Schede di fine vita

Progetto DeCo
Linee guida per
la decostruzione
degli edifici recenti

Novembre 2022

Dipartimento
del territorio

Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana
SUPSI

Committente
Dipartimento del territorio
Divisione dell'ambiente
Sezione protezione aria acqua e suolo
Ufficio dei rifiuti e dei siti inquinati

Autori
Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento ambiente costruzioni e design
Istituto sostenibilità applicata all'ambiente costruito
Carlo Gambato
Stefano Zerbi
Cristina Mosca
Isabella Fibioli

Novembre 2022

Schede di fine vita materiali isolanti

FV.1.0 EPS

FV.1. 2 XPS

FV.1. 3 PUR

FV.1. 4 Fibre minerali

FV.1.4.1 Lana di vetro

FV.1.4.2 Lana di roccia

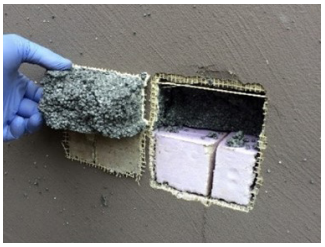
FV.1. 5 Fibra di legno mineralizzata

FV.1. 6 Lana di legno

FV.1. 7 Sughero agglomerato

FV.1. 8 Vetro cellulare espanso

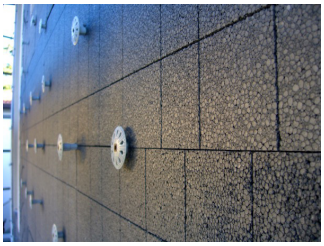
Identificazione dei materiali isolanti	
Modalità di campionamento	In base all'elemento costruttivo interessato, prelievo mediante carotaggio (d 50 mm o 10 mm) dell'intero pacchetto. In alternativa: smontaggio / saggio puntuale e rilievo della stratigrafia (determinazione sequenza strati e spessori).
Dimensione prodotti	Spessore, Larghezza e Lunghezza delle lastre sono variabili. Ogni ditta produttrice fornisce una vasta gamma di prodotti con dimensioni differenti. Si suggerisce, una volta individuato il tipo di materiale di verificare nei siti di produttori per una stima delle dimensioni.
Date soglia per i materiali isolanti *(in merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch)*	1 gennaio 2010: data di interdizione di prodotti contenenti CFC e HCFC. Marzo 2016: data di interdizione della messa sul mercato e dell'impiego di HBCD. 1996: le lane minerali prodotte prima di questa data possono rilasciare fibre respirabili a bassa biodegradabilità.



Legenda gestione di fine vita:		
	Processo da escludere	Processo non permesso dalla legislazione.
	Processo permesso	Processo permesso dalla legislazione.
	Processo da favorire	Processo permesso dalla legislazione. Da preferire per favorire lo sviluppo di un'economia circolare. Opzioni e pratiche di trattamento già in atto o in fase avanzata di sviluppo.
	Processo da favorire	Processo permesso dalla legislazione. Da preferire per favorire lo sviluppo di un'economia circolare. Non esistono pratiche diffuse ma fattibilità da esplorare e implementare.

FV.1.0 EPS polistirene espanso

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Bianco o grigio. Sono riconoscibili le sfere.
Densità p [kg/m³]	Da 15 fino a 30. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli rigidi, blocchi, perle sfuse.
Denominazioni commerciali es.	SAGEX della Sager AG, swissporEPS della Swisspor AG, Soprema EPS della SOPREMA.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13163, norma di prodotto per gli isolanti termici in EPS per le applicazioni in edilizia. EN 13499, norma relativa ai sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETICS) a base di EPS.



Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Minaccia per l'ambiente (aria): possibile presenza di HBCD (ritardante di fiamma) per EPS prodotto prima del 2015 e posato fino al 2017. Non ci sono rischi per la salute durante lo smontaggio. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Incorporamento solidale dei pannelli rigidi con altri materiali. Sistemi compositi di isolamento termico a cappotto esterni (ETICS) che comportano: a) incollaggio al supporto (malte colla); b) tassellatura dei pannelli al supporto (tasselli in plastica); c) rivestimento composto da rasatura, rete, fondo e finitura (intonaci).
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche ed è considerabile un materiale durevole. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa); - difetti di adesione, fessurazioni, ecc.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

Il polistirene, è un materiale “termoplastico”, pertanto potenzialmente è una materia plastica riciclabile.
La messa in discarica non è permessa.

Termovalorizzazione: recupero energetico
Utilizzare il potere calorifico dell’EPS negli impianti di incenerimento e/o cementifici: 1 kg di rifiuti consente di risparmiare 1,3 litri di altri combustibili. Il vantaggio di questo processo è che i requisiti per quanto riguarda la pulizia dei rifiuti di EPS sono bassi. Peraltro, la combustione di schiuma PS (che avviene a temperature molto elevate) contenente il ritardante di fiamma HBCD non ha effetti negativi sull’ambiente, viene completamente distrutto, non provoca cambiamenti nei prodotti di incenerimento in termini di composizione dei prodotti finali quali scorie, polveri e residui di filtrazione.
Ciò significa che i rifiuti di EPS di vecchia costruzione contenenti HBCD (prodotti prima del 2015) possono essere bruciati in qualsiasi impianto di incenerimento di ultima generazione.

Specificità per il settore delle costruzioni, caratteristiche del materiale per poter essere riciclato / riusato
Per perseguire strategie di riciclo / riuso dei rifiuti di EPS provenienti dal settore edile, deve essere attuata una raccolta separata, verosimilmente già in cantiere, infatti, se le macerie vengono raccolte in modo misto, la cernita dovrebbe essere eseguita in un secondo momento dalle imprese di smaltimento.
Nel settore delle costruzioni i pannelli in EPS, sono messi in opera in sistemi costruttivi complessi dove lo strato di isolamento è incorporato in modo solidale ad altri strati di materiali differenti, es. collanti, intonaci, tasselli in plastica, etc.
Pertanto, la problematica più significativa per il riciclo/riuso di questi materiali è la possibilità di ottenere dal processo di decostruzione/demolizione selettiva monofrazioni perfettamente separate, ottenendo materiale “pulito”.
Proprio per questa ragione tecnica la strategia di valorizzazione energetica (inceneritore o cementifici) che, senza dubbio, implica un impiego meno esigente in termini di pulizia del materiale recuperato, e può assorbire scarti di qualunque provenienza (anche mista), rappresenta oggi la filiera più diffusa.

Riciclaggio
Fattori principali da considerare per l’opzione di riciclaggio:
- qualità del materiale in ingresso, perché ha un effetto immediato sulla qualità del materiale in uscita. Inoltre, è un fattore di costo cruciale.
- raccolta e pretrattamento del materiale proveniente dai cantieri di demolizione effettuati da ditte specializzate.
- verifica del contenuto di HBCD (solo per prodotti ante 2015) e presenza di altre impurità quali; acqua, cemento, colla, bitume, altro.

Riciclaggio meccanico
Un’opzione di smaltimento dell’EPS proveniente da rifiuti da costruzione e demolizione è il riciclaggio meccanico, in cui i rifiuti di EPS (anche quelli non perfettamente puliti) vengono macinati in granulato. Può essere aggiunto ad esempio ai pannelli di isolamento termico, ma funge anche da aggregato per materiali leggeri (es. calcestruzzo, intonaco isolante, etc.).
Questo processo di riciclaggio è possibile per imballaggi in EPS senza HBCD e EPS da costruzione con pFR, ma non per EPS antecedenti il 2015 con HBCD.
Queste tecnologie sono già disponibili e utilizzate dalle aziende produttrici che forniscono anche appositi sacchi per la raccolta e il trasporto.

Riciclo chimico-fisico: in fase di sviluppo e sperimentazione
Il progetto di ricerca *PolyStyreneLoop* sta sviluppando una soluzione con un processo di riciclaggio fisico-chimico, basato sulla tecnologia CreaSolv®. La tecnologia applicata trasforma gli scarti di schiuma isolante in nuova materia prima di alta qualità. Durante il processo di riciclaggio le impurità, come cemento o altri residui di costruzione, nonché l’HBCD ritardante di fiamma incorporato, vengono rimosse. L’HBCD viene distrutto, mentre il prezioso componente bromo e il polistirene vengono recuperati.
Si segnala anche la startup tecnologica *Polystyvert* in Canada, a Montréal, nel 2018 ha realizzato il primo impianto al mondo per la lavorazione del polistirene a base di solventi.

Riuso
I pannelli isolanti in EPS possono essere smontati per il riutilizzo (sempre che ciò sia fattibile e la decostruzione non porti alla distruzione dei pannelli o contaminazione). Ad esempio, possono essere impiegati come pannelli di protezione o per isolamenti termici subordinati.
In alternativa è possibile pensare a un prolungamento del ciclo di vita dei pannelli con un “raddoppio dell’isolamento”. Se in un intervento di ristrutturazione è necessario un incremento delle performance termiche dell’involucro, nel caso ci fossero tutte le condizioni (verifica stabilità esistente e comportamento a carichi aggiuntivi), sarebbe possibile sovrapporre al pannello esistente un ulteriore strato isolante.

FV.1.2 XPS polistirene espanso estruso

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Diverse colorazioni, i più comuni sono azzurro, verde, giallo chiaro. La matrice visivamente risulta compatta e al tatto abbastanza ruvida.
Densità p [kg/m³]	Da 25 fino a 65. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli rigidi.
Denominazioni commerciali es.	XPS della Sager AG, swissporXPS della Swisspor AG, Soprema XPS della SOPREMA.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13164, norma di prodotto per gli isolanti termici in XPS per le applicazioni in edilizia.

Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Minaccia per l'ambiente (aria): possibile presenza di HBCD (ritardante di fiamma) per XPS prodotto prima del 2015 e posato fino al 2017; possibile presenza di HCFC (agente espandente) fino al 1989, divieto dell'uso in Europa dal 2000. Non ci sono rischi per la salute durante lo smontaggio. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Incorporamento solidale dei pannelli rigidi con altri materiali. Sistemi compositi di isolamento termico a cappotto esterni (ETICS) che comportano: a) incollaggio al supporto (malte colla); b) tassellatura dei pannelli al supporto (tasselli in plastica); c) rivestimento composto da rasatura, rete, fondo e finitura (intonaci).
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche ed è considerabile un materiale durevole. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa); - difetti di adesione, fessurazioni, etc.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

Il polistirene espanso estruso XPS, è un materiale “termoplastico”, pertanto potenzialmente è una materia plastica riciclabile. La messa in discarica non è permessa.

Termovalorizzazione: recupero energetico

Utilizzare il potere calorifico dell’XPS negli impianti di incenerimento e/o cementifici: 1 kg di rifiuti consente di risparmiare 1,3 litri di altri combustibili. Il vantaggio di questo processo è che i requisiti per quanto riguarda la pulizia dei rifiuti di XPS sono bassi. Peraltro, la combustione di schiuma PS (che avviene a temperature molto elevate) contenente il ritardante di fiamma HBCD non ha effetti negativi sull’ambiente, viene completamente distrutto, non provoca cambiamenti nei prodotti di incenerimento in termini di composizione dei prodotti finali quali scorie, polveri e residui di filtrazione.
Ciò significa che i rifiuti di XPS di vecchia costruzione contenenti HBCD (prodotti prima del 2015) possono essere bruciati in qualsiasi impianto di incenerimento di ultima generazione.

Riciclaggio meccanico

Un’opzione di smaltimento dell’XPS proveniente da rifiuti da costruzione e demolizione è il riciclaggio meccanico, in cui i rifiuti di XPS (anche quelli non perfettamente puliti) vengono macinati in granulato. Può essere aggiunto ad esempio ai pannelli di isolamento termico, ma funge anche da aggregato per materiali leggeri (es. calcestruzzo, intonaco isolante, etc.).
Questo processo di riciclaggio è possibile per imballaggi in XPS senza HBCD e XPS da costruzione con pFR, ma non per XPS antecedenti il 2015 con HBCD.
Queste tecnologie sono già disponibili e utilizzate dalle aziende produttrici che forniscono anche appositi sacchi per la raccolta e il trasporto.

Riciclo chimico-fisico: in fase di sviluppo e sperimentazione

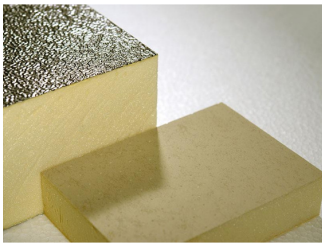
Il progetto di ricerca *PolyStyreneLoop* sta sviluppando una soluzione con un processo di riciclaggio fisico-chimico, basato sulla tecnologia CreaSolv®. La tecnologia applicata trasforma gli scarti di schiuma isolante in nuova materia prima di alta qualità. Durante il processo di riciclaggio le impurità, come cemento o altri residui di costruzione, nonché l’HBCD ritardante di fiamma incorporato, vengono rimosse. L’HBCD viene distrutto, mentre il prezioso componente bromo e il polistirene vengono recuperati.
Si segnala anche la startup tecnologica *Polystyvert* in Canada, a Montréal, nel 2018 ha realizzato il primo impianto al mondo per la lavorazione del polistirene a base di solventi.

Riuso

I pannelli isolanti in XPS possono essere smontati per il riutilizzo (sempre che ciò sia fattibile e la decostruzione non porti a distruzione dei pannelli o contaminazione). Ad esempio, possono essere impiegati come pannelli di protezione o per isolamenti termici subordinati.
In alternativa è possibile pensare a un prolungamento del ciclo di vita dei pannelli con un “raddoppio dell’isolamento”. Se in un intervento di ristrutturazione è necessario un incremento delle performance termiche dell’involucro, nel caso ci fossero tutte le condizioni (verifica stabilità esistente e comportamento a carichi aggiuntivi), sarebbe possibile sovrapporre al pannello esistente un ulteriore strato isolante.

FV.1.3 PUR poliuretano espanso rigido

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Diverse colorazioni, i più comuni sono giallo intenso o paglierino, avorio. Adeso a lamiere metalliche o altri tipi di finitura.
Densità p [kg/m³]	Da 28 fino a 55. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli rigidi, schiume, coppelle.
Denominazioni commerciali es.	PIR della Swisspor AG, PUREN PIR ALU della SOPREMA.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13165, norma di prodotto per gli isolanti termici in poliuretano espanso rigido (pannelli) per le applicazioni in edilizia.



Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Minaccia per l'ambiente (aria): possibile presenza di HCFC (agente espandente) fino al 2000. Non ci sono rischi per la salute durante lo smontaggio. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Pannelli rigidi accoppiati e protetti con rivestimenti protettivi esterni realizzati in materiali diversi, per esempio fogli di alluminio. Il poliuretano può anche essere spruzzato direttamente sul supporto; realizzazione di uno strato di poliuretano mediante spruzzatura in modo da ottenere un isolamento senza giunti o sormonti. In questo caso specifico il materiale non può essere smantellato facilmente. È frequentemente usato per pannelli sandwich (es.: pannelli coibentanti per coperture o per pareti esterne) che, in genere, sono montati a secco, con fissaggi a incastro e/o a vite.
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche ed è considerabile un materiale durevole. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa); - infragilimento, scolorimento.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

Il poliuretano espanso rigido, è un materiale “termoplastico”, pertanto potenzialmente è una materia plastica riciclabile.
La messa in discarica non è permessa.
L’incenerimento è attualmente la soluzione di recupero dei rifiuti consigliata in ambito delle costruzioni.

Esistono due tipi di rifiuti:
1) rifiuti di produzione che comprendono scarti di schiuma poliuretanica e prodotti non conformi;
2) rifiuti a fine vita derivanti dai vari usi del poliuretano.

Le schiume poliuretaniche recuperate sono il più delle volte sporche o mescolate con impurità, perché durante la demolizione il poliuretano viene mescolato con altri rifiuti organici e quando la separazione è possibile la schiuma isolante contiene materiali diversi.
Gli scarti di poliuretano possono essere riutilizzati tal quali quando i pannelli non sono stati incollati ad altri materiali come intonaco, cemento, bitume, etc.

Riciclaggio
Esistono tecnologie in grado di riciclare il poliuretano (in particolare l’agglomerato), tuttavia i problemi di raccolta, compattazione e separazione sono considerati notevoli vincoli di riciclaggio.
Qualunque sia la tecnologia di riciclaggio utilizzata il poliuretano riciclato ha proprietà qualitative inferiori rispetto al poliuretano vergine. A causa della minore qualità dei prodotti riciclati vi è una significativa mancanza di sbocco di questi ultimi.
In prospettiva, dunque, per implementare il riciclaggio del poliuretano, nello specifico degli isolanti poliuretanici, è essenziale identificare e sviluppare i mercati. In quest’ottica per esempio l’agenzia della transizione ecologica francese (ADEME Agence de la transition écologique) sta aggiornando il panorama del mercato del poliuretano (produzione, mercati e applicazioni, segmentazione geografica, specifiche tecniche; principali attori: produttori di poliolo, isocianati, formulatori, assemblatori) e delle sue tecniche di riciclaggio, al fine di valutare l’evoluzione della situazione e identificare le azioni rilevanti da attuare per sviluppare il riciclaggio dei rifiuti in Francia.

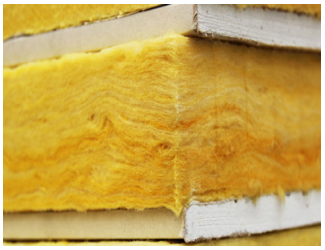
Riciclaggio meccanico
Il riciclaggio meccanico comporta la rottura della struttura fisica del materiale. Esso include processi di riciclaggio (agglomerazione, frantumazione e polverizzazione, stampaggio a compressione e pressione adesiva) che riutilizzano il poliuretano nella sua forma polimerica senza romperlo chimicamente.
Il riciclo meccanico consente di ottenere materiali con proprietà diverse da quelle dei materiali vergini a un prezzo leggermente inferiore (dal 10 al 20%).
I sistemi comuni utilizzati per il riciclaggio meccanico delle schiume poliuretaniche sono dotati di cilindri o matrici che frantumano il materiale sotto forma di trucioli di pochi millimetri fino a polveri di particelle di 50 µm. Questi possono essere utilizzati nell’industria del poliuretano come riempitivo inerte o come diluente per i polioli utilizzati per produrre nuove schiume poliuretaniche.

Riciclo chimico
Il riciclaggio chimico comprende glicolisi, idrolisi, amminolisi e processi termochimici e comporta la rottura della struttura molecolare del materiale, consentendo di ottenere prodotti reintegrabili all’inizio della sintesi in proporzioni limitate (circa il 20%) ma che restano troppo costosi rispetto alle attuali materie prime.
Obiettivo del riciclaggio chimico è recuperare le materie prime originarie, e in particolare produrre un poliolo riciclato di alta qualità che possa essere utilizzato in una nuova formulazione di un poliuretano dello stesso tipo. Più raro è il caso di riciclare un poliolo per ottenere un poliuretano di altro tipo. Per riciclare chimicamente un poliuretano devono essere seguite quattro regole fondamentali: avere un grande flusso di rifiuti; il flusso dei rifiuti deve essere continuo; il flusso di rifiuti deve essere chimicamente puro (sono note più di 10.000 formulazioni e additivi plastici. Ogni formulazione modifica la qualità del prodotto riciclato, impedendo l’universalità di una soluzione di riciclo chimico); il flusso di rifiuti deve essere incontaminato, il legno, la plastica, il metallo o la carta contenuti nei rifiuti possono causare reazioni collaterali e deteriorare la qualità dei polioli riciclati. Una fase di purificazione è molto costosa.
Tenendo conto di queste considerazioni tecniche ed economiche, andrebbero valutati i volumi di poliuretano che effettivamente potrebbe essere riciclato chimicamente.

Riuso
Test effettuati su isolanti poliuretanici rigidi in opera da ca. 30 anni hanno dimostrato il mantenimento delle caratteristiche fisiche, meccaniche e delle prestazioni di isolamento. Pertanto, se installati in sistemi a secco, che consentono il disassemblaggio, potrebbero essere riusati come isolamento termico in nuove strutture edilizie. Questo è possibile previa verifica delle principali caratteristiche: conducibilità termica, resistenza a compressione, contenuto di umidità, modifiche dimensionali (deformazioni) ed integrità del prodotto.

FV.1.4.1 Lana di vetro

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Gialla. Manipolare con precauzioni, irrita pelle e occhi.
Densità p [kg/m³]	Da 10 fino a 120. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli, rotoli, coppelle, fiocchi sfusi.
Denominazioni commerciali es.	Lana di vetro SAGLAN della Sager AG, Saint Gobain Isover SA.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13162, norma di prodotto per gli isolanti termici in lana di vetro e lana di roccia (pannelli) per le applicazioni in edilizia.



Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Minaccia per la salute: potenziale rilascio di fibre respirabili a bassa biodegradabilità per lane minerali prodotte prima del 1996. La classificazione "cancerogeno" non si applica se è possibile dimostrare che le fibre hanno bassa bio-persistenza o che le fibre hanno diametro medio ponderale superiore 6 µm. Le colle che vengono utilizzate per la posa, a dipendenza dell'anno di installazione, possono contenere sostanze pericolose (es. amianto). L'opzione di smontaggio ai fini del riciclaggio va valutata sulla base dell'eventuale contaminazione secondaria. Manipolare con precauzioni, irrita pelle, occhi e vie respiratorie. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Rotoli e pannelli posati in opera con differenti tecniche: sistemi a secco con fissaggi meccanici che sono facilmente smontati e separati; inglobati in sistemi compositi di isolamento termico a cappotto che comportano: a) incollaggio al supporto (malte colla); b) tassellatura dei pannelli al supporto (tasselli in plastica); c) rivestimento composto da rasatura, rete, fondo e finitura (intonaci). Possono presentare dei rivestimenti applicati su una delle due facce (es. barriera al vapore).
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche fisiche e meccaniche. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa); - difetti di adesione, fessurazioni, etc.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo permesso

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

La maggior parte dei materiali isolanti in lana minerale è miscelato con i rifiuti edili combustibili e smaltito nell'impianto di incenerimento dei rifiuti.
Non sono note le proporzioni dei materiali isolanti minerali che vengono smaltiti in discarica con la frazione minerale (tipo B), tuttavia, non sono accettati volentieri in quanto occupano volumi significativi.

Riciclaggio
Le ditte produttrici riprendono i ritagli di scarto dei propri prodotti. I produttori ritirano e riciclano i rifiuti di lana minerale che sono dei propri prodotti, al momento non ritirano/riciclano prodotti di altre ditte. I produttori forniscono sacchi di plastica per un imballaggio sicuro e il trasporto di rifiuti isolanti.
Il riciclaggio del materiale delle fibre minerali è sostanzialmente possibile. I requisiti di pulizia e corpi estranei sono notevolmente inferiori rispetto ai materiali isolanti organici a causa del processo di fusione altamente termico. I prerequisiti per il riciclaggio dei materiali di lana minerale provenienti da una decostruzione sono:

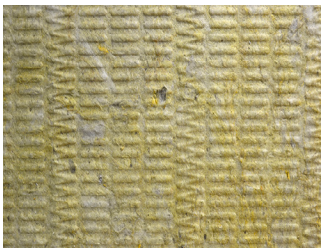
a) separazione tra lana di vetro e lana di roccia;
b) composizione materiale nota delle fibre minerali prelevate (motivo per cui, al momento, ogni ditta ritira esclusivamente le proprie lane minerali);
c) presenza della minor quantità possibile di corpi estranei.

La lavorazione della lana minerale dopo l'accettazione viene inizialmente eseguita a mano: i fogli di alluminio e l'intonaco vengono rimossi (operazioni che, al momento, avvengono nei centri di lavorazione delle ditte produttrici). Quindi la lana minerale viene spinta in un frantoio a vite.
I rifiuti di lana di vetro hanno opzioni di riciclaggio simili ai rifiuti di lana di roccia (flocculazione della lana di roccia, i rifiuti di lana di roccia diventano granulati che sono utilizzati come isolante insufflabile; aggiunta come agente di porosità nell'industria dei mattoni).
Per il riciclaggio di grandi quantità di lana di vetro è necessario un ulteriore processo di fusione in un apposito forno per ottenere prodotto che poi deve essere fuso ed estruso nuovamente su stuoie di lana di vetro.
Un concetto di ritiro e riciclaggio per la lana di vetro è operativo in Francia con Isover recycling, un servizio a circuito chiuso per il riutilizzo dei rifiuti di la di vetro proveniente da costruzione e demolizione.
In Svizzera ISOVER ha introdotto un sistema per raccogliere e riciclare gli scarti di lana di vetro di propria produzione dai cantieri edili. Gli appaltatori restituiscono, tramite rivenditori di materiali da costruzione, i rifiuti in sacchetti appositamente progettati e forniti gratuitamente.

Riuso
Il riutilizzo di pannelli in lana minerale è potenzialmente possibile se la tecnica costruttiva del sistema di isolamento è concepito per permettere un livello di separazione massimo di ogni tipo di componente e strato (materiale isolante, tasselli, reti, malte minerali). Il pannello isolante ottenuto da una decostruzione può essere riutilizzato con la medesima funzione in altre applicazioni.

FV.1.4.2 Lana di roccia

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Verde oliva.
Densità p [kg/m³]	Da 15 fino a 200. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli, rotoli, coppelle, fiocchi sfusi.
Denominazioni commerciali es.	Lana di roccia Flumroc AG (Rockwool), Soprema ROC della SOPREMA.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13162, norma di prodotto per gli isolanti termici in lana di vetro e lana di roccia (pannelli) per le applicazioni in edilizia.



Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Minaccia per la salute: potenziale rilascio di fibre respirabili a bassa biodegradabilità per lane minerali prodotte prima del 1996. La classificazione "cancerogeno" non si applica se è possibile dimostrare che le fibre hanno bassa bio-persistenza o che le fibre hanno diametro medio ponderale superiore 6 µm. Le colle che vengono utilizzate per la posa, a dipendenza dell'anno di installazione, possono contenere sostanze pericolose (es. amianto). L'opzione di smontaggio ai fini del riciclaggio va valutata sulla base dell'eventuale contaminazione secondaria. Manipolare con precauzioni, irrita pelle, occhi e vie respiratorie. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Rotoli e pannelli posati in opera con differenti tecniche: sistemi a secco con fissaggi meccanici che sono facilmente smontabili e separabili; inglobati in sistemi compositi di isolamento termico a cappotto che comportano: a) incollaggio al supporto (malte colla); b) tassellatura dei pannelli al supporto (tasselli in plastica); c) rivestimento composto da rasatura, rete, fondo e finitura (intonaci). Possono presentare dei rivestimenti applicati su una delle due facce (es. barriera al vapore).
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche fisiche e meccaniche. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa); - difetti di adesione, fessurazioni, etc.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo permesso

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

La maggior parte dei materiali isolanti in lana minerale è miscelato con i rifiuti edili combustibili e smaltito nell'impianto di incenerimento dei rifiuti.
Non sono note le proporzioni dei materiali isolanti minerali che vengono smaltiti in discarica con la frazione minerale (tipo B), tuttavia, non sono accettati volentieri in quanto occupano volumi significativi.

Riciclaggio
Le ditte produttrici riprendono i ritagli di scarto dei propri prodotti. I produttori ritirano e riciclano i rifiuti di lana minerale che sono dei propri prodotti, al momento non ritirano/riciclano prodotti di altre ditte. I produttori forniscono sacchi di plastica per un imballaggio sicuro e il trasporto di rifiuti isolanti.
Il riciclaggio del materiale delle fibre minerali è sostanzialmente possibile. I requisiti di pulizia e corpi estranei sono notevolmente inferiori rispetto ai materiali isolanti organici a causa del processo di fusione altamente termico. I prerequisiti per il riciclaggio dei materiali di lana minerale provenienti da una decostruzione sono:

a) separazione tra lana di vetro e lana di roccia;
b) composizione materiale nota delle fibre minerali prelevate (motivo per cui, al momento, ogni ditta ritira esclusivamente le proprie lane minerali);
c) presenza della minor quantità possibile di corpi estranei.

La lavorazione della lana minerale dopo l'accettazione viene inizialmente eseguita a mano: i fogli di alluminio e l'intonaco vengono rimossi (operazioni che, al momento, avvengono nei centri di lavorazione delle ditte produttrici). Quindi la lana minerale viene alimentata in un frantoio a vite e quindi su un laminatoio per tubi a barre.
Ulteriori possibilità per il riciclaggio dei rifiuti della lana di roccia possono essere:

- Flocculazione della lana di roccia: i rifiuti di lana di roccia diventano granulati che sono utilizzati come isolante insufflabile;
- Aggiunta come agente di porosità nell'industria dei mattoni.

In Svizzera FLUMROC raccoglie gli scarti di produzione e di cantiere e la lana di roccia risultante dalla demolizione. E' accettata solo lana di roccia Flumroc che deve essere consegnata, priva di materiali di accoppiamento e di rivestimento, in appositi imballaggi.

Riuso
Il riutilizzo di pannelli in lana minerale è potenzialmente possibile se la tecnica costruttiva del sistema di isolamento è concepita per permettere un livello di separazione massimo di ogni tipo di componente e strato (materiale isolante, tasselli, reti, malte minerali). Il pannello isolante ottenuto da una decostruzione può essere riutilizzato con la medesima funzione in altre applicazioni.

FV.1.5 Fibra di legno mineralizzato

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Vari colori disponibili, il più comune grigio tortora.
Densità p [kg/m³]	Da 120 fino a 300. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli rigidi.
Denominazioni commerciali es.	Holzwolle o Heradesign della ZZ Wancor.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13171, norma di prodotto per gli isolanti termici in fibre di legno mineralizzate per le applicazioni in edilizia.

Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Esenti da sostanze inquinanti se i prodotti rispettano le norme armonizzate il procedimento di produzione non dovrebbe contenere sostanze inquinanti o pericolose. Eventuali vernici, riempitivi o adesivi che possono inquinare il materiale smantellato devono essere verificati. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Pannelli rigidi accoppiati e protetti con rivestimenti protettivi esterni realizzati in materiali diversi. Possono essere accoppiati anche con altri tipi di pannelli isolanti (es. in fibra di legno). Possono essere posati in opera con differenti tecniche: sistemi a secco con fissaggi meccanici che sono facilmente smontabili e separabili; inglobati in sistemi compositi di isolamento termico per cui sono presenti strati di colla, fissaggi con tasselli in plastica e rivestimenti superficiali in malte minerali.
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche ed è considerabile un materiale durevole. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa).

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da escludere	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

È consentito lo smaltimento nell'impianto di incenerimento dei rifiuti.
La messa in discarica non è permessa.

La mineralizzazione è un processo per cui il legno triturato viene mescolato con polveri minerali e aggregato con cemento.
I pannelli isolanti così ottenuti sono certamente resistenti alla compressione e imputrescibili, sono considerati quasi incombustibili e ben si prestano per realizzare interventi con buon comportamento acustico grazie alla scabrosità della superficie. Tuttavia, il processo di mineralizzazione non è reversibile e anche al momento il riciclo è limitato all'uso come materiale di alleggerimento per calcestruzzi.

Termovalorizzazione: recupero energetico
Il percorso ammesso nell'ambito delle costruzioni è quello dell'inceneritore per la valorizzazione termica dei rifiuti o i cementifici.

Riciclaggio e Riuso
Non ci sono studi sulle potenzialità di riciclo / riuso, tuttavia in relazione alle condizioni di installazione e alla possibilità di smantellamento in monofrazioni, il riuso dei pannelli in legno minerale è potenzialmente possibile, previa verifica delle prestazioni residue.

FV.1.6 Lana di legno

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Marrone, è ben visibile l'intreccio delle fibre.
Densità p [kg/m³]	Da 30 fino a 50. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli, fibre sfuse.
Denominazioni commerciali es.	Pavatherm della Pavatex SUISSE AG, GUTEX della Stroba Naturbaustoffe AG.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13168, norma di prodotto per gli isolanti termici in lana di legno per le applicazioni in edilizia.

Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Da accertare: data di costruzione o realizzazione della coibentazione. Esenti da sostanze inquinanti se i prodotti rispettano le norme armonizzate il procedimento di produzione non dovrebbe contenere formaldeide o isocianati. Eventuali vernici, riempitivi o adesivi che possono inquinare il materiale smantellato devono essere verificati. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	In generale i prodotti in fibra di legno devono essere sempre protetti dall'umidità una volta messi in opera con strati continui di finitura. Da notare che i pannelli isolanti, solitamente quelli più compatti, hanno una faccia con finitura idrorepellente. Questa particolarità potrebbe rendere più complessa o non fattibile la separazione ai fini del riciclaggio.
Degrado possibile	In condizioni standard mantengono le proprie caratteristiche ma, se non correttamente protetti dall'umidità, potrebbero degradare rapidamente, perdendo le prestazioni termiche, ed essere soggetti ad attacchi biologici. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità e formazione di muffe (infiltrazioni, condensa).

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

È consentito lo smaltimento nell'impianto di incenerimento dei rifiuti.
La messa in discarica non è permessa.

Riciclaggio
L'isolamento in fibra di legno è realizzato con trucioli di legno di scarto e dopo l'uso come isolamento termico negli edifici può essere utilizzato per la produzione di energia oppure, tagli puliti dai pannelli di fibra, possono essere triturati e, i risultanti trucioli, riutilizzati nuovamente nella produzione di isolamento (es. PAVATEX SUISSE AG).
Per quanto riguarda il recupero del materiale, in caso di scarti di cantiere o di demolizioni a fine ciclo di vita la fibra di legno, potenzialmente, può essere recuperata per essere riciclata, a seconda che i pannelli isolanti siano posati a secco o risultino incollati e intonacati.

Riuso
Al momento non esiste alcun concetto di riuso, non sono presenti studi in merito. Tuttavia, considerate le caratteristiche del materiale, il riutilizzo di pannelli in lana / fibre di legno è potenzialmente possibile se la tecnica costruttiva del sistema di isolamento è concepito per permettere un livello di separazione massimo di ogni tipo di componente e strato. Il pannello isolante ottenuto da una decostruzione può essere riutilizzato con la medesima funzione in altre applicazioni previa verifica delle prestazioni residue.

FV.1.7 Sughero agglomerato

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Bruno o biondo, agglomerati ben visibili.
Densità p [kg/m³]	Da 90 fino a 120. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli, granulato sfuso.
Denominazioni commerciali es.	Kork Stroba Dampfkork della Stroba Naturbaustoffe AG, HAGA KORKDÄMMUNG della ditta Haga AG Naturbaustoffe.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13170, norma di prodotto per gli isolanti termici in sughero espanso per le applicazioni in edilizia.

Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Se i prodotti rispettano le norme armonizzate il procedimento di produzione non dovrebbe usare sostanze inquinanti. Minaccia per la salute: possibile quando il sughero aggregato in pannelli è unito utilizzando collanti sintetici; l'uso di tali leganti comporta l'emissione di formaldeide. È possibile una contaminazione secondaria dovuta alla posa stratificata, per esempio lastre di sughero impregnate di bitume, quindi contenenti PAH. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Spesso è accoppiato ad altri materiali come catrame e colle. Possono essere posati in opera con differenti tecniche: sistemi a secco con fissaggi meccanici che sono facilmente smontabili e separabili; inglobati in sistemi compositi di isolamento termico per cui sono presenti strati di colla, fissaggi con tasselli in plastica e rivestimenti superficiali in malte minerali.
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche fisiche e meccaniche. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale; - tenore d'acqua elevato, presenza di umidità (infiltrazioni, condensa).

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo permesso	Processo da escludere

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

Rifiuti isolanti contaminati, come pannelli in sughero trattati con bitume, non possono essere riciclati o riusati (es. per prolungamento della vita utile) per scopi di isolamento e devono essere trattati termicamente.
È consentito lo smaltimento nell'impianto di incenerimento dei rifiuti.
La messa in discarica non è permessa.

Riciclaggio
Nel settore delle costruzioni è comunemente posato accoppiato ad altri materiali non facilmente separabili, pertanto il concetto di riciclo è attuabile nel momento in cui lo smantellamento degli elementi costruttivi è fattibile.
Il sughero non trattato può essere trasformato in granuli di sughero o in nuovi pannelli o può essere utilizzato per alleggerire il terreno. Se privo di additivi organici o sintetici a fine del ciclo di impiego sarebbe anche possibile il compostaggio.

Riuso
Non esiste un concetto riuso di pannelli in sughero provenienti da smantellamenti, tuttavia accertata l'assenza di sostanze pericolose e verificate le prestazioni residue i pannelli sono potenzialmente riutilizzabili.
Il sughero smantellato può anche essere riutilizzato sotto forma di riempitivo.

FV.1.8 Vetro cellulare espanso

Identificazione del materiale	
Aspetto e Colore	Struttura con aspetto alveolare di colore grigio scuro (nero).
Densità p [kg/m³]	Da 100 fino a 150. Per verifica: determinazione della massa volumica apparente secondo norma EN 1602.
Formati possibili	Pannelli rigidi, granulato sfuso.
Denominazioni commerciali es.	FOAMGLAS della Pittsburgh Corning Schweiz AG, MISAPOR granulato sfuso.
Riferimenti di norma principali	SIA 279, edizioni 1980, 1988, 2000 e successive. 2003-2004 obbligo in Europa della marcatura CE degli isolanti termici per l'edilizia, norme armonizzate. EN 13167, norma di prodotto per gli isolanti termici in vetro cellulare per le applicazioni in edilizia.

Elementi connotanti	
Presenza potenziali pericoli	Se i prodotti rispettano le norme armonizzate il procedimento di produzione non dovrebbe usare sostanze inquinanti. Minaccia per la salute: possibile una contaminazione secondaria dovuta alla posa stratificata, per esempio incolaggio con di bitume quindi contenente PAH. Nessun pericolo per la salute: dal taglio dei pannelli fuoriesce un acido non pericoloso ma dall'odore pungente e molesto. In merito controllare eventuali aggiornamenti su Polludoc.ch
Modalità d'incorporamento	Spesso è accoppiato ad altri materiali come catrame e colle sintetiche. I pannelli sono generalmente posati in opera tramite incollaggio oppure inglobati in sistemi compositi di isolamento termico per cui sono presenti strati di colla e finiture superficiali. La forma granulare sfusa viene posata come sottofondo in genere opportunamente separato dal getto della platea.
Degrado possibile	In condizioni standard mantiene le proprie caratteristiche fisiche e meccaniche. Scelte sbagliate dei materiali, errori di progettazione e di posa in opera, condizioni di esercizio non idonee possono influire sullo stato di conservazione del materiale, in particolare possono verificarsi: - deformazioni permanenti per sovraccarico con superamento della resistenza a compressione del materiale.

Gestione di fine vita: possibili filiere

Valorizzazione		Eliminazione	
Riuso	Riciclo	Inceneritore	Discarica
Processo da favorire	Processo da favorire	Processo da escludere	Processo permesso

Fattibilità e opzioni per il riciclo / riuso

Rifiuti isolanti contaminati, come i pannelli isolanti in vetro cellulare trattati con bitume, non possono essere riciclati o riusati (es. per prolungamento della vita utile) per scopi di isolamento e devono essere trattati termicamente.
La messa in discarica è permessa (Tipo B).

Riciclaggio e Riuso
Gli ostacoli principali al riciclaggio del vetro cellulare sono le sostanze con le quali si incollano i pannelli strato su strato. Sono generalmente utilizzate sostanze bituminose e sintetiche che esalano solventi e rendono impossibile un eventuale riutilizzo del materiale.
Il vetro espanso raccolto nei cantieri, privo di incollaggi con bitume o colle sintetiche, può essere frantumato negli impianti, schiacciato e utilizzato per sottostrutture stradali, isolamento termico sfuso, materiale di riempimento di trincee.
Gli usi del vetro espanso riciclato al momento riguardano lavori edili per il cui il materiale entra a contratto con terreno e acqua, pertanto è essenziale procedere con test dell'eluato (per Foamglas® sono eseguiti da EMPA) che escludono che l'utilizzo di questi materiali di riciclo possano avere effetti dannosi sull'ambiente.
Non esiste un concetto di riuso di pannelli in vetro espanso cellulare provenienti da smantellamenti, tuttavia accertata l'assenza di sostanze pericolose e verificate le prestazioni residue dei pannelli sono potenzialmente riutilizzabili per altre applicazioni.