

Poliuretano

Ambiente

fare di più e meglio con meno



Life Cycle Assessment

Poliuretano & Ambiente

**Gli isolanti termici:
tutti prodotti ecologici.
Per definizione.**

Può sembrare un punto di vista provocatorio, ma in realtà qualsiasi isolante termico si utilizzi (a prescindere dalla sua natura: organico o inorganico, cellulare o fibroso, ecc.) all'ambiente non può che fare bene. Basta infatti la loro funzione di prodotti per il risparmio energetico per garantire agli isolanti una patente ecologica che ben poche altre famiglie di prodotti possono vantare. Siamo tutti consapevoli che uno dei temi più pressanti che devono essere affrontati per garantire uno sviluppo sostenibile è quello dei cambiamenti climatici e delle emissioni inquinanti in atmosfera che il Protocollo di Kyoto si propone di ridurre progressivamente. Le emissioni nocive, e tra queste la CO₂, sono in parte rilevante imputa-

bili ai processi energetici e il settore delle costruzioni rappresenta, a livello europeo circa il 40% dei consumi e il 30% delle emissioni di CO₂.

Costruire ed abitare case che consumano poco (o addirittura nulla come gli edifici passivi) è quindi un obiettivo prioritario per la protezione dell'ambiente; l'Europa, che, andando oltre i limiti del Protocollo di Kyoto, si è prefissa di ridurre entro il 2020 le emissioni di CO₂ di circa il 20% rispetto al 1990, ritiene che i settori degli edifici residenziali e commerciali potranno garantire un potenziale di risparmio stimato rispettivamente al 27 e al 30%. Un traguardo che sembra ambizioso, ma che in realtà è realisticamente ipotizzabile a fronte di iniziative politiche e regolamenti edilizi non particolarmente innovativi e di semplice applicazione. Le potenzialità reali del settore arriverebbero infatti a sfiorare il 90% degli attuali consumi ed emissioni se, soprattutto nei Paesi più popolati del Sud dell'Europa (come Italia, Spagna, ecc.), si adottassero prassi costruttive più "spinte" verso l'iperisolamento e l'utilizzo di energia rinnovabile. Grazie all'impiego di queste tecnologie il settore delle costruzioni potrebbe trasformarsi da consumatore a produttore diffuso di energia pulita per l'ambiente e a basso costo per i cittadini.

Europa - Consumi energetici per settore



Poliuretano & Ambiente

Per gestire una politica di miglioramento della sostenibilità ambientale degli edifici è indispensabile disporre di adeguati strumenti di valutazione del loro impatto sia nella fase di edificazione che in quella di utilizzo. In realtà è soprattutto quest'ultima ad avere un peso determinante per consumi energetici ed emissioni di CO₂.

Questo concetto è ben chiarito dallo studio riportato nel Libro Bianco "Energia - Ambiente - Edificio" (ENEA, con il patrocinio del Ministero dell'Ambiente - 2004): "La costruzione di un appartamento costa 5 tonnellate equivalenti di petrolio (tep). Un alloggio poi consuma mediamente 1 tep all'anno per il suo esercizio. In 50 anni quindi il flusso di energia che attraversa un'abitazione è superiore a 50 tep. ... I consumi in fase di costruzione possono essere meglio definiti come energia grigia, ovvero tutta l'energia impiegata per le fasi di realizzazione, trasporto, installazione, dismissione o sostituzione del prodotto e delle componenti. La qualità dei materiali impiegati, in fase di realizzazione determina, un'elevata percentuale i consumi in fase di utilizzo di un edificio. Ad esempio, gli isolanti termici, che incidono per meno del 2% nel costo totale di 5 tep (mediamente circa 0,1 tep per alloggio, cioè meno del 2 per mille dei consumi totali), determi-

nano un diverso livello di sostenibilità in fase d'esercizio, dimezzando o riducendo ad un quarto i costi di gestione dell'edificio stesso."

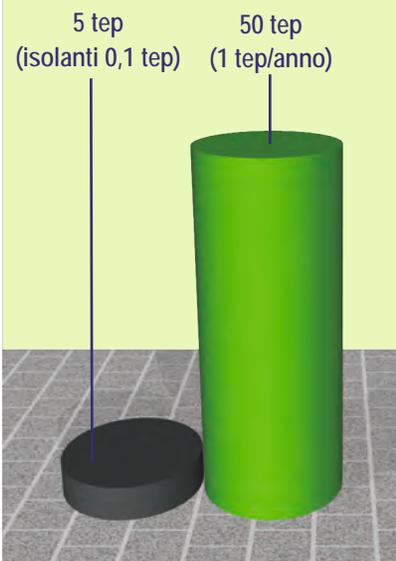
Nonostante nel prodotto edificio sia percentualmente meno rilevante l'energia grigia (o inglobata) rispetto a quella necessaria per il suo funzionamento, il Libro Bianco pone giustamente l'accento sull'importanza della scelta qualitativa dei prodotti e utilizza proprio gli isolanti termici come esempio di investimento energetico di immediato e vantaggioso ritorno.

L'obiettivo prioritario di una nuova progettazione sostenibile dovrebbe quindi essere quello di selezionare opportunamente materiali e componenti dell'edificio allo scopo di ridurre, in prima istanza, soprattutto i suoi consumi energetici più rilevanti (circa il 90%) imputabili alla fase di esercizio.

Tutto questo naturalmente cercando di ottenere le migliori prestazioni in fase di esercizio a fronte dei minori costi ambientali in fase di realizzazione.

Ecosostenibilità degli edifici

Rapporto tra energia grigia, inglobata in un appartamento, ed energia utilizzata durante una vita utile di 50 anni



Poliuretano & Ambiente

Fare di più e meglio con meno

Il poliuretano espanso rigido è il materiale isolante che, a parità di spessore, garantisce la maggiore protezione contro le dispersioni termiche (v. tabella comparativa).

Per questo il poliuretano espanso rigido è il materiale più utilizzato in tutti i settori, come ad esempio quello dei frigoriferi, sia industriali che domestici, dove è essenziale mantenere una temperatura prefissata consumando meno energia possibile.

Inoltre il poliuretano espanso rigido è un

materiale cellulare molto leggero che, nelle applicazioni più comuni, si presenta con una massa volumica compresa tra i 30 e i 38 kg/m³.

L'efficienza termica, unita alla leggerezza, consente di ottenere le stesse prestazioni isolanti limitando i volumi e i pesi impiegati nelle applicazioni; un vantaggio che si traduce anche in una **significativa riduzione di tutti i consumi energetici determinati da trasporto, installazione e, a fine vita, dismissione o riciclo dei prodotti.**

Tabella comparativa degli spessori necessari ad ottenere una trasmittanza termica (U) pari a 0,30 W/m²K

80 mm	93 mm	117 mm	120 mm	123 mm	126 mm	127 mm	150 mm	163 mm	167 mm	300 mm	833 mm
Poliuretano con rivestimenti impermeabili ($\lambda_p = 0,024$ W/mK)	Poliuretano con rivestimenti permeabili ($\lambda_p = 0,028$ W/mK)	Polistirene espanso ($\lambda_p = 0,035$ W/mK)	Polistirene estruso ($\lambda_p = 0,036$ W/mK)	Lana di vetro ($\lambda_p = 0,037$ W/mK)	Neoprene espanso ($\lambda_p = 0,038$ W/mK)	Lana di roccia ($\lambda_p = 0,038$ W/mK)	Sughero espanso ($\lambda_p = 0,045$ W/mK)	Lana di legno ($\lambda_p = 0,049$ W/mK)	Fibra di legno ($\lambda_p = 0,050$ W/mK)	Fibre di legno mineralizzate ($\lambda_p = 0,090$ W/mK)	Mattoni forati porizzati ($\lambda_p = 0,25$ W/mK)

Poliuretano & Ambiente

Per valutare correttamente gli impatti ambientali del ciclo di vita dei prodotti sono disponibili, da circa 10 anni, le norme ISO della serie 14040, recentemente aggiornate, recepite anche in Italia come norme UNI. Nonostante sia da tempo codificata la metodologia per un'analisi obiettiva dell'impatto ambientale dei materiali questa non si è ancora sufficientemente diffusa e troppo spesso, soprattutto nel nostro Paese, si riscontrano ancora valutazioni basate più su aspetti emozionali che scientifici.

Vanno in questo senso, ad esempio, le molte pubblicazioni che attribuiscono ad alcuni prodotti isolanti un valore aggiunto ambientale sulla base solo della loro origine "naturale".

A parte l'ovvia considerazione che anche i prodotti sintetici derivano da materie prime disponibili in natura, va sottolineato che **nessun materiale può essere inserito nella filiera costruttiva di un edificio** senza subire processi di lavorazione, trasformazione, trasporto, ecc. che comportano consumi energetici e di risorse che potrebbero renderne l'utilizzo estremamente svantaggioso in termini ambientali.

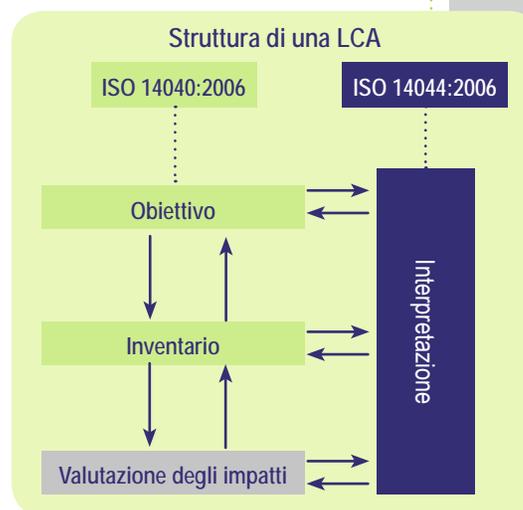
Conoscere l'impatto ambientale del ciclo di vita dei materiali è quindi fondamentale per scegliere in modo corretto;

purtroppo però, soprattutto in Italia, non sono molti i produttori di materiali isolanti che hanno scelto di adottare una politica di trasparenza nei confronti del mercato comunicando natura, tipo di processo industriale e relativi costi ambientali.

A questa difficoltà oggettiva di reperire i dati si somma inoltre la scarsa diffusione del concetto di confronto a parità di funzione e qualità/durata del servizio.

Nel caso dei materiali isolanti la funzione e l'affidabilità nel tempo possono essere ben rappresentate dalla prestazione di trasmittanza (U) o resistenza termica (R) che il prodotto garantisce in modo efficace per l'intera durata in vita dell'edificio.

**Life Cycle Assessment:
valutazioni
numeriche e non emotive**



Poliuretano & Ambiente

La funzione dei materiali deve costituire la base per un confronto ambientale corretto
Per gli isolanti termici la funzione è la prestazione di Resistenza o Trasmittanza termica

La base di qualsiasi scelta è un confronto tra diverse opzioni che consentono di svolgere la stessa funzione. Confrontare i dati di impatto ambientale dei prodotti isolanti, a parità di funzione svolta, presenta sicuramente alcune difficoltà ma è oggi possibile adottando l'approccio delle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto (EPD) - Environmental Product Declarations) che prevedono, per ogni gruppo di prodotti, l'elaborazione di una specifica tecnica, le Product Category Rules (PCR), specificatamente redatte per permettere confronti equi-funzionali. Al di là della scarsità di informazioni numeriche e attendibili, anche il confronto tra i pochi studi di LCA disponibili presenta molti aspetti critici.

Tra i più importanti segnaliamo:

- il settore degli isolanti termici non ha ancora sviluppato un PCR (Product Category Rules, v. glossario) 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. Il confronto tra LCA e EPD (Environment Product Declaration, v. glossario) sviluppate con diversi criteri può risultare falsato.
- in assenza di un PCR comune non è disponibile un'unità funzionale (v. glossario) per l'analisi comparativa di LCA di diversi prodotti.

Nel caso degli isolanti termici l'unità funzionale da adottare dovrebbe essere o la trasmittanza (U) o la resistenza termica (R). In realtà le poche LCA disponibili esprimono spesso i dati in costo energetico per chilogrammo di prodotto, a volte senza specificare ne' la densità del materiale esaminato ne' la sua prestazione funzionale. Un confronto corretto sarà possibile solo quando saranno ultimate e condivise le procedure indicate nello schema. Ad oggi la scarsità dei dati e la possibile disomogeneità delle valutazioni alla base dell'LCA rende difficili le comparazioni. Ciò non toglie che, almeno per i prodotti che hanno reso nota la loro analisi del ciclo di vita, siano possibili alcune riflessioni indicative.

Struttura per LCA e EPD comparabili



Poliuretano & Ambiente

L'industria del poliuretano ha da tempo scelto di comunicare al mercato dati quantitativi e qualitativi dei propri impatti ambientali. I primi studi pubblicati risalgono agli anni '90 (cfr. Eco-profiles of European Plastics Industry - Polyurethane precursors in <http://www.isopa.org>) e si riferiscono ad un pannello tipo, utilizzato in edilizia, rappresentativo della produzione europea. A questi primi studi ne sono seguiti altri più specifici per singoli prodotti (cfr. BING, Stuttgart, The Environmental Contribution of Polyurethane Thermal Insulation Products – ECO-Profile, 1998). Un'attività particolarmente intensa è stata svolta in Inghilterra, un Paese dove la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici è già applicata, su base volontaria, da circa il 30% delle nuove realizzazioni del terziario. Nel 2005 pannelli in poliuretano hanno ottenuto la classe A di ecoefficienza secondo la metodologia BRE (Building Research Establishment): un risultato di eccellenza raggiunto da ben pochi materiali isolanti con una significativa presenza di quelli di natura sintetica. La tabella, tratta dal sito <http://www.energysavingtrust.org.uk>, fotografa, al 2005, i punteggi Ecopoint (segnalati dai diversi colori) attribuiti ai più diffusi materiali isolanti indicando anche il range di prestazioni tipico.

Insulation materials chart

Thermal properties and environmental ratings

Home energy use is responsible for 27 per cent of UK carbon dioxide emissions which contribute to climate change. By following The Energy Saving Trust's best practice standards, new build and refurbished housing will be more energy efficient – reducing these emissions and saving energy, money and the environment.

Life Cycle Assessment degli isolanti termici

Key to environmental ratings ¹ of Insulation Materials	Thermal resistance				
	Thermal conductivity (W/mK)				
<ul style="list-style-type: none"> ■ Green Guide A rating ■ Green Guide B rating ■ Green Guide C rating ■ Not yet assessed 	The thermal resistance (R) of an insulation layer is calculated from: $R = l / \lambda$ where l is the thickness in metres and λ is the thermal conductivity in W/mK To compare two insulants with different thickness and thermal conductivity, calculate the value of R for each. The one with the higher value gives the better thermal performance.				
Insulation materials	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06
Expanded polystyrene (EPS)					
Extruded polystyrene (XPS) with CO ₂					
Polyurethane (PU) with pentane					
Foil-faced polyurethane (PU) with pentane					
Polyurethane (PU) with CO ₂					
Polyisocyanurate (PIR)					
Foil-faced polyisocyanurate (PIR)					
Polyester fibre					
Phenolic foam (PF)					
Foil-faced phenolic foam (PF)					
Mineral wool (glass) [≤ 160 kg/m ³]					
Mineral wool (glass) [> 160 kg/m ³]					
Mineral wool (rock) [≤ 150 kg/m ³]					
Mineral wool (rock) [> 150 kg/m ³]					
Sheep's wool					
Cotton					
Cellulose fibre (recycled)					
Cork					
Vermiculite					
Perlite (expanded) board					
Wood fibre (WF)					
Cellular glass (CG)					
Straw bale					

¹ The environmental ratings of different types of insulation (with A being the best) have been taken from the latest assessments in BRE's Green Guide to Specification. Using Life Cycle Assessment, the impacts associated with extraction, manufacture, transport and disposal - sometimes referred to as 'embodied impacts' - have been evaluated. The comparison between materials is on the basis of similar thermal resistance, rather than mass or volume.



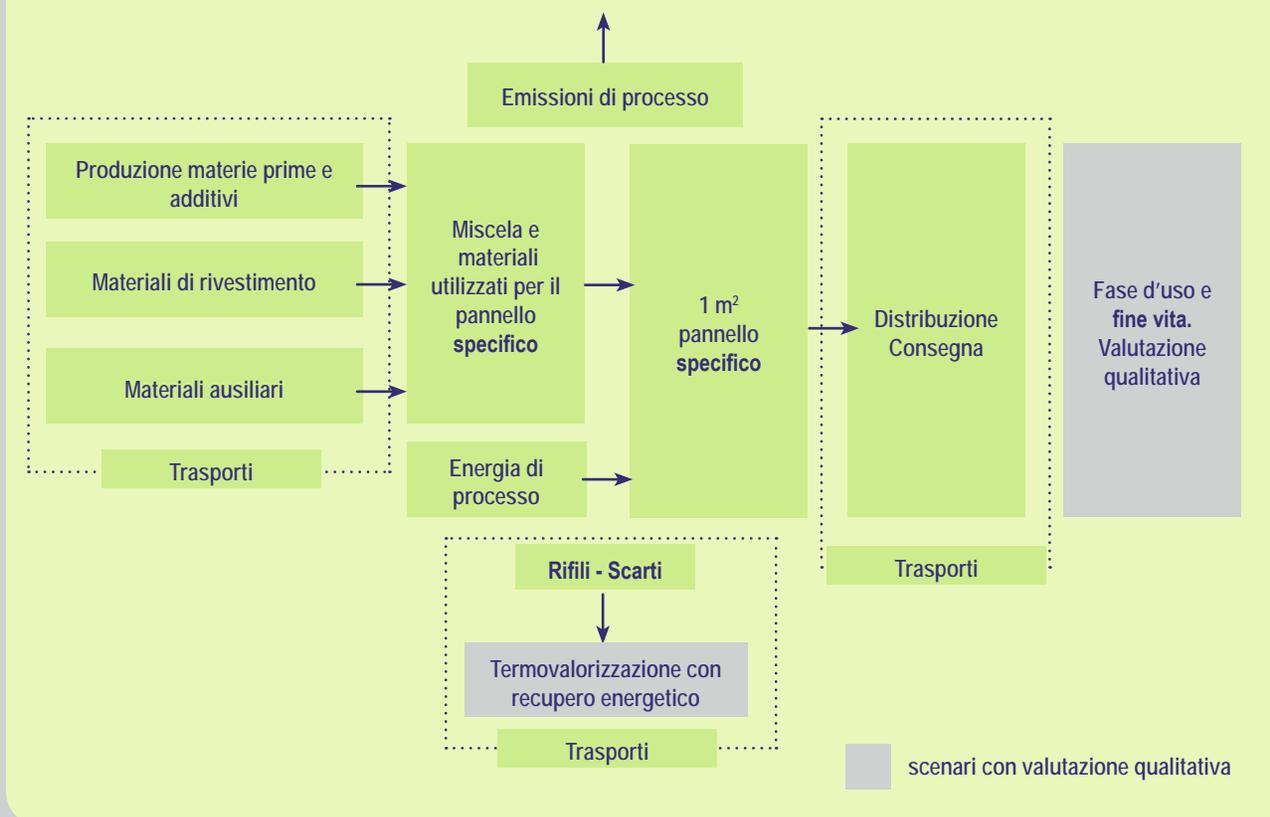
Poliuretano & Ambiente

Prime LCA di poliuretani italiani

Nel corso del 2006 anche un gruppo di Società iscritte ad ANPE ha scelto di svolgere uno studio di LCA su propri pannelli, affidando l'analisi allo Studio Life Cycle Engineering (LCE) di Torino.

La metodologia utilizzata dallo Studio LCE risponde alle regole fissate dagli standard internazionali ISO Serie 14040 ed utilizza come supporto la banca dati del Bousted Model (v. glossario).

Schema generale dello studio di Life Cycle Assessment dei pannelli in poliuretano



Poliuretano & Ambiente

Gli studi hanno considerato l'intero processo produttivo (v. schema a pag. 8) comprendendone le diverse fasi: dalla produzione di materie prime, al processo di trasformazione, alla produzione dei vettori energetici, ai trasporti sia intermedi che finali verso il luogo di installazione.

In tutte le LCA sviluppate sono state seguite le seguenti ipotesi:

- nella valutazione della produzione di materie prime sono state incluse tutte le fasi del processo: dall'estrazione fino alla loro trasformazione e utilizzo.
- il consumo di materie prime è riferito allo specifico prodotto/pannello oggetto dell'analisi mentre le energie di processo (comprese quelle per riscaldamento, illuminazione, materiali di consumo, ecc.) vengono quantificate sulla base della produzione annuale del sito produttivo considerato.
- alle voci trasporti sono stati considerati sia i costi energetici dovuti all'approvvigionamento di materie prime e materiali di consumo sia quelli per la movimentazione interna e la consegna sul luogo di installazione. Per quest'ultima si è fatto riferimento alle distanze dai principali luoghi di distribuzione.
- i mix energetici considerati fanno riferimento a quello medio europeo per la produzione delle materie prime e a quello

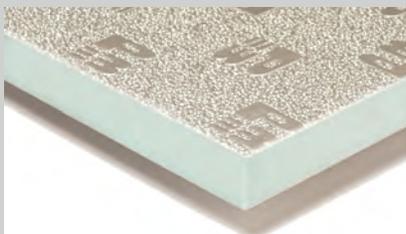
italiano per il processo di produzione e distribuzione.

- per la fase di fine vita e dismissione l'analisi qualitativa ha considerato i seguenti aspetti: i prodotti in schiuma poliuretanica sono il risultato di reazione chimica completa e irreversibile e la durata della loro fase d'uso coincide, in base alle esperienze acquisite, con quella della struttura in cui sono installati. Al termine del ciclo di vita dell'edificio, stimabile in almeno 50 anni, allo stato attuale delle conoscenze, sono stati ipotizzati i seguenti scenari:
 - riutilizzo del materiale isolante tal quale se non solidamente vincolato ad altri componenti edilizi
 - recupero della schiuma per realizzazione di agglomerati
 - recupero, mediante termovalorizzazione, dell'energia feedstock inglobata nel prodotto (stimabile in circa 35-40 MJ/kg)
 - smaltimento in discarica.



Poliuretano & Ambiente

I pannelli in poliuretano analizzati



Piral HD Hydrotec



Isotec



Stiferite Class S

A fronte di un'impostazione omogenea dell'analisi sono stati considerati 3 tipi di pannello sostanzialmente diversi per composizione formulativa, natura dei rivestimenti, funzione e destinazione d'uso.

- Piral HD Hydrotec (P3 Srl)

Pannello in poliuretano espanso rigido (schiuma espansa ad acqua), rivestito con alluminio goffrato (80 micron) di spessore 20,5 mm e densità 52 kg/m³ destinato alla realizzazione di condotte preisolate per il trasporto dell'aria

- Isotec (Brianza Plastica Spa)

Pannello termoisolante in poliuretano espanso rigido (vari espandenti in miscela) rivestito in alluminio goffrato, spessore 60 mm, densità 37 kg/m³, completo di correntino metallico per la realizzazione di uno strato di microventilazione e di un supporto di aggancio degli elementi di copertura. Il prodotto è parte fondamentale di un sistema che integra diverse funzioni: isolamento termico, impermeabilizzazione di sicurezza, strato di microventilazione e ancoraggio degli elementi di coperture discontinue.

- Stiferite Class S (Stiferite Srl)

Pannello termoisolante in schiuma poliyso (espansa mediante pentano), rivestita da ambo i lati in fibra minerale, spessore 60 mm, densità della schiuma 32 kg/m³. Il pannello è impiegato nell'isolamento ter-

mico di coperture (piane, a falde, zavorrate o con manto impermeabile a vista), di pavimenti e di pareti perimetrali (in intercapedini, in soluzioni "a cappotto", o in tamponamenti dall'interno).

Le diverse destinazioni d'uso dei prodotti considerati richiedono ovviamente l'utilizzo di diverse unità funzionali che vanno dal metro quadrato di condotte realizzato all'unità di Resistenza Termica ($R=1\text{m}^2\text{K}/\text{W}$) fornita dal pannello isolante.

In tutti gli studi i consumi energetici sono stati valutati anche secondo la più comune unità funzionale del kg al solo scopo di ricavare dei valori medi rappresentativi di tecnologie produttive e destinazioni d'uso molto differenziate.

Utilizzando i risultati dei tre studi condotti, nella tabella 1 indichiamo i consumi energetici medi relativi alla produzione di 1kg di schiuma poliuretanaica priva di rivestimenti confrontandoli con quelli forniti dallo studio BING, realizzato utilizzando tipologie e mix energetici riferiti al mercato tedesco. I consumi, espressi in MJ/kg, si riferiscono alle risorse sia rinnovabili, come legno, biomassa, energia recuperata, solare, ecc., che non rinnovabili, come petrolio, gas, ecc. Nel totale dei consumi è compresa anche l'energia di feedstock inglobata nel materiale e potenzialmente recuperabile a fine vita (circa 35-40 MJ/kg).

Poliuretano & Ambiente

Per una migliore comprensione dei valori si riportano in tabella 2 alcuni dati disponibili in letteratura relativi a materiali di comune impiego in edilizia. I dati esposti, secondo l'unità di misura MJ/kg, vanno interpretati alla luce della densità dei materiali: se l'energia inglobata, ad esempio, in un kg di cemento risulta molto bassa, non bisogna dimenticare che 1 metro cubo di quel materiale pesa tra i 1000 e i 2000 kg, mentre per ottenere un metro cubo di schiuma poliuretanica sono necessari solo 30-38 kg.

L'isolamento in poliuretano espanso permette, con un consumo di risorse contenuto, di risparmiare una notevole quantità di energia per il riscaldamento. Ipotizzando l'isolamento di una copertura a Milano, il consumo di

Tabella 1.

Utilizzo di risorse per la produzione di 1 kg di schiuma poliuretanica

GER - Utilizzo complessivo di risorse	MJ/kg PU
LCA aziende ANPE - valore medio	91,68
LCA studio BING	92,00

risorse necessario per la produzione del poliuretano viene ammortizzato già nel primo anno di esercizio del solo impianto di riscaldamento (v. tabella 3). A questo vantaggio ambientale si dovrebbero inoltre sommare quelli per i limitati consumi per il condizionamento estivo (se presente) e quelli per le mancate emissioni di sostanze nocive in atmosfera.

Tabella 3.

MILANO - Copertura a falda con solaio in latero cemento - 100 m²
Stima consumi e risparmi energetici dell'isolamento in poliuretano*

U struttura esistente	1,46 W/m ² K	$\Delta U = 1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U struttura isolata 80 mm. PUR	0,28 W/m ² K	
Utilizzo di risorse per produzione PUR	23470 MJ	1o anno + 7169 MJ
Risparmi energetici annui	30639 MJ	eq. -372 kg CO ₂
Risparmi energetici per 50 anni	1531969 MJ	50 anni + 1508499 MJ eq. - 78441 kg CO ₂

* metodo di valutazione elaborato da ENEA

Tabella 2.

Utilizzo di risorse energetiche totali per la produzione di materiali edili

Prodotto	MJ/kg (ca.)
Cemento	7
Laterizio	5
Legno	15
Acciaio	30
Alluminio	156
Vetro	16

Cfr. Gian Luca Baldo, "Analisi del ciclo di vita LCA - Materiali, prodotti, processi" - Ed. Ambiente



Poliuretano & Ambiente

Prima EPD per i pannelli in poliuretano espanso rigido



Stiferite Class S

Pannello termoisolante in schiuma polyiso (espansa mediante pentano), rivestita da ambo i lati in fibra minerale, spessore 60 mm, densità della schiuma 32 kg/m³.

Il pannello è impiegato nell'isolamento termico di coperture (piane, a falde, zavorrate o con manto impermeabile a vista), di pavimenti e di pareti perimetrali (in intercapedini, in soluzioni "a cappotto", o in tamponamenti dall'interno).

Al di là dei valori medi riportati, utilizzabili solo per una prima grossolana valutazione dell'impatto ambientale dell'industria del poliuretano, vale la pena di esaminare più nel dettaglio il ciclo di vita degli specifici prodotti.

L'analisi degli impatti ambientali per la produzione e la consegna in cantiere del pannello Stiferite Class S è riassunta, per i diversi indicatori presi in esame, in tabella 4.

Per agevolare la lettura e l'interpretazione dei risultati i valori vengono espressi in tre unità funzionali:

- il metro quadrato di pannello prodotto (m²)
- l'unità di Resistenza Termica fornita (m²K/W)
- il chilogrammo di pannello prodotto (kg).

Lo studio LCA realizzato dalla Società Stiferite è stato utilizzato anche per la redazione della prima EPD di pannelli in poliuretano espanso rigido, verificata da un Ente accreditato e registrata presso il sistema internazionale EPD System (The Swedish Environmental Management Council - SEMC, cfr. <http://www.environmentaldec.com>).

Tabella 4.

Consumo di risorse e impatti ambientali per la produzione del pannello Stiferite Class S 60 mm

consumi/impatti	Unità di misura	consumi per:		
		1 m ²	R = 1	1 kg
GER	MJ	209	97,9	101
GWP ₁₀₀	kg CO ₂ eq.	8,7	3,7	3,8
AP	mol H eq.	1,9	0,8	0,9
	g SO ₂ eq.	58,7	25,2	26
EP	g O ₂ eq.	220,6	90,1	93,1
	g PO ₄ ³⁻ eq.	8	3,5	3,6
POCP	g C ₂ H ₄ eq.	5,9	2	2
ODP	g CFC 11 eq.	0	0	0

Poliuretano & Ambiente

Utilizzando i dati dello studio realizzato da LCE è possibile (pur con tutti i limiti già ricordati: assenza di un PCR condiviso per i materiali isolanti, poche analisi di LCA disponibili e utilizzo di confini e unità funzionali diverse, ecc.) ipotizzare una stima comparativa finalizzata a valutare i consumi di risorse necessari per una medesima applicazione che garantisca le medesime prestazioni.

L'unità funzionale da utilizzare per il confronto sarà quindi la Trasmittanza (U) o la Resistenza termica (R) offerta dal materiale isolante.

Altre, non meno importanti, considerazioni dovrebbero riguardare caratteristiche fondamentali quali:

- la durata nel tempo del materiale isolante e delle sue prestazioni
 - la necessità o meno di manutenzioni o rinnovi
 - i volumi e i pesi coinvolti nelle opere di installazione, riuso, dismissione, riciclo
- Va ricordato infatti che qualsiasi attività edilizia, comprese quelle di manutenzione, sostituzione, dismissione, ecc., comporta importanti costi e impatti ambientali (consumi energetici per trasporti, installazione, emissione di polveri, ecc.) che esulano da quelli più strettamente riconducibili alla produzione del singolo materiale.

Un confronto equo degli impatti ambientali andrà quindi effettuato solo tra materiali

che assicurino non solo lo stesso isolamento termico, ma dei quali si conoscano bene anche le caratteristiche di durabilità, resistenza alle condizioni di impiego e mantenimento delle prestazioni isolanti, utilizzate come Unità Funzionale, a temperature e umidità relative di esercizio. Infatti l'utilizzo di un isolante che, a distanza di pochi anni dall'applicazione, non garantisca più lo stesso livello di prestazione determinerebbe un consumo energetico dell'edificio di gran lunga superiore, come impatto ambientale, a quello di un buon materiale isolante.

● Ipotesi applicativa

E' stata selezionata per il confronto una delle applicazioni più comuni dei pannelli in poliuretano espanso: una copertura piana, impermeabilizzata con guaine bitume-polimero di superficie pari a 100 metri quadrati.

Si è imposta per lo strato isolante una Trasmittanza termica (U) pari a $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, equivalente ad una Resistenza Termica di $3,333 \text{ m}^2\text{K/W}$. La trasmittanza imposta equivale a quella prevista, dal DLgs. 311 del 29 dicembre 2006, per le strutture opache orizzontali o inclinate di copertura realizzate in Zona Climatica E.

- Valutazione degli impatti ambientali e fonti utilizzate

Per un primo grossolano confronto, in assenza di LCA e/o EPD omogenee, si

Scenari di ecoefficienza per coperture piane pedonabili



Poliuretano & Ambiente



è scelto di utilizzare come unica fonte di dati il volume di Alessandro Fassi e Laura Maina "L'isolamento ecoefficiente" (Edizioni Ambiente, 2006). Nell'opera gli isolanti sono classificati per origine (vegetale, animale, minerale e sintetica) e, per alcuni, sono presentate schede descrittive delle caratteristiche fisiche, delle prestazioni isolanti e delle principali applicazioni. Gli impatti ambientali sono indicati in una tabella come consumo di energia primaria (GER, MJ/kg) comprendendo le voci di approvvigionamento e trasporto delle materie prime, processo produttivo e imballaggio. Non sono presenti dati relativi ad altri impatti ambientali come effetto serra (GWP₁₀₀), acidificazione (AP), eutrofizzazione (EP), distruzione della fascia di ozono (ODP) e formazione di ossidanti fotochimici (POCP) reperibili in letteratura solo per i materiali che hanno svolto studi di LCA.

- Elaborazione dei dati

Per il confronto sono stati utilizzati i materiali che più comunemente vengono impiegati per l'isolamento termico di coperture piane sotto manti bituminosi. Le caratteristiche fisiche (densità) e prestazionali (conduttività termica) sono state ricavate dalle schede tecniche dei prodotti consigliati per la specifica applicazione.

Per il poliuretano espanso è stato utilizzato sia il valore di GER riportato in "L'isola-

mento ecoefficiente", sia, nella riga in giallo, quello medio ricavato dagli studi LCA delle aziende associate ad ANPE

Come si può notare dai valori esposti nella tabella 5, la leggerezza, i minori volumi impiegati e le ottime prestazioni isolanti del poliuretano determinano un limitato impatto dello strato isolante, paragonabile (e a volte più vantaggioso), a quello di materiali tradizionalmente ritenuti bioecologici.

Ovviamente qualsiasi confronto tra dati non omogenei non può che essere proposto, e letto, come approssimativo. Per lo sviluppo di una seria comparazione, indispensabile per una progettazione ecologicamente consapevole, si dovrà attendere una maggiore diffusione, all'interno del settore degli isolanti termici, dello strumento LCA, sulla base di un PCR comune. Un processo che richiederà tempi lunghi, ma che può essere sollecitato proprio dagli studi LCA e dalle dichiarazioni ambientali sviluppati da settori e aziende attente ad una seria politica ambientale.

Al di là della disponibilità di dati certi e confrontabili, il paragone tra le grandezze dei consumi di risorse in gioco, per tutti i materiali isolanti, e il risparmio energetico che il loro impiego permette di ottenere, evidenzia bene l'estrema convenienza, in termini ecologici e ambientali, degli interventi di isolamento termico.

Poliuretano & Ambiente

Tabella 5.

Consumi di risorse e impatti ambientali di diversi materiali utilizzati per isolare una copertura pedonabile piana di 100 m² garantendo una resistenza termica pari a 3,33 m²K/W

Materiale	Conducibilità termica λ_D	spessore mm	densità kg/m ³	Metri cubi complessivi	Chilogrammi complessivi	GER MJ/kg	GER complessivo
POLIURETANO ESPANSO VALORE MEDIO STUDI LCA ANPE	0.028	93	32	9.33	298.67	91.68*	27328

Valori GER riportati da "L'isolamento ecoefficiente"

Sughero - pannelli	0.040	133	130	13.33	1733.33	7.05	12220
Polistirene espanso sinterizzato	0.035	117	25	11.67	291.67	99.2	28933
Poliuretano espanso	0.024	80	33	8.00	264.00	126.2**	33317
Lana di roccia	0.038	127	120	12.67	1520.00	22.12	33622
Perlite Espansa pannelli	0.050	167	150	16.67	2500.00	13.62	34050
Lana di vetro	0.037	123	105	12.33	1295.00	34.6	44807
Polistirene espanso estruso (con CO ₂)	0.036	120	35	12	420.00	110.2	46284
Fibra di legno	0.050	167	240	16.67	4000.00	17	68000
Vetro cellulare	0.040	133	120	13.33	1600.00	67	107200

* Il valore medio delle analisi LCA svolte da ANPE comprende i consumi determinati dal trasporto dal sito produttivo ai capoluoghi di distribuzione che non viene invece contemplato nei valori di GER riportati da "L'isolamento ecoefficiente".

I consumi determinati dai trasporti ovviamente aumentano in modo proporzionale ai volumi/pesi necessari.

** Il valore sembra ricavato dallo studio BING riferito a pannelli con rivestimento in alluminio ($\lambda_D = 0,024 \text{ W/m}^2\text{K}$)



Poliuretano & Ambiente

Casi studio
Prime valutazioni
ambientali per sistemi di
canalizzazione dell'aria



Piral HD Hydrotec (P3 Srl)



Canale P3ductal

Il pannello Piral HD Hydrotec è l'elemento fondante del sistema per la realizzazione in opera di condotte preisolate per il trasporto dell'aria che, sviluppato da aziende italiane negli anni 70-80, si è rapidamente imposto sul mercato mondiale. Il sistema si propone come alternativo a quello che tradizionalmente prevedeva l'impiego di condotte realizzate in lamiera metallica, rivestite esternamente da uno strato di materiale isolante di varia natura (principalmente gomma o materassini in lana di vetro rivestiti da fogli di alluminio).

L'introduzione del sistema di condotte preisolate in poliuretano espanso rigido permette di ottenere significativi vantaggi sia prestazionali che applicativi:

- strato isolante integrato nella condotta che consente di ottenere, con uno spessore di soli 20,5 mm, il livello di isolamento termico previsto dalle normative
- superfici interne ed esterne della condotta in alluminio che assicurano igienicità, durata e impermeabilità
- tenuta pneumatica nettamente superiore a quella raggiunta dai tradizionali sistemi in lamiera
- eccellente isolamento acustico che assicura il comfort degli ambienti condizionati
- buon comportamento al fuoco testato

e certificato secondo le più severe normative antincendio

- estrema leggerezza del sistema che consente di limitare gli elementi di supporto e sostegno. Un metro quadrato di pannello preisolato per condotte pesa circa 1,4 kg contro i 10 kg/mq della lamiera
- realizzazione "in opera" dell'intero sistema di canalizzazione dell'aria con consistenti riduzioni dei consumi energetici per trasporto, installazione, ecc.

L'analisi ambientale dell'intero ciclo di produzione, svolta da LCE con criteri rispondenti alla norma ISO 14040, ha consentito di quantificare i singoli impatti ambientali dell'intera filiera: dall'estrazione delle materie prime alla distribuzione limitata, ai fini della ricerca, al solo territorio italiano. Il pannello preso in esame è costituito da schiuma poliuretanicca espansa con tecnologia brevettata Hydrotec che prevede l'impiego di acqua come unico agente espandente. I rivestimenti esterni sono costituiti da alluminio goffrato di spessore 80 micron.

Dallo studio sono emersi anche interessanti spunti per una prima analisi comparativa degli impatti ambientali tra canali tradizionali in lamiera e sistemi preisolati. Anche in questo caso la scarsa disponibilità di dati unita alla complessità del siste-

Poliuretano & Ambiente

ma di trasporto dell'aria (che prevede oltre ai canali anche staffe, flange, raccorderia, ecc.) rendono particolarmente complesso qualsiasi confronto.

Ci si è limitati quindi ad alcune prime considerazioni sul contributo dei due sistemi di canalizzazione al riscaldamento globale del pianeta e all'effetto serra (GWP_{100} , Global Warming Potential).

Come Unità Funzionale è stato utilizzato il metro quadrato di pannello o di lamiera, facilmente riconducibile al metro lineare di canale realizzato.

Per la tipologia in lamiera è stata considerata una lamiera zincata di spessore 8/10 di mm mentre per la valorizzazione dei carichi ambientali ci si è riferiti alla fonte IISI (International Iron and Steel Institute), EPD.

Per il confronto è stata considerata sia la tipologia in sola lamiera priva di isolamento termico (non utilizzabile nella maggior parte di applicazioni edilizie in quanto non rispondente ai parametri di risparmio energetico) sia quella coibentata con uno spessore di gomma di 30 mm che equivale, come livello di isolamento termico, alla condotta preisolata con 20,5 mm di schiuma poliuretanic.

Tabella 6.

Contributo al riscaldamento globale (GWP_{100}) di diverse tipologie di canali per il trasporto dell'aria

Tipo di condotta per il trasporto dell'aria	Unità di misura	GWP_{100} / m^2
P3ductal con tecnologia brevettata Hydrotec	kg. CO ₂ eq.	12,5
Canale in lamiera zincata privo di isolamento	kg. CO ₂ eq.	24
Canale in lamiera zincata isolata con gomma	kg. CO ₂ eq.	28,5

Anche in questo caso la leggerezza e le prestazioni del sistema consentono di evidenziare un impatto inferiore di oltre il 50% per la tecnologia di condotte preisolate in poliuretano.

Una riduzione del contributo all'effetto serra che, se adottato dall'intero mercato italiano annuo delle condotte, sortirebbe lo stesso effetto di eliminazione/assorbimento della CO₂ di circa 200.000.000 di metri quadrati di foresta (cfr. P3 Srl - Salvare le foreste è possibile - 2007).



Poliuretano & Ambiente

Glossario Ambientale



Acidificazione (AP):

fenomeno, comunemente noto come "pioggia acida", per il quale le precipitazioni atmosferiche risultano avere un pH inferiore alla norma. Può provocare danni alle foreste e alle colture vegetali, così come agli ecosistemi acquatici e ai manufatti. E' dovuto alle emissioni di SO₂, di NO_x, e di NH₃, che sono quindi compresi nell'indicatore di Acidification Potential (AP) espresso in moli di H⁺ prodotte.

Boustead Model:

banca dati e software per lo sviluppo di analisi di LCA prodotto da Boustead Consulting Ltd.

Conduttività o Conducibilità termica (λ):

è la quantità di calore trasferito in una direzione perpendicolare alla superficie di un'area unitaria, a causa di una differenza di temperatura di 1 K, nell'unità di tempo. Il trasferimento è dovuto esclusivamente al gradiente di temperatura. In termini semplici, indica l'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore. Si esprime in W/mK.

Consumo di risorse (GER - Gross Energy Requirement)

indica l'energia totale (rinnovabile e non rinnovabile) sottratta all'ambiente durante il ciclo di vita di un'unità funzionale del prodotto o servizio. Comprende il contenuto energetico delle materie prime, i consumi legati a processi, lavorazioni, trasporti. Si esprime in MJ o in kWh.

Distruzione della fascia dell'ozono (ODP):

degradazione della fascia di ozono stratosferico, avente la prerogativa di bloccare la componente ultravioletta dei raggi solari, per opera

di composti particolarmente reattivi, che si originano da clorofluorocarburi (CFC). La sostanza usata come riferimento per l'ODP (Ozone Depletion Potential) è il triclorfluorometano, o CFC-11 a cui viene, convenzionalmente, attribuito valore pari ad uno.

Environmental Product Declaration (EPD) o Dichiarazione Ambientale di Prodotto (DAP):

Documento pubblico contenente informazioni oggettive, confrontabili e credibili riguardo l'impatto ambientale di ciclo-vita di un prodotto. L'EPD mostra i parametri utili a quantificare la prestazione ambientale di prodotti o servizi. Gli impatti ambientali vengono calcolati sulla base di uno studio LCA. Il Sistema Internazionale (EPD System) gestito attualmente dallo Swedish Environmental Management Council insieme con un gruppo di referenti qualificati a livello internazionale (tra cui il l'italiano CESISP, Centro per lo Sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti - www.cesisp.unige.it) prevede la verifica dei dati e dei risultati da parte di un soggetto terzo (Ente Certificatore accreditato in Italia dal SINCERT).

Effetto serra (GWP):

fenomeno per il quale i raggi infrarossi emessi dalla superficie terrestre in seguito a riscaldamento solare sono assorbiti da molecole presenti in atmosfera e riemessi sottoforma di calore, determinando un riscaldamento globale dell'atmosfera. L'indicatore utilizzato è GWP (Global Warming Potential) che comprende in primo luogo le emissioni in anidride carbonica, principale gas serra, oltre ad altri gas con minore grado di assorbimento dei raggi infrarossi, quali metano (CH₄), protossido di azoto

Poliuretano & Ambiente

(N₂O), clorofluorocarburi (CFC), idroclorofluorocarburi (HCFC), idrofluorocarburi (HFC) che vengono espressi in funzione del grado di assorbimento della CO₂ (g CO₂). Alla CO₂ viene attribuito un valore convenzionale di GWP uguale ad uno.

Eutrofizzazione (EP):

arricchimento dei corsi d'acqua in nutrienti, che determina squilibri negli ecosistemi acquatici dovuti all'eccessivo sviluppo per mancanza di limitazioni nutritive. Eutrophication Potential (EP) comprende in particolare sali di fosforo e di azoto e si esprime come grammi di ossigeno equivalenti (g O₂).

Formazione di ossidanti fotochimici (POCP):

produzione di composti che per azione della luce sono in grado di promuovere una reazione di ossidazione che porta alla produzione di ozono nella troposfera. L'indicatore POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) comprende soprattutto COV (composti organici volatili) e si esprime come grammi di etilene equivalenti (g C₂H₄).

Life Cycle Assessment (LCA)

definizione SETAC 1993: E' un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un'attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. 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.

Product Category Rules (PCR) o Requisiti Specifici di Prodotto (PSR):

documenti tecnici che definiscono le regole comuni da adottare per la redazione di LCA ed EPD comparabili tra loro per una specifica categoria omogenea di prodotti/funzioni/servizi.

Resistenza termica (R):

misura la capacità di un mezzo a trasferire il calore in una determinata direzione, per un dato spessore e per unità di superficie. È inversamente proporzionale alla conducibilità termica, e direttamente proporzionale allo spessore. Si misura in m²K/W.

Trasmittanza o Conduttanza Termica (U)

Flusso di calore che attraversa una superficie unitaria di 1 mq dell'elemento considerato avento un determinato spessore, per una differenza di temperatura di 1 grado Kelvin. L'unità di misura è il Watt per metro quadrato e grado Kelvin, W/m²K)

Unità Funzionale:

Unità di riferimento per quantificare il rendimento in termini LCA di un sistema produttivo. (ISO 14040).

L'utilizzo di una stessa Unità Funzionale consente, insieme ad altri criteri, la comparabilità dei risultati dell'LCA.





Associazione Nazionale Poliuretano Espanso rigido
Corso A. Palladio, 155 - 36100 Vicenza
tel 0444 327206 - fax 0444 809819
www.poliuretano.it

SOCI ORDINARI

Brianza Plastica Spa
Via Rivera 50
20841 Carate Brianza MB
0362 91601 - 0362 990457
www.brianzaplastica.it

Duna Corradini Spa
Via Modena-Carpi 388
41019 Soliera MO
059 893911 - 059 565403
www.dunagroup.com

Ediltec Srl
Via Giardini 474
41124 Modena MO
059 2916401 - 059 344232
www.ediltec.com

P3 Srl
Via Don G. Cortese 3
35010 Ronchi di Villafranca PD
049 9070301 - 049 9070302
www.p3italy.it

Stiferite Srl
Viale Navigazione Interna 54
35129 Padova PD
049 8997911 - 049 774727
www.stiferite.it

Azeta Service Srl
Via Trivio VI° trav. Destra
80032 Casamarciano NA
www.azetapur.it

DU-MAT Srl
Via Piave 6
21040 Castronno VA
www.dumat-isolamenti.it

E.M.I. Foam Srl
SS. Leuciana Km 4,500
03037 Pontecorvo FR
www.emifoam.it

Magma di Paolo Guaglio
Via Dell'Artigianato 9/11
28043 Bellinzago NO
www.magmamacchine.it

Tecnopur Srl
Via Caserta al Bravo 184
80144 Napoli NA
www.tecnopur.com

Isolparma Srl
Via Mezzavia 134
35020 Due Carrare PD
www.isolparma.it

SOCI SOSTENITORI

Bayer Spa - Div. BMS
Viale Certosa 130
20156 Milano MI
02 39781 - 02 39782195
www.bayer.it

COIM Spa
Via Ricengo 21/23
26010 Offanengo CR
0373 2481 - 0373 789222
www.coimgroup.com

Dow Italia Div. Commerciale Srl
Via Carpi, 29
42015 Correggio RE
0522 6451 - 0522 645809
www.dow.com

Huntsman Italy Srl
Via Mazzini 58
21020 Ternate VA
0332 941111 - 0332 941318
www.huntsman.com

Evonik Goldschmidt GmbH
Goldschmidtstrasse 100
45127 Essen - Germania
347 0316203 - +49 694001485226
www.evonik.com

Eigenmann & Veronelli Spa
Via Della Mosa 6
20017 Rho MI
www.eigver.it

Silcart Spa
Via Spercenigo 5 - Mignagola
31030 Carbonera TV
0422 445507 - 0422 445492
www.silcartcorp.com

Graco N.V.
Slakweidestraat 31
3630 Maasmechelen - Belgio
www.graco.com

Impianti OMS Spa
Via Sabbionetta 4
20843 Verano Brianza MB
www.omsgrupp.it

Saip Impianti per Poliuretani Surl
Via Bressanella 13
22044 Romanò D'Inverigo CO
www.saiequipment.it

Alpas Srl
SS Padana Ovest - Z. I.
15029 Solero AL
www.alpas.eu

Polysystem Srl
Piazzale Cocchi 22 - Z.I.
21040 Vedano Olona VA
www.polysystem.it

Tagos Srl
Via Massari Marzoli 5
21052 Busto Arsizio VA
www.tagos.it