Riwega®

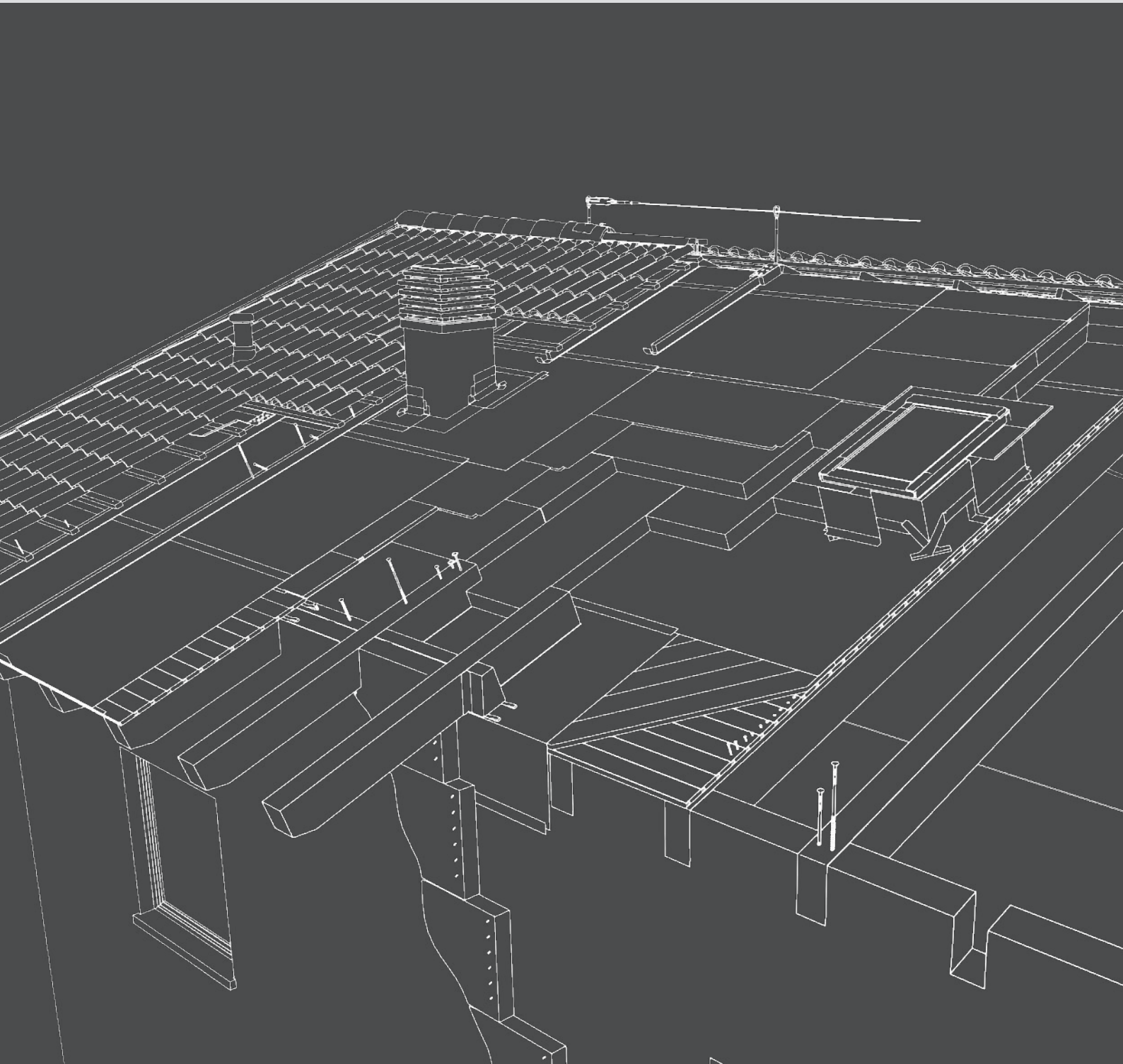
Ergepearl

RoofRox®

Manuale Tecnico

TETTO E PARETE

Dalla progettazione dell'involucro edilizio ai dettagli costruttivi



Comfort abitativo ed efficienza energetica

Da quando l'uomo ha cominciato a vivere una vita sedentaria da agricoltore, e non più una vita da nomade, uno dei suoi bisogni principali, se non il più importante, è stato quello di avere un rifugio dentro il quale ripararsi e sentirsi al sicuro: la casa.

Il modo di costruire le abitazioni, nei secoli, è cambiato in maniera significativa e dai rifugi di fortuna, come le capanne o le prime case in pietra, siamo arrivati a vivere in strutture sempre più moderne e predisposte ad accogliere noi e le più recenti innovazioni tecnologiche che sempre più ci accompagnano.
Questo dovrebbe fare riflettere sull'importanza della casa, non solo per il suo aspetto estetico - che rimane, comunque, il primo criterio di giudizio - ma anche per le sue prestazioni, ossia quanto l'edificio sia adatto ad ospitarci. Infatti, l'involucro edilizio - quindi tetto e pareti - contribuisce, in maniera significativa, a migliorare il nostro comfort abitativo.

Pertanto, anche e soprattutto nel nostro interesse di utilizzatori finali, dobbiamo conoscere i criteri base indispensabili per vivere in una casa efficace ed efficiente, capace di offrire i massimi livelli di comfort.



Quindi, oltre al fattore estetico, dobbiamo imparare a comprendere i principi posti alla base della progettazione e realizzazione della struttura e dei suoi impianti, poiché essi dovranno:
- garantire la sicurezza statica, soprattutto nel nostro paese dove i terremoti non sono eventi sconosciuti; in questo modo potremmo dormire sonni più tranquilli;
- avere un involucro efficace dal punto di vista termico: in questo modo otterremo un clima ideale tra le mura, con temperature calde d'inverno e fresche d'estate… ma non solo!
- avere un ambiente scevro da muffe o VOC: l'importanza dei dettagli costruttivi diventa quindi preponderante; infatti, "il diavolo sta nei dettagli" e se questi ultimi non dovessero essere realizzati a modo, si rischia di innescare problemi di condense e conseguentemente di muffe nocive per la salute;
- respirare aria pulita e fresca in ogni momento, con bassi livelli di CO2; anche quest'aspetto influisce sulla qualità del nostro sonno;
- vivere in un contesto silenzioso, anche se abitiamo in centro città; in questo modo, non aumentiamo lo stress quotidiano e coltiviamo uno stato di serenità e benessere;
- ottenere quest'efficientamento ad un costo adeguato, sia in fase di acquisto, sia in fase d'uso.

Comfort abitativo ed efficienza energetica



Affinché tutto ciò diventi realtà, è richiesta una particolare cura nella progettazione e realizzazione dell'edificio, con l'utilizzo di sistemi costruttivi capaci di garantire nel tempo le migliori prestazioni dei pacchetti strutturali, in termini di coibentazione, inerzia termica, ventilazione, isolamento acustico, impermeabilità all'acqua, tenuta all'aria e tenuta al vento.
In questo gioco, assumono un ruolo fondamentale i prodotti scelti per la creazione dei pacchetti strutturali: migliori sono le loro caratteristiche tecniche e la loro qualità, migliore sarà il loro contributo a mantenere stabili nel tempo le caratteristiche benefiche dei pacchetti e quindi dell'intero edificio.

I prodotti Riwega, in particolare della linea Riwega I eternitycomfort, sono studiati proprio per fornire a progettisti e costruttori la possibilità di realizzare edifici a basso consumo energetico e ad alto comfort abitativo, con tutte le garanzie necessarie affinché queste caratteristiche si mantengano nel tempo. Da oltre 25 anni Riwega costituisce un insieme produttivo e distributivo di materiali innovativi, con lo scopo di rendere la vita dei cittadini e delle industrie più sicura e protetta nel pieno rispetto dell'ambiente circostante.
Grazie a un'attenta analisi delle esigenze dei nostri clienti, all'unione della nostra esperienza con quella dei partners e ai continui investimenti in campo di ricerca e sviluppo, Riwega riesce a proporsi come marchio di riferimento e d'innovazione nel mercato edile: tutti i prodotti dell'azienda altoatesina assicurano massima qualità e sicurezza nell'edificio. La perseveranza e la costanza finalizzate al continuo rinnovo, hanno portato Riwega ad essere riconosciuta come società di spicco nel proprio settore, ricercata da associazioni di categorie di tecnici, da enti pubblici e da enti di certificazione, come azienda partner nello sviluppo della formazione.

Un importante traguardo nel mondo degli schermi e delle membrane traspiranti è stato raggiunto anche grazie all'apporto di Riwega, con l'entrata in vigore della norma **UNI 11470 nel 2013**, e successiva revisione del 2015, che definisce le modalità applicative degli schermi e delle membrane traspiranti di tipo sintetico e regola il loro utilizzo su coperture a falda, su supporti continui o discontinui o a contatto diretto con l'isolante termico. Riwega inoltre, è socio fondatore dell'**Associazione Italiana Schermi e Membrane Traspiranti "AISMT"**, nata per regolamentare la qualità e l'impiego degli schermi e delle membrane traspiranti nelle costruzioni, per assicurare il massimo ottenimento dei vantaggi derivanti dall'utilizzo di questi prodotti.

AISMT
Associazione Italiana
Schermi e Membrane Traspiranti

Indice

Comfort abitativo ed efficienza energetica

- Risparmio energetico: presente e futuro dell'edilizia ... Pag. 4
- Protocolli volontari di certificazione energetica in Italia ... Pag. 5

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

- La ventilazione ... Pag. 8
- Il tetto ventilato ... Pag. 9
- La facciata ventilata ... Pag. 12
- La coibentazione dell'involucro edilizio ... Pag. 13
- Schermi e membrane traspiranti: la protezione ideale ... Pag. 16
- Estate / Inverno: cosa cambia? ... Pag. 22
- Valutazioni termoigrometriche ... Pag. 23
- Tenuta all'aria e al vento dell'involucro edilizio ... Pag. 25
- Blower Door Test e metodo di verifica ... Pag. 31
- Grammatura e resistenza meccanica ... Pag. 33
- UNI 11470: gli SMT e la posa in opera a regola d'arte ... Pag. 34

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

- Reazione al fuoco dei materiali ... Pag. 36
- Resistenza al fuoco ... Pag. 37
- Installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture degli edifici ... Pag. 38
- Chiusure d'ambito degli edifici ... Pag. 41

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

- Adattamento ai cambiamenti climatici ... Pag. 45
- Prestazione energetica in fase estiva ... Pag. 46
- Benessere termico ... Pag. 46
- Tenuta all'aria (e al vento) ... Pag. 46
- Prestazioni e benessere (comfort) acustico ... Pag. 47
- Radon ... Pag. 47
- Giunti di raccordo tra serramenti esterni ed interni con l'involucro opaco ... Pag. 47
- Piano di manutenzione dell'opera ... Pag. 48
- Piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita ... Pag. 48
- Emissioni negli ambienti interni (inquinamento indoor) ... Pag. 48
- Prodotti di legno o a base di legno ... Pag. 49
- Isolanti termici e acustici ... Pag. 49
- Capacità tecnica dei posatori ... Pag. 50

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

- L'evoluzione delle membrane traspiranti ... Pag. 52
- Le garanzie di prodotto ... Pag. 55

- DETTAGLI COSTRUTTIVI: stratigrafie tetto inclinato ... Pag. 62
- DETTAGLI COSTRUTTIVI: stratigrafie parete ... Pag. 84
- DETTAGLI COSTRUTTIVI: impermeabilità acqua - aria - vento a regola d'arte ... Pag. 98
- FASI DI POSA: TETTO ... Pag. 102
- FASI DI POSA: PARETE ... Pag. 105
- Personalizzazioni ... Pag. 108
- Tabella compatibilità supporti ... Pag. 109

Comfort abitativo ed efficienza energetica

Risparmio energetico: presente e futuro dell'edilizia

In Europa vige la cosiddetta direttiva **"Case Green"**, una normativa che mira a ridurre l'impatto ambientale degli edifici, promuovendo l'efficienza energetica e la sostenibilità. In Italia, l'attuazione di questa direttiva si riflette nel piano per l'adozione degli **nZEB (Nearly Zero Energy Buildings)**, edifici a consumo energetico quasi nullo. A partire dal 2021, tutti i nuovi edifici in Italia devono essere nZEB, ovvero progettati per ridurre al minimo il fabbisogno di energia, integrando fonti rinnovabili come il fotovoltaico, il solare termico o altre tecnologie green.

Gli nZEB sono costruiti con materiali e tecnologie ad alta efficienza energetica, con un forte isolamento termico e un ridotto impatto ambientale. Gli edifici esistenti, in fase di ristrutturazione, devono adeguarsi progressivamente a questi standard. In Italia, l'obiettivo è anche quello di incentivare la ristrutturazione e il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti, attraverso misure fiscali come i **"Bonus Edilizia"**, che offrono detrazioni per interventi di miglioramento energetico e sismico.

La Direttiva **"Case Green"** prevede anche l'implementazione di un sistema di certificazione energetica per gli edifici, che obbliga i proprietari a garantire un'adeguata performance energetica. Questo contribuisce a ridurre le emissioni di CO2 e a migliorare la qualità dell'aria, promuovendo un'urbanizzazione più sostenibile. La transizione verso case a basso impatto energetico è quindi fondamentale per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione dell'Unione Europea entro il 2050.

Obiettivi di Zero Emissioni 2050

L'Italia, in linea con gli impegni europei e globali per il cambiamento climatico, ha stabilito l'ambizioso obiettivo di raggiungere le zero emissioni nette di CO2 entro il 2050, con un focus significativo sul settore edilizio. L'edilizia è una delle principali fonti di emissioni, responsabile circa del 40% delle emissioni di gas serra, considerando sia la costruzione che la gestione degli edifici (riscaldamento, raffreddamento e illuminazione).

Per raggiungere l'obiettivo di emissioni zero, l'Italia dovrà intervenire su più fronti:

- decarbonizzazione dei materiali edilizi attraverso la promozione dell'uso di materiali a basso impatto ambientale come il legno e materiali riciclati;
- ristrutturazioni e nuove costruzioni dovranno rispettare standard energetici elevati; si punterà a edifici ad alta efficienza, con ridotto fabbisogno energetico e alta capacità di isolamento;
- l'adozione di tecnologie per la produzione di energia rinnovabile (solare, geotermico, eolico) sarà essenziale, integrandole nelle strutture edilizie. Le case e i palazzi diventeranno veri e propri "produttori" di energia;
- tecnologie come l'intelligenza artificiale, Internet of Things (IoT) e i sistemi di building automation (BMS) saranno cruciali per monitorare la qualità degli ambienti e ottimizzare i consumi energetici degli edifici;
- riuso e riciclo dei materiali da costruzione contribuiranno a un'economia circolare riducendo i rifiuti e le emissioni legate alla produzione di nuovi materiali;
- politiche di supporto, come sgravi fiscali, detrazioni e finanziamenti agevolati, stimoleranno l'adozione di tecnologie green nelle ristrutturazioni e nelle nuove costruzioni;
- insieme alla riduzione delle emissioni sarà necessario adattare l'edilizia agli effetti dei cambiamenti climatici, migliorando la resilienza degli edifici a eventi climatici estremi. Il Piano Nazionale di Adattamento richiede investimenti significativi, ma rappresenta un'opportunità unica per rinnovare l'industria edilizia, creare posti di lavoro e contribuire alla transizione verso un'economia sostenibile.

Scadenze principali per l'Italia

L'Italia ha ricevuto linee guida precise sulla tempistica per applicare le normative. Alcuni dei punti salienti sono:

- **2025**: a partire da questa data, gli Stati membri dovranno introdurre nuove norme per la ristrutturazione energetica degli edifici, focalizzandosi sulle ristrutturazioni profonde e sugli interventi che porteranno gli edifici a essere a emissioni zero;
- **2030**: scadenza per l'attuazione di misure più rigorose sulle prestazioni energetiche degli edifici, comprese le nuove norme sui sistemi di riscaldamento e raffreddamento;
- **2050**: obiettivo finale di decarbonizzare il settore edilizio, con l'ambizione di arrivare a edifici a zero emissioni.

In sintesi, l'Italia ha l'opportunità di beneficiare di un forte impegno pubblico e privato per migliorare l'efficienza energetica degli edifici e ridurre le emissioni, ma sono necessari investimenti significativi, aggiornamenti normativi e politiche pubbliche efficaci.

Comfort abitativo ed efficienza energetica

Protocolli volontari di certificazione energetica in Italia

In Italia, i protocolli volontari di certificazione in edilizia rappresentano una serie di norme, linee guida e sistemi di valutazione che consentono di certificare le caratteristiche qualitative di un edificio o di un'opera edilizia, in termini di sostenibilità ambientale, efficienza energetica, sicurezza, comfort e innovazione. Questi protocolli, pur essendo opzionali, sono adottati da committenti, progettisti e imprese al fine di migliorare la qualità dell'edilizia e rispondere alle esigenze di una costruzione sempre più orientata alla sostenibilità e al benessere degli utenti.
I principali protocolli di certificazione volontaria in edilizia in Italia sono:

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) & GBC

LEED è un sistema di certificazione volontario internazionale che valuta la sostenibilità e l'efficienza energetica degli edifici. Sebbene sia di origine statunitense, è ampiamente utilizzato anche in Italia.

Principali aspetti valutati: efficienza energetica, uso delle risorse naturali, qualità dell'ambiente interno, progettazione e costruzione eco-compatibile.

Classificazioni: varia da "Certified" (minimo) a "Platinum" (massimo)

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

È un altro sistema di certificazione ambientale degli edifici, di origine britannica, che è diventato molto popolare anche in Italia. BREEAM valuta vari parametri di sostenibilità, come l'efficienza energetica, la gestione delle risorse e l'impatto ambientale.

Principali aspetti valutati: impatto ambientale, gestione delle risorse, salute e benessere degli occupanti, innovazione.

Classificazioni: varia da "Pass" a "Outstanding"

ITACA

Il sistema di certificazione ITACA è stato sviluppato in Italia, in particolare a livello regionale, ed è rivolto a edifici ad alta efficienza energetica e a basso impatto ambientale. È il protocollo che si integra meglio con le normative italiane e gli obiettivi di sostenibilità previsti nel nostro paese.

Principali aspetti valutati: consumo di energia, qualità dell'ambiente interno, uso di materiali sostenibili, gestione dei rifiuti, comfort abitativo.

Classificazioni: certificato con punteggio che va da "Base" a "Eccellente"

CasaClima

CasaClima è un protocollo di certificazione energetica molto noto in Italia, sviluppato dalla Provincia Autonoma di Bolzano. È focalizzato principalmente sull'efficienza energetica degli edifici e sulla qualità dell'ambiente interno.

Principali aspetti valutati: efficienza energetica, isolamento termico, fonti rinnovabili, comfort indoor.

Classificazioni: varia da "CasaClima B" (minimo) a "CasaClima A" e "CasaClima Gold"

Comfort abitativo ed efficienza energetica

I protocolli di certificazione volontaria in edilizia sono strumenti fondamentali per orientare il settore edilizio verso pratiche più sostenibili, efficienti e salubri. Sebbene non obbligatori, questi sistemi di certificazione sono sempre più richiesti, soprattutto in un contesto di crescente attenzione alla sostenibilità e all'efficienza energetica. In Italia, l'adozione di questi protocolli non solo porta vantaggi economici e ambientali, ma risponde anche alla crescente domanda di costruzioni "verdi" e di qualità. Un edificio certificato può essere considerato più "prezioso" dal punto di vista del mercato immobiliare, in quanto può garantire maggiore efficienza energetica e comfort. Adottare pratiche di costruzione sostenibili riduce il consumo di risorse naturali e l'impatto sull'ambiente.

Arca

ARCA è un protocollo di certificazione ambientale sviluppato in Italia che si focalizza sull'efficienza energetica, la sostenibilità e la qualità dell'ambiente abitativo. Il sistema è utilizzato principalmente per edifici residenziali e non.

Principali aspetti valutati: rispetto delle normative ambientali, gestione del cantiere, consumo di risorse, comfort ambientale.

Classificazioni: varia da "Classe A" (basso impatto ambientale) a "Classe A++" (minimo impatto)

Passivhaus

È una certificazione che si concentra sulla realizzazione di edifici a consumo energetico quasi nullo. Sebbene nasca in Germania, è ampiamente adottato anche in Italia. Gli edifici Passivhaus sono progettati per garantire qualità termica e comfort, riducendo al minimo il consumo energetico.

Principali aspetti valutati: risparmio energetico, qualità dell'ambiente interno, consumo di energia, efficienza nell'uso delle risorse.

Classificazioni: Standard Passivhaus (Classic, Plus o Premium) / Standard EnerPHit

Well Building Standard

Questo protocollo si concentra sulla salute e sul benessere degli occupanti, valutando aspetti come la qualità dell'aria, la luce naturale, la temperatura, l'acustica e l'accesso a spazi verdi.

Principali aspetti valutati: benessere psicofisico, comfort, ambiente indoor (aria, luce, temperatura).

Classificazioni: varia da "Silver" a "Platinum"

Minergie

Standard svizzero che promuove la costruzione ad alta efficienza energetica. Gli obiettivi principali sono: ridurre il consumo energetico, migliorare la qualità dell'aria, elevato comfort abitativo.

Principali aspetti valutati: isolamento termico, riduzione delle dispersioni energetiche, utilizzo di fonti rinnovabili e di sistemi di ventilazione meccanica controllata per garantire la qualità dell'aria.

Classificazioni: Minergie: certificazione base. Minergie-P: edifici con minima necessità di energia per il riscaldamento. Minergie-A: edifici quasi autosufficienti grazie all'uso di fonti rinnovabili.

La fisica tecnica dell’involucro edilizio

La fisica tecnica applicata è composta da una serie di aspetti che vanno presi in considerazione in un progetto di un edificio a basso consumo, in quanto forniscono i concetti fondamentali per garantire le prestazioni energetiche dei pacchetti che compongono l’involucro stesso. In questo manuale andremo a verificare i concetti di fisica tecnica che riteniamo indispensabili per la realizzazione di tetti e pareti ad elevate prestazioni.



La fisica tecnica dell’involucro edilizio

La ventilazione

La ventilazione tramite intercapedine d’aria è una tecnica utilizzata in edilizia per migliorare l’isolamento termico, ridurre l’umidità e aumentare la durabilità di una struttura come tetti o facciate. Questo sistema prevede la creazione di uno spazio d’aria tra lo strato esterno di protezione e rivestimento (che può essere una finitura di facciata o una copertura per tetti) e la parte strutturale dell’edificio. La ventilazione naturale che si genera all’interno di questa intercapedine d’aria permette la circolazione continua dell’aria, ottimizzando il comfort termico e la salute della struttura.

L’intercapedine consente il passaggio naturale dell’aria dal basso verso l’alto, favorendo la fuoriuscita dell’umidità e regolando il flusso di calore che entra o esce dall’edificio. In estate, l’aria calda si solleva naturalmente e fuoriesce dalla parte superiore, limitando il surriscaldamento delle pareti o del tetto e riducendo il calore trasmesso agli ambienti interni. In inverno, invece, l’intercapedine riduce il rischio di condensa, contribuendo a mantenere un ambiente asciutto e a prevenire la formazione di muffa.



Stratigrafia del sistema ventilato

Sia nelle facciate che nei tetti ventilati, la struttura è composta da:

1. **strato esterno di protezione**
2. **strato di ventilazione**
3. **strato di protezione e tenuta al vento**
4. **strato isolante**
5. **strato di tenuta all’aria**
6. **strato portante**

Vantaggi del sistema ventilato

- **Efficienza energetica:** riduce i costi per riscaldamento e raffrescamento grazie alla regolazione della temperatura interna.
- **Riduzione dell’umidità:** la ventilazione continua evita la formazione di condensa, mantenendo l’edificio asciutto e preservando i materiali costruttivi.
- **Durabilità:** proteggendo la struttura dagli sbalzi termici e dall’umidità, si prolunga la vita della facciata o del tetto, riducendo i costi di manutenzione.
- **Isolamento acustico:** la presenza dell’intercapedine contribuisce anche a ridurre la trasmissione di rumori esterni.

Questo sistema costruttivo è applicato con successo sia nelle nuove costruzioni che nelle ristrutturazioni, poiché coniuga benefici estetici e funzionali, migliorando il comfort abitativo e l’efficienza energetica degli edifici.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Il tetto ventilato

Il tetto ventilato è una soluzione architettonica e costruttiva che migliora l'efficienza energetica e la durata dei materiali. Questa tipologia di tetto è progettata per favorire la circolazione dell'aria tra il manto e il pacchetto isolante, creando una ventilazione naturale che ha numerosi vantaggi sia per il comfort abitativo, sia per la conservazione dell'edificio.

Le norme UNI che regolano la progettazione del tetto ventilato includono la **UNI 9460:2023** "Coperture discontinue - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio o calcestruzzo" e la **UNI 8178-1** "Edilizia - Coperture - Parte 1: Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture discontinue". Queste norme forniscono criteri per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione, nonché specifiche tecniche e dettagli costruttivi per garantire efficienza e sicurezza.
Alcuni punti chiave della norma **UNI 9460:2023**:

1. **definizione di coperture discontinue:** la norma definisce cosa si intende per coperture discontinue, che generalmente includono coperture con elementi separati e non uniformi, come tegole, lastre o pannelli che non formano una superficie continua.
2. **progettazione:** fornisce linee guida per l'analisi tecnica delle coperture discontinue, considerando aspetti come la resistenza agli agenti atmosferici, la capacità di supportare carichi, e la durabilità nel tempo.
3. **materiali e componenti:** specifica i requisiti per i materiali utilizzati nelle coperture discontinue, come devono essere selezionati e installati per garantire prestazioni ottimali.
4. **esecuzione e collaudo:** dettaglia i requisiti per la messa in opera delle coperture discontinue, assicurando che siano realizzate secondo le specifiche progettuali e che rispettino gli standard di qualità e sicurezza.
5. **manutenzione:** include indicazioni per la manutenzione delle coperture discontinue per garantire la loro lunga durata e il mantenimento delle prestazioni nel tempo.



La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Funzionamento del tetto ventilato

Il principio del tetto ventilato si basa sull'effetto Venturi, che crea un "risucchio" dell'aria dalla gronda verso il colmo, garantendo una ventilazione efficace anche in assenza di vento e prevenendo la formazione di muffe e condense.

Lo strato di ventilazione, realizzato sotto le tegole mediante listelli posati perpendicolarmente alla linea di gronda, consente la circolazione dell'aria. La gronda aerata e il colmo ventilato assicurano il flusso d'aria dalla gronda al colmo, prevenendo l'accumulo di umidità.

Le dimensioni precise delle superfici di aerazione sono fondamentali: la sezione d'ingresso dell'aria consigliata in gronda deve essere di almeno 600 cm^2/m, mentre la sezione di uscita al colmo deve essere inferiore, ma non meno del 25% della sezione d'ingresso.

Vantaggi della ventilazione



Riduzione della temperatura sotto il manto di copertura finale

La camera di ventilazione aiuta a dissipare il calore accumulato sotto il manto di copertura durante l'estate, abbassando la temperatura interna e migliorando l'efficienza energetica dell'edificio. Nei mesi caldi, lo strato di ventilazione espelle l'aria calda, aumentando l'inerzia termica della copertura e contribuendo al risparmio energetico.



Riduzione del rischio di formazione di condensa

Una ventilazione continua previene la formazione di condensa sotto il manto di copertura, mantenendo asciutti i materiali isolanti e prolungandone la durata. Il costante flusso d'aria espelle l'umidità, evitando condense e muffe nei materiali del tetto, mantenendo le prestazioni termiche degli isolanti, soprattutto nei mesi freddi.



Evacuazione delle eventuali condense e infiltrazioni d'acqua accidentali

La camera di ventilazione favorisce una rapida evacuazione senza ostacoli delle eventuali infiltrazioni d'acqua che si possono presentare a causa di eventi eccezionali o di spostamenti accidentali dello strato di finitura. Il rapido deflusso dell'acqua in gronda permette di mantenere costantemente asciutto l'involucro edilizio.



Corretto deflusso del vapore proveniente dall'interno dell'abitazione

La camera di ventilazione, realizzata con un punto di ingresso e uno di uscita del flusso d'aria adeguatamente progettati, sfrutta il fenomeno dell'effetto camino, facilita l'evacuazione del vapore acqueo proveniente dall'interno dell'edificio, prevenendo e riducendo al minimo il rischio di formazione di muffa e di condensa.



Asciugatura rapida di tutti gli elementi dell'involucro edilizio

La ventilazione favorisce una rapida asciugatura dei materiali qualora si presenti un'infiltrazione accidentale, formazione di condensa e/o accumulo di umidità di cantiere nella struttura. La ventilazione permette quindi di mantenere invariate e più durature le performance termo-igrometriche dell'intero involucro edilizio.



Ottimizzazione della durabilità delle prestazioni del materiale coibente

La ventilazione protegge il materiale coibente dall'umidità, mantenendo inalterate nel tempo le sue proprietà termiche. Un isolante "bagnato" perde completamente le sue performance, riducendo drasticamente il suo potere isolante. Fondamentale è quindi la protezione dell'isolante mediante schermi e membrane traspiranti.

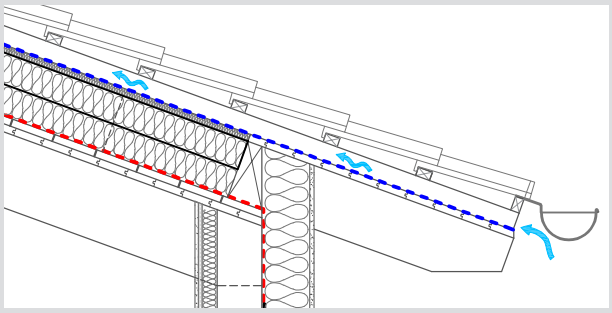


Miglioramento del comfort abitativo

Il tetto ventilato aiuta a mantenere una temperatura interna più stabile e confortevole, riducendo il consumo energetico sia in estate che in inverno. L'aria più calda nello strato di ventilazione si muove verso l'alto, incrementata dalla costruzione del tetto ventilato, assicurando una ventilazione efficace anche in condizioni variabili.

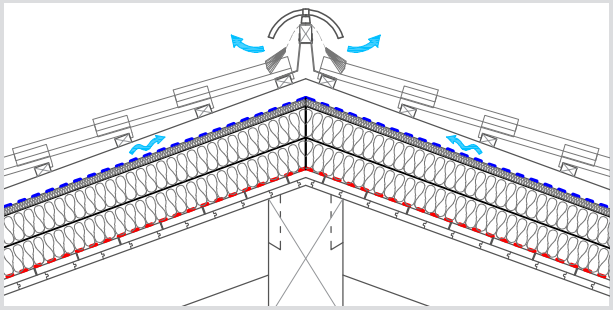
La fisica tecnica dell’involucro edilizio

La ventilazione contribuisce quindi a mantenere nel tempo le prestazioni della membrana così come degli altri materiali del pacchetto di copertura.



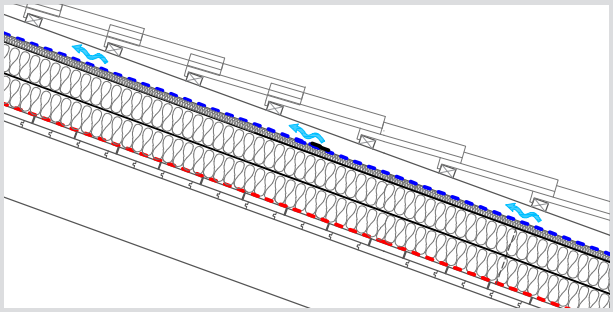
Apertura in gronda

La sezione d’apertura d’aria nelle linee di gronda deve corrispondere almeno al 2‰ della relativa falda tetto e comunque deve essere non sotto i 200 cm²/m.
La norma **UNI 9460:2023** prevede 550 cm²/m.
Riwega consiglia 600 cm²/m.



Sul colmo e displuvio

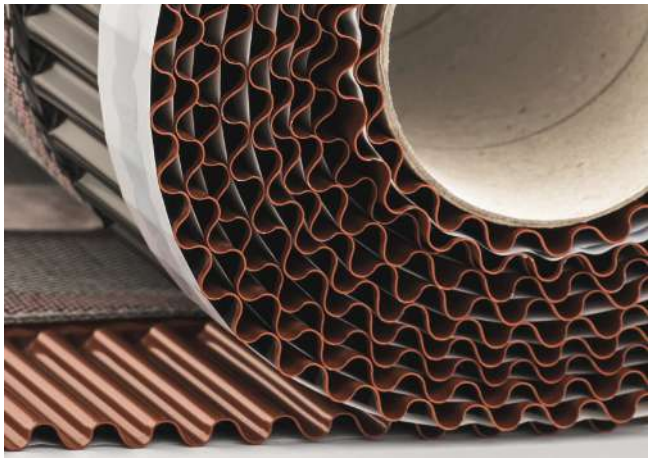
La sezione d’apertura d’aria nelle linee di colmo/displuvio deve corrispondere almeno al 0,5‰ della relativa falda tetto per aumentare la pressione ed innescare l’effetto Venturi.
Riwega consiglia 145 cm²/m (ca. il 25% rispetto all’ingresso di 600 cm²/m).



Sotto la copertura

La sezione d’apertura d’aria tra copertura e coibente deve essere superiore a 20 mm di altezza e non inferiore a 200 cm²/m in corrispondenza della lunghezza della falda.
Riwega consiglia almeno 60 mm.





La fisica tecnica dell'involucro edilizio

La facciata ventilata

Le facciate ventilate costituiscono una soluzione architettonica avanzata che offre vantaggi in termini di efficienza energetica, comfort termico e acustico, nonché resistenza agli agenti atmosferici. Si tratta di una tecnologia ormai diffusa sia in nuove costruzioni, sia in progetti di riqualificazione. La recente pubblicazione della norma **UNI 11018-1:2023** ha aggiornato e ampliato il quadro normativo, sostituendo la precedente versione del 2003 e introducendo nuove linee guida e terminologie per rispondere alle esigenze progettuali odierne. Con l'introduzione della **UNI 11018-1:2023**, il settore edilizio beneficia di una guida più dettagliata e modulare, in grado di coprire le esigenze di progetti differenti e materiali più vari, assicurando così efficienza e sicurezza sia nelle nuove costruzioni che negli interventi di ristrutturazione.

La facciata ventilata si caratterizza per uno strato di finitura esterno distanziato dalla parete dell'edificio tramite un'intercapedine d'aria. Questo spazio favorisce la ventilazione naturale, che porta a vantaggi significativi sia in estate, dissipando il calore, sia in inverno, mantenendo asciutto l'isolamento. La stratigrafia della facciata ventilata prevede generalmente:

- uno strato isolante aderente alla struttura dell'edificio;
- uno strato di tenuta al vento;
- una struttura di supporto metallica (in acciaio o alluminio);
- un rivestimento esterno in materiali come pietra, ceramica, alluminio o legno.

Questa conformazione permette di installare facciate ventilate anche su edifici esistenti, purché la struttura portante sia idonea e in buone condizioni.

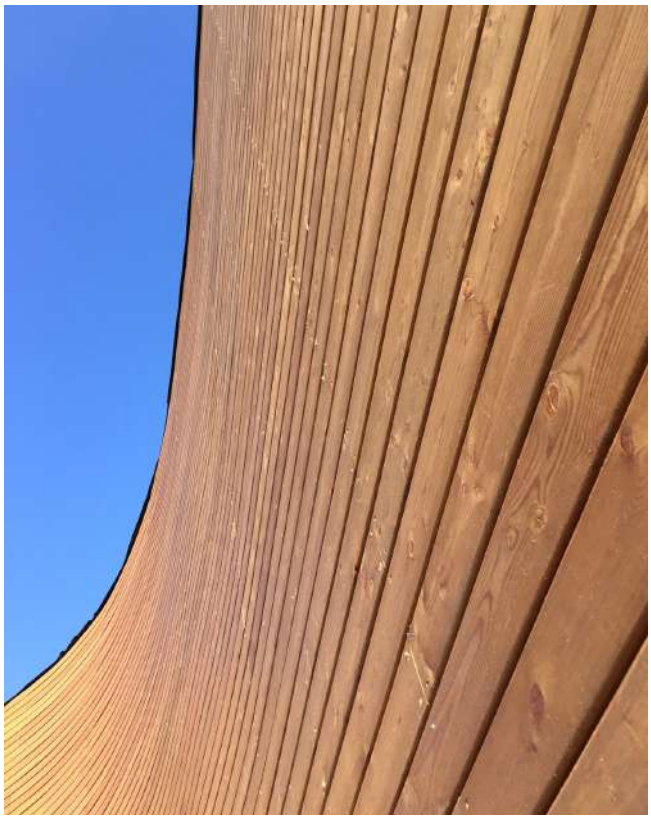
La **UNI 11018-1:2023** intitolata "Facciate ventilate – Parte 1: Caratteristiche prestazionali e terminologia" offre una base normativa aggiornata sulle prestazioni e terminologie delle facciate ventilate, trattando temi come:

- efficienza termica e acustica: la ventilazione permette il mantenimento di temperature interne più stabili e la riduzione dell'umidità;
- sicurezza e resistenza agli agenti atmosferici, per garantire una lunga durata delle strutture;
- sostenibilità e risparmio energetico, essenziali per migliorare l'efficienza globale degli edifici.

Oltre ad essere applicabile sia a nuove costruzioni che a ristrutturazioni, la norma non copre invece le facciate prive di intercapedine o quelle realizzate con murature lapidee o in mattoni dotate di intercapedine d'aria.

La nuova norma rappresenta un cambiamento significativo rispetto al testo del 2003, che era specifico per facciate con rivestimenti ceramici o lapidei. La **UNI 11018-1:2023**, invece, si pone come parte introduttiva di un insieme più ampio, prevedendo altre sezioni per diversi materiali. Questa struttura flessibile risponde alle necessità progettuali legate all'uso di una vasta gamma di materiali moderni.
Classificazione delle facciate:
- **microventilate:** presentano un'intercapedine sottile (2-3 cm), con lo scopo di interrompere la continuità tra rivestimento esterno e strato di parete, offrendo una protezione aggiuntiva dagli agenti esterni.
- **ventilate:** con intercapedini più ampie, che attivano l'effetto camino, ottimizzando così le prestazioni energetiche.

La **UNI 11018-1:2023** offre anche linee guida per dimensionare correttamente le aperture di ventilazione e le intercapedini d'aria, in base a fattori come altezza dell'edificio e portata d'aria richiesta. Viene inoltre fornita una descrizione approfondita di ciascun componente della facciata ventilata, inclusi i sistemi di ancoraggio e incollaggio, che devono garantire sicurezza e stabilità nel tempo.



La fisica tecnica dell'involucro edilizio

La coibentazione dell'involucro edilizio

Coibentare un edificio è il primo passo per la creazione di un buon involucro, un adeguato isolamento permette già all'edificio di comportarsi in modo ottimale e di richiedere la minore energia possibile sia per il suo riscaldamento invernale che per il raffrescamento estivo.

I materiali adatti ad essere utilizzati a tale scopo sono molteplici, ma ciò che bisogna chiedersi è quale sia meglio utilizzare per il nostro edificio. A questa domanda deve dare la giusta risposta il progettista o, meglio, la squadra di progettisti, poiché la scelta dell'isolante coinvolge tutto il panorama della progettazione e quindi è bene che se ne conoscano le caratteristiche, siano essi "pregi" o "difetti". Tutti hanno però una caratteristica in comune, ossia quella di intrappolare l'aria all'interno; infatti, il materiale più isolante che esista è l'aria ferma.

In questo manuale presenteremo le caratteristiche dei principali isolanti utilizzati in edilizia e li divideremo in tre grandi famiglie:

- **i sintetici:** come dice la parola, sono di origine chimica, generalmente hanno buone o ottime caratteristiche di isolamento invernale, ma poca massa e un calore specifico medio. Inoltre, possono essere a celle chiuse o aperte e quindi essere più o meno traspiranti.
- **le lane minerali:** composte da filamenti di roccia o vetro opportunamente saldati tra loro con resine e oli e termosaldati. Hanno caratteristiche di isolamento invernale buone, ma un basso calore specifico; la massa inoltre può essere più o meno alta a seconda dell'utilizzo. Essendo un materiale fibroso è molto traspirante e permeabile al vapore.
- **le fibre naturali:** composte da materiali naturali come legno, canapa o sughero. Hanno generalmente una buona capacità di isolamento invernale, una buona massa e un ottimo calore specifico; inoltre, sono discretamente traspiranti al vapore.

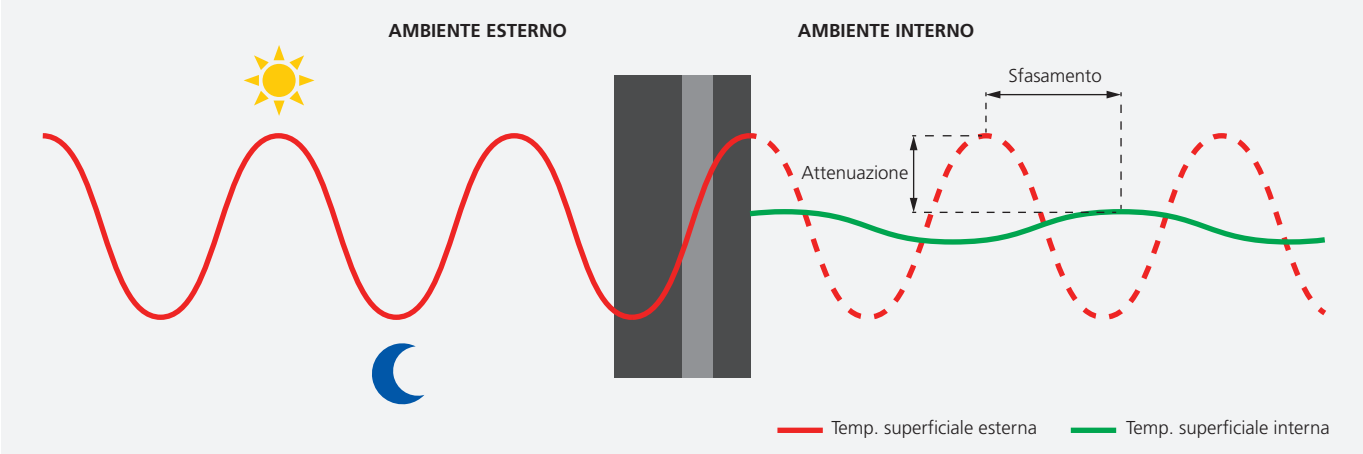
Nella seguente tabella sono riportati i valori medi dei parametri che servono a valutare correttamente le caratteristiche di un isolante:

Famiglia	Isolante	Conducibilità termica	Densità	Calore specifico	Traspirabilità
		λ	r	C	μ
		W/mK	kg/m³	J/kgK	-
Sintetici	polistirene	0,025 ÷ 0,035	25 ÷ 35	1250 ÷ 1400	20 ÷ 60
	poliuretano	0,02 ÷ 0,03	25 ÷ 35	1250 ÷ 1400	20 ÷ 60
	isolanti nanotecnologici	0,01 ÷ 0,015	230	1000	5 ÷ 10
Lane minerali	lana di roccia	0,03 ÷ 0,04	60 ÷ 150	850 ÷ 1050	1
	lana di vetro	0,03 ÷ 0,04	60 ÷ 150	850 ÷ 1050	1
Fibre naturali	fibra di legno	0,034 ÷ 0,04	110 ÷ 240	2100	5
	fibra di canapa	0,042	40 ÷ 100	1700	3,9
	sughero	0,04	110	1900	20

La prima caratteristica richiesta a un materiale isolante è che il medesimo impedisca al calore, prodotto e immesso in casa, di non disperdersi attraverso l'involucro durante l'inverno. Quindi il parametro che prendiamo in considerazione per valutare la capacità di un isolante di fare il suo lavoro in inverno è la conducibilità termica (λ): più è bassa, maggiore è la capacità del materiale di "isolare". L'unità di misura è il W/mK e corrisponde al rapporto fra il flusso di calore (cioè, la quantità di calore trasferita nell'unità di tempo attraverso l'unità di superficie) e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore nel caso della conduzione termica (ovvero quando i contributi al trasferimento di calore per convezione e per irraggiamento termico siano trascurabili). Valori tipici di un isolante vanno da 0,01 a 0,06 W/mK, mentre altri materiali non isolanti come ad esempio il cemento ha λ di 2,5 W/mK e il legno ha valori intorno a 0,12-15, a seconda della direzione delle fibre. Con i valori di conduttività termica di tutti gli strati e lo spessore degli stessi che vanno a comporre una stratigrafia possiamo calcolare la sua trasmittanza termica (U) che, come per la conduttività, più è bassa e meglio è, poiché passa meno calore.

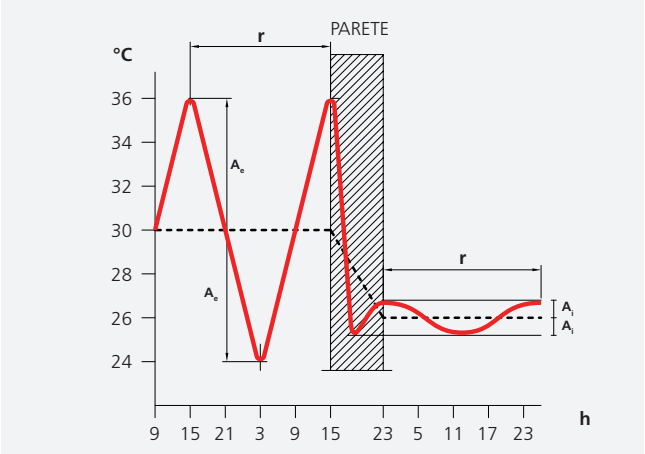
La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Garantito un buon isolamento invernale, la seconda funzione che deve assicurare il nostro coibente è l'isolamento estivo. I parametri da conoscere per capire quanto un materiale isoli d'estate sono due: la sua densità, quindi il suo peso per unità di volume e il suo calore specifico, definito come la quantità di calore necessaria per innalzare, o diminuire, di un grado Kelvin la temperatura di una unità di sostanza. In pratica il prodotto di questi due parametri indica quanto calore serve per innalzare la temperatura dello stesso e quindi quanto tempo ci vuole perché questo passi attraverso il nostro involucro. Nel fare i calcoli termotecnici dei pacchetti, infatti, andremo - per verificare l'efficacia del nostro involucro - ad analizzare i valori di "sfasamento" e "attenuazione" dell'onda termica estiva. Questi due parametri indicano dopo quante ore si trasla il picco di caldo all'interno rispetto quello esterno e quanto questo viene smorzato.



Dunque, quali sono i valori ottimali dei due parametri che andiamo a ricercare? Le prime leggi attuative regionali indicavano come minimi valori di circa 8h 30' di sfasamento e 0,4 di attenuazione, ma i valori ottimali dello sfasamento sono tra le 14 e le 16 ore, per avere il picco del caldo interno durante la notte quando l'ambiente è più vivibile, mentre l'attenuazione dovrebbe essere inferiore a 0,2.

La trasmittanza termica periodica Y_e, sebbene ammessa dalla legge per la verifica di un pacchetto in regime estivo, potrebbe in realtà trarre in inganno un progettista poco accorto, poiché indurrebbe a ritenere verificata una stratigrafia ottimizzata per l'inverno con coibenti a bassa densità anche in estate. Tale parametro, infatti, si calcola come il prodotto tra la trasmittanza invernale U e l'attenuazione. Andando a vedere i parametri minimi richiesti per la verifica della trasmittanza termica periodica, questa per le coperture dovrebbe essere inferiore a 0,18 W/m²K. Quindi, ad esempio, una stratigrafia caratterizzata da trasmittanza invernale pari a 0,20 W/m²K risulterebbe verificata anche con un'attenuazione quasi nulla che porterebbe l'onda termica all'interno senza smorzarla.





La fisica tecnica dell'involucro edilizio

La traspirabilità dell'isolante diventa invece rilevante quando si valuta il comportamento generale dell'involucro alla permeabilità al vapore. Il problema non si esaurisce alla valutazione del solo isolante, ma sicuramente va fatta globalmente considerando anche gli Schermi e le Membrane Traspiranti (SMT) - di cui si parlerà in seguito - che avranno anche il compito di garantire la tenuta all'aria e al vento.
Ciò che c'è da sapere sugli isolanti è che il valore riportato "μ" è un valore adimensionale che più è basso e più indica un materiale permeabile al vapore (l'aria ha un valore pari a 1). Quindi, per confrontare la permeabilità dell'isolante con quella delle membrane, questo valore va moltiplicato per lo spessore dell'isolante per trovare il parametro S_d (m) dello stesso.

Valore S_d
(spessore equivalente d'aria)

$$S_d = \mu * \text{spessore [m]}$$

Un altro aspetto che non può assolutamente mancare nel nostro involucro edilizio, affinché garantisca un ottimo comfort abitativo, è un isolamento acustico dalle buone caratteristiche. L'isolante, come tutti gli altri materiali che lo compongono, fa la sua parte. In quanto materiale leggero, che intrappola l'aria all'interno, non può costituire la parte massiva del pacchetto, ma può sicuramente assolvere alla funzione di "molla" che assorbe soprattutto i suoni sulle basse frequenze. Attenzione, però, perché dobbiamo porla rispetto ai materiali di origine sintetica che, in quanto formati da celle chiuse, hanno una loro frequenza di risonanza nello spettro udibile. Questo può portare, con determinati rumori, a specifiche lunghezze d'onda, che i materiali di questo tipo possano amplificare il rumore stesso andando in risonanza. I materiali fibrosi invece si comportano egregiamente anche come smorzatori del rumore e quindi isolano acusticamente.

A questo punto rimane un ultimo aspetto sul quale focalizzare l'attenzione in fase progettuale: la sostenibilità di un materiale isolante. Per raggiungere, entro il 2050, gli obbiettivi di riduzione delle emissioni globali, è importante valutare il processo di produzione del materiale che utilizziamo e la fase finale di riciclo. Per questo motivo è fondamentale assicurarsi che i materiali isolanti abbiano il certificato EPD (sotto riportato) il quale fornisce indicazioni rispetto all'impatto del prodotto sull'ambiente.

Environmental Product Declarations (EPD): di che cosa si tratta?
La certificazione EPD non è un protocollo per edifici, bensì una dichiarazione ambientale volontaria per il singolo materiale da costruzione. Essa fornisce informazioni dettagliate sugli impatti ambientali di un materiale o di un prodotto durante il suo ciclo di vita.

Valutazione impatto ambientale (EPD-HWS-20160105-IAC2-DE)			
GWP	GWP - global warming: potenziale di riscaldamento globale per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [kgCO2eq/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)	[kg CO2-Eq]/kg	-1,1346
AP	AP - Potenziale di acidificazione del suolo e dell'acqua per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [kgSO2eq/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)	[kg SO2-Eq]/kg	0,0027694
PENRT	PENRT - consumo totale di risorse energetiche NON rinnovabili per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [MJ/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)	[MJ]/kg	9,76
PERT	PERT - consumo totale di risorse energetiche rinnovabili per le fasi A1-A3 del ciclo di vita [MJ/kg] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)	[MJ]/kg	29,83
TVOC	TVOC - Emissione di composti organici volatili totali [μg/m³] (dati da EPD secondo ISO 14025 e EN 15804)	μg/m³	37
Materiali in legno con certificato FSC/PEFC		bonus points	
Materiali con certificato ecologico Natureplus		bonus points	

Certificazione EPD del pannello in fibra di legno MULTITHERM

La fisica tecnica dell’involucro edilizio

Schermi e membrane traspiranti: la protezione ideale

Cosa sono gli SMT?

Gli schermi e le membrane traspiranti, definiti anche SMT, sono dei tessuti multistrato composti da due strati in tessuto-non-tessuto sintetici che proteggono un film funzionale microporoso oppure monolitico, i quali sono accoppiati tramite un sistema di termosaldatura ad espansione.

La norma **UNI 11470:2015** li definisce così:

“Gli schermi e le membrane traspiranti sintetiche, definiti più brevemente SMT, sono destinati a contribuire alla protezione degli edifici contro i rischi di infiltrazione di acqua in copertura e contemporaneamente sono elemento di regolazione termo-igrometrica, di controllo della diffusione del vapore, di tenuta all’aria e di tenuta al vento, al fine di evitare fenomeni di condensa interstiziale e migliorare l’efficienza energetica degli edifici definita secondo la legislazione vigente.”



La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Le funzioni degli SMT:



Impermeabilità all'acqua
Capacità del materiale di evitare il passaggio d'acqua durante le fasi di posa o eventualmente in caso di dislocazioni del manto protettivo finale.



Tenuta all'aria
Caratteristica dello schermo al vapore di inibire il passaggio d'aria, la quale, essendo carica di vapore acqueo e permeando attraverso gli strati isolanti, condenserebbe al loro interno qualora le condizioni di temperatura fossero favorevoli al punto di rugiada.



Tenuta al vento
Capacità delle membrane traspiranti di evitare il passaggio di vento nell'involucro. Vento freddo in inverno che raffredderebbe il pacchetto spostando verso gli strati più interni il punto di rugiada e vento caldo in estate che infiltrandosi negli strati del pacchetto porterebbe con sé l'umidità che condenserebbe al loro interno, trovando il clima più fresco dell'interno dell'abitazione.



Regolazione del passaggio del vapore e traspirabilità
Permeabilità al vapore acqueo del materiale. Permeabilità massima nel caso delle membrane traspiranti, permeabilità controllata nel caso dei freni al vapore, permeabilità nulla nel caso delle barriere al vapore.



Resistenza meccanica
Caratteristica dei materiali di resistere alle diverse sollecitazioni meccaniche subite durante la posa in opera e durante la loro vita utile. Sollecitazioni come resistenza allo strappo, allungamento a rottura e lacerazione causata da strappo da chiodo.

L'impermeabilità all'acqua
La funzione principale per cui sono nate le membrane sintetiche si identifica nella protezione dell'edificio e del pacchetto coibente dalle infiltrazioni d'acqua o dai suoi punti critici. Risulta, quindi, prerogativa fondamentale che siano sufficientemente impermeabili all'acqua per fenomeni di infiltrazione.

Questa caratteristica imprescindibile deve permettere di proteggere gli strati sottostanti dalle intemperie durante la fase di completamento della copertura o del rivestimento di facciata.

L'impermeabilità all'acqua degli SMT è definita e regolamentata da un test previsto dalle norme **UNI EN 13859** "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Definizioni e caratteristiche dei sottostrati - Parte 1: Sottostrati per coperture discontinue e Parte 2: Sottostrati murari" e dalla **UNI EN 13984** "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Strati di plastica e di gomma per il controllo del vapore - Definizioni e caratteristiche."
La prova, della durata di 2 ore, permette di testare la rispondenza alla classe W1 per certificare la resistenza alla penetrazione dell'acqua degli SMT. Questa caratteristica viene verificata posizionando un cilindro graduato del diametro di 15 cm sul campione da testare, nel cilindro viene immessa acqua fino ad un'altezza di 20 cm. Una volta terminato il test, se superato, viene rilasciato l'attestato di superamento. Questo test verrà eseguito su campione nuovo e successivamente anche su campione sottoposto a invecchiamento UV/IR previsto dalle norme **UNI EN 1296** e **UNI EN 1297**.

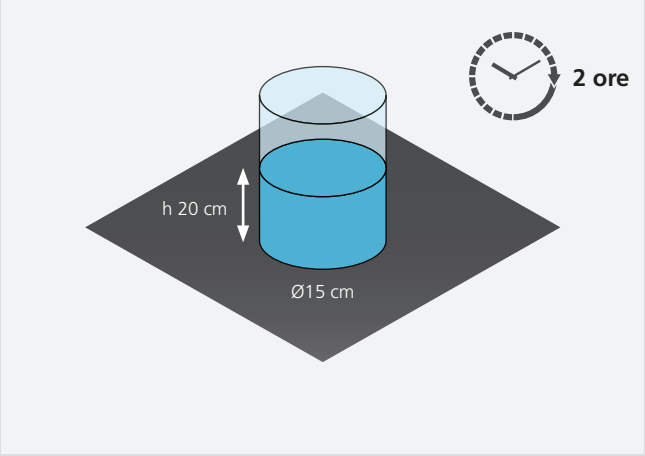
La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Considerando che gli SMT sono la protezione temporanea del tetto e dell'involucro dagli agenti atmosferici durante l'esecuzione dei lavori e garantiscono la funzionalità per tutta la vita del pacchetto, è meglio scegliere materiali con standard qualitativi elevati, con caratteristiche di resistenza meccanica, di massa areica aumentate che garantiscano per lunghi periodi elevate prestazioni meccaniche. Per installare a regola d'arte questi strati protettivi e funzionali è indispensabile l'utilizzo di accessori di sigillatura come nastri adesivi, collanti, guarnizioni e quanto indicato nelle istruzioni di corretta posa dei materiali stessi e della norma di riferimento (**UNI 11470:2015**). Come anticipato, è corretto ricordare che, per normativa, una membrana traspirante e uno schermo al vapore non possono sostituire il manto di copertura finale di tenuta all'acqua, né in copertura, né nel caso di rivestimenti esterni di una facciata.

Che cos'è il test della colonna d'acqua?

Il test della colonna d'acqua è una procedura fondamentale per determinare il grado di tenuta all'acqua dei materiali impermeabilizzanti. Questo test si basa sulla misurazione della pressione idrostatica che un materiale può sostenere prima che l'acqua inizi a trafilare dalla parte opposta. La metodologia prevede che un campione di tessuto venga fissato in un'apposita camera di prova, dove viene applicata una pressione crescente. Durante il test, la pressione idrostatica viene incrementata gradualmente fino a una colonna d'acqua massima pari a 20 metri. Si osserva il campione fino a quando non compaiono visivamente delle gocce d'acqua sulla sua faccia opposta. Il momento in cui si rilevano tre gocce rappresenta il valore critico di pressione. Questo valore è quindi registrato e riportato in millimetri di colonna d'acqua (mmH2O), fornendo un'indicazione chiara dell'impermeabilità del materiale. Il valore di colonna d'acqua W1 deve essere garantito anche dopo le prove di invecchiamento UV/IR previste dalle norme **UNI EN 1296** e **UNI EN 1297**.

Le normative internazionali, come la **ISO 20811**, forniscono linee guida rigorose per l'esecuzione del test, garantendo che i risultati siano comparabili e affidabili. La conformità a questi standard è cruciale in settori quali l'abbigliamento tecnico, l'equipaggiamento sportivo e le costruzioni, dove la resistenza all'acqua è essenziale per la sicurezza e il comfort degli utenti.





Negli anni lo sviluppo dei film funzionali, soprattutto delle ultime generazioni, permette di avere impermeabilità importanti fino a 8000 mm di colonna d'acqua e permeabilità nell'ordine dei 1000 g/m²/24h.

Lo sviluppo di queste caratteristiche e il raggiungimento di standard sempre maggiori è dettato dall'aumento degli spessori dei pacchetti coibenti per ottenere un involucro sempre più performante e dalle variate condizioni atmosferiche che portano sempre più spesso ad avere forti piogge, bombe d'acqua e venti molto intensi.

La fisica tecnica dell’involucro edilizio

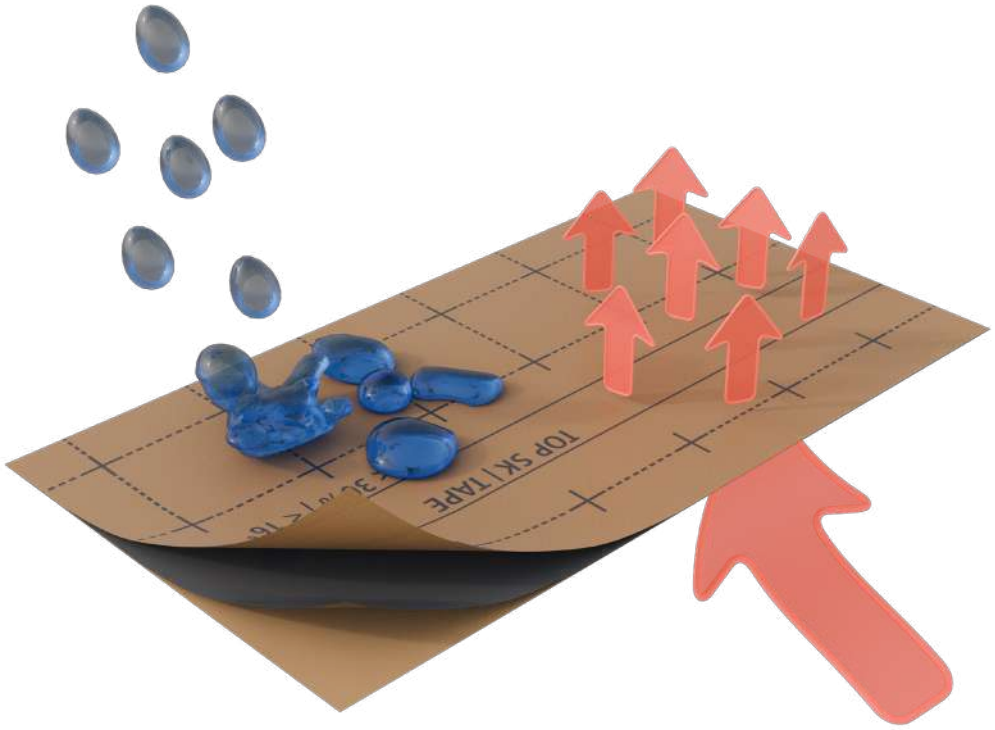
Regolazione del passaggio del vapore e traspirabilità

Il vapore acqueo non è facilmente percepibile dall’uomo: lo si percepisce solo in alcune situazioni quando, ad esempio, incontra una superficie fredda (come una finestra) trasformandosi in condensa.

Abitando giornalmente una casa (lavando, facendo il bagno, cucinando) si produce del vapore acqueo: cucinando si producono ca. 600 - 1500 g/h, facendo il bagno ca.700 g/h, facendo la doccia ca. 2600 g/h di umidità.

Sommando tutta l’umidità che ognuno produce in casa (parlando di una famiglia media, composta da due adulti e due bambini), si arriva alla formazione di ca. 12-15 litri di acqua al giorno. Questa enorme quantità di umidità evidenzia l’importanza di isolare correttamente e di abitare in modo corretto la casa.

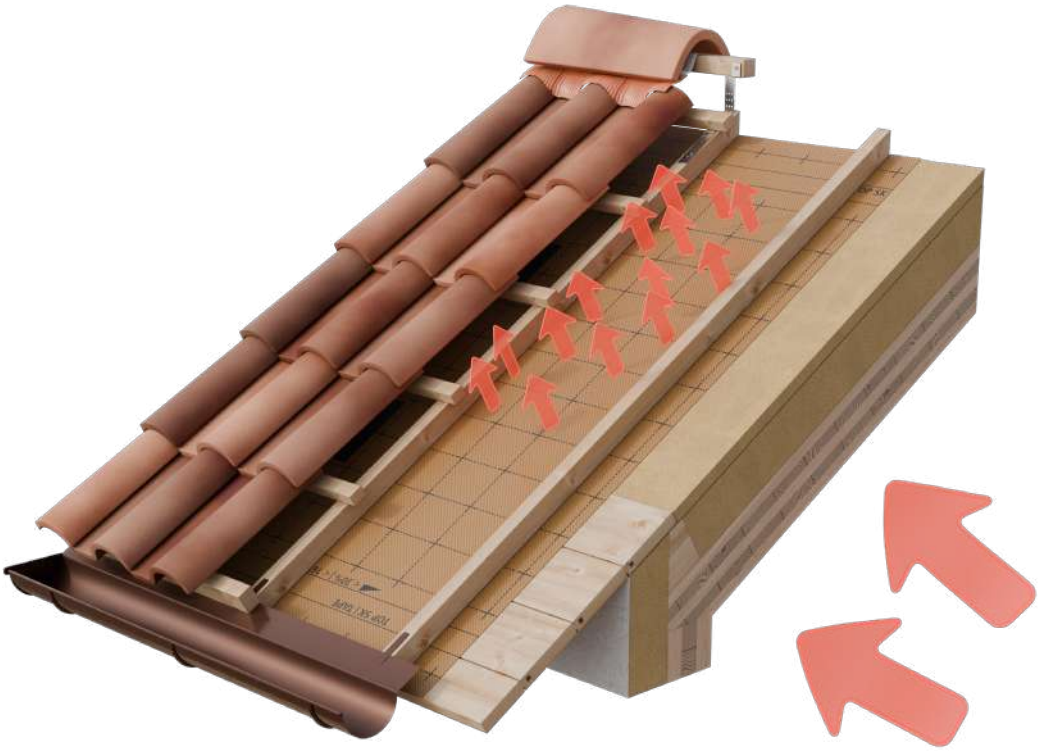
La quantità di umidità presente in una casa viene assorbita solo parzialmente dall’aria stessa, quindi l’umidità che eccede, se non viene asportata con una corretta aerazione dei locali, si deposita sulle superfici e nelle strutture. Tale umidità, quando incontra le superfici più fredde, è igienicamente pericolosa poiché peggiora il clima dell’abitazione e crea danni, come la formazione di muffa sulle superfici interne e di condense interstiziali.



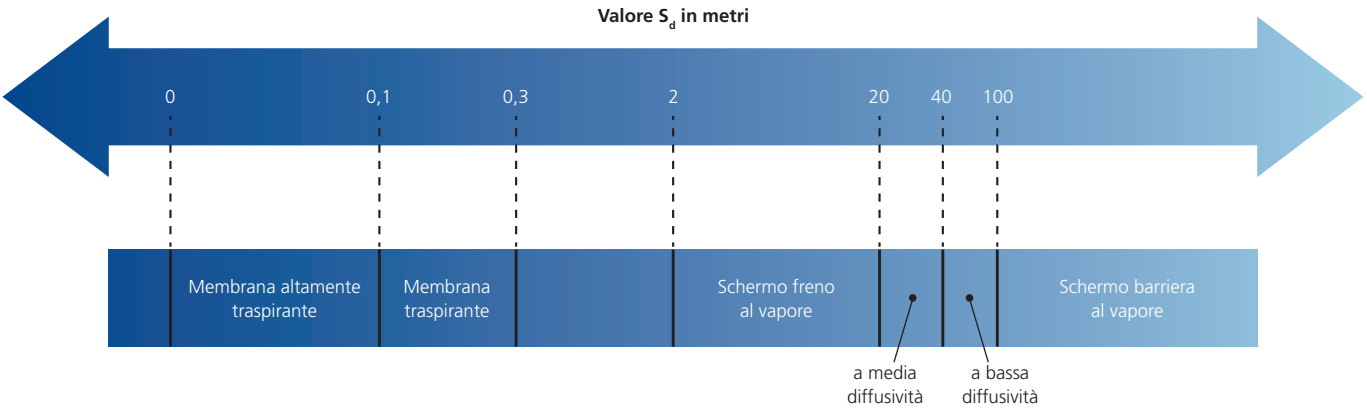
La permeabilità al vapore acqueo dei materiali e dei pacchetti coibenti è quindi un fattore importantissimo in tutte le stagioni per garantire la salubrità dei materiali stessi, nonché il loro corretto funzionamento. Durante l’inverno, in particolare, l’aria calda interna alle abitazioni ha la capacità di contenere molta più umidità che non quella fredda esterna; questa situazione crea una differenza di pressione parziale che tende a far migrare il vapore interno verso l’esterno attraverso le strutture. A questo punto è importante lasciare passare la maggior parte di vapore possibile attraverso la struttura, impedendo però che questo vapore venga trattenuto dal pacchetto e, di conseguenza, evitando la condensazione e la formazione di acqua, muffe e funghi. Per garantire una corretta permeabilità del vapore acqueo, quindi, è importante l’utilizzo di uno schermo al vapore che ne dosi l’entrata nel pacchetto coibente senza sovraccaricarlo di umidità, così come è importante l’utilizzo delle membrane traspiranti di protezione all’esterno, che oltre a impermeabilizzare il pacchetto all’acqua e al vento consente l’evacuazione totale del vapore proveniente dall’interno.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Il fenomeno fisico naturale che ricerca l'equilibrio di umidità è la chiave della permeabilità al vapore acqueo. Il vapore che transita attraverso i materiali non causa alcun danno. Il vapore che ristagna all'interno dei materiali può causare: formazione di condensa all'interno della struttura, riduzione del potere coibente dei materiali, deterioramento nel tempo dei materiali, formazione di muffe e funghi dannosi per la salute.



La norma **UNI 11470:2015** chiarisce il concetto di traspirabilità degli SMT in questo modo: "Capacità degli schermi e membrane traspiranti di lasciarsi attraversare da vapore acqueo in modo controllato. La traspirabilità viene espressa tramite il valore S_d che indica lo strato d'aria equivalente espresso in metri che oppone la stessa resistenza al passaggio di vapore del materiale."
Quindi classifica gli SMT anche in base al loro valore S_d, ad esempio le membrane traspiranti e ad alta traspirabilità hanno valore $S_d \leq 0,1$, i freni al vapore hanno valori S_d compresi tra 2 e 20 m, mentre per uno schermo barriera vapore il valore S_d è pari a 100 m e oltre.



Esistono membrane che possono modificare la propria capacità di trasmissione del vapore e possono ricoprire più categorie tra quelle sopra elencate e vengono definite freni al vapore a igrometria variabile.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

SMT: le 3 funzionalità

1. Membrana traspirante

Strato funzionale impermeabile all'acqua con caratteristiche di tenuta al vento. Permette la migrazione del vapore acqueo che permea dagli strati sottostanti. In base alla sua natura e alle caratteristiche dei polimeri da cui è composto può garantire la tenuta alle intemperie per periodi più o meno lunghi durante la fase di completamento della copertura; non deve essere considerato manto finale.

2. Schermo freno al vapore

Materiale impermeabile all'acqua e di tenuta all'aria; la sua funzione è quella di calibrare il passaggio del vapore dall'ambiente abitato negli strati del coibente. La permeabilità al vapore deve essere valutata in base al pacchetto coibente e alle caratteristiche climatiche della zona per evitare fenomeni di condensa.

3. Schermo barriera al vapore

È elemento impermeabile all'acqua e di tenuta all'aria. La sua caratteristica di evitare il passaggio del vapore acqueo deve essere valutata scrupolosamente in quanto, se a livello teorico può sembrare la soluzione ideale, a livello pratico/cantieristico potrebbe comportare accumulo di umidità e condense nei materiali.



Classificazione di Schermi e Membrane Traspiranti secondo UNI 11470:2015

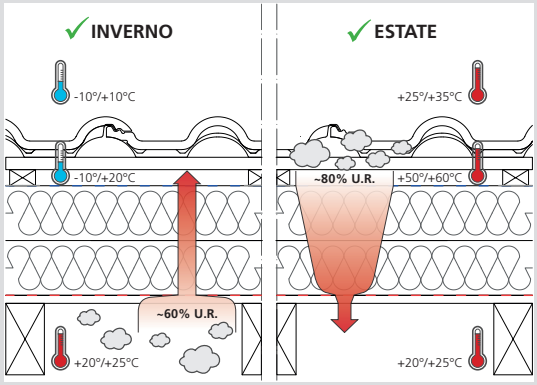
Valore S_d	Classificazione
≤ 0,3 m	membrana traspirante
≥ 2 m ≤ 20 m	schermo freno al vapore
≥ 100 m	schermo barriera al vapore

La traspirabilità degli SMT è valutabile anche attraverso la diffusione del vapore acqueo (DVA), caratteristica molto pratica e di immediata comprensione. L'unità di misura è g/m²/24h, ovvero quanti grammi d'acqua (intesa come vapore) permeano la superficie di un metro quadrato del materiale nel tempo di 24 ore. In questo caso, più il valore è alto più la membrana traspira, più è basso e meno traspira. Per le membrane ad alta traspirazione il valore è di circa 700/1000 g/m²/24h, per i freni al vapore tra i 15 e 1,5 g/m²/24h.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

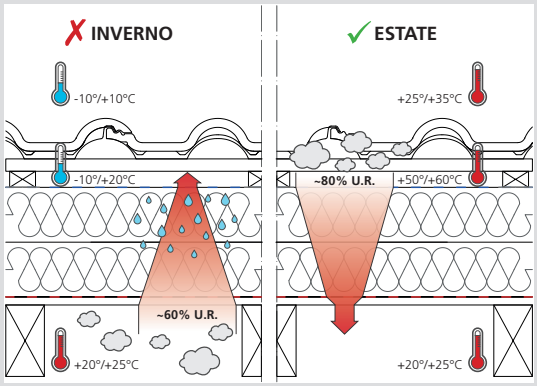
Estate / Inverno: cosa cambia?

Le diverse condizioni climatiche che si riscontrano tra estate e inverno influiscono molto anche sul comportamento termoigrometrico dei pacchetti isolanti e delle strutture degli edifici. In inverno, quando internamente le temperature (tra i 20 e i 25°C) sono più alte rispetto all'esterno (a seconda della zona climatica cambiano molto, da -10 a +10°C di media), la differenza di pressione spinge l'umidità creata in casa ad uscire attraverso il pacchetto. Al contrario in estate, quando si invertono le differenze di temperatura, l'umidità esterna tende ad entrare. Se in regime invernale abbiamo sempre e comunque (24 ore su 24 per tutti i giorni) una spinta notevole dall'interno che trova unico sfogo sulle superfici dell'edificio, la stessa cosa non si può dire per l'estate, quando il fenomeno non è generalizzabile, in quanto dipende molto dal clima esterno (cambia molto se c'è il sole per tre giorni o se piove per tre giorni), dalle temperature, dall'umidità e dalle escursioni termiche tra giorno e notte. Possiamo comunque sintetizzare il comportamento di tre diverse tipologie di pacchetto nelle due stagioni opposte.



Freno al vapore sotto il coibente

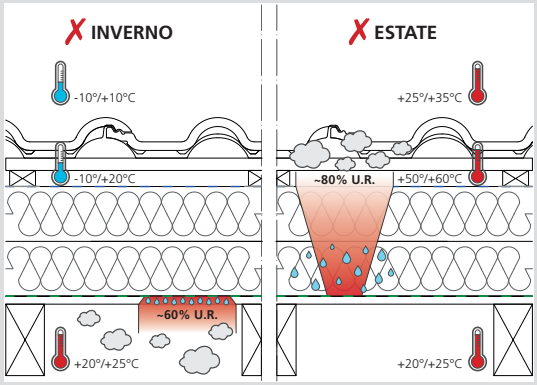
Una membrana traspirante sopra e un freno al vapore (S_d 2 metri, DVA 15 g/m²/24h) sotto un coibente traspirante (ad es. fibre naturali o minerali) riescono a garantire il corretto passaggio di vapore in inverno senza aggravare il coibente di umidità che potrebbe condensare con le basse temperature. In estate, l'umidità proveniente dall'esterno attraverso la membrana traspirante e il coibente, trova la possibilità di asciugarsi verso l'interno.



Assenza di freno al vapore o membrana traspirante sotto il coibente

Non utilizzare il freno al vapore, o sostituirlo con una membrana traspirante, comporterebbe un miglioramento nelle prestazioni estive, con una maggiore "retroasciugatura" interna dell'umidità, ma esporrebbe il pacchetto ad un gravissimo rischio di formazioni di condensa in inverno nella parte superiore (più fredda) del coibente, provocati dall'umidità proveniente dall'interno.

NOTA: negli ultimi anni si sta diffondendo nel mondo delle membrane sintetiche, una nuova tecnologia a igrometria cosiddetta "variabile", ovvero che adatta il suo grado di traspirabilità in base alle condizioni di umidità e temperatura, permettendo di sfruttare la sua capacità di frenare il passaggio del vapore in regime invernale e di assicurare con lo stesso prodotto una "retroasciugatura" dell'umidità tipica delle membrane traspiranti verso l'ambiente interno in regime estivo.



Barriera al vapore sotto il coibente

L'utilizzo di una barriera o di un freno al vapore a media o bassa diffusività (S_d ≥ 20 m e DVA 1,5 g/m²/24h) sarebbe garanzia di coibente asciutto durante il periodo invernale, schermando totalmente il passaggio del vapore interno. Ma altrettanto farebbe con il vapore esterno in estate, provocando sicure formazioni di condensa nella parte inferiore del pacchetto a contatto con la barriera stessa.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Valutazioni termoigrometriche

Progettare correttamente e trasformare il progetto in un'installazione perfetta sono le colonne portanti di un edificio ad alta efficienza energetica. Spesso, però, il dubbio principale riguarda la corretta scelta tra schermi e membrane traspiranti (SMT) da inserire in un pacchetto tetto o parete. È quindi di fondamentale importanza eseguire dei calcoli termoigrometrici per essere sicuri di adottare i prodotti adeguati.
Anche la normativa di riferimento per gli SMT, la **UNI 11470:2015** e i Decreti Ministeriali Attuativi del 26/06/2015 della **Legge 90 del 2013**, prevedono che vengano eseguiti i calcoli termoigrometrici dei pacchetti per individuare le corrette stratigrafie al fine di scongiurare i pericoli di condensa e di muffa.

Esistono due normative che ci guidano nei calcoli termoigrometrici: la **UNI EN ISO 13788** basata sul modello stazionario di Glaser, un sistema semplificato che calcola la spinta della pressione dalla parte più calda a quella più fredda e il relativo passaggio del vapore in base al coefficiente di passaggio del vapore dei materiali interposti. Si simula il fenomeno su base mensile.
Riwega offre un software di calcolo statico denominato Riwega Hygrotherm, scaricabile gratuitamente dal sito www.riwega.com.
La **UNI EN 15026** è invece basata su metodi più accurati che sfruttano la simulazione dinamica: è un sistema che tiene conto di molti più fattori, tra cui la possibile umidità intrinseca dei materiali appena posati, le variazioni orarie del clima (temperatura e umidità), gli apporti straordinari di umidità e così via. Il fenomeno viene simulato su base oraria per periodi pluriennali.
Riwega offre un servizio di calcolo dinamico denominato Hygrotherm Europe, gestito dall'Ufficio Tecnico Riwega | eternitycomfort.

Hygrotherm Europe: il software per il calcolo termoigrometrico dinamico dei pacchetti

Il nuovo programma di calcolo Hygrotherm Europe nasce dall'esigenza del professionista di dovere rispondere a nuove normative sempre più complete in tema di efficienza energetica dell'involucro edilizio.
L'evoluzione normativa infatti si muove inesorabilmente verso gli **nZEB (Nearly Zero Energy Buildings)**. Per questo diventa indispensabile un controllo della prestazione igrotermica dell'elemento costruttivo attraverso un'analisi più approfondita dei meccanismi di trasmissione del calore e del vapore, superando le verifiche semplificate basate esclusivamente sul modello stazionario di Glaser.

Che risultati si ottengono con Hygrotherm Europe?

Hygrotherm Europe si presenta come uno strumento tecnico avanzato di supporto, fondamentale per affiancare il professionista (tecnico o installatore) nella valutazione dei fenomeni di rischio di condensa superficiale, muffa e condensa interstiziale. Il risultato del calcolo sarà un report affiancato da grafici da cui si capisce il comportamento della struttura a livello termoigrometrico, le eventuali problematiche e le soluzioni per avere la migliore situazione possibile accompagnate dalle voci di capitolato dei prodotti da utilizzare.

Quali sono i vantaggi di Hygrotherm Europe?

Hygrotherm Europe si avvale del software Wufi® (sviluppato dall'Istituto Fraunhofer IBP) specifico per effettuare simulazioni igrotermiche orarie in regime dinamico, in accordo con la norma **UNI EN 15026**, e quindi indispensabile per valutare ora per ora il contenuto d'acqua e la temperatura nell'elemento costruttivo. Hygrotherm Europe è usufruibile a livello internazionale. La simulazione dinamica infatti viene affiancata dal software Meteonorm, ovvero un database di informazioni meteorologiche, quali radiazione globale, temperatura, umidità, precipitazioni, velocità e direzione del vento e durata del soleggiamento per qualsiasi località nel mondo.

Come usufruire di Hygrotherm Europe?

Hygrotherm Europe è un servizio realizzato dall'Ufficio Tecnico Riwega. Per ottimizzare il risultato viene richiesta la massima collaborazione nel fornire dati completi ed esaustivi in merito alla stratigrafia oggetto del calcolo, ai materiali e alla località di cantiere. Per usufruire del servizio è sufficiente inviare una richiesta a info@riwega.com.

NOTA IMPORTANTE!

Ogni pacchetto costruttivo verificato termoigrometricamente funziona esclusivamente se vengono curate e garantite le tenute al vento e all'aria, condizioni indispensabili che il software di calcolo dà per scontate. Se in fase cantieristica queste specifiche non vengono garantite o eseguite non correttamente, il pacchetto calcolato non può garantire la corretta funzione.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Riwega Hygrotherm Europe

Il software per il calcolo termoigrometrico dinamico dei pacchetti



La fisica tecnica dell’involucro edilizio

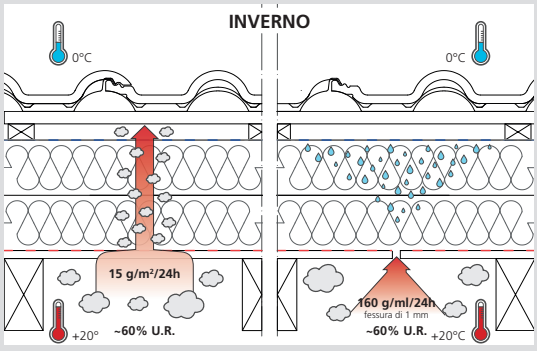
Tenuta all’aria e al vento dell’involucro edilizio

Nel contesto moderno dell’edilizia c’è una crescente attenzione verso tecnologie che ottimizzano i costi energetici e ambientali, senza compromettere il comfort degli utenti. Tra questi aspetti, la “tenuta all’aria” riveste un’importanza fondamentale. Questo concetto si riferisce alla capacità di un edificio di impedire il passaggio incontrollato dell’aria attraverso il suo involucro, sia dall’interno verso l’esterno, che viceversa.

Anche in questo caso la norma **UNI 11470:2015** (dopo i protocolli CasaClima e Passivhaus) definisce molto bene che gli SMT hanno compiti “di tenuta all’aria e di tenuta al vento, al fine di evitare fenomeni di condensa interstiziale e migliorare l’efficienza energetica degli edifici definita secondo la legislazione vigente.”

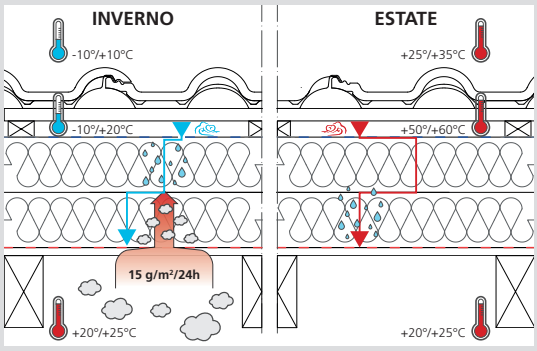
La permeabilità all’aria definisce il modo e la quantità del passaggio dell’aria in un elemento costruttivo. Ma attenzione! Tale concetto non deve essere scambiato con la diffusione del vapore, che è un fenomeno utile per tenere asciutta la struttura. Il passaggio libero d’aria comporta invece gravi problemi di tipo termico e di condensa. Il passaggio del vapore nelle fessure va, come già detto, nella direzione del passaggio del calore: d’inverno dall’interno verso l’esterno, d’estate viceversa, dall’esterno verso l’interno. L’umidità condensa ad una temperatura più bassa di quella di saturazione. La quantità di condensa creata a causa del passaggio libero d’aria è circa cento volte più alta di quella «fisiologica» che si ha nella diffusione controllata del vapore. Per questo motivo le fessure nella struttura comportano spesso un danno, favorendo la formazione di muffa. In ogni caso incidono molto sul comfort interno, a causa degli spifferi d’aria fredda, soprattutto quando all’esterno siamo in presenza di un forte vento o di una temperatura molto bassa. Lo stesso effetto si riscontra d’estate in sottotetti climatizzati, dove si forma la condensa a causa dell’ingresso dell’aria esterna umida e calda, che all’interno raggiunge la temperatura di saturazione. La mancanza della tenuta all'aria causa inoltre un aumento del rumore proveniente dall’esterno.

Per questi motivi, anche la norma **UNI 11470:2015** prevede che gli SMT debbano essere a tenuta all’aria e al vento oltre che tutte le loro sovrapposizioni e interruzioni debbano essere perfettamente sigillate. La norma definisce quanto segue: “Tutte le zone di ricoprimento di schermi e membrane traspiranti devono essere sigillate con opportuni sistemi adesivi (bande integrate, nastri adesivi o colle sigillanti) secondo le modalità consigliate dal produttore, per una perfetta tenuta all’acqua, all’aria (schermi freno al vapore e barriere al vapore) e al vento (membrane altamente traspiranti o traspiranti). Tutte le perforazioni degli SMT dovute ai fissaggi devono essere sigillate con opportune guarnizioni impermeabili.”



Tenuta all’aria

Uno schermo freno al vapore correttamente sigillato permette una diffusione uniforme del vapore di circa 15 g/m²/24h (freno al vapore con S_d 2 m) in regime invernale dall’interno verso l’esterno del pacchetto tetto. Attraverso una sovrapposizione o un’interruzione non sigillata dello schermo freno al vapore si possono avere passaggi d’aria che provocano una fuoriuscita incontrollata di vapore di circa 160 g/ml/24h in regime invernale.



Tenuta al vento

Una membrana traspirante non correttamente sigillata nelle sue interruzioni e sovrapposizioni, in regime invernale, consente l’ingresso del vento freddo, il quale a contatto con il vapore proveniente dal pacchetto genera fenomeni di condensa al suo interno. Una membrana traspirante non correttamente sigillata nelle sue interruzioni e sovrapposizioni, in regime estivo, consente l’ingresso del vento caldo e umido, il quale abbassando progressivamente la propria temperatura genera fenomeni di condensa nella parte inferiore del pacchetto.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Attraverso una fessura aperta, dovuta ad un'interruzione del pacchetto tetto e/o parete non sigillata, si producono i seguenti inconvenienti:

- ingresso del calore in estate;
- perdita di calore in inverno per convezione libera d'aria calda e per l'ingresso di vento freddo dall'esterno;
- condensa negli strati esterni d'inverno, dove l'aria umida proveniente dall'interno si raffredda e può condensare;
- condensa negli strati interni d'estate, dove l'aria esterna umida si raffredda e può condensare;
- riduzione del comfort interno a causa degli spifferi;
- passaggio di rumore.

Possibili interruzioni del pacchetto tetto e/o parete:

- sovrapposizione degli strati di membrana traspirante e/o schermo al vapore;
- listellatura di contenimento;
- orditura;
- finestre da tetto;
- camini;
- sfiati dell'aria o del gas;
- passaggio di tubi idraulici o di pannelli solari;
- passaggio di cavi elettrici;
- punto di congiunzione tetto/parete;
- punto di congiunzione parete/fondamenta;
- serramenti.

Ponti acustici interni:

- solaio in legno;
- solaio in laterocemento;
- punto di congiunzione solaio/parete;
- punto di congiunzione parete/pavimento.

La formazione di condensa

L'aria può contenere diverse quantità di vapore acqueo in base alla sua temperatura: più l'aria è calda, più ne può contenere. A parità di temperatura, se si continua a introdurre vapore acqueo nell'aria, essa arriverà a saturazione ottenendo così la condensazione dell'acqua. Allo stesso modo se raffreddiamo un volume d'aria contenente vapore acqueo, tutto il vapore che non può più stare in quel volume si separerà sotto forma di acqua liquida. Si chiama umidità relativa alla percentuale di saturazione dell'aria. Il punto di rugiada è la temperatura sulla quale un volume d'aria inizia a condensare acqua.

Possiamo paragonare l'aria ad un recipiente: più la raffreddiamo, più il recipiente si rimpicciolisce e meno umidità può contenere.

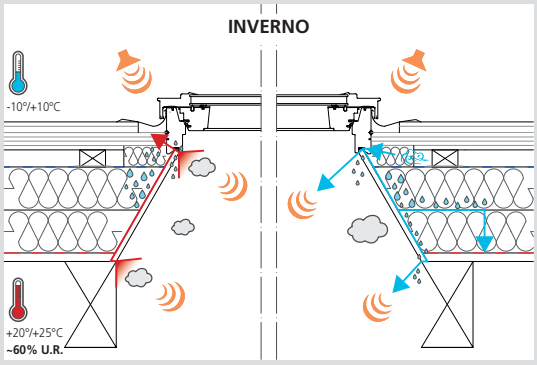


La fisica tecnica dell’involucro edilizio

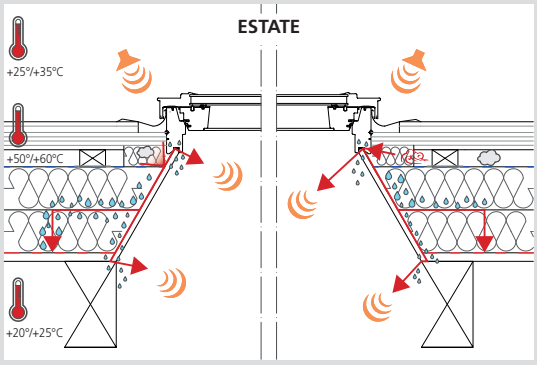
La tenuta all’aria e al vento nel tetto e nella parete

La permeabilità all’aria definisce il modo e la quantità del passaggio dell’aria in un elemento costruttivo.

Vediamo come si possono comportare le strutture con problemi di tenuta all’aria e al vento nelle diverse fasi dell’anno.



In **inverno** nei punti non sigillati delle strutture edili possiamo avere diversi effetti negativi dovuti alla differenza di pressione tra interno ed esterno. L’aria calda interna, trovando spifferi, inizia il viaggio verso l’esterno disperdendo calore e riducendo l’efficienza energetica della struttura. L’aria in uscita trasporta con sè umidità, la quale inizia a condensare e a formare acqua nel pacchetto. Inoltre il vento freddo esterno trova il modo di infilarsi tra le giunzioni di struttura e coibente, incontrando il flusso di umidità proveniente dall’interno e amplificando i problemi di condensa. Infine il problema acustico: ogni spiffero è una porta d’ingresso verso l’abitazione per i rumori esterni.



In **estate** la pressione e il flusso termico si invertono, creando una spinta dall’esterno verso l’interno. L’aria calda esterna trova spifferi e si infiltra nelle strutture portando vapore verso l’interno dei pacchetti creando due problemi: ingresso di aria calda e formazione di condensa. In caso di vento caldo estivo, il problema si aggrava aumentando gli spifferi di aria calda in ingresso ed alimentando il fenomeno della condensa. Dal punto di vista acustico, anche in estate come in inverno, ogni passaggio d’aria diventa un ponte acustico.

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Tenuta all'aria

È la caratteristica degli schermi freno al vapore che impedisce il passaggio dell'aria: è indispensabile per evitare la migrazione di aria calda in sovrapressione verso ambienti con temperature più basse; inoltre, riduce la dispersione termica ed evita il passaggio incontrollato del vapore trasportato dall'aria la cui condensazione causerebbe ponte termico all'interno del materiale isolante e, qualora presenti nel pacchetto, la marcescenza di elementi strutturali. Questa funzione non viene garantita da materiali ad alta densità microforati, ma da freni al vapore la cui membrana funzionale è stata estrusa a media o bassa densità. Lo strato di tenuta all'aria viene posato sul lato caldo del pacchetto, sul lato del pacchetto coibente verso l'interno, a contatto con l'ambiente abitato. Per garantire una perfetta funzione di tenuta all'aria tutti i sormonti del materiale e le interruzioni dovute a sfiati, camini, impianti, finestre devono essere nastrati e sigillati con nastri specifici, sigillanti o elementi speciali per corrugati, cavi, tubature. Se per i pacchetti coibenti la tenuta all'aria è demandata al freno al vapore, nelle murature questo compito lo svolge l'intonaco che deve essere integro, non fessurato o crepato. Va evidenziato che, per quanto concerne le attuali richieste normative per i CAM (Criteri Ambientali Minimi in edilizia), tutti i materiali utilizzati per garantire la tenuta all'aria dell'involucro e per tutti i materiali di sigillatura utilizzati per completare questa funzione devono essere rilasciate le dichiarazioni di prestazione (DOP) e i certificati di bassa emissività.

Esempio:

Uno schermo freno al vapore correttamente sigillato permette una diffusione uniforme del vapore di circa 15 g/m^2/24h (freno al vapore con S_d 2 m) in regime invernale dall'interno verso l'esterno del pacchetto tetto.

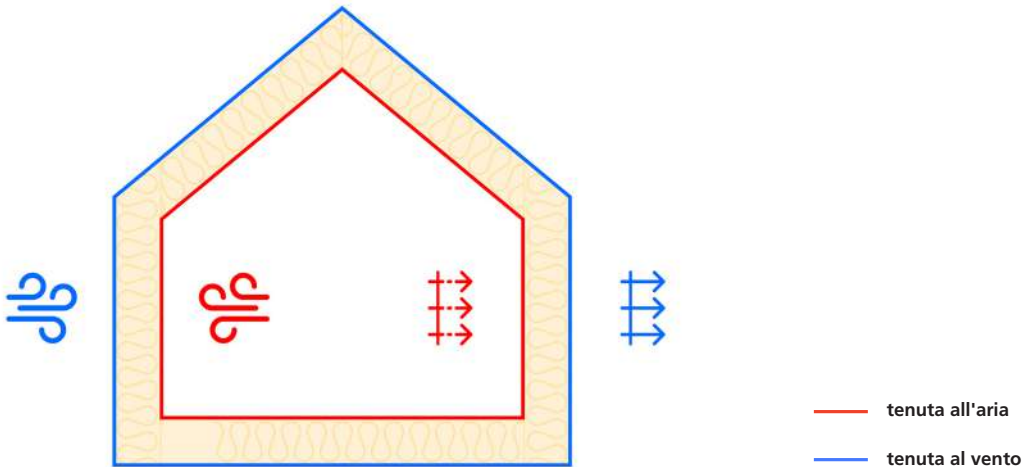
Attraverso una sovrapposizione o un'interruzione non sigillata dello schermo freno al vapore si possono avere passaggi d'aria che provocano una fuoriuscita incontrollata di vapore di circa 160 g/ml/24h in regime invernale.

Tenuta al vento

È la peculiarità delle membrane traspiranti e ad alta traspirabilità per evitare il passaggio di vento: vento che, infiltrandosi negli strati interni del pacchetto coibente, abbasserebbe la temperatura causando la condensazione del vapore che migra dall'ambiente interno verso l'esterno spinto dalla sovrapressione creata dalle temperature maggiori. Anche in questo caso la condensazione del vapore ridurrebbe drasticamente la funzione del pacchetto termico provocando dispersioni e maggiori costi energetici. Il ruolo di tenuta al vento deve essere visto come una protezione, una pelle per il coibente, sia in inverno per proteggerlo da spifferi freddi, sia in estate per evitare che l'aria calda e umida si infili negli strati interni del pacchetto. La tenuta al vento viene garantita dalle membrane, nel caso di coperture o di facciate ventilate e dall'intonaco, nel caso dei cappotti. Come per la tenuta all'aria devono essere garantite le sigillature di tutte le interruzioni, sormonti, accoppiamenti dei materiali tramite nastri, sigillanti e guarnizioni a espansione.

Esempio:

Una membrana traspirante non correttamente sigillata nelle sue interruzioni e sovrapposizioni, in regime invernale, consente l'ingresso del vento freddo, il quale a contatto con il vapore proveniente dal pacchetto genera fenomeni di condensa nella parte superiore del pacchetto. Una membrana traspirante non correttamente sigillata nelle sue interruzioni e sovrapposizioni, in regime estivo, consente l'ingresso del vento caldo e umido, il quale abbassando progressivamente la propria temperatura genera fenomeni di condensa nella parte inferiore del pacchetto.



La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Componenti di tenuta all'aria e al vento

La tenuta all'aria e al vento si ottiene tramite l'uso di vari componenti e tecniche che lavorano insieme per garantire un involucro ben sigillato:

- **membrane traspiranti e schermi al vapore:** sono utilizzati materiali come membrane e schermi freno al vapore che impediscono il passaggio dell'aria attraverso l'involucro dell'edificio. Questi materiali sono posizionati strategicamente per bloccare i flussi d'aria indesiderati;
- **sigillanti e nastri adesivi:** per garantire una tenuta all'aria e al vento ottimale; tutte le giunzioni, le fessure e le aperture devono essere sigillate con nastri adesivi, sigillanti o colle specifiche. Questo include la sigillatura di aree attorno a finestre, porte, sfiati e impianti;
- **isolamento:** un corretto isolamento non solo migliora le prestazioni termiche. Le interruzioni nel materiale isolante devono essere accuratamente trattate per evitare la formazione di ponti termici e perdite d'aria.

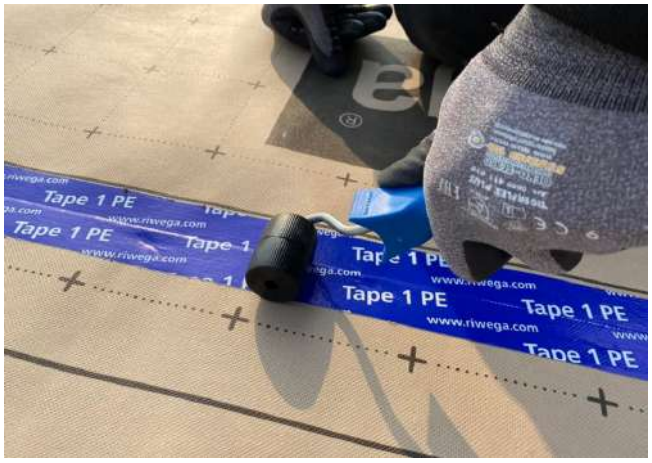
I vantaggi della corretta tenuta all'aria e al vento

- **Prevenire perdite energetiche:** riducendo il passaggio di aria calda o fredda; la tenuta all'aria aiuta a mantenere la temperatura interna stabile e riduce il carico sui sistemi di riscaldamento e raffreddamento. Questo si traduce in minori costi energetici e un miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio.
- **Controllare l'umidità:** un'efficace tenuta all'aria e al vento impediscono l'ingresso di aria umida che potrebbe causare condensa all'interno dei materiali isolanti. La condensa può ridurre le prestazioni termiche dei materiali e favorire la formazione di muffa e danni strutturali.
- **Migliorare il comfort abitativo:** la prevenzione di correnti d'aria indesiderate contribuisce a mantenere una temperatura interna confortevole e stabile, in quanto gli spifferi possono influire negativamente sul benessere degli occupanti.
- **Protezione della Struttura:** un buon sistema di tenuta al vento impedisce che lo stesso penetri attraverso le facciate, le coperture e altre parti dell'involucro edilizio. Questo aiuta a proteggere l'involucro da danni meccanici e contribuisce a mantenere l'integrità strutturale dell'edificio.

Cosa comporta una mancata o errata tenuta all'aria e al vento dell'involucro edilizio?

Negli edifici ad alta efficienza energetica si creano forti differenze di temperatura tra interno ed esterno, specialmente nelle stagioni estreme (estate e inverno). La tenuta all'aria e la tenuta al vento delle strutture giocano un ruolo fondamentale per evitare il passaggio repentino di aria carica di umidità dalla parte più calda alla parte più fredda dei pacchetti e la conseguente ed inevitabile formazione di condensa. Per questo motivo è estremamente importante avere molta cura dei punti più critici dell'edificio.

Partendo da questi presupposti possiamo individuare nella tabella della pagina seguente, in base alle temperature e all'umidità relativa di partenza, a quanti gradi di diminuzione di temperatura possiamo riscontrare il fenomeno della condensa con formazione di acqua.





La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Temperature di rugiada

Temperatura dell'aria	Temperatura in °C dell'aria per raggiungere il punto di rugiada con una determinata umidità relativa						
°C	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-2	-15,7	-12,6	-10,1	-8,0	-6,2	-4,6	-3,3
0	-13,9	-10,7	-8,1	-6,0	-4,2	-2,7	-1,3
2	-12,3	-9	-6,5	-4,4	-2,6	-1	0,5
4	-10,7	-7,4	-4,9	-2,7	-0,9	0,9	2,5
6	-9,1	-5,8	-3,2	-1	0,9	2,8	4,5
8	-7,6	-4,2	-1,6	0,7	2,9	4,8	6,5
10	-6	-2,6	0	2,6	4,8	6,7	8,4
12	-4,5	-1	1,9	4,5	6,7	8,7	10,4
14	-2,9	0,6	3,7	6,4	8,6	10,6	12,3
16	-1,4	2,4	5,6	8,2	10,5	12,5	14,3
18	0,2	4,2	7,4	10,1	12,4	14,5	16,3
20	1,9	6	9,3	12	14,4	16,4	18,3
22	3,6	7,8	11,1	13,9	16,3	18,4	20,3
24	5,4	9,6	12,9	15,8	18,2	20,3	22,2
26	7,1	11,3	14,8	17,6	20,1	22,3	24,2
28	8,8	13,1	16,6	19,5	22	24,2	26,2
30	10,5	14,9	18,5	21,2	24,2	26,4	28,5
35	14,9	19,4	23	26	28,7	31	33,1
40	19,2	23,8	27,6	30,7	33,5	35,9	38

In funzione di una temperatura ambientale e di una determinata percentuale di umidità, la tabella permette di ricavare la temperatura del punto di rugiada in base al dato riportato nelle colonne dell'umidità relativa.

Esempio invernale:

- Interno abitato: 20°C al 60% di umidità; punto di rugiada a 12°C
- Bagno asciutto: 24°C al 60% di umidità; punto di rugiada a 15,8°C
- Bagno umido: 24°C al 80% di umidità; punto di rugiada a 20,3°C

Esempio estivo:

- Esterno: 40°C al 80% di umidità; punto di rugiada a 35,9°C

In conclusione, possiamo affermare che un involucro energeticamente efficiente e ad alto comfort lo si può ottenere esclusivamente gestendo correttamente i due piani di tenuta all'aria e al vento rispettivamente collocati sul lato caldo e sul lato freddo dell'edificio.
I punti deboli non sono da considerarsi le grandi superfici, bensì tutte le interruzioni e tutti i passaggi dovuti alle interruzioni dell'involucro (ad es. finestre, condotte, tubi, canali etc.). Bisogna porre particolare attenzione, ad esempio, ai pali della Linea Vita, alle antenne, ai tubi di ventilazione, ai tubi per l'impianto solare termico e fotovoltaico come alle lampade esterne, ai passaggi di travi e travetti e alle interruzioni dell'involucro dovute ai serramenti.
Solo a titolo esemplificativo e non esaustivo si sottolinea l'importanza delle sigillature degli schermi al vapore e delle membrane traspiranti in tutte le loro giunzioni e interruzioni. Tubi grossi, condotte e finestre in genere vanno sigillati al piano di tenuta con appositi sistemi: i tubi sottotraccia dell'impianto elettrico o dei sistemi di telecomunicazione (antenne, telefono, etc.) sono da sigillare dall'interno con appositi nastri butilici o speciali elementi in EPDM. Le travi in legno sono da posare sul muro intonacato o rasato con l'ausilio di guarnizioni in EPDM, mentre le pareti interne delle case in legno vanno sigillate in tutte le loro giunzioni con appositi nastri adesivi acrilici, nastri butilici, sigillanti in cartuccia o guarnizioni specifiche.
I serramenti vanno sigillati con nastri autoespansivi, schiume elastiche e nastri di tenuta sul loro perimetro in appoggio al muro o al falso telaio, mentre la Linea Vita va preferibilmente applicata sopra la coibentazione per evitare che l'elemento metallico, essendo un elevato ponte termico, provochi la formazione di condensa all'interno dell'isolante.

La fisica tecnica dell’involucro edilizio

Blower Door Test e metodo di verifica

Per valutare la tenuta all’aria di un edificio si utilizza il test conosciuto come “Blower Door Test”, seguendo le linee guida della norma **ISO 9972**, che tratta della “Prestazione Termica degli Edifici - Determinazione della Permeabilità all’Aria degli Edifici - Metodo di Pressurizzazione con Ventilatore”. Questo test viene effettuato installando un ventilatore in un’apertura (come una porta finestra o una finestra) dell’edificio, creando così una differenza di pressione costante di 50 Pa (Pascal) tra l’interno e l’esterno.
Perché è importante:

- **efficienza energetica:** le perdite d’aria causano sprechi di energia perché il sistema di riscaldamento o raffreddamento deve lavorare di più;
- **comfort:** un edificio ben sigillato mantiene una temperatura più stabile e migliora il comfort degli abitanti.

Il Blower Door Test è cruciale per valutare l’efficienza energetica di un edificio. Le perdite d’aria rappresentano carichi termici che devono essere compensati dagli impianti di riscaldamento o condizionamento. Un’adeguata impermeabilità all’aria contribuisce a un miglior comfort abitativo e a una riduzione dei consumi energetici. Questo test è particolarmente importante per edifici ad alte prestazioni energetiche, come le case passive e le ristrutturazioni a basso consumo energetico.
Il test utilizza un ventilatore speciale installato in un’apertura dell’edificio, come una porta o una finestra. Il ventilatore crea una differenza di pressione costante, generalmente di 50 Pa (Pascal), tra l’interno e l’esterno. La forza del ventilatore viene regolata in modo da mantenere questa differenza di pressione.
La pressione atmosferica e le condizioni esterne, come la velocità del vento, influenzano il flusso d’aria; ad esempio, un vento di intensità 5 può causare una differenza di pressione di circa 50 Pa. Il ventilatore è montato su un telaio che si adatta all’apertura, da cui deriva il nome “Blower Door Test” (test della porta "ventilante").
Durante il test, il ventilatore è collegato a strumenti di misurazione che registrano sia la differenza di pressione che l’intensità del flusso d’aria. La velocità di rotazione del ventilatore viene regolata per generare una differenza di pressione predeterminata, inducendo un flusso d’aria che compensa le perdite dovute a infiltrazioni. Questo flusso d’aria viene misurato e diviso per il volume dell’edificio, fornendo il valore caratteristico n_{50}. Questo valore indica quante volte in un'ora il volume d'aria contenuto nell'ambiente da testare viene completamente rinnovato.

Valori Tipici di n_{50}

- Casa passiva: ≤ 0,6 cambi d’aria all’ora
- Edificio a basso consumo energetico: ≤ 2,0 cambi d’aria all’ora
- Edificio con ventilazione forzata: ≤ 1,5 cambi d’aria all’ora
- Edificio tradizionale: ≤ 3,0 cambi d’aria all’ora

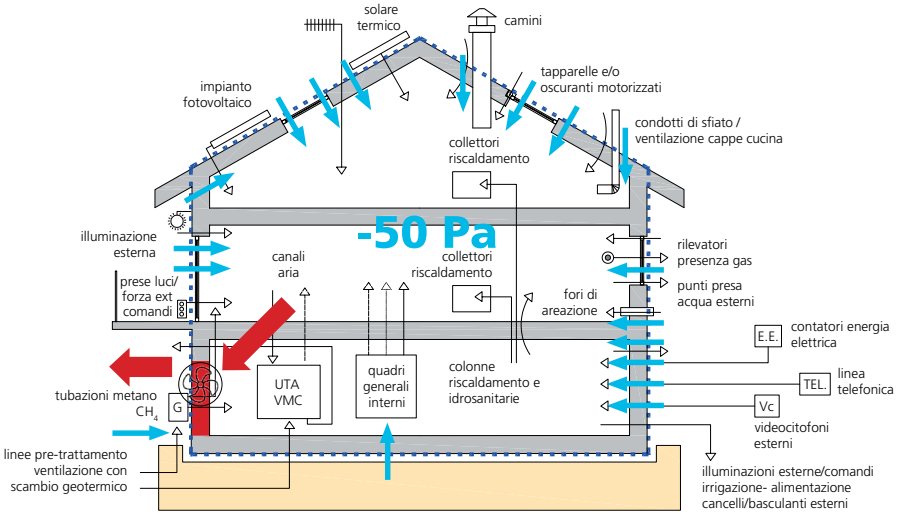
Valori più alti indicano perdite d’aria maggiori. Per esempio, un valore di n_{50} di 4 significa che il volume d'aria all'interno del sito da testare viene completamente rinnovato quattro volte in un’ora a causa delle perdite.

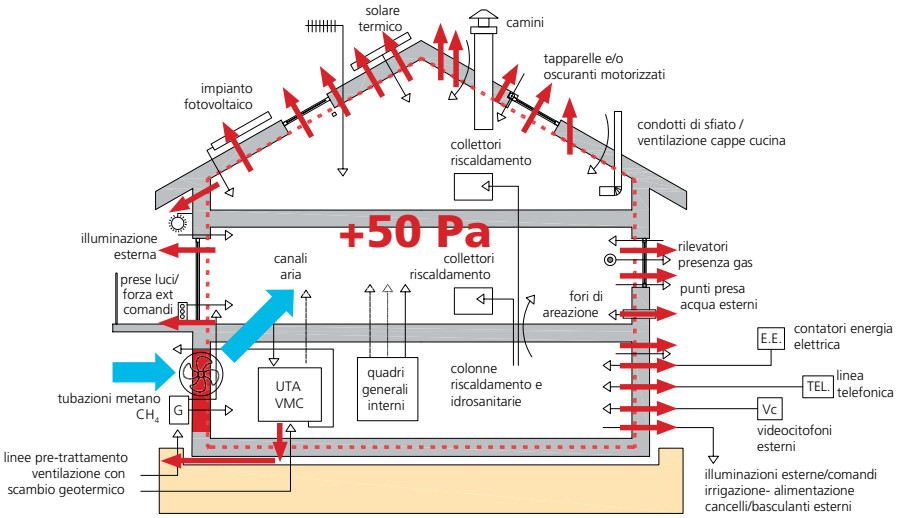




La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Il test si esegue in due modalità, in depressione e in pressione, perché potrebbero esserci strati, elementi o materiali che fanno effetto valvola.





Si consiglia inoltre di effettuare un pre-test durante le fasi di cantiere grezzo al fine di indentificare difformità di tenuta all'aria nell'involucro edilizio prima di completare le finiture.

Il test per la verifica finale della corretta realizzazione dell'involucro va fatto quando l'opera è completata, senza arredamento e con gli eventuali impianti di ventilazione spenti. Solo a questo punto, infatti, può fornire un'indicazione sulle prestazioni dell'edificio per la tenuta all'aria e al vento e, quindi, essere considerato e valutato secondo i criteri dei vari protocolli di certificazione o dei Criteri Ambientali Minimi. In ogni caso, il test indica solo il mancato raggiungimento dei requisiti minimi richiesti; mentre, se si vuole individuare il punto dove l'involucro presenta errori, bisogna ricorrere all'utilizzo di altri strumenti, come termocamere o termoanemometro.









La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Quali sono le figure professionali interessate?

I progettisti hanno il compito di analizzare le stratigrafie, disegnare i nodi costruttivi, conoscere i materiali e il loro corretto utilizzo.
Il Direttore lavori, affiancato dal certificatore energetico, vigila e, se necessario, istruisce gli artigiani in modo che eseguano il lavoro come previsto dai progetti, con attenzione e scrupolo.
Le aziende e gli artigiani devono essere figure professionali formate e informate dell'esistenza dei materiali e del loro corretto utilizzo.
In generale tutte le figure professionali che concorrono al raggiungimento dei risultati, in qualsiasi campo, devono essere formate, capaci e consapevoli del fatto che, per eseguire un lavoro a regola d'arte, non si può lasciare spazio all'improvvisazione.

Il mancato rispetto degli obiettivi prefissati o dei limiti imposti dalle normative causa una corsa alla ricerca degli errori con dispendio di tempo, energie e capitali.
Se, nonostante gli sforzi non fosse comunque possibile raggiungere gli obiettivi desiderati, è da considerare il declassamento energetico dell'immobile che, se ha beneficiato di bonus fiscali dovranno essere restituiti. Stesso discorso se ha beneficiato di bonus volumetrici, il volume aggiunto non può essere condonato.

Grammatura e resistenza meccanica

È una caratteristica imprescindibile di tutti materiali che devono garantire la protezione degli strati con funzione termica e/o acustica e strutturale sia durante la posa, sia durante tutta la vita del pacchetto. In merito a ciò, abbiamo già parlato dell'importanza della tenuta al vento e all'aria: due funzioni che sono garantite da materiali integri, quindi non lacerati durante la posa a causa del calpestio di lavori di finitura dei pacchetti, o a causa del vento e delle condizioni climatiche estreme, che comportano appunto lo strappo o rotture accidentali. I test di resistenza meccanica si eseguono per riscontro della percentuale di allungamento, della resistenza a rottura per trazione e della e della resistenza alla lacerazione da chiodo. I primi parametri vengono misurati sottoponendo a trazione i provini di membrana fino alla loro lacerazione secondo norma **UNI EN 12311-1:2002**. Il secondo parametro permette di avere riscontro della forza necessaria per strappare i provini in corrispondenza della perforazione del chiodo come previsto dalla **UNI EN 12310-1:2025**.
Ognuno di questi test viene ripetuto su cinque provini, che sono eseguiti sia nel senso longitudinale MD (Machine Direction), sia nel senso trasversale CD (Cross Direction). I valori registrati permettono di calcolare la media e sono espressi come forza massima in Newton su 50 mm (N/50 mm).
Le resistenze meccaniche vengono valutate sia su provini di membrane nuovi, sia su provini sottoposti ad invecchiamento (vedere la seguente tabella).
La resistenza meccanica degli SMT è direttamente legata alla loro massa areica o peso al m^2; sicuramente una membrana o freno da 200 g/m^2 avrà valori di resistenze meccaniche maggiori di un materiale con la stessa funzione da 150 g/m^2. La norma **UNI 11470:2015** classifica i materiali e ne prescrive l'utilizzo in base alla loro grammatura (vedere le seguenti tabelle). Naturalmente anche la natura del materiale con cui sono prodotti gli SMT influisce sulle resistenze meccaniche e sul mantenimento delle loro funzioni e prestazioni. A parità di grammatura, membrane prodotte con materiali innovativi come il poliuretano e il poliestere, garantiscono, alle stesse di condizioni d'utilizzo, prestazioni più longeve rispetto alle membrane prodotte con polietilene e/o polipropilene.
Elevati valori di resistenza garantiscono non solo la funzionalità del pacchetto nel tempo, ma permettono anche di lavorare in sicurezza, in quanto un materiale con maggiori valori di resistenza non si strappa dai fissaggi a causa del peso dell'operatore. Si tratta, quindi, di un materiale che resta in opera anche in condizioni di elevate pendenze o su supporti discontinui.

Classe	Massa areica	Applicazione
A	**≥ 200 g/m²**	tetto con pendenza ≥ 10° con superfici in cemento, legno o pannelli isolanti
B	**≥ 145 g/m²** **< 200 g/m²**	tetto con pendenza ≥ 30% con superfici in legno o pannelli isolanti
C	**≥ 130 g/m²** **< 145 g/m²**	tetto, solo su isolante se con ulteriore tavolato di protezione sopra
D	**< 130 g/m²**	tetto con uso solo dall'interno - parete interna - facciata ventilata

Classificazione degli SMT in base alla massa areica. Fonte: UNI 11470:2015

La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Classe	Interassi tra i supporti	Resistenza alla trazione longitudinale I*	Resistenza alla trazione longitudinale II*	Resistenza alla lacerazione da chiodo
R1	45 cm	> 100 N/5 cm	> 65%	> 75 N
R2	60 cm	> 200 N/5 cm	> 65%	> 150 N
R3	90 cm	> 300 N/5 cm	> 65%	> 225 N

Classificazione degli SMT in base alla resistenza meccanica. Fonte: UNI 11470:2015.
* **I** indica il valore di resistenza della membrana non invecchiata, mentre **II** indica il valore dopo l'invecchiamento UV/IR secondo UNI EN 1296 e UNI EN 1297.

La classificazione delle membrane in base alla grammatura, riportata in tabella, è importante soprattutto per identificare il prodotto corretto in base alla pendenza della copertura; infatti, la norma UNI definisce quanto segue:
"Gli SMT sono impiegati generalmente con pendenze del tetto ≥ 30% (16,7°) per coperture discontinue di cui alla **UNI 9460** e ≥ 15% (8,5°) per coperture metalliche, salvo indicazioni specifiche relative a sistemi costruttivi particolari previste dai produttori.
Per tutte le tipologie costruttive con pendenze < 30% (16,7°), gli SMT utilizzati devono corrispondere alla classe A per garantire una corretta tenuta meccanica rispetto alle sollecitazioni dovute al calpestio che si verifica durante le fasi di montaggio sulla copertura, salvo diverse indicazioni del produttore".

UNI 11470: gli SMT e la posa in opera a regola d'arte

Posa in opera degli SMT a tetto

Per posare correttamente in copertura sia gli schermi freno al vapore che le membrane traspiranti secondo i dettami della **UNI 11470:2015** si devono seguire semplici accorgimenti:

- la posa della membrana si esegue srotolando il materiale partendo dalla zona gronda, parte più bassa della falda, nel senso perpendicolare alla linea di massima pendenza;
- si procede con fissaggio meccanico tramite chiodi o graffe su perlinati e/o tavolati solo nella zona di sormonto, zona che verrà poi coperta dal foglio successivo. Eventualmente su tetti in laterocemento è possibile fissare la membrana con colle o sigillanti appositi (Riwega Glue DB);
- tutti i sormonti, le interruzioni eventuali, tagli o lacerazioni devono essere sigillati con specifici nastri adesivi appartenenti alla linea Riwega | eternitycomfort (quali ad esempio nastri adesivi acrilici o butilici adesivi o nastri bi-adesivi);
- posa del materiale coibente in più strati a giunti falsati;
- la membrana ad alta traspirazione (detta anche membrana di tenuta al vento) si posa sul materiale coibente con gli stessi accorgimenti avuti per la posa del freno al vapore; si può fissare con graffe o chiodi solo nella zona del sormonto oppure, se su isolante rigido, tramite l'utilizzo di collante specifico. ATTENZIONE: chiodi e graffe nell'isolante non hanno la stessa tenuta meccanica che ha una superficie rigida come il tavolato/perlinato o cartongesso; procedere quindi con attenzione soprattutto nel caso di elevate pendenze di falda. Solo la completa nastratura e il successivo fissaggio meccanico tramite listelli di ventilazione permettono di lavorare in totale sicurezza. Successivamente alla posa dei sistemi di sigillatura (nastri e sigillanti in genere) è fondamentale creare sempre una pressione con apposito rullino sulla superficie di adesione del collante, per garantire la perfetta penetrazione del collante nella superficie del substrato.

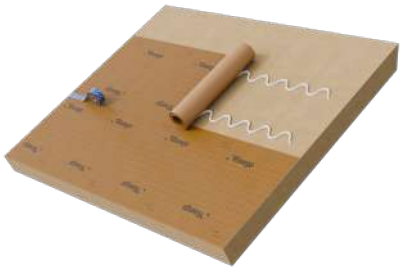
La norma **UNI 11470:2015** impone la sigillatura di sovrapposizioni, interruzioni e forature degli SMT (Schermi e Membrane Traspiranti) con la seguente prescrizione:
"Tutte le zone di ricoprimento di schermi e membrane traspiranti devono essere sigillate con opportuni sistemi adesivi (bande integrate, nastri adesivi o colle sigillanti) chimici o termici secondo le modalità consigliate dal produttore, per una perfetta tenuta all'acqua, all'aria (schermi freno al vapore e barriere al vapore) e al vento (membrane altamente traspiranti o traspiranti). Tutte le perforazioni degli SMT con funzione di tenuta all'acqua devono essere sigillate con opportuni sistemi impermeabili."

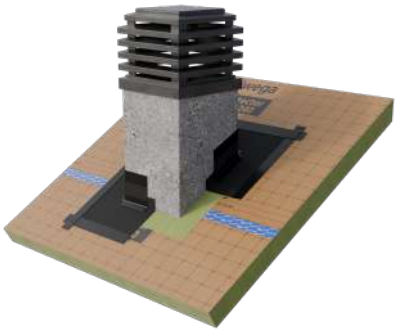
La fisica tecnica dell'involucro edilizio

Per facilitare la sigillatura dei sormonti Riwega fornisce gli SMT con doppi nastri adesivi incorporati (versione "TOP SK"); pertanto, non sarà indispensabile la nastratura ulteriore in questo punto.

- Su tutti i corpi emergenti come ad esempio camini, comignoli, sfiati, imbotti finestra, impianti ecc., sia lo schermo freno al vapore, sia la membrana traspirante devono essere sigillati all'elemento che li attraversa in modo da garantire la sigillatura e ottenere la totale tenuta all'aria, al vento e all'acqua. Eventualmente con l'utilizzo di pezzi speciali per facilitare il lavoro come ad esempio collarini in EPDM preformati o nastri adesivi butilici ad elevata elasticità.
- Dove le membrane vengono forate per ancorare le strutture di ventilazione e/o ventilazione sottotegola (siano esse listone sotto il secondo tavolato, listello e controlistello in legno o strutture metalliche forate); dunque, laddove potrebbe esserci scorrimento accidentale d'acqua, anche solo durante la fase dei lavori, devono essere utilizzate le guarnizioni punto chiodo per assicurare l'impermeabilità all'acqua/aria/vento in corrispondenza di tutti i fori provocati dai fissaggi. La guarnizione punto chiodo può essere a nastro continuo, puntuale, oppure liquida e va posizionata sulla superficie della membrana in corrispondenza dei punti dove verrà forata per il fissaggio di un elemento sovrastante.







Posa in opera degli SMT a parete

Srotolare la membrana sulla parete in senso orizzontale partendo dal basso oppure in senso verticale dall'alto verso il basso assicurandosi preventivamente che le superfici di posa siano asciutte, prive di polveri e grassi. Nel caso di superficie di posa in legno, fissare la membrana tramite graffe nella zona di sovrapposizione, che verrà coperta tramite il sormonto dello strato successivo; in alternativa utilizzare appositi sigillanti in cartuccia, quali ad esempio Riwega SIL AC o Riwega Tape BOLD. Le sovrapposizioni della membrana vanno effettuate seguendo la linea tratteggiata prestampata sulla membrana stessa.

Tutte le sovrapposizioni e interruzioni della membrana devono essere sigillate. Fissare la membrana alla base della parete con un nastro adesivo apposito oppure con un sigillante in cartuccia. Eventuali fori fuori dalla zona di sormonto sono da sigillare con apposito nastro acrilico. Qualora la superficie del substrato di posa della membrana sia poco stabile, friabile, umida o unta, è necessario stabilizzarla tramite l'applicazione di un primer (Riwega Primer Spray).

Sarà fondamentale inoltre garantire una corretta sigillatura della membrana in corrispondenza di tutti gli elementi passanti quali, a solo scopo esemplificativo ma non esaustivo: finestre, cavi, tubi, corrugati, impianti in genere, etc.



NOTA IMPORTANTE! A seconda dell'irraggiamento solare e delle condizioni climatiche, posare la copertura definitiva entro i termini indicati per avvalersi della garanzia Riwega sul prodotto. La scelta dei prodotti e la relativa posa in opera dovranno rispettare i dettami delle norme in vigore. I passaggi completi di posa in opera sono consultabili nella specifica sezione dedicata alle istruzioni di corretta installazione.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Nel corso degli ultimi anni è certamente aumentata l'attenzione rispetto alla protezione degli edifici dal fuoco. Questa tematica, in ragione di mutate disposizioni normative e dell'evoluzione di alcuni sistemi costruttivi e impiantistici, da un ambito specialistico prettamente correlato all'applicazione del disegno di legge "Prevenzione Incendi", ha iniziato ad interessare in modo più generale il mondo delle costruzioni e, in particolare, dell'involucro edilizio.
Prima di illustrare le norme tecniche - di particolare interesse ai fini del presente manuale - è bene definire alcuni concetti chiave. Quando entriamo nel merito del comportamento al fuoco di materiali utilizzati in edilizia dobbiamo fare un'importante distinzione tra la reazione al fuoco e la resistenza al fuoco.

Reazione al fuoco dei materiali

La reazione al fuoco è definita come il grado di partecipazione di un materiale al fuoco a cui è sottoposto; rappresenta quindi il comportamento al fuoco di un materiale che, per proprie caratteristiche e per effetto della sua decomposizione, può alimentare o meno il fuoco a cui è sottoposto. Le caratteristiche di reazione al fuoco di un materiale determinano una maggiore o minore partecipazione del materiale stesso all'incendio, ritardandone lo sviluppo o evitandone la propagazione. Tale proprietà non deve essere confusa con la cd. "resistenza al fuoco" la cui finalità è di garantire la capacità portante delle strutture in condizioni di incendio, nonché la capacità di compartimentazione, per un tempo minimo necessario al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza e di prevenzione incendi.
La reazione al fuoco è una caratteristica di tutti i materiali e viene definita in base a un sistema di classificazione in Euroclassi: dalle classi A1 e A2 proprie dei materiali incombustibili, sino alla classe F propria dei materiali facilmente o altamente infiammabili (o non testati), meglio indicati nella tabella che segue.

Euroclasse	Esempio
A1, A2	classi dei materiali incombustibili (vetro, fibra di vetro, metalli, porcellana, ecc.)
B	materiali combustibili non infiammabili
C	materiali combustibili non facilmente infiammabili
D	
E	
F	materiali facilmente infiammabili o non testati

Sempre più spesso la caratterizzazione della classe di reazione al fuoco di un materiale viene anche accompagnata da specifici test sui parametri "s" (smoke) e "d" (drop) che vanno a definire, rispettivamente, la produzione di fumo e la produzione di gocciolamento (gocce ardenti) quando lo specifico materiale è sottoposto a fiamma/incendio.
Sono quindi state definite apposite classi aggiuntive, da s1 a s3 per la produzione di fumo e da d0 a d2 per la produzione di gocce ardenti, come meglio illustrato nella tabella che segue.

Classi aggiuntive per la produzione di fumo	Classi aggiuntive per la produzione di gocce ardenti
s1 – l'elemento strutturale può emettere una quantità estremamente limitata di gas di combustione	d0 – l'elemento strutturale non deve emettere gocce o particelle ardenti
s2 - l'elemento strutturale può emettere una quantità limitata di gas di combustione	d1 – è possibile che vengano rilasciate limitate quantità di gocce o particelle ardenti
s3 – non è prevista alcuna limitazione della produzione di gas di combustione	d2 – non è prevista alcuna limitazione della produzione di gocce o particelle ardenti

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

La reazione al fuoco dei materiali può anche essere testata per particolari condizioni di esposizione alla fiamma. Un esempio tipico è quello relativo alla classificazione B_{ROOF} (t1, t2, t3, t4) che definisce il comportamento di un determinato materiale (tipicamente membrana e manto di impermeabilizzazione) per esposizione dall'esterno e per irraggiamento da fiamma. È un parametro di classificazione molto importante, da tenere in considerazione soprattutto quando sulla copertura di un edificio è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico. Nella tabella che segue sono indicate le quattro classificazioni che si differenziano in base al tipo di prova che viene eseguita.

Classe B_{ROOF}	Test
t1	tizzone ardente
t2	tizzone + vento
t3	tizzone + vento + fonte di calore esterna
t4	metodo a 2 stadi: tizzone + vento + fonte di calore esterna

In generale è possibile affermare per che gli Schermi e Membrane Traspiranti (SMT di cui alla **UNI 11470:2015**), così come molti altri prodotti per l'edilizia, non è prevista la valutazione di resistenza al fuoco, bensì la valutazione della reazione al fuoco secondo la norma **EN 13501-1:2019** (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco). La classificazione di base o standard per gli SMT è la classe E, ma, per applicazioni particolari o requisiti specifici, esistono anche prodotti in classe B o A2.

Per i sistemi di copertura si deve invece fare riferimento alla norma **UNI EN 13501-5:2016** (Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 5: Classificazione in base ai risultati delle prove di esposizione dei tetti a un fuoco esterno). In questo caso, per le prove di esposizione dei tetti al fuoco esterno è prevista l'esecuzione di quattro tipi di test (vedi tabella B_{ROOF}) sul sistema impermeabilizzante, secondo la specifica tecnica **UNI CEN/TS 1187** (metodi di prova per tetti esposti al fuoco dall'esterno).

È importante segnalare che non bisogna confondere la classificazione al fuoco dall'esterno del sistema secondo **EN 13501-5:2016**, con la classe di reazione al fuoco della membrana secondo **EN 13501-1:2019**. È compito del progettista la scelta della membrana idonea secondo le norme tecniche del Codice di Prevenzione Incendi e altri Regolamenti specifici in vigore.

Resistenza al fuoco

La resistenza al fuoco è una delle misure antincendio di protezione da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza di una costruzione in condizioni d'incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale, nonché la capacità di compartimentazione in caso di incendio per gli elementi di separazione strutturali (es. muri, solai, ecc.) e non strutturali (es. porte, divisori, ecc.).
La cd. "capacità portante in caso di incendio" è definita come l'attitudine della struttura, di una parte della struttura o di un suo elemento costituente, a conservare una sufficiente resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco, tenendo conto delle altre azioni agenti.
I principali parametri per la valutazione della resistenza al fuoco sono:

- **R (resistenza)**: attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;
- **E (ermeticità)**: attitudine a non lasciare passare né produrre fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto;
- **I (isolamento termico)**: attitudine a ridurre la trasmissione del calore.

In accordo con la norma vigente (**EN 13501**) esistono anche altri parametri come il livello di radiazione (simbolo W), la resistenza all'impatto (M), l'auto-chiusura dell'elemento costruttivo in caso di incendio (C) ed altre. Alcune di esse, alla stregua di R, E, I sono fondamentalmente delle misure di tempo per cui il criterio viene mantenuto (fra queste ricade W), mentre altre sono valutate in vario modo e non necessariamente indicando il tempo di resistenza.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Le grandezze si combinano nel seguente modo:

- con il **simbolo REI** (seguito da un numero "n") si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato "n" la resistenza meccanica, la tenuta alle fiamme e ai gas caldi e l'isolamento termico;
- con il **simbolo RE** (seguito da un numero "n") si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato "n" la resistenza meccanica e la tenuta alle fiamme e ai gas caldi;
- con il **simbolo R** (seguito da un numero "n") si identifica un elemento costruttivo che conserva per un tempo determinato "n" la resistenza meccanica.

Il numero "n" indica la **classe di resistenza al fuoco**, calcolata e commisurata al carico di incendio specifico di progetto caratterizzante il compartimento analizzato. Le classi di resistenza al fuoco sono: 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360 ed esprimono il tempo, in minuti primi di esposizione alla curva nominale **ISO 834**, durante il quale la resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo deve essere garantita.

Ai fini della trattazione del presente manuale ci riferiamo maggiormente alla classe di reazione al fuoco dei materiali e a due Norme Tecniche VVF, comunque rientranti nel "Codice di Prevenzione Incendi", che investono o possono riguardare la normale pratica di progettazione anche quando l'edificio per forma/dimensioni e/o per destinazione d'uso non sia specificatamente soggetto a una cd. procedura di "Prevenzione Incendi". Ci riferiamo in particolare a:

- **DCPSTAE n. 14030 del 01/09/2025 "Linea guida di prevenzione incendi per la progettazione, installazione, esercizio, manutenzione di impianti fotovoltaici"** del Ministero dell'Interno Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile che sostituisce integralmente la Nota Tecnica di cui al D.C.PREV. n. 1324 del 7 febbraio 2012 e s.m. e i.
- **Regola Tecnica Verticale V.13 "Chiusure d'ambito degli edifici civili"** pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 83 del 08/04/22, con il D.M. 30/03/2022 che rappresenta il Capitolo V.13 del Codice di Prevenzioni Incendi.





Installazione di impianti fotovoltaici sulle coperture degli edifici

La **Linea Guida VVF**, emanata con **DCPSTAE n. 14030 del 01/09/2025** (che sostituisce integralmente quanto previsto dalle precedenti disposizioni in materia contenute nella Nota Tecnica di cui al **D.C.PREV. n. 1324 del 7 febbraio 2012 e s.m. e i.**), contiene le disposizioni da applicare alla progettazione, installazione, esercizio e manutenzione di impianti fotovoltaici con tensione nominale in corrente continua non superiore a 1500 V, ubicati in attività soggette alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi, o a servizio delle stesse, individuate in Allegato I al **D.P.R. 151/2011**, incorporati con diversi gradi di integrazione nelle chiusure d'ambito di edifici civili, industriali, commerciali, rurali, ivi incluse pergole, tettoie e pensiline ad essi pertinenti. Inoltre, le medesime disposizioni devono essere applicate agli impianti fotovoltaici ubicati su pensiline indipendenti a copertura di stalli auto, poste a copertura di parcheggi all'aperto su area esterna in prossimità di edifici - quali strutture accessorie - ed "interferenti" con le attività soggette a prevenzione incendi, anche in assenza di continuità strutturale con le relative opere da costruzione.

In generale la Linea Guida precisa che l'esecuzione di interventi conformi alle prescrizioni tecniche in essa contenute, in assenza di specifici

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

elementi di criticità emersi dalla valutazione del rischio di incendio, non determini un aggravio delle condizioni di sicurezza antincendio. Pertanto, se l'impianto è progettato e realizzato nel rispetto integrale della **Linea Guida**, e qualora la valutazione del rischio di incendio non evidenzi specifiche condizioni aggravanti, l'intervento può ritenersi ricompreso nella fattispecie di cui all'articolo 4, comma7, del Decreto del Ministro dell'Interno 7 agosto 2012. Nel caso in cui dalla specifica valutazione del rischio emerga invece un aggravio delle preesistenti condizioni di sicurezza antincendio per attività soggette alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi di categoria B e C, dovuto all'installazione degli impianti fotovoltaici in argomento, gli enti ed i privati responsabili sono tenuti a attivare le procedure previste dall'art. 3 del Decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

Per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione di impianti fotovoltaici ubicati e installati in attività o edificio non soggetti alle visite e ai controlli di prevenzioni incendi, viene precisato che le indicazioni della Linea Guida, pur in assenza di obbligo, possono però costituire un utile riferimento metodologico e operativo. Si può affermare in tale senso che, nella corrente pratica di progettazione e installazione degli impianti in argomento, sempre più spesso si fa comunque correttamente riferimento alle disposizioni della Linea Guida anche nel caso di interventi su attività e edifici non soggetti a prevenzione incendi.

Al punto 2.4 della **Linea Guida**, sono definite le **modalità di installazione dei moduli/pannelli fotovoltaici**. Un impianto fotovoltaico si definisce "incorporato" in un edificio se i moduli/pannelli fotovoltaici ricadono, anche parzialmente, nel volume delimitato dalla superficie cilindrica ad essa verticale avente come generatrice la proiezione in pianta del fabbricato (inclusi aggetti e sporti di gronda), come illustrato nella figura che segue.

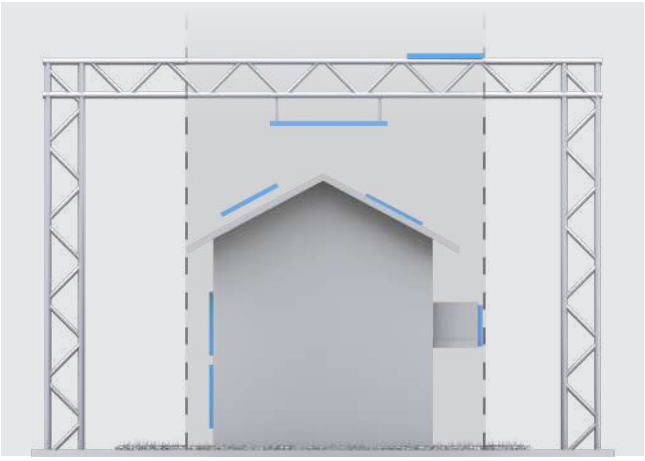


Figura 1

In ragione di quanto sopra, è possibile distinguere tra impianti fotovoltaici incorporati e non incorporati in un edificio.
Nel primo caso i moduli/pannelli fotovoltaici possono essere:
- Applicati sull'involucro edilizio, con ancoraggio fisso o con appoggio a gravità, come un componente estraneo che non svolge alcun requisito costruttivo o funzionale (**impianti c.d. BAPV, building applied photovoltaics**);
- Integrati nell'edificio sia dal punto di vista architettonico che da quello costruttivo/funzionale (**impianti c.d. BIPV, building integrated photovoltaics**). Il modulo/pannello di un impianto BIPV non si applica sopra un elemento architettonico/funzionale dell'edificio ma lo sostituisce, svolgendo anche le sue funzioni.

In funzione dell'ubicazione e della modalità di installazione, è quindi possibile distinguere tra impianti fotovoltaici:
- Incorporati nell'edificio, con pannelli fotovoltaici applicati al di sopra della copertura;
- Incorporati nell'edificio, con pannelli fotovoltaici applicati all'esterno della facciata;
- Incorporati nell'edificio, con moduli/pannelli fotovoltaici integrati in copertura;
- Incorporati nell'edificio, con moduli/pannelli fotovoltaici integrati in facciata;
- Non incorporati nell'edificio ma interferenti con l'attività.

Tralasciando in questa trattazione tutti gli aspetti tecnici e tecnologici, in particolare per la parte elettrica degli impianti (si rimanda comunque per un approfondimento al testo integrale della **Linea Guida** e alle specifiche Norme di settore), **è da evidenziare che, ai fini della sicurezza antincendio, il criterio generale, valido per tutte le modalità di installazione sopra elencate, consiste nell'evitare l'installazione di impianti fotovoltaici al di sopra o in adiacenza di superfici con inadeguato comportamento al fuoco, dal momento che l'impianto stesso potrebbe fungere da innesco di tali superfici, oppure propagare l'incendio all'edificio servito**. In ragione di questa valutazione generale, nel capitolo 4 della **Linea Guida** sono indicate le misure tecniche di protezione antincendio che devono essere adottate per le diverse tipologie e modalità di installazione. Nel seguito si vanno a approfondire le misure tecniche per gli impianti BAPV installati in copertura e in facciata, casistiche maggiormente ricorrenti e di maggior interesse per le finalità del presente manuale.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Per gli **impianti BAPV installati su tetti e coperture di tetti**, al fine di evitare o limitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico all'edificio nel quale è incorporato, la **Linea Guida** identifica alcune soluzioni costruttive per le quali si può ritenere soddisfatta tale condizione.

Nel **caso 1** la suddetta condizione si intende verificata qualora l'impianto fotovoltaico venga installato su strutture ed elementi di copertura incombustibili (classe A1 secondo **EN 13501-1:2019**), secondo lo schema riportato in figura 2. Una condizione equivalente è quella del **caso 2** che, per strutture di copertura definite "combustibili", prevede l'interposizione tra i pannelli fotovoltaici e il piano di appoggio di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 con "layer" continuo incombustibile di classe A1, qualunque sia la classificazione del pannello fv ai fini della reazione al fuoco, secondo lo schema riportato in figura 3. Lo strato di materiale deve essere esteso all'intera superficie di copertura; nel caso in cui i pannelli fotovoltaici non occupino l'intera copertura, lo strato deve essere esteso ad una superficie almeno pari a quella di ingombro in pianta dell'impianto fotovoltaico incrementata di due metri in ogni direzione.

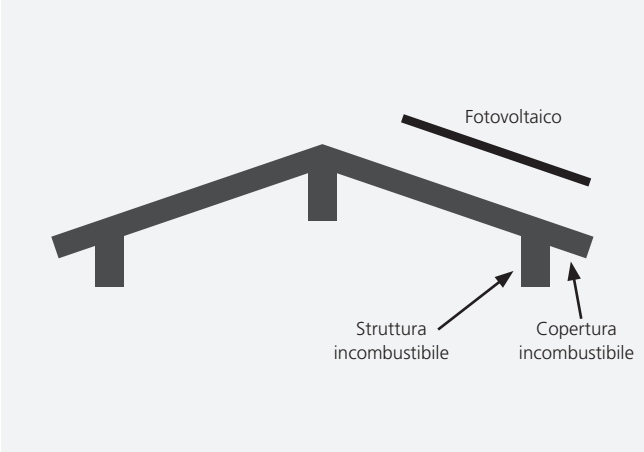


Figura 2

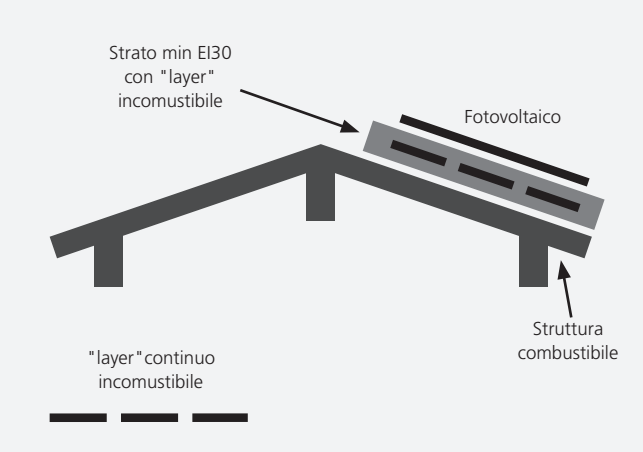


Figura 3

In alternativa ai casi sopra descritti è possibile procedere con valutazioni specifiche del rischio di propagazione dell'incendio facendo riferimento al **caso 3** che prevede due opzioni.

Nel **caso 3a** si può valutare l'accoppiamento di pannello e copertura aventi i seguenti requisiti:

- Pannelli fotovoltaici classificati almeno in classe E secondo la norma **UNI EN 13501-1:2019**, secondo **UNI EN ISO 11925-2:2020**, nonché classificati B_{roof} (T1, T2, T3, T4), secondo la norma **UNI EN 13501-5:2016**;
- Tetti e coperture dei tetti classificati B_{roof} (T3, T4) secondo la norma **UNI EN 13501-5:2016** e relative regole di estensione secondo Allegato C, Allegato D e Allegato E della specifica tecnica **UNI CEN TS 16459:2019**.

Nel **caso 3b**, si può invece procedere, indipendentemente dalla classificazione dei singoli pannelli e dei tetti e coperture dei tetti, a effettuare una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio finalizzata al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza, tenendo conto dell'effettivo comportamento del pannello fotovoltaico in combinazione con uno specifico strato di copertura, secondo la specifica tecnica **CEI TS 82-89:2023** intitolata "Rischio di incendio nei sistemi fotovoltaici - Comportamento all'incendio dei moduli fotovoltaici installati su coperture di edifici: protocolli di prova e criteri di classificazione". In questo caso la classe di comportamento all'incendio non deve risultare inferiore a $C_{FV(a,b,c)}$.

Nel caso di installazione di **impianti BAPV in facciata** è necessario evitare:

- La propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico all'edificio nel quale è incorporato;
- La caduta di parti ed il gocciolamento.

La suddetta condizione si intende rispettata qualora l'impianto fotovoltaico venga installato su strutture ed elementi di facciata incombustibili o kit classificati A1 per la reazione al fuoco secondo norma **UNI EN 13501-1:2019**, risultando altresì equivalente l'interposizione tra i pannelli fotovoltaici e il piano di facciata di uno strato di materiale di resistenza al fuoco almeno EI 30 con "layer" continuo incombustibile in classe A1, qualunque sia la classificazione del modulo fotovoltaico ai fini della reazione al fuoco. Qualora gli impianti BAPV siano installati su facciate di edificio civili aventi altezza antincendio superiore a 12 metri, ove non sia possibile ricondursi alle condizioni sopra descritte, le prestazioni di reazione al fuoco devono comunque essere coerenti con quanto previsto dalla vigente normativa antincendio per le cd. chiusure d'ambito (capitolo V13 e **RTV 13 del Codice di Prevenzione Incendi**). Per ulteriore approfondimento si rimanda al testo integrale della **Linea Guida**, alla normativa e legislazione vigente in materia antincendio e di protezione al fuoco.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Chiusure d'ambito degli edifici

La **Regola Tecnica Verticale V.13**, in seguito "**RTV 13**" si applica a tutti gli edifici civili, siano essi pubblici o privati, destinati ad attività commerciali o di utilità sociale, siti produttivi o residenziali ai fini del raggiungimento dei seguenti obbiettivi di sicurezza antincendio:

- limitare la probabilità di propagazione di un incendio originato all'interno e all'esterno dell'edificio, attraverso le sue chiusure d'ambito;
- evitare o limitare la caduta di parti della chiusura d'ambito dell'edificio in caso d'incendio, che possano compromettere l'esodo degli occupanti o l'operatività delle squadre di soccorso.

La **RTV 13** definisce tre diverse categorie di edifici, a seconda delle caratteristiche geometriche e delle tipologie di occupazione degli stessi, per le quali vengono identificati i livelli prestazionali da garantire alle chiusure d'ambito del singolo edificio. La classificazione è riportata nella tabella che segue.

Classificazione chiusure d'ambito	Caratteristiche edificio
SA	edifici aventi le quote di tutti i piani comprese tra -1 m < h ≤ 12 m, affollamento complessivo ≤ 300 occupanti e che non includono compartimenti con R_{vita} pari a D1, D2. Edifici fuori terra, ad un solo piano
SB	edifici aventi quote di tutti i piani ad h ≤ 24 m e che non includono compartimenti con R_{vita} pari a D1, D2
SC	altri edifici non contenuti nelle classi precedenti

Per le diverse classi di chiusura d'ambito/edifici (SA, SB o SC), la RTV 13 definisce le soluzioni conformi per la realizzazione delle facciate e delle coperture, identificando le caratteristiche minime di classe di reazione al fuoco dei materiali o dei sistemi che possono essere utilizzati. Nel caso delle facciate (ad esempio con rivestimento a cappotto o con sistema a facciata ventilata), la RTV 13 (come meglio evidenziato nella tabella che segue), definisce quale deve essere il gruppo minimo di reazione al fuoco di appartenenza dei materiali e componenti che possono essere utilizzati nella progettazione e realizzazione delle facciate delle diverse tipologie di chiusure d'ambito/edifici.

Classificazione chiusure d'ambito	Elementi tecnologici interessanti	Gruppo minimo di reazione al fuoco
SA	Componenti di facciata: a) isolanti termici (es. cappotti non in kit); b) sistemi di isolamento esterno in kit (es. ETICS(*), cappotti in kit); c) guarnizioni, sigillanti e materiali di tenuta, qualora occupino complessivamente una superficie >10% dell'intera superficie lorda della chiusura d'ambito; d) gli altri componenti, ad esclusione dei componenti in vetro, qualora occupino complessivamente una superficie >40% dell'intera superficie lorda della chiusura d'ambito; e) elementi in vetro rivestiti da materiali combustibili (es. pellicole filtranti).	nessun requisito richiesto (consigliato però GM3)
SB		GM2
SC		GM1

(*) I Sistemi a Cappotto ETICS (External Thermal Insulation Composite System) in kit sono sistemi di coibentazione esterna delle pareti perimetrali, composti da materiali di cui è stata verificata la compatibilità (collante, pannello isolante, tasselli di fissaggio, rasante, rete d'armatura, primer e rivestimento a spessore), e valutati attraverso EAD (European Assessment Document) e/o ETAG (European Technical Approval Guideline) di riferimento e quindi provvisti di specifici ETA di sistema (European Technical Assessment). Essendo sistemi commercializzati in kit devono quindi essere installati da manodopera specializzata.

I cosiddetti "GM - gruppi di materiali" sono definiti nel Capitolo S.1.5 del **Codice di prevenzione incendi**, che li distingue in base alla classe di reazione al fuoco (Euroclassi) e in relazione alla loro funzione specifica come riportato nelle tabelle che seguono.

Descrizioni materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Rivestimenti a soffitto(1)	A2-s1,d0	B-s2,d0	C-s2,d0
Controsoffitti, materiali di copertura(2), pannelli di copertura(2), lastre di copertura(2)			
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)			
Rivestimenti a parete(1)	B-s1,d0		
Partizioni interne, pareti, pareti sospese			
Rivestimenti a parete(1)	B_{fl}-s1	C_{fl}-s1	C_{fl}-s2
Partizioni interne, pareti, pareti sospese			

Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento (Tabella S.1-6), Capitolo S.1.5 Codice di prevenzione incendi.
(1) Qualora trattati con prodotti verniciati ignifughi omologati ai sensi del DM 6/3/1992, questi ultimi devono essere idonei all'impiego previsto e avere la classificazione indicata di seguito (per classi differenti da A2): GM1 e GM2 in classe 1; GM3 in classe 2; per i prodotti verniciati marcati CE, questi ultimi devono avere indicata la corrispondente classificazione.
(2) Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Descrizioni materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Isolanti protetti[(1)]	C-s2,d0	D-s2,d2	E
Isolanti lineari protetti[(1),(3)]	C_L-s2,d0	D_L-s2,d2	E_L
Isolanti in vista[(2)]	A2-s1,d0	B-s2,d0	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista[(2),(3)]	$A2_L$-s1,d0	B_L-s3,d0	B_L-s3,d0

Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento (Tabella S.1-7), Capitolo S.1.5 Codice di prevenzione incendi.
(1) Protetti con materiali non metallici del gruppo GMO oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
(2) Non protetti come indicato nella nota (1) della presente tabella.
(3) Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm.

Identificate le classi di reazione al fuoco minime, la **RTV 13** definisce i requisiti di resistenza al fuoco e di compartimentazione per le diverse tipologie di chiusura d'ambito/edifici (SA, SB o SC). Nella tabella che segue viene definito per quale tipologia e per quali caratteristiche di edifici devono essere valutate e rispettate precise prescrizioni in termini di requisiti di resistenza al fuoco.

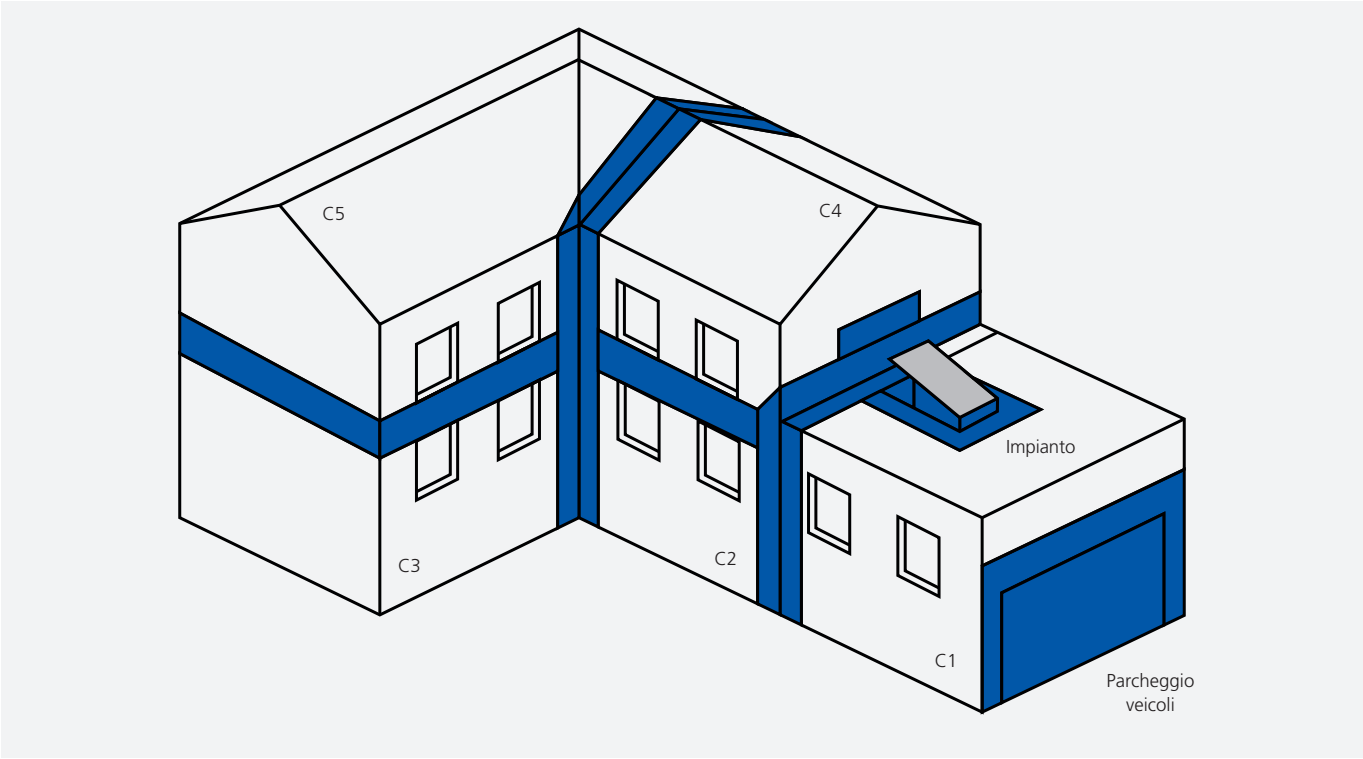
Requisiti di resistenza al fuoco necessari	Caratteristiche edifici
SI	edifici con chiusure d'ambito di tipo SB ed SC
NO	- edifici che hanno carico d'incendio specifico qf ≤ 200 MJ/m² in tutti i compartimenti, al netto del contributo rappresentato dagli isolanti eventualmente presenti in facciata e in copertura - edifici dotati di misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V (capitolo S.6) - edifici con chiusure d'ambito di tipo SA

I requisiti di resistenza al fuoco necessari per le diverse tipologie di chiusura d'ambito e/o di elemento costruttivo sono invece definiti nella seguente tabella.

Elementi interessati	Requisiti minimi di resistenza al fuoco
Copertura	In corrispondenza delle proiezioni degli elementi costruttivi di compartimentazione orizzontale e verticale sulla copertura, devono essere realizzate le fasce di separazione. Le coperture di tipo SC devono essere interamente realizzate con le caratteristiche descritte nel paragrafo V.13.5.
Facciate semplici e curtain wall	In corrispondenza delle proiezioni degli elementi costruttivi di compartimentazione orizzontale e verticale sulle chiusure d'ambito, nelle facciate semplici e nelle curtain walling devono essere realizzate le fasce di separazione. Se l'elemento di facciata non poggia direttamente sul solaio e nelle curtain walling, deve essere realizzato un elemento di giunzione tra la facciata e le compartimentazioni orizzontali e verticali con classe di resistenza al fuoco almeno EI30. Per chiusure d'ambito di tipo SC, detto elemento di giunzione deve avere classe di resistenza al fuoco almeno EI60.
Facciata a doppia pelle ventilata	Descritto in Tabella V.13-2 "Caratteristiche di resistenza al fuoco per facciate a doppia pelle ventilate" nel Capitolo V.13.4.2.
Chiusura d'ambito affiancate o rivestite da materiali combustibili	Qualora sulla chiusura d'ambito o in adiacenza ad essa possano essere presenti materiali combustibili in quantità significative (ad esempio dove sia ammesso il parcheggio di veicoli o il posizionamento di contenitori di rifiuti), la porzione interessata deve essere protetta con le caratteristiche descritte nel paragrafo V.13.5 e circoscritta da fasce di separazione.
Chiusura d'ambito affiancate o coperte da impianti di produzione o trasformazione d'energia	Qualora sulla chiusura d'ambito o in adiacenza ad essa siano installati impianti di produzione o trasformazione d'energia (ad esempio impianti fotovoltaici, impianti di produzione calore, impianti di condizionamento, ecc.) la porzione interessata deve essere protetta con le caratteristiche descritte nel paragrafo V.13.5 e circoscritta da fasce di separazione delle medesime caratteristiche. Le canne fumarie devono essere dotate di un adeguato isolamento termico o distanza di separazione da elementi combustibili negli attraversamenti al fine di non costituire causa d'incendio.

Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

Nell'illustrazione che segue è riassunto in maniera schematica quanto precedentemente descritto (esempio di fasce di separazione e proiezioni per impianti e combustibili - Illustrazione V.13-1 - Capitolo V.13.4.2 **Codice di prevenzione incendi**).



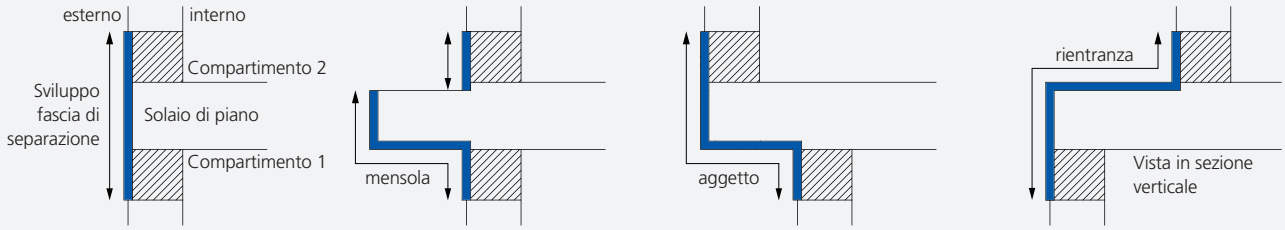
Nella sezione 5 della **RTV 13** vengono invece descritte, per i vari elementi tecnici costituenti le chiusure d'ambito, le caratteristiche materiche e geometriche delle fasce di separazione da realizzare per garantire la sicurezza antincendio secondo le modalità d'applicazione precedentemente descritte.
I requisiti minimi da rispettare, distinti per i vari elementi tecnici interessati, sono quelli identificati nella seguente tabella.

Elementi interessati	Caratteristiche materiche fasce di separazione
Copertura	Le fasce di separazione ed eventuali altre protezioni devono avere classe di comportamento al fuoco esterno B_{ROOF} (t2), B_{ROOF} (t3), B_{ROOF} (t4) oppure essere classe di resistenza al fuoco EI30.
Facciata	Le fasce di separazione ed eventuali altre protezioni devono avere le seguenti caratteristiche: - realizzate con materiali in classe di reazione al fuoco non inferiore a A2-s1,d0 - costituite da uno o più elementi costruttivi aventi classe di resistenza al fuoco E 30-ef (o→i) o, se portanti, RE 30-ef (o→i)
Porzioni di chiusura d'ambito comprese nelle fasce di separazione e in eventuali altre protezioni	Le porzioni di chiusura d'ambito comprese nelle fasce di separazione e in eventuali altre protezioni possono presentare aperture solo se provviste di serranda tagliafuoco o sistema equivalente a chiusura automatica in caso di incendio, con i medesimi requisiti di resistenza al fuoco della fascia di separazione, oppure devono essere testate in configurazione totale come da EN 1364-3

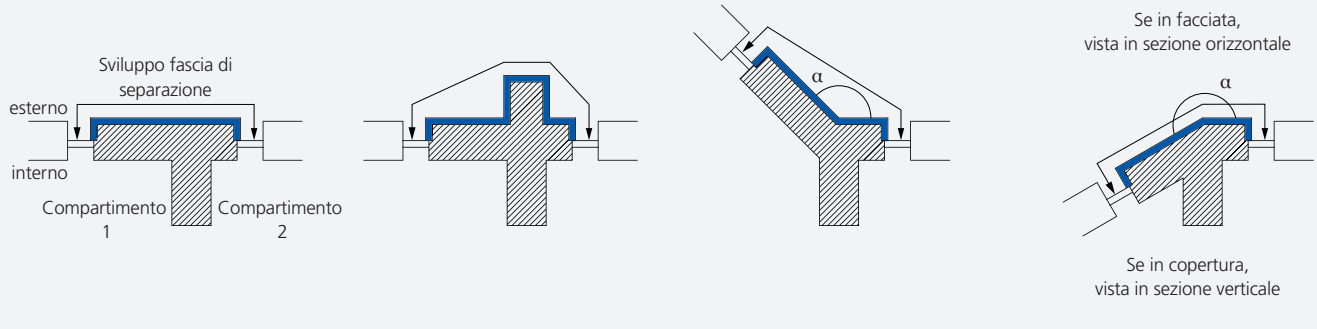
Protezione al fuoco dell'involucro edilizio

La classificazione al fuoco B_{ROOF}, come anche già illustrato in precedenza, riguarda un pacchetto di copertura esposto ad una fiamma applicata all'estradosso del tetto. La classificazione avviene secondo **EN 13501-5:2016** sulla base di 4 tipi di test, che prevedono l'esposizione dei tetti al fuoco esterno. In base al superamento o meno di una delle prove, viene conferita una specifica classificazione al fuoco dall'esterno: B_{ROOF} t1, t2, t3, t4. Qualora il sistema di copertura non sia stato testato o non superi alcuna prova, viene definito F_{ROOF}.
Da evidenziare che, per quanto previsto dalla **RTV 13** e secondo quanto già previsto all'interno della guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici (nota DCPREV prot. n. 1324 del 7 febbraio 2012) e i relativi chiarimenti (nota DCPREV prot. n. 6334 del 4 maggio 2012), la classe B_{ROOF} (t1) non è utilizzabile a livello italiano.
La conformazione e i limiti geometrici delle fasce di separazione sono definiti dalla **RTV 13** come da seguente tabella e schemi grafici.

Elementi interessati	Caratteristiche geometriche delle fasce di separazione
Copertura	La fascia di separazione tra compartimenti limita la propagazione orizzontale dell'incendio ed è realizzata garantendo uno sviluppo ≥ 1,00 m (come esplicitato visivamente nell'illustrazione V.13-3 riportata di seguito, vista in sezione verticale)
Facciata separazione orizzontale	La fascia di separazione orizzontale tra compartimenti limita la propagazione verticale dell'incendio ed è realizzata garantendo uno sviluppo ≥ 1,00 m in totale (come esplicitato visivamente nell'illustrazione V.13-2 riportata di seguito, vista in sezione verticale).
Facciata separazione verticale	La fascia di separazione verticale tra compartimenti limita la propagazione orizzontale dell'incendio ed è realizzata garantendo uno sviluppo ≥ 1,00 m (come esplicitato visivamente nell'illustrazione V.13-3 riportata di seguito, vista in sezione orizzontale). Se la separazione forma un diedro di ampiezza $\alpha < 90°$, lo sviluppo deve avere larghezza ≥ 1,00 + (dS.3-1)*cos α, espressa in metri, con dS.3 distanza di separazione tra i compartimenti in metri calcolata secondo paragrafo S.3.11.



Esempi di fascia di separazione orizzontale in facciata (illustrazione V.13-2), Capitolo V.13.5.2 Codice di prevenzione incendi



Esempi di fascia di separazione verticale in facciata o in copertura (illustrazione V.13-3), Capitolo V.13.5.2 Codice di prevenzione incendi

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

Il **PANGPP** (Piano di Azione Nazionale sul **Green Public Procurement**, ovvero i cd. "acquisti pubblici verdi") è lo strumento di politica ambientale, introdotto in ambito comunitario, che intende favorire lo sviluppo di un mercato di prodotti e servizi a ridotto impatto ambientale attraverso la leva della domanda pubblica, contribuendo, in modo determinante, al raggiungimento degli obiettivi delle principali strategie europee come quella sull'uso efficiente delle risorse o quella sull'Economia Circolare. Questo strumento, regolato e coordinato in Italia dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, viene applicato in diversi ambiti tramite l'introduzione dei cosiddetti **Criteri Ambientali Minimi**, meglio noti con l'acronimo **CAM**.
I **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, e sono obbligatori (ove disciplinati) per tutte le Pubbliche Amministrazioni.
In ambito di edilizia pubblica trova applicazione obbligatoria il D.M. 24 novembre 2025 "Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi" che dal 1° febbraio 2026 sostituisce integralmente il precedente D.M. 23 giugno 2022. Il nuovo **Decreto CAM** è articolato in quattro sezioni principali. Oltre la premessa e gli aspetti generali, nelle sezioni 2, 3 e 4 sono regolamentati i criteri per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, i criteri per l'affidamento dei lavori e i criteri per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori.

Per la progettazione e realizzazione dell'involucro edilizio nella sezione due del Decreto sono riportate le specifiche tecniche progettuali (sia di livello territoriale-urbanistico che di dettaglio per gli edifici) e le specifiche tecniche per i prodotti da costruzione, articolate in diversi criteri. Questi criteri sono obbligatori in base a quanto previsto dall'art. 34 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50. La verifica dei criteri di progettazione avviene tramite la Relazione CAM che deve illustrare in che modo il progetto ha tenuto conto dei diversi criteri progettuali; per i criteri sui materiali e prodotti da costruzione devono invece essere riportate le specifiche tecniche e i relativi mezzi di prova all'interno del capitolato speciale di appalto del progetto esecutivo.
A titolo esemplificativo e non esaustivo, riportiamo nel seguito alcuni criteri (sia di progettazione che per prodotti da costruzione) di particolare interesse per l'involucro edilizio (tetto-parete, tetto piano e nodi di posa dei serramenti) e per alcuni materiali quali, ad esempio, gli SMT (Schermi Membrane Traspiranti come definitivi dalla **UNI 11470:2015**), i vari materiali accessori di posa degli SMT (nastri, sigillanti, guarnizioni, ecc.), i prodotti di legno o a base di legno e i materiali isolanti. Sono stati selezionati i seguenti criteri:

- **Criterio 2.2.2 - Adattamento ai cambiamenti climatici**
- **Criterio 2.3.2 - Prestazione energetica in fase estiva**
- **Criterio 2.3.3 - Benessere termico**
- **Criterio 2.3.9 - Tenuta all'aria**
- **Criterio 2.3.10 - Prestazione e benessere (comfort) acustico**
- **Criterio 2.3.11 - Radon**
- **Criterio 2.3.12 - Giunti di raccordo tra serramenti esterni ed interni con l'involucro opaco**
- **Criterio 2.3.16 - Piano di manutenzione dell'opera**
- **Criterio 2.3.17 - Piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita**
- **Criterio 2.4.1 - Emissioni in ambienti interni (inquinamento indoor)**
- **Criterio 2.4.6 - Prodotti di legno o a base di legno**
- **Criterio 2.4.7 - Isolanti termici ed acustici**
- **Criterio 3.2.10 - Capacità tecnica dei posatori**

Adattamento ai cambiamenti climatici: riduzione dell'effetto "isola di calore estiva" e dell'inquinamento atmosferico

L'approccio progettuale deve tenere in conto l'impatto della costruzione rispetto anche a dinamiche di scala urbanistica e territoriale. In ambito urbano il contenimento del cd. effetto "isola di calore estiva" diventa quindi azione di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. Il criterio CAM 2.2.2, per quanto di interesse per la presente trattazione, riporta quanto segue: "per tutte le tipologie di interventi edilizi … <omissis> …ai fini della riduzione degli effetti negativi dell'isola di calore urbana, inoltre, il progetto prevede soluzioni tali che: … <omissis> ***sulle coperture degli edifici (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi), siano previste sistemazioni a verde, oppure tetti ventilati o materiali di copertura che garantiscano un indice SRI di almeno 29 nei casi di pendenza maggiore del 15%, e di almeno 76 per le coperture con pendenza minore o uguale al 15%***. La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM

di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale potendo anche far riferimento alle indicazioni contenute nel Vademecum DNSH di IFEL all'Allegato 2, indicazioni di supporto per l'analisi del rischio climatico e le soluzioni di adattamento dei progetti PNRR.

Prestazione energetica in fase estiva

In applicazione di quanto proposto nella revisione alla direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPDB), ***il criterio CAM 2.3.2 riguarda la prestazione in fase estiva e adotta un metodo di calcolo e verifica dinamico orario*** che permette una valutazione di maggior precisione e in coerenza con gli altri criteri. L'applicazione di questo criterio, relativamente alla fase estiva, comporta vantaggi prestazionali e ambientali aggiuntivi rispetto a quanto previsto dal decreto interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici". Sono fatte salve le norme o regolamenti locali qualora più restrittivi.

Il progetto di intervento di nuova costruzione, di demolizione e ricostruzione o di ristrutturazione importante di primo livello, ***deve garantire la prestazione energetica in fase estiva e le relative adeguate condizioni di benessere termico negli ambienti interni tramite la verifica***, per ciascun ambiente dell'edificio destinato alla permanenza delle persone, ***che il numero di ore di occupazione del locale in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operativa (in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento è inferiore a 4°C, risulti superiore all'85% delle ore di occupazione del locale nel periodo compreso tra il 20 giugno e il 21 settembre.***

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale; la relazione include la relazione tecnica di cui al decreto interministeriale 26 giugno 2015 e una relazione relativa alla verifica dinamica estiva con calcolo della temperatura operativa estiva secondo la procedura descritta dalla **UNI EN ISO 52016-1:2018**.

Benessere Termico

Il criterio CAM 2.3.3 rimanda alla definizione e verifica di benessere termico e termo-igrometrico collegandosi agli indici **PMV** (Predicted Mean Vote) e **PPD** (Predicted Percentage of Dissatisfied). Il progetto di nuova costruzione, di demolizione e ricostruzione o di ristrutturazione importante di primo livello, deve garantire che negli ambienti occupati da persone:

- i valori degli indici PMV e PPD e quelli relativi ai criteri di insoddisfazione termica locale soddisfino la categoria B di benessere termico secondo la norma **UNI EN ISO 7730:2026**;
- per edifici non dotati di impianto di raffrescamento, sia valutata e dichiarata la categoria di intervallo della temperatura operativa interna (secondo il criterio chiamato "adattivo") conformemente alla norma **UNI EN 16798-1:2019**.

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale calcolando gli indici PMV e PPD e quelli relativi ai criteri di insoddisfazione termica locale secondo le procedure di cui alla **UNI EN ISO 7730:2026**.

Tenuta all'aria (e al vento)

Al fine di promuovere un'edilizia efficiente dal punto di vista energetico e di qualità, viene esplicitato il criterio di tenuta all'aria dell'involucro edilizio. Si assume, convenzionalmente, che l'involucro edilizio debba quindi garantire un adeguato livello di tenuta all'aria dall'interno verso l'esterno ("tenuta all'aria") e dall'esterno verso l'interno ("tenuta al vento"). Il criterio CAM 2.3.9 prevede che ***"in tutte le unità immobiliari riscaldate è garantito un livello di tenuta all'aria dell'involucro che garantisca:***

- il mantenimento dell'efficienza energetica dei pacchetti coibenti preservandoli da fughe di calore;
- l'assenza di rischio di formazione di condensa interstiziale nei pacchetti coibenti, nodi di giunzione tra sistema serramento e struttura, tra sistema impiantistico e struttura e nelle connessioni delle strutture stesse;
- il mantenimento della salute e durabilità delle strutture evitando la formazione di condensa interstiziale con conseguente ristagno di umidità nelle connessioni delle strutture stesse;
- il corretto funzionamento della ventilazione meccanica controllata, ove prevista, mantenendo inalterato il volume interno per una corretta azione di mandata e di ripresa dell'aria.

I valori n_{50} (espressi dalla norma come rapporto tra la perdita d'aria in m^3/h) ed il volume in m^3 da rispettare, ***verificati secondo norma UNI EN ISO 9972:2015, sono i seguenti:***

- per le nuove costruzioni: n_{50}: < $2/h^{-1}$
- per gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello: n_{50}: < $3,5/h^{-1}$

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale e prevede una ***relazione che illustri i dettagli esecutivi relativi alla tenuta all'aria. In fase di verifica finale della conformità deve essere prodotta una relazione di collaudo*** basata su misure in opera (BDT) eseguite da un tecnico competente secondo le relative norme tecniche.

Prestazioni e benessere (comfort) acustico

Il criterio CAM 2.3.10 definisce che il progetto (per tutte le tipologie di intervento edilizio) deve prevedere che ***i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi degli elementi tecnici dell'edificio quali partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367:2023, corrispondano almeno a quelli della classe II del prospetto 1 e del prospetto 2 di tale norma*** (sono fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici"). Nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, devono essere considerati, quali valori da conseguire, quelli che prevedono le prestazioni più restrittive tra i due. Devono anche essere rispettati i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B della suddetta norma. Il criterio definisce inoltre ulteriori specifiche prestazioni per ospedali, case di cure, scuola e specifiche di benessere acustico degli ambienti interni.

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale secondo quanto previsto dalle norme tecniche vigenti e prevede una ***relazione acustica previsionale redatta da un tecnico competente in acustica*** abilitato ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447 e del decreto legislativo 17 febbraio 2017, n. 42. In fase di verifica finale della conformità è prodotta una ***relazione di collaudo basata su misure acustiche in opera eseguite da un tecnico competente in acustica*** secondo le norme tecniche vigenti.

Radon

Il criterio CAM 2.3.11 definisce che ***il progetto deve prevedere strategie e tecniche idonee a prevenire e a ridurre la concentrazione di gas Radon all'interno dei locali destinati ad uso abitativo o di lavoro degli edifici, anche in sinergia con gli interventi finalizzati al risparmio energetico, quali ad esempio l'isolamento attraverso membrane "anti radon", adeguati sistemi di ventilazione mirati a modificare la ripartizione della pressione tra ambiente interno ed esterno della costruzione***. ***Il livello massimo di riferimento***, espresso in termini di concentrazione media annuale di Radon in aria, ***deve essere pari a 200 Bq/m³***, in armonia con il Livello di Riferimento stabilito ai sensi dell'art. 12 del decreto legislativo 31 luglio 2020, n. 101 per le abitazioni costruire dopo il 31/12/2024. ***Il criterio si applica in caso di interventi di ristrutturazione edilizia o di nuova costruzione indipendentemente dalla zona in cui ricade l'edificio***; quindi, non esclusivamente nelle aree prioritarie definite ai sensi dell'art. 11 del decreto legislativo sopra citato.

Le strategie, compresi i metodi e gli strumenti per la prevenzione e la riduzione del gas Radon indoor, devono rispettare quanto stabilito dal PNAR di cui al decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 11 gennaio 2024 "Adozione del piano nazionale d'azione per il radon 2023-2032", i documenti tecnici ad esso afferenti (dal paragrafo 4.4 alle azioni 2.1 e 2.3 - fase di monitoraggio in corso d'opera e finale a pag. 129 del DPCM citato) e le indicazioni tecniche per le misure riportate nella norma **UNI ISO 11665-8:2020** (Misura della radioattività nell'ambiente - Aria: radon-222 - Parte 8: metodologie per le indagini iniziali e supplementari negli edifici).

Giunti di raccordo tra serramenti esterni ed interni con l'involucro opaco

Il criterio CAM 2.3.12 ha lo scopo di ***garantire una corretta progettazione del nodo di posa e una posa tecnicamente corretta ed efficace in conformità alle norme UNI di settore per gli interventi di posa a nuovo o sostituzione dei serramenti***. Il progetto (per qualsiasi tipologia di intervento edilizio) sia in caso di sostituzione che in caso di installazione ex novo, deve prevedere nodi di posa dei serramenti esterni ed interni conformi ai criteri contenuti nella norma **UNI 11673-1:2017** oppure deve prescrivere nodi di posa di serramenti esterni e interni già qualificati, ai sensi della norma citata.

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", in relazione allo specifico progetto esecutivo della posa, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale in conformità alle indicazioni della norma **UNI 11673-1:2017**.

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

Piano di manutenzione dell'opera

Ai sensi del criterio CAM 2.3.16, ***il progettista deve redigere il piano di manutenzione generale dell'opera e raccoglie tutta la documentazione che sarà necessaria nella fase d'uso dell'opera realizzata, per una sua corretta manutenzione***. Il piano di manutenzione e il piano di demolizione (rif.: criterio CAM 2.3.17), dovranno essere coerenti con gli scenari di manutenzione, riparazione, sostituzione e fine vita di materiali, sistemi e componenti definiti dallo studio LCA-LCC di cui al paragrafo/criterio 1.3.2 del decreto CAM; dovranno inoltre includere tutte le attività necessarie a garantire il mantenimento delle prestazioni dell'edificio per l'intera durata del cd. Reference Study Period (RSP). Il criterio stabilisce inoltre i contenuti minimi che il piano dovrà contenere, oltre a indicazioni per le modalità di redazione del medesimo.

Piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita

Il criterio CAM 2.3.17 stabilisce che il progetto dell'edificio deve favorire, alla fine della vita utile dell'opera, il riuso di elementi e componenti o la loro demolizione selettiva in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di prodotti e di materiale.
Negli interventi di nuova costruzione e di demolizione e ricostruzione ***il progettista deve redigere il progetto in modo che a fine vita sia possibile il riutilizzo di elementi e componenti e il recupero dei diversi materiali utilizzati nell'intervento. A tale scopo il progetto prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti***, conformemente a quanto disposto dall'art. 181, comma 4, lettera b) del decreto legislativo n. 152/2006, ***sia riutilizzabile direttamente o sottoponibile, a fine vite, a disassemblaggio, smontaggio, decostruzione, demolizione selettiva, per essere poi sottoposto a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazione di recupero di materiali.***
Il piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita, deve essere redatto sulla base del cd. Reference Study Period (RSP) definito nello studio LCA-LCC di cui al paragrafo criterio CAM 1.3.2, ove questo sia disponibile e dovrà essere coerente con la durata di vita e con gli scenari di fine vita di materiali, sistemi e componenti definiti nello stesso studio o ricavati dalla documentazione tecnica. Il criterio fornisce indicazioni e specifiche relativamente ai contenuti che deve contenere il piano.

Emissioni negli ambienti interni (inquinamento indoor)

La qualità dell'aria interna degli edifici, rispetto a varie possibili forme di contaminazione, è requisito molto importante per la scelta dei materiali da costruzioni da utilizzare per la finitura e il rivestimento interno degli ambienti di vita. È quindi necessario valutare con attenzione le scelte che vengono fatte in fase progettuale, tenendo bene in considerazione il criterio CAM 2.4.1 che prevede quanto segue: ***"le categorie di materiali elencate di seguito rispettano le prescrizioni sui limiti di emissione esposti nella successiva tabella"***:

a. Pitture e vernici di cui al D.Lgs 161/2006
b. Rasanti e intonaci
c. Adesivi e sigillanti
d. Pavimentazioni
e. Rivestimenti interni
f. Elementi, pannelli, lastre a vista
g. Controsoffitti
h. Barriere, schermi, freni al vapore specifici per la protezione del pacchetto di isolamento interno

N.B.: dall'applicazione del presente criterio, sono escluse le piastrelle di ceramica e i laterizi, qualora non abbiano subito una lavorazione post cottura con applicazione di vernici, resine o altre sostanze di natura organica che possono comportare l'emissione delle sostanze elencate in tabella.

Limite di emissione (µg/m³) a 28 giorni	
Benzene **Tricloroetilene (trielina) di-2-etilesilftalato (DEHP)** **Dibutilftalato (DBP)**	1 (per ogni sostanza)
COV totali	1000
Formaldeide	< 60
Acetaldeide	< 200
Toluene	< 300
Tetracloroetilene	< 250
Xilene	< 300
1,2,4-Trimetilbenzene	< 1000
1,4-Diclorobenzene	< 60
Etilbenzene	< 750
2-Butossietanolo	< 1000
Stirene	< 250

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale. La determinazione delle emissioni avviene in conformità alla norma **UNI EN 16516:2020** o **UNI EN ISO 16000-9:2024** … <omissis> … ***La dimostrazione del rispetto di questo criterio può avvenire tramite la presentazione di rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e accompagnati da un documento che faccia esplicito riferimento alla conformità rispetto al presente criterio. In alternativa possono essere scelti prodotti dotati di una etichetta o certificazione tra le seguenti:*** Oeko-Tex

Strandard 100 classe 4 - Biosafe® (Italia) - AgBB (Germania) - Blue Angel nelle specifiche: RAL UZ 113/120/128/132 (Germania) - Eco INSTITUT-Label (Germania) - EMICODE EC1/EC1+ (GEV) (Germania) - Indoor Air Comfort di Eurofins (Belgio) - Indoor Air Comfort Gold di Eurofins (Belgio) - M1 Emission Classification of Building Materials (Finlandia) - CATAS quality award (CQA) CAM edilizia (Italia) - CATAS quality award Plus (CQA) CAM edilizia Plus (Italia) - Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Standard (Italia) - Cosmob Qualitas Praemium - INDOOR HI-QUALITY Plus (Italia) - Indoor Climate Label (Danish Indoor Climate Labelling Class 2 - Danimarca) - Indoor Climate Label (Danish Indoor Climate Labelling Class 1 - Danimarca).

Prodotti di legno o a base di legno

Il criterio CAM 2.4.6 stabilisce che ***tutti i prodotti di legno o a base di legno utilizzati nel progetto, se costituti da materie prime vergini, come nel caso degli elementi strutturali, devono provenire da foreste gestite in maniera sostenibile come indicato alla lettera a) della verifica o, se costituiti prevalentemente da materie prime seconde, devono rispettare i requisiti indicati alla lettera b)***.

Alla lettera a) del criterio di verifica è stabilito che: per la prova di origine sostenibile o responsabile, una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che garantisce il controllo della «catena di custodia», quale quella del Forest Stewardship Council® (FSC®) o del Programme for Endorsement of Forest Certification schemes (PEFC).

Alla lettera b) del criterio di verifica è stabilito che: per il legno riciclato, una certificazione di catena di custodia rilasciata da organismi di valutazione della conformità che attesti che la componente legnosa sia costituita da almeno il 70% di materiale riciclato, quali: FSC® Riciclato (FSC® Recycled) che attesta il 100% di contenuto di materiale riciclato, oppure FSC® Misto (FSC® Mix) con indicazione della percentuale di riciclato con il simbolo del Ciclo di Moebius all'interno dell'etichetta stessa o l'etichetta Riciclato PEFC che attesta almeno il 70% di contenuto di materiale riciclato. Il requisito può essere verificato anche con altri mezzi di prova.

La Relazione CAM, di cui al criterio "2.2.1-Relazione CAM di progetto", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.

Isolanti termici e acustici

Il criterio CAM 2.4.7 definisce che si intendono quali isolanti tutti i prodotti commercializzati come isolanti termici o acustici che sono costituiti da:

1. uno o più materiali isolanti. Nel qual caso ogni singolo materiale isolante utilizzato, rispetta i requisiti qui previsti. La componente legnosa dei materiali isolanti risponde ai requisiti di cui al criterio CAM 2.4.6;
2. da un insieme integrato di materiali isolanti e non isolanti, p.es laterizio e isolante oppure i pannelli "sandwich" con materiale isolante interno e involucro metallico. In questo caso solo i materiali isolanti rispettano i requisiti qui previsti.

I materiali isolanti come sopra definiti devono rispettare i seguenti requisiti:

a. non sono aggiunte sostanze incluse nell'elenco di sostanze estremamente preoccupanti candidate all'autorizzazione (Substances of Very High Concern-SVHC), secondo il regolamento REACH (Regolamento (CE) n. 1907/2006), in concentrazione superiore allo 0,1 % (peso/peso). Sono fatte salve le eventuali specifiche autorizzazioni all'uso previste dallo stesso Regolamento per le sostanze inserite nell'Allegato XIV e specifiche restrizioni previste nell'Allegato XVII del Regolamento;

b. non sono prodotti con agenti espandenti che causano la riduzione dello strato di ozono (ODP), come per esempio gli HCFC;

c. non sono prodotti o formulati utilizzando catalizzatori al piombo quando spruzzati o nel corso della formazione della schiuma di plastica;

d. se prodotti da una resina di polistirene espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del peso del prodotto finito;

e. se costituiti da lane minerali, sono conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i..

Il criterio, inoltre, specifica che ***i materiali elencati nella seguente tabella, qualora previsti nel progetto, devono contenere le quantità minime di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti ivi indicate, misurate sul peso del prodotto***. Gli isolanti composti da un mix di fibre sintetiche e materiali rinnovabili secondo quanto previsto al criterio CAM 2.6.7, ed il cui contenuto di fibre sintetiche è inferiore al 15% del peso totale del prodotto, sono esclusi dall'applicazione del criterio.

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

Materiale	Contenuto cumulativo di materiale recuperato, riciclato ovvero sottoprodotti
Cellulosa (gli altri materiali di origine legnosa rispondono ai requisiti di cui al criterio "2.5.6-Prodotti legnosi")	80%
Lana di vetro	60%
Lana di roccia	15%
Vetro cellulare	50%
Fibre in poliestere	40%
Polistirene espanso sinterizzato (incluso le casserature a perdere)	15% (di cui minimo 10% di materiale riciclato)
Polistirene espanso estruso (incluso le casserature a perdere)	10% (di cui minimo 5% di materiale riciclato)
Poliuretano espanso rigido	3% a partire dal 01/01/2026 (di cui minimo 2% di materiale riciclato)
Poliuretano espanso flessibile	20%
Agglomerato di poliuretano	70%
Agglomerato di gomma	60%

I materiali isolanti termici utilizzati per l'isolamento dell'involucro dell'edificio, esclusi, quindi, quelli usati per l'isolamento degli impianti, devono garantire le prestazioni termiche attraverso la marcatura CE, che può avvenire secondo uno dei seguenti metodi:

1. tramite l'applicazione di una norma di prodotto armonizzata come materiale isolante, per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) o DoPC (dichiarazione di prestazione e conformità) e apporre la marcatura CE;
2. tramite un ETA per cui il fabbricante può redigere la DoP (dichiarazione di prestazione) o DoPC (dichiarazione di prestazione e conformità) e apporre la marcatura CE.

Nella sezione 3 del Decreto CAM, sono invece riportati i ***criteri per l'affidamento ed esecuzione dei lavori per interventi edilizi***. Alcuni criteri riprendono quelli obbligatori per specifiche tecniche progettuali e per prodotti da costruzione introducendo parametri prestazionali più stringenti a cui possono essere attribuiti dei punteggi premianti ai fini della procedura di gara. Per una trattazione più approfondita si rimanda al testo integrale del Decreto; ai fini del presente manuale si riporta nel seguito quanto relativo alla "capacità tecnica dei posatori".

Capacità tecnica dei posatori

Con il criterio CAM 3.2.10 può essere attributo un ***punteggio premiante all'operatore economico che si avvale di posatori professionisti esperti nella posa dei prodotti da costruzione da installare***. Ai fini della qualificazione degli operatori (nel testo del criterio sono identificate le diverse modalità per comprovare formazione e capacità tecniche), fanno comunque da riferimento le norme UNI relative alla posa di alcuni prodotti da costruzione di cui, nel seguito, si riporta un elenco non esaustivo:

- **UNI/PdR 153:2023** Profili professionali del personale tecnico per la scelta e l'applicazione dei prodotti e sistemi destinati alla riparazione, il rinforzo, la protezione e la manutenzione delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso - Requisiti di conoscenza, abilità, autonomia e responsabilità;
- **UNI 11555:2014** Attività prof. non regolamentate - Posatori di sistemi a secco in lastre - Requisiti di conoscenza, abilità, competenza;
- **UNI 11673-2:2019** Posa in opera di serramenti - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza del posatore di serramenti;
- **UNI 11333:2010** Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti;
- **UNI 11418-1:2020** Coperture discontinue - Qualifica dell'addetto alla posa in opera delle coperture discontinue - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11966:2024** Attività prof. non regolamentate - Lattoniere edile - Requisiti di conoscenza, abilità, autonomia e responsabilità;
- **UNI 11515-2:2020** Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza dei posatori;
- **UNI 11493-2:2016** Piastrellature ceramiche a pavimento e a parete - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di piastrellature ceramiche a pavimento e a parete;
- **UNI 11714-2:2019** Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti;
- **UNI 11704:2018** Attività prof. non regolamentate - Pittore edile - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11556:2014** Attività prof. non regolamentate - Posatori di pavimentazioni e rivestimenti di legno e/o a base di legno - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

- **UNI 11716:2018** Attività prof. non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isola- mento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11742:2019** Attività prof. non regolamentate - Carpentiere di elementi e strutture di legno - Requisiti di conoscenza, abilità, competenza;
- **UNI 11900:2023** Attività prof. non regolamentate - Installatore di sistemi di ancoraggio - Requisiti di conoscenza, abilità, autonomia e responsabilità;
- **UNI 11931:2024** Certificazione del personale tecnico addetto all'esecuzione delle prove non distruttive nel campo dell'ingegneria civile e dei beni culturali ed architettonici nel metodo visivo (VT) e negli altri metodi di prova attinenti al materiale, prodotto o sistema che si sta posando.

Considerazioni finali

Le indicazioni riportate rappresentano solo una parte delle prescrizioni previste dal Decreto CAM per l'edilizia. Nelle opere pubbliche è infatti obbligatoria una progettazione esecutiva di dettaglio che affronti aspetti quali la tenuta all'aria e al vento dell'involucro, la protezione dal gas radon, il controllo delle emissioni negli ambienti confinati (IAQ), la scelta dei materiali isolanti e dei sistemi di copertura. Tali scelte devono essere riportate nella **Relazione CAM** e nei documenti del progetto esecutivo, in particolare nel **Capitolato Speciale d'Appalto** e nel **Computo Metrico Estimativo**.

Molti prodotti e sistemi costruttivi del Gruppo Ergepearl proposti in questo manuale sono conformi alle prescrizioni del Decreto CAM. È importante inoltre sottolineare che per gli **SMT (Schermi e Membrane Traspiranti)**, come definiti dalla UNI 11470:2015, il Decreto CAM non prevede un contenuto minimo di materiale riciclato. La conformità è attestata tramite la **Dichiarazione di Prestazione (DoP)**; qualora il prodotto venga impiegato come strato di tenuta all'aria, deve inoltre essere corredato da una certificazione che ne attesti la conformità ai requisiti sulle emissioni negli ambienti confinati (criterio 2.5.1).

Per approfondire tutti i requisiti si rimanda al testo integrale del **Decreto 24 novembre 2025** sui **Criteri Ambientali Minimi per la progettazione e la realizzazione degli interventi edilizi**.

NOVITÀ! Aggiornamento normativo: in vigore i nuovi Requisiti Minimi nazionali

Dal **3 giugno 2026** è in vigore il D.M. 28 ottobre 2025, che aggiorna la normativa nazionale sulla prestazione energetica degli edifici, sostituendo in gran parte il D.M. 26 giugno 2015. Le principali novità riguardano la progettazione dell'involucro edilizio, con un approccio più orientato alle prestazioni reali dell'edificio.

Ponti termici: maggiore attenzione nella progettazione

Il decreto aggiorna la definizione di ponte termico, in linea con la **UNI EN ISO 10211:2018**, e ne rafforza il ruolo nelle verifiche energetiche. I ponti termici vengono infatti considerati nell'edificio di riferimento tramite valori di trasmittanza termica lineica, evidenziando l'importanza della corretta progettazione dei nodi costruttivi e della continuità dell'isolamento.

Verifiche energetiche e comportamento estivo

Pur rimanendo sostanzialmente invariati i limiti di trasmittanza delle strutture, vengono aggiornati i criteri di confronto con l'edificio di riferimento e la verifica del coefficiente medio di scambio termico (H'T), con una valutazione più rappresentativa delle prestazioni complessive dell'involucro.

Particolare attenzione è inoltre dedicata al comportamento estivo: per le coperture viene richiesta la valutazione dell'efficacia di soluzioni come cool roof, coperture ventilate o verdi, con l'obiettivo di limitare il surriscaldamento e migliorare il comfort interno.

Riwega mette a disposizione sistemi per coperture ventilate e tetti piani, anche con materiali come la fibra di legno, che contribuiscono a migliorare le prestazioni termoigrometriche dell'involucro e a soddisfare i requisiti del D.M. 28 ottobre 2025.

Considerazioni finali

Restano fondamentali le verifiche termoigrometriche previste dalla **UNI EN ISO 13788:2013** e, quando necessario, le analisi dinamiche secondo la **UNI EN 15026:2023**, indispensabili per valutare il comportamento delle stratigrafie e garantirne prestazioni, durabilità e comfort nel tempo.

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

L'evoluzione delle membrane traspiranti

In Europa abbiamo due tipologie di clima divise da uno spartiacque naturale che è rappresentato dall'arco alpino: verso nord abbiamo un clima più freddo e un irraggiamento solare sicuramente inferiore mentre a sud delle Alpi l'irradiazione solare e le temperature si fanno più elevate. Nella zona a nord delle Alpi, dall'Austria fino alla Scandinavia, abbiamo un'irradiazione solare media di circa 900 kWh/m² (da 600 a 1100) all'anno mentre nella zona a sud delle Alpi (zona mediterranea) abbiamo un'irradiazione media di oltre 1500 kWh/m² (da 1300 a 1800) all'anno. In pratica si denota che l'Eurozona meridionale viene irradiata dai raggi UV in media oltre il 70% in più rispetto alla zona settentrionale.

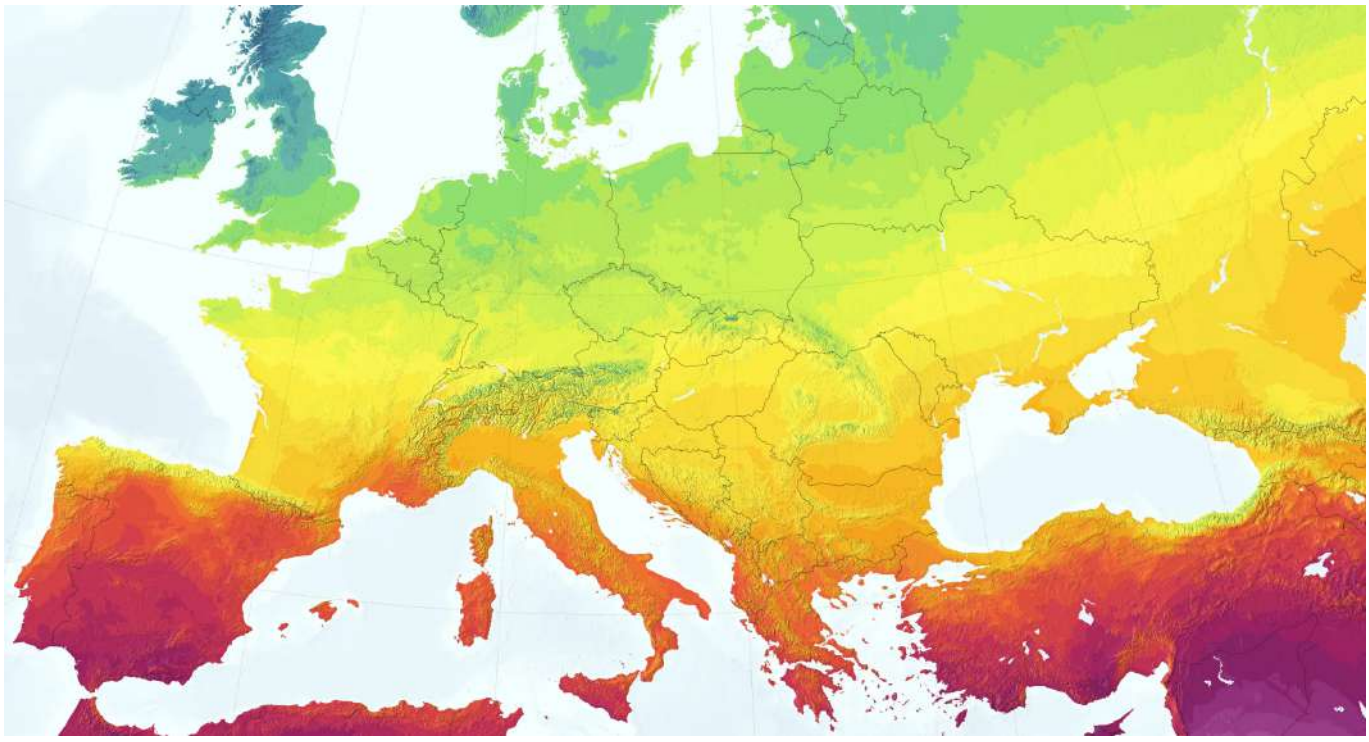
I prodotti esposti ai raggi UV subiranno uno "stress" diverso se utilizzati nell'Europa centro-settentrionale, piuttosto che nell'Europa centro-meridionale. Così come proteggiamo la nostra pelle prima di esporla al sole, anche le membrane traspiranti sottotegola, che saranno esposte per periodi più o meno prolungati senza copertura, dovranno essere studiate e prodotte con materiali e trattamenti che ne permettano la resistenza ai raggi solari per un tempo più prolungato possibile, senza creare problemi al prodotto stesso e alle sue prestazioni.

È importante tenere presente che l'irraggiamento solare influisce molto anche sulle temperature delle rispettive zone. A sud delle Alpi le temperature massime arrivano ad avere picchi fino ad oltre 40°C di temperatura, mentre a nord è difficile superare i 25°C.

Ovviamente le diverse situazioni climatiche sopra descritte, influiscono molto sul tipo di copertura da adottare negli edifici, in quanto le temperature sotto le tegole variano molto: nella zona mediterranea si riscontrano temperature sottotegola tra 60°C (qualora il tetto sia ventilato) e 90°C (per tetti non ventilati); nella zona a nord dell'Europa si arriva al massimo a temperature sottotegola di 40°.

Questo significa che i prodotti sottotegola che vengono posati in una zona dal clima mediterraneo, devono sopportare temperature molto elevate per tutta la loro vita. Affinché questo possa accadere, come per la resistenza ai raggi UV, le membrane traspiranti dovranno essere studiate, testate e prodotte con i migliori sistemi e con le materie prime più adeguate.

Riwega da oltre 25 anni opera con prodotti sintetici sottotegola sul mercato italiano e da qualche anno si è affacciata ad altri paesi dal clima mediterraneo come Spagna, Francia, Slovenia, Croazia, Albania, Grecia e Turchia. Per garantire un'adeguata resistenza alle situazioni climatiche sopra esposte, Riwega ha puntato a migliorare progressivamente la qualità dei materiali.



This map is licensed by Solargis under the Creative Commons Attribution license (CC BY-SA 4.0). You are encouraged to use content of the map to benefit yourself and others in creative ways. For more information, please visit http://solargis.com/download

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

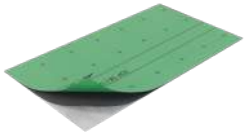
Prima generazione di membrane traspiranti: lo "standard" centro europeo



- Strato protettivo superiore stabilizzato ai raggi UV al 2%
- Film microporoso al 30% polipropilene e al 70% polvere di gesso
- Strato protettivo inferiore

Nei primi anni Riwega ha introdotto le membrane traspiranti "standard" centro europeo, ma fin da subito ci si è accorti che qualcosa andava sistemato e migliorato. Attraverso studi e test sui materiali si è passati a trattare i tessuti in polipropilene con specifici stabilizzanti ai raggi UV, passando dal 2% dello "standard" centro europeo al 4-5 % che necessitano le zone climatiche più calde. Inoltre, è stato inserito il nuovo film funzionale UV10 Plus, con traspirazione ottimale e miglioramento della resistenza ai raggi UV e alle temperature.

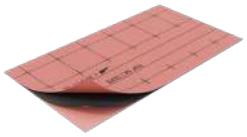
Secondo passaggio evolutivo: la Linea Superior



- Strato protettivo superiore idrorepellente, stabilizzato ai raggi UV al 4-5%
- Film speciale UV10 Bikom impermeabile e traspirante
- Strato protettivo inferiore assorbente

I cambiamenti climatici e l'evoluzione dell'edilizia hanno portato a sviluppare la nuova membrana funzionale con tecnologia UV10 Bikom, ovvero un film monolitico, traspirante, altamente resistente alla pioggia, ai raggi UV e al calore. Da quel momento Riwega si è differenziata dalle produzioni del resto d'Europa, inserendo membrane traspiranti e schermi freno al vapore di qualità assolutamente superiore: la Linea Superior.

La generazione più evoluta con film monolitico in PUR: la Linea USB Protector



- Strato protettivo superiore in poliestere (PET) nella versione più evoluta GOLD e SILVER, oppure in polipropilene (PP) nella versione delle membrane Head FH
- Film in PUR monolitico, elastico, impermeabile e traspirante
- Strato protettivo inferiore in poliestere (PET) nella versione GOLD e SILVER o in polipropilene (PP) nella versione Head FH

Nel 2013 Riwega ha sviluppato la linea USB Protector, caratterizzata da un film centrale monolitico elastico in Poliuretano Reactive (PUR) e da tessuti in poliestere (PET). Questa combinazione garantisce elevata resistenza meccanica, flessibilità, ottima resistenza in generale ai raggi UV e all'invecchiamento, oltre a eccellenti proprietà di tenacità, elasticità e resistenza ad abrasione e calore.
Grazie a queste caratteristiche, USB Protector GOLD 330 e USB Protector SILVER 230 hanno introdotto un nuovo standard nel settore delle impermeabilizzazioni, assicurando una protezione efficace del pacchetto isolante anche in presenza di tegole rotte o discontinuità della copertura.
Nel 2017 Riwega ha ampliato la gamma con la famiglia USB Protector Head FH, progettata per offrire un migliore equilibrio tra qualità, prestazioni e costo. Queste membrane combinano il film centrale UV50 PUR con tessuti protettivi in polipropilene (PP) stabilizzati ai raggi UV e integrano l'additivo FH, che contribuisce a ridurre la reazione al fuoco dei tessuti.

Gamma Protector: la nuova era



- Strato protettivo superiore in poliestere (PET)
- Film in PUR monolitico, elastico, impermeabile e traspirante
- Strato protettivo inferiore in poliestere (PET)

A febbraio 2026 Riwega presenta la gamma Protector completamente rinnovata. Frutto di un percorso continuo di ricerca, sviluppo e innovazione, orientato al miglioramento costante della qualità e delle prestazioni, la nuova gamma Protector offre una proposta ancora più completa e versatile, progettata per rispondere alle diverse esigenze costruttive sia in copertura sia a parete.
La gamma si rinnova nell'offerta, mantenendo però la tecnologia che ne ha decretato il successo: un film centrale monolitico in Poliuretano Reactive (PUR), disponibile in differenti grammature, abbinato a tessuti non tessuti in poliestere (PET), per assicurare elevata resistenza meccanica, stabilità nel tempo e massime prestazioni. Una tecnologia affidabile, oggi ulteriormente evoluta e garantita 30 anni.

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

Evoluzione delle membrane VSK: il sistema completamente adesivo

La combinazione di membrane traspiranti e freni al vapore con un sistema completamente adesivo rappresenta un significativo passo in avanti nell'evoluzione dei materiali da costruzione. Questi sistemi adesivi semplificano notevolmente la fase di montaggio, riducendo il tempo e il lavoro necessari per l'installazione. Le membrane e i freni al vapore adesivi sono progettati per aderire perfettamente alle superfici, creando un sigillo uniforme e continuo che migliora l'efficienza energetica e la protezione dell'edificio.

Il vantaggio principale dei sistemi completamente adesivi è la facilità di applicazione. Non è più necessario utilizzare colle o fissaggi aggiuntivi e la corretta applicazione delle membrane e dei freni al vapore è garantita dalla precisione della tecnologia adesiva. Questo approccio riduce il rischio di errori durante l'installazione e contribuisce a una maggiore durata e prestazioni dei materiali.

In sintesi, l'evoluzione delle membrane traspiranti e dei freni al vapore, culminata nei sistemi completamente adesivi, rappresenta un notevole progresso nel settore delle costruzioni. Questi avanzamenti non solo migliorano le prestazioni energetiche e la durata degli edifici, ma rendono anche il processo di installazione più semplice ed efficiente. Con questi nuovi sistemi, le costruzioni moderne possono beneficiare di una protezione avanzata contro l'umidità e una gestione ottimale del comfort interno.



La tecnologia VSK Clear

La tecnologia VSK Clear è caratterizzata da uno strato superiore in EVA (etilene-vinil-acetato), che offre notevoli vantaggi in termini di impermeabilità rispetto alle normali membrane con tessuto superiore. Questo materiale è noto per la sua flessibilità e resistenza all'acqua, il che migliora significativamente la tenuta nei punti di giunzione, dove si possono verificare infiltrazioni.

In particolare, la struttura di VSK Clear consente di superare il test di colonna d'acqua nei giunti di sovrapposizione, assicurando che questi punti critici non compromettano l'integrità della membrana. La tecnologia autoadesiva, inoltre, facilita l'installazione, riducendo il rischio di errori e garantendo un'aderenza continua e uniforme.

Questi aspetti rendono VSK Clear particolarmente adatto per applicazioni in ambienti dove la protezione contro l'umidità è fondamentale, contribuendo alla durabilità e all'integrità delle strutture protette. Per maggiori dettagli, puoi approfondire sul sito www.riwega.com o su altre risorse specializzate nel settore delle membrane impermeabili.



Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

La posa in opera del sistema completamente adesivo

Una posa in opera adeguata non solo assicura l'efficacia del sistema impermeabilizzante, ma protegge anche l'integrità strutturale e del pacchetto coibente nel tempo.

La posa della membrana autoadesiva richiede una preparazione attenta del substrato, in quanto una corretta posa in opera è fondamentale per garantire la funzionalità e la durabilità della membrana stessa. È essenziale che la superficie sia liscia, pulita e priva di polvere, residui di detergenti, grassi e umidità. Inoltre, il substrato deve essere rigido e le temperature devono rientrare nei limiti indicati nella scheda tecnica.

Durante l'applicazione, è cruciale posare la membrana con il lato stampato rivolto verso l'alto e rimuovere il liner protettivo mentre si srotola il rotolo. Esercitare una pressione uniforme è necessario per evitare bolle d'aria. Le sovrapposizioni tra i fogli di membrana devono essere di almeno 150 mm per garantire una protezione adeguata. La corretta sigillatura e risvolto della membrana in corrispondenza degli elementi verticali o inclinati sono vitali per prevenire infiltrazioni.

Presta attenzione agli elementi passanti, sigillando le interruzioni con prodotti appropriati. È fondamentale non lasciare esposta la membrana autoadesiva agli agenti atmosferici per lunghi periodi. In caso di grinze o bolle è importante spianare la membrana nelle zone di sormonto e sigillare con nastro adesivo idoneo. Infine, per un getto di calcestruzzo sopra la membrana, è consigliabile utilizzare una protezione aggiuntiva.

Le garanzie di prodotto

La membrana traspirante è un prodotto che costa pochi euro al metro quadrato, alcune addirittura poche decine di centesimi, ma ha il compito di proteggere un tetto che costa dai 200 ai 250 euro al metro quadrato. La sproporzione tra il suo compito e il suo valore è enorme, ma in caso di utilizzo di un prodotto non idoneo, i rischi sono altissimi. Parliamo di migliaia di euro a fronte di un risparmio iniziale di poche centinaia. Quali sono dunque i rischi che si corrono utilizzando membrane traspiranti di bassa qualità? Come si comporta una membrana di bassa qualità nel tempo?

Rischi e conseguenze nella scelta di membrane di bassa qualità

Un'esposizione iniziale prolungata ai raggi UV, oppure un'esposizione costante ad alte temperature può provocare degli effetti deleteri quali:

1. La disgregazione della membrana funzionale centrale - prima fase. Effetti:

- mantenimento dell'impermeabilità superficiale da infiltrazione solo se il tessuto superiore ha un trattamento idrorepellente;
- perdita dell'impermeabilità in caso di esposizione a pioggia battente;
- perdita della proprietà di tenuta al vento e di protezione generale del coibente;
- perdita di efficienza energetica del tetto.

2. La disgregazione completa della membrana traspirante - seconda fase. Effetti:

- perdita di qualsiasi tipo di impermeabilità;
- perdita totale della proprietà di tenuta al vento;
- perdita totale della protezione del coibente che rimane in balia degli agenti esterni, con assorbimento di acqua e umidità;
- perdita progressiva dell'efficienza energetica del tetto, in base al grado di umidità contenuta nel coibente, fino ad arrivare a livelli minimi;
- deterioramento del materiale coibente;
- possibilità di infiltrazione d'acqua fino all'abitazione;
- possibili danni alla struttura del tetto;
- possibili danni alle superfici interne (perlinati, rivestimenti in cartongesso, intonaci);
- possibili danni ai beni contenuti nell'abitazione (arredi, pavimenti, attrezzature);
- perdita di comfort abitativo.

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

È fondamentale quindi considerare che queste sollecitazioni influiscono sulla durabilità e sulle prestazioni delle membrane se non correttamente utilizzate.
L'esposizione ai raggi UV durante le fasi di cantiere e le sollecitazioni alle alte temperature che si sviluppano ad esempio sottotegola durante la vita utile di questi materiali, mettono a dura prova la durabilità dei prodotti stessi, riducendone drasticamente le prestazioni se composti da materie prime di scarsa qualità o da tecnologie ormai obsolete.
La normativa di riferimento, **UNI 11470:2015**, in virtù di queste considerazioni, prescrive che le membrane sintetiche durante la fase di cantiere debbano essere coperte entro due settimane per ridurre l'esposizione solare e preservare quindi intatte le caratteristiche del prodotto. I produttori che immettono sul mercato materiali di alta qualità, costituiti da materie prime di prima scelta, riescono naturalmente a garantire prestazioni invariate del prodotto anche per periodi di maggior esposizione. In riferimento a quanto sopra descritto, Riwega è ormai da anni che ha abbandonato la produzione e l'utilizzo di membrane con tecnologie obsolete con funzione di impermeabilità sottotegola e tenuta al vento. Tali vecchie tecnologie, quale ad esempio il film centrale microporoso bicomponente, costituito da polipropilene e polvere di gesso, ha lasciato ormai largo spazio alla tecnologia monolitica del film poliuretanico, maggiormente resistente ai raggi UV, al calore e nettamente più elastico.
Le membrane Riwega della **Linea Protector sono garantite fino a 12 mesi** di esposizione diretta grazie alla loro composizione a base poliestere e poliuretano. Questa composizione permette a Riwega di garantire il proprio prodotto fino a **30 anni** dopo l'acquisto! I film funzionali in poliuretano oggi vengono inseriti anche nelle altre linee di prodotto, quali la **Linea Superior** con stabilità all'esposizione agli UV fino **a 6 mesi e garanzia di 20 anni** e nella **Linea Protector Head**, esposizione fino a **8 mesi e 25 anni di garanzia**.

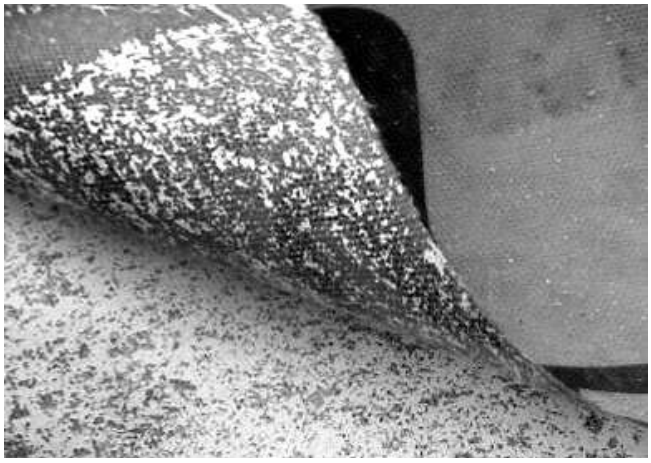
Come distinguere la qualità dei materiali che compongono un SMT nelle schede tecniche?
Facciamo molta attenzione! Sulle schede tecniche, apparentemente simili, spesso non corrispondono le stesse tipologie di materiali. Se ci focalizziamo ad esempio sul valore di traspirabilità e di impermeabilità all'acqua, probabilmente tutte le membrane si assomigliano. Come possiamo quindi verificare se un materiale è realmente migliore nella sua composizione rispetto ad un altro apparentemente simile? Che test determinano le migliori qualità di un SMT rispetto ad un altro?
Prendiamo in esame, ad esempio, il test di impermeabilità all'acqua secondo la norma EN 13859. Tale norma prevede che per definire una membrana impermeabile, quest'ultima debba superare il cosiddetto test della colonna d'acqua, ovvero un cilindro graduato dal diametro di 15 cm, riempito d'acqua per un'altezza di 20 cm e lasciato per 2 ore in pressione a contatto con la membrana stessa. Questo test, a nostro avviso riduttivo, potrebbe essere superato anche da materiali non propriamente considerati impermeabili.
Per questo motivo, Riwega in produzione esegue ulteriori test più restrittivi, anche se non obbligatori, quali la colonna d'acqua massima che il materiale riesce a sopportare. Sempre con un cilindro graduato, a contatto con il campione di membrana, viene messa in pressione una colonna d'acqua di altezza in aumento progressivo fino al limite massimo di tenuta della membrana stessa. Questi test estremi ci portano ad avere valori di colonna d'acqua molto maggiori rispetto al minimo richiesto dalla normativa (W1), a partire da un paio di metri fino ad un massimo di 8 metri di colonna d'acqua.

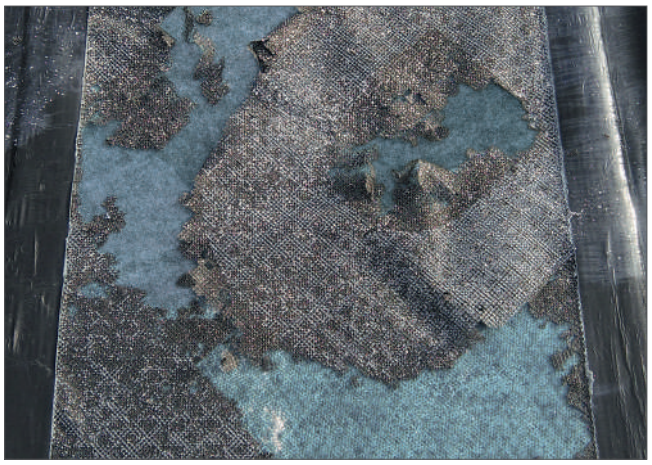
Quanto incide a livello economico su una copertura completa una membrana di elevata durabilità?
Se valutiamo i costi di una membrana con film evoluto in poliuretano e TNT in polipropilene stabilizzato (garantita 20 anni e resistente 6 mesi di esposizione agli UV) e li confrontiamo con i costi di una membrana standard di pari grammatura con film funzionale in polipropilene e TNT comune in polipropilene (garantita 1 anno secondo la legge e resistente massimo 3 mesi di esposizione agli UV) riscontreremo una differenza di 10-15% in più per la prima membrana. Stiamo quindi parlando di un aumento di costo per l'utilizzo di una membrana di qualità superiore, quantificabile all'incirca in 2€ in più di spesa.

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

Avete mai visto una membrana con film funzionale in polipropilene "cotto" e deteriorato dalle alte temperature che si possono sviluppare ad esempio sottotegola?









La nostra ricerca e sviluppo fa la differenza

Da sempre Riwega si è differenziata dalle produzioni del resto d'Europa facendo ricerca e sviluppo di materiali più durevoli. Riwega è stata la prima azienda produttrice a inserire linee di materiali con garanzie accessorie volontarie fino a 30 anni, quando sappiamo che le garanzie a norma di legge obbligatorie, anche per i materiali da costruzione, prevedono due anni di copertura nel B2B e solo un anno nel B2C. Lasciamo ai costruttori trarre le loro conclusioni, nella piena consapevolezza della garanzia decennale che sono tenuti a dare sul manufatto da loro costruito.

Le valutazioni, dettate dall'esperienza ventennale da produttori, le facciamo con la visione di produrre materiali all'avanguardia e dalle elevate prestazioni: materiali durevoli per dare la massima tranquillità ai nostri clienti e, di riflesso ai loro clienti, perché una tegola rotta o spostata dal vento, la discontinuità del manto anche dovuto alla presenza di pannelli solari non devono essere causa di deterioramento precoce dei materiali e infiltrazioni nel pacchetto.

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

Le garanzie Riwega

Generazioni	Film centrale	Tessuti protettivi	Garanzia del prodotto	Garanzia di ripristino
GENERAZIONE 1	**MICROPOROSO** 30% PP 70% polvere di gesso	PP stabilizzato UV 2%	1 year guarantee	✗
GENERAZIONE 2	**UV10 Bikom MONOLITICO** 100% poliuretano modificato	PP stabilizzato UV 4%	20 years guarantee	10 anni
GENERAZIONE 3	**UV50 PUR MONOLITICO** 100% poliuretano	PP stabilizzato UV 4%	25 years guarantee	10 anni
GENERAZIONE 4	**UV30 PUR / UV50 PUR MONOLITICO** 100% poliuretano	PET stabile UV	30 years guarantee	10 anni

Come funziona la garanzia Riwega?

10 ANNI
di copertura totale

- ✓ Sostituzione del prodotto in caso di deterioramento
- ✓ Copertura dei costi per la messa in sicurezza del tetto
- ✓ Copertura dei costi di rimozione
- ✓ Copertura dei costi di ripristino

+

BONUS
sostituzione materiale

5 anni

10 anni

15 anni

20 anni

=

GARANZIA
di prodotto

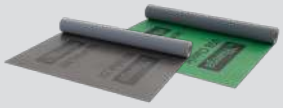
15 years guarantee

20 years guarantee

25 years guarantee

30 years guarantee

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

W1	Colonna d'acqua (cm)	Resistenza alla temperatura	Stabilità ai raggi UV	Prodotti Riwega
✓		Fino a 80°C	Limitata	
✓		Fino a 100°C	Buona	
✓		Fino a 120°C	Alta	
✓		Fino a 120°C	Massima	

Quali sono le differenze tra i vari film funzionali?

FILM MONOLITICO

Strato funzionale costituito da una pellicola omogenea e priva di pori. Il passaggio del vapore avviene attivamente grazie alla permeanza del polimero.

ATTENZIONE!
Monolitico NON è sempre sinonimo di qualità: dipende dal polimero con cui è realizzato!

FILM MICROPOROSO

Strato funzionale con micropori, ottenuto miscelando polvere di gesso al polipropilene. La permeabilità avviene grazie al fenomeno della capillarità attraverso le porosità del film.

	UV30 PUR / UV50 PUR	UV10 Bikom	Microporoso
Classe W1	rispettata	rispettata	rispettata
Tenuta alla pioggia battente	massima	massima	buona
Resistenza nel tempo	massima	alta	limitata
Stabilità termica	massima	alta	limitata
Stabilità ai raggi UV	massima	alta	limitata
Stabilità ad esposizione prolungata	massima	alta	limitata
Permeabilità al vapore	alta	alta	massima
Installazione sotto fotovoltaico	compatibile	compatibile	non compatibile
Flessibilità / Elasticità	massima	alta	limitata
Stabilità chimica	massima	alta	limitata

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

Quanto costa in più scegliere fin da subito una membrana traspirante di alta qualità?
Le membrane traspiranti possono costare da poche decine di centesimi a qualche euro al metro quadrato; facciamo quindi qualche esempio di costo della membrana traspirante, proporzionato a **250 m² di copertura**.

Membrana traspirante	Costo (250 m²)	Garanzia	Differenza
DO 155	ca. 1,71 €/m² x 250 m² = 427,50 € totali	prevista dalla legge = 1 anno	-
DO 180 Top Stream	ca. 2,34 €/m² x 250 m² = 585,00 € totali	prevista dalla legge = 1 anno	+ 157,50 €
USB Classic	ca. 2,56 €/m² x 250 m² = 640,00 € totali	garanzia Riwega = 20 anni (10+10)	+ 212,50 €
USB Elefant 250	ca. 3,19 €/m² x 250 m² = 797,50 € totali	garanzia Riwega = 20 anni (10+10)	+ 370,00 €
USB Protector Head FH 240	ca. 4,35 €/m² x 250 m² = 1.087,50 € totali	garanzia Riwega = 25 anni (10+15)	+ 660,00 €
USB Protector Head FH 330	ca. 4,85 €/m² x 250 m² = 1.212,50 € totali	garanzia Riwega = 25 anni (10+15)	+ 785,00 €
USB Protector SILVER 230	ca. 6,09 €/m² x 250 m² = 1.525,50 € totali	garanzia Riwega = 30 anni (10+20)	+ 1.098,00 €
USB Protector GOLD 330	ca. 7,92 €/m² x 250 m² = 1.980,00 € totali	garanzia Riwega = 30 anni (10+20)	+ 1.552,50 €

Ricordiamo che la norma **UNI 11470:2015** prevede la posa sulle coperture con pendenze superiori al 30% di schermi e membrane traspiranti almeno in classe B di grammatura, cioè almeno di 145g/m², in quanto scendere sotto questo valore comporta un maggior rischio di fessurazioni già durante la posa in opera. Riwega consiglia quindi l'utilizzo di membrane in classe A di grammatura ≥200 g/m²), vista anche la loro duplice funzione di tenuta al vento del pacchetto coibente e impermeabilizzazione sottotegola.
Dalla tabella possiamo valutare la differenza di costo tra membrane di alta qualità ad elevata grammatura (come quelle appartenenti alle linee Protector) e membrane con standard minimo europeo.
Come si può osservare nella tabella sovrastante, l'incidenza di sovrapprezzo nella scelta di una membrana di qualità è minima rispetto ai vantaggi che ne conseguono. Entriamo nel dettaglio!

Qualità delle membrane: elemento imprescindibile

Quanto costa dovere riparare un tetto dopo pochi anni?

Nel caso di problemi al tetto, causati dall'uso di una membrana traspirante di bassa qualità, il danno diventa imponente. Facciamo un esempio dei **costi di riparazione** proporzionati a **250 m² di copertura**.

Oneri di cantierizzazione	Costo (250 m²)
Noleggio autogru	7.700,00 €
Messa in sicurezza della copertura tramite parapetti	3.000,00 €
Totale degli oneri di cantierizzazione	**10.700,00 €**

Rimozione	Costo (250 m²)
Rimozione dei colmi e del manto di copertura con stoccaggio a terra	2.300,00 €
Rimozione dei listelli di ventilazione e dei listelli porta-tegola	1.300,00 €
Rimozione delle lattonerie	900,00 €
Rimozione della membrana ammalorata	250,00 €
Rimozione e smaltimento del materiale ammalorato*	2.000,00 €
Totale dei costi di rimozione*	**6.750,00 €**

Riposizionamento	Costo (250 m²)
Fornitura e posa del coibente	1.250,00 €
Fornitura e posa della membrana traspirante (con nastrature e punto chiodo)	5.050,00 €
Posa dei listelli di ventilazione	1.050,00 €
Posa dei listelli porta-tegola	1.150,00 €
Posa lattonerie	2.900,00 €
Posa tegole da precedente recupero	5.500,00 €
Fornitura e posa tegole di completamento	345,00 €
Fornitura e posa dei colmi, sottocolmo e accessori	750,00 €
Totale dei costi di posa	**17.995,00 €**

TOTALE DEI COSTI DI RIPARAZIONE DEL TETTO	35.445,00 €

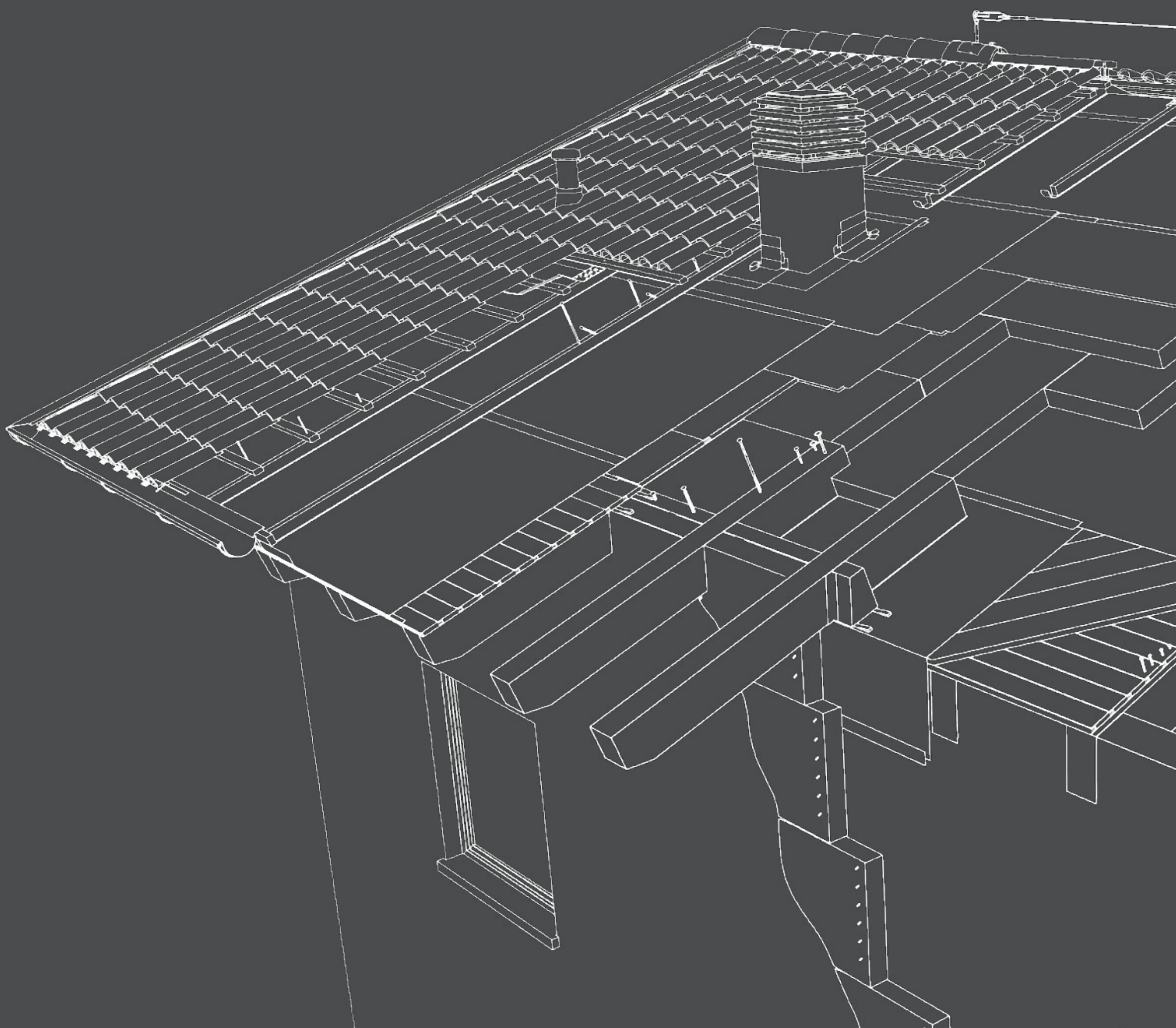
*considerare che questo costo può variare in funzione al peso del materiale ammalorato che probabilmente, essendo bagnato, può incidere fino al 20% in più nei costi di rimozione e smaltimento

Attenzione!

Come possiamo vedere confrontando questi due schemi, il costo più elevato dell'entità di poche centinaia di euro, può essere considerato come una "polizza assicurativa" per 10, 15 o 20 anni, in modo da evitare esborsi ben più onerosi come quelli necessari per ripristinare una copertura.

DETTAGLI COSTRUTTIVI

stratigrafie tetto inclinato



Soluzioni complete a prova di certificazione

La **conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM)** garantisce l'adesione a standard ambientali rigorosi. Attraverso documentazione verificata e certificazioni riconosciute, i prodotti assicurano l'efficienza energetica, la qualità dell'aria interna e la riduzione delle emissioni nocive, promuovendo la sostenibilità e il benessere ambientale.

L'**Environmental Product Declaration (EPD)** è un documento che fornisce informazioni trasparenti e verificabili sull'impatto ambientale di un prodotto da costruzione lungo tutto il suo ciclo di vita. L'EPD descrive aspetti come l'uso delle risorse, le emissioni in atmosfera e i rifiuti generati, consentendo ai tecnici e ai consumatori di intraprendere scelte più sostenibili.

Le **certificazioni di prodotto** come AgBB, Blue Angel, Emicode e altre testimoniano l'impegno dei produttori per la qualità dei loro materiali e la riduzione delle emissioni inquinanti. Questi standard ambientali stringenti non solo favoriscono ambienti interni più sani e sicuri, ma contribuiscono anche a mitigarne l'impatto ambientale, incoraggiando uno stile di vita più sostenibile.

La **certificazione ETA (European Technical Approval)** è un riconoscimento che attesta la conformità di un prodotto da costruzione ai requisiti europei di qualità e sicurezza. Essa viene rilasciata dopo un'attenta valutazione tecnica e consente di dimostrare che il prodotto soddisfa le normative europee, facilitando la sua commercializzazione nel mercato dell'Unione Europea.

La **certificazione PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification schemes)** garantisce che i materiali legnosi utilizzati in un prodotto da costruzione provengano da foreste gestite in modo sostenibile. Questo sistema di certificazione promuove la gestione responsabile delle risorse forestali, contribuendo alla conservazione della biodiversità e al supporto delle comunità locali.



Riwega® RoofRox®

TRAVI TAVOLATO GRONDA ESILE

Ventilato - struttura portante X-LAM

01



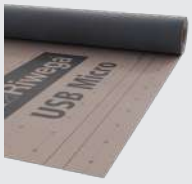
LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 330/50 GOLD / Tip KONT



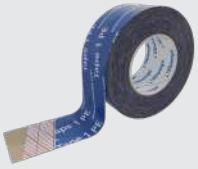
1

USB Micro



2

Tape 1 PE



3

Tape 2 BU 20



4

MULTITHERM 110 / TOP 220



9

WALL 140



10

Ciclo completo per sistema a cappotto



11

Silenz TAGLIAMURO GIPS

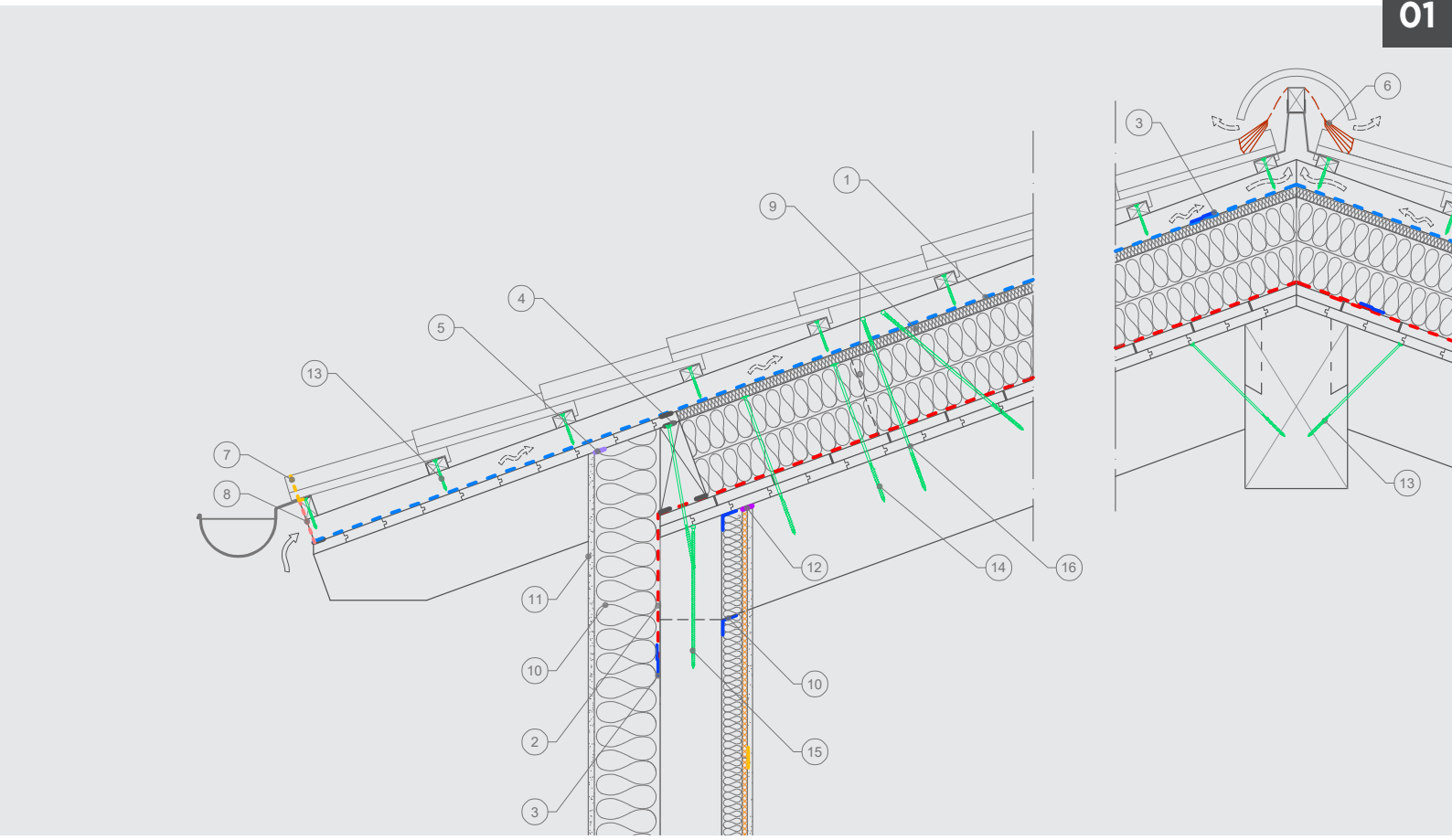


12

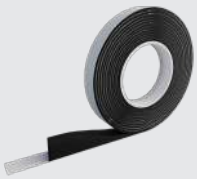
TRAVI TAVOLATO GRONDA ESILE

Ventilato - struttura portante X-LAM

Voce di capitolato

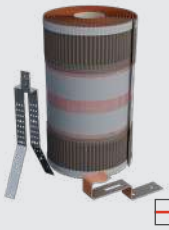


GAE BG1



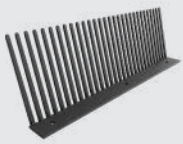
5

Accessori per il colmo ventilato



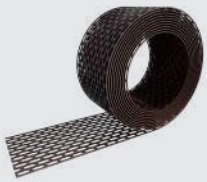
6

Pettine antiuccello



7

Rete antiuccello



8

Performant STRONG



13

Performant STRONG TB



14

ISOLANT TC



15

CONSTRUCT 500+ TC



16

TRAVI PASSANTI E TAVOLATO

Ventilato - struttura portante cls cellulare

02



LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 240/30 SILVER / Tip KONT



1

USB Micro Strong



2

Tape 1 PE



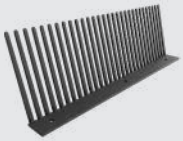
3

Tape UV 300 X



4

Pettine antiuccello



9

Rete antiuccello



10

MULTITHERM 110 / TOP 220



11

Performant STRONG

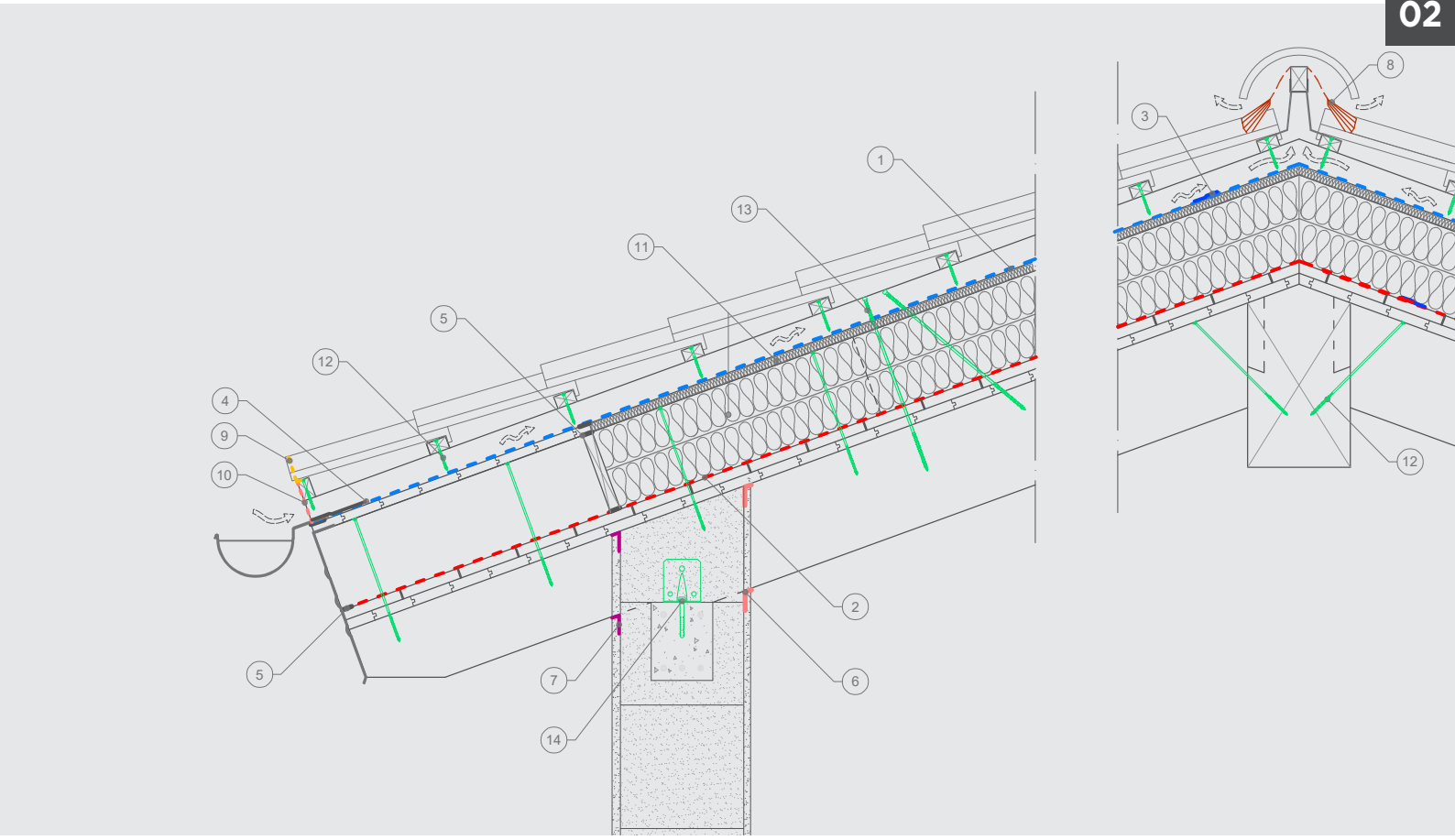


12

TRAVI PASSANTI E TAVOLATO

Ventilato - struttura portante cls cellulare

Voce di capitolato



Tape 2 BU 20



5

FDB Vario FL



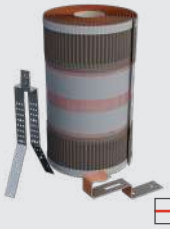
6

Air Coll



7

Accessori per il colmo ventilato



8

ISOLANT TC



13

GIGA KL 125 / HXE-TE



14

TRAVI TAVOLATO GRONDA ESILE

Doppia ventilazione - struttura portante in muratura

03



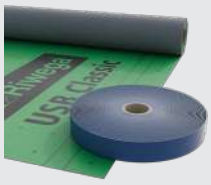
LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 240/30 SILVER / Tip KONT



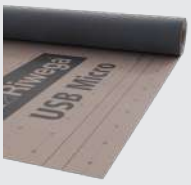
1

USB Classic / Tip KONT



2

USB Micro



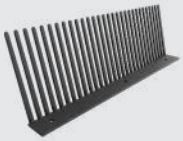
3

Tape 1 PE



4

Pettine antiuccello



9

Rete antiuccello



10

FIBRA DI LEGNO 160 / FIBRA DI LEGNO 200



11

ECOWALL 140

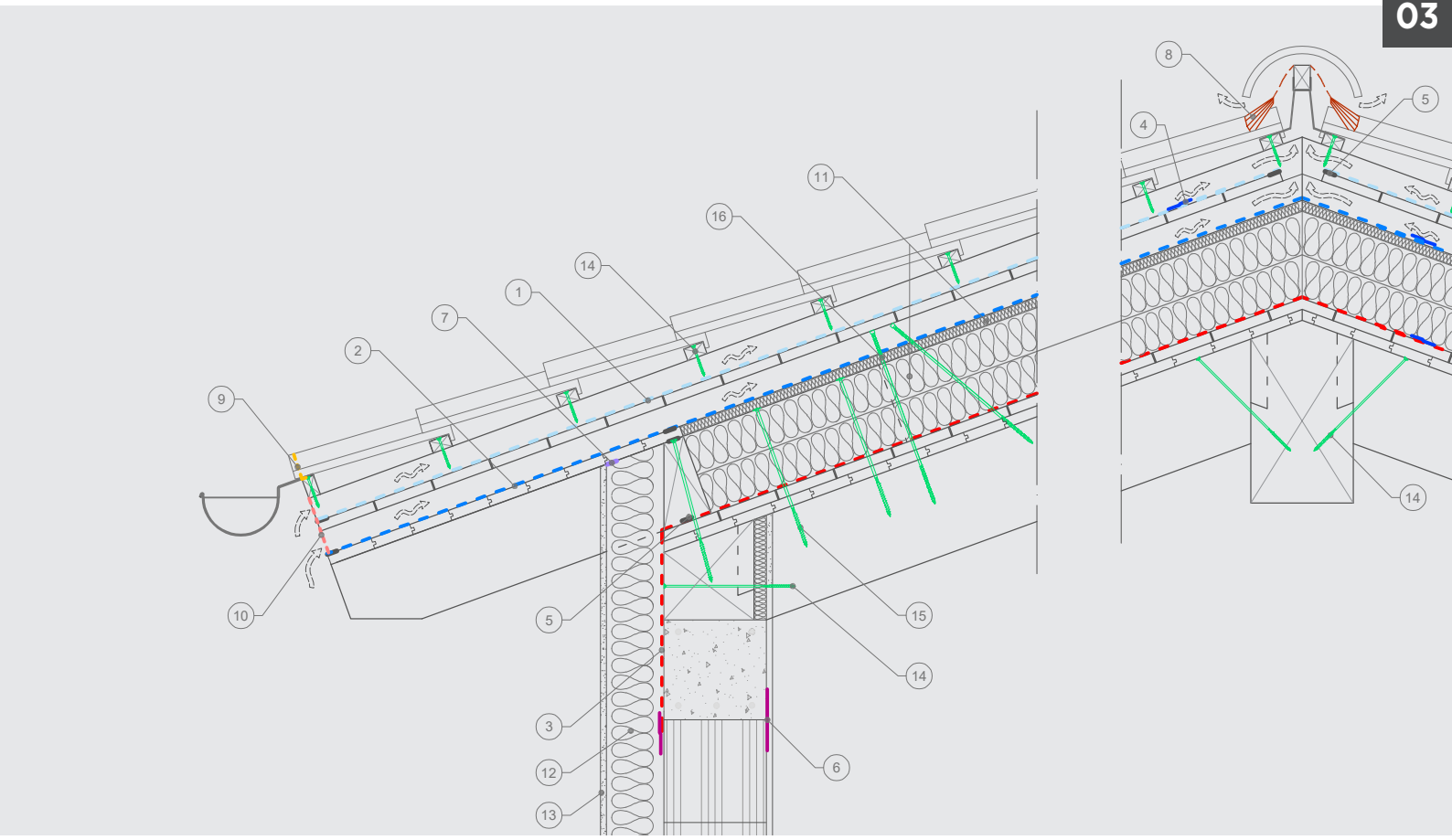


12

TRAVI TAVOLATO GRONDA ESILE

Doppia ventilazione - struttura portante in muratura

Voce di capitolato



Tape 2 BU 20



5

Air Coll



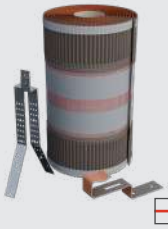
6

GAE BG1



7

Accessori per il colmo ventilato



8

Ciclo completo per sistema a cappotto



13

Performant STRONG



14

Performant STRONG TB



15

ISOLANT TC



16

TRAVI E ISOLANTE INTERPOSTO

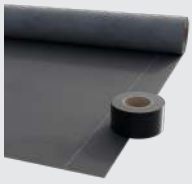
Ventilato - struttura portante in muratura

04



LEGENDA PRODOTTI

USB Fire Zero / Coll Fire B 75



1

Micro 150 Vario V20



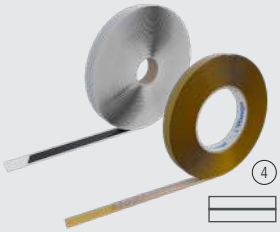
2

Tape 1 PE



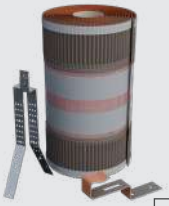
3

Tape 2 BU 20 / Tape BOLD



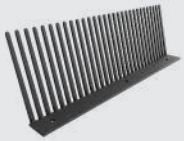
4

Accessori per il colmo ventilato



9

Pettine antiuccello



10

Rete antiuccello



11

TOP 180 / FLEX

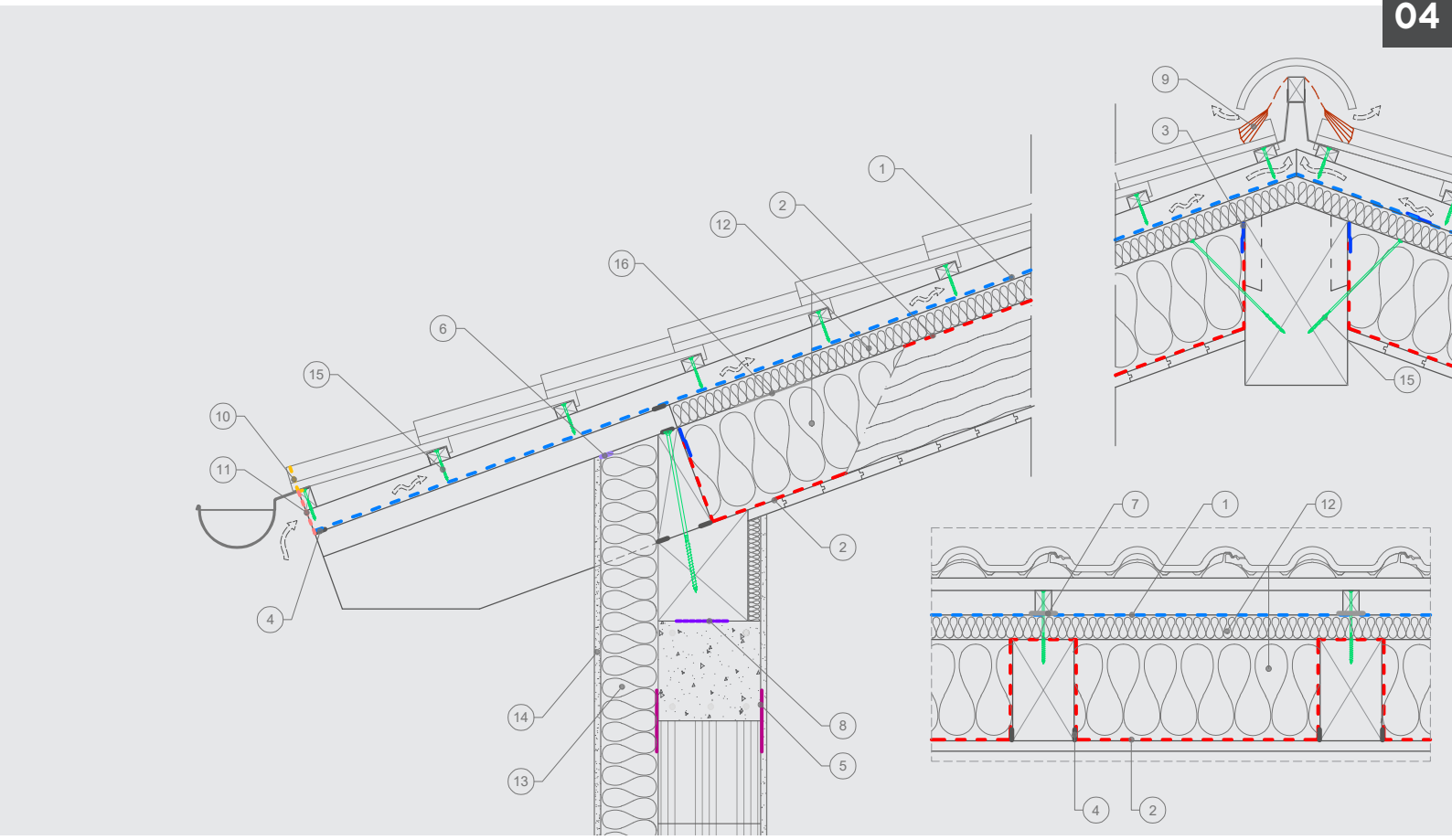


12

TRAVI E ISOLANTE INTERPOSTO

Ventilato - struttura portante in muratura

Voce di capitolato



Air Coll



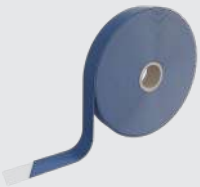
5

GAE BG1



6

Tip KONT



7

GAE ST



8

WALL 140



13

Ciclo completo per sistema a cappotto



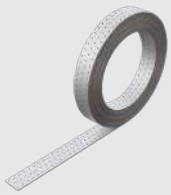
14

Performant STRONG



15

Nastro forato NFT



16

TRAVI TAVOLATO FINITURA METALLICA

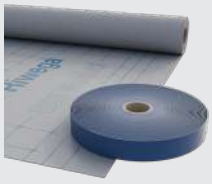
Involucro metallico ventilato - gronda incassata

05



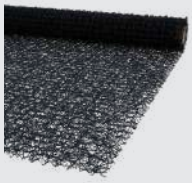
LEGENDA PRODOTTI

USB Weld AS / Tip KONT



1

USB Drenlam Light



2

Windtop UV Fire B 30/120



3

USB Micro 230/20



4

GAE STG Double



9

Performant STRONG



10

ISOLANT TC



11

CONSTRUCT 500+ TC

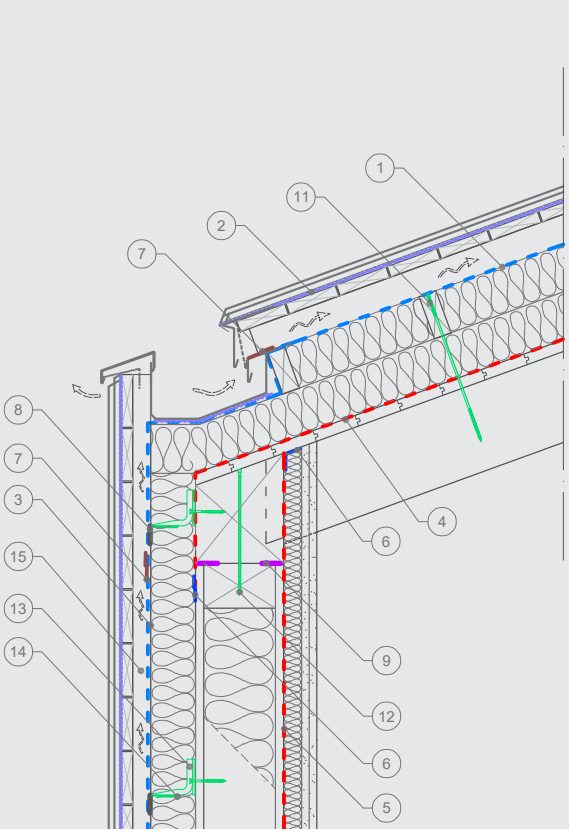


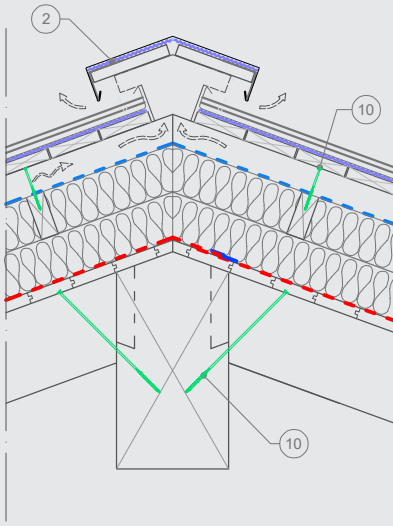
12

TRAVI TAVOLATO FINITURA METALLICA

Involucro metallico ventilato - gronda incassata

Voce di capitolato





USB Micro 100/20



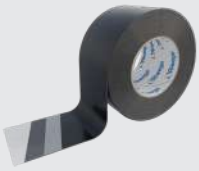
5

Tape 1 PE



6

Coll Fire B 75



7

Tape 2 BU 20



8

Staffa SPIDI® max ALU



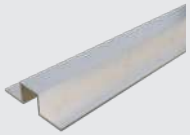
13

Profilo "L"



14

Profilo "Ω"



15

LATEROCEMENTO

Doppia ventilazione - struttura portante in muratura

06



USB Protector FH 330/50 GOLD



1

USB Classic Light



2

USB Micro Strong / Glue DB



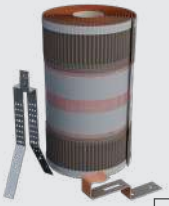
3

Tape 1 PE



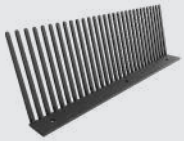
4

Accessori per il colmo ventilato



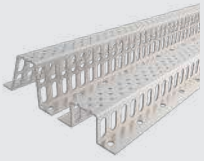
9

Pettine antiuccello



10

Listello Metal 2.0



11

MULTITHERM 110

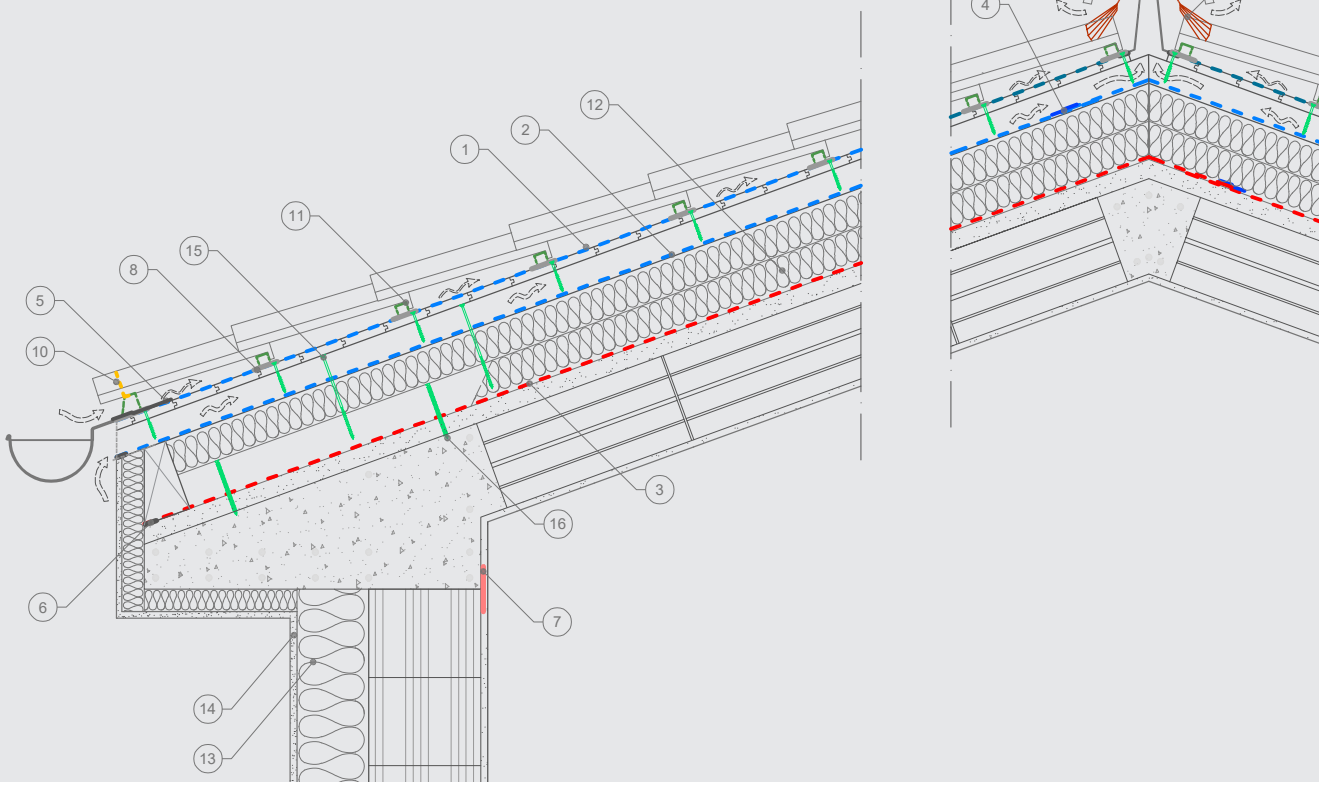


12

LATEROCEMENTO

Doppia ventilazione - struttura portante in muratura

Voce di capitolato



Tape UV 300 X



5

Tape 2 BU 20



6

FDB Vario FL



7

Tip 60 / Tip 80



8

WALL 180



13

Ciclo completo per sistema a cappotto



14

Performant STRONG



15

BETON S



16

PANNELLO X-LAM GRONDA ESILE

Ventilato con lamiera aggraffata - struttura portante X-LAM

07



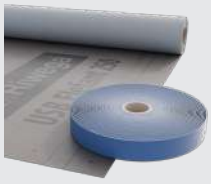
LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 330/50 GOLD



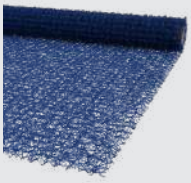
1

USB Elefant 250 / Tip KONT



2

USB Drenlam Bluetech



3

VSK Clear 280



4

GAE STG Double



9

Rete antiuccello



10

MULTITHERM 110 / TOP 220



11

WALL 140

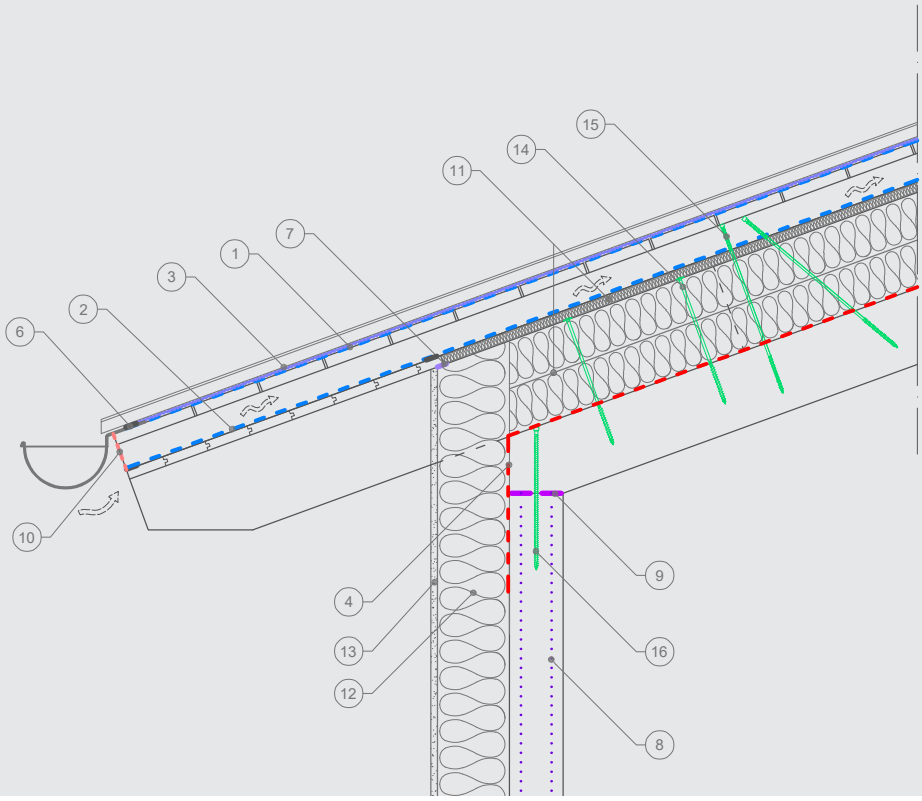


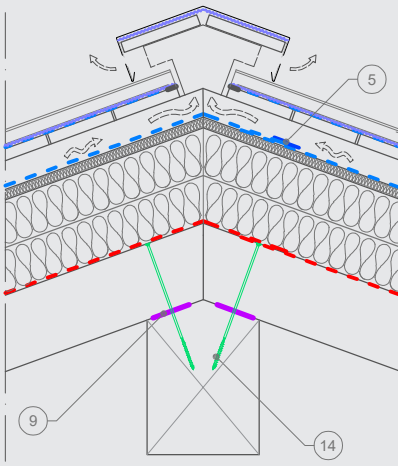
12

PANNELLO X-LAM GRONDA ESILE

Ventilato con lamiera aggraffata - struttura portante X-LAM

Voce di capitolato





Tape 1 PE



5

Tape 2 BU 20



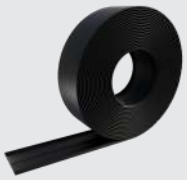
6

GAE BG1



7

GAE LVD



8

Ciclo completo per sistema a cappotto



13

Performant STRONG / Performant STRONG TB



14

ISOLANT TC



15

CONSTRUCT 500+ TC



16

PANNELLO MULTIBOX

Ventilato - struttura a telaio

08



LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 240/30 SILVER / Tip KONT



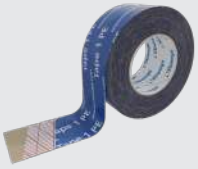
1

USB Micro Light



2

Tape 1 PE



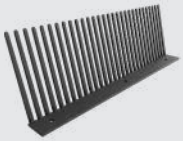
3

Tape Strong



4

Pettine antiuccello



9

Rete antiuccello



10

MULTITHERM 140



11

WALL 140

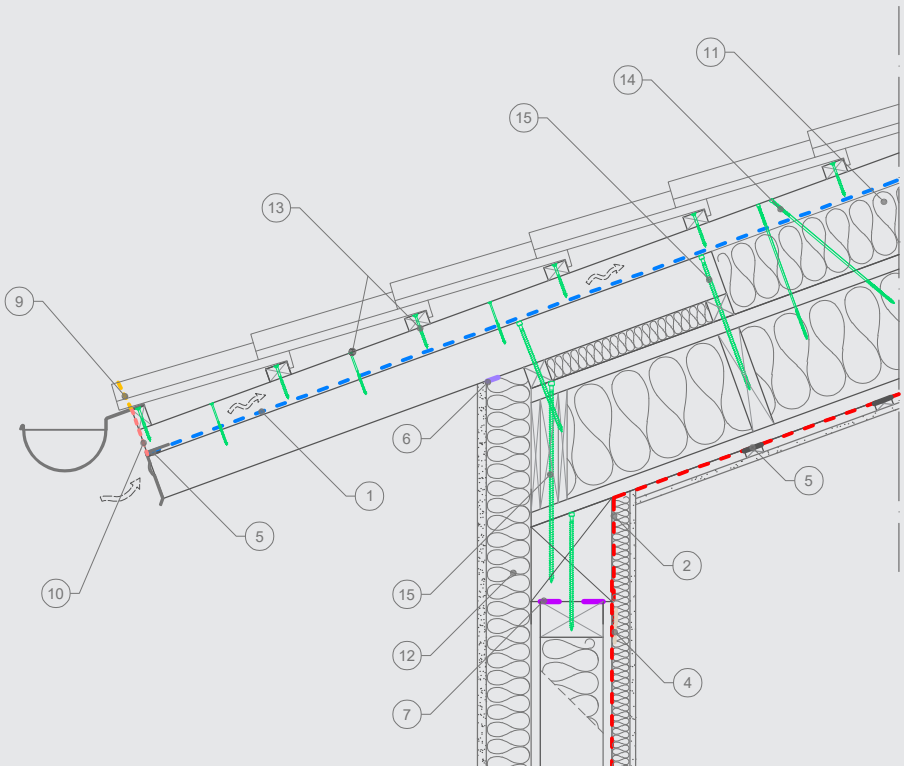


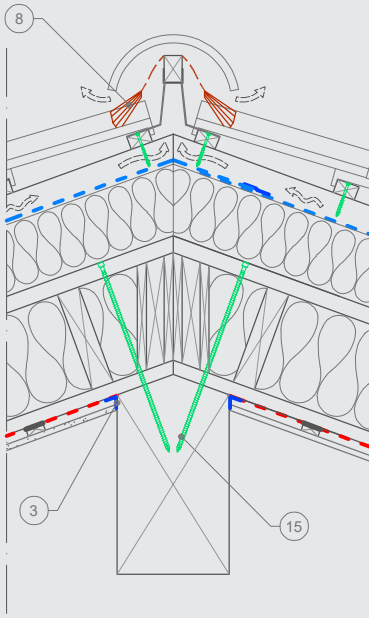
12

PANNELLO MULTIBOX

Ventilato - struttura a telaio

Voce di capitolato





Tape 2 BU 20 / Tape 2 BU 50



5

GAE BG1



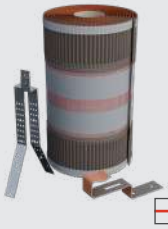
6

GAE STG Double



7

Accessori per il colmo ventilato



8

Performant STRONG



13

ISOLANT TC



14

CONSTRUCT 500+ TC



15

RISANAMENTO DALL'ESTERNO

Microventilato - struttura portante esistente

09



LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 240/30 SILVER



1

Micro 100 Vario V20



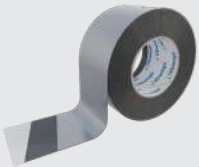
2

Tape 1 PE



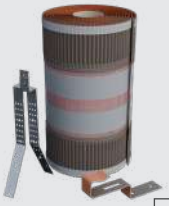
3

Coll ALU



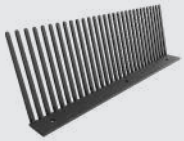
4

Accessori per il colmo ventilato



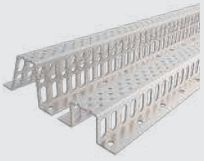
9

Pettine antiuccello



10

Listello Metal 2.0



11

NATUREL 110

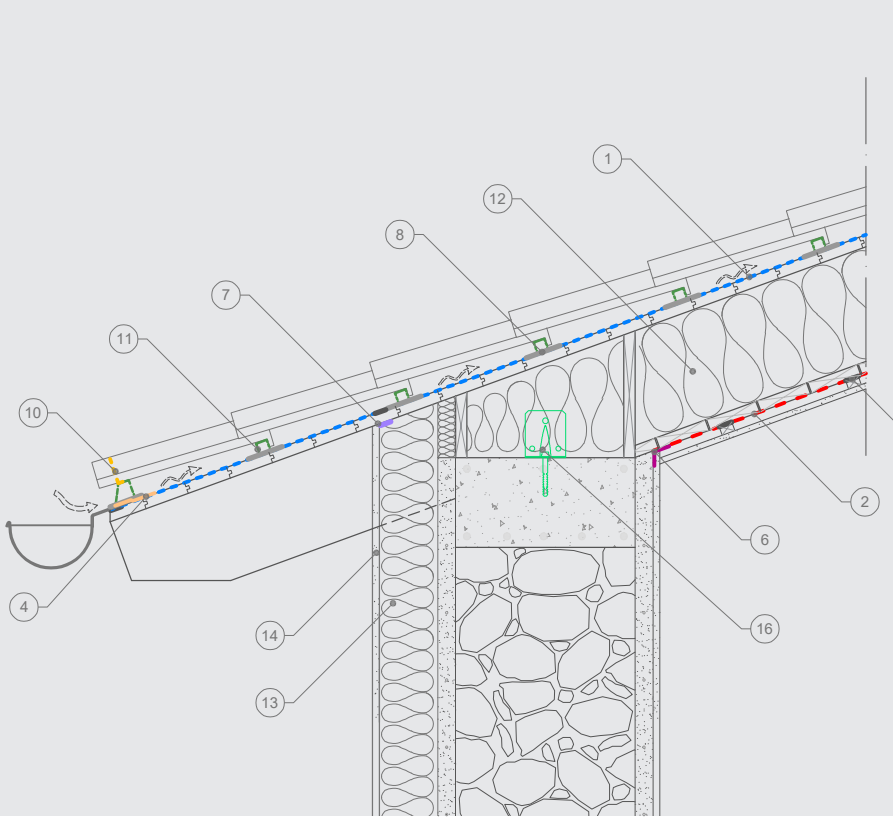


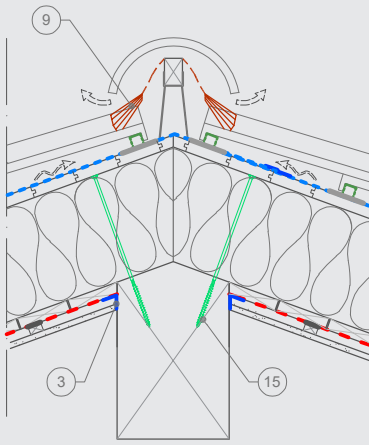
12

RISANAMENTO DALL'ESTERNO

Microventilato - struttura portante esistente

Voce di capitolato





Tape 2 BU 20



5

Air Coll



6

GAE BG1



7

Tip 60 / Tip 80



8

ECOWALL 140



13

Ciclo completo per sistema a cappotto



14

Performant STRONG



15

GIGA KL 125 / HXE-TE



16

RISANAMENTO DALL'INTERNO

Isolazione all'intradosso solaio

10



LEGENDA PRODOTTI

USB Protector FH 330/50 GOLD



1

USB Micro Light



2

Tape 1 PE



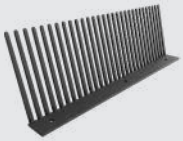
3

Tape Strong



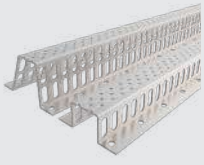
4

Pettine antiuccello



9

Listello Metal 2.0



10

WALL 140



11

FLEX

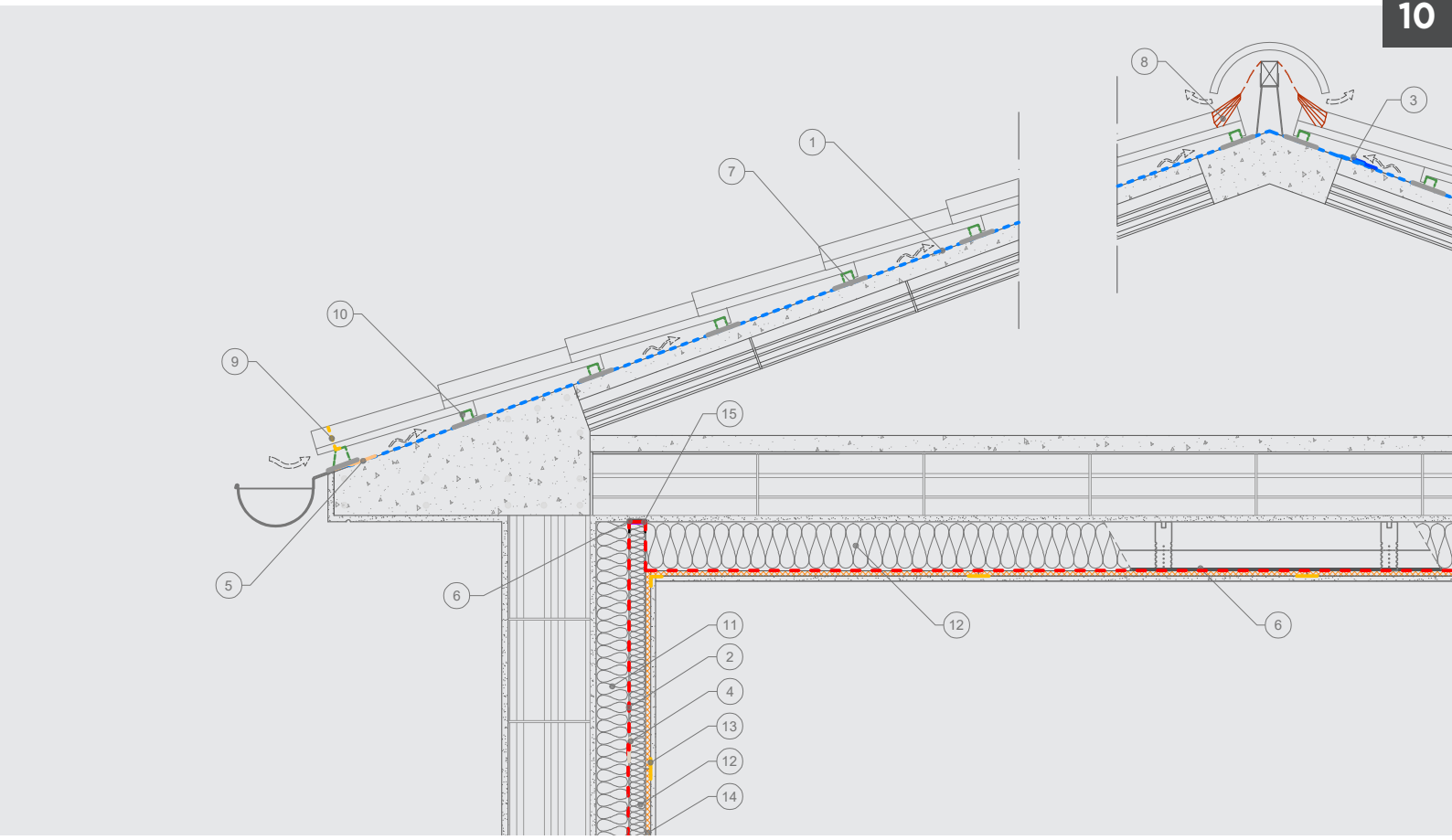


12

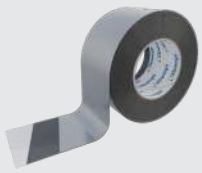
RISANAMENTO DALL'INTERNO

Isolazione all'intradosso solaio

Voce di capitolato



Coll ALU



5

Tape 2 BU 20 / Tape 2 BU 50



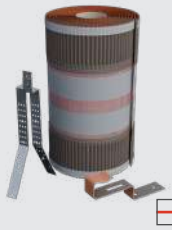
6

Tip 60 / Tip 80



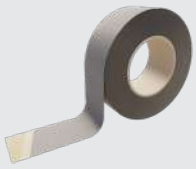
7

Accessori per il colmo ventilato



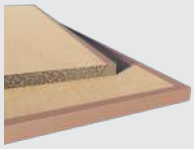
8

SONORA TAPE



13

PHONESTAR



14

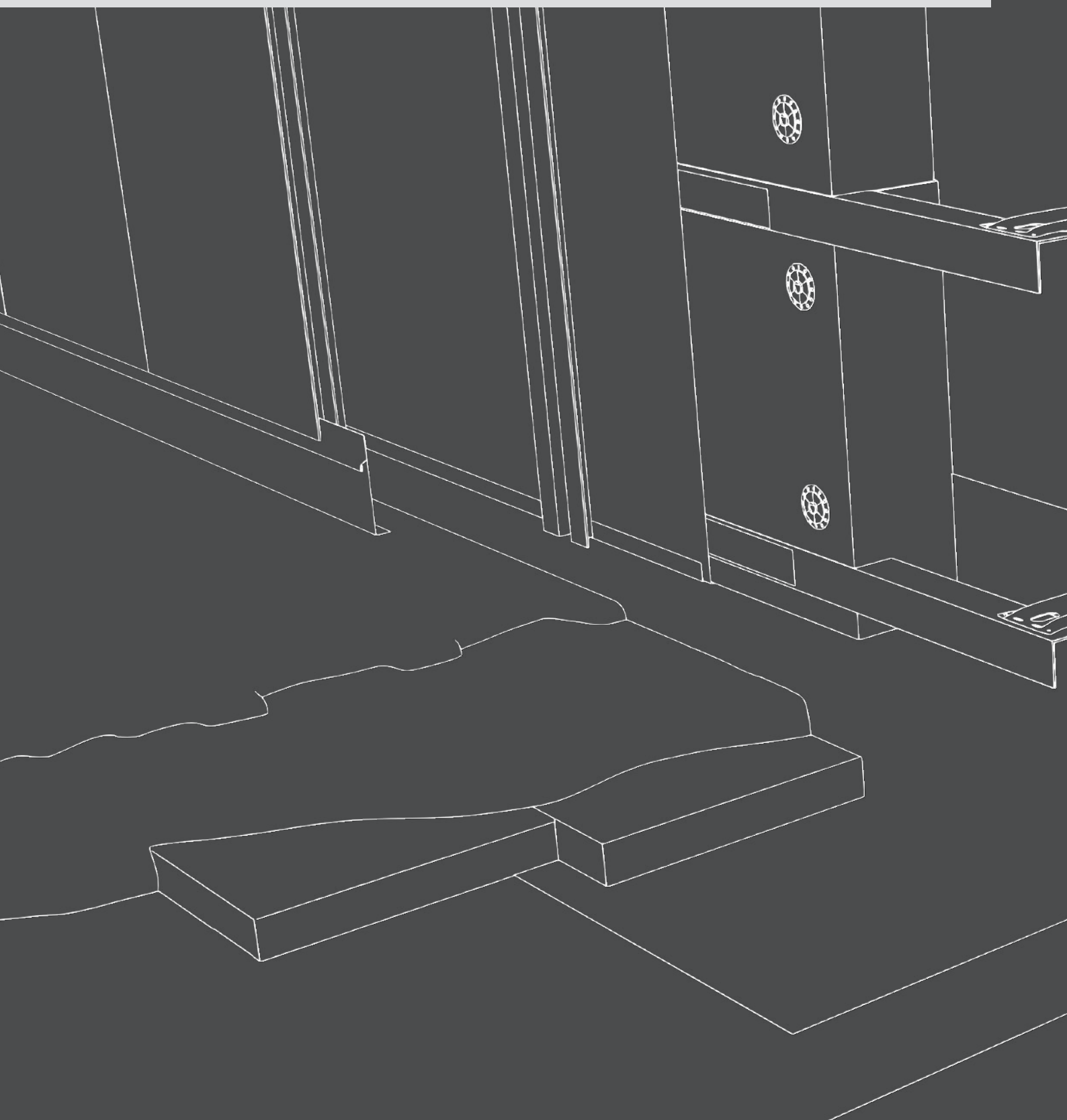
Silenz TAGLIAMURO GIPS



15

DETTAGLI COSTRUTTIVI

stratigrafie parete



Soluzioni complete a prova di certificazione

La **conformità ai Criteri Ambientali Minimi (CAM)** garantisce l'adesione a standard ambientali rigorosi. Attraverso documentazione verificata e certificazioni riconosciute, i prodotti assicurano l'efficienza energetica, la qualità dell'aria interna e la riduzione delle emissioni nocive, promuovendo la sostenibilità e il benessere ambientale.

L'**Environmental Product Declaration (EPD)** è un documento che fornisce informazioni trasparenti e verificabili sull'impatto ambientale di un prodotto da costruzione lungo tutto il suo ciclo di vita. L'EPD descrive aspetti come l'uso delle risorse, le emissioni in atmosfera e i rifiuti generati, consentendo ai tecnici e ai consumatori di intraprendere scelte più sostenibili.

Le **certificazioni di prodotto** come AgBB, Blue Angel, Emicode e altre testimoniano l'impegno dei produttori per la qualità dei loro materiali e la riduzione delle emissioni inquinanti. Questi standard ambientali stringenti non solo favoriscono ambienti interni più sani e sicuri, ma contribuiscono anche a mitigarne l'impatto ambientale, incoraggiando uno stile di vita più sostenibile.

La **certificazione ETA (European Technical Approval)** è un riconoscimento che attesta la conformità di un prodotto da costruzione ai requisiti europei di qualità e sicurezza. Essa viene rilasciata dopo un'attenta valutazione tecnica e consente di dimostrare che il prodotto soddisfa le normative europee, facilitando la sua commercializzazione nel mercato dell'Unione Europea.

La **certificazione PEFC (Programme for Endorsement of Forest Certification schemes)** garantisce che i materiali legnosi utilizzati in un prodotto da costruzione provengano da foreste gestite in modo sostenibile. Questo sistema di certificazione promuove la gestione responsabile delle risorse forestali, contribuendo alla conservazione della biodiversità e al supporto delle comunità locali.



Riwega RoofRox

XLAM SU SISTEMA RADICSOL

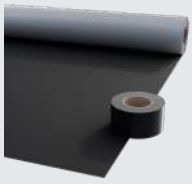
Platea continua - con facciata ventilata

01



LEGENDA PRODOTTI

Windtop UV Fire A2 50/225 / Coll Fire B 75



1

DS 1500 Syn Strong / Coll Radon 150



2

Tape 2 BU 50



3

Elastic Foam



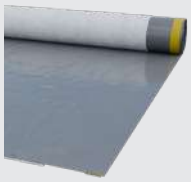
4

FLEX



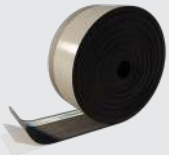
9

SONORA PRO



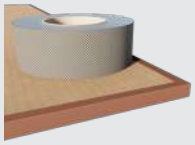
10

SONORA BAND



11

PHONESTAR / SONORA TAPE

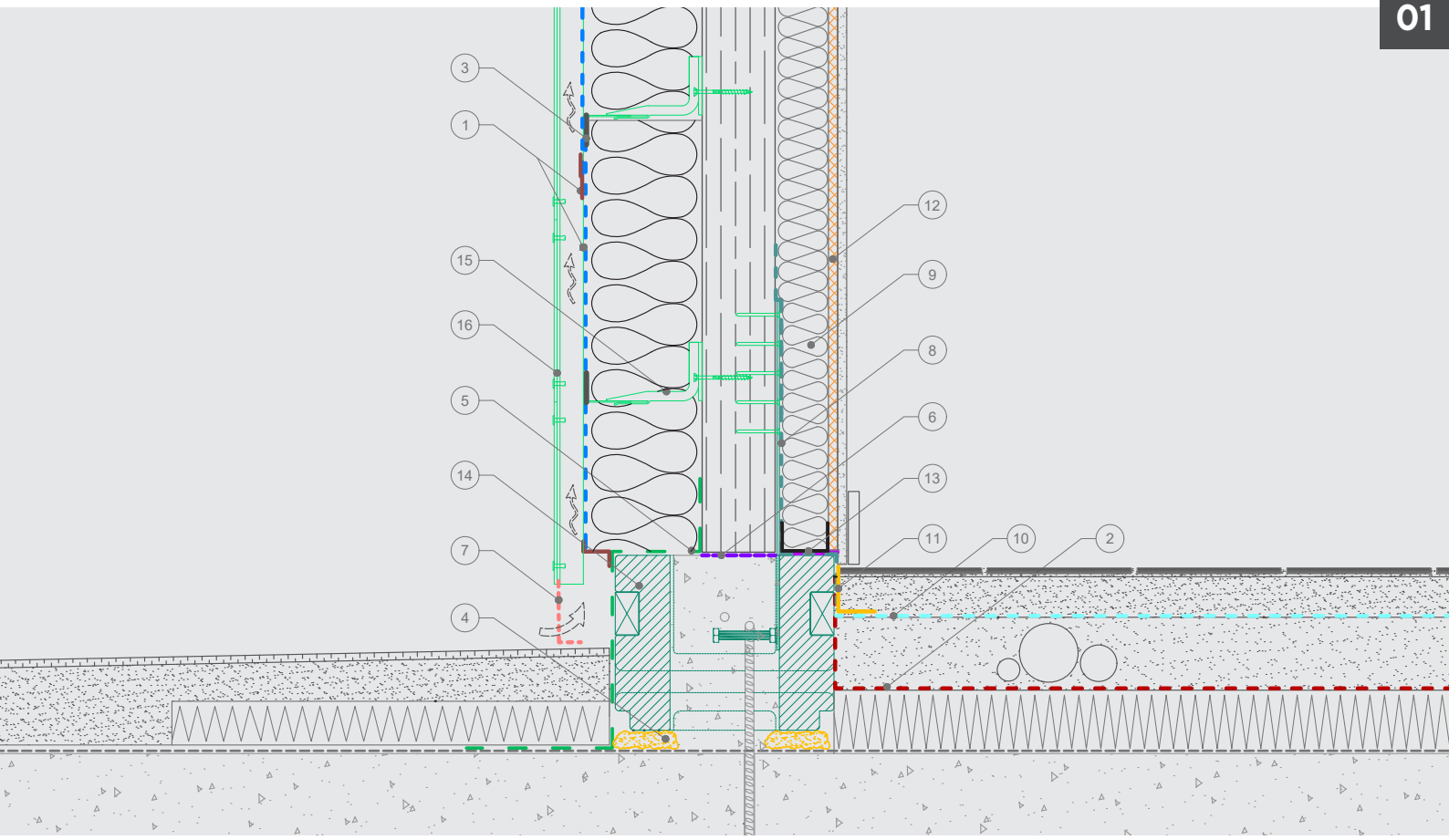


12

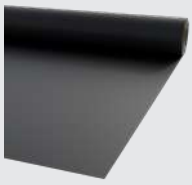
XLAM SU SISTEMA RADICSOL

Platea continua - con facciata ventilata

Voce di capitolato

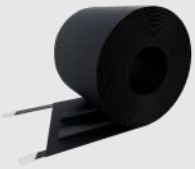


Coll HDPE



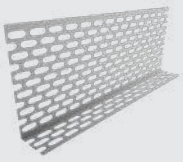
5

GAE ST Plus 100



6

Rete antiuccelli ad angolo



7

ELLE-Plan FR



8

Silenz TAGLIAMURO GIPS



13

SISTEMA RADICSOL / NCA



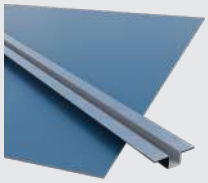
14

Staffa SPIDI® max ALU / Performant STRONG



15

Profilo "Ω" / ALUCOBEST® PVDF



16

TELAIO IN LEGNO SU SISTEMA RADICSOL

Filo platea - con drenaggio

02



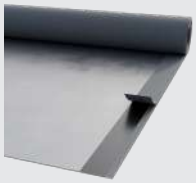
LEGENDA PRODOTTI

USB Micro Light / Tape 1 PE



1

VSK Bitum Reflex 1200



2

FDB INT 350 FL



3

Elastic Foam



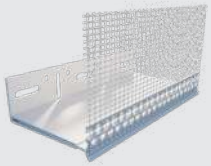
4

WALL 140 / EPS Zoccolatura



9

Profilo di partenza con kit di montaggio



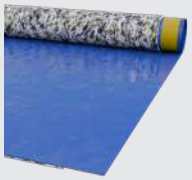
10

Ciclo completo per sistema a cappotto



11

SONORA MATT 3000

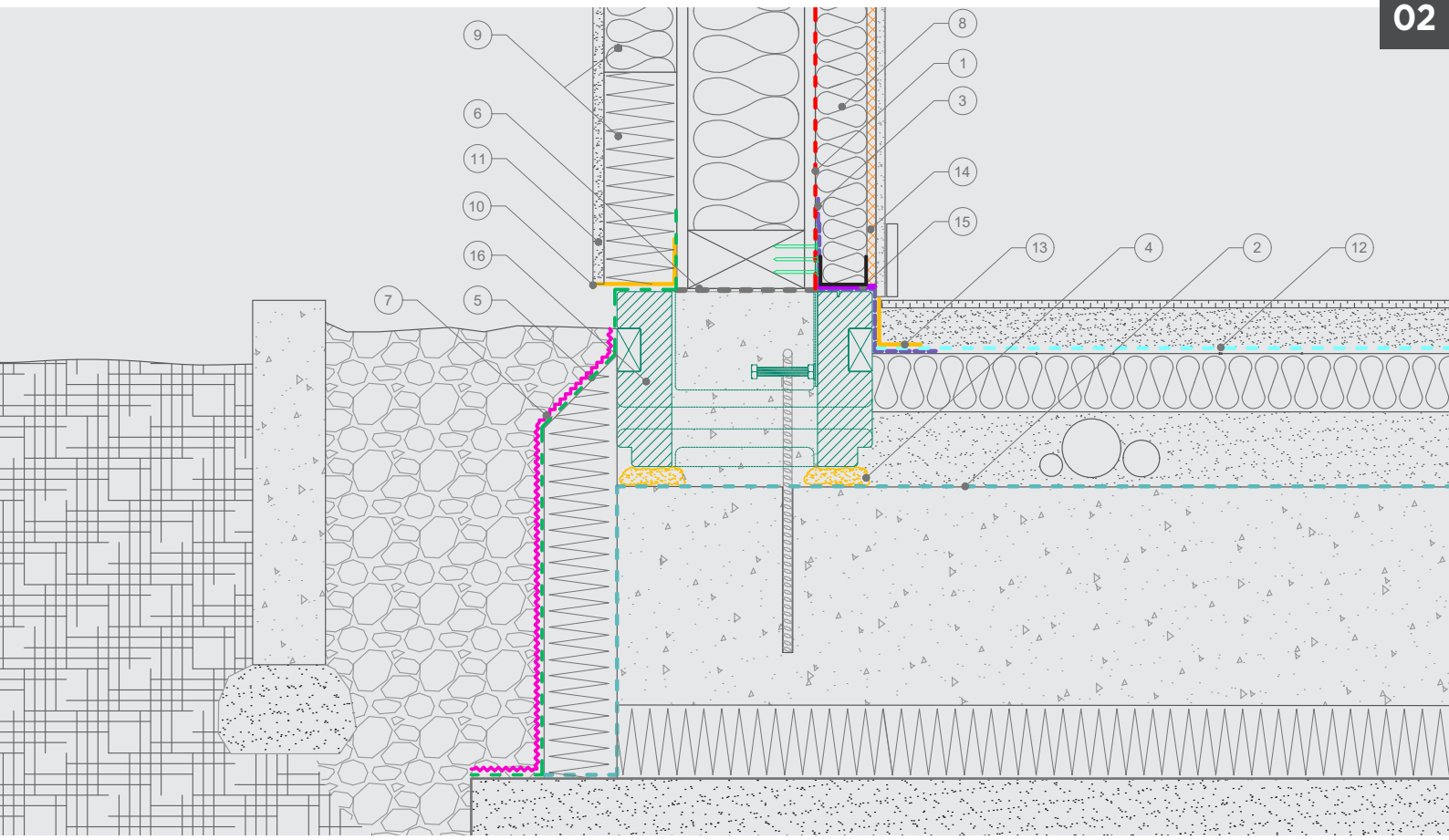


12

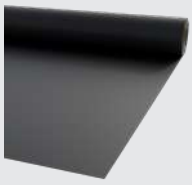
TELAIO IN LEGNO SU SISTEMA RADICSOL

Filo platea - con drenaggio

Voce di capitolato

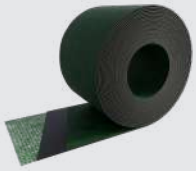


Coll HDPE



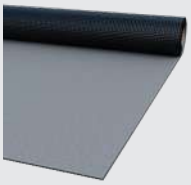
5

GAE ST Bitum



6

Planus Drein-Tec



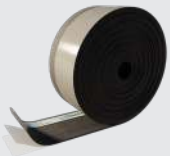
7

FLEX



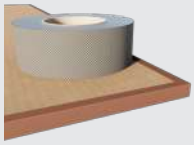
8

SONORA BAND



13

PHONESTAR / SONORA TAPE



14

Silenz TAGLIAMURO GIPS



15

SISTEMA RADICSOL / NCA



16

PARETE MASSIVA SENZA COLLE

Su cordolo CLS - pavimentazione galleggiante ext

03



LEGENDA PRODOTTI

VSK Clear Light



1

FDB INT 350 FL



2

Coll Vlies Plus



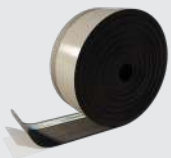
3

Enkolan



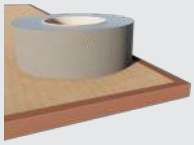
4

SONORA BAND



9

PHONESTAR / SONORA TAPE



10

Silenz TAGLIAMURO GIPS



11

QHT PLATE / NCA

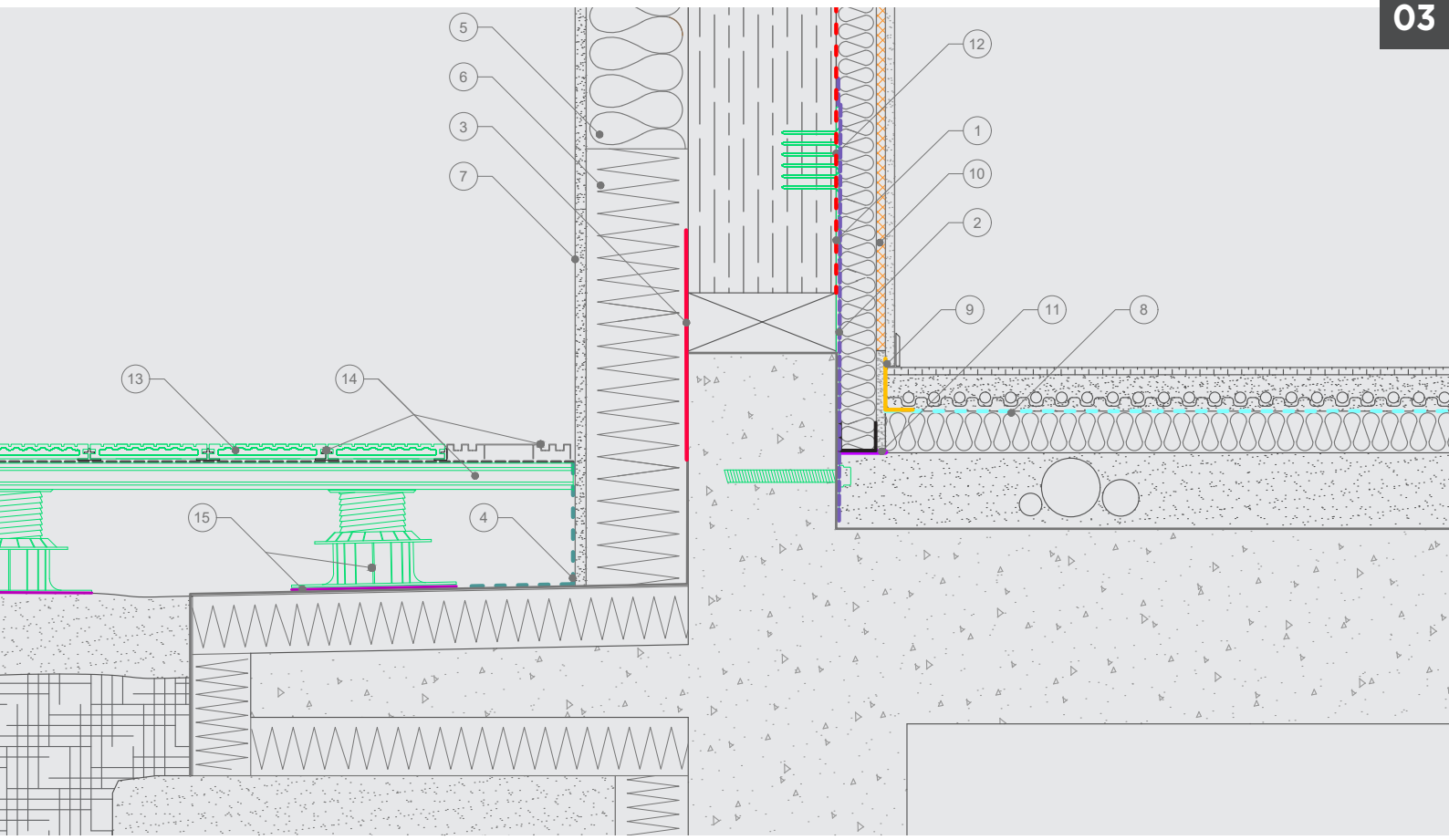


12

PARETE MASSIVA SENZA COLLE

Su cordolo CLS - pavimentazione galleggiante ext

Voce di capitolato



WALL 140



5

EPS Zoccolatura



6

Ciclo completo per sistema a cappotto



7

SONORA MATT 3000



8

WPC PREMIUM



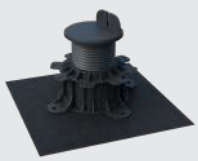
13

ZONA / RELO V / RELO



14

LIFTO K / GUMO LG



15

LATERIZIO CON FACCIATA VENTILATA

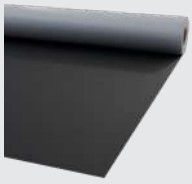
Vespaio aerato con scarico in facciata ventilata

04



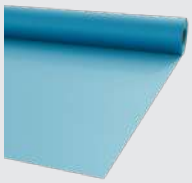
LEGENDA PRODOTTI

Windtop UV Fire A2 50/225



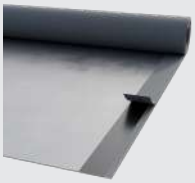
1

DS 65 PE



2

VSK Bitum Reflex 1200



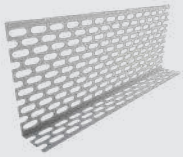
3

Tape 1 PE



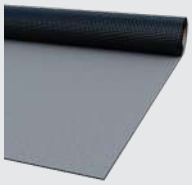
4

Rete antiuccelli ad angolo



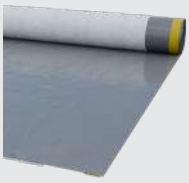
9

Planus Drein-Tec



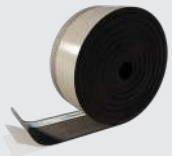
10

SONORA PRO



11

SONORA BAND

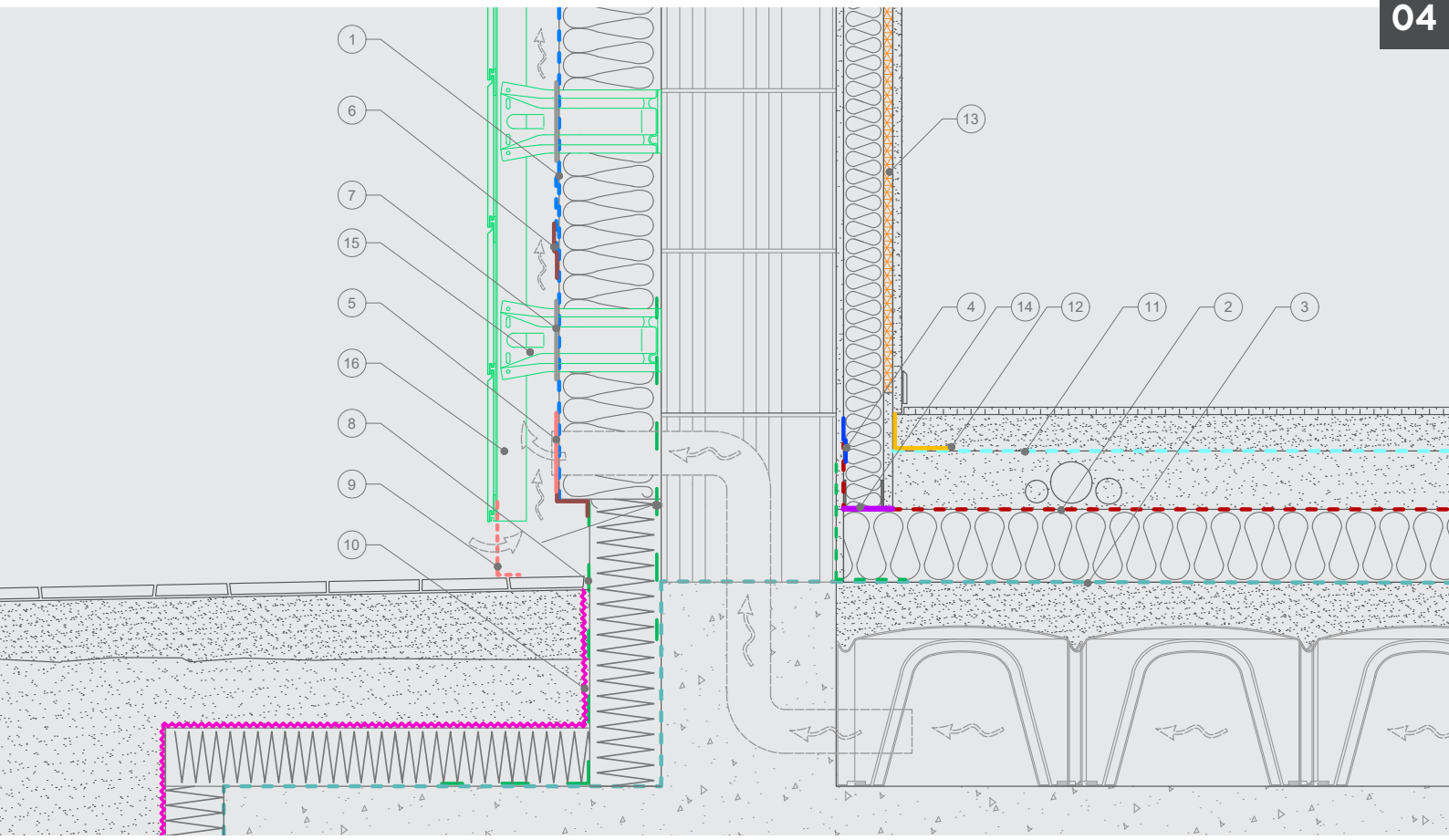


12

LATERIZIO CON FACCIATA VENTILATA

Vespaio aerato con scarico in facciata ventilata

Voce di capitolato

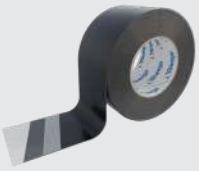


Coll Flexi



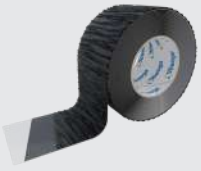
5

Coll Fire B 75



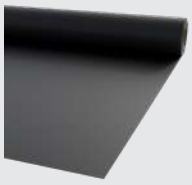
6

Coll ALU Elastic



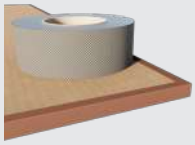
7

Coll HDPE



8

PHONESTAR / SONORA TAPE



13

Silenz TAGLIAMURO GIPS



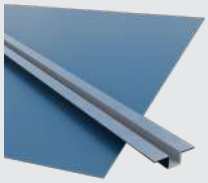
14

Staffa SPIDI® max ALU / Performant STRONG



15

Profilo "Ω" / ALUCOBEST® PVDF



16

RISANAMENTO LATERIZIO

Coibentazione interna - senza demolizione

05



LEGENDA PRODOTTI

USB Micro 100/20



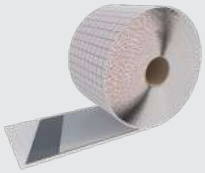
1

Tape Rapid



2

Coll 150



3

AIR Stop EPDM



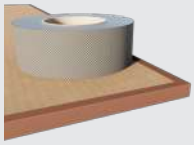
4

SONORA RUBBER



9

PHONESTAR / SONORA TAPE



10

Silenz GIPS



11

Silenz TAGLIAMURO GIPS

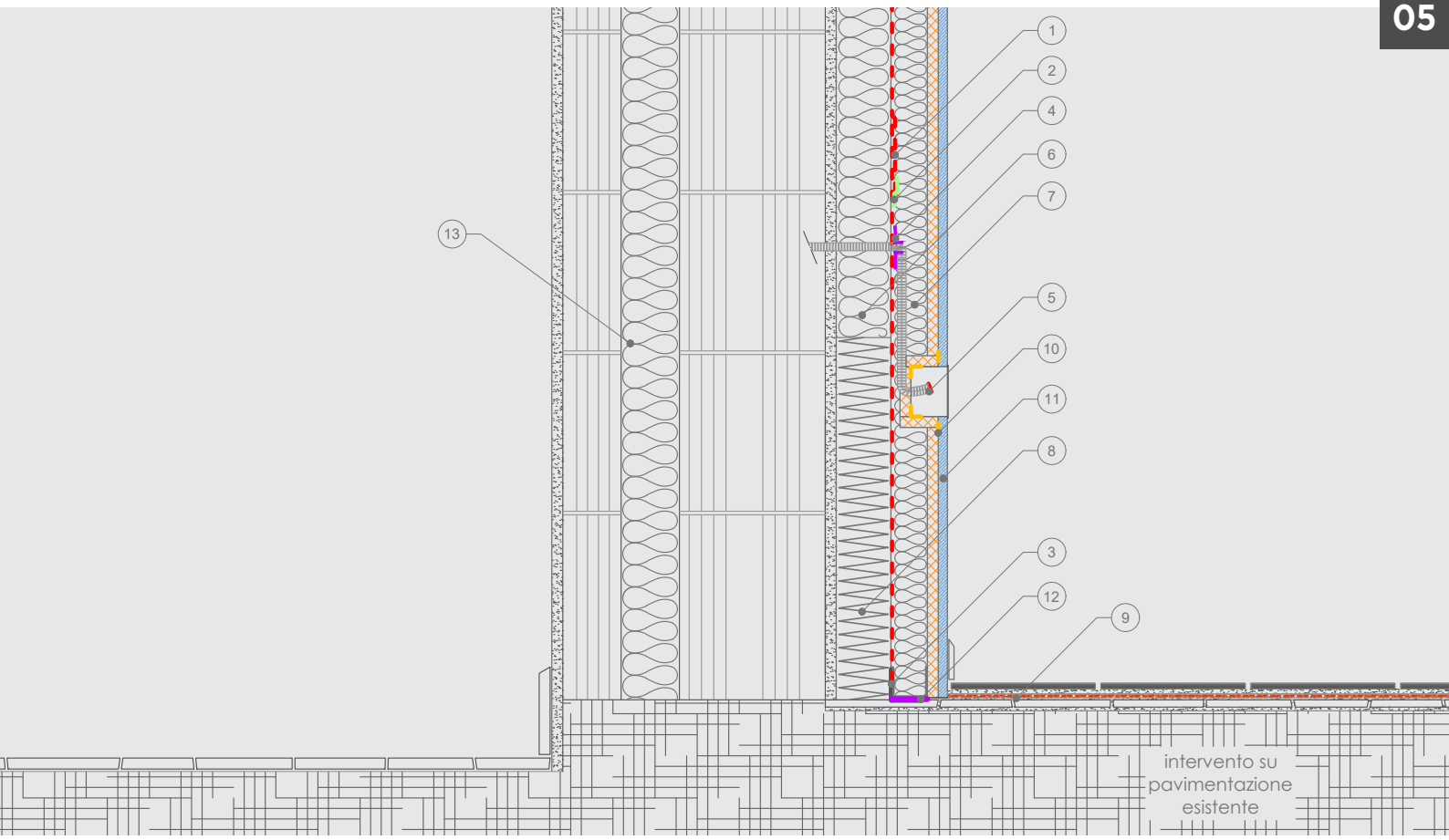


12

RISANAMENTO LATERIZIO

Coibentazione interna - senza demolizione

Voce di capitolato



AIR Stopper



5

WALL 140



6

FLEX



7

EPS Zoccolatura



8

Best wood FIBRE



13

RISANAMENTO MURATURA IN PIETRA

Coibentazione interna - finitura pannelli in argilla

06



LEGENDA PRODOTTI

Micro 100 Vario V20



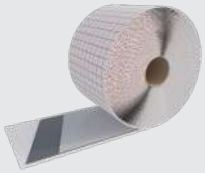
1

Tape 1 PE



2

Coll 150



3

AIR Stopper



4

VETRIXTEX



9

Intonaco rasante in terra cruda



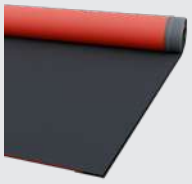
10

CaSiCLIMA TS



11

SONORA TN

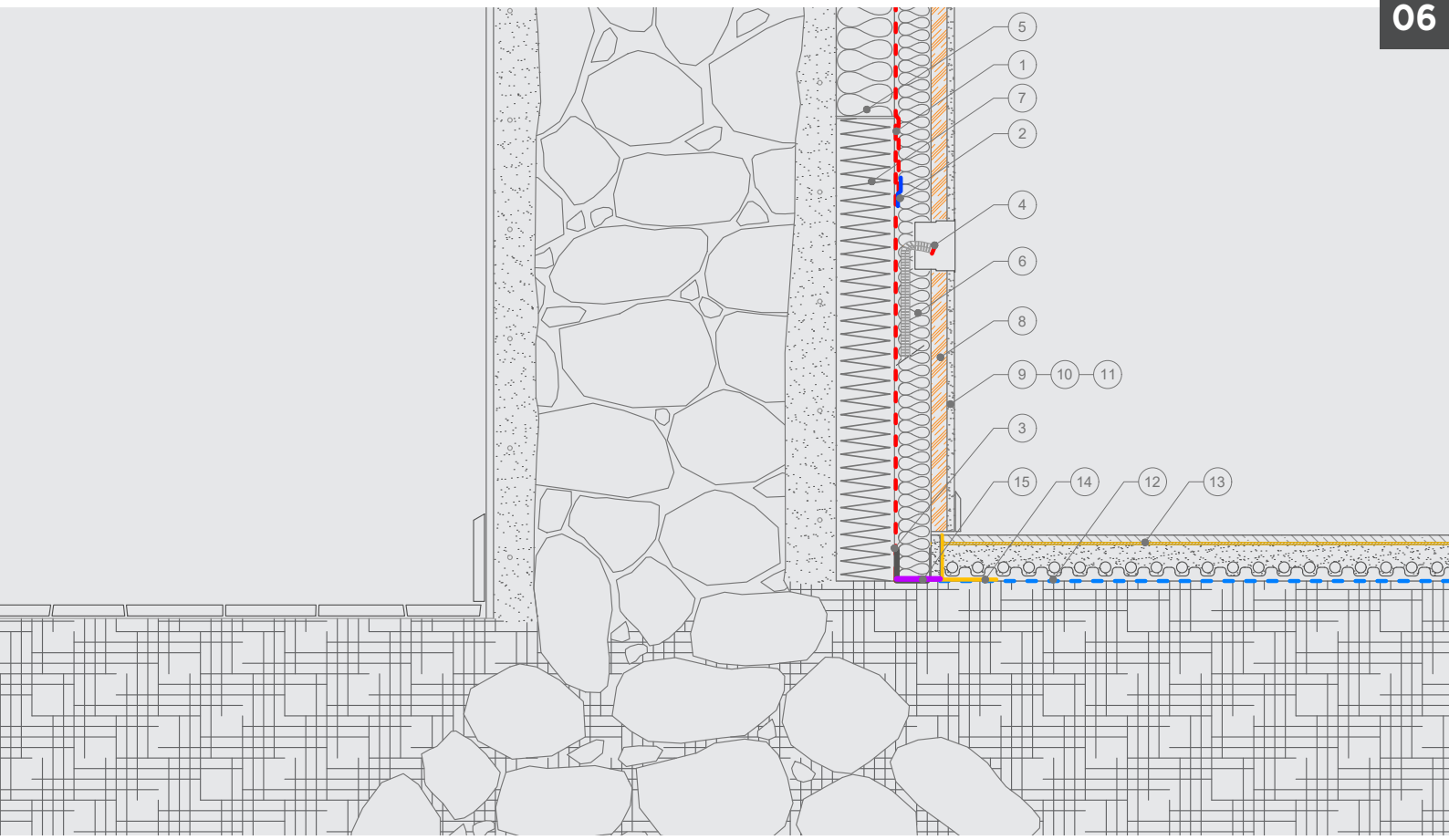


12

RISANAMENTO MURATURA IN PIETRA

Coibentazione interna - finitura pannelli in argilla

Voce di capitolato



WALL 140



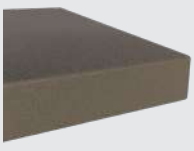
5

FLEX



6

EPS Zoccolatura



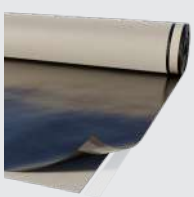
7

Pannello in terra cruda



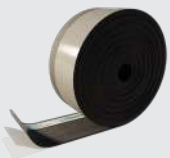
8

UHB PROFESSIONAL



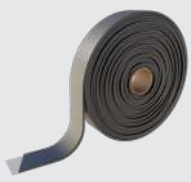
13

SONORA BAND



14

Silenz TAGLIAMURO GIPS

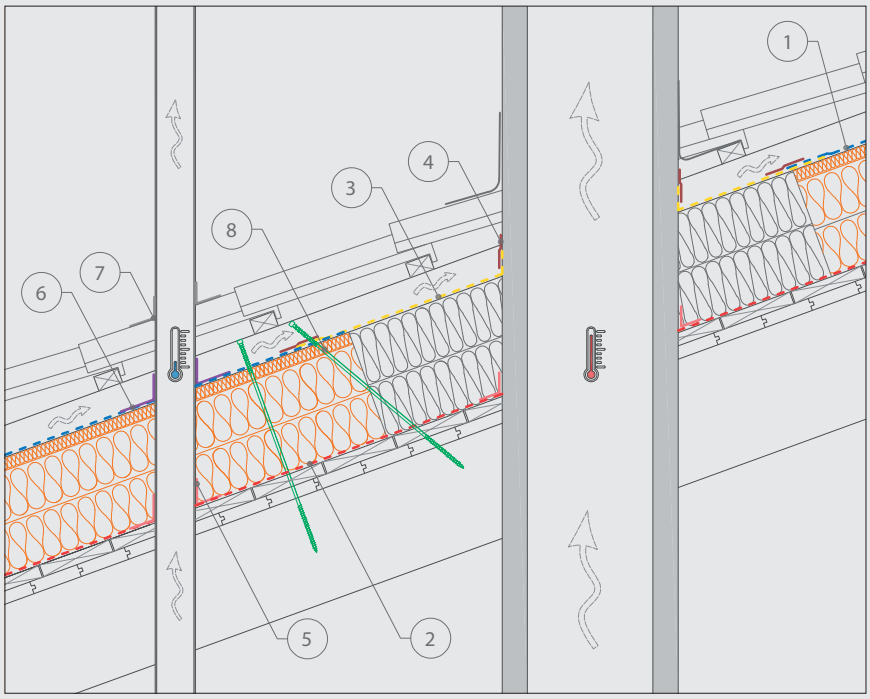


15

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Impermeabilità acqua - aria - vento a regola d'arte

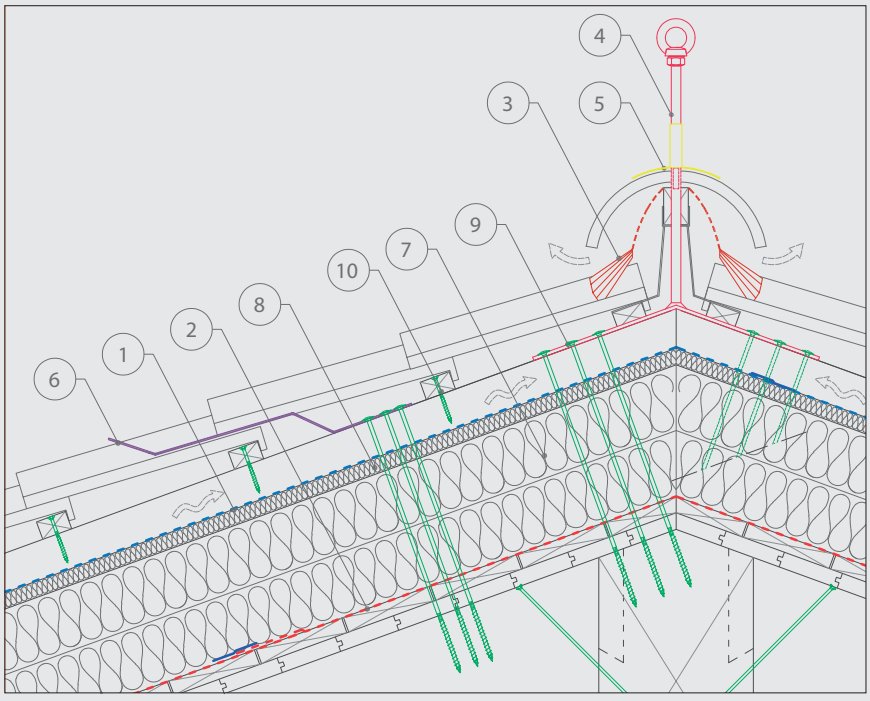
DETTAGLIO 01 - Attraversamenti freddo e caldo



LEGENDA PRODOTTI

1. Membrana traspirante(1)
2. Freno al vapore(2)
3. USB Fire Zero
4. Coll Fire B 75
5. Coll Flexi
6. AIR Stop
7. Coll ALU Elastic
8. ISOLANT TC

DETTAGLIO 02 - Linea Vita Palo Attraversamento + gancio



LEGENDA PRODOTTI

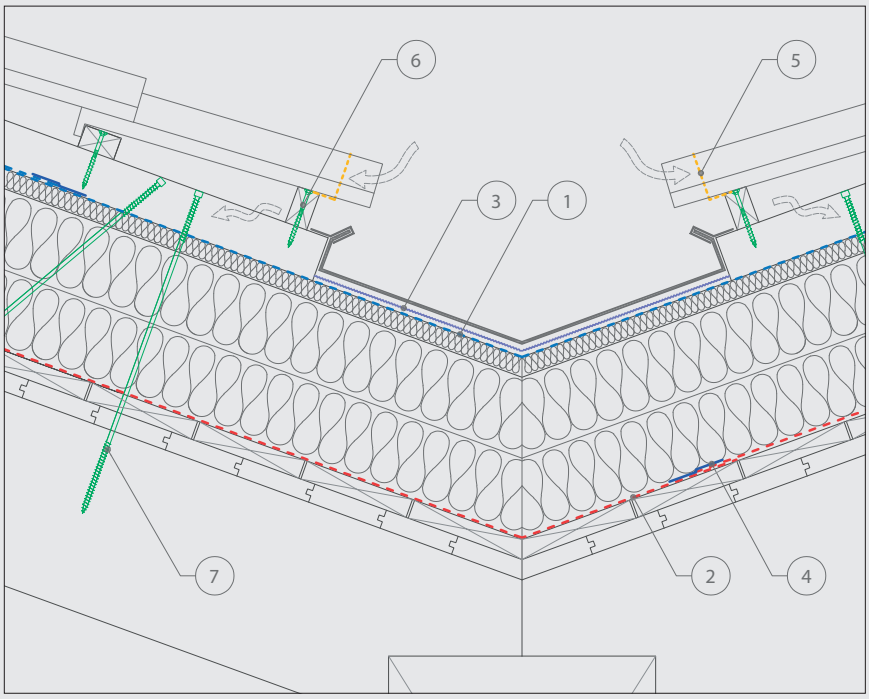
1. Membrana traspirante(1)
2. Freno al vapore(2)
3. Accessori per il colmo ventilato
4. Sistema Linea Vita
5. Set impermeabilizzazione
6. LUX-top SDA-Z II
7. MULTITHERM 110
8. TOP 180
9. PERFORMANT STRONG TB
10. PERFORMANT STRONG

(1) Secondo UNI 11470 (2) Da calcolare secondo UNI EN ISO 13788

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Impermeabilità acqua - aria - vento a regola d'arte

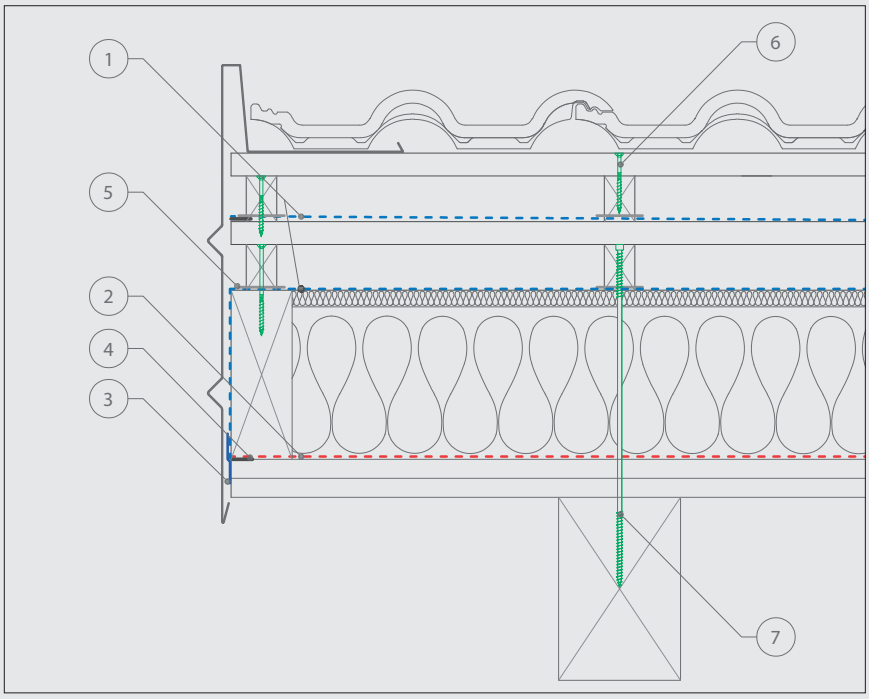
DETTAGLIO 03 - Compluvio



LEGENDA PRODOTTI

1. Membrana traspirante(1)
2. Freno al vapore(2)
3. USB Drenlam Light
4. Tape 1 PE
5. Pettine antiuccello
6. PERFORMANT STRONG
7. ISOLANT TC

DETTAGLIO 04 - Lavorazione di testa



LEGENDA PRODOTTI

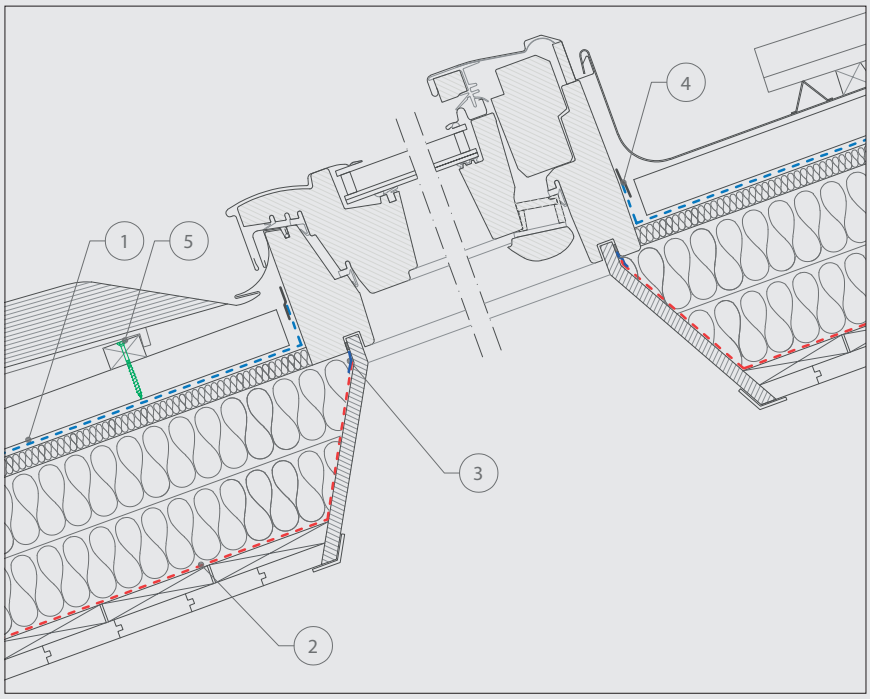
1. Membrana traspirante(1)
2. Freno al vapore(2)
3. Tape 1 PE
4. Tape 2 BU
5. Tip KONT
6. PERFORMANT STRONG
7. ISOLANT TC

(1) Secondo UNI 11470 (2) Da calcolare secondo UNI EN ISO 13788

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Impermeabilità acqua - aria - vento a regola d'arte

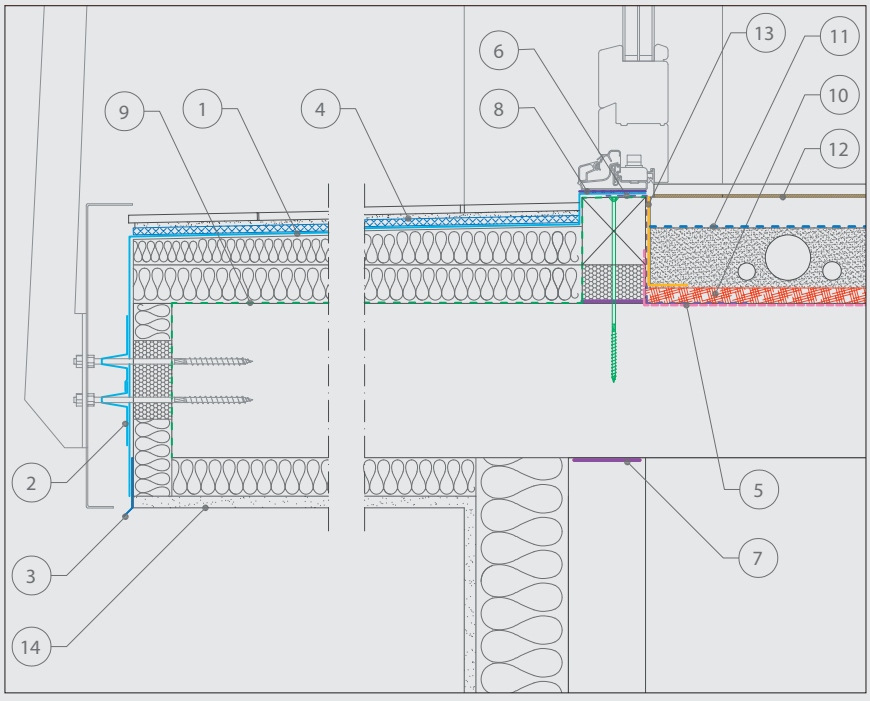
DETTAGLIO 05 - Finestra da tetto



LEGENDA PRODOTTI

1. Membrana traspirante(1)
2. Freno al vapore(2)
3. Tape 1 PE
4. Coll 150
5. PERFORMANT STRONG

DETTAGLIO 06 - Nodo solaio/balcone



LEGENDA PRODOTTI

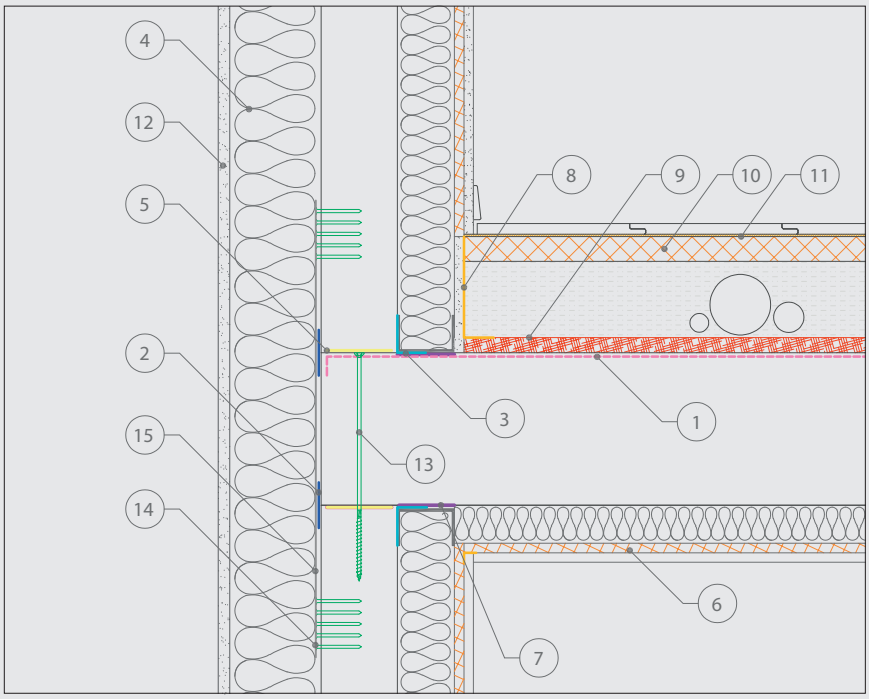
1. EVALON® VGSK
2. Collarino in EVALON®
3. Lamiera rivestita in EVALON®
4. Watec Drain
5. VSK Clear 280
6. FDB INT 350 FL
7. GAE STG Double
8. GAE LVD
9. Coll HDPE
10. SONORA RUBBER
11. SONORA TN
12. UHB PROFESSIONAL
13. SONORA BAND
14. Ciclo silikaolin

(1) Secondo UNI 11470 (2) Da calcolare secondo UNI EN ISO 13788

DETTAGLI COSTRUTTIVI

Impermeabilità acqua - aria - vento a regola d'arte

DETTAGLIO 07 - Nodo solaio interpiano



LEGENDA PRODOTTI

1. VSK Clear 280
2. Tape 1 PE 100 X
3. Tape Corner
4. WALL 180
5. PHONESTRIP
6. PHONESTAR
7. Silenz TAGLIAMURO GIPS
8. SONORA BAND
9. SONORA RUBBER
10. SONORA TOP FLOOR
11. UHB PROFESSIONAL
12. Ciclo silikaolin
13. PERFORMANT STRONG
14. NCA (chiodi ANKER)
15. Nastro forato NFT

FASI DI POSA - TETTO

la posa in opera a regola d'arte del sistema tetto



Posa del freno al vapore a partire dal basso, parallelamente alla linea gronda. Sigillatura del perimetro con nastro biadesivo butilico.



Nel caso di gronda esile, risvoltare il freno al vapore verso il basso e sigillarlo sulla parete in legno o pre-intonacata con appositi sistemi di sigillatura. Utilizzare primer se necessario.



Se la superficie di posa è in legno, fissare meccanicamente il freno al vapore con apposite graffe metalliche esclusivamente nella zona di sormonto che verrà poi coperta dal lembo del foglio successivo.



Se la superficie di posa è in cemento o altro materiale, stabilizzare il freno al vapore mediante l'uso di appositi sigillanti quali schiuma poliuretanica adesiva oppure sigillanti in cartuccia idonei.



Posizionare il secondo foglio di freno al vapore, sovrapposto di 10 cm rispetto al primo. Se la pendenza è inferiore al 30% aumentare la sovrapposizione a 15 cm.



Nastrare sovrapposizioni e interruzioni con nastro adesivo acrilico oppure bandella biadesiva. Per ottenere una perfetta tenuta, applicare tutti i sistemi di sigillatura con apposito rullino di pressione.

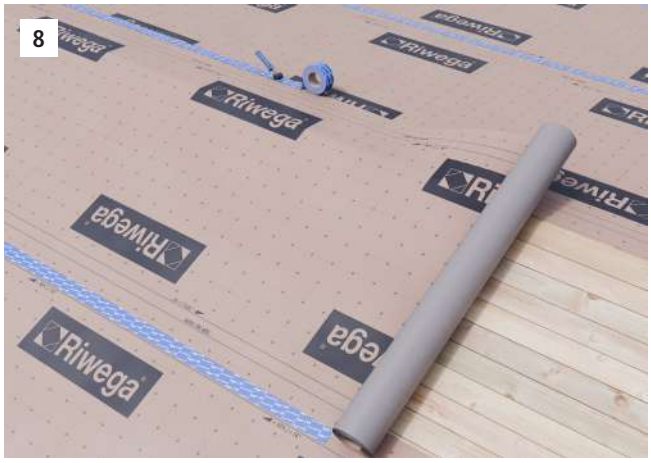
NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA - TETTO

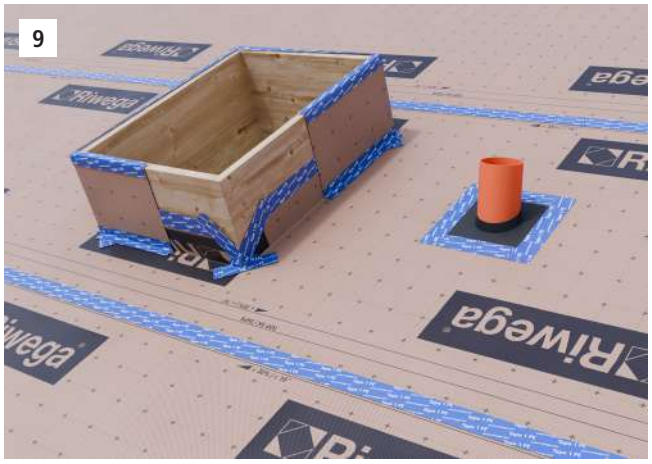
la posa in opera a regola d'arte del sistema tetto



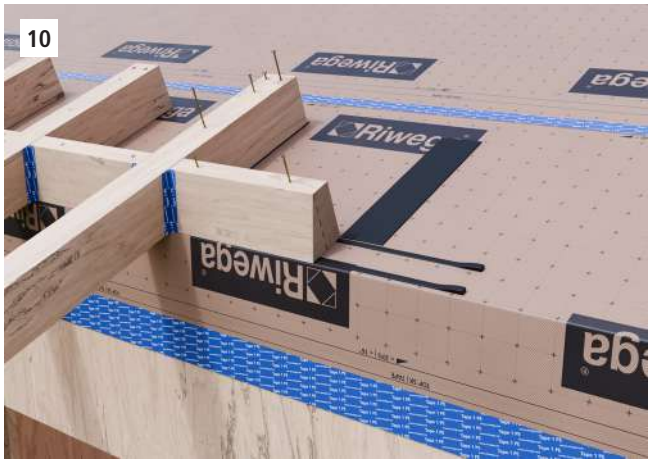
In caso di versione TOP SK, le membrane vanno sovrapposte seguendo apposita linea di sormonto, facendo coincidere perfettamente le due strisce di colla. Effettuare un'adeguata pressione con apposito rullino.



In corrispondenza della linea di colmo, risvoltare il freno al vapore di almeno 20 cm sulla falda adiacente e sigillarlo sul freno al vapore già precedentemente posizionato.



Sigillare tutte le interruzioni delle membrane, quali fine rotolo e/o elementi di passaggio, quali ad esempio camini, sfiati, finestre da tetto e impianti, con appositi nastri adesivi.



Sigillare a regola d'arte tutti i punti di interruzione e tutte le connessioni delle struttura con appositi materiali di sigillatura quali guarnizioni in EPDM e/o guarnizioni a espansione.



Posizionamento dei pannelli coibenti in più strati incrociati e a giunti sfalsati per massimizzare la prestazione termica e ridurre al minimo il rischio di ponti termici.

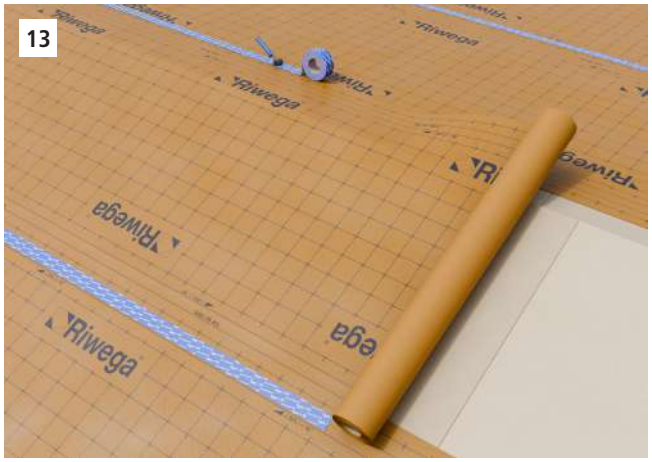


Posizionare la membrana partendo dal punto più basso, parallelamente alla gronda. Sigillare perimetro e sovrapposizioni con apposito nastro adesivo. Creare una perfetta pressione con l'apposito rullino.

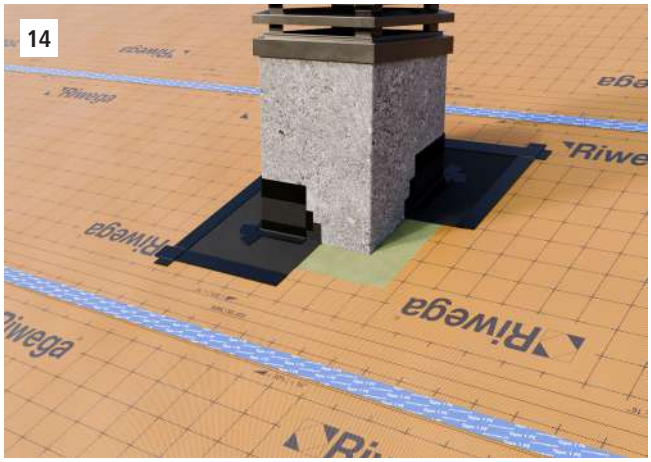
NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA - TETTO

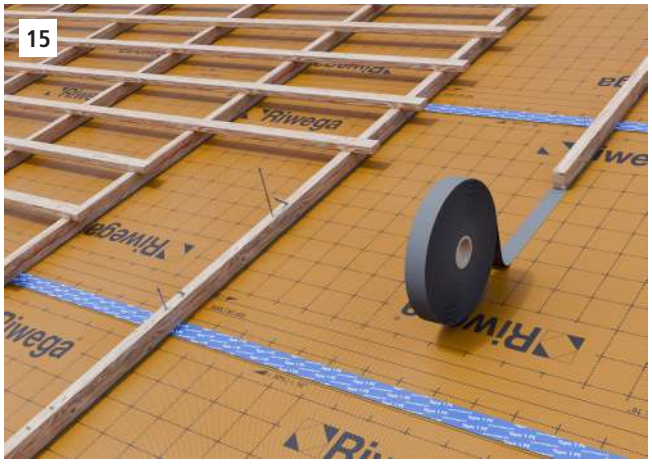
la posa in opera a regola d'arte del sistema tetto



In corrispondenza della linea di colmo, risvoltare la membrana traspirante di almeno 20 cm sulla falda adiacente e sigillarla sulla membrana traspirante già precedentemente posizionata.



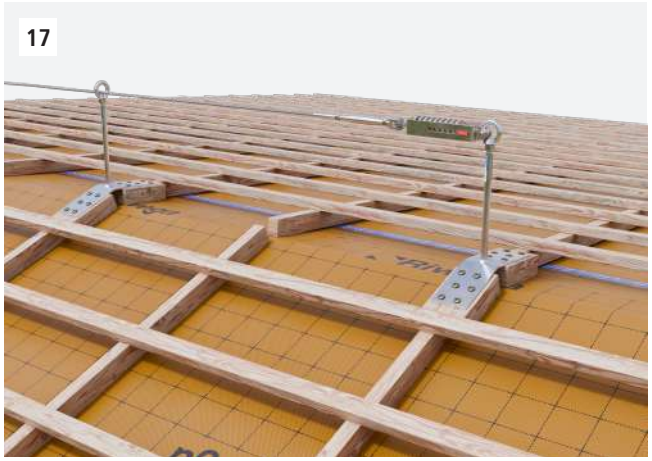
In corrispondenza dell'intersezione con il camino, posizionare un pezzo di membrana idonea, maggiormente resistente al fuoco, per ridurre il rischio di incendio e sigillarla sia sul camino che sulla membrana.



Utilizzo della guarnizione punto chiodo, continua o a punti, da posizionare sulla membrana in corrispondenza dei listelli, oppure direttamente sui listelli nella versione biadesiva.



Posizionare lungo la linea di gronda appositi sistemi di protezione dall'ingresso di animali e di sporcizia, quali reti antinsetti, aventi differenti larghezze di maglia e pettini antiuccelli.



Posizionare i sistemi di sicurezza, quali linee vita e/o ganci di ancoraggio, esternamente al pacchetto tetto per evitare ponti termici causati dagli elementi metallici e fissarli con viti di lunghezza adeguata.



Posizionare il sottocolmo sull'apposito listello sorretto dal portacolmo universale. Far aderire le bandelle plissettate all'ultima fila di tegole. Stabilizzare le tegole di colmo con gli appositi ganci.

NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA - PARETE

la posa in opera a regola d'arte del sistema parete



Nel caso di struttura in legno posizionare la parete su cordolo Radic-sol. Posizionare una guaina apposita anti umidità di risalita tra cordolo e parete e una guaina impermeabilizzante e anti-radice sull'esterno.



Nelle strutture tradizionali, posizionare una barriera al gas radon tra la fondazione e l'edificio. Assicurare la tenuta all'aria con apposito nastro adesivo. Pre-intonacare e se necessario utilizzare il primer.



Nel caso di facciata ventilata, posizionare staffe SPIDI e profili in alu, considerando le distanze minime per assorbire le dilatazioni. Valutare i fissaggi sulla base della struttura portante e del tipo di finitura.



Impermeabilizzare il piede esterno della parete tramite apposita guaina adesiva e antiradice. Se necessario utilizzare il primer. Assicurare anche la tenuta al vento della connessione tra la parete e il cordolo.



Nel caso di facciata ventilata, posare tra la struttura di supporto metallica i pannelli isolanti. Se necessario, ancorarli alla parete per stabilizzarli.

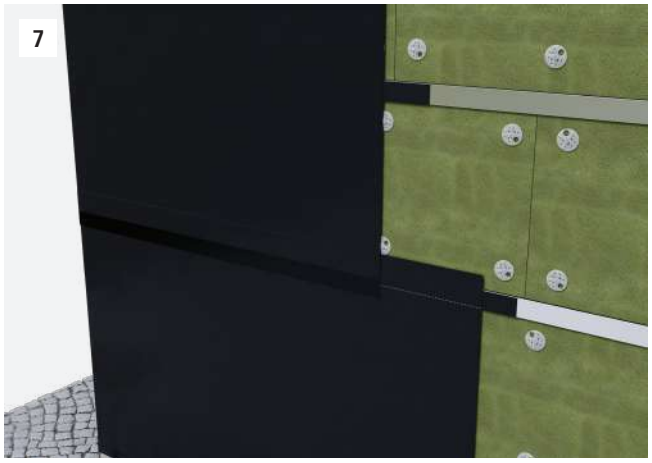


Nel caso di cappotto intonacato, posizionare i pannelli isolanti con apposito collante a tutta superficie o a cordoli e punti. Completare la posa con appositi tasselli. Eseguire la zoccolatura con pannelli in EPS.

NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA - PARETE

la posa in opera a regola d'arte del sistema parete



Nel caso di facciata ventilata, proteggere l'isolante con una membrana traspirante. Selezionare la membrana a seconda se la finitura è a giunti chiusi o a giunti aperti. Sigillare tutti i sormonti/interruzioni.



Nel caso di cappotto con finitura a intonaco, posare i profili angolari in corrispondenza dei fori finestra e gli altri profili con funzioni specifiche quali i profili di gocciolatoio e i rinforzi angolari.



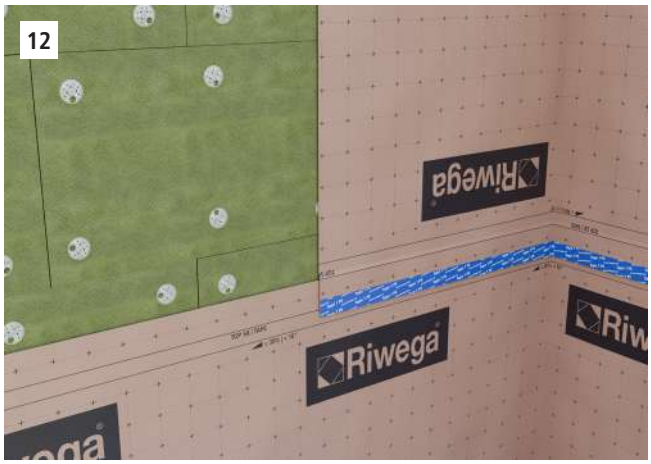
Nel caso di facciata ventilata, ancorare i pannelli di finitura alla sottostruttura mediante il sistema „scatolato" oppure „rivettato" da scegliere in base al risultato estetico e architettonico da ottenere.



Nel caso di cappotto con finitura a intonaco, una volta posizionati i pannelli isolanti, proseguire con la realizzazione del ciclo completo di finitura (rasante, rete di rinforzo, intonachino, pittura).



Nel caso di placcaggio interno dello strato di coibentazione, applicare il materiale isolante in aderenza al muro, stabilizzandolo con qualche fissaggio meccanico.

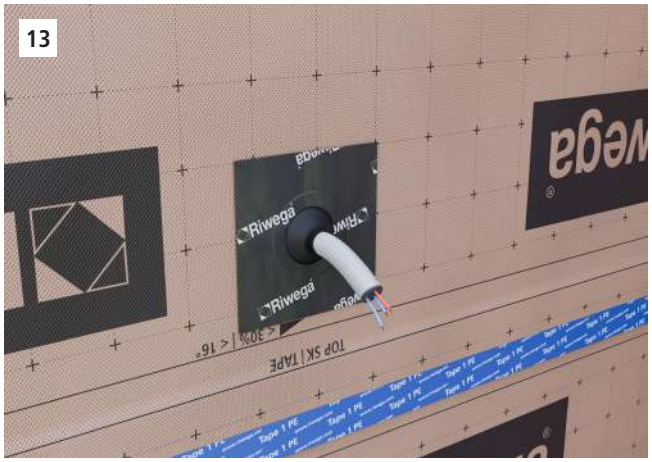


Nel caso di placcaggio interno dell'isolante, una volta ancorati i pannelli alla parete, stendere il freno al vapore su tutta la superficie, sigillato in ogni interruzione e sovrapposizione, nonché lungo tutto il perimetro.

NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA - PARETE

la posa in opera a regola d'arte del sistema parete



Nel caso in cui gli impianti si intersechino con il freno al vapore, sigillare a regola d'arte l'interruzione con appositi sistemi quali collarini di tenuta e/o idonei materiali di tenuta in genere.



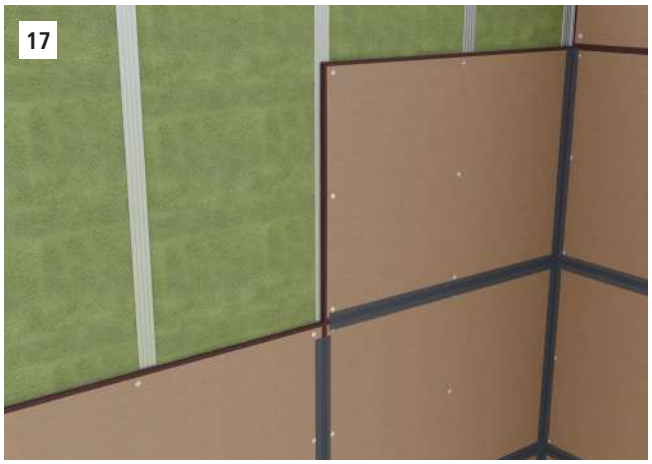
Nel caso di una controparete interna, riempire il vano del passaggio impianti con idoneo materiale isolante a bassa densità per migliorare sia le prestazioni termiche che acustiche della parete perimetrale.



Nel caso in cui il freno al vapore venisse posato sulla struttura del cartongesso, utilizzare l'apposito nastro biadesivo butilico sigillante al chiodo per stabilizzare il freno al vapore e garantire l'impermeabilità.



Particolare di ripresa del freno vapore in parete con il freno vapore posato sul soffitto. Dettaglio di sigillatura dei due teli per assicurare la tenuta all'aria lungo tutto lo spigolo tra parete e solaio.



Posa della lastra acustica ancorata sulla struttura portante della finitura a cartongesso. Curare nei minimi dettagli, con gli appositi accessori di sistema, la sigillatura delle lastre al fine di ottimizzarne le prestazioni.



In corrispondenza delle interruzioni di facciata, quali ad esempio il foro finestra, sigillare a regola d'arte con appositi materiali, il freno al vapore per ridurre al minimo il rischio di formazione di condensa.

NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

Personalizzazioni

Personalizza la tua membrana!

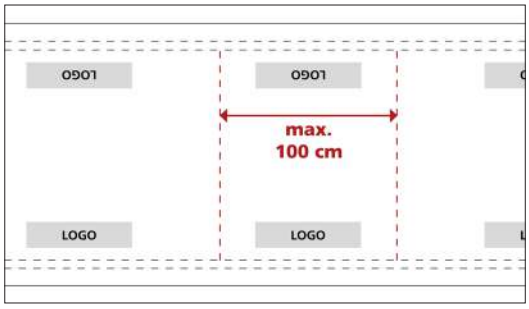
Realizza la tua membrana personalizzata (a colori e con il tuo logo) **e fatti riconoscere!**
Massimo risultato, minimo sforzo.
Rendi unico il tuo cantiere, per garantirti un doppio successo.
La membrana personalizzata garantisce alla tua azienda la massima visibilità fino alla posa della copertura finale.

Come funziona?

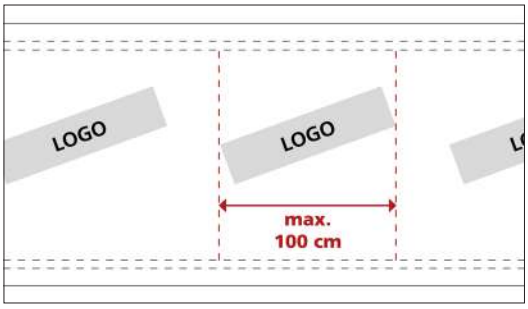
Manda il tuo logo vettoriale al consulente tecnico di zona. In pochissimo tempo riceverai alcune proposte grafiche fra cui potrai scegliere. La quantità minima d'ordine per prodotti standard (colore della membrana e colore di stampa come da catalogo) è di 4.500 m²; per un prodotto completamente personalizzato (colore della membrana e colore di stampa) la quantità minima d'ordine è invece di 9.000 m².

Modelli per la personalizzazione delle membrane

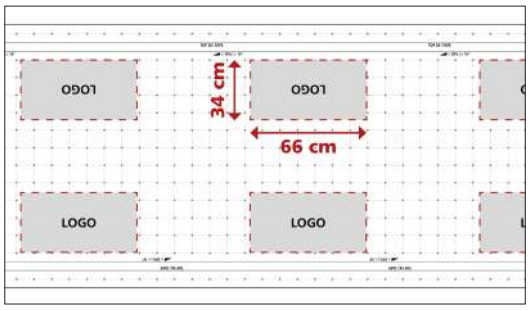
"LOGO PICCOLO"
Linea Protector, Superior, Eurostandard



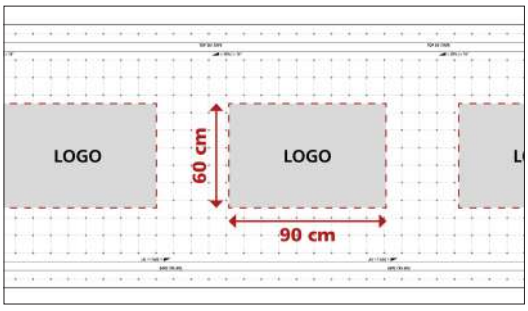
"LOGO GRANDE"
Linea Protector, Superior, Eurostandard



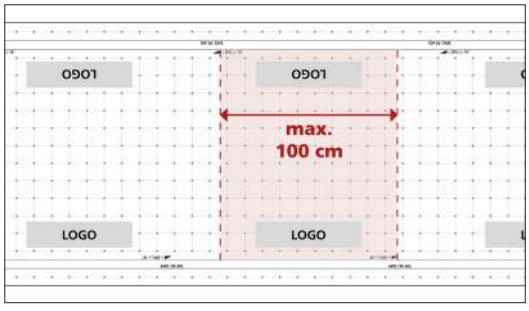
"LOGO SWING PICCOLO"
Linea Protector, Superior



"LOGO SWING GRANDE"
Linea Protector, Superior



"LOGO STANDARD SUPERIOR"
Linea Superior



"LOGO STANDARD PROTECTOR"
Linea Protector

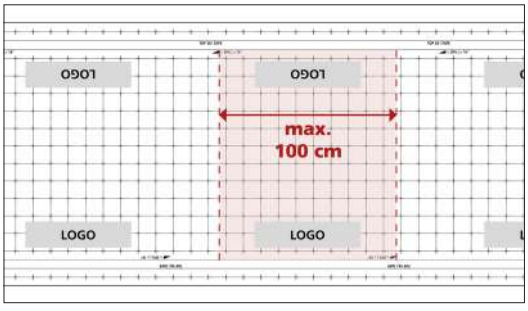
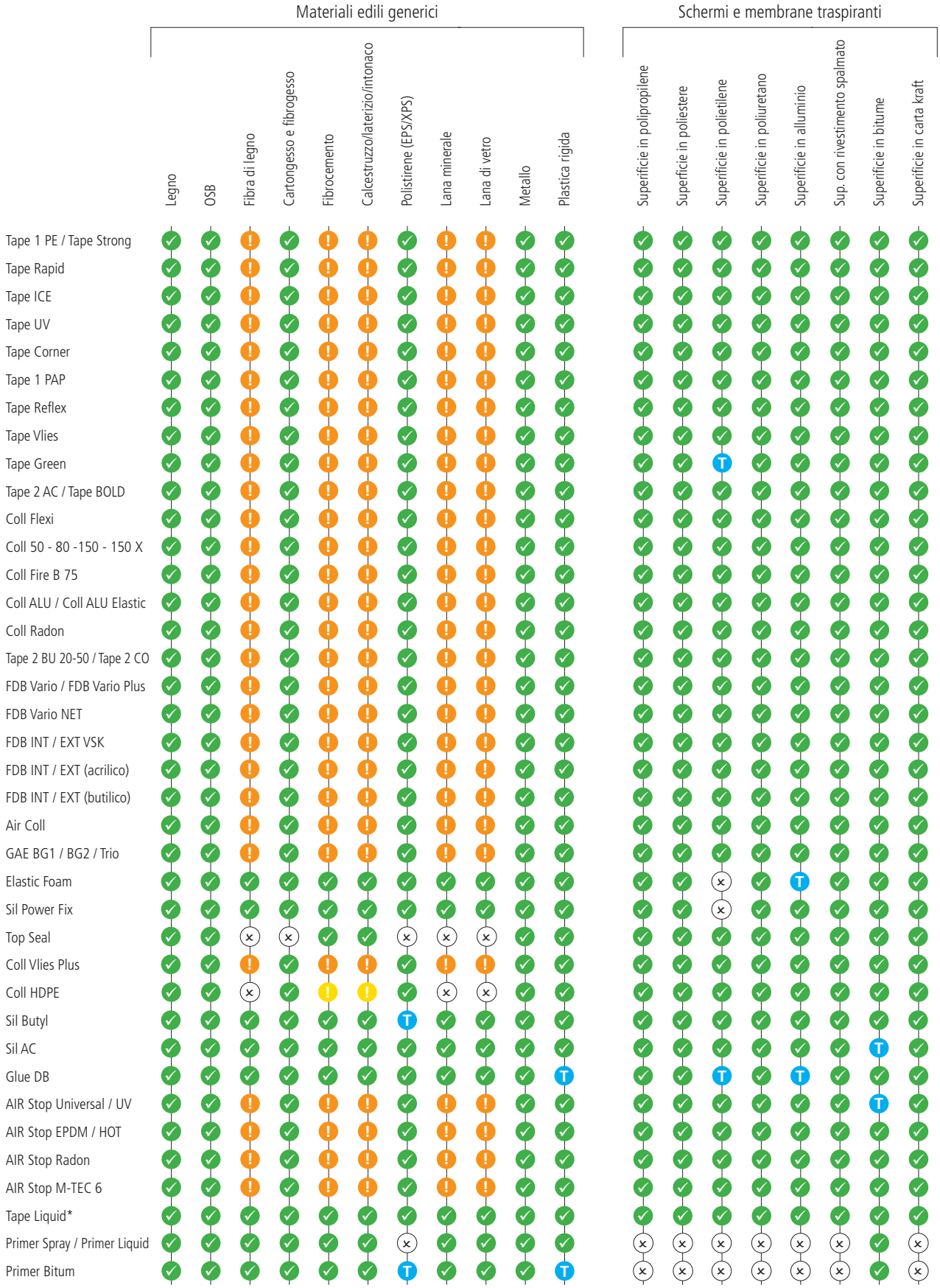


Tabella compatibilità supporti



- Prodotto compatibile
- Prodotto compatibile solo se abbinato a Primer Spray / Primer Liquid
- Prodotto compatibile solo se abbinato a Primer Bitum
- Prodotto assolutamente NON compatibile
- Verificare la compatibilità con test in opera

*Consultare "Tabella compatibilità supporti" sul sito www.riwega.com

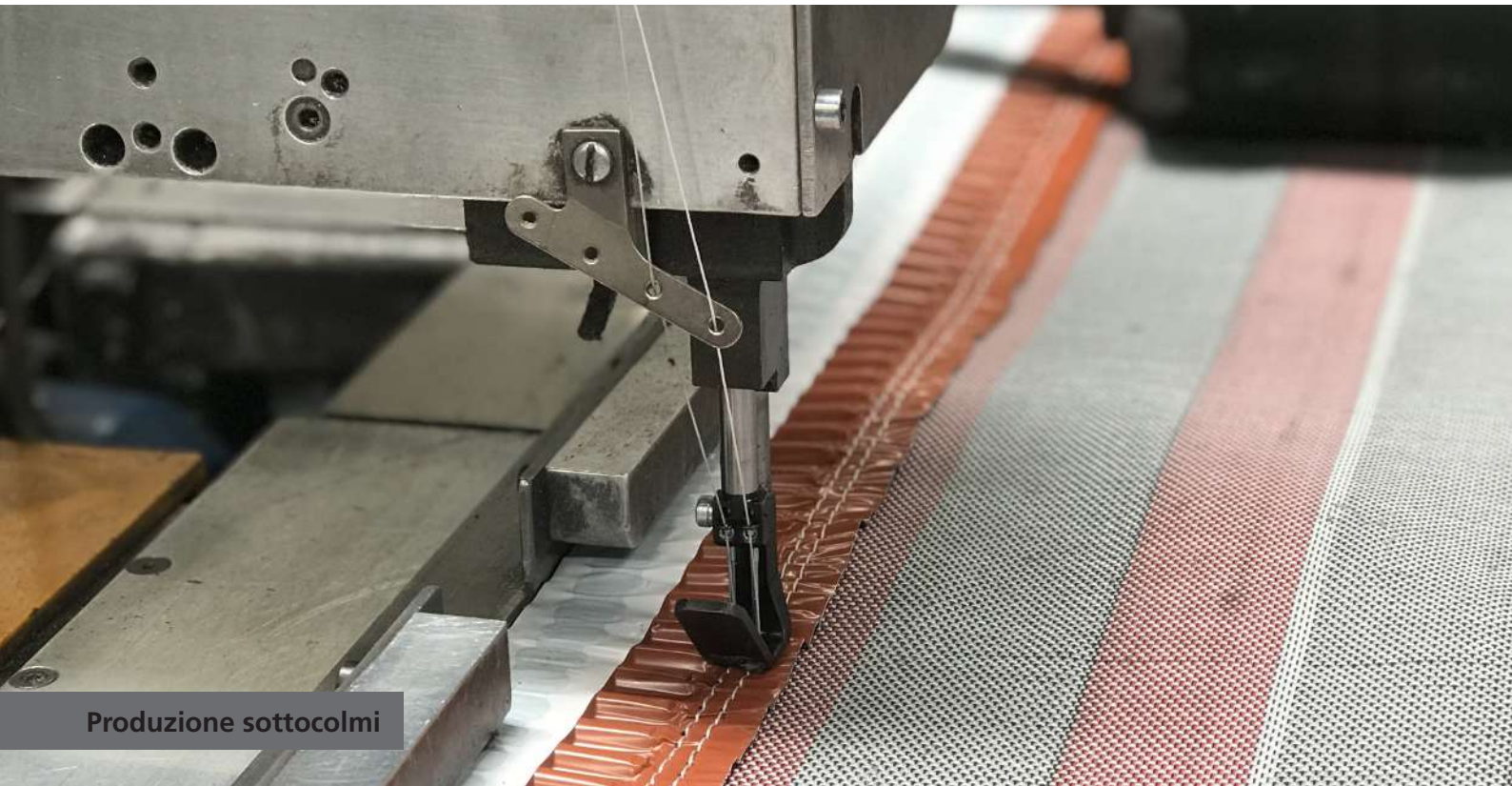


Produzione nastri per serramenti





Produzione nastri adesivi



Produzione sottocolmi



Stampa personalizzata



Laminazione





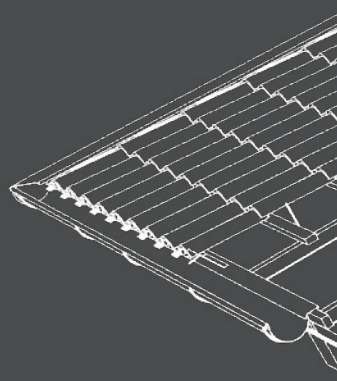
Termosaldatura


NOTES

Riwega Srl
Via Isola di Sopra, 28 I-39044 Egna (BZ)
Tel. +39 0471 827 500 Fax +39 0471 827 555
info@riwega.com www.riwega.com

RoofRox Srl
Via Lazio, 14 I-20823 Lentate sul Seveso (MB)
Tel. +39 031 789 959 Fax +39 031 974 0098
info@roofrox.com www.roofrox.com

Riwega therm Srl
Via del Bersaglio, 7 I-39040 Montagna (BZ)
Tel. +39 0471 801 900 Fax +39 0471 801 907
info@riwega-therm.com www.riwega-therm.com



Ergepearl

COD:0532IT0926