

KNOW-HOW

Caratteristiche qualitative dei materiali isolanti tecnici:

L'installazione veloce e affidabile è fondamentale



IL TEMPO È DENARO

L'applicazione professionale è importantissima nell'isolamento a freddo. Di conseguenza, le proprietà di installazione svolgono un ruolo decisivo durante la scelta di un prodotto. Del resto, non avrebbe senso avere un prodotto isolante superiore da un punto di vista tecnico se questo non potesse essere installato in modo sicuro, pulito e rapido. Oltre all'affidabilità e alla facilità di applicazione, anche il tempo di installazione è estremamente importante, perché insieme al prezzo del materiale è il costo della manodopera che determina la spesa totale di un progetto.

Le proprietà fisiche e tecniche di un materiale sono decisive nella valutazione e nella scelta di un isolamento tecnico, ma anche gli aspetti relativi all'installazione non sono da meno. Le esigenze di isolamento variano in base all'area di applicazione, alla destinazione e alla complessità dell'apparecchiatura da isolare. Il principio guida deve considerare la possibilità di eseguire l'isolamento anche in condizioni di cantiere difficili, senza il rischio di avere punti deboli nell'intera struttura. I due criteri base sono affidabilità e facilità di installazione. Quest'ultima non riguarda solo la velocità di applicazione, ma anche fattori come preparazione, pulizia, spazio necessario e, non ultimo, l'efficacia del sistema in termini di costi.

La velocità di applicazione influisce notevolmente sui costi totali di installazione di un progetto. Tuttavia, non si può neanche affermare che più veloce è sinonimo di più economico. L'installazione rapida di materiali isolanti non adatti comporta dei rischi per il funzionamento dell'apparecchiatura. Condensa, maggiori perdite di energia o danni da corrosione possono causare costi indiretti che superano di molto i risparmi previsti.



AUTORE

Georgios Eleftheriadis
Armacell Manager Technical
Marketing EMEA

VARI MATERIALI ISOLANTI TESTATI

Per esaminare l'impegno che richiede l'installazione e la velocità di uso dei vari materiali di isolamento tecnico, Armacell ha effettuato test che riflettono le condizioni tipiche di applicazione, concentrandosi sui quattro sistemi isolanti più comuni per applicazioni a freddo.

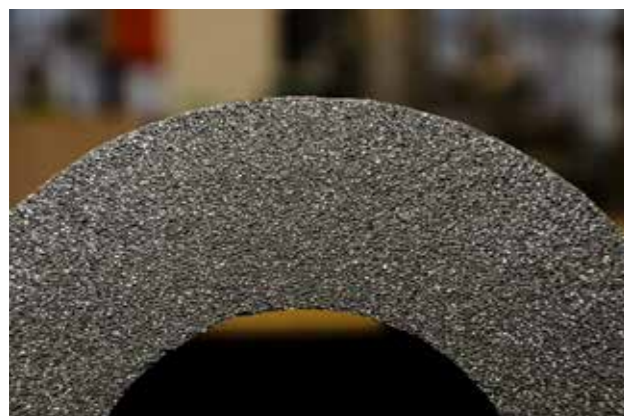
I materiali esaminati sono stati:

- vetro cellulare,
- PUR/PIR,
- sistema in lana minerale ricoperto di alluminio per applicazioni a freddo e
- materiale isolante elastomerico.

Vetro cellulare (CG)

Il vetro cellulare è un materiale isolante termico composto da vetro schiumato. Le materie prime usate per realizzare il vetro cellulare sono tutte di natura minerale. La fase preliminare di produzione ad alta intensità energetica con sabbia di quarzo come materia prima principale è stata in gran parte sostituita dall'uso di vetro piano riciclato da finestre difettose e parabrezza delle auto. Altre materie prime utilizzate sono il feldspato, la dolomite, l'ossido di ferro, l'ossido di manganese e il carbonato di sodio. Il materiale è fabbricato in blocchi dai quali vengono successivamente realizzati tramite fresatura le sezioni, i fogli e i componenti.

Il vetro cellulare ha una struttura a celle completamente chiuse e una resistenza infinitamente elevata alla trasmissione di vapore acqueo. Tra i materiali isolanti esaminati, il vetro cellulare presenta la maggiore conducibilità termica, che rimane compresa tra 0,037 e 0,042 (m•K) a una temperatura media di 0°C. Il vetro cellulare non è igroscopico e non assorbe l'umidità dall'ambiente. Un cambiamento di peso si verifica solo quando la superficie viene inumidita in corrispondenza delle celle tagliate.



Il vetro cellulare è praticamente impermeabile al vapore, ma data la sua fragilità non può sopportare carichi puntiformi.

Inoltre il vetro cellulare è praticamente impermeabile al vapore e i processi di diffusione del vapore possono essere quindi prevenuti in modo permanente.

A causa della sua fragilità, il vetro cellulare non può sopportare carichi puntiformi e deve quindi essere posizionato in piano sull'apparecchiatura da isolare. Oltre alle sezioni dei tubi, i prodotti prefabbricati sono disponibili per l'isolamento di gomiti, raccordi a T e tappi per valvole, flange ecc. Quando viene tagliato il materiale, vengono rilasciate piccole quantità di idrogeno solforato, che genera un odore sgradevole. Il materiale viene incollato con un adesivo reattivo bicomponente a base di emulsione bituminosa modificata con polimeri e una polvere miscelata in rapporto di 1:3. Può essere miscelata solo la quantità di adesivo utilizzabile nel tempo di lavorabilità. L'operazione viene svolta usando un agitatore elettrico o pneumatico. Nel caso di tubi con diametro DN 80 o superiore, le sezioni del tubo sono ulteriormente fissate a intervalli da 300 a 600 mm con nastro di installazione (realizzato in tessuto, alluminio o filamenti) o cinghie metalliche con fibbia.



Il vetro cellulare viene installato con un adesivo bicomponente, quindi ulteriormente fissato con nastro di installazione o cinghie metalliche.

PUR/PIR

I materiali isolanti composti da schiuma poliuretanicica rigida vengono prodotti tramite reazione chimica delle materie prime liquide - di solito il materiale di base è il greggio - con l'aggiunta di agenti espandenti con basso punto di ebollizione. Nel processo schiumogeno dei blocchi, la miscela di reazione fluisce da una testa di miscelazione a uno stampo dei blocchi o un nastro dei blocchi continuo. Dopo la schiumatura e la sedimentazione, i blocchi vengono quindi lavorati di conseguenza.

I materiali isolanti realizzati in schiuma PUR rigida sono schiume dure composte da almeno il 90% di celle chiuse. Tra i materiali isolanti esaminati, il poliuretano è quello caratterizzato dalla conducibilità termica più bassa che, alla temperatura media di 0°C, è compresa tra 0,025 W/(m•K) e 0,033 W/(m•K). Le schiume rigide in PUR/PIR non sono igroscopiche e quindi non assorbono l'umidità dall'aria dell'ambiente. Con i valori μ compresi tra 40 e 250, tuttavia, il PUR pre-

senta solo una bassa resistenza alla trasmissione del vapore acqueo. Quando viene usato come isolamento a freddo, questa caratteristica genera una maggiore penetrazione dell'umidità nel lungo termine a causa delle differenze di pressione parziale del vapore acqueo. È necessaria, quindi, un'efficace barriera antivapore se questi materiali vengono installati sulle condutture di refrigerazione.

Le sezioni dei tubi e altre parti sagomate vengono realizzate tramite fresatura a partire da blocchi prodotti in modo continuo o discontinuo. Le sezioni dei tubi vengono realizzate con o senza copertura di alluminio o PVC. Vengono quindi tagliate tramite seghe. I prodotti vengono legati con un adesivo bicomponente - una pasta miscelata con un indurente (catalizzatore). Deve quindi essere applicato un nastro adesivo di alluminio su tutti i giunti longitudinali e circolari per creare un'unione in grado di impedire la diffusione.



La schiuma rigida in PUR/PIR presenta una bassa resistenza alla trasmissione di vapore acqueo e necessita quindi di una barriera antivapore efficace.



PUR viene anche incollato usando un adesivo bicomponente. Deve quindi essere applicato un nastro adesivo di alluminio su tutti i giunti longitudinali e circolari per creare una tenuta a prova di diffusione.



Trattandosi di materiale isolante a celle aperte, la lana minerale non è protetta dalla penetrazione dell'umidità e, di conseguenza, non deve essere installata sui tubi di refrigerazione.

Lana minerale (MW)

Le fibre minerali artificiali vengono prodotte fondendo le materie prime minerali e poi centrifugandole, soffiandole o trafilandole. Le materie prime usate per realizzare la lana di vetro sono vetri di scarto o materiali usati per la sua realizzazione, come la sabbia di quarzo. La lana di roccia viene realizzata a partire da basalto o diabase. L'isolamento in fibra minerale viene realizzato in processi continui. Si tratta di materiali a celle aperte, con una resistenza alla trasmissione di vapore acqueo (μ) di 1 - 2. La lana minerale è aperta alla diffusione e le proprietà isolanti possono essere notevolmente ridotte dall'umidità. Una copertura di alluminio funge da barriera antivapore.

Il sistema testato qui è stato sviluppato per essere impiegato in impianti di refrigerazione e aria condizionata e viene offerto sotto forma di sezioni di tubi, lastre e relativi supporti per tubi. Le sezioni dei tubi vengono sigillate con strisce adesive sovrapposte, quindi il giunto viene levigato con una spatola. Per ulteriore sicurezza, le sezioni dei tubi vengono avvolte con un nastro di alluminio almeno ogni 600 mm. Un nastro sigillante flessibile viene



Le sezioni dei tubi con lana minerale vengono fissate con un nastro autoadesivo sovrapposto e il giunto viene quindi levigato con una spatola. Per ulteriore sicurezza, viene avvolto un nastro di alluminio intorno alle sezioni dei tubi a un intervallo di almeno 600 mm.

applicato nei punti di penetrazione, es. sospensioni dei tubi o dispositivi di misura e controllo.

A tale proposito, va sottolineato che in alcune nazioni europee l'uso di lana minerale sui tubi di refrigerazione è severamente limitato e soggetto a regole speciali. In Germania, la norma DIN 4140 stabilisce che tale materiale è consentito solo se viene installato un doppio rivestimento. In Belgio, conformemente alle disposizioni della Typebestek/105, la lana minerale può essere usata solo su tubi che raggiungono una temperatura minima di 13°C. Attualmente, i fabbricanti di prodotti in fibre minerali dichiarano che i loro materiali isolanti possono essere usati anche in applicazioni a freddo. Sebbene tali sistemi siano commercializzati esplicitamente come materiali isolanti per applicazioni a freddo, si tratta comunque di prodotti in fibre minerali a cellule aperte con una copertura in alluminio!

Ciononostante, per esaminare le proprietà di installazione di questi sistemi, sono stati deliberatamente inclusi nei test.



I materiali isolanti elastomerici hanno una struttura a celle chiuse e un'elevata resistenza alla trasmissione del vapore acqueo, quindi non necessitano di una barriera antivapore separata e possono essere installati in modo semplice, rapido e affidabile.

Materiali isolanti Elastomerici (FEF)

Le schiume elastomeriche sono materiali isolanti altamente flessibili a base di gomma sintetica. I fogli grezzi prodotti tramite processi di compounding e laminazione vengono alimentati tramite un estrusore e sagomati in tubi e fogli. Viene quindi aggiunto calore e i tubi e i fogli vengono 'cotti' con l'ausilio di un agente espandente in un processo continuo. Come per il vetro cellulare, anche i materiali isolanti elastomerici hanno una struttura a celle completamente chiuse. Il materiale non è igroscopico. A seconda del tipo di gomma, la resistenza alla trasmissione di vapore acqueo è compresa tra $\mu = 2.000$ e 10.000 , ma di solito anche molto di più. In alcuni casi particolari si ottengono valori di $\mu = 20.000$. Nelle FEF, la barriera antivapore non è limitata a una copertura o una pellicola sottile, ma viene realizzata sull'intero spessore isolante. Non è necessaria l'installazione di una barriera antivapore separata.



I materiali isolanti elastomerici sono disponibili come prodotti standard e autoadesivi. Dopo aver applicato l'adesivo o rimosso la pellicola protettiva, i bordi vengono semplicemente premuti insieme sezione per sezione. Non sono necessarie ulteriori misure per fissare le giunture.

Oltre ai tubi e ai fogli nelle versioni standard e autoadesive, vengono proposti anche nastri autoadesivi, supporti per tubi su misura per la gamma di materiali isolanti e barriere antincendio altamente flessibili. I tubi autoadesivi vengono chiusi premendo le giunture saldamente tra loro sezione per sezione dopo aver rimosso la striscia protettiva. Il taglio tangenziale garantisce una maggiore superficie di unione e una migliore adesione. Oggi è disponibile un'ampia gamma di adesivi, tra cui adesivi a contatto tissotropici, antigocciolamento e prodotti privi di solventi.

QUALE MATERIALE SI RIVELA IL MIGLIORE?

Preparazione dei test e serie di misurazioni

I vari sistemi di isolamento sono stati installati da professionisti del settore seguendo le linee guida applicative dei produttori e rispettando gli standard appropriati. In definitiva, ogni materiale è stato installato in 20 diverse situazioni ed è stato calcolato il tempo medio di installazione. Sono state quindi scelte le condizioni ideali di applicazione: una temperatura ambiente di 23°C e un'umidità relativa del 50%.

Scenario A: tubi dritti

Un tubo di acciaio lungo 3 m, con diametri di DN20 e DN80 è stato isolato ad altezze di 1,20 m e 2,30 m. Su ciascuna estremità l'isolamento è stato unito al supporto del tubo.

Scenario B: sistema di tubi complesso n. 1

Per simulare un sistema di tubi più complesso, sono stati aggiunti ai tubi un gomito a 90° e un raccordo a T. I test sono stati eseguiti di nuovo per i diametri DN20 e DN80 e ad altezze di 1,20 m e 2,30 m.

Scenario C: sistema di tubi complesso n. 2

In un'ulteriore fase è stato isolato un sistema di tubi con flangia, valvola e filtro. Anche in questo caso i componenti hanno dovuto essere fabbricati per i raccordi con diametri di DN20 e DN80 e installati ad altezze di 1,20 m e 2,30 m.

E' stato usato un cronometro per prendere i tempi di installazione. Ai fini di documentazione, tutti i test di applicazione sono stati ripresi con videocamera e i filmati archiviati. Successivamente sono stati calcolati i costi di applicazione. Sono state fatte stime dei costi di materiale e manodopera, quest'ultima basata su una tariffa oraria di 60 Euro.

Risultati del test

Affidabilità dell'installazione

Le FEF e il vetro cellulare sono materiali isolanti a celle chiuse con una resistenza molto elevata alla trasmissione di vapore acqueo. Nessuno dei due prodotti richiede l'applicazione di un'ulteriore barriera antivapore, che costituisce sempre un punto debole nel concetto di isolamento. Durante l'installazione e nel corso delle successive operazioni di manutenzione, la barriera antivapore (es. foglio di alluminio) si può danneggiare facilmente, consentendo l'ingresso del vapore acqueo nel sistema isolante. Le goccioline possono essere viste abbastanza facilmente sul rivestimento in foglio di alluminio liscio che copre un prodotto PUR, mentre spesso non si notano sul foglio della griglia di alluminio posizionato sulla lana minerale morbida. La copertura in alluminio sul nuovo sistema di isolamento a freddo testato è più robusta rispetto a quella dei tradizionali prodotti in lana minerale, tuttavia è ancora quasi impossibile evitare danni durante i lavori di installazione. Questa situazione viene chiaramente mostrata nel video dell'applicazione del produttore: il tecnico isolatore - che presumibilmente stava lavorando con particolare attenzione in questo filmato pubblicitario - ha comunque danneggiato la delicata barriera antivapore durante la fabbricazione di un componente. Il produttore fornisce un nastro sigillante flessibile per impedire le penetrazioni, aumentando così l'affidabilità del sistema



Il video del produttore relativo all'applicazione mostra quanto sia facile danneggiare la barriera antivapore: ritagliando un pezzo per un componente, il tecnico isolatore trapassa il tappetino sottostante senza accorgersene. Anche i più piccoli difetti come questo sono sufficienti per impedire alla barriera antivapore di svolgere la propria funzione efficacemente.

isolante, ma comportando anche una maggiore quantità di fatica e materiale nell'installazione.

Le giunture dell'isolamento in FEF, invece, non hanno bisogno di essere ulteriormente fissate e le sigillature antipenetrazione possono anche essere eseguite molto più facilmente. Un vantaggio dei materiali isolanti elastomerici rispetto alle schiume rigide è la loro elevata flessibilità. Se sottoposto a urti meccanici con strumenti contundenti, il materiale non viene danneggiato e recupera immediatamente la forma dopo i colpi.

Pulizia dell'installazione

Per quanto riguarda la pulizia dell'installazione, i materiali isolanti in FEF si classificano come i migliori dei test. Il materiale flessibile si può tagliare facilmente e in modo pulito e ha ottime proprietà di adesione. Tutti gli altri materiali generano notevoli quantità di polvere e sporcia quando vengono tagliati. PUR e vetro cellulare sono installati con un adesivo bicomponente, che deve essere prima miscelato. Quando viene installato il vetro cellulare, si genera anche un odore estremamente sgradevole. In entrambi i casi, l'area di lavoro deve essere protetta con un telone impermeabile. Anche i prodotti in lana minerale possono generare notevoli quantità di polvere. Inoltre, quando si lavora con lana minerale, si devono indossare indumenti a maniche lunghe e guanti protettivi. Se le fibre vengono a contatto con la pelle, possono causare irritazione meccanica, generando un prurito



Quando si installa PUR e vetro cellulare, si generano notevoli quantità di polvere e l'area di lavoro deve sempre essere coperta con un telone.

estremamente fastidioso.

Efficienza nella gestione degli spazi

I prodotti in lana minerale e FEF richiedono poco spazio in cantiere. Tutti i pezzi per curve, diramazioni, raccordi e recipienti possono essere realizzati con tubi e fogli o sezioni di tubi e lastre. Una superficie di lavoro di 2-3 m² è sufficiente per realizzare i componenti in FEF. Se necessario, i lavori preparatori possono anche essere eseguiti su una scatola di cartone aperta sul pavimento. Realizzare i propri componenti in PUR o vetro cellulare richiede molto tempo, anche per le curve e i raccordi a T, ed è quasi impossibile per forme complesse come valvole o filtri. In questi casi gli installatori devono usare prodotti realizzati in fabbrica, che devono essere misurati appositamente, ordinati e assegnati ai raccordi corrispondenti quando vengono consegnati. Un simile lavoro richiede non solo pazienza, ma anche tanto spazio e molta organizzazione. Se si commettono errori durante la misurazione o se vengono consegnati prodotti errati, è necessario fare un nuovo ordine. Il vetro cellulare inoltre si danneggia molto facilmente durante il trasporto. Nonostante le quantità relativamente piccole richieste per i test, sono stati consegnati due prodotti danneggiati.



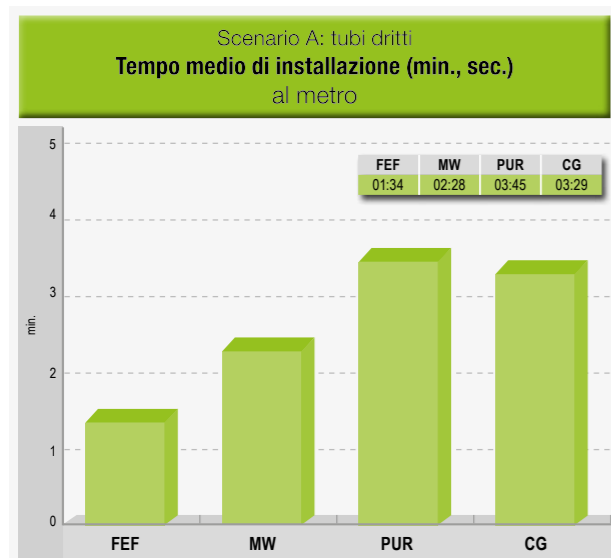
Non proprio una soluzione a ingombro ridotto: quando si utilizza il vetro cellulare è necessario disporre in cantiere di un'area di stoccaggio di dimensioni sufficienti

Velocità e costi di installazione

Anche i materiali isolanti elastomerici danno buoni risultati in termini di velocità. I prodotti autoadesivi sono particolarmente veloci da installare.

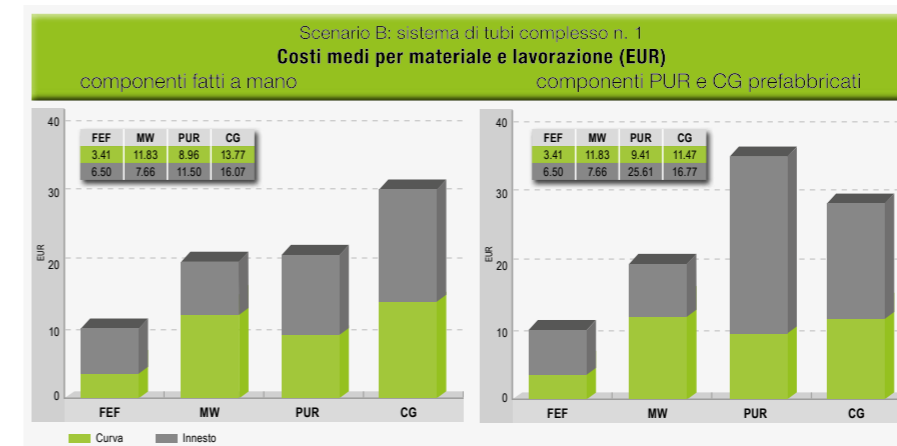
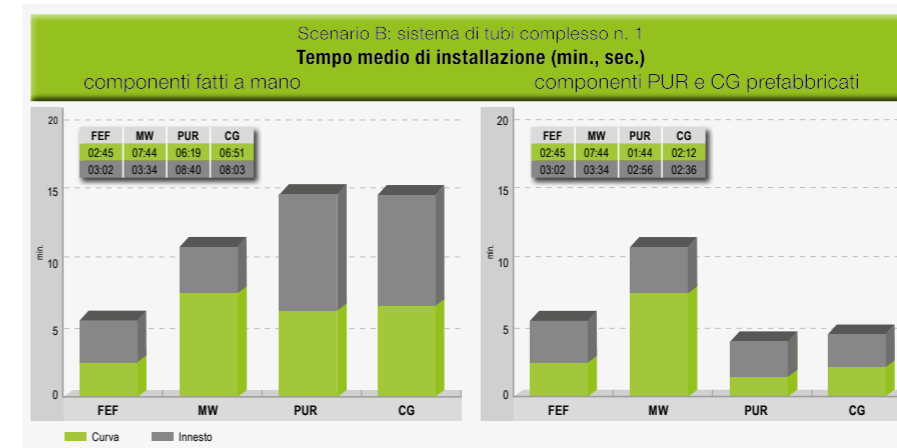
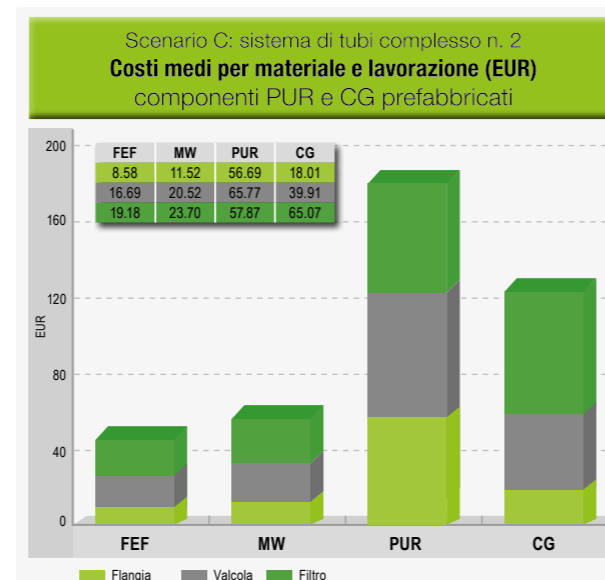
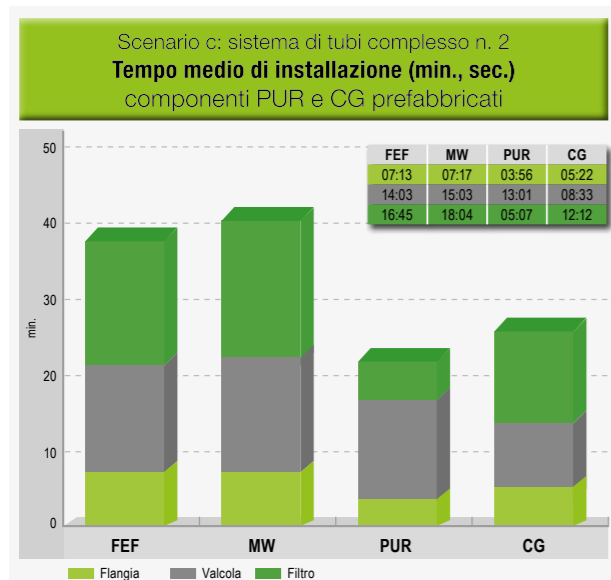
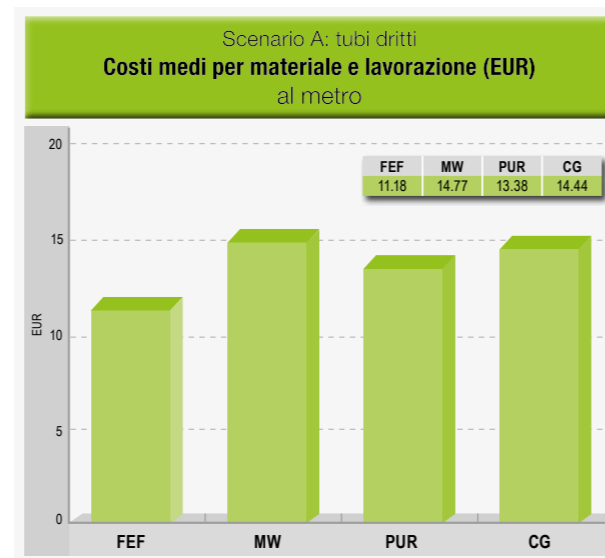
Scenario A: tubi dritti

Sui tubi dritti, l'installazione di FEF richiede in media solo 1:54 minuti al metro. Occorrono quasi un minuto in più per la lana minerale e più del doppio del tempo necessario per il PUR. Poiché il prezzo e il consumo del materiale sono relativamente alti per le sezioni dei tubi in lana minerale e il nastro di alluminio, il sistema di lana minerale risulta essere il più costoso sui tubi dritti.



Scenario B: sistema di tubi complesso n. 1

Le differenze diventano ancora più evidenti quando si tratta di realizzare componenti. E' necessario quasi il doppio del tempo necessario per realizzare gomiti e raccordi a T con la lana minerale come materiale isolante elastomerico. Inoltre l'uso di PUR e vetro cellulare richiede un tempo tre volte maggiore (v. Figura 15). Ordinare prodotti prefabbricati per PUR e vetro cellulare riduce significativamente i tempi di installazione, ma non aiuta certo a risparmiare denaro. Al contrario: l'utilizzo di gomiti e raccordi a T prefabbricati in PUR aumenta i costi del 70 per cento!



Scenario C: sistema di tubi complesso n.2

È quasi impossibile per l'installatore realizzare componenti più complessi per flange, valvole e filtri con PUR e vetro cellulare. Sono quindi stati usati in questo caso prodotti prefabbricati. Questa scelta ha consentito di ridurre i tempi di installazione, ma a caro prezzo perché i costi sono moltiplicati. Rispetto ai componenti in FEF realizzati dal tecnico isolatore stesso, i prodotti in vetro cellulare prefabbricati sono quasi tre volte più costosi e quelli realizzati in PUR costano più di quattro volte tanto.

Conclusioni

Le proprietà di installazione dei materiali isolanti tecnici sono un fattore decisivo per le prestazioni dei prodotti. Solo se i materiali possono essere installati in modo affidabile in cantiere anche nelle condizioni più difficili, è possibile garantire la funzionalità a lungo termine dell'apparecchiatura.

I materiali isolanti flessibili e morbidi possono essere installati più velocemente delle schiume rigide. Su sistemi di tubazioni complessi, i tempi di installazione per le schiume rigide possono essere ridotti notevolmente utilizzando componenti prefabbricati, ma i costi aumentano di molto. I materiali isolanti elastomerici hanno dato risultati convincenti in tutte le categorie. Nessun altro materiale isolante può infatti essere installato in modo altrettanto affidabile, pulito e veloce.

ARMACELL - CHI SIAMO

Inventore della schiuma flessibile per isolamento di apparecchiature e principale fornitore di schiume tecniche, Armacell sviluppa soluzioni termiche, acustiche e meccaniche innovative e sicure, creando valore sostenibile per i suoi clienti. I prodotti Armacell contribuiscono in larga misura all'efficienza energetica globale, facendo la differenza in tutto il mondo, tutti i giorni. Con 3.000 dipendenti e 27 impianti produttivi sparsi in 17 paesi, la società opera in due settori di attività principali: Isolamento avanzato e Schiume tecniche. L'attività di Armacell si concentra su materiali di isolamento per apparecchiature tecniche, schiume a elevate prestazioni per applicazioni high-tech e leggere e tecnologia di isolanti in aerogel di nuova generazione.