicomponenti  
per le aziende più esigenti  
e per le applicazioni  
ad elevato contenuto tecnologico.

La ricetta TAGOS:

lunga esperienza,  
profonda conoscenza del settore,  
elevata qualità delle materie prime,  
delle lavorazioni e del servizio,  
massima flessibilità nella personalizzazione



TAGOS S.r.l.

Via Marzoli Massari, 5  
Zona industriale Sud-Ovest  
21052 Busto Arsizio (VA) - Italy

Tel. +39 0331 344026

Fax +39 0331 350748

info@tagos.it

www.tagos.it

Gestione integrata  
della qualità e dell'ambiente  
certificato secondo  
le norme UNI EN ISO 9001:2000  
e UNI EN ISO 14001:2004.

Tagos aderisce al progetto  
Responsible Care che coinvolge  
tutte le aziende chimiche  
del mondo impegnate  
a operare secondo i principi  
della responsabilità ambientale.







- ✓ Poliuretano a spruzzo
- ✓ Isolamento termico
- ✓ Impermeabilizzazioni con poliurea

**I professionisti del  
POLIURETANO**

[www.azetapur.it](http://www.azetapur.it)



# Du-Mat

ISOLAMENTI TERMICI

[www.dumat-isolamenti.it](http://www.dumat-isolamenti.it)

- ▶ isolamenti termici ed acustici in poliuretano espanso a spruzzo su pareti, tetti, pavimenti, terrazzi, travi, pilastri, fondazioni
- ▶ impermeabilizzazione in resine senza demolire il sottofondo
- ▶ trattamenti anticondensa
- ▶ applicazione poliuree

**Esperienza - Affidabilità**

**Permeabilità al vapore - Durata nel tempo**

**Resistenza meccanica - Impermeabilità all'acqua - Rapidità di posa**



**Eccellente isolamento termico - Adesione stabile ai supporti - Totale assenza di ponti termici**

**E.M.I.foam srl**  
SS. Leuciana Km 4,500 - 03037 Pontecorvo (FR) - Tel. e Fax 0776 742909  
[www.emifoam.it](http://www.emifoam.it)





# ISOLAMENTI CON POLIURETANO

[www.magma-italy.com](http://www.magma-italy.com)



*uniamo le due anime del poliuretano:*

*lo spruzzo in sito e la produzione di attrezzature*

**PRODUZIONE  
MACCHINE  
e IMPIANTI**

[www.magmamacchine.it](http://www.magmamacchine.it)



MAGMA di PAOLO GUAGLIO - Via dell'Artigianato 9/11 - 28043 Bellinzago Novarese (NO)

TEL. 0321.986637 - FAX 0321.987322 - E-MAIL [info@magmamacchine.it](mailto:info@magmamacchine.it)



**RANGHETTI ART PROGET S.R.L.**

Via G. Carducci, 24

24050 Cortenuova (BG)

Tel. e Fax **0363 909222**

info@ranghettiartproget.it



**Poliuretano a spruzzo assicurato  
e certificato C.S.I.**



**Isolamento sottotetti  
aperti o chiusi**



**Isolamento pareti**



**Consolidamento e  
impermeabilizzazioni**

**Trattamento anti muffa e umidità coperto da polizza 5 anni  
Smaltimento amianto - Ricoperture - Sabbature  
Impermeabilizzazioni civili ed industriali  
Ciò che non è scritto richiedetelo**



**Rifodera Impermeabile di  
strutture già esistenti**



**Dopo la rifodera**



**Impermeabilizzazione  
con bentonite**

**Resine Idroattive - Riparazioni contro infiltrazioni interne d'acqua o umidità**



**Preparazione**



**Iniezione**



**Pulizia**

[www.ranghettiartproget.it](http://www.ranghettiartproget.it)



# PURETAN®

La soluzione definitiva per  
l'impermeabilizzazione  
e l'isolamento termoacustico

**Poliuretano espanso rigido  
applicato a spruzzo:  
la tecnica dal 1982**

Adatto a qualsiasi tipo di superficie  
(anche irregolare)

**Buona reazione al fuoco**

**Garanzia di perfetta tenuta all'acqua**  
(anche a pressioni di 500 Kpa)

**Ottimo isolamento termico**  
(lavorazione in continuo senza ponti termici)

**Risparmio energetico**

**Lunga durata**

**Tempi di realizzazione**

(impermeabilizzazione ed isolamento termico in contemporaneo)



## TECNOPUR

Via Caserta al Bravo, 184 - 80144 Napoli

Tel. 081.738 36 00 - Fax 081. 738 38 73

tecnopur@tecnopur.com

[www.tecnopur.com](http://www.tecnopur.com)

**PURETAN® 30**



**Tamponamenti**

**PURETAN® 50**



**Bonifica Amianto**

**PURETAN® 70**



**Coperture Inclinate e Piane**

Aty  
tel. 081.738.3600  
www.tecnopur.com

## Principali applicazioni

Nelle pagine che seguono proponiamo alcune delle soluzioni applicative più comuni accompagnate da immagini esplicative.

Per ogni soluzione si suggerisce una densità indicativa della schiuma sulla base delle più comuni esigenze prestazionali dell'applicazione considerata.

Gli spessori di schiuma applicati dovranno essere dimensionati in funzione della zona climatica in cui si colloca l'edificio e della composizione della stratigrafia della struttura e dovranno essere tali da garantire, alla struttura stessa, un valore di trasmittanza termica almeno pari o inferiore a quello

previsto dal DPR 59 (v. tabella 1).

Le opere di ristrutturazione, per le quali si intenda accedere alla detrazione fiscale del 55% dei costi, dovranno invece rispettare i più severi limiti di trasmittanza termica delle strutture imposti dal DM 26/1/2010 (v. tabella 2).

Al di là degli obblighi e dei vantaggi fiscali in vigore, è importante ricordare che a spessori elevati di schiuma applicata corrispondono elevati livelli di isolamento termico che consentono di ammortizzare in tempi brevi l'investimento effettuato.

**Tabella 1.**  
**Trasmittanza termica delle strutture (U in W/m<sup>2</sup>K) - Valori limite in vigore dal 1/1/2010 (DPR 59)**

| ZONA CLIMATICA | A    | B    | C    | D    | E    | F    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| Pareti         | 0,62 | 0,48 | 0,40 | 0,36 | 0,34 | 0,33 |
| Coperture      | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,32 | 0,30 | 0,29 |
| Pavimenti      | 0,65 | 0,49 | 0,42 | 0,36 | 0,33 | 0,32 |

**Tabella 2.**  
**Detraibilità fiscale delle opere di coibentazione**  
**Trasmittanza termica delle strutture (U in W/m<sup>2</sup>K) - Valori limite in vigore dal 1/1/2010 (DM 26/1/2010)**

| ZONA CLIMATICA | A    | B    | C    | D    | E    | F    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| Pareti         | 0,54 | 0,41 | 0,34 | 0,29 | 0,27 | 0,26 |
| Coperture      | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,26 | 0,24 | 0,23 |
| Pavimenti      | 0,60 | 0,46 | 0,40 | 0,34 | 0,30 | 0,28 |

## Isolamento a spruzzo dall'esterno

### Coperture a falda sotto coppi o tegole

#### Non ventilate

La preparazione del substrato è una fase del lavoro molto importante, che comporta trattamenti diversi a seconda del tipo di superficie, ed ha lo scopo di eliminare tutte le cause che possono impedire la perfetta adesione (umidità, grassi, olii, polvere, sudiciume).

Tenendo conto che rugosità ed irregolarità del piano di posa vengono esaltate dalla superficie della schiuma, specialmente per bassi spessori, è consigliabile asportarle quanto più possibile.

Le superfici in cemento o laterizio possono essere trattate con temperature superiori a + 5 °C, per le superfici in legno è consigliabile verificare che l'umidità superficiale sia inferiore al 10%.

Dovranno essere rispettate tutte le indicazioni e avvertenze di posa previste dalle schede tecniche fornite dal produttore del sistema.

La schiuma poliuretanicca verrà applicata, per alcuni centimetri anche al di sopra di grondaie o scossaline precedentemente fissate al piano di posa.

I coppi o le tegole verranno fissati direttamente sulla superficie della schiuma mediante punti di malta o schiuma poliuretanicca monocomponente.

La densità consigliata (45 - 70 kg/m<sup>3</sup>) è idonea a garantire la pedonabilità della superficie e una buona resistenza ai carichi.

#### Ventilate

Per la realizzazione di coperture ventilate su doppia listellatura si dovrà verificare che l'altezza della camera di ventilazione sia almeno 5-7 cm.

Gli elementi della copertura discontinua, coppi, tegole o lastre, saranno fissati direttamente ai listelli



densità consigliata  
45 - 70 kg/m<sup>3</sup>



densità consigliata  
45 - 70 kg/m<sup>3</sup>

di ventilazione.

Per garantire il corretto flusso dell'aria si dovrà verificare con attenzione l'assenza di ostruzioni meccaniche della camera di ventilazione lungo tutta la falda.

Avvertenze:

In tutte le applicazioni che avvengono all'aperto la presenza di vento forte costituisce una importante controindicazione.

In giornate di vento moderato (inferiore ai 15 km/h) sarà opportuno delimitare la zona di lavoro con opportune barriere: ciò permetterà ugualmente la stesura di uno spessore costante di poliuretano, con superficie omogenea, ed eviterà che il materiale spruzzato possa provocare danni depositandosi sulle zone circostanti.

## I VANTAGGI

- ➔ Eccellente isolamento termico
- ➔ Isolamento monolitico privo di ponti termici
- ➔ Strato isolante permeabile al vapore
- ➔ Schiume con densità superiore ai 50 kg/m<sup>3</sup> sono impermeabili all'acqua e costituiscono un manto impermeabile secondario utile nel caso di spostamenti o rotture accidentali degli elementi di copertura
- ➔ Applicazione rapida anche superfici complesse e/o articolate in piccole falde
- ➔ Resistenza meccanica
- ➔ Resistenza agli agenti atmosferici e alle alte e basse temperature
- ➔ Durabilità





## Isolamento a spruzzo dall'esterno

### Coperture piane, a shed, a volta, ecc.

#### Su cemento, latero cemento o lamiera

La preparazione del substrato sarà effettuata con le modalità descritte per le coperture a falde.

Nel caso di applicazione su lamiere preesistenti andrà verificata con particolare attenzione l'assenza di ruggine o altre incrostazioni che potrebbero compromettere la buona adesione della schiuma. Dovranno essere rispettate tutte le indicazioni e avvertenze di posa previste dalle schede tecniche fornite dal produttore del sistema.

Eventuali corpi sporgenti (camini, lucernai, ecc.) verranno isolati per un'altezza di circa 15 cm evitando di realizzare spigoli vivi.

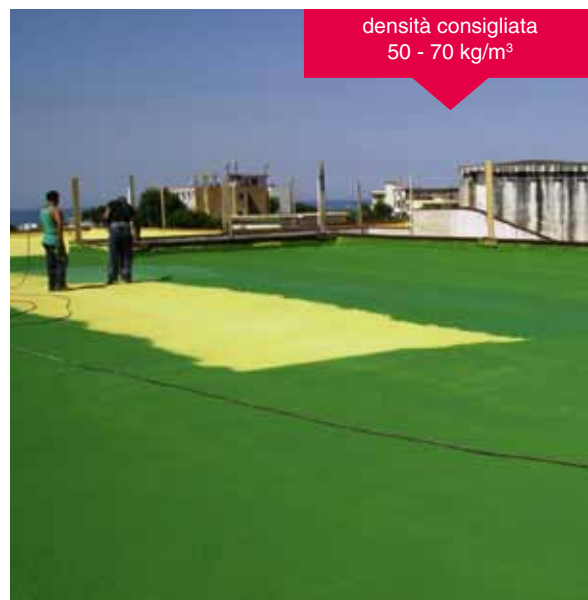
Con particolare attenzione si dovrà verificare che la pendenza dello strato isolante applicato consenta il normale deflusso dell'acqua.

Nel caso di applicazioni a vista la schiuma dovrà essere protetta dall'azione dei raggi ultravioletti mediante l'applicazione di apposite vernici o coating.

#### Incapsulamento di cemento amianto

Nelle ristrutturazioni con bonifica di coperture in cemento amianto la schiuma poliuretanicca svolge diverse funzioni:

- incapsulamento delle fibre nocive che vengono inglobate all'interno della schiuma
- consolidamento meccanico di lastre non perfettamente conservate che può, nei casi più gravi, essere integrato con appositi rinforzi in rete elettrosaldata



- isolamento termico e riqualificazione energetica della struttura

Qualora fosse necessario rimuovere dalle lastre di cemento amianto eventuali incrostazioni, la pulizia dovrà avvenire nel rispetto della legislazione in vigore in materia di dismissione dell'amianto e di tutela della salute dei lavoratori.

Le operazioni di incapsulamento di coperture in cemento amianto possono essere realizzate solo da imprese regolarmente iscritte all' Albo nazionale gestori ambientali istituito dal D.Lgs 152/06.

Avvertenze:

Prima dell'applicazione dovrà essere verificata la ventosità del sito seguendo le indicazioni descritte per le coperture a falde.



## I VANTAGGI

- ➔ Eccellente isolamento termico
- ➔ Isolamento monolitico privo di ponti termici
- ➔ Strato isolante permeabile al vapore
- ➔ Schiume con densità superiore ai 50 kg/m<sup>3</sup> sono impermeabili all'acqua
- ➔ Applicazione rapida anche superfici complesse
- ➔ Resistenza meccanica
- ➔ Resistenza agli agenti atmosferici e alle alte e basse temperature
- ➔ Durabilità
- ➔ Sistema di incapsulamento che consente di evitare gli oneri e gli impatti ambientali determinati dallo smaltimento



## Isolamento a spruzzo dall'esterno

### Pareti, fondazioni, controterra

#### Pareti

L'applicazione di schiuma poliuretanica a spruzzo è indicata per l'isolamento, dall'esterno, di pareti verticali prima del loro tamponamento, in aderenza, con elementi in laterizio o altre pietre di finitura. Nel caso di facciate ventilate il progettista verificherà che le modalità applicative e le prestazioni di reazione al fuoco della schiuma siano compatibili con i parametri di sicurezza antiincendio previsti per lo specifico edificio.

#### Fondazioni Controterra

Le schiume con densità maggiore o uguale a  $50 \text{ kg/m}^3$  sono impermeabili all'acqua, dotate di ottime caratteristiche meccaniche e di una robusta pelle superficiale.

Grazie a queste caratteristiche possono essere impiegate anche alle applicazioni che prevedono il contatto diretto con il terreno come l'isolamento di fondazioni o le opere di consolidamento.

Prima di procedere alle operazioni di interramento, al solo scopo di proteggere la schiuma da danni meccanici causati da massi o oggetti taglienti, sarà opportuno stendere una rete o telo di separazione.

In ambedue le applicazioni la preparazione del substrato sarà effettuata con le modalità descritte per le coperture a falde.

#### Avvertenze:

Prima dell'applicazione dovrà essere verificata la ventosità del sito seguendo le indicazioni descritte per le coperture a falde.



densità consigliata  
35 - 40  $\text{kg/m}^3$



densità consigliata  
35 - 40  $\text{kg/m}^3$





densità consigliata  
50 - 70 kg/m<sup>3</sup>



densità consigliata  
50 - 70 kg/m<sup>3</sup>

## I VANTAGGI

- ➔ Eccellente isolamento termico privo di ponti termici
- ➔ Strato isolante permeabile al vapore
- ➔ Schiume con densità superiore ai 50 kg/m<sup>2</sup> sono impermeabili all'acqua
- ➔ Applicazione rapida anche superfici complesse
- ➔ Resistenza meccanica
- ➔ Resistenza agli agenti atmosferici
- ➔ Compatibile con le applicazioni a contatto del terreno
- ➔ Utilizzabile anche con funzioni di consolidante
- ➔ Durabilità



densità consigliata  
50 - 70 kg/m<sup>3</sup>

## Isolamento a spruzzo dall'interno

### Pareti, pavimenti, solai, sottotetti, intradossi di coperture

#### Pareti

Nelle applicazioni all'interno di intercapedini vengono valorizzate le caratteristiche di permeabilità al vapore, impermeabilità all'acqua e di tenuta all'aria delle schiume poliuretatiche.

Prove di laboratorio condotte secondo la norma EN 12865:2001, che considera la resistenza delle facciate all'azione combinata di pioggia e vento, hanno attribuito il miglior grado di resistenza (il 5, in un intervallo di prestazioni che va da 1 a 5) a pareti in doppia muratura con strato isolante in schiuma poliuretatica applicata a spruzzo (cfr. [http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets\\_public/BING\\_TC\\_1996\\_BING\\_FACTSHEET\\_4\\_waterproofing.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/BING_TC_1996_BING_FACTSHEET_4_waterproofing.pdf)).

#### Pavimenti

Con l'applicazione a spruzzo si realizza agevolmente un pavimento galleggiante al di sopra di uno strato isolante continuo, privo di ponti termici ed acustici.

Le prestazioni di fonoisolamento dai rumori da calpestio possono essere migliorate utilizzando schiume semiflessibili appositamente formulate.

#### Sottotetti - Intradossi di copertura

La rapidità di polimerizzazione delle schiume poliuretatiche applicate a spruzzo consente la loro applicazione in condizioni di grave difficoltà operativa come, ad esempio, l'isolamento di plafoni di copertura o intradossi di falde inclinate e le superfici, difficilmente raggiungibili, di sottotetti di falde sostenute da muretti.



densità consigliata  
35 - 40 kg/m<sup>3</sup>



densità consigliata  
45 - 70 kg/m<sup>3</sup>



densità consigliata  
35 - 50 kg/m<sup>3</sup>



densità consigliata  
35 - 50 kg/m<sup>3</sup>

## I VANTAGGI

- ➔ Eccellente isolamento termico
- ➔ Isolamento monolitico privo di ponti termici
- ➔ Strato isolante permeabile al vapore
- ➔ Schiume con densità superiore ai 50 kg/m<sup>2</sup> sono impermeabili all'acqua
- ➔ Applicazione rapida anche superfici complesse e difficilmente raggiungibili
- ➔ Resistenza meccanica
- ➔ Resistenza agli agenti atmosferici e alle alte e basse temperature
- ➔ Durabilità
- ➔ Soluzione vantaggiosa per la realizzazione di pavimenti galleggianti



densità consigliata  
35 - 50 kg/m<sup>3</sup>



## Isolamento iniettato

### Intercapedini perimetrali

L'applicazione è particolarmente indicata per l'isolamento di pareti perimetrali esistenti con intercapedini vuote.

Il poliuretano espanso viene iniettato attraverso appositi fori, sfalsati e ad una distanza di circa 60 cm, praticati nella parete interna o esterna; la lavorazione avviene per fasi successive, procedendo dal basso verso l'alto, e verificando l'avvenuta crescita della schiuma.

Con particolare attenzione si dovrà verificare la compatibilità dell'intervento con l'eventuale presenza di impianti elettrici od idraulici all'interno dell'intercapedine.

Per questo tipo di applicazione si utilizza una schiuma a densità limitata ( $15-25 \text{ kg/m}^3$ ) allo scopo di ridurre il suo potere di spinta, in fase di crescita, contro le pareti di tamponamento.

La conducibilità termica di questa schiuma, valutata in laboratorio, ha un valore iniziale tipico di  $0,035 \text{ W/mK}$ .

Si consiglia, in via cautelativa, di assumere per i calcoli progettuali un valore pari a  $0,040 \text{ W/mK}$  in funzione della possibile non omogeneità di distribuzione dello strato isolante.

Stante la particolare cautela che richiede questa applicazione, si raccomanda l'esecuzione da parte di imprese di provata esperienza.

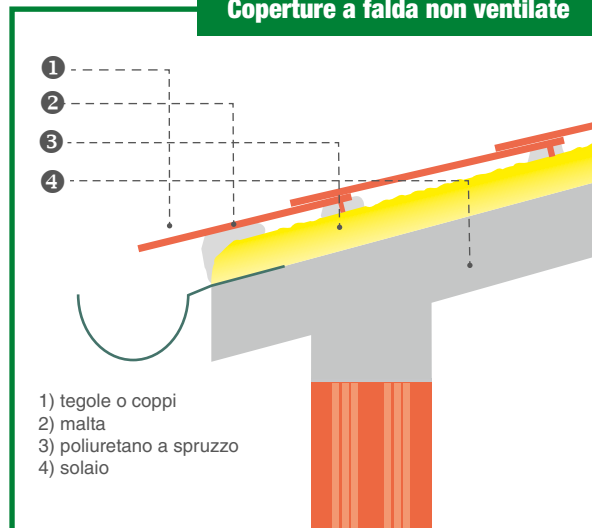


## I VANTAGGI

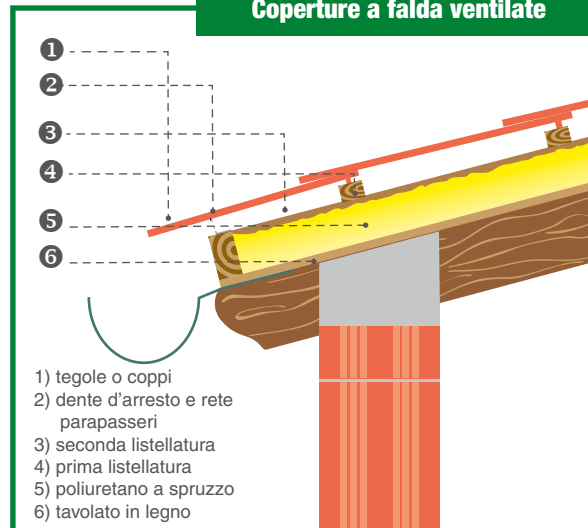
- ➔ Realizzabile agevolmente su strutture esistenti senza comprometterne l'agibilità
- ➔ Isolamento termico monolitico privo di ponti termici
- ➔ Strato isolante permeabile al vapore
- ➔ Applicazione rapida
- ➔ Durabilità

# Schemi applicativi

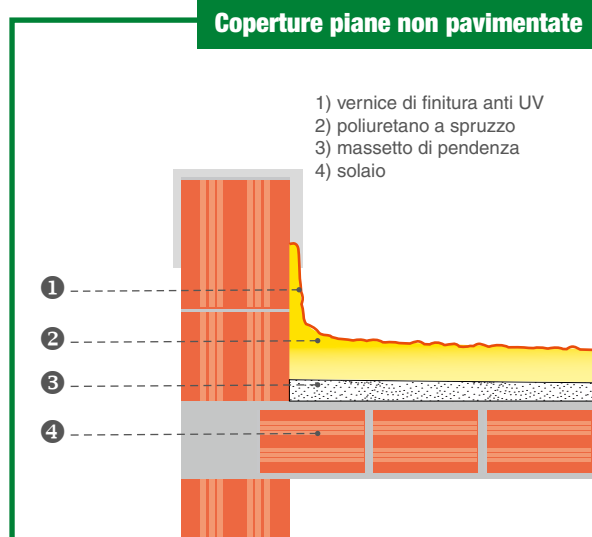
## Coperture a falda non ventilate



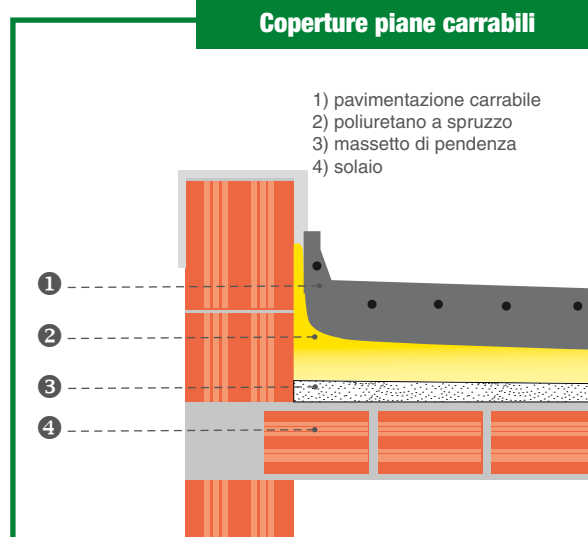
## Coperture a falda ventilate



## Coperture piane non pavimentate

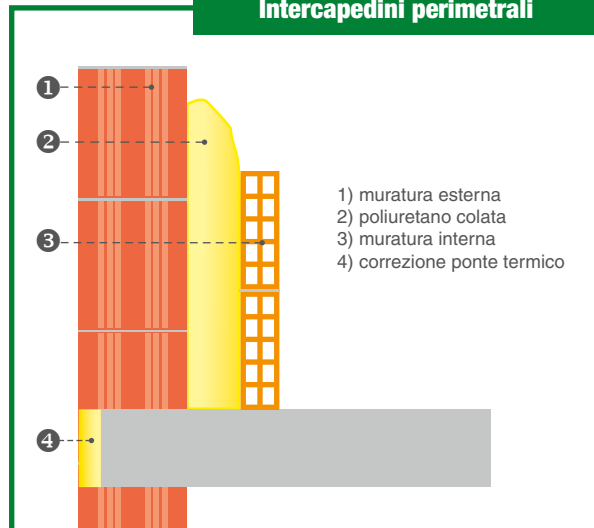


## Coperture piane carrabili

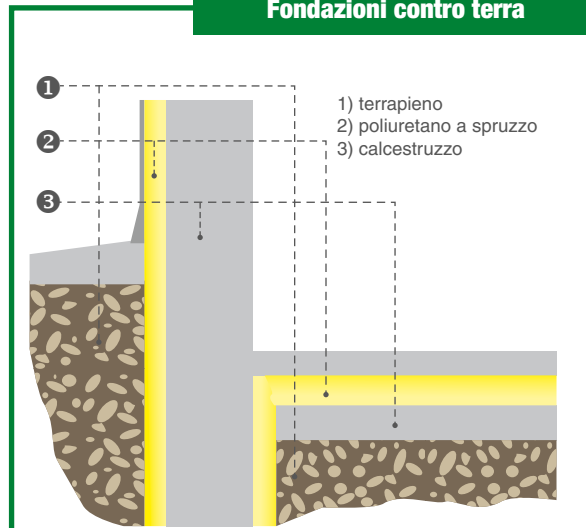


# Schemi applicativi

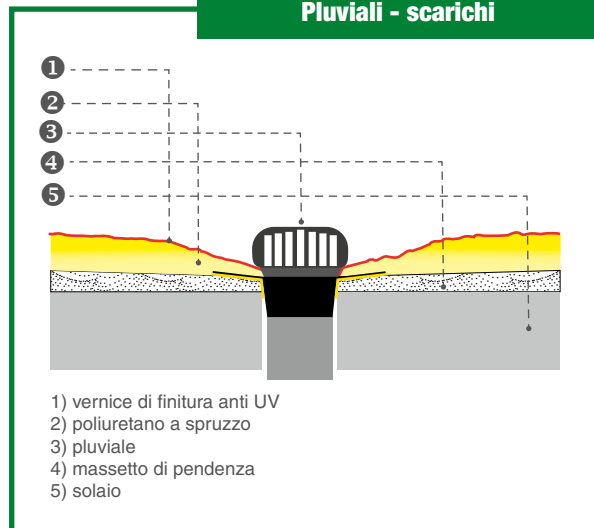
## Intercapedini perimetrali



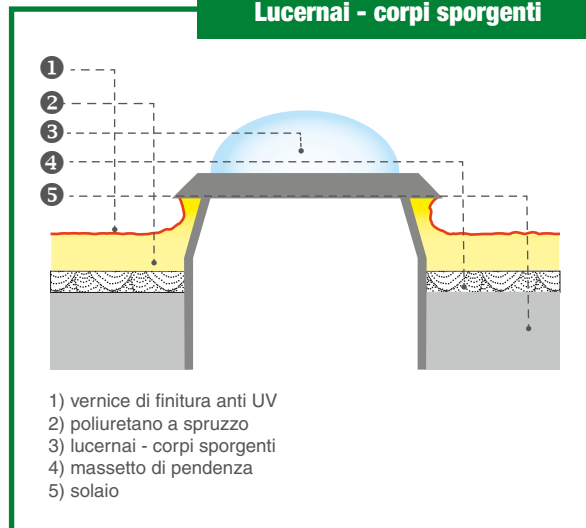
## Fondazioni contro terra



## Pluviali - scarichi



## Lucernai - corpi sporgenti



Realizzato a cura di  
ANPE - Gruppo di Lavoro Applicazioni in situ

**Aziende produttrici di sistemi poliuretatici  
per applicazioni in situ**

**Duna Corradini Spa**

Via Modena-Carpi 388  
Soliera (MO)  
<http://www.dunagroup.com>

**Huntsman Italy Srl**

Via Mazzini 58  
Ternate (VA)  
<http://www.huntsman.com>

**Polysystem Srl**

Piazzale Cocchi 22 - Z.I.  
Vedano Olona (VA)  
<http://www.polysystem.it>

**Tagos Srl**

Via Massari Marzoli 5  
Busto Arsizio (VA)  
<http://www.tagos.it>

**Aziende applicatrici di sistemi  
poliuretatici in situ**

**Azeta Service Srl**

Via Trivio Via trav. Dest  
Casamarciano (NA)  
<http://www.azetapur.it>

**E.M.I. Foam Srl**

SS. Leuciana Km 4,5  
Pontecorvo (FR)  
<http://www.emifoam.it>

**DU-MAT Srl**

Via Piave 6  
Castronno (VA)  
<http://www.dumat-isolamenti.it>

**Magma di Paolo Guaglio**

Via Dell'Artigianato 9/11  
Bellinzago (NO)  
<http://www.magmamacchine.it>

**Ranghetti Art Proget Srl**

Via Carducci, 24  
Cortenuova (BG)  
<http://www.ranghettiartproget.it>

**Tecnopur Srl**

Via Caserta al Bravo 184  
Napoli  
<http://www.tecnopur.com>

**Unitec Srl**

Via Passo del Turco 2/C  
Corinaldo (AN)  
<http://www.unitecsrl.com>





**ANPE**

**Associazione Nazionale Poliuretano Espanso rigido**

Corso Palladio, 155 - 36100 Vicenza

**[www.poliuretano.it](http://www.poliuretano.it)**