Riwega®

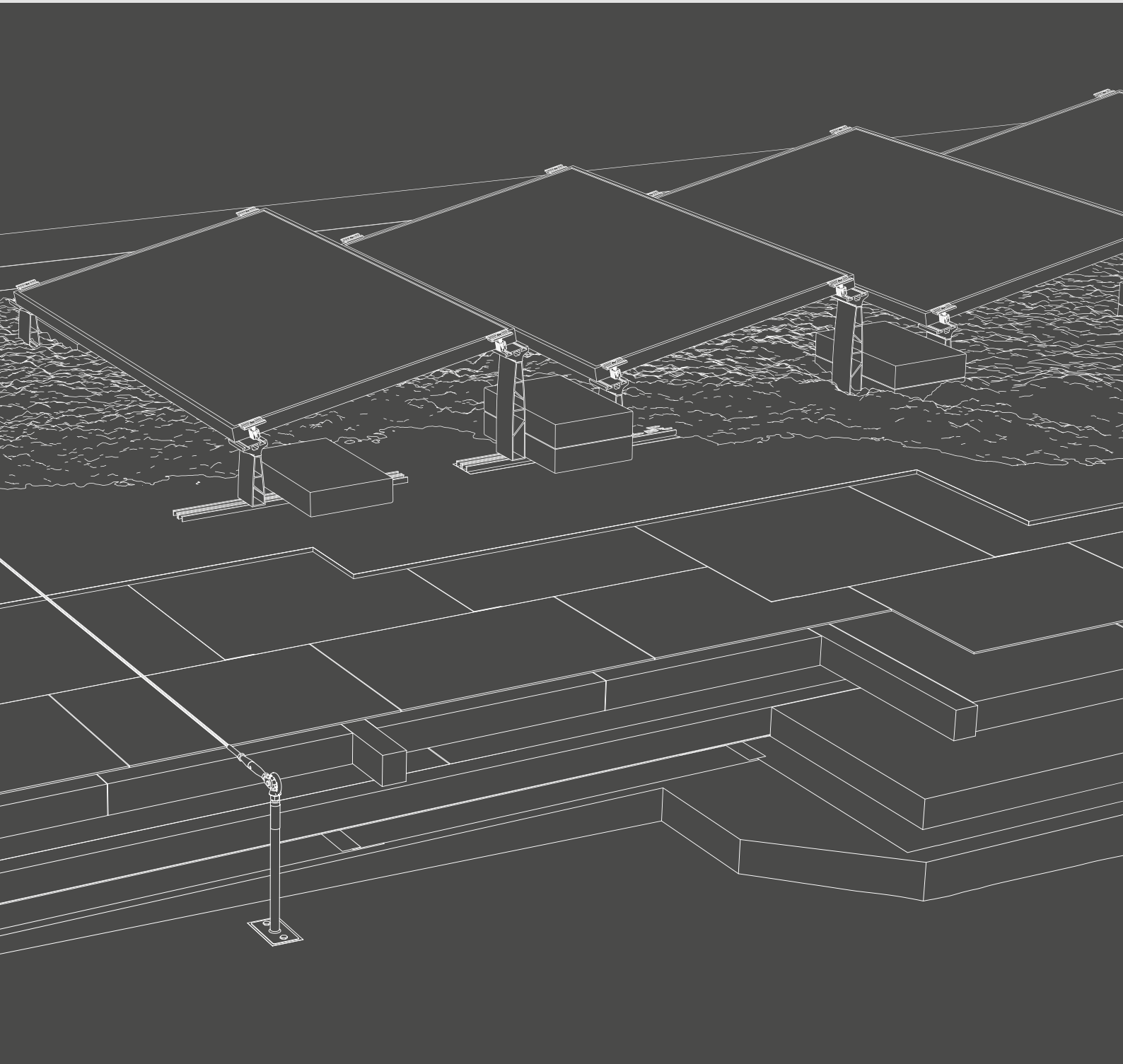
Ergepearl

RoofRox®

Manuale Tecnico

COPERTURE PIANE E VERDI

Dalla corretta impermeabilizzazione ai sistemi di finitura



Il tetto piano: la copertura moderna



Il tetto piano è una tipologia di copertura architettonica caratterizzata da una superficie orizzontale o leggermente inclinata. Questa soluzione si distingue per la sua funzionalità e versatilità, diventando una scelta sempre più popolare in vari contesti architettonici. La storia del tetto piano è complessa e riflette i cambiamenti delle esigenze abitative, delle tecniche costruttive e dei materiali utilizzati nel corso dei secoli.
Il tetto piano si differenzia dal tetto a falda principalmente per l'inclinazione della copertura e, soprattutto, per il manto di copertura. Nel mondo dei tetti inclinati si parla generalmente di coperture discontinue, con materiali di copertura in tegole, coppi, lamiera o altro. Quando si parla di tetto piano ci si riferisce sempre a una copertura continua che deve essere eseguita in manti bituminosi, sintetici o liquidi, che coprono l'edificio, creando un manto continuo che, senza nessuna interruzione, impermeabilizza e protegge l'edificio.

Nel 2011 Riwega ha battezzato la divisione Riwega | planus che propone prodotti e sistemi per l'impermeabilizzazione, distribuendo in Italia membrane in EVA, TPE e TPO prodotte da aziende europee specializzate, che consentono di impermeabilizzare tetti piani, tetti poco pendenti, tetti verdi e tetti curvi, con sicurezza e durata che sul mercato non trovano eguali.

Riwega collabora da anni con alcune tra le più importanti associazioni di settore in Italia, tra le quali ASSIMP Italia, ovvero l'interlocutore più rilevante per chiunque voglia lavorare, nel campo dell'impermeabilizzazione, in un contesto propositivo e votato al raggiungimento di obiettivi concreti in campo normativo. L'associazione si fa portavoce delle piccole, medie e grandi Imprese specialistiche che operano in questo settore, valorizzandone l'operato.

ASSIMP ITALIA
Associazione delle Imprese di Impermeabilizzazione Italiane
NETWORKING | TECNOLOGIA | FORMAZIONE

Riwega® RoofRox®

Indice

Il tetto piano e le sue origini

- **Origini del tetto piano** ... Pag. 4
- **Sviluppo e diffusione nel tempo** ... Pag. 4
- **Il XX secolo e la modernità** ... Pag. 5
- **Sostenibilità e innovazione** ... Pag. 5
- **Conclusione** ... Pag. 5

La normativa tecnica sul tetto piano

- **Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue - UNI 8178-2:2019** ... Pag. 6
- **Definizione e classificazione delle coperture continue e discontinue - UNI 8627-1 + 2:2019** ... Pag. 13
- **Definizione e caratteristiche delle membrane sintetiche - UNI 13956:2013** ... Pag. 14
- **Istruzioni per la progettazione dell'elemento di tenuta - UNI 9307-1:1988** ... Pag. 15
- **La contabilizzazione dei sistemi continui di impermeabilizzazione - UNI 10697:1999** ... Pag. 18
- **Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione di coperture continue - UNI 11345:2010** ... Pag. 20
- **Linea guida per la manutenzione delle coperture con membrane sintetiche - UNI 11540-1 + 2:2014** ... Pag. 21
- **Formazione e qualificazione dei posatori - UNI 11333-1 + 3:2009** ... Pag. 23
- **La resistenza al vento dei sistemi di coperture continue - UNI 11442:2015** ... Pag. 25

La normativa tecnica sulle membrane liquide

- **Prodotti applicati liquidi per impermeabilizzazione - UNI 11928:2023** ... Pag. 27

La normativa tecnica sul tetto verde

- **La progettazione, la posa, il controllo e la manutenzione di coperture verdi - UNI 11235:2015** ... Pag. 30

Criteri Ambientali Minimi in Edilizia

- **Adattamento ai cambiamenti climatici** ... Pag. 33
- **Prestazione energetica in fase estiva** ... Pag. 34
- **Benessere termico** ... Pag. 34
- **Tenuta all'aria (e al vento)** ... Pag. 34
- **Prestazioni e benessere (comfort) acustico** ... Pag. 35
- **Giunti di raccordo tra serramenti esterni ed interni con l'involucro opaco** ... Pag. 35
- **Piano di manutenzione dell'opera** ... Pag. 35
- **Piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita** ... Pag. 35
- **Emissioni negli ambienti interni (inquinamento indoor)** ... Pag. 36
- **Prodotti di legno o a base di legno** ... Pag. 36

Indice

Criteri Ambientali Minimi in Edilizia

Isolanti termici e acustici ..... Pag. 37
Capacità tecnica dei posatori ..... Pag. 38
Considerazioni finali ..... Pag. 38

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La stratigrafia del tetto piano sotto l'impermeabilizzazione ..... Pag. 39
La struttura portante e la pendenza delle coperture piane ..... Pag. 39
La fisica tecnica del tetto piano ..... Pag. 41
Prescrizioni sugli isolanti per coperture piane ..... Pag. 49
La differenza tra tetto caldo e tetto freddo ..... Pag. 51
Il fissaggio meccanico e l'incollaggio ..... Pag. 53
La stratigrafia del tetto piano sopra l'impermeabilizzazione ..... Pag. 54
Resistenza agli agenti atmosferici e radiazione UV ..... Pag. 54
La copertura in ghiaia ..... Pag. 56
Il tetto verde ..... Pag. 57
Coperture pedonabili o carrabili ..... Pag. 59
La pavimentazione ..... Pag. 62
Pavimentazione flottante ..... Pag. 62
Pavimentazione tradizionale ..... Pag. 62
Pavimenti a basso spessore ..... Pag. 63
Fotovoltaico sul tetto piano ..... Pag. 64
Il B_{ROOF} - t1 - t2 - t3 - t4 ..... Pag. 65
Il valore SRI - Cool roof ..... Pag. 68
La sicurezza permanente sul tetto piano ..... Pag. 70
Manutenzione ..... Pag. 74

Il risanamento del tetto piano

Guaina bituminosa esistente ..... Pag. 75
Membrana sintetica esistente ..... Pag. 77
Il collegamento di membrane esistenti e membrane nuove ..... Pag. 78
Riparazione di membrane esistenti ..... Pag. 79
Nuove membrane su membrane esistenti ..... Pag. 80

Garanzie, certificazioni e durabilità dei materiali

Garanzie nelle coperture piane ..... Pag. 82
Certificati per prodotti di impermeabilizzazione delle coperture piane ..... Pag. 84

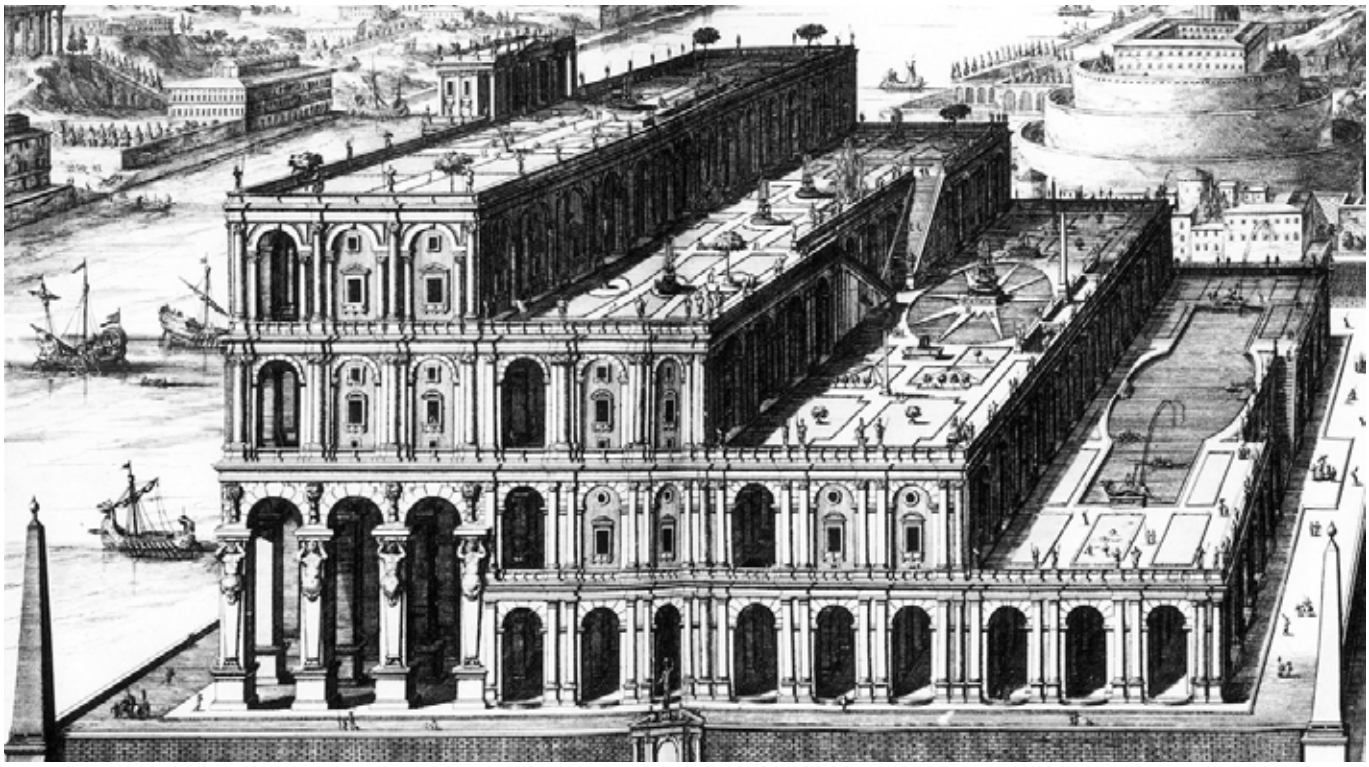
DETTAGLI COSTRUTTIVI: stratigrafie tetto piano ..... Pag. 86
FASI DI POSA ..... Pag. 114

Il tetto piano e le sue origini

Origini del tetto piano

Le origini del tetto piano si possono rintracciare in diverse civiltà antiche, che hanno utilizzato questa tipologia di copertura per ragioni pratiche e simboliche. Nell'antico Egitto, per esempio, i tetti piani erano comunemente realizzati in mattoni di fango e servivano non solo come copertura, ma anche come spazi abitabili. Gli egiziani sfruttavano queste superfici per attività quotidiane, come il relax e l'osservazione delle stelle.

Un altro esempio significativo si trova nell'architettura mesopotamica, dove i tetti piani erano comuni nelle abitazioni. Qui i materiali come la canna palustre e la terra battuta erano utilizzati per creare coperture che, oltre a fornire riparo, si integravano con l'ambiente circostante.



Sviluppo e diffusione nel tempo

Nel corso dei secoli, il tetto piano ha saputo adattarsi a diverse esigenze architettoniche e climatiche. Nel periodo romano, l'uso del tetto piano si diffuse ulteriormente. Le domus romane, ad esempio, spesso presentavano terrazze accessibili, dove i cittadini potevano ritrovarsi per socializzare o coltivare giardini. I romani utilizzavano tecniche avanzate, come l'arco e la volta, per sostenere i tetti, dimostrando una grande padronanza dell'ingegneria.

Durante il Medioevo, i tetti a falda divennero predominanti, specialmente in Europa, a causa delle loro migliori prestazioni in termini di drenaggio delle acque piovane e resistenza alle intemperie. Tuttavia, nelle regioni mediterranee, i tetti piani continuarono a essere utilizzati per le abitazioni, dove il clima caldo e secco favoriva questa scelta architettonica.

Con il Rinascimento, l'architettura europea subì una significativa evoluzione. Anche se l'architettura di questo periodo privilegiava i tetti a falda per la loro eleganza e simmetria, i tetti piani venivano ancora impiegati, specialmente per edifici pubblici e ville nobiliari. Le terrazze erano spesso decorate con giardini pensili e fontane, creando spazi di svago e bellezza.

Nel periodo barocco, l'uso dei tetti piani si intensificò in alcune regioni europee, dove i palazzi nobiliari spesso presentavano complesse configurazioni di tetti, inclusi elementi decorativi e spazi aperti, che servivano a enfatizzare la grandiosità degli edifici.

Il tetto piano e le sue origini

Il XX secolo e la modernità

Il XX secolo segna un punto di svolta significativo nell'uso del tetto piano, soprattutto con l'avvento del Movimento Moderno. Architetti come Le Corbusier, Mies van der Rohe e Frank Lloyd Wright hanno adottato il tetto piano come simbolo di innovazione e funzionalità. Le Corbusier, in particolare, ha enfatizzato l'importanza di spazi esterni collegati agli interni, utilizzando i tetti piani per creare giardini e terrazze, contribuendo così a una nuova concezione di vita urbana.

L'urbanizzazione crescente e l'esigenza di ottimizzare lo spazio nelle città hanno portato a un aumento della popolarità del tetto piano negli edifici residenziali e commerciali. Grazie ai progressi nei materiali e nelle tecniche di costruzione, i tetti piani sono diventati non solo esteticamente gradevoli, ma anche altamente funzionali e sostenibili.



Sostenibilità e innovazione

Negli ultimi decenni, l'attenzione verso la sostenibilità ha ulteriormente influenzato l'evoluzione del tetto piano. Oggi, molti edifici moderni incorporano tecnologie ecologiche, come i sistemi di raccolta dell'acqua piovana, i giardini pensili e i pannelli solari. Queste soluzioni non solo migliorano l'efficienza energetica degli edifici, ma contribuiscono anche a ridurre l'impatto ambientale. Inoltre, i tetti piani offrono spazi preziosi per la creazione di aree verdi urbane, contribuendo a migliorare la qualità dell'aria e a ridurre il fenomeno delle isole di calore nelle città.

Conclusione

L'evoluzione del tetto piano è un riflesso della storia dell'architettura e delle necessità della società nel tempo. Da semplici coperture in mattoni di fango a sofisticate strutture moderne, il tetto piano continua a rappresentare una soluzione versatile e funzionale per l'edilizia contemporanea. La sua capacità di adattarsi ai cambiamenti tecnologici e alle nuove esigenze abitative, unita al crescente focus sulla sostenibilità, garantisce che il tetto piano rimanga un elemento fondamentale nel panorama architettonico globale, simbolo di innovazione e connessione con l'ambiente circostante.

La normativa tecnica sul tetto piano

Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue - UNI 8178-2:2019

Edilizia - Coperture - Parte 2: analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche

All'interno della presente norma sono contenute informazioni in merito alla concezione e alla progettazione di elementi e strati utilizzabili in un sistema di copertura continua, realizzata con membrane flessibili prefabbricate per impermeabilizzazione, bituminose e sintetiche su coperture o lastrici solari piani. Vengono definite:

- alcune prescrizioni e indicazioni progettuali generali;
- la classificazione degli schemi funzionali;
- l'identificazione degli elementi e strati primari/secondari;
- le soluzioni tecnologiche.

Indicazioni progettuali generali

Ai fini della corretta progettazione di un sistema di copertura è necessario tenere in considerazione le seguenti indicazioni:

1. Gli schemi funzionali e le conseguenti soluzioni tecnologiche non devono mai prevedere strati "realizzati a umido" (come, ad esempio, massetti di pendenza a base cementizia) inseriti tra strati impermeabili all'acqua e al vapore (come, ad esempio, tra lo strato di controllo del vapore e l'elemento di tenuta). Questa indicazione è molto importante al fine di evitare l'intrappolamento di acqua non stechiometrica all'interno del pacchetto che potrebbe determinare:
   - danneggiamenti fisico-chimici degli elementi;
   - riduzione delle prestazioni termiche degli strati interessati;
   - creazione di sovrapressioni dovute all'evaporazione;
   - possibili distacchi dell'elemento di tenuta e/o dell'elemento termo-isolante;
2. La pendenza dell'elemento di tenuta è sempre necessaria e può essere realizzata principalmente in tre modi:
   - con uno strato di pendenza realizzato direttamente sull'elemento portante;
   - con integrazione nell'elemento portante o realizzando l'elemento portante in pendenza;
   - con integrazione nell'elemento termoisolante, se costituto da pannelli preformati in pendenza (solamente per copertura detta a "tetto caldo" o "tetto sandwich-duo").
3. Lo strato di cui al punto precedente deve garantire una pendenza minima dell'1% all'elemento di tenuta, direzionata verso la linea di conversa e/o verso gli elementi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche al fine di evitare zone di ristagno d'acqua. In corrispondenza delle linee di conversa non ci devono essere zone di contropendenza; le linee di conversa possono essere realizzate senza pendenza. Per coperture con elemento termoisolante in pannelli posto all'estradosso dell'elemento di tenuta ("tetto rovescio" o "tetto sandwich-duo"), lo strato di pendenza deve avere una pendenza minima pari all'1,5%. Per coperture con elemento di tenuta rivestito da lamine metalliche lo strato di pendenza deve avere una pendenza minima del 3%.

Per ulteriori specifiche tecnico-progettuali riferite ai diversi elementi e strati che possono andare a costituire i diversi schemi funzionali e le diverse soluzioni tecnologiche (come, ad esempio, le caratteristiche e prescrizioni relativi agli elementi di controllo del vapore, ai materiali isolanti, ai sistemi di zavorramento, ai manti di impermeabilizzazione, agli strati tecnici, ecc.), deve essere fatto riferimento al paragrafo 5 della norma in oggetto.

La normativa tecnica sul tetto piano

Classificazione degli schemi funzionali della copertura

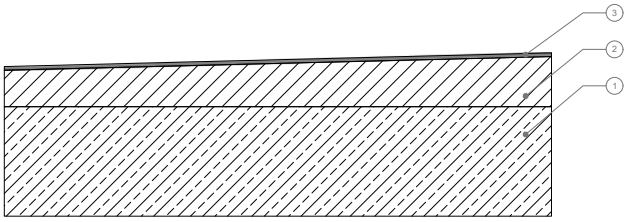
La norma individua quattro schemi funzionali per i quali possono essere definite diverse soluzioni tecnologiche.

Nel seguito si riportano alcune esemplificazioni grafiche degli schemi funzionali codificati dalla norma, per le quali sono definiti e individuati gli elementi e strati primari (gli schemi, in fase di progettazione definitiva-esecutiva, dovranno poi essere integrati con gli elementi e strati secondari necessari).

1. Schemi funzionali di copertura senza isolamento termico

Questi schemi funzionali sono da adottare nel caso in cui non sia necessario un controllo delle condizioni termiche estive e/o invernali nell'ambiente confinato presente al di sotto della copertura e, quindi, non risulta necessaria l'adozione di un elemento termoisolante.

Lo schema riportato nella figura che segue fa riferimento a una **copertura senza elemento termoisolante con strato di pendenza**; tale schema viene utilizzato qualora siano presenti elementi di vincolo meccanico e/o per adesione dell'elemento di tenuta e per coperture accessibili solo per manutenzione.



Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di pendenza**
3. **Elemento di tenuta**

Gli altri schemi funzionali previsti dalla norma fanno riferimento alle seguenti soluzioni per coperture senza elemento termoisolante:

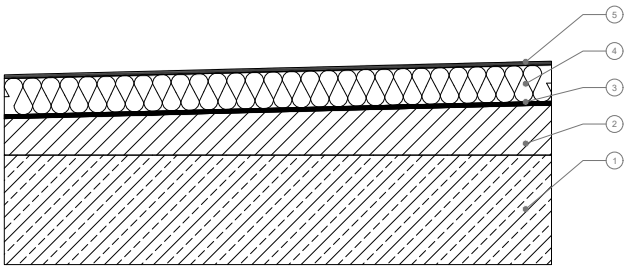
- con strato di pendenza e strato di zavorramento;
- con strato di pendenza e strato di pavimentazione;
- con elemento portante in pendenza;
- con elemento portante in pendenza e strato di zavorramento;
- con elemento portante in pendenza e strato di pavimentazione.

Per una consultazione completa fare riferimento al testo integrale della norma in oggetto.

La normativa tecnica sul tetto piano

2. Schemi funzionali di copertura con elemento termoisolante posto all'intradosso dell'elemento di tenuta, detto "tetto caldo"
Questi schemi funzionali sono da adottare nel caso in cui sia necessario un controllo delle condizioni termiche estive e/o invernali nell'ambiente confinato presente al di sotto della copertura. In questo caso risulta quindi necessaria l'adozione di un elemento termoisolante che, per la tipologia cosiddetta a "tetto caldo", deve essere posizionato al di sotto dell'elemento di tenuta. Nel seguito vengono riportati tre schemi esemplificativi per questa categoria di schema funzionale.

2.1 Schema funzionale di copertura con elemento termoisolante posto all'intradosso dell'elemento di tenuta, con strato di pendenza

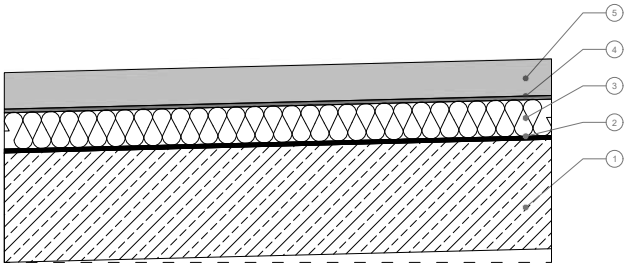


Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di pendenza**
3. **Strato di controllo del vapore**
4. **Elemento termoisolante**
5. **Elemento di tenuta**

Il suddetto schema funzionale può essere utilizzato qualora siano presenti sistemi di vincolo meccanico e/o per adesione di tutti gli elementi e strati posti superiormente allo strato di pendenza (strato di controllo del vapore, elemento termoisolante, elemento di tenuta ed eventuali altri strati o elementi secondari) e per coperture accessibili solo per manutenzione.

2.2 Schema funzionale di copertura con elemento termoisolante posto all'intradosso dell'elemento di tenuta, con elemento portante in pendenza e strato di pavimentazione



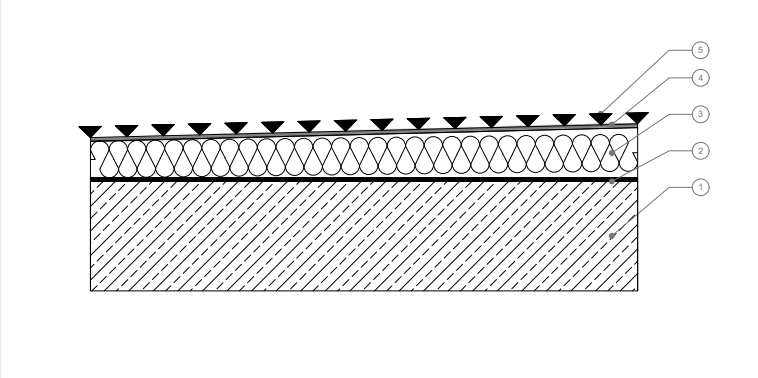
Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di controllo del vapore**
3. **Elemento termoisolante**
4. **Elemento di tenuta**
5. **Strato di pavimentazione**

Nel suddetto schema funzionale non è prevista la realizzazione di uno strato di pendenza (l'elemento portante viene posto in opera già con la pendenza minima prevista per il corretto smaltimento delle acque meteoriche e secondo uno schema delle pendenze funzionale e coerente con il sistema/ dispositivi di smaltimento) e lo strato di pavimentazione può anche svolgere la funzione di strato di zavorramento. Questo schema può essere utilizzato quando la copertura è fruibile a pedoni e/o automezzi.

La normativa tecnica sul tetto piano

3. Schema funzionale di copertura con elemento termoisolante preformato con pendenza integrata, posto all'intradosso dell'elemento di tenuta e con strato di zavorramento superiore



Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di controllo del vapore**
3. **Elemento termoisolante**
4. **Elemento di tenuta**
5. **Strato di zavorramento**

Il suddetto schema funzionale può essere utilizzato quando la copertura (elemento di tenuta) è vincolata rispetto all'azione del vento, mediante zavorramento che può essere realizzato in diversi modi:

- ghiaia/ pietrisco;
- terreno (tetto verde);
- massetti cementizi;
- doghe e lastre di vari materiali su supporti (pavimentazione cosiddetta "galleggiante").

Questo schema funzionale può essere utilizzato per coperture accessibili per sola manutenzione (ad esempio con zavorramento in ghiaia o con tetto verde di tipo "estensivo") o per coperture accessibili a pedoni (copertura a verde intensivo o con finitura con pavimento "galleggiante").

Per questa categoria, oltre agli esempi sopra riportati, gli altri schemi funzionali previsti dalla norma fanno riferimento alle seguenti soluzioni per coperture con elemento termoisolante posto all'intradosso dell'elemento di tenuta:

- con strato di pendenza e strato di zavorramento;
- con strato di pendenza e strato di pavimentazione;
- con elemento portante in pendenza;
- con elemento portante in pendenza e strato di zavorramento;
- con elemento termoisolante preformato con pendenza integrata;
- con elemento termoisolante preformato con pendenza integrata e con strato di pavimentazione.

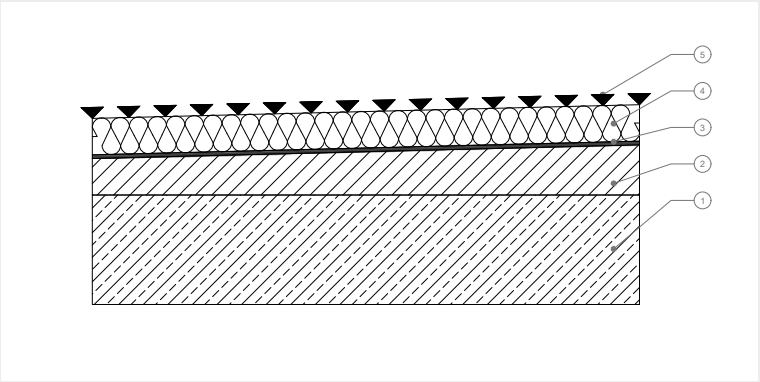
Per una consultazione completa fare riferimento al testo integrale della norma in oggetto.

La normativa tecnica sul tetto piano

4. Schemi funzionali di copertura con elemento termoisolante posto all'estradosso dell'elemento di tenuta, detto "tetto rovescio"

Questi schemi funzionali sono da adottare nel caso in cui sia necessario un controllo delle condizioni termiche estive e/o invernali nell'ambiente confinato presente al di sotto della copertura. In questo schema funzionale l'elemento di tenuta è in una posizione protetta termicamente e meccanicamente e tale da poter svolgere anche la funzione di controllo del vapore. È da evidenziare inoltre che tale soluzione è adatta solo con elementi portanti dotati di una consistente inerzia termica e che, sempre più, è stata abbandonata nella pratica costruttiva italiana a favore della soluzione a "tetto caldo".

Nel seguito si riporta un'esemplificazione grafica di una possibile **soluzione a "tetto rovescio" con elemento termoisolante posto all'estradosso dell'elemento di tenuta con strato di pendenza e strato di zavorramento**.



Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di pendenza**
3. **Elemento di tenuta**
4. **Elemento termoisolante**
5. **Strato di zavorramento**

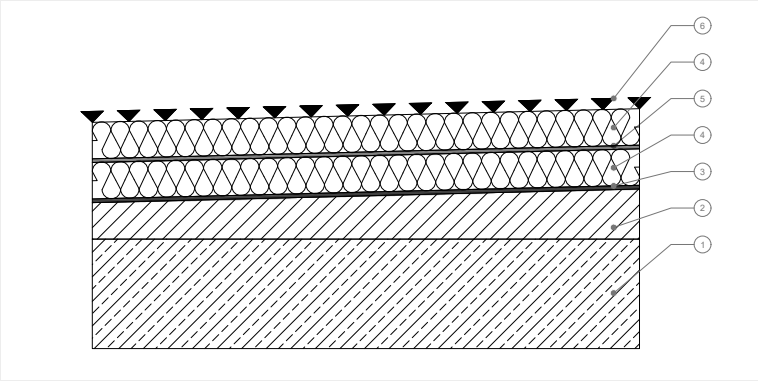
In questo schema funzionale lo strato di zavorramento è sempre necessario quale vincolo rispetto all'azione del vento degli elementi e strati posti superiormente all'elemento di tenuta. La copertura risulta accessibile per manutenzione e/o pedonabile a seconda della tipologia di zavorramento che si intenderà utilizzare (ghiaia/ pietrisco, tetto verde intensivo o estensivo, massetti cementizi o pavimentazioni "galleggianti").

5. Schemi funzionali di copertura con elemento termoisolante posto sia all'estradosso, sia all'intradosso dell'elemento di tenuta, detto "tetto duo" o "tetto sandwich"

Questi schemi funzionali sono da adottare nel caso in cui sia necessario un controllo delle condizioni termiche estive e/o invernali nell'ambiente confinato presente al di sotto della copertura. Si tratta di una tipologia di schema funzionale alternativa al tetto rovescio che viene applicata in presenza di forti spessori dell'elemento termoisolante. Infatti, in questi casi, in presenza di problemi di scarico dell'acqua piovana o di avvallamenti nello strato di pendenza si vanno a evitare importanti spessori (e carichi rilevanti) dello strato di zavorramento per evitare il galleggiamento del materiale isolante. L'elemento termoisolante sovrapposto all'elemento di tenuta svolge anche la funzione di proteggerlo meccanicamente e termicamente. Lo schema, che può essere adatto anche per coperture con elementi portanti in lamiera grecata privi di inerzia termica, non trova ricorrente applicazione nel sistema costruttivo prevalente.

Nel seguito si riporta un'esemplificazione grafica di una possibile **soluzione a "tetto duo-sandwich" con elemento termoisolante posto sia all'estradosso, sia all'intradosso dell'elemento di tenuta, con strato di pendenza e strato di zavorramento.**

La normativa tecnica sul tetto piano



Legenda:

1. **Elemento portante**
2. **Strato di pendenza**
3. **Strato di controllo del vapore**
4. **Elemento termoisolante**
5. **Elemento di tenuta**
6. **Strato di zavorramento**

In questo schema funzionale lo strato di zavorramento è sempre necessario quale vincolo rispetto all'azione del vento degli elementi e strati posti superiormente all'elemento di tenuta. La copertura risulta accessibile per manutenzione e/o pedonabile a seconda della tipologia di zavorramento che si intenderà utilizzare (ghiaia/pietrisco, tetto verde intensivo o estensivo, massetti cementizi o pavimentazioni "galleggianti").

Da evidenziare, infine, che la norma UNI non contempla tra gli schemi funzionali quello denominato, in gergo corrente **"tetto freddo"**, che prevede un'impostazione simile a quella del "tetto caldo" trattata in precedenza, ma con l'aggiunta di una camera di ventilazione tra lo strato termoisolante e lo strato di tenuta. Una tipologia costruttiva che, se adottata o prevista, deve comunque tenere in considerazione le prescrizioni dettate dalla presente norma e riferirsi anche a quanto contenuto nella norma UNI 9460:2023 (per quanto applicabile), seguendo un percorso di progettazione e analisi preventiva, che analizzi correttamente il comportamento termo-igrometrico del pacchetto e risolva a priori tutti i nodi costruttivi particolari.

Elementi e strati costituenti la soluzione tecnologica

Nella sezione 5 della norma in oggetto vengono analizzati nel dettaglio tutti gli elementi e gli strati (sia primari che secondari) che, con riferimento ai diversi schemi funzionali, vanno a costituire le diverse possibili soluzioni tecnologiche che possono essere definite nella fase e nel percorso di progettazione.

Per i diversi elementi e strati vengono approfonditi nel dettaglio diversi aspetti, quali:

- l'esatta definizione;
- i criteri di adozione;
- la corretta localizzazione;
- le possibili funzioni integrative;
- gli esempi di alcuni materiali o conformazioni;
- le caratteristiche e indicazioni progettuali principali.

Elementi e strati primari

Gli elementi e gli strati primari sono definiti per norma come segue: elementi e strati sempre presenti in un determinato schema funzionale e nelle relative soluzioni tecnologiche. Gli elementi e strati primari comprendono:

- elemento portante;
- strato di pendenza;
- strato di controllo della diffusione del vapore;
- elemento termoisolante;
- elemento di tenuta;
- strato di pavimentazione;
- strato di zavorramento;
- strato o insieme integrato di singoli elementi di vincolo.

La normativa tecnica sul tetto piano

Elementi e strati secondari

Gli elementi e strati secondari sono invece definiti per norma come segue: elementi e strati finalizzati al controllo delle interazioni fisiche, chimiche e meccaniche secondo la specifica soluzione tecnologica.

Gli elementi e strati secondari comprendono:

- elemento di compartimentazione e settorializzazione idraulica;
- strato di continuità strutturale;
- strato di drenaggio;
- strato filtrante;
- strato di imprimitura;
- strato di protezione dalle interazioni meccaniche (strato di protezione meccanica);
- strato di separazione e protezione dalle interazioni chimiche o fisico-chimiche (strato di separazione);
- strato o insieme integrato di singoli elementi di protezione dalle interazioni fisiche e termofisiche (strato di scorrimento);
- strato di protezione idraulica;
- strato di protezione solare;
- strato di regolarizzazione geometrica;
- strato di ripartizione dei carichi;
- strato di supporto.

Soluzioni tecnologiche - materiali e sistemi Ergepearl

Come già illustrato in precedenza, i diversi schemi funzionali sono costituiti, a seconda della soluzione, dagli elementi e strati primari, per poi essere integrati con gli elementi e strati secondari necessari in ragione della specifica soluzione tecnologica prevista e adottata in fase progettuale.

La soluzione tecnologica è infatti definita per norma come segue: trasposizione in prescrizioni capitolari di una determinata sequenza di elementi e strati primari e secondari riferita alle specifiche condizioni progettuali in funzione di specifici requisiti ambientali e tecnologici di riferimento.

All'interno delle diverse linee prodotto e divisioni tecniche del Gruppo Ergepearl si trovano diversi materiali e soluzioni, conformi alle prescrizioni della norma UNI in oggetto e, più in generale, della normativa tecnica applicabile per coperture continue.

Come elementi di tenuta, la gamma Riwega | planus propone membrane prefabbricate sintetiche in EVA (EVALON®), a base poliolefine modificate PE (T-PE-Plan) e a base di poliolefine TPO/FPO (T-Plan TPO), ideali per una perfetta impermeabilizzazione di tetti piani e tetti verdi.

Per gli strati di controllo e diffusione del vapore, la scelta può invece ricadere sui prodotti della gamma Riwega | eternitycomfort nella sezione dedicata agli schemi e membrane traspiranti (SMT a norma **UNI 11470:2015**) per quello che concerne principalmente freni al vapore e barriere al vapore.

Gli elementi termoisolanti possono essere invece scelti all'interno della divisione Riwega | insulation; la scelta in questo caso può ricadere su pannelli in fibra di legno con produzione a secco avente densità di 140, 160 o 200 kg/m^3 per assicurare elevate performance di protezione dal caldo e dal freddo e ottime prestazioni meccaniche con resistenza alla compressione maggiore a 100/150 kPa. Altrimenti è possibile optare per pannelli in materiale sintetico con idonee prestazioni di resistenza meccanica quale l'EPS 100/150 e 200 kPa. Entrambe le tipologie di pannelli possono inoltre essere prodotte e lavorate in "pendenza" per andare a svolgere anche la funzione di "strato di pendenza" e semplificare lo schema funzionale e le fasi costruttive.

All'interno della gamma Riwega | planus si trovano anche le tecnologie e i sistemi per la realizzazione di idonei sistemi di zavorramento in ghiaia o pietrisco e a tetto verde con soluzioni complete sia per il tetto verde estensivo, sia per quello intensivo. Per le pavimentazioni si deve invece fare riferimento alle divisioni Texture e Decking di RoofRox per soluzioni complete (finitura e sottostruttura di supporto) per pavimentazioni "galleggianti".

Completano infine le gamme prodotti i sistemi di fissaggio (per elementi di tenuta ed elementi termo-isolanti) e un'ampia gamma di strati secondari per protezione, separazione, scorrimento, filtraggio e drenaggio (sezione P3 della linea Riwega | planus).

Per un maggiore approfondimento si può fare riferimento a quanto contenuto nelle soluzioni tecniche del presente Manuale e nei cataloghi tecnico-commerciali delle diverse linee di prodotto del Gruppo Ergepearl.

La normativa tecnica sul tetto piano

Definizione e classificazione delle coperture continue e discontinue - UNI 8627-1 + 2:2019

Edilizia - Sistemi di copertura - Parte 2: Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche

All'interno della presente norma sono indicati, definiti e classificati gli schemi funzionali delle coperture continue come già contenuti e analizzati nella norma **UNI 8178-2:2019**. La norma in questione riporta anche la matrice delle soluzioni conformi e l'individuazione delle principali condizioni progettuali caratteristiche per l'identificazione delle soluzioni conformi delle coperture continue. La norma si applica congiuntamente alla norma **UNI 8178-2:2019** e rappresenta uno strumento utilizzabile per la predisposizione di soluzioni conformi agli schemi funzionali previsti e per l'identificazione delle principali condizioni che consentiranno di trasformare la soluzione conforme in soluzione tecnologica. Date le definizioni di "schema funzionale (di copertura)" e di "soluzione tecnologica (di copertura)" già riportate nella trattazione della norma **UNI 8178-2:2019**, la presente norma definisce la **"soluzione conforme (di copertura)"** come segue: "in un dato schema funzionale, la soluzione conforme è una sequenza ordinata di elementi e strati funzionali, tale da assicurare il corretto funzionamento di ogni singolo elemento o strato e del sistema di copertura"; specificando inoltre che: "nell'ambito di ogni schema funzionale e di specifiche scelte e condizioni progettuali, per ogni determinato insieme di richieste di prestazione (condizioni termo igrometriche esterne ed interne, destinazioni d'uso, caratteristiche di smaltimento idrico, caratteristiche di comportamento dell'elemento portante, ecc.), si individuano più soluzioni conformi". All'interno della sezione 4 della norma sono ripresi gli schemi funzionali delle coperture continue come definiti dalla norma **UNI 8178-2:2019**:

- copertura senza elemento termoisolante;
- copertura con elemento termoisolante posto sotto l'elemento di tenuta, cd. "tetto caldo";
- copertura con elemento termoisolante posto all'estradosso dell'elemento di tenuta, cd. "tetto rovescio";
- copertura con elemento termoisolante posto sia all'estradosso che all'intradosso dell'elemento di tenuta, cd. "tetto duo o sandwich".

All'interno della sezione 5 viene invece riportata la matrice delle soluzioni conformi. La **matrice delle soluzioni conformi** riporta, in forma tabellare, un'interpolazione tra gli elementi e gli strati funzionali delle coperture continue (sia primari che secondari come definiti nella sezione 5 della norma **UNI 8178-2:2019**) e gli schemi funzionali indicati in precedenza. Per ogni schema funzionale sono quindi definite delle soluzioni conformi con un'indicazione chiara di quando uno strato o elemento funzionale (sia primario che secondario) debba essere considerato: sempre presente **(F)** di completamento/migliorativo **(C)** eventualmente non necessario **(E)** non pertinente **(N.P.)**

(in riferimento allo specifico schema o scelta progettuale che si intende utilizzare per il progetto o intervento edilizio)

Elemento a strato funzionale		Schemi funzionali			
Denominazione	**UNI 8178-2:2019**	**Senza elemento termoisolante**	**Tetto caldo**	**Tetto rovescio**	**Tetto duo Tetto sandwich**
Elemento portante	5.1	F	F	F	F
Strato di pendenza	5.2	E	E	E	E
Strato di controllo del vapore	5.3	N.P.	F	N.P.	E
Elemento termoisolante	5.4	-	F	F	F
Elemento di tenuta	5.5	F	F	F	F
Strato di pavimentazione	5.6	C	C	C	C
Strato di zavorramento	5.7	E	E	F	F
Elemento di compartimentazione e settorializzazione idraulica	5.8	C	C	C	C
Strato o insieme integrato di singoli elementi di vincolo	5.9	E	E	F	F
Strato di continuità strutturale	5.10	E	E	E	E
Strato di drenaggio	5.11	E	E	E	E
Strato filtrante	5.12	E	E	E	E
Strato di imprimitura	5.13	E	E	E	E
Strato di protezione dalle interazioni meccaniche	5.14	E	E	E	E
Strato di separazione	5.15	E	E	E	E
Strato di scorrimento	5.16	E	E	E	E
Strato di protezione idraulica	5.17	C	C	C	C
Strato di protezione solare	5.18	E	E	E	E
Strato di ripartizione dei carichi e di irrigidimento	5.19	E	E	E	E
Strato di regolarizzazione geometrica	5.20	E	E	E	E

La normativa tecnica sul tetto piano

Definizione e caratteristiche delle membrane sintetiche - UNI 13956:2013

Questa versione della norma è la versione ufficiale in italiano dell'originale **EN 13956:2012** che sostituisce la **UNI EN 13956:2006**.

Campi d'applicazione

Vanno definiti i campi d'applicazione sia delle membrane plastiche, sia di gomma e di tutte le membrane composte di vari polimeri utilizzate per le impermeabilizzazioni delle coperture.

Caratteristiche pertinenti ai sistemi di copertura

In questa norma viene richiamato l'obbligo di eseguire le prove secondo l'appendice A, che non solo identifica le stesse, ma richiede nello specifico i test in base al tipo di utilizzo delle membrane. Utilizzo in posa libera o zavorrata, quindi esposte o coperte con ghiaia oppure con tetto verde.

I test da prevedere sono i seguenti: la valutazione di misure come lunghezza, larghezza e rettilineità; la massa, lo spessore e la stabilità dimensionale; gli effetti delle sostanze chimiche (appendice E) o la resistenza all'ozono e ai raggi UV; l'impermeabilità e la tenuta al passaggio del vapore acqueo; la reazione e il comportamento al fuoco; le resistenze alla delaminazione dei giunti, al taglio, all'urto, al punzonamento, alla lacerazione, alla grandine e alla penetrazione delle radici.

Caratteristiche del prodotto

Nelle caratteristiche del prodotto vengono descritte le modalità, le tolleranze e i riferimenti normativi dei test eseguiti, come indicato nell'appendice A.

Valutazione di conformità

Si descrivono, oltre alle prove iniziali sul prodotto, il controllo di produzione in fabbrica (FPC). Queste prove sono da eseguirsi su qualsiasi nuovo prodotto o all'inizio di un nuovo metodo di produzione, o per una qualunque variazione sia a livello di progettazione, che di materia prima o processo di produzione. Nel medesimo punto viene richiamata la periodicità e la frequenza delle prove da eseguire come previsto nell'appendice B, a cadenza settimanale per resistenza a trazione e allungamento, a cadenza mensile per i test di rettilineità e planarità e a cadenza annuale per la resistenza alla lacerazione e stabilità dimensionale.

Scheda dati del prodotto

Nel punto N7 della scheda dati del prodotto vengono riportate le indicazioni che devono essere conformi ai metodi di prova. Nella scheda devono essere presenti i dati tecnici e le informazioni riguardanti il nome commerciale del prodotto, il nome del produttore, l'origine di fabbricazione o codice di tracciabilità, il tipo di applicazione e i risultati delle prove come previste nell'appendice A; devono inoltre essere indicati la descrizione del prodotto, come il materiale di base e il tipo di rinforzo, la massa e lo spessore; il marchio di certificazione, le informazioni per il consumatore come i limiti d'impiego e di immagazzinamento e le precauzioni di sicurezza per l'installazione e lo smaltimento. L'appendice D riporta un esempio di scheda dati prodotto.

Marcatura, etichettatura e imballaggio

Vengono riportati gli obblighi di fornire le informazioni come la data di produzione o il lotto, il nome commerciale del prodotto, le misure come lunghezza, larghezza, spessore e massa, nonché eventuali riferimenti alla presenza di sostanze pericolose per la salute o per la sicurezza. Queste informazioni devono essere riportate su ciascun rotolo e/o nella documentazione tecnica o commerciale di accompagnamento.

Oltre alle appendici A, B, D, richiamate e descritte nei punti 4, 5, 6 e 7, sono presenti le appendici C, E e ZA.

L' appendice C definisce i test in merito alla resistenza chimica riguardante sostanze comuni a diverse concentrazioni che potrebbero entrare in contatto con le membrane durante il loro ciclo di vita. Il superamento di tali test si basa esclusivamente sulle eventuali variazioni delle prestazioni meccaniche, non sulle variazioni di colore. Le dichiarazioni sono valide per temperatura ambientale di 23° C e per un periodo di prova di 28 giorni.

La normativa tecnica sul tetto piano

Nell'appendice E vengono descritte le generalità dei tre macro-gruppi dei manti sintetici: materiali plastici come EVA, PE, PP, PVC, materiali di gomma come EPDM e materiali di gomma termoplastica come TPE.
Vengono inoltre definiti i sistemi di saldatura tramite azione di calore, solvente o attraverso l'utilizzo di sigillanti o nastri adesivi. Vengono descritti i sistemi di posa come l'ancoraggio alla copertura contro la forza del vento, sia per mezzo di incollaggio alla struttura, sia con fissaggio meccanico o zavorratura; si fa inoltre cenno ai dettagli perimetrali e agli strati di separazione in TNT. Viene richiamata la caratteristica del tetto rovescio con posa del materiale isolante zavorrato con ghiaia sopra lo strato di impermeabilizzazione con l'interposizione di strato filtrante.
Questo sistema di posa viene identificato come sistema di protezione del materiale impermeabilizzante agli agenti atmosferici e alle azioni meccaniche esterne, piuttosto che a una vera e propria funzione termica.

L'appendice ZA richiama l'obbligo del riferimento alla marcatura CE completa del numero di identificazione dell'organismo di certificazione, del nome o del marchio di identificazione e l'indirizzo del fabbricante, numero del certificato CE e le ultime 2 cifre dell'anno in cui la marcatura è stata applicata, riferimento alla presente norma (**EN 13956**), la descrizione del prodotto come il tipo di rinforzo, il trattamento superficiale, il metodo di installazione e la classe di reazione al fuoco.
La dichiarazione deve essere accompagnata dal certificato di controllo di produzione redatto dall'organismo notificato identificato attraverso nome e indirizzo, numero di certificato, condizioni di validità, nome e qualifica della persona che ha firmato il certificato.
Tutte le informazioni devono essere riportate nelle lingue accettate dallo Stato in cui viene utilizzato il prodotto.

Istruzioni per la progettazione dell'elemento di tenuta - UNI 9307-1:1988

Coperture continue - Istruzioni per la progettazione - Elemento di tenuta

La norma **UNI 9307:1988** - Parte 1 - analizza i requisiti di comportamento a cui l'elemento di tenuta, facente parte di coperture continue (individuato come elemento e strato primario degli schemi funzionali e soluzioni tecnologiche di cui alla **UNI 8178-2:2019**) deve rispondere in funzione delle azioni e degli effetti originati dagli agenti esterni alla copertura e dagli agenti interni alla stessa, indotti dalla particolare soluzione tecnologica adottata. In rapporto a tali requisiti la norma descrive quindi le fenomenologie che si possono sviluppare (in conseguenza all'azione di agenti esterni e interni) e formula indicazioni per le scelte progettuali. Permette al progettista di indagare, in ragione delle condizioni al contorno e delle soluzioni tecnologiche da adottare, quale tipologia di elemento di tenuta scegliere al fine di garantire alla copertura la capacità di mantenere nel tempo i requisiti richiesti a livelli superiori del minimo previsto in fase di progetto e, possibilmente, per un arco di tempo più lungo possibile.
Una prima fase di valutazione può indagare quale possa essere la scelta migliore tra due tipologie di elementi di tenuta prevalenti, come definiti dalla **UNI 8178-2:2019**:

- membrane prefabbricate in bitume polimero;
- membrane prefabbricate sintetiche.

In una seconda fase di valutazione, una volta definita la "famiglia" di appartenenza dell'elemento di tenuta e sempre con riferimento ai contenuti della norma, è possibile approfondire la scelta sulle caratteristiche e tipologia della membrana da prevedere all'interno del dettaglio di progetto (scelta del prodotto). È comunque da specificare che le indicazioni di norma per le fasi progettuali non propongono soluzioni specifiche, ma indentificano i fattori che devono essere considerati congiuntamente al fine di definire soluzioni progettuali affidabili.
Ai fini del presente Manuale Tecnico rivestono particolare interesse le sezioni dalla n.ro 4 alla n.ro 11, della norma in oggetto.

Relazioni tra agenti, azioni ed effetti

All'interno della sezione 4 vengono presi in considerazione gli agenti (definiti come "entità che provocano un determinato effetto mediante la propria azione"), che agiscono sull'elemento di tenuta, quali:

- carichi permanenti e sovraccarichi;
- temperatura di esercizio e/o connessa al procedimento costruttivo;
- agenti radiativi;
- acqua;
- agenti chimici (esterni e interni);
- agenti biologici.

La normativa tecnica sul tetto piano

Per ogni agente sono quindi riportati degli schemi di dettaglio e di correlazione che identificano le possibili **azioni** (definite come "mediatore fisico e/o chimico capace di modificare l'ambiente e gli oggetti edilizi, nonché il loro comportamento") che possono incidere e influire sul comportamento in opera dell'elemento di tenuta e i possibili **effetti** (definiti come "modificazione del comportamento dell'ambiente e/o degli oggetti edilizi, conseguente a un'azione determinata").
I suddetti schemi hanno la finalità di supportare il progettista nella fase di scelta di uno specifico prodotto di impermeabilizzazione, al fine di garantire l'affidabilità della copertura e una durata funzionale dell'elemento di tenuta che non deve essere minore della durata dichiarata in fase di progetto o di appalto, tenuto conto anche del previsto e dichiarato piano e programma di manutenzione ordinaria (norma **UNI 11540:2014**).
Tale durata deve essere in ogni caso uguale o maggiore di quanto previsto dalla legislazione vigente. Risulta quindi evidente l'importanza, già in una fase di progetto preliminare, di prendere in considerazione prodotti che per specifiche composizioni e caratteristiche possano garantire un'attesa di vita utile e di effettiva durabilità in fase di esercizio ben superiore agli standard definiti dai livelli di prestazione minimi di norma o di legge.

Requisiti di comportamento, fenomenologie coinvolte, indicazioni per la progettazione
Nelle sezioni dalla n.ro 5 alla n.ro 11, partendo dai singoli agenti, vengono presi in considerazione i requisiti di comportamento dell'elemento di tenuta, vengono approfondite le possibili fenomenologie generali e specifiche e vengono fornite indicazioni utili per la progettazione.
Nel seguito si riporta, per ogni tipologia di agente, quanto relativo ai "requisiti di comportamento" che devono essere soddisfatti dall'elemento di tenuta (manto di impermeabilizzazione). Per l'approfondimento delle fenomenologie e delle indicazioni progettuali si rimanda al testo completo della norma in oggetto.

- **Agenti carichi permanenti e sovraccarichi:** "l'elemento di tenuta, per tutta la durata funzionale prevista in fase di progetto, deve trasmettere i carichi previsti (permanenti, climatici, di servizio) cui è sottoposto (nelle fasi di costruzione, esercizio, manutenzione) allo strato sottostante senza degradazioni o alterazioni delle condizioni iniziali previste. Ciò anche in relazione a eventuali tensioni indotte sull'elemento di tenuta da deformazioni o spostamenti, di natura elastica o anelastica, permanente o ciclica dell'elemento portante o di altri elementi o strati (di supporto, di protezione), con i quali intervengano fatti coattivi".
- **Agente temperatura di esercizio e/o connessa al procedimento costruttivo e/o di manutenzione dell'elemento:** "l'elemento di tenuta e le condizioni di vincolo con gli strati adiacenti, per tutta la durata funzionale prevista in fase di progetto, non devono subire degradi o modificazioni indotte da tensioni originate da contrazione termica impedita ciclica che possano alterare le condizioni di funzionamento (e se richiesto di aspetto) previste in fase di progetto in relazione al regime termico cui è sottoposto l'elemento di tenuta in fase di costruzione, esercizio e manutenzione (anche in ragione di eventuali trattamenti a caldo). A tal fine lo stato di tensione dell'elemento di tenuta deve mantenersi sotto dei valori di resistenza meccanica con abbondanti coefficienti di sicurezza, anche per tenere conto del fatto che il livello tensionale può essere via via accresciuto da irrigidimenti e ritiri di origine termica o derivante da altri fattori, anche dipendenti dalla specifica tecnologia di produzione".
- **Agenti radiativi (radiazione U.V. e I.R.):** "l'elemento di tenuta per tutta la vita funzionale prevista in fase di progetto non deve subire modificazioni di aspetto (se richiesto) o alterazioni fisiche, chimiche tali da rendere critico lo stato tensionale o da disattivare funzioni attribuitegli progettualmente, sotto l'azione degli agenti radiativi presenti nello specifico contesto ambientale. Il requisito interessa quindi anche lo strato di collegamento e gli strati connessi funzionalmente all'elemento di tenuta il cui deperimento possa alterare le condizioni di funzionamento richieste all'elemento di tenuta".
- **Agente acqua:** "l'elemento di tenuta per tutta la vita funzionale prevista in fase di progetto non deve subire modificazioni di aspetto (se richiesto) o alterazioni fisiche e chimiche, tali da rendere critico lo stato tensionale o da disattivare funzioni attribuitegli progettualmente, sotto l'azione dell'acqua meteorica, di costruzione, d'uso, di condensazione. Il requisito interessa quindi anche lo strato di collegamento e gli strati connessi funzionalmente all'elemento di tenuta (che possono essere interessati da apporti di acqua di varia provenienza) il cui deperimento possa alterare le condizioni di funzionamento richieste all'elemento di tenuta stesso".
- **Agenti chimici (esterni ed interni):** "l'elemento di tenuta per tutta la vita funzionale prevista in fase di progetto non deve subire modificazioni di aspetto (se richiesto) o alterazioni fisiche, chimiche tali da rendere critico lo stato tensionale o da disattivare funzioni attribuitegli progettualmente, sotto l'azione di agenti chimici intrinsechi al sistema o di provenienza esterna con i quali si prevede possa venire a contatto in fase di costruzione, di esercizio e di manutenzione. Il requisito interessa quindi anche lo strato di collegamento e gli strati connessi funzionalmente all'elemento di tenuta il cui deperimento possa alterare le condizioni di funzionamento richieste all'elemento di tenuta".

La normativa tecnica sul tetto piano

- **Agenti biologici:** "l'elemento di tenuta per tutta la vita funzionale prevista in fase di progetto non deve subire modificazioni di aspetto (se richiesto) o alterazioni fisiche, chimiche tali da rendere critico lo stato tensionale o da disattivare funzioni attribuitegli progettualmente, sotto l'azione di agenti biologici (di origine vegetale o animale) intrinsechi al sistema o prevedibilmente presenti nello specifico contesto ambientale. Il requisito interessa quindi anche lo strato di collegamento e gli strati connessi funzionalmente all'elemento di tenuta il cui deperimento possa alterare le condizioni di funzionamento richieste all'elemento di tenuta".

Soluzioni tecnologiche - materiali e sistemi Ergepearl

All'interno del presente Manuale Tecnico sono riportate diverse soluzioni tecnologiche di stratigrafie per coperture piane che, come elemento di tenuta, prevedono l'utilizzo delle membrane prefabbricate sintetiche della linea Riwega | planus. Queste membrane, sia che si tratti di prodotti a base EVA (EVALON®), o che si tratti di poliolefine modificate PE (T-PE-Plan) o poliolefine (T-Plan TPO), soddisfano per qualità e caratteristiche tecniche specifiche tutte le prestazioni e i requisiti previsti dalla norma **UNI 9307:1988**, al fine di garantire una corretta scelta in fase progettuale che possa garantire un'elevata affidabilità della copertura e un'adeguata durata funzionale dell'elemento di tenuta.

Per un maggiore approfondimento si rimanda alle altre sezioni del Manuale e a quanto contenuto all'interno della documentazione tecnico-commerciale della linea prodotto Riwega | planus.

La normativa tecnica sul tetto piano

La contabilizzazione dei sistemi continui di impermeabilizzazione - UNI 10697:1999

Sistemi continui di impermeabilizzazione

La norma stabilisce le modalità per la misurazione delle superfici di impermeabilizzazione e definisce i criteri correttivi, ai fini della contabilizzazione delle opere di impermeabilizzazione e/o opere accessorie. È costituita da otto paragrafi e un'appendice informativa.

Scopo e campo di applicazione

Viene definito lo scopo della norma l'identificare le modalità per la misurazione delle superfici di impermeabilizzazione, dei parametri e/o criteri correttivi allo scopo di contabilizzare i lavori e le opere accessorie per l'impermeabilizzazione. La norma si applica sia nella contabilizzazione da disegno, sia nella misurazione in situ.

Termini e definizioni

Sono descritte le terminologie generali degli elementi costituenti le coperture continue. Vengono specificate e descritte le caratteristiche di: impermeabilizzazione, calcolo e misurazione, superficie di impermeabilizzazione e parte corrente di una superficie di impermeabilizzazione, bordo libero, risvolto a salire o a scendere, sgrondo, valore e sviluppo trasversale o longitudinale.

Criteri generali di misurazione e calcolo

Viene definita la misurazione della superficie effettiva detratta dei vuoti come lucernari, grigliati e botole se di superfici superiori ai 2 m^2. Vanno invece aggiunti tutti gli eventuali risvolti, le opere accessorie come raccordi, bocchettoni di scarico, sfiati, scossaline e giunti di dilatazione. I valori sono espressi in metri, metri quadrati e metri cubi, chilogrammi, ore e numero.

Criteri di misurazione e calcolo di una parte corrente

In questo paragrafo vengono descritte le modalità per le misurazioni di una superficie di impermeabilizzazione. La superficie parte corrente viene detratta dalle superfici accessorie come risvolti a salire e a scendere o bordi liberi, pareti, linee di sgrondo. Canali di gronda e/o di conversa oppure di bordo, se di misura inferiore al metro di larghezza, vengono considerate superfici accessorie, altrimenti vengono considerati a tutti gli effetti come parti correnti a sé stanti.

Se stiamo analizzando una superficie dalla planimetria complessa, per facilitare la quantificazione, si procede con la suddivisione della stessa in superfici geometriche elementari come quadrati, rettangoli e triangoli.

In questo paragrafo vengono anche descritte le modalità di calcolo della pendenza effettiva della copertura misurata in percentuale (%). Nel caso di copertura semplice, monofalda, si considera il triangolo rettangolo individuato tra il punto più passo, il punto più alto e la sua proiezione perpendicolare sulla linea orizzontale passante per il primo punto. Nel caso di superfici a geometria complessa, costituite da andamento monodirezionale curvilineo, sia concavo, sia convesso, sia misto o con andamento lineare spezzato, anche in questo caso sia concavo, sia convesso, sia misto, la valutazione è la medesima del caso sopracitato. Viene valutato triangolo rettangolo con vertici posizionati tra il punto più basso, il punto più alto e la sua proiezione perpendicolare sulla linea orizzontale passante per il punto più basso; con questa modalità si individua la pendenza teorica.

Nel caso di coperture con andamento bidirezionale, tipo a volta di botte se convesso, ma anche con andamento concavo, sia curvilinei, sia lineari spezzati, verranno considerati i triangoli rettangoli come negli esempi soprariportati. I triangoli rettangoli verranno individuati sempre da un punto più alto e da uno più basso. Avremo quindi due o più andamenti che determinano due o più pendenze, ma sempre una per ogni falda.

Nel caso in cui la copertura fosse inclinata su entrambi gli assi, longitudinale e trasversale, verrà presa come riferimento la pendenza maggiore.

La normativa tecnica sul tetto piano

Criteri di misurazione e calcolo di una parte non corrente

Sono considerate parti non correnti tutte le superfici che compongono canali e converse, se la loro larghezza interna non supera il metro. Stesso discorso per i risvolti verticali, inclinati e/o curvilinei, se l'angolo d'incidenza con la superficie corrente non supera i 135°; pertanto, se questi elementi soddisfano queste caratteristiche, verranno considerati parti distinte.

Contrariamente, se la larghezza del canale supera il metro o l'incidenza del risvolto inclinato supera i 135°, queste superfici verranno considerate a tutti gli effetti parti correnti della copertura.

La loro misurazione viene eseguita secondo i criteri della geometria semplice: base, per altezza, per lunghezza.

Nel caso in cui uno di questi elementi fosse elemento di confine tra due superfici adiacenti, i risvolti verticali inclinati e/o curvilinei vengono considerati appartenenti alla superficie adiacente; mentre la superficie piana dell'elemento, parte di testata del muretto, verrà considerata di pertinenza della superficie con quota inferiore rispetto all'elemento considerato. Nel caso le coperture fossero alla stessa quota verrà considerata di pertinenza della parte corrente più grande e, se avranno la stessa superficie, verrà valutata o per una o per l'altra superficie, ma conteggiata una sola volta.

Coefficienti di maggiorazione nella misurazione

Nell'analisi e misurazione della superficie di impermeabilizzazione deve essere considerata una maggiorazione in percentuale in funzione alla pendenza media. Se compresa tra il 10 e il 30%, la maggiorazione sarà del 10%, se la pendenza media ha andamento geometrico semplice, mentre del 15% se ha andamento complesso; se la pendenza media è tra il 30 e il 50% le maggiorazioni saranno del 25 o del 30%; se la pendenza media va dal 50% al verticale le maggiorazioni saranno del 50%, se l'andamento delle coperture è semplice, mentre del 60% se l'andamento è complesso.

Altra maggiorazione della misurazione della copertura viene considerata in funzione del rapporto perimetro/superficie, ma esclusivamente se con pendenza minore o uguale al 50%.

Nel prospetto 1 del presente punto della norma è presente una tabella delle percentuali di maggiorazioni dettate dal rapporto ml perimetro/m^2 superficie. Questi valori vanno da un minimo del 1,25% per un rapporto pari a 0,50, ad un massimo del 86,25% se il rapporto è di 3,45 o superiore.

Criteri di misurazione e calcolo dei canali di raccolta e convogliamento delle acque

Come descritto nel paragrafo 6, quest'analisi è valida qualora i canali e/o le converse abbiano fondo di misura inferiore al metro; se la larghezza è superiore, queste superfici vengono considerate superfici di impermeabilizzazione distinte.

I canali possono essere a sezione geometrica semplice, qualora entrambi gli elementi di contenimento (bordi) sono delimitati da spigolo, oppure a sezione geometrica complessa, qualora anche solo uno degli elementi di contenimento laterale sia costituito non da uno spigolo, ma da un elemento curvilineo.

Le misure effettive, come altezza o larghezza, vengono misurate considerando le misure comprese tra gli elementi lineari per i canali a sezione semplice, mentre per i canali a sezione complessa vengono presi come riferimento il punto di intersezione tra la tangente del bordo curvilineo e il centro del canale (vedere figura N20 della norma). Le figure 20 e 21 sono esaustive anche per valutare, oltre all'altezza e alla larghezza, la linea di sgrondo e le linee che demarcano il contenimento laterale rispetto al fondo.

Per sviluppo effettivo del canale viene intesa la sommatoria delle misure verticali, orizzontali, inclinate e curvilinee comprese tra le due linee di sgrondo.

La superficie del canale viene calcolata moltiplicando lo sviluppo effettivo per la lunghezza del canale. Se presenti si sommando le superfici dei due elementi di contenimento di testata.

Nell'Appendice A della norma **UNI 10697:1999** sono riportate due tabelle esaustive con gli esempi di contabilizzazione delle superfici correnti, nonché delle superfici degli elementi e dei particolari. Il calcolo delle superfici correnti di impermeabilizzazione devono essere detratte delle superfici dei lucernari presenti, ma esclusivamente se questi sono di superficie maggiore ai 2 m^2. Devono essere considerate le maggiorazioni dettate dalle pendenze (vedere tabella) le superfici dei canali di gronda e di conversa, i risvolti e i muretti, il numero bocchettoni di scarico, gli sfiati, i camini, le scossaline e gli elementi in lattoneria.

La normativa tecnica sul tetto piano

Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione di coperture continue - UNI 11345:2010

Attività di controllo per le fasi di progetto, esecuzione e gestione di coperture

Nella presente norma ci sono le istruzioni circa le attività di controllo da adottare per coperture continue realizzate con membrane flessibili per impermeabilizzazione, dalla fase progettuale a quelle intermedie di approvvigionamento e realizzazione, fino a quelle di gestione delle stesse. Per ciascuna fase non si limita a individuare gli elementi caratterizzanti del controllo, ma anche le figure responsabili degli stessi, fornendo nelle appendici esempi di verbali per ogni singola fase individuata.

Oltre al committente/ gestore e alle figure che potranno accedere alle parti interessate, la norma individua cinque figure responsabili principali, in particolare il Progettista (PRO), il Direttore dei Lavori (DL), l'Impresa Generale (IG), l'Impresa Specializzata (IS) e l'eventuale Supervisore (SV).

Individua poi, come detto, le fasi di controllo e per ognuna di esse fornisce un verbale dove sono sinteticamente riportati tutti i controlli o le informazioni necessarie affinché la fase sia correttamente eseguita o controllata. In ogni verbale - relativo alle fasi esecutive - deve essere poi descritto l'oggetto dell'appalto, la data, l'identificazione dei presenti con le firme e le qualifiche in calce ai medesimi verbali.

Le fasi individuate sono:

- **Attività in fase di pre-progetto:** controlli preliminari con le informazioni minime di progettazione da parte del PRO.
- **Attività in fase di progetto:** il verbale di controllo, a cura del PRO, serve per capire se il progetto contiene le informazioni minime necessarie affinché possa considerarsi ben realizzato.
- **Attività in fase di pre-contratto:** serve all'appaltatore per valutare l'idoneità della soluzione tecnica; il verbale viene redatto da IG e IS.
- **Attività in fase di pre-esecuzione:** si divide in tre sottofasi:
  1. controllo documentale: a cura di DL, IG e IS per la verifica dell'esistenza dei documenti necessari all'esecuzione;
  2. controllo di accettazione delle forniture: eseguita con due verbali distinti dalla DL e da IG e IS e si riferisce alla congruità tra progetto e materiali forniti, alle schede tecniche e ai requisiti minimi di prodotto;
  3. controllo degli elementi e strati di supporto agli strati successivi: specificato in questo punto, ma dettagliato sotto.
- **Attività preliminare all'esecuzione di ogni singolo elemento o strato della copertura:** serve a valutare l'idoneità dei supporti di posa per ogni strato; il verbale viene redatto da DL, IG e IS e dipendono dalla specifica soluzione tecnica.
- **Attività in fase di esecuzione:** serve a controllare l'idoneità dell'impresa e la correttezza della messa in opera di elementi e strati da parte della stessa; il verbale viene redatto da DL e SV.
- **Attività per il controllo della tenuta all'acqua:** ha come scopo il controllo della tenuta all'acqua della copertura, che è consigliabile da fare in varie fasi; in ordine gerarchico, vengono specificate le metodologie che si devono adottare e che devono essere riportate già in fase di appalto. Il verbale viene redatto da DL e SV.
- **Attività in fase di consegna:** per controllare la documentazione "AS BUILT"; il verbale viene redatto da DL, IG e IS.
- **Attività in fase di gestione:** per il controllo della documentazione dei piani di manutenzione elaborati dal PRO, eseguita e verbalizzata da parte del gestore.
- **Attività in fase di manutenzione:** per la verifica di tutte le operazioni di manutenzione, dell'idoneità di nuovi elementi o strati che devono essere messi in opera, della responsabilità delle figure che intervengono post cantiere e, quindi, gestore, progettista del piano di manutenzione e manutentore.

La normativa tecnica sul tetto piano

Linea guida per la manutenzione delle coperture con membrane sintetiche - UNI 11540-1 + 2:2014

L'importanza della manutenzione delle coperture piane

Le coperture piane rappresentano una delle componenti edilizie più esposte ad agenti atmosferici, stress meccanici e sollecitazioni termiche. La loro funzionalità dipende in larga misura dall'integrità del sistema impermeabile e dalla corretta gestione degli elementi accessori (scarichi, bocchettoni, giunti, lucernari, ecc.).

La manutenzione regolare e documentata, come stabilito dalla norma, è spesso un requisito per mantenere valide le garanzie fornite dai produttori o dall'impresa che ha realizzato la copertura.

Le garanzie legate ai sistemi di copertura, infatti, sono generalmente condizionate dal rispetto delle operazioni di manutenzione previste, che devono essere effettuate seguendo le linee guida e le frequenze specificate nel piano di manutenzione. Le attività di manutenzione, ad esempio per monitorare la presenza di depositi e detriti, nonché per verificare il corretto funzionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, dovrebbe essere svolte almeno due volte all'anno.

Nel caso in cui il piano non venisse rispettato, o non venissero documentati gli interventi, potrebbe invalidarsi la garanzia stessa.

Inoltre, nella norma **UNI 11540:2014** si fa riferimento anche alla documentazione delle garanzie rilasciate dall'impresa costruttrice o dai fornitori dei materiali. Quest'aspetto è importante perché consente di correlare la manutenzione programmata con le condizioni di garanzia, assicurando che eventuali danni derivanti da difetti dei materiali o del sistema di copertura siano coperti, purché la manutenzione venga eseguita correttamente.

Una manutenzione programmata e documentata consente di:

- prolungare la vita utile del sistema impermeabile;
- prevenire infiltrazioni e danni strutturali indiretti;
- garantire la sicurezza di persone e beni;
- ridurre i costi grazie a interventi preventivi e non reattivi;
- preservare le prestazioni energetiche e ambientali dell'involucro edilizio.

Lo scopo della norma **UNI 11540:2014** è fornire una guida chiara e dettagliata per la redazione e l'attuazione di un piano di manutenzione per coperture continue realizzate con membrane flessibili, utilizzate per le impermeabilizzazioni. La norma si propone di garantire che tali coperture mantengano nel tempo la loro funzionalità, le prestazioni tecniche e la durabilità necessarie, preservando la loro capacità di proteggere l'edificio da infiltrazioni d'acqua.

In particolare, la norma stabilisce le linee guida per gestire la manutenzione ordinaria e straordinaria delle coperture, definendo le azioni necessarie per mantenerle in uno stato ottimale. Questo processo include una combinazione di interventi tecnici, amministrativi e gestionali che devono essere attuati durante l'intero ciclo di vita del sistema di copertura.

L'obiettivo finale della norma è fornire alle diverse figure coinvolte (progettisti, responsabili manutenzione, direttori dei lavori, ecc.) gli strumenti necessari per garantire che le coperture continuino a svolgere la loro funzione di protezione in modo efficiente, riducendo al minimo il rischio di danni o malfunzionamenti. La norma enfatizza l'importanza di una corretta pianificazione, ispezione e manutenzione preventiva, assicurando così che gli interventi possano essere eseguiti tempestivamente e in modo mirato.

Alla fine del documento, la norma **UNI 11540:2014** include un modello di esempio di piano di manutenzione che offre una struttura pratica per l'applicazione delle linee guida. Questo modello è accompagnato da un'appendice suddivisa in sezioni, che richiama in modo dettagliato tutti i punti trattati nel corpo della norma. L'appendice fornisce un supporto organizzativo e operativo, aiutando a garantire che il piano di manutenzione sia completo, conforme e facilmente attuabile.

La normativa tecnica sul tetto piano

Il piano di manutenzione

Il piano di manutenzione è un documento che prevede, pianifica e programma le attività necessarie per mantenere nel tempo la funzionalità, la qualità, l'efficienza e il valore economico di un'opera. I documenti operativi che compongono il piano di manutenzione includono:

- Manuale d'uso;
- Manuale di manutenzione;
- Programma di manutenzione.

Il piano di manutenzione per il sottosistema "copertura continua" può essere integrato nel piano di manutenzione dell'intero edificio. Esistono due livelli di piano di manutenzione:

- Livello 1: normale;
- Livello 2: ottimale, richiesto per opere di interesse pubblico o artistico o con superficie superiore ai 3.000 m².

Il Responsabile del servizio di manutenzione deve incrementare gradualmente il livello di approfondimento, raccogliendo ed elaborando le informazioni derivanti dagli interventi di manutenzione eseguiti. Per gli interventi sul sistema di copertura, è fondamentale raccogliere tutte le informazioni necessarie sulla copertura stessa, inclusi eventuali sondaggi per approfondire la comprensione del sistema.

Il manuale d'uso

Il Manuale d'uso ha l'obiettivo di fornire informazioni essenziali per l'uso corretto, la protezione dai danni da uso improprio e la manutenzione ordinaria del sistema di copertura. Deve contenere:

- **Collocazione e identificazione delle parti della copertura:** inclusa la suddivisione in zone di copertura e le relative destinazioni d'uso (pedonabili, carrabili, verdi, ecc.).
- **Rappresentazione grafica:** planimetria che mostra l'uso della copertura, la posizione di impianti, lucernari, dispositivi di sicurezza e il sistema di smaltimento acque meteoriche.
- **Composizione del sistema di copertura:** dettagli sui materiali, spessori e modalità di posa, allegando le schede tecniche.
- **Fonti di agenti aggressivi:** identificazione di potenziali rischi derivanti da esalazioni o agenti chimici nelle vicinanze della copertura.
- **Compatibilità dei prodotti:** indicazioni su eventuali incompatibilità con prodotti o attrezzature per la manutenzione ordinaria.

Inoltre, il Manuale deve includere i contatti del responsabile della manutenzione e non differire tra il livello 1 e il livello 2.

La normativa tecnica sul tetto piano

Formazione e qualificazione dei posatori - UNI 11333-1 + 3:2009

Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti - Parte 1: Processo e responsabilità

L'apparto normativo di settore riconosce che l'affidabilità di un sistema di impermeabilizzazione dipende da tre condizioni fondamentali:

1. la qualità del progetto;
2. la qualità dei prodotti utilizzati;
3. la qualità delle operazioni di messa in opera.

Si propone quindi, come già visto per le altre norme trattate in precedenza, di fornire agli operatori del settore (progettisti, imprese, artigiani e posatori) tutte le indicazioni tecniche e pratiche per raggiungere l'obiettivo e, non da ultimo, di fornire indicazioni precise per la formazione degli addetti alla posa, aspetto che risulta estremamente importante.

Lo scopo della norma **UNI 11333-1:2009** è infatti quello di definire i contenuti specifici dei percorsi formativi, nonché i metodi e i criteri delle prove per qualificare gli addetti alla posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione. La norma si rivolge principalmente alle imprese specializzate nella realizzazione di sistemi di impermeabilizzazione al fine di qualificare i propri addetti alla posa di membrane flessibili; fase di posa del cd. "elemento di tenuta" come individuato nelle norme **UNI 8178:2** e **UNI 9307:1988** (membrane prefabbricate bitume polimero e membrane prefabbricate sintetiche).

All'interno della norma, nelle sezioni dalla 3 alla 6 vengono definiti:

- le generalità, i requisiti di accesso e gli obiettivi che deve possedere il percorso formativo;
- quali sono gli obblighi e i requisiti dei soggetti erogatori della formazione;
- quale deve essere lo schema base/minimo della struttura dei moduli formativi;
- come devono essere organizzate le prove di qualificazione e rilascio dell'attestato di qualificazione secondo requisiti di accesso, modalità di svolgimento delle prove, commissione di esame, attestato di frequenza e attestato di qualificazione. Nell'appendice A della norma viene riportato uno schema di esempio dell'attestato di qualificazione che deve avere validità di cinque anni e può poi essere rinnovato mediante successivo esame.

Per maggiori informazioni relative ai corsi di formazione, le imprese e gli operatori interessati possono rivolgersi alle Associazioni di categoria (come, ad esempio, ASSIMP Italia) o ad aziende come quelle del Gruppo Ergepearl che periodicamente, anche con il supporto di professionisti esterni ed enti accreditati, propongono e promuovono percorsi di formazione e qualificazione degli addetti in diversi campi del settore edilizio.

Posa di membrane flessibili per impermeabilizzazione - Formazione e qualificazione degli addetti - Parte 3: Prova di abilitazione alla posa di membrane sintetiche di PVC o TPO

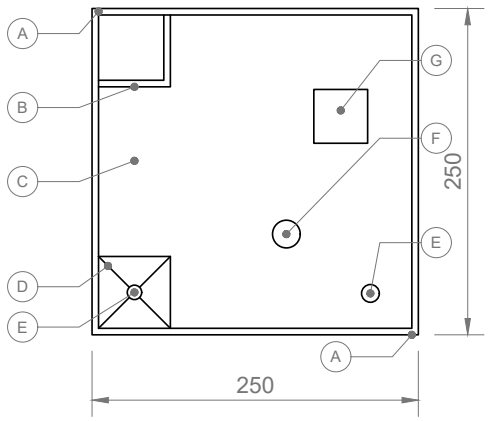
La norma **UNI 11333-3:2009** integra e completa quanto contenuto all'interno della norma **UNI 11333-1:2009** con la definizione dei criteri e la metodologia per la valutazione della corretta saldatura del sormonto e dell'esecuzione di dettagli per l'abilitazione del personale addetto alla posa di membrane sintetiche di PVC e TPO. Vengono inoltre definite le caratteristiche geometriche dei modelli di riferimento su cui deve essere eseguita la prova di abilitazione. Trattasi quindi di una norma molto importante ai fini del presente Manuale, in quanto definisce quello che deve essere il livello minimo di preparazione degli addetti che interverranno in cantiere per la posa in opera di specifiche membrane sintetiche come quelle della linea di prodotti Riwega | planus: membrane sintetiche a base EVA (EVALON®), membrane sintetiche a base poliolefine modificate PE (T-PE-Plan) e membrane sintetiche a base poliolefine (T-Plan TPO).

All'interno della norma sono definiti:

- le modalità di **preparazione del campione di prova**;
- le modalità di **preparazione della prova** con la predisposizione del modello di riferimento (vedi figura 1);
- le generalità, il procedimento di saldatura e l'esecuzione dei dettagli che devono essere eseguiti e rispettati nello **svolgimento della prova**;
- le **procedure di controllo** che devono essere attuate al termine della prova;
- i **parametri di valutazione delle prove**;
- i **criteri di valutazione per la qualificazione degli addetti alla posa**.

La normativa tecnica sul tetto piano

Con riferimento al modello di prova raffigurato nell'immagine che segue:



Legenda:

- (A) **Verticale perimetrale**
- (B) **Angolo esterno**
- (C) **Superficie piana**
- (D) **Pozzetto quota 10 cm**
- (E) **Bocchetta di scarico**
- (F) **Corpo emergente cilindrico di grande sezione**
- (G) **Raccordo corpo emergente a sezione quadrata**

La posa delle membrane prefabbricate sintetiche dovrà essere eseguita con corretta saldatura e corretta esecuzione dei dettagli come dettagliatamente raffigurato nelle immagini contenute dalla pagina 5 alla pagina 16 della norma, che riguardano:

- la puntatura dei manti ogni 20 cm (con beccuccio da 40 mm e da 20 mm);
- la pre-saldatura dei manti (con beccuccio da 40 mm e da 20 mm);
- la saldatura dei manti;
- l'esecuzione di smussi;
- l'esecuzione del posizionamento di una pezza circolare su sormonto a "T";
- il posizionamento della barra preformata (fissaggio perimetrale) con dettagli dei giunti di anti-punzonamento;
- le modalità e dettagli di realizzazione di un angolo interno (per le fasi di 1° e 2° taglio);
- modalità di taglio, posizionamento del manto e dettagli per la gestione e corretta esecuzione dell'angolo esterno;
- modalità di gestione di un corpo emergente cilindrico;
- modalità di gestione ed esecuzione posa di bocchetta di scarico;
- modalità di incollaggio membrana con adesivo a contatto.

Al termine dell'esecuzione della prova le procedure di controllo dovranno verificare:

- il tempo impiegato per la realizzazione completa del modello di prova (che non deve superare le 6 ore);
- la tenuta all'aria, con metodo di prova con camera a campana, in almeno 5 punti del modello di prova (il test deve essere superato per tutti i punti di prova);
- le saldature del sormonto con prelievo di cinque provette che devono essere sottoposte a prova di trazione (la saldatura delle cinque provette, dopo la prova di trazione, deve evidenziare un tratto saldato residuo integro non minore di 10 mm).

Al termine della prova e dei controlli come descritti in precedenza, deve essere redatto un apposito resoconto da parte del soggetto erogatore della formazione; il resoconto deve poi essere trasmesso all'Ente accreditato al rilascio dell'attestato di qualificazione. In linea con l'impostazione dell'apparato normativo di settore, il presente Manuale Tecnico, oltre a fornire indicazioni specifiche per la corretta progettazione e la scelta di materiali di qualità, riporta anche le specifiche di corretta posa in opera. L'obiettivo è quello di fornire a tutti gli operatori del settore un valido supporto tecnico per la realizzazione di sistemi di impermeabilizzazione per coperture continue affidabili e duraturi.

La normativa tecnica sul tetto piano

La resistenza al vento dei sistemi di coperture continue - UNI 11442:2015

Resistenza al vento delle coperture continue

La norma in oggetto parla delle regole da seguire per la progettazione nei riguardi dell'azione del vento dei sistemi di vincolo delle coperture di tipo continuo realizzate con membrane flessibili. In particolare, vengono indicate le varie tipologie di vincolo, meccanico, per zavorramento e per adesione e precisati i criteri di calcolo.

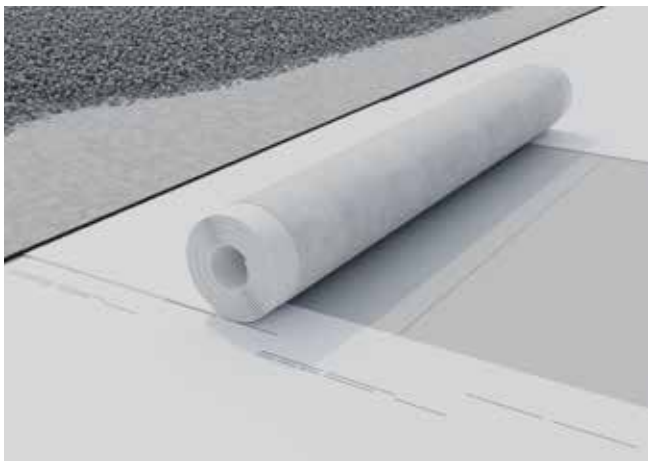
Le ipotesi di partenza della norma - dopo avere elencato le norme citate e le definizioni particolari - sono che l'azione del vento, FW, deve chiaramente essere calcolata secondo la normativa vigente e, dove questa risulta carente, secondo la norma **UNI EN 1991-1-4:2010** (Eurocodici). Va posta particolare attenzione ai bordi delle coperture nei quali, come anche descritto sia nelle **NTC 2018** e relativa circolare, sia nel **CNR DT 207-R1-2018**, possono esserci, a causa dei moti turbolenti, azioni molto più alte; quindi, per contrastarle può risultare necessario modificare localmente il metodo o il numero di fissaggi. Il presupposto di questa norma è che il substrato, considerato portante, sia adeguato a contrastare i carichi del vento, capace di ricevere il fissaggio, risultando infine un ottimale punto di ancoraggio.

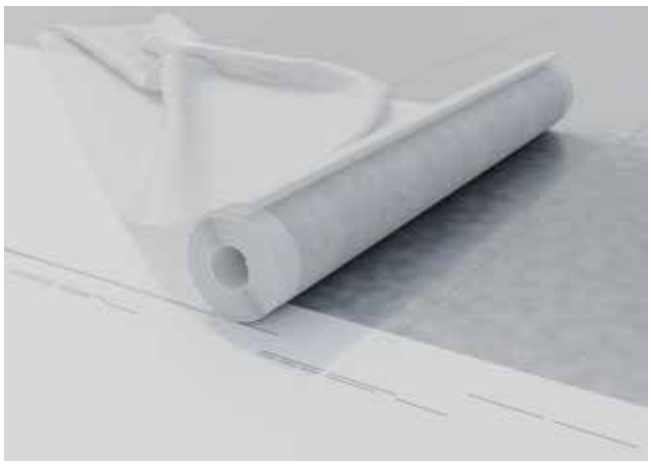
A questo punto la norma elenca le varie combinazioni possibili tra le tre tipologie di fissaggio, meccanico, zavorratura e adesione, specificando che si possono avere nello stesso sistema anche più di uno di questi sistemi che collegano il manto direttamente alla sottostruttura portante, ma anche che tra il manto e la struttura possano esserci strati interposti, termoisolanti o per le pendenze. Anche questi ultimi possano essere fissati con uno dei metodi sovrastanti alla sottostruttura, per poi collegarci il manto. Precisa, inoltre, che i collegamenti a induzione sono da considerarsi collegamenti meccanici e non adesivi.
Vengono poi descritti più approfonditamente i vari tipi di fissaggio e le prestazioni che ci si aspetta da essi, in particolare che siano adatti alle condizioni dove sono utilizzati, idonei al supporto e che garantiscano una vita utile almeno pari a quella della membrana sintetica fissata. In questa parte vengono riportate eventuali norme di riferimento per i metodi di fissaggio.



La normativa tecnica sul tetto piano

Il paragrafo successivo della norma, il 6, spiega delle semplici regole per il calcolo del fissaggio, sia meccanico che zavorrato. Nel primo caso indica delle metodologie di calcolo adottabili per la verifica del numero dei fissaggi, ponendo però dei minimi quantitativi a m^2 dipendenti dalla posizione rispetto alla copertura (angolo, perimetro o centro) quando si parla di membrane sintetiche. Esplora però anche il caso di fissaggio dei pannelli termoisolanti, indicando la formula per il calcolo dei fissaggi e dando, a seconda della dimensione del pannello, specifiche configurazioni di fissaggio degli stessi, a seconda se sopra c'è un manto in adesione o se è fissato meccanicamente. Nella parte conclusiva del paragrafo vengono indicate le formule, semplici e intuitive, per il calcolo dello zavorramento, che impone un coefficiente di sicurezza di 1,1 tra il peso minimo da garantire e l'azione del vento che va a sollecitare la copertura.





L'adesione come metodo di fissaggio viene spiegata nel paragrafo successivo e può avvenire anche tra la membrana e lo strato termoisolante o il massetto delle pendenze, purché questi siano a loro volta fissati adeguatamente al supporto; in questo caso il collegamento più debole sarà quello caratterizzante del fissaggio. Ovviamente bisogna assicurarsi della compatibilità tra supporto e adesivo, che non ci siano polveri o altro che possano impedire una perfetta adesione, la quale per norma deve garantire una resistenza pari almeno a 20 kN/m^2 con il 100% di effettiva adesione. Minori percentuali di adesione devono comunque garantire una forza proporzionale (es. 4 kN/m^2 con adesione al 20%) e va comunque garantito un fascio di almeno un metro di completa adesione vicino ai bordi e 50 cm vicino a corpi emergenti o passanti. Un eventuale massetto alleggerito non risulta idoneo a un incollaggio diretto, ma necessita di un massetto di almeno 3 cm per la regolarizzazione della superficie. Il supporto termoisolante, invece, deve resistere a forze di trazione per un valore almeno dieci volte superiore alla sollecitazione del vento. Se poi si lavora in una copertura esistente con un precedente manto, prima di procedere all'incollaggio, va verificata sia la compatibilità fisico chimica dei prodotti, sia la resistenza a trazione della membrana esistente con un numero minimo di prove tabellate.

La norma offre poi indicazioni sul calcolo dell'effettiva resistenza del mezzo di unione meccanico che, se non è conosciuto, in rapporto al substrato di ancoraggio, deve essere determinato con prove in sito dando particolare importanza in prove al perimetro e agli angoli del supporto. Fornisce poi i relativi coefficienti di sicurezza da applicare in funzione del tipo di supporto sottostante.

L'ultimo paragrafo delle norme, il 9, indica le accortezze progettuali da adottare nei vari casi, dall'uso alla posa corretta degli elementi termoisolanti interposti - con diversi esempi grafici di aiuto -, la sua resistenza minima a compressione (150 KPA) e le accortezze da porre nei fissaggi affinché non si vada incontro a fenomeni di punzonamento. Quest'ultimo, insieme ai problemi di strappo, diventano importanti fattori nella progettazione del collegamento meccanico del manto. La zavorra, invece, indica i diametri consigliati e le tipologie di zavorra, nonché la necessità di uno strato interposto di separazione per proteggere il manto da lacerazioni e problemi dovuti alle dilatazioni.
Le appendici della norma forniscono esempi grafici di fissaggi, rondelle, manicotti utilizzabili ed esempi di calcolo sia dell'azione del vento, sia del relativo sistema di fissaggio, meccanico o zavorrato.
L'ultima appendice, infine, parla dei fissaggi a induzione e di come possa essere calcolata la loro resistenza in assenza di informazioni diverse.

La normativa tecnica sulle membrane liquide

Prodotti applicati liquidi per impermeabilizzazione - UNI 11928:2023

Prodotti liquidi applicati per l'impermeabilizzazione

La norma specifica le definizioni e le caratteristiche di prodotti impermeabilizzanti liquidi applicati in situ e utilizzati come elemento di tenuta in un sistema di copertura continua (nuova ed esistente). La presente norma specifica i requisiti prestazionali, compresa la durabilità e i relativi metodi di prova. La norma non fornisce indicazioni per la progettazione e la posa di questi prodotti, ma solo per la valutazione delle loro caratteristiche e non è applicabile a prodotti destinati all'impermeabilizzazione sotto a pavimenti o rivestimenti ceramici in esterno o in piscina, trattati esplicitamente da un'altra norma, la norma **UNI EN 14891:2017**.

Dopo avere richiamato l'elenco delle norme a cui la presente rimanda - principalmente norme che regolano e descrivono le metodologie e i parametri di prova che devono essere applicati per la verifica dei requisiti minimi qui esposti - la stessa si concentra sull'elenco dei termini e delle definizioni usati per descrivere i prodotti. Ad esempio, possiamo trovare la definizione dei diversi tipi di prodotti impermeabilizzanti, da quelli a base bituminosa a quelli a base di resine reattive, ma anche le definizioni di Primer, armatura di rinforzo o di parametri di prova come la capacità di "crack bridging".

La norma è principalmente composta da due prospetti: quelli che elencano i requisiti minimi e le prove da effettuare per i prodotti. I requisiti devono essere rispettati dal prodotto tale e quale, senza armatura o altro sistema di rinforzo, e con gli spessori di applicazione dichiarati dal produttore. La norma indica che le prove di invecchiamento servono a caratterizzare i prodotti, ma che i molteplici fattori esterni che possono verificarsi durante la posa e la vita del materiale possono influenzarne la durabilità; comunque, i prodotti devono essere oggetto di adeguata manutenzione come previsto dal produttore mutuando le norme **UNI 11540:2014**.
In ultimo, le condizioni di preparazione dei materiali sono condizioni di riferimento, 23+2 °C e 50+5 % U.R.



La normativa tecnica sulle membrane liquide

Di seguito due estratti, come esempi, del prospetto 1 e del prospetto 2.

Prospetto 1

Caratteristica	Metodo	Requisito	A vista		Protetta		
			Praticabile	Praticabile solo per uso manutentivo	Tetto verde	Tetto rovescio	Tetto zavorrato
Reazione al fuoco*)	UNI EN 13501-1:2019	Euroclasse dichiarata	x	x	x	x	x
Comportamento al fuoco esterno*)	UNI EN 13501-5:2016	Classe dichiarata	○	○	●	●	○
Impermeabilità	UNI EN 1928:2002 (60 kPa)	Nessun passaggio d'acqua	x	x	x	x	x
Proprietà di trasmissione del vapore d'acqua	UNI EN ISO 7783:2019	Classe I $S_d < 5$ m (permeabile) Classe II 5 m ≤ S_d ≤ 30 m (mediamente permeabile) Classe III $S_d > 30$ m (non permeabile al vapore acqueo) Valore S_d dichiarato allo spessore di applicazione raccomandato	x	x	x	x	x
Adesione per trazione diretta	UNI EN 1542:2000	≥ 0,5 N/mm² (dichiarare il supporto di prova)	x	x	x	x	x
Resistenza all'urto	UNI EN ISO 6272-1:2013	Dopo il carico nessuna fessurazione e delaminazione Classe I: ≥ 4 Nm Classe II: ≥ 10 Nm Classe III: ≥ 20 Nm (dichiarare il supporto di prova o se l'applicazione è prevista su elemento termoisolante, questo da considerarsi il supporto di prova)	x	○	●	●	●
Punzonamento statico	UNI EN 12730:2015 metodo B (il supporto dovrebbe essere poroso per permettere la verifica con il metodo del vuoto)	Valore carico massimo ≥ 50 N	x	○	●	●	●
Crack-bridging dinamico a +23°C	UNI EN 1062-7:2005 metodo B	Classe B2	x	x	x	x	x
Crack-bridging dinamico a basse temperature (temperatura massima ammissibile 0°C)		Classe B1 (alla temperatura dichiarata)	x	x	○	○	x
Resistenza allo slittamento (antisdrucciolo)	UNI EN 13036-4:2011	Classe III: > 55 unità con prova a umido (all'esterno) Oppure in conformità a regolamentazioni nazionali	x	●	●	●	●
Resistenza alla penetrazione delle radici	UNI EN 13948:2007	Nessuna penetrazione	●	●	x	●	●
Assorbimento capillare permeabilità all'acqua	UNI EN 1062-3:2008	$W < 0,1$ kg/m².$h^{0,5}$	x	x	x	x	x

Legenda dei simboli:

- x Obbligatorio
- ○ Facoltativo
- ● Non richiesto
- *) In conformità alla legislazione vigente

La normativa tecnica sulle membrane liquide

Prospetto 2

Caratteristica	Metodo	Requisito	Gelo/disgelo Senza Sali disgelanti 20x (UNI EN 13687-3:2003)		Resistenza all'invecchiamento da calore 7 giorni a 70±3°C (punto 4.1 della UNI EN 1062-11:2003)		UV (400 MJ/m², 2460 ore) e Spray (492 ore) (UNI EN ISO 4892-3:2025 ciclo 3)		Note
			A vista	Protetta	A vista	Protetta	A vista	Protetta	
Impermeabiità	UNI EN 1928:2002 (60 kPa)	Nessun passaggio d'acqua	●	●	x	x	●	●	
Adesione per trazione diretta	UNI EN 1542:2000	≥ 0,5 N/mm²	x	x[1)]	●	●	●	●	
Criteri di accettazione dopo esposizione	UNI EN ISO 4628-2:2016	Nessun rigonfiamento	x	x[1)]	x	x	x	●	Difetti estetici (cambio di colore, sfarinamento ecc.) possono essere accettabili ma descritti
	UNI EN ISO 4628-4:2016	Nessuna fessurazione	x	x[1)]	x	x	x	●	
	UNI EN ISO 4628-5:2016	Nessuna scagliatura	x	x[1)]	x	x	x	●	

Legenda dei simboli:

- [x] Obbligatorio
- [○] Facoltativo
- [●] Non richiesto
- [*)] In conformità alla legislazione vigente

La normativa tecnica sul tetto verde

La progettazione, la posa, il controllo e la manutenzione di coperture verdi - UNI 11235:2015

Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde

La norma definisce i criteri di progettazione, esecuzione, controllo e manutenzione di coperture continue a verde, in funzione delle particolari situazioni di contesto climatico, di contesto edilizio e di destinazione d'impiego.

Negli ultimi anni si è riscontrato un continuo e progressivo interesse nella realizzazione di coperture continue a verde, poiché risultano uno strumento valido per gli obiettivi di miglioramento ambientale, sia a livello puntuale, sia territoriale e aumentano il valore degli edifici.

Basi per la pianificazione e l'esecuzione - La stratigrafia del tetto verde

1. L'elemento di protezione all'azione delle radici

Lo strato impermeabilizzante sotto una copertura verde deve essere eseguito con un prodotto certificato alla resistenza alle radici.

2. Lo strato di protezione meccanica del manto impermeabile

Il manto di impermeabilizzazione deve essere protetto dai danni meccanici. Come materiali di protezione idonei si possono citare il tessuto non tessuto protettivo imputrescibile con una grammatura di almeno 300 g/m², nonché tappetini in gomma, tappetini in polietilene, ecc. Il materiale deve essere posato con una sovrapposizione di almeno 5 cm, compresi gli accessi laterali. Per le membrane impermeabilizzanti sintetiche la norma **UNI 11235:2015, n. 9.2.2.3**, prevede una sovrapposizione di almeno 6–8 cm.

3. L'elemento drenante

Gli strati di drenaggio devono avere una durata prolungata, devono essere progettati per risultare resistenti alla pressione e al gelo, devono essere chimicamente neutri, innocui per le piante e a prova di marciume. Si distinguono tra i due prodotti più comunemente utilizzati:

- elementi di drenaggio prefabbricati (ad esempio in polietilene, ESP, ecc.) con un'altezza di almeno 2,5 cm fino a 6 cm e oltre;
- strati drenanti (ad esempio argilla espansa, lapillo, ardesia espansa, scaglie di laterizio, ecc.) con altezza di almeno 4 cm.

Entrambi i prodotti hanno all'incirca le stesse funzioni e possono essere testati utilizzando il catalogo di prova.

4. L'elemento filtrante

Le proprietà filtranti dei filtri devono essere garantite a lungo termine. Come filtri vengono utilizzati principalmente tessuti in pile resistenti alla putrefazione e strutturalmente stabili. Sono adatti i tessuti filtranti con una larghezza delle maglie O90 di 0,06-0,20 mm. I materassini filtranti più comuni sono realizzati in polipropilene, agugliati e hanno un peso di 100-150 g/m². Si consiglia di installare il materassino filtrante con una sovrapposizione di 20 cm, poiché appesantirlo potrebbe causare lo spostamento del materiale.

5. Lo strato colturale e le sue caratteristiche

I substrati per i tetti verdi sono miscele di materiali minerali sfusi di origine naturale (argilla espansa, lava, ardesia espansa, scaglie di mattoni, ecc.) con piccole quantità di materia organica. I substrati devono consentire la crescita a lungo termine delle piante e quindi essere strutturalmente stabili. Devono avere una sufficiente capacità di assorbimento dell'acqua, un volume sufficiente dei pori dell'aria ed essere prodotti privi di semi di erbe infestanti. Anche la granulometria gioca un ruolo importante; la frazione granulometrica fino a 0,064 mm non deve superare il 20%. Ciò contribuisce a un basso fattore di compattazione della miscela. Tutte le proprietà devono essere verificate secondo il catalogo delle prove. La certificazione non deve essere più datata di sei mesi.

La struttura minima del substrato per tetti verdi, compreso il fattore di compattazione, viene calcolata in base alla selezione della vegetazione.

Piante	Altezza di substrato - secondo UNI11235 - Tabella A.3							
	8	10	15	20	30	50	80	100
Sedum	■							
Erbe e graminacee		■						
Grandi piante perenni / tappezzanti			■					
Prato			■					
Piccole piante legnose / arbusti				■				
Grandi arbusti / piccoli alberi					■			
Alberi III cat. 4-10 m						■		
Alberi II cat. 10-16 m							■	
Alberi I cat. >16 m								■

La normativa tecnica sul tetto verde

6. La vegetazione

Per un inverdimento estensivo è particolarmente importante una biodiversità di facile manutenzione, possibilmente di origine autoctona, in modo da creare aree compensative ecologicamente preziose. La qualità dell'inverdimento viene valutata principalmente in base al grado di copertura dopo circa un anno. Per ottenere questo grado di copertura è necessario installare substrati di qualità adeguata, utilizzare spessori di strato adeguati e curare la finitura. La manutenzione durante il primo anno dovrebbe essere sempre effettuata da un'azienda specializzata in tetti verdi.

7. Fasce di zavorramento in ghiaia

Le strisce di ghiaia perimetrali vengono installate principalmente in ampi spazi verdi per aumentare la funzione di drenaggio presso gli ingressi laterali e attorno ai pozzetti d'ispezione. Il bordo in ghiaia impedisce inoltre che il substrato schizzi sul parapetto o sulle facciate adiacenti quando piove. In ogni caso, la vegetazione non può svilupparsi sufficientemente vicino alle facciate o ai muri. I bordi di ghiaia possono essere installati anche come protezione dal vento sui tetti verdi molto esposti al vento.

Secondo la norma **UNI 11235:2015 n. 5.4.13.3** il bordo in ghiaia deve essere realizzato con ghiaia tonda lavata da 15/30–16/32 e larga 50 cm. Nella pratica si sono dimostrate efficaci le dimensioni da 30 a 50 cm. In caso di rinverdimento intensivo vengono installati tappeti protettivi e drenanti in corrispondenza degli ingressi verticali e si consiglia un bordo di taglio. Tra il bordo della ghiaia e il substrato può essere prevista una separazione mediante strisce di contenimento della ghiaia, ma non è obbligatorio. Queste strisce sono realizzate in alluminio o acciaio inossidabile e garantiscono la separazione a lungo termine dei due strati. Aumentano anche il valore estetico del tetto verde.

8. Sistema di raccolta delle acque meteoriche

Gli scarichi dei tetti verdi devono essere dotati di apposite camere d'ispezione per proteggerli dallo sporco. Secondo la norma **UNI 11235:2015**, i pozzetti di ispezione devono essere dotati di aperture laterali e di aperture sul coperchio per consentire il corretto deflusso dell'acqua in eccesso. Inoltre, il coperchio deve potere essere bloccato.

Controlli e manutenzione di coperture piane

La manutenzione del tetto verde deve essere regolamentata da un contratto di manutenzione o di monitoraggio al momento dell'ordine. La manutenzione finale (manutenzione nel primo anno dopo l'installazione) semplifica l'accettazione dell'edificio: l'appaltatore è ritenuto responsabile e il proprietario dell'edificio riceve quindi una sicurezza aggiuntiva. Anche la successiva assistenza annuale potrà essere rinnovata in modo continuativo.

Bilancio idrico, ritardo di deflusso e coefficiente di deflusso

Da un lato, un tetto verde dovrebbe fornire la quantità d'acqua di cui le piante hanno bisogno. D'altra parte, però, è necessario garantire la massima capacità possibile di assorbimento dell'acqua, per assicurare il ritardo del deflusso nel caso di più eventi di precipitazione che si verificano in rapida successione, nonché in caso di forti precipitazioni. Questi criteri di qualità sono notevolmente influenzati dalla dinamica di ritenzione e dallo spessore del tetto verde. Prove pluriennali hanno dimostrato che, se vengono rispettati i requisiti specificati nella norma **UNI 11235:2015**, le piante hanno a disposizione acqua a sufficienza e si ottiene la desiderata capacità di assorbimento flessibile, con un favorevole ritardo del deflusso. Il ritardo del deflusso corrisponde al tempo che intercorre tra il picco delle precipitazioni e quello del deflusso sui tetti verdi.

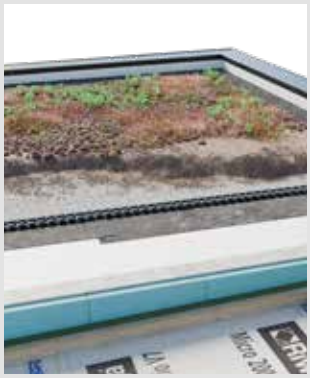
Il coefficiente di deflusso definisce il deflusso dell'acqua piovana dai tetti verdi dopo gli eventi piovosi ed è un parametro determinante per il dimensionamento del drenaggio degli edifici e delle proprietà.

La tabella seguente contiene informazioni sul coefficiente di deflusso dei diversi tipi di inverdimento, a seconda della rispettiva altezza di installazione. I coefficienti di deflusso sono delle linee guida: ad esempio, la maggior parte dei tetti verdi ha una pendenza compresa tra 1° e 4°; pertanto, il coefficiente di deflusso è maggiore di 0,45, ad esempio nei classici tetti verdi estensivi (altezza del substrato ≤ 10 cm).

La normativa tecnica sul tetto verde

Sistemi di tetto verde

Esistono varie tipologie di tetto verde. Ciò consente di scegliere, in base alle esigenze del progetto o dell'edificio, come anche in base alle richieste del progettista o del committente, il sistema più adatto tra una varietà di opzioni.



Il tetto verde estensivo

Gli spazi verdi estensivi sono spazi verdi che richiedono poca manutenzione e sono convenienti, con forme di vegetazione in gran parte autosufficienti e in grado di svilupparsi autonomamente. La vegetazione è composta principalmente da piante succulente (Sedum), ma anche da erbe e graminacee. Il concetto di questo tipo di rinverdimento richiede una struttura sottile e leggera. La struttura standard prevede una struttura multistrato con strato di protezione in TNT da 300 g, elemento di accumulo e drenaggio da 25 mm, telo filtrante, substrato adatto e vegetazione.



Il tetto verde intensivo

L'inverdimento intensivo comprende la piantumazione di piante perenni e arbusti, ma anche di prati e alberi. Possono essere piatte, con altezze differenziate o puntiformi. Il tipo di inverdimento è paragonabile agli spazi aperti a terra. Questo tipo di inverdimento può essere mantenuto in modo permanente solo con una manutenzione periodica e, in particolare, con un apporto idrico regolare (irrigazione automatica). Soprattutto la scelta delle piante determina l'entità delle misure di manutenzione. Ad esempio, un rinverdimento intensivo con piante tappezzanti richiede meno manutenzione di un prato. Questa forma di inverdimento richiede requisiti più elevati per la struttura a strati: strato di protezione in TNT da 500 g, elemento di accumulo e drenaggio da 40 mm, telo filtrante, substrato adatto e vegetazione.



Il tetto verde inclinato

I tetti inclinati con una pendenza pari o superiore a 5° richiedono una soluzione più complessa. A seconda della forma della struttura del tetto e della sua inclinazione è necessario trovare soluzioni idonee per impedire lo scivolamento dei materiali del tetto verde:

- elementi di drenaggio con funzione anti-taglio;
- strati di protezione dall'erosione (ad esempio juta) per pendenze di 15° o più;
- per pendenze superiori a 20° è necessario installare barriere antitaglio aggiuntive;
- lo strato filtrante non viene utilizzato sui tetti inclinati.

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 2.3.12 - 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 pen- denza 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 7730:2006;
- 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 7730:2006.

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 n50 (espresso 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: n50: < $2/h^{-1}$
- per gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello: n50: < $3,5/h^{-1}$

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

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, 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.

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 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***.

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**.

Criteri Ambientali Minimi in edilizia

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 o UNI EN ISO 16000-9 … <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 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.

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[7]	40%
Polistirene espanso sinterizzato (di cui quantità minima di riciclato 10%)	15% (di cui minimo 10% di materiale riciclato)
Polistirene espanso estruso (di cui quantità minima di riciclato 5%)	10% (di cui minimo 5% di materiale riciclato)
Poliuretano espanso rigido	2% fino al 31/12/2025 / 3% 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 professionali non regolamentate - Posatori di sistemi a secco in lastre - Requisiti di conoscenza, abilità, competenza;
- **UNI 11673-2:2019** Posa in opera di serramenti - Parte 2: 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 - Parte 1: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11966:2024** Attività professionali non regolamentate - Lattoniere edile - Requisiti di conoscenza, abilità, autonomia e responsabilità;
- **UNI 11515-2:2020** Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni - Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza dei posatori;
- **UNI 11493-2:2016** Piastrellature ceramiche a pavimento e a parete - Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posa- tori di piastrellature ceramiche a pavimento e a parete;
- **UNI 11714-2:2019** Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti - Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti;
- **UNI 11704:2018** Attività professionali non regolamentate - Pittore edile - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11556:2014** Attività professionali non regolamentate - Posatori di pavimentazioni e rivestimenti di legno e/o a base di legno - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11716:2018** Attività professionali non regolamentate - Figure professionali che eseguono la posa dei sistemi compositi di isolamento termico per esterno (ETICS) - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza;
- **UNI 11742:2019** Attività professionali non regolamentate - Carpentiere di elementi e strutture di legno - Requisiti di conoscenza, abilità, competenza;
- **UNI 11900:2023** Attività professionali 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

Quanto sopra riportato è una minima parte di ciò che prevede il **Decreto CAM per l'edilizia**. È utile notare e fare emergere che nell'ambito delle opere pubbliche sia obbligatorio procedere con una progettazione esecutiva di dettaglio di diversi aspetti. La tenuta all'aria e al vento dell'involucro edilizio, la protezione dal gas radon, il controllo delle emissioni nocive in ambienti confinanti (IAQ), la scelta dei materiali isolanti, la scelta del sistema e della finitura di un manto di copertura, ecc. sono tutti argomenti che richiedono una progettazione di dettaglio e una particolare attenzione nella scelta e nelle indicazioni dei materiali da utilizzare nelle diverse stratigrafie (tetto-parete e nodi costruttivi) che andranno a comporre il progetto edilizio nel suo complesso. Le indicazioni e le scelte devono essere esplicitate all'interno della cd. "Relazione CAM" e all'interno degli altri documenti che vanno a comporre il progetto esecutivo dell'opera con particolare attenzione a: 1) Capitolato Speciale di Appalto 2) Computo Metrico Estimativo (analisi prezzi ed elenco prezzi).
Nelle soluzioni tecniche e tecnologiche per l'involucro edilizio proposte all'interno del presente manuale, **diversi prodotti del Gruppo**

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Ergepearl e diversi sistemi costruttivi rispettano le indicazioni e le prescrizioni del Decreto CAM per l'edilizia.
Da evidenziate che per gli **SMT** (Schermi Membrane Traspiranti come definiti dalla **UNI 11470:2015**), non è previsto all'interno del Decreto CAM un contenuto minimo di materiale riciclato come, ad esempio, avviene per i materiali isolanti. Per questa tipologia di prodotti la conformità ai CAM viene attestata e soddisfatta con la DoP (Dichiarazione di Prestazione); se il materiale dovesse essere utilizzato come strato di tenuta all'aria all'interno degli ambienti, dovrà anche essere accompagnato a idoneo certificato che ne attesti la rispondenza ai requisiti di cui al criterio 2.5.1 Emissioni negli ambienti confinati (inquinamento indoor).
Per una trattazione più amplia e completa fare riferimento al testo integrale del **Decreto 24 novembre 2025: "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi"**.

La stratigrafia del tetto piano sotto l'impermeabilizzazione

Il pacchetto del tetto piano è molto complesso e deve essere gestito a regola d'arte per definire i singoli prodotti e elementi che creano un pacchetto ottimizzato per la gestione del vapore e della funzionalità al di sotto il manto impermeabile.

La struttura portante e la pendenza delle coperture piane

Le grosse coperture piane di siti industriali/produttivi, date le luci in gioco, vengono costruite prevalentemente con elementi cementizi precompressi, travi a T o tegoli a pigreco (doppia T), oppure con strutture complesse in acciaio completate con pannelli sandwich o con lamiere grecate strutturali, su cui viene posato il pacchetto isolante e l'impermeabilizzazione.
È vero anche che, se il sito ha un particolare interesse architettonico oppure è in zone dedite alla cultura del legno come materia prima del territorio, o è dedicato ad aziende del settore del legno, le strutture e i tamponamenti verranno ingegnerizzati con elementi lamellari di elevate sezioni o a forma di boomerang.





Le coperture piane degli edifici ad uso civile/abitativo e ricettivo/alberghiero, oltre all'utilizzo di solai gettati in opera con elementi misto laterizio/cementizio o solai pieni in calcestruzzo armato o pannelli prefabbricati tipo Pradellas, spesso e sempre più frequentemente, vengono progettati ed eseguiti con elementi lignei massicci o lamellari con travi e travetti, oppure con pannelli X-LAM.



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Parlando di coperture piane dobbiamo essere consapevoli che, a tutti gli effetti, queste coperture non sono mai perfettamente piane, con pendenza pari allo 0. Si tratta invece di coperture a bassa pendenza nell'ordine del 2/5%. Questa minima pendenza evita il ristagno dell'acqua e la guida verso gli scarichi e i pluviali.

La pendenza sulle coperture piane può essere creata in tre modi:

1. con **strutture del solaio di copertura già posato in pendenza**, che permette di eliminare lavorazioni aggiuntive e i relativi costi; naturalmente è molto elementare da mettere in pratica su edifici con pianta semplice o quadrangolare.

2. se la struttura è costituita da elementi cementizi creati in opera su edifici la cui pianta risulta essere più complessa del semplice quadrilatero, avremo compluvi e displuvi interni. La soluzione particolarmente pratica e molto redditizia è quella di gettare, con spessori differenziati, il solaio, ma, molto spesso, quando il solaio è stato posato e gettato perfettamente in orizzontale, la pendenza viene creata con il classico **massetto cementizio pendenzato**. In questo caso dovremmo avere l'accorgimento di evitare di collocare il materiale cementizio a umido insieme all'isolante tra la membrana/ barriera di controllo del passaggio del vapore e la guaina impermeabilizzante, in quanto l'umidità contenuta nel massetto, anche se maturo, verrebbe bloccata tra le due barriere al cui interno è presente il materiale isolante. Questa situazione porterebbe al decadimento delle proprietà del coibente. Dunque, l'abitudine di posare lo strato di controllo del passaggio del vapore su solaio, isolante, massetto cementizio pendenzato e guaina impermeabilizzante - anche se pratica comune - è assolutamente da evitare. Quest'indicazione è trattata nello specifico nella Norma UNI 8178-2:2019.

3. nel caso in cui le strutture abbiano limitazioni di carico, ad esempio come le strutture in legno, sulle quali si preferisce lavorare prevalentemente a secco, oppure le strutture in laterocemento, le cui pendenze possono essere create con **isolanti pendenzati**.
L'isolante pendenzato è un elemento cuneiforme tagliato da blocchi di EPS oppure lana minerale.

Questi elementi verranno posati sulla copertura secondo mappe valutate dal fornitore, seguendo le indicazioni del progettista in merito alle pendenze dettate dal posizionamento degli scarichi.
Normalmente l'elemento pendenzato viene considerato elemento a sé, quindi risulta essere uno strato con funzione puramente legata alla pendenza; è vero anche che, su coperture di dimensioni generose, lo spessore dell'isolante pendenzato passa da pochi cm a svariate decine. In questo caso per i calcoli di trasmittanza e sfasamento viene considerato lo spessore medio.
Un altro sistema molto utilizzato per creare pendenza sulle coperture "piane" è la costruzione di una struttura lignea con travetti, listoni e tavolato: una tecnica che normalmente viene associata alla creazione di una camera di "ventilazione". Questa pratica è sicuramente funzionale e indispensabile nelle coperture la cui pendenza garantisce l'effetto camino: il sole riscalda il manto che a sua volta riscalda l'aria nell'intercapedine, la quale si sposta verso la zona più alta e fuoriesce dal colmo o da retine di ventilazione. Questo movimento crea una depressione all'interno della camera d'aria che risucchia dalle zone più basse della copertura l'aria fresca.
Per maggiori delucidazioni consultare il nostro Manuale Tecnico Tetto e Parete (da pag. 8).

Dobbiamo però considerare che in questo caso stiamo parlando di superfici orizzontali sulle quali vengono create intercapedini con una differenza di pendenza minima e questo non permette di creare le condizioni per la formazione dell'effetto camino. Sulle coperture piane e a bassa pendenza si crea piuttosto quella che viene definita "camera di compensazione", collegata all'ambiente esterno attraverso comignoli esalatori. La presenza di queste aperture e/o di questi elementi permette la migrazione dell'umidità dalla camera di compensazione all'ambiente esterno, qualora la percentuale di umidità sia maggiore nell'intercapedine. Tuttavia, se l'umidità è maggiore dell'esterno, la mancanza di membrane o valvole di controllo permette all'umidità di entrare in questo interstizio.
Questa situazione d'interscambio libero, non gestito da membrane o valvole, può essere controproducente, in quanto favorisce la condensazione dell'umidità nella camera d'aria in prossimità delle zone a temperatura inferiore, zone d'ombra causate dalla presenza di corpi emergenti come camini, vani ascensore e/o scale, impianti o dalla presenza di edifici adiacenti.
Per scongiurare questa probabile eventualità consigliamo - qualora la scelta progettuale sia rivolta verso la costruzione di una struttura lignea pendenzata - di riempire l'intercapedine con un isolante fibroso morbido facile da lavorare e posare, eliminando le prese d'aria e i comignoli esalatori. Bisogna creare a tutti gli effetti un pacchetto termico a tenuta al vento e all'aria privo di intercapedini.
All'estradosso delle strutture portanti devono essere valutati, calcolati ed eseguiti i pacchetti termo- acustici funzionali, impermeabilizzati in modo adeguato con materiali adatti a preservare le caratteristiche del pacchetto e della struttura nel tempo. La scelta dell'impermeabilizzazione deve garantire ed evitare nel modo più assoluto l'infiltrazione d'acqua o la condensazione dell'umidità e il pacchetto deve essere calcolato nella sua funzione termoigrometrica attraverso software di calcolo in regime dinamico (vedi pag. 23 del Manuale Tecnico Tetto e Parete).

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La fisica tecnica del tetto piano

Regolazione del passaggio del vapore e traspirabilità

Il vapore acqueo è sempre presente all'interno degli ambienti confinati, prodotto dalle attività quotidiane che abitualmente si svolgono al loro interno. Queste attività possono generare una quantità significativa di umidità che, se non correttamente gestita, oltre a ridurre drasticamente il comfort interno, comporterebbe importanti danni alle strutture, sia dal punto di vista funzionale, sia statico nel caso delle strutture in legno.

Un'attenta valutazione della permeabilità al vapore degli elementi costruttivi è quindi un fattore cruciale e imprescindibile per una corretta progettazione a regola d'arte dell'involucro edilizio in generale. È infatti indispensabile una valutazione dell'intero involucro in tutte le stagioni, al fine di verificare che il flusso di umidità - che a seconda della stagione e delle condizioni interessa le strutture - non ristagni in alcun modo al suo interno, perché potrebbe causare formazione di condensa, muffe, riduzione delle prestazioni del coibente e deterioramento dei materiali in genere.

La tenuta all'aria e il controllo dei fenomeni igrotermici

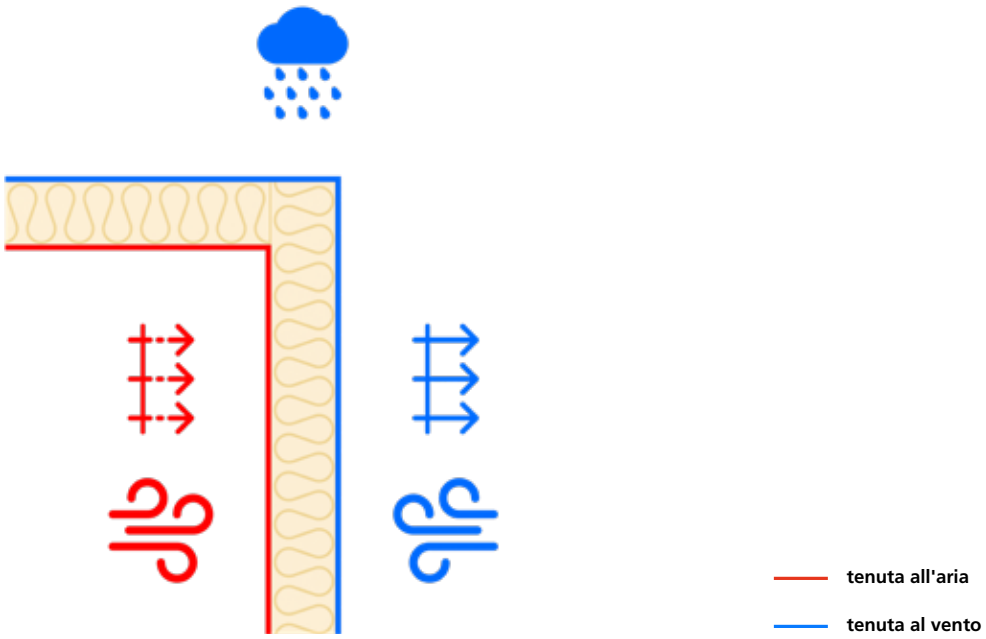
Negli ultimi anni, l'edilizia ha visto una crescente attenzione verso soluzioni che ottimizzano l'efficienza energetica e riducono l'impatto ambientale, senza sacrificare il comfort degli ambienti confinati. In questo contesto, la tenuta all'aria, unita alla corretta regolazione del passaggio del vapore sopradescritta, giocano un ruolo fondamentale.

Con il concetto di tenuta all'aria si intende la capacità di un sistema di impedire il passaggio incontrollato d'aria attraverso l'involucro esterno, sia dall'interno verso l'esterno in regime invernale, sia viceversa in regime estivo. Questo controllo è importante sotto diversi aspetti:

- comportamento energetico dell'edificio: una buona tenuta all'aria riduce le dispersioni termiche e quindi i consumi energetici;
- controllo dei fenomeni igrotermici: impedire la migrazione dell'umidità aiuta a mantenere un ambiente interno confortevole e a prevenire danni alle strutture;
- durabilità delle soluzioni adottate: proteggere l'involucro dalle infiltrazioni d'aria e umidità contribuisce alla longevità delle costruzioni e dei materiali in genere.

Parlando di tenuta all'aria di un edificio, in realtà, è necessario precisare che i piani di tenuta dell'involucro edilizio sono due:

1. piano (o strato) di tenuta all'aria: il livello interno (lato caldo dell'involucro) regola (o in alcuni casi impedisce) il passaggio del vapore acqueo, proteggendo i materiali che compongono la stratigrafia e migliorano il comfort interno;
2. piano (o strato) di tenuta al vento: il livello esterno (lato freddo dell'involucro) protegge l'edificio da agenti atmosferici come vento, acqua e umidità, migliorando anche l'isolamento acustico e la protezione da inquinanti e animali.



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Interazione tra tenuta all'aria e permeabilità al vapore

La corretta progettazione dell'involucro edilizio deve bilanciare la permeabilità al vapore con la tenuta all'aria, poiché entrambe influenzano il comportamento termico e igrometrico dell'edificio.

È inoltre corretto dire che le condizioni climatiche estive e invernali influiscono sul comportamento termoigrometrico dei pacchetti isolanti e delle strutture degli edifici in genere. In inverno, la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno fa sì che l'umidità interna spinga verso l'esterno, mentre in estate, con l'inversione delle temperature, l'umidità esterna tende ad entrare nell'edificio. Se in inverno questo fenomeno è costante, in estate dipende dal clima, dalle temperature, dall'umidità e dalle variazioni termiche tra giorno e notte. Il comportamento di diversi pacchetti isolanti varia in base alla stagione.

Durante l'inverno, ad esempio, l'aria calda interna può contenere più umidità rispetto all'aria fredda esterna, generando una differenza di pressione che fa migrare il vapore verso l'esterno. È quindi fondamentale che l'involucro consenta al vapore di passare senza che si accumuli, provocando danni come la condensa e la formazione di muffe.

La tenuta all'aria gioca qui un ruolo fondamentale in quanto una buona tenuta all'aria previene la dispersione convettiva di calore e aiuta a mantenere le prestazioni dei materiali e un ambiente interno salubre. La progettazione della tenuta all'aria deve includere quindi un'attenta analisi dei nodi architettonici e delle soluzioni tecnologiche per evitare punti deboli nell'involucro in genere.

Il connubio tra tenuta all'aria e permeabilità lo si trova nell'utilizzo di schermi al vapore e membrane traspiranti le quali, oltre a evitare la dispersione convettiva del calore, hanno la funzione di regolare l'entrata del vapore nel pacchetto coibente, senza sovraccaricarlo di umidità.

Le tre funzionalità di schermi e membrane traspiranti (di seguito SMT) sono:

1. **membrana traspirante:** strato impermeabile all'acqua ed elemento di tenuta al vento che consente al vapore acqueo di migrare rapidamente. La sua funzione è temporanea durante il completamento della copertura, ma non va considerato come manto di impermeabilizzazione finale, che nel caso di una copertura piana è rappresentato dalla guaina d' impermeabilizzazione;
2. **schermo freno al vapore:** impermeabile all'acqua ed elemento di tenuta all'aria, è uno strato che regola il passaggio del vapore tra l'ambiente interno ed esterno. La sua permeabilità deve essere progettata in base alle condizioni climatiche e ai materiali che compongono la stratigrafia, per evitare la formazione di condensa.
3. **schermo barriera al vapore:** impermeabile all'acqua ed elemento di tenuta all'aria, è uno strato che impedisce il passaggio del vapore acqueo. Proprio perché blocca il passaggio del vapore, la barriera al vapore va utilizzata con estrema attenzione, poiché, se non progettata correttamente, potrebbe provocare accumulo di umidità e condensa nei materiali.



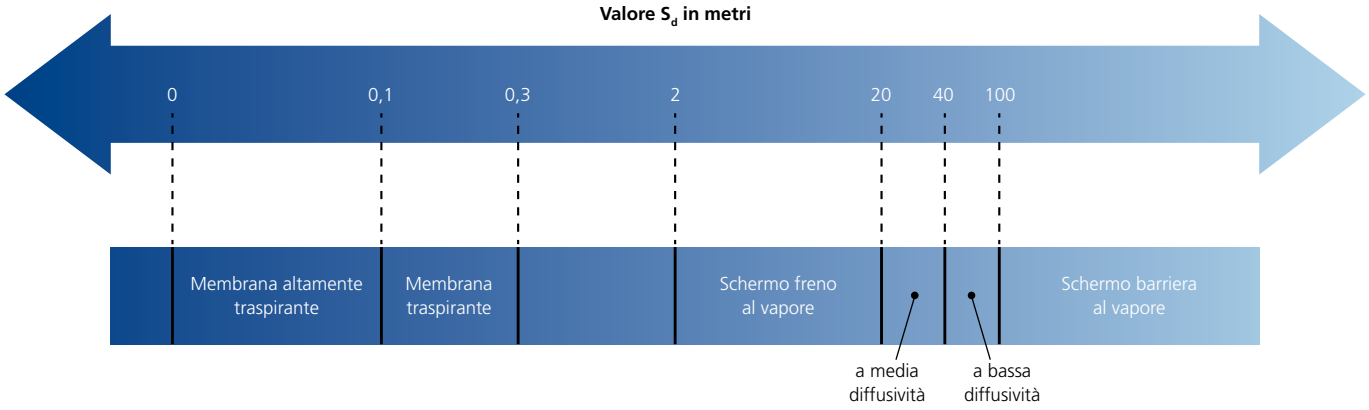
Esiste la norma **UNI 11470:2015** che chiarisce il concetto di traspirabilità degli SMT nel seguente modo: "Capacità degli schermi e membrane traspiranti di lasciarsi attraversare dal vapore acqueo in modo controllato. La traspirabilità viene espressa tramite il valore S_d che indica lo strato d'aria equivalente espresso in metri che oppone la stessa resistenza al passaggio di vapore del materiale."

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

Classificazione di Schermi e Membrane Traspiranti secondo UNI 11470:2015

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La norma classifica gli SMT in base al loro valore S_d, ovvero le membrane traspiranti hanno valore $S_d \leq 0,3$, i freni al vapore hanno valori S_d compresi tra 2 m e 20 m, mentre le barriere al vapore hanno valori $S_d \geq$ a 100 m. Esistono inoltre 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. Questi ultimi possono talvolta rappresentare la migliore soluzione come elementi di tenuta all'aria e di regolazione del passaggio del vapore nelle coperture piane, soprattutto leggere (ad esempio in legno). Tuttavia, in generale, la valutazione del corretto schermo freno o barriera al vapore è da farsi mediante idoneo calcolo termo-igrometrico.



L'integrazione di una buona tenuta all'aria con la permeabilità al vapore è quindi essenziale per garantire un ambiente interno salubre e un elevato comfort abitativo. La progettazione e l'installazione di schermi e membrane traspiranti, unitamente a soluzioni di isolamento efficaci, non solo migliorano le prestazioni energetiche dell'edificio, ma ne aumentano anche la durabilità, evitando danni strutturali e problemi legati all'umidità.

Progettazione igrotermica correttamente realizzata

Una progettazione igrotermica può essere considerata corretta quando, già in fase preliminare, vengono esclusi i rischi igrotermici (come la formazione di muffa e la condensa interstiziale) e, allo stesso tempo, in fase di costruzione si garantisce una buona tenuta all'aria dell'edificio.

Per ottenere una stratigrafia adeguata è necessario seguire alcuni passaggi fondamentali:

- verificare lo spessore degli strati isolanti per garantire che superino le resistenze minime necessarie a prevenire il rischio di muffa;
- identificare i punti critici della struttura (come angoli, giunzioni di travi, ecc.) per correggere i ponti termici e assicurarsi che l'edificio abbia una corretta tenuta all'aria;
- valutare la disposizione degli strati in relazione al loro comportamento termico e igrometrico per evitare il rischio di condensa interstiziale.

Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, la norma **UNI EN ISO 13788:2013** fornisce dei criteri per evitare la condensazione interstiziale, tra cui:

- disporre i materiali in ordine crescente di resistenza termica, dall'interno verso l'esterno;
- disporre i materiali in ordine decrescente di resistenza al vapore, dall'interno verso l'esterno.

Se questi criteri vengono rispettati, la norma garantisce che non si verifichi la condensazione interstiziale. Tuttavia, non sempre il contrario è vero: la non osservanza di questi criteri non comporta necessariamente la formazione di condensa. Questo perché la norma considera solo i fenomeni legati alla "diffusione del vapore" e non tiene conto dell'intero comportamento "igroscopico" dei materiali. Per questo motivo, nel caso in cui sia necessario o utile, è possibile eseguire una simulazione dinamica della struttura, seguendo la norma **UNI EN 15026:2023**, per avere un'analisi più completa.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

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 norma **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 norma **UNI EN ISO 13788:2013** 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 norma **UNI EN 15026:2023** 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 15026:2023**, 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.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Riwega Hygrotherm Europe

Il software per il calcolo termoigrometrico dinamico dei pacchetti



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Aspetti energetici e tenuta all'aria

Il mancato controllo delle infiltrazioni d'aria in un edificio, soprattutto in quelli con strutture leggere, può aumentare fino al 30% il fabbisogno energetico. Le infiltrazioni d'aria compromettono le prestazioni termiche, causando accumuli di umidità che riducono l'efficienza dei materiali isolanti. Inoltre, influiscono negativamente sul funzionamento dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione meccanica controllata (VMC), e, se non corretti, possono danneggiare la struttura dell'edificio. Il sistema di isolamento termico, in particolare, è molto sensibile alle infiltrazioni, poiché l'umidità riduce l'efficacia dei materiali isolanti, aumentando la conduttività termica e riducendo la loro capacità di isolamento.

Punti deboli dei piani di tenuta: interruzioni e disconnessioni in genere

I punti critici dell'involucro sono generalmente localizzati laddove quest'ultimo viene interrotto da elementi che lo intersecano, come nel caso di una copertura piana si tratta ad esempio di finestre da tetto, passaggi impiantistici e sfiati. La mancanza di continuità del manto e di tutti gli strati sottostanti può causare dispersione di calore, oltre che infiltrazioni d'aria e conseguenti rischi di condensa. Per garantire quindi un buon funzionamento dell'intero sistema è essenziale garantire la continuità del sistema e di tutti gli strati che lo compongono. La regola dell'arte prevede infatti che tutte le giunzioni degli schermi e delle membrane di tenuta in genere devono essere sigillate con sistemi adeguati (bande, nastri o colle sigillanti) per garantire una tenuta efficace contro acqua, aria e vento in ogni punto dell'involucro.

I nastri adesivi in genere sono la soluzione principale per garantire la continuità dei piani di tenuta in un edificio. Realizzati con collanti acrilici e/o butilici, a seconda della superficie di posa, privi di sostanze nocive, questi nastri offrono, una forte adesione su diversi materiali edili (legno, cemento, metallo, ecc.) e sono durevoli nel tempo, assicurando risultati per tutta la vita dell'edificio.

Verifica del manufatto tramite Blower Door Test

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.





Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

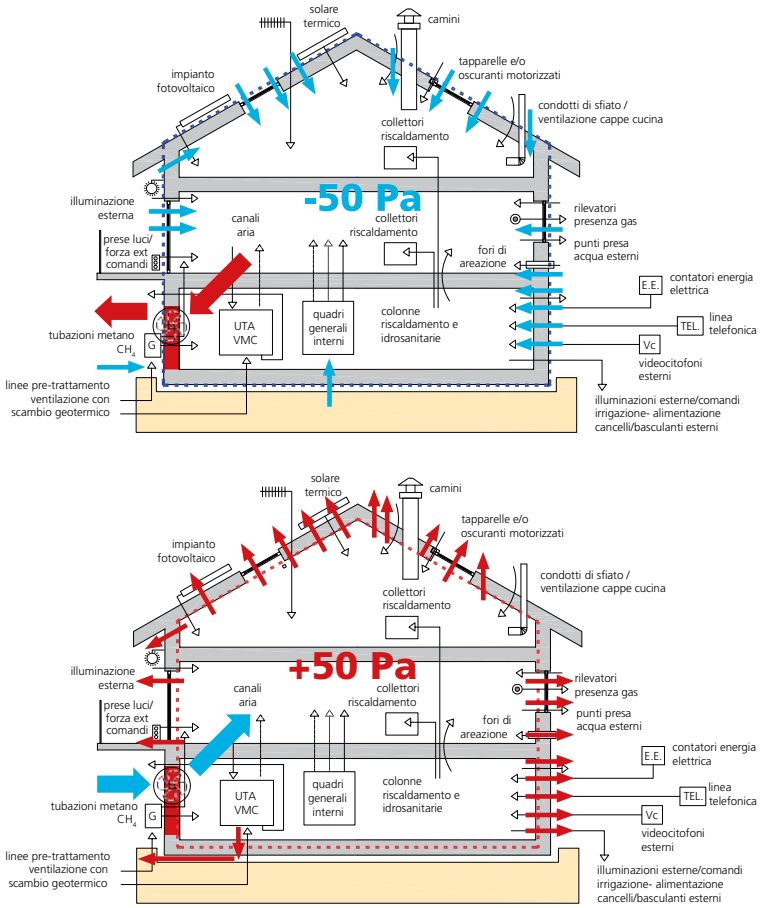
Il Blower Door Test è cruciale per valutare l'efficienza energetica di un edificio. Le perdite d'aria rappresentano carichi termici che devono essere compensati dagli impianti di riscaldamento o condizionamento. Un'adeguata impermeabilità all'aria contribuisce a un miglior comfort abitativo e a una riduzione 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 n50. Questo valore indica quante volte in un'ora il volume d'aria contenuto nell'ambiente da testare viene completamente rinnovato.

Valori Tipici di n50

- 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 n50 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.

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



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

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.






Integrazione con altri metodi di indagine

Durante un Blower Door Test ci sono strumenti quali l'anemometro e la termocamera che aiutano a individuare con maggiore precisione i punti critici dell'involucro edilizio.
L'anemometro rileva la presenza di flussi d'aria all'interno, segnalando eventuali spifferi o infiltrazioni in corrispondenza di giunti, serramenti o altri elementi poco sigillati.
La termocamera evidenzia differenze di temperatura sulle superfici interne, permettendo di localizzare ponti termici o perdite dovute a movimenti d'aria non visibili, confermando visivamente i punti a bassa tenuta.
Questi strumenti, insieme eventualmente anche all'utilizzo di fumi o di gas traccianti, rendono l'indagine più efficace, facilitando l'identificazione e la correzione delle dispersioni d'aria.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Prescrizioni sugli isolanti per coperture piane

Tipologie di isolanti e relative caratteristiche

La progettazione di una copertura piana richiede particolare attenzione alla scelta del materiale isolante, poiché da questa dipendono non solo le prestazioni energetiche dell'edificio, ma anche la durabilità e la sicurezza dell'intero sistema. Gli isolanti devono essere compatibili con il pacchetto di copertura, resistere ai carichi statici e dinamici e garantire un comportamento stabile nel tempo.

Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS)

L'EPS è costituito da perle di polistirene espanso, sinterizzate a formare pannelli di varie densità. È molto diffuso per coperture piane grazie al buon rapporto qualità-prezzo.

- Vantaggi: leggerezza, versatilità (anche in pannelli a pendenza), economicità, buona capacità isolante;
- Svantaggi: resistenza a compressione limitata, sensibilità ai solventi e al calore, comportamento al fuoco non ottimale.

Polistirene Estruso (XPS)

Lo XPS deriva da un processo di estrusione che conferisce al materiale una struttura a celle chiuse, rendendolo impermeabile all'acqua.

- Vantaggi: alta resistenza a compressione, bassissima assorbenza d'acqua, buona stabilità dimensionale;
- Svantaggi: costo superiore a EPS, minore permeabilità al vapore, dilatazioni con sbalzi termici.

Poliuretano Espanso Rigido (PIR/PUR)

Materiale ad alte prestazioni con il migliore coefficiente di isolamento.

- Vantaggi: molto basso, spessori ridotti, buona resistenza meccanica, leggerezza;
- Svantaggi: costo elevato, sensibilità all'umidità, comportamento al fuoco critico senza protezioni.

Lane Minerali

Le lane minerali sono utilizzate per esigenze di protezione al fuoco o acustica.

- Vantaggi: incombustibilità, buon isolamento acustico, stabilità dimensionale;
- Svantaggi: resistenza a compressione ridotta, sensibilità all'umidità, maggiore peso.

Fibra di legno

Gli isolanti in fibra di legno offrono elevatissimi valori di sfasamento termico estivo, nonché ottima protezione acustica. Sono inoltre materiali totalmente naturali prodotti con CO" a bilancio negativo.

- Vantaggi: isolamento acustico, sfasamento termico, elevata resistenza alla compressione;
- Svantaggi: sensibilità all'umidità, comportamento al fuoco non ottimale.

Resistenza a compressione e prescrizioni tecniche

La resistenza a compressione è un requisito fondamentale per la scelta degli isolanti. Essa viene certificata secondo le norme europee di prodotto (**EN 13162** - **EN 13165**). In base alla destinazione d'uso:

- coperture pedonabili occasionalmente: ≥ 150 kPa
- coperture con zavorre o impianti: ≥ 200 kPa
- coperture praticabili intensivamente: ≥ 300 kPa (fino a 500 kPa per casi gravosi)

Sono inoltre richieste stabilità dimensionale, compatibilità con i manti impermeabili e adeguata reazione al fuoco.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Modalità di fissaggio: meccanico o incollato

Il fissaggio dell'isolante può avvenire in modi diversi:

1. Fissaggio meccanico: con tasselli o viti a rondella

- Vantaggi: resistenza al vento, posa rapida, possibilità di sostituzione
- Svantaggi: foratura del supporto, rischio di ponti termici

2. Incollaggio: con collanti bituminosi o schiume poliuretaniche

- Vantaggi: superficie uniforme, assenza di fori, adatto a supporti delicati
- Svantaggi: posa condizionata dal clima, tempi più lunghi, difficoltà di sostituzione

3. Sistemi combinati

- Incollaggio + fissaggio puntuale per coperture soggette a vento forte

Isolanti pendenzati in EPS

Per garantire il deflusso delle acque meteoriche, le coperture piane devono avere una pendenza minima. Tradizionalmente realizzata con massetti cementizi, oggi può essere ottenuta con pannelli in EPS sagomati o pannelli in fibra di legno pendenzati.

I vantaggi sono molteplici: risparmio dei tempi di posa in cantiere (non è necessario attendere l'asciugatura del massetto), rapidità di posa, contributo isolante su tutto lo spessore, possibilità di realizzare pendenze personalizzate e miglioramento dell'efficienza termica complessiva. È inoltre possibile ottenere isolanti pendenzati pre-accoppiati a pannelli OSB, membrane in velovetro e altri tipi di supporto pronti per la successiva posa dell'impermeabilizzazione.

Conclusioni

La progettazione degli isolanti per coperture piane richiede un'attenta valutazione delle caratteristiche dei diversi materiali, dei requisiti di resistenza meccanica e delle modalità di fissaggio. EPS, XPS, PIR, lane minerali e fibre di legno rappresentano soluzioni differenti con specifici vantaggi e limiti. L'impiego di pannelli pendenzati in EPS o fibra di legno, in particolare, consentono di semplificare la realizzazione delle pendenze, ridurre i pesi in copertura e migliorare l'efficienza energetica complessiva.

Materiale	Vantaggi principali	Svantaggi principali	Resistenza a compressione tipica
EPS	Leggero, economico, versatile (anche pannelli pendenzati)	Resistenza meccanica limitata, sensibile a solventi e calore	100 - 200 kPa
XPS	Alta resistenza a compressione, basso assorbimento d'acqua, adatto a coperture rovesce	Costo superiore a EPS, ridotta permeabilità al vapore	250 - 700 kPa
PIR/PUR	Ottimo isolamento termico (λ molto basso), spessori ridotti, leggerezza	Costo elevato, sensibilità all'umidità e al fuoco se non protetto	150 - 300 kPa
Lane Minerali	Incombustibili, buon isolamento acustico, stabilità dimensionale	Resistenza meccanica ridotta, sensibilità all'umidità, più pesanti	50 - 150 kPa
Fibra di legno	Isolamento acustico, sfasamento termico, elevata resistenza alla compressione	Sensibilità all'umidità, comportamento al fuoco non ottimale	100 - 250 kPa

Tabella comparativa degli isolanti per coperture piane

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La differenza tra tetto caldo e tetto freddo

In generale, in edilizia si definisce **"tetto caldo"** una copertura dove la posa dell'isolante viene eseguita prevalentemente al di sopra della struttura e al di sotto dell'elemento di tenuta senza interposizione di una camera di ventilazione. Per **"tetto freddo"** si intende, invece, in via generale, un pacchetto di copertura dove viene realizzata una camera di ventilazione tra il materiale isolante e l'elemento di tenuta. Possiamo affermare che la prima soluzione a "tetto caldo" riguarda prevalentemente, ed è preferibile, per le coperture piane o a bassa pendenza; la seconda soluzione a "tetto freddo" è invece prevalente e da preferire per le coperture inclinate. Le specifiche "caldo" e "freddo" non riguardano la presenza o meno di un materiale isolante, ma si riferiscono unicamente alla presenza o meno di una camera di ventilazione. Inoltre, è da segnalare che, per le coperture piane, la normativa tecnica di riferimento non contempla soluzioni e schemi tipologici cd. a "tetto freddo".

Come anche riportato nella sezione dedicata alla normativa tecnica del presente manuale, per le coperture piane (coperture continue) la norma **UNI 8178-2:2019** identifica quattro schemi funzionali di riferimento tra cui, appunto, quello cd. a "tetto-caldo".
Gli schemi funzionali codificati dalla normativa tecnica sono i seguenti:

- copertura piana senza isolamento termico;
- copertura piana con elemento termoisolante posto all'intradosso dell'elemento di tenuta, detta a "tetto caldo";
- copertura piana con elemento termoisolante posto all'estradosso dell'elemento di tenuta, detta a "tetto rovescio";
- copertura piana con elemento termoisolante posto sia all'estradosso che all'intradosso dell'elemento di tenuta, detta a "tetto duo" o "tetto sandwich".

Nella pratica progettuale e costruttiva sono da preferire e sono prevalenti le soluzioni a "tetto caldo" o a "tetto duo"; trovano scarsa applicazione, almeno a livello italiano, le soluzioni a "tetto rovescio" e senza elemento termoisolante, vista anche l'evoluzione normativa in materia di efficienza energetica in edilizia e di sostenibilità ambientale che ha fortemente caratterizzato l'inizio del XXI secolo.
Dal punto di vista costruttivo la stratigrafia ricorrente per una copertura piana a "tetto caldo" deve essere costituita da:

- elemento portante (solaio in c.a., in latero cemento, in travi metalliche e lamiera grecata, in legno, in legno-cemento, ecc.);
- strato di pendenza (massetto a umido, sottostruttura pendenziata, isolante pendenziato, ecc.);
- strato di controllo della diffusione del vapore (e di tenuta all'aria);
- elemento termoisolante (con elevata resistenza a compressione);
- elemento di tenuta (membrana di impermeabilizzazione per tenuta all'acqua e al vento);
- strato di pavimentazione (eventuale pavimento galleggiante);
- strato di zavorramento (eventuale strato di ghiaia o a tetto verde estensivo/intensivo);
- strato o insieme integrato di singoli elementi di vincolo (es. integrazione per installazione impianto fotovoltaico).

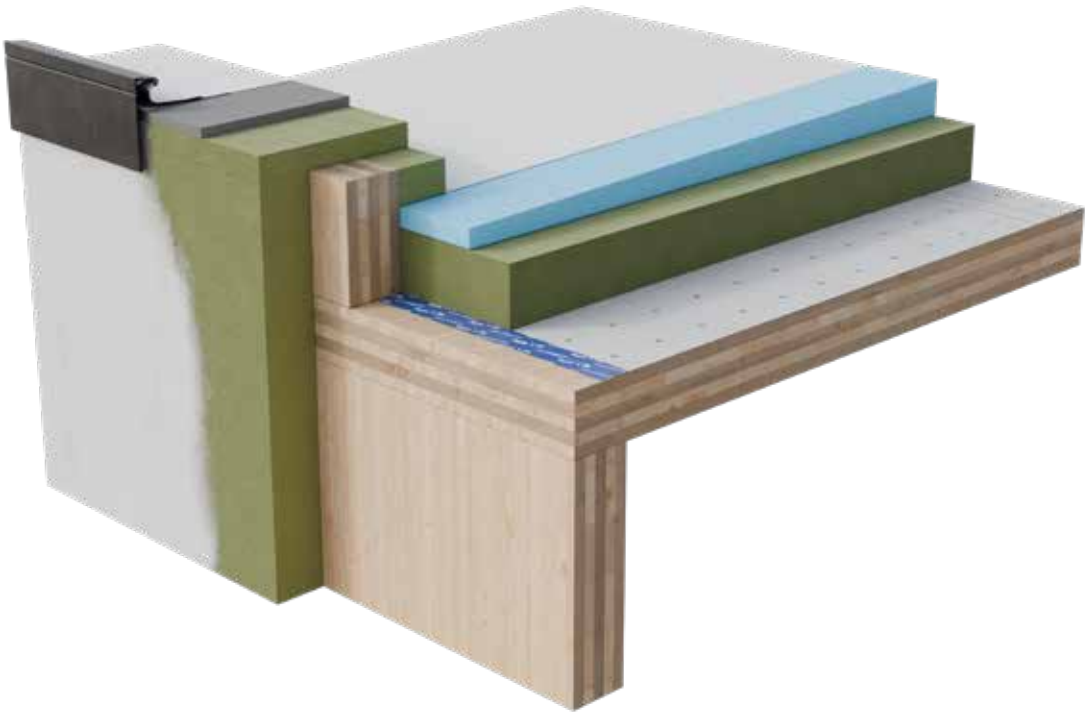
A completamento della soluzione tecnologica la stratigrafia può poi essere completata da altri strati funzionali di completamento come, ad esempio, strati di separazione, protezione meccanica, drenaggio/ filtraggio, ecc.

Come già detto in precedenza, anche se a livello normativo per le coperture piane non è previsto uno schema funzionale a "tetto freddo", è da evidenziare che nella pratica progettuale e costruttiva alcune volte si ricorre a schemi riconducibili a questa definizione. Si tratta di stratigrafie che, presa a riferimento l'impostazione del "tetto caldo" illustrata in precedenza, vanno a inserire una camera di ventilazione tra lo strato isolante e l'elemento di tenuta (manto di impermeabilizzazione). In questo caso risulta molto difficile realizzare una buona ventilazione in una camera sostanzialmente orizzontale (la camera di ventilazione, in questi casi, dovrebbe comunque avere un'altezza minima nel punto di pendenza più basso della copertura di almeno 10 cm). Inoltre, è necessario integrare le valutazioni tecniche anche con quanto previsto dalle norme per le coperture discontinue (es. **UNI 9460** per quanto eventualmente applicabile) e seguire un percorso di progettazione e analisi preventiva che ben analizzi il comportamento termo-igrometrico del pacchetto, risolvendo a priori tutti i nodi costruttivi particolari.
Nella pratica progettuale corrente, rispetto a soluzioni a "tetto freddo" preferibili per le coperture inclinate, le soluzioni a "tetto caldo" sono quindi da adottare per le coperture piane o a bassa/ bassissima pendenza, ponendo particolare attenzione alle valutazioni termo-igrometriche e alla realizzazione di una perfetta tenuta all'aria e al vapore del pacchetto in ragione delle caratteristiche dei materiali che andranno a comporre la stratigrafia.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Nelle seguenti immagini sono riportati due schemi tipologici ricorrenti con una soluzione a "tetto caldo" per copertura piana e con una soluzione a "tetto freddo" per copertura inclinata.

Soluzione a "tetto caldo" per copertura piana



Soluzione a "tetto freddo" per copertura inclinata



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Il fissaggio meccanico e l'incollaggio

Il fissaggio di un manto sintetico è l'aspetto meno apparente, ma più importante per la durata nel tempo del sistema stesso. Infatti, è di fondamentale importanza per impedire che l'azione del vento - come risaputo dalla tecnica delle costruzioni - a causa dei suoi moti turbolenti porti in depressione le superfici orizzontali di copertura di un edificio. Questa caratteristica dell'azione del vento causerebbe un sollevarsi della membrana e un suo distacco dalla struttura e innescherebbe fenomeni come l'effetto vela o la vibrazione della membrana stessa, fino a renderla inefficace come impermeabilizzazione della copertura.

La norma **UNI 11442:2015** viene in soccorso e indica quali sono le modalità e le caratteristiche che deve avere un buon sistema di fissaggio e come lo stesso debba essere correttamente dimensionato sia che si tratti di fissaggi meccanici (con viti, tasselli o sistemi a induzione), sia che si tratti di zavorramento o di incollaggio. La norma parla di un sistema generale di fissaggio e prende in considerazione tutto quello che c'è tra il manto sintetico e la struttura portante, quindi anche eventuali strati d'isolamento e massetti per la pendenza, tra cui le caratteristiche minime sia di resistenza, sia di fissaggio alla struttura. Inoltre, permette di adottare sistemi di fissaggio diversi tra i vari strati, come ad esempio di fissare con incollaggio una membrana su dei pannelli fissati meccanicamente alla struttura.

Il primo passo per la verifica del fissaggio è il calcolo dell'azione del vento, con particolare attenzione non solo alla verifica dell'azione generale del tetto, ma anche a quella che si genera sul perimetro e sugli spigoli della copertura stessa. Infatti, in queste zone l'azione del vento può essere anche due o tre volte superiore a quella generica della copertura; quindi, inevitabilmente il sistema di fissaggio dovrà essere verificato puntualmente in queste zone.

Appurate le varie sollecitazioni, il progettista deve verificare che i mezzi di unione che ha studiato per la specifica proposta progettuale siano efficaci a contrastare l'azione del vento. Una volta conosciuta la resistenza del singolo fissaggio scelto (nel caso in cui non si conosca o si abbiano incertezze vengono indicate le modalità per ricavare il valore da prove in sito, oltre alle quantità) si procede semplicemente alla verifica di quanti ne servono, avendo però cura di verificare che questi rispettino almeno il numero minimo richiesto dalla norma stessa. Infatti, oltre alla metodologia di calcolo, vengono indicati anche i numeri minimi necessari sia in caso di fissaggio delle membrane, sia in caso di fissaggio dei pannelli termoisolanti. Questo garantisce - in funzione delle dimensioni - che non ci siano movimenti che possano danneggiare l'impermeabilità di ciò che c'è sopra. Ci sono prescrizioni e regole anche per l'induzione trattata e tutti gli effetti come un fissaggio meccanico.

La zavorra, invece, consiste nel fermare gli strati funzionali sulla copertura con un peso almeno maggiore della depressione generata dal vento; può essere usata su coperture o solai con massimo il 5% di pendenza, pendenza oltre la quale devono essere garantiti sistemi che impediscano lo scivolamento della zavorra. In tutti i casi è consigliabile - se non obbligatorio - inserire uno strato di separazione tra la zavorra e il manto per evitare che questa danneggi il manto stesso e garantisca un corretto deflusso delle acque.

L'adesivo invece deve resistere a una forza di trazione di almeno 20 kN/m^2 con un'adesione del 100% alla superficie o proporzionale ad esso in funzione della percentuale di adesione per garantire che il fissaggio sia efficace.

Un ruolo importante nella definizione del fissaggio, oltre alla sua resistenza, lo gioca anche la progettazione dei dettagli costruttivi dello stesso. Infatti, i punti particolari del tetto, come per esempio i bordi perimetrali o dei corpi emergenti, devono essere investigati e progettati in modo da garantire sia una resistenza efficace, sia una corretta e funzionale impermeabilizzazione. Per fare ciò si può, come detto, ricorrere a sistemi anche ibridi: per esempio, una copertura completamente adesiva può essere fissata meccanicamente ai bordi perimetrali, oppure una copertura zavorrata può avere zone fissate con adesivo o meccanicamente dove la zavorra, per motivi funzionali, non può essere inserita.
A fronte di quale sia il sistema di fissaggio principale, risulta importante, in tutte le prescrizioni dei produttori, un fissaggio meccanico perimetrale. Questo fissaggio, infatti, oltre a concorrere alla resistenza maggiore necessaria nel perimetro, aiuta a contrastare i fenomeni di ritiro e dilatazione delle membrane.
Questi fenomeni, se la membrana non risulta essere fissata perimetralmente, in presenza di luci importanti e quindi di ritiri termici, potrebbe allontanare l'impermeabilizzazione dal perimetro, causando infiltrazione d'acqua. Risulta quindi fondamentale adottare quest'accorgimento in ogni copertura, calcolando la resistenza in maniera particolare qualora ci si trovi davanti a prodotti più suscettibili alle dilatazioni termiche, anche solo per il colore.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La stratigrafia del tetto piano sopra l'impermeabilizzazione

Il tetto piano può avere diverse funzionalità. Dal tetto a vista che deve soltanto impermeabilizzare contro l'acqua, alla terrazza o il balcone calpestabili, fino al tetto verde. In base alle richieste del progetto o del committente bisogna progettare la stratigrafia funzionale anche al di sopra dello strato impermeabile.

Resistenza agli agenti atmosferici e radiazioni UV

Un tetto piano con impermeabilizzazione a vista è una soluzione diffusa e funzionale, ma presenta una caratteristica che ne condiziona direttamente la durabilità: l'esposizione diretta agli agenti atmosferici. L'assenza di uno strato di protezione pesante, come ghiaia o pavimentazione, lascia la membrana esposta a una serie di sollecitazioni ambientali che, nel tempo, ne accelerano l'invecchiamento e ne riducono le prestazioni.

Uno dei fattori più critici è la radiazione ultravioletta (UV) che colpisce costantemente le superfici impermeabili. I raggi UV attivano processi fotochimici all'interno dei polimeri che costituiscono le membrane, con conseguente perdita di elasticità, microfessurazioni e fenomeni di degrado superficiale. Ad esempio, nelle guaine bituminose questo degrado può manifestarsi con il fenomeno della reptazione: la membrana, irrigidita dall'invecchiamento e sottoposta a sbalzi termici, tende a formare pieghe, rigonfiamenti e scorrimenti localizzati rispetto al supporto. Queste deformazioni compromettono la continuità dello strato impermeabile, creando punti vulnerabili che possono evolvere in fessurazioni e infiltrazioni. Nelle coperture impermeabilizzate con membrane sintetiche in PVC-P (policloruro di vinile plastificato) può manifestarsi, dopo alcuni anni di esercizio, il fenomeno del ritiro della membrana. Si tratta di una contrazione dimensionale del materiale, che si evidenzia soprattutto lungo i risvolti verticali e nei punti di fissaggio meccanico. La guaina tende a "tirarsi indietro", riducendo la superficie di ancoraggio, creando tensioni nei sormonti e, nei casi più gravi, provocando strappi o fessurazioni in corrispondenza dei dettagli costruttivi come scossaline, bocchettoni e angoli. Le cause principali del ritiro sono legate alla perdita progressiva dei plastificanti contenuti nella mescola del PVC, sostanze che conferiscono al materiale la necessaria flessibilità. A ciò si aggiunge il ruolo delle escursioni termiche, che determinano continui cicli di dilatazione e contrazione, e la qualità intrinseca della formulazione: prodotti economici o con plastificanti instabili sono più vulnerabili al fenomeno. Anche modalità di posa scorrette, come l'eccessiva tensione applicata ai teli durante la saldatura, possono accentuare il problema.

Le conseguenze non sono trascurabili: la riduzione dei sormonti saldati può compromettere la continuità dell'impermeabilizzazione, mentre le trazioni localizzate aumentano il rischio di distacchi e infiltrazioni. Per questo motivo, la prevenzione passa attraverso la scelta di membrane con plastificanti di qualità e stabilizzati ai raggi UV, la corretta progettazione dei dettagli e l'adozione di sistemi di posa che permettano un minimo di movimento della membrana senza accumulare tensioni.

Diventa quindi fondamentale valutare con attenzione la qualità della composizione chimica e delle formulazioni dei materiali impermeabilizzanti: solo mescole adeguatamente resistenti e stabilizzate sono in grado di garantire una reale durabilità nel tempo. In questa direzione, Riwega propone soluzioni evolute basate su materiali sintetici ad alta stabilità, come le poliolefine e i polimeri nobili quali l'EVA (Etilene Vinil Acetato). Queste tecnologie offrono una risposta efficace al problema del ritiro e assicurano una maggiore affidabilità delle coperture nel lungo periodo.

Accanto all'azione della luce solare vanno considerati gli effetti delle piogge acide, che con il loro contenuto di composti aggressivi possono progressivamente intaccare i materiali, e delle piogge sabbiose, sempre più frequenti, che depositano particolati e detriti sulla superficie. Questi sedimenti, se non rimossi, favoriscono la formazione di ristagni, con possibili fenomeni di colonizzazione biologica e, nel lungo periodo, intasamento dei sistemi di drenaggio.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

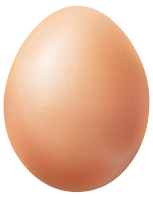
Grandine

Un altro aspetto critico da considerare per le coperture piane con impermeabilizzazione a vista è l'azione della grandine, fenomeno atmosferico che negli ultimi anni, a causa dei cambiamenti climatici, si manifesta con sempre maggiore frequenza e intensità. A differenza di altri fattori di degrado, come i raggi UV o le piogge acide, la grandine può causare danni immediati e localizzati. I chicchi di ghiaccio che colpiscono direttamente la membrana a vista possono provocare perforazioni, microfratture o cricche superficiali, riducendo la continuità dello strato impermeabile. Nelle membrane bituminose autoprotette, ad esempio, si possono verificare scalfiture dello strato superficiale, mentre nelle membrane sintetiche (PVC, Poliolefine, EVA, EPDM) l'impatto può lasciare segni netti, deformazioni o addirittura rotture localizzate nei punti di saldatura e nei risvolti.

Per valutare correttamente la resistenza della copertura a questo tipo di sollecitazione esistono classificazioni tecniche riconosciute, come il sistema svizzero HW (Hail Resistance). Le classi vanno da HW 1 a HW 5, dove HW 5 rappresenta il massimo livello di resistenza, corrispondente alla capacità del materiale di resistere senza danni all'impatto di chicchi di grandine di 50 mm di diametro e una velocità all'impatto di circa 30 m/s (108 Km/h). Questo standard è particolarmente rilevante per tetti esposti o privi di protezioni aggiuntive e viene certificato attraverso test rigorosi, che simulano l'impatto dei ghiacci con velocità e diametri definiti, valutando l'integrità funzionale e la tenuta all'acqua dei materiali.

I prodotti Riwega rispondono a queste esigenze proponendo membrane con classificazione HW 5, offrendo così una protezione affidabile anche contro grandinate particolarmente severe. L'elevata resistenza all'impatto, unita alla qualità delle formulazioni chimiche dei materiali sintetici (come poliolefine e polimeri nobili tipo EVA - Etilene Vinil Acetato), garantisce durabilità, stabilità dimensionale e riduzione dei rischi di ritiro o lacerazioni. Questo consente di mantenere l'integrità della copertura anche in condizioni meteorologiche estreme, riducendo i costi di manutenzione e aumentando la sicurezza complessiva dell'edificio.

Classi di resistenza alla grandine

Molto debole	Debole	Medio	Alto	Molto alto
				
				

Classe di resistenza	Diametro (cm)	Massa (g)	Velocità (m/s)	Fine classificazione (J)
HW1	1	0,5	13,8	0,04
HW2	2	3,6	19,5	0,7
HW3	3	12,3	23,9	3,5
HW4	4	29,2	27,5	11,1
HW5	5	56,9	30,8	27,0

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La copertura in ghiaia

La ghiaia rappresenta un elemento fondamentale nella protezione delle coperture piane, svolgendo diverse funzioni cruciali per la durabilità e l'efficacia del sistema di impermeabilizzazione.

In coperture con membrane non incollate, la ghiaia funge da elemento di zavorra, sostituendo il sistema di fissaggio meccanico tradizionale. Quest'approccio è conforme alle indicazioni della norma **UNI 11442:2015**, che prevede soluzioni alternative per garantire la stabilità del manto impermeabile senza l'uso di fissaggi meccanici. Lo spessore minimo dello strato di ghiaia deve essere di almeno 5 cm per garantire un'adeguata resistenza alla forza di estrazione dovuta al vento. Questo spessore è calcolato per evitare il sollevamento del manto impermeabile e per contrastare la forza di aspirazione del vento, soprattutto in coperture con membrane non incollate.

La ghiaia funge da barriera protettiva contro gli agenti atmosferici, come i raggi UV e le variazioni termiche, che possono danneggiare il manto impermeabile. Inoltre, protegge la membrana dalle sollecitazioni meccaniche e dai danni causati da attività di manutenzione o accesso periodico alla copertura.

Durante le operazioni di manutenzione, la presenza di ghiaia sulla copertura riduce il rischio di danneggiare il manto impermeabile. Essa offre una superficie stabile e sicura per gli operatori, minimizzando il rischio di perforazioni o abrasioni accidentali sulla membrana sottostante.

La ghiaia non va posata direttamente a contatto con la membrana impermeabile, ma va interposto uno strato tecnico protettivo di base, un geotessile non tessuto, come il prodotto di Riwega I planus, Planus Felt 300, con grammatura pari o superiore a 300 g/m². Questo strato funge da barriera protettiva, evitando il contatto diretto tra la ghiaia e la membrana e riducendo il rischio di danneggiamenti.
In alternativa si può utilizzare il geocomposito drenante, come il prodotto di Riwega I planus, Planus Drein-Tec, costituito da una membrana bugnata in HDPE accoppiata a un tessuto filtrante in polipropilene. Questo sistema permette il drenaggio dell'acqua piovana verso gli scarichi e crea una micro-ventilazione che favorisce l'asciugatura del manto impermeabile.
Si consiglia l'utilizzo di ghiaia tonda lavata di fiume, con granulometria compresa tra 16 e 32 mm, stesa sciolta, senza compattazione, per consentire un corretto drenaggio ed evitare la formazione di ristagni d'acqua. Lo spessore deve essere minimo 5 cm, come indicato dalla norma **UNI 11442:2015**, per garantire un'adeguata resistenza alla forza di estrazione da vento.



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Il tetto verde

Negli ultimi anni, in Italia, i tetti verdi stanno suscitando un crescente interesse come soluzione innovativa per rendere le aree urbane e zone industriali più vivibili e sostenibili. Si tratta di coperture di diversi tipi di edifici che vengono parzialmente o completamente ricoperte da vegetazione, realizzate mediante strati specifici di membrane impermeabilizzanti resistenti alle radici, sistemi di drenaggio e accumulo di acque piovane e di terreno speciale per coperture verdi che permettono alle piante di crescere senza danneggiare la struttura dell'edificio.

Esistono diversi tipi di coperture verdi che favoriscono la crescita di diversi tipi di piante secondo le preferenze del committente e del progettista. Per le varie differenze della tipologia di piantumazione cambiano anche le caratteristiche dei vari prodotti della stratigrafia che devono essere adatte alla scelta di piante, tipologia di tetto verde, zona climatica e altri parametri importanti che garantiscono la funzionalità e durabilità nel tempo del tetto verde.

Tutti questi parametri e caratteristiche dei prodotti vengono regolati dalla norma italiana **UNI 11235:2015**.



Tetto verde estensivo



Tetto verde intensivo

I benefici di questa tecnologia sono molteplici. Dal punto di vista ambientale, i tetti verdi contribuiscono a ridurre l'effetto "isola di calore urbano", abbassando la temperatura media delle città e migliorando la qualità dell'aria grazie alla capacità delle piante di assorbire anidride carbonica e polveri sottili. Inoltre, favoriscono la biodiversità, creando microhabitat per insetti, uccelli e piccoli organismi spesso assenti negli spazi urbani densamente edificati.

Anche sul piano energetico i vantaggi sono significativi: l'isolamento naturale fornito dal substrato vegetale permette di ridurre la dispersione termica in inverno e di limitare il surriscaldamento degli ambienti in estate, con conseguente diminuzione dei consumi di energia per riscaldamento e condizionamento. Dal punto di vista idrologico, i tetti verdi trattengono parte delle acque piovane, riducendo il rischio di sovraccarico delle reti fognarie e contribuendo a una gestione più efficiente delle risorse idriche.

Oltre alle funzioni pratiche, i tetti verdi hanno anche un valore estetico e sociale: offrono spazi verdi aggiuntivi in contesti urbani spesso carenti di aree naturali, migliorano la qualità della vita dei cittadini e possono trasformarsi in giardini pensili, orti urbani o luoghi di aggregazione.

Naturalmente, la realizzazione di un tetto verde richiede investimenti iniziali e competenze tecniche specifiche, ma i costi vengono spesso ripagati nel lungo periodo grazie al risparmio energetico, all'aumento del valore immobiliare e alla maggiore durata della copertura protetta dagli agenti atmosferici.

In conclusione, i tetti verdi rappresentano una delle soluzioni più promettenti per affrontare le sfide ambientali delle metropoli contemporanee. Integrare la natura nell'architettura non significa solo migliorare l'estetica urbana, ma vuol dire soprattutto costruire città più resilienti, sostenibili e a misura d'uomo.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

L'impermeabilizzazione antiradice

Un punto molto importante nella progettazione ed esecuzione di tutte le tipologie di tetto verde è sempre la parte di drenaggio e impermeabilizzazione. Il sistema di drenaggio delle acque deve contribuire a portare l'acqua piovana dei sistemi di irrigazione in eccesso ai vari punti di scarico che vanno progettati e previsti su ogni copertura; in questo modo il manto impermeabile garantisce la sua funzionalità in maniera perfetta.

Il punto più importante dell'impermeabilizzazione nei sistemi di tetti verdi è il fattore di resistenza alle radici delle piante che vengono coltivate sul tetto verde. Per questo i manti impermeabili sulle coperture piane o inclinate, che vengono inclusi nei sistemi di tetto verde, devono essere resistenti nel tempo al punzonamento di radici grosse e fini.

La radice, in generale, cresce in tutte le direzioni e cerca l'acqua residua in ogni zona del sistema tetto verde. Così le radici arrivano fino allo strato di impermeabilizzazione il quale deve ostacolarne il passaggio. Soprattutto i giunti di saldatura devono essere garantiti ed eseguiti in maniera perfetta da un posatore professionale.

I prodotti ottimali sono le membrane sintetiche, che vengono prodotte in maniera omogenea o a singolo strato, al fine di garantire che la saldatura di giunzione colleghi due prodotti al 100% identici; in questo modo si crea una saldatura omogenea che collega i due strati di manto in un unico elemento omogeneo. Così facendo non si rischia di creare un punto debole sulle giunzioni saldate, ma si unificano tutti gli elementi del manto impermeabile in un unico manto, che vede i punti di giunzione come punti rinforzati e omogenei capaci di garantire la resistenza alle radici delle piante del tetto verde.





Se il manto di impermeabilizzazione non è certificato antiradice, secondo la norma europea **EN 13948:2007**, o se il manto impermeabile è esistente e non si riesce a risalire al nome o alla tipologia del prodotto, si possono aggiungere delle membrane aggiuntive, solitamente in PE, che creano uno strato antiradice certificato, che però non incide sull'impermeabilità del manto di impermeabilizzazione stesso. Queste membrane antiradice in PE vanno posate liberamente, direttamente sopra il manto impermeabile, prima di iniziare la posa del pacchetto tetto verde e vengono fissate tramite la zavorra del peso del pacchetto tetto verde.

In generale sulla nuova costruzione - per risparmiare costi e manodopera - è assolutamente consigliato l'utilizzo di una membrana di impermeabilizzazione certificata antiradice, per garantire sia la tenuta del manto nel tempo, sia la tenuta futura nel caso che in cui venga rifatta la copertura e creato un tetto verde.

Anche per coperture che vanno semplicemente coperte o zavorrate in ghiaia per proteggere il manto di impermeabilizzazione o per evitare i fissaggi meccanici, è consigliato l'utilizzo di una membrana antiradice, poiché, con il passare del tempo, polvere e sporcizia possono accumularsi negli spazi tra la ghiaia, creando un terreno fertile per piccole piante o erbe che sviluppano naturalmente le radici.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Coperture pedonabili o carrabili

Uno dei migliori vantaggi della copertura piana è la sua funzione come area utilizzabile, non solo sulle coperture di case o edifici, ma anche come aree di solai e coperture piane sotterranee. Queste coperture piane possono essere utilizzate come zone pedonabili o anche carrabili se necessario. La copertura pedonabile più utilizzata è la classica terrazza o il balcone, ma anche altri esempi possono essere creati e resi funzionali, come per esempio i giardini pensili, i parcheggi o i cortili.





In ogni caso, il tetto piano deve garantire una certa calpestabilità, non solo per un utilizzo quotidiano come terrazze o parcheggi, ma anche per calpestare la copertura al fine di fare la manutenzione della stessa o dei diversi macchinari o elementi che sono posizionati sulle coperture piane. In questo caso bisogna prevedere delle zone di lavoro o dei percorsi di manutenzione che permettano di calpestare i prodotti di copertura, posizionati anche a vista; devono quindi essere protetti da eventuali danni che possono verificarsi camminando sulla superficie del tetto. Inoltre, queste aree di camminamento devono sempre essere messe in sicurezza, al fine di evitare lesioni personali.



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Ci sono diversi importanti fattori che garantiscono la pedonabilità o la carrabilità di una copertura piana. Il punto più importante è sempre la corretta protezione del manto di impermeabilizzazione, per evitare danni futuri che possano causare problemi al manto e, di conseguenza, infiltrazioni d'acqua. Un secondo fattore molto importante è la resistenza e la portata dei prodotti all'interno del pacchetto di copertura, come per esempio l'isolante termico.
Un terzo punto fondamentale è la portata della struttura della copertura stessa. Se l'intenzione è creare una zona carrabile per macchine, come ad esempio un parcheggio, o se l'obbiettivo è creare una copertura verde intensiva con alberi e arbusti di certe dimensioni, già in fase di progettazione bisogna prevedere che il solaio sia in grado di mantenere dei carichi non indifferenti, in confronto a un solaio classico semplice.





Un ultimo punto al quale si deve dare importanza è il pacchetto di copertura, che va creato per renderlo calpestabile o carrabile. L'esempio classico è la pavimentazione tradizionale di una terrazza: in questo caso bisogna porre la massima attenzione alla posa del massetto di pavimentazione, sul quale vanno posate le piastrelle.
Un'altra possibilità, molto migliorativa in confronto al sistema tradizionale con massetto, è il pavimento galleggiante sui supporti puntuali, come i piedini. I vantaggi di questo sistema sono davvero molteplici: innanzitutto, il sistema va costruito a secco, senza il getto del massetto a umido; dopo di che, la pavimentazione è a libera scelta del committente che ha la possibilità di selezionare diverse tipologie di pavimentazioni. Infine, c'è la possibilità di creare dei punti di manutenzione e di controllo delle funzionalità sia del manto di impermeabilizzazione, sia dei singoli punti di scarico e drenaggio della copertura.





Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Per quanto riguarda le coperture carrabili, gli aspetti più importanti del pacchetto tetto sono i medesimi.
È fondamentale che la struttura portante sia adatta per essere carrabile con macchine o, se necessario, con veicoli più grandi e pesanti. È inoltre importante che i prodotti del pacchetto di copertura siano abbastanza resistenti per essere carrabili e posati sul pacchetto tetto carrabile. In più, anche nel pacchetto di tetto carrabile, è essenziale che il manto impermeabile venga correttamente protetto. Per favorire la protezione del manto impermeabile, e aiutare alla sua funzionalità di impermeabilizzazione e drenaggio delle acque piovane, è consigliato, che sopra al manto d'impermeabilizzazione, venga posato un prodotto che favorisca il drenaggio delle acque, come per esempio un materassino drenante, che in più ha la resistenza al compattamento di minimo 250 kN per resistere al peso di macchine, e se si prevede di andarci sopra anche con veicoli più pesanti, di aumentare la resistenza minima del prodotto.



Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La pavimentazione

Quando la membrana sintetica è usata come impermeabilizzazione sotto una pavimentazione, come per esempio in una terrazza o in un lastrico solare, ci sono varie tipologie di posa della stessa. Andiamo ora ad analizzarle in dettaglio.

Pavimentazione flottante

La pavimentazione si dice flottante quado non è direttamente incollata al manto sottostante; non può essere considerata zavorra per la membrana, ma bisogna assicurarsi che le mattonelle abbiano uno spessore tale da non avere problemi con la depressione del vento. Infatti, generalmente si opta per mattonelle da esterni con uno spessore di almeno 2 cm. Le stesse possono presentare dei piedini per essere posate direttamente sulla membrana o per essere sostenute da sistemi di rialzo in plastica.

Nel caso di una pavimentazione flottante bisogna stare attenti a garantire la giusta pendenza al manto sottostante e la possibilità dell'acqua di defluire correttamente senza impedimenti. La pavimentazione, se con fughe aperte e quindi permeabile, non ha bisogno di avere pendenze per il deflusso dell'acqua, funzione garantita dalla membrana sottostante per l'appunto. Inoltre, bisogna cautelarsi affinché i piedini non danneggino la membrana e questo possiamo assicurarlo interponendo tra il piedino e la membrana uno strato separatore, come ad esempio della gomma riciclata. Bisogna inoltre assicurarsi che i pesi della pavimentazione e accidentali, che vanno a concentrarsi su un'impronta più ridotta (appunto quella del piedino) non siano tali da portare a cedimenti localizzati degli strati sottostanti alla membrana, perché ciò potrebbe portare ad avvallamenti nella pavimentazione e a danni alla membrana stessa. Per evitare questo problema bisogna garantire che i pannelli termoisolanti abbiano una resistenza adeguata a compressione e che sotto la membrana venga inserito uno strato funzionale per la ripartizione dei carichi.

Questo tipo di pavimentazione è di facile rimozione e manutenzione e risulta l'ideale per permettere controlli periodici sulla membrana sintetica impermeabilizzante. Inoltre, è un intervento che può essere rimosso o sostituito con facilità qualora sopraggiungessero altre esigenze.

Pavimentazione tradizionale

La pavimentazione incollata con malte tradizionali è un intervento che può essere realizzato sopra le membrane sintetiche. A differenza di una pavimentazione flottante, questo genere di pavimentazione segue generalmente la pendenza della membrana sintetica sottostante; infatti, in questo caso risulta importante un veloce deflusso delle acque meteoriche al fine di garantire una maggiore durabilità nel tempo.

Tradizionalmente, per procedere all'incollaggio, si opta per la realizzazione di un massetto sopra il manto sintetico; tuttavia, questa soluzione ha i suoi svantaggi. Innanzitutto, il massetto deve essere separato con un opportuno strato dalla membrana impermeabile sottostante, per impedire eventuali danni alla stessa. Inoltre, l'eventuale acqua che filtra dalle fughe della pavimentazione non ha uno sfogo immediato e questo potrebbe portare ai tipici problemi delle pavimentazioni da esterno incollate, quindi a problemi dovuti al gelo, perciò distacco, o causati dalla formazione di muffe e al conseguente problema di scivolamento e inestetismo. In caso di infiltrazioni nella membrana sottostante, la pavimentazione e il massetto devono essere demoliti e rimossi con un discreto aggravio di spesa.





Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Un modo più corretto per permettere l'incollaggio delle piastrelle sopra una membrana impermeabile è di utilizzare un sistema drenante come il Watec Drain® di Riwega | planus. Infatti, il sistema è un elemento drenante di basso spessore che grazie alla sua conformazione permette l'incollaggio delle piastrelle a malta, come se ci si trovasse in presenza di un massetto. Questo strato separatore tra piastrelle e membrana, dello spessore di 9 mm, ha la funzione di garantire un rapido ed efficace drenaggio dell'eventuale acqua d'infiltrazione eliminando problemi di gelività e di ammaloramento della pavimentazione. Inoltre, non essendo incollato sulla membrana permette una rimozione mirata dell'eventuale strato di mattonelle sovrastanti per permettere interventi di manutenzione localizzata in caso ce ne fosse bisogno. Tutto questo, come detto, in 9 mm di spessore oltre allo spessore della mattonella.

Pavimenti a basso spessore

Nel caso in cui non si abbiano a disposizione neanche 2,5 cm per la realizzazione di una nuova pavimentazione, l'ultima alternativa possibile è quella di intervenire con sistemi a bassissimo spessore.



Con alcuni prodotti impermeabilizzanti in commercio c'è la possibilità di realizzare una finitura superficiale che ha l'aspetto e la resistenza di una pavimentazione; fondamentalmente, però, è un camuffamento dell'impermeabilizzazione e, quindi, è compresa nello spessore di 5-7 mm necessari a garantire la tenuta all'acqua.

Ovviamente un sistema del genere deve garantire lo spessore minimo richiesto dal prodotto, affinché venga garantita l'impermeabilizzazione (nel caso di Enkolan 4 mm) e deve essere appositamente rinforzato con un'armatura. A questo spessore, aggiungendo uno strato di incollaggio, uno di finitura, uno di protezione sovrastante e altri 3 mm circa, si può regalare un aspetto gradevole al sistema.

Lo strato sul quale posare questo sistema deve essere stabile ed efficacemente fissato alla struttura; inoltre, nel caso di asperità o disconnessioni, queste devono essere regolarizzate prima dell'intervento.

Questo genere d'intervento, pur non essendo smontabile come la pavimentazione flottante, garantisce in uno spessore minimo l'impermeabilità e l'estetica, risolvendo la situazione quando non è possibile aumentare significativamente gli spessori del sistema.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Fotovoltaico sul tetto piano

Le coperture piane sono certamente il luogo ideale per l'installazione di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Nel corso degli ultimi decenni il settore edilizio italiano ed europeo (e non solo) è stato fortemente caratterizzato e incentivato dalle cd. politiche green per l'installazione di questa tipologia di impianti sulle coperture degli edifici; le coperture piane, se non diversamente utilizzate, sono quindi diventate sede di installazione naturale per lo sfruttamento di tutto il potenziale di questa tecnologia. L'installazione di un impianto fotovoltaico sulle coperture piane necessita però di opportune valutazioni tecniche e di compatibilità per diversi aspetti:

- strutturali e di stabilità meccanica;
- protezione al fuoco;
- integrità degli elementi e strati di tenuta;
- integrazione con diverse soluzioni di finitura (es. tetto verde);
- accessibilità e sicurezza per manutenzione.

I sistemi per l'installazione degli impianti fotovoltaici sulle coperture piane possono essere di diverse tipologie, riconducibili principalmente alle seguenti categorie:

- strutture inclinate con zavorra (es. profili in alluminio vincolati a zavorre in blocchi di cemento);
- strutture inclinate fissate meccanicamente (es. profili e sottostrutture metalliche dotate di specifiche staffe e sistemi di collegamento per vincolo meccanico all'elemento strutturale di copertura);
- strutture inclinate integrate nel pacchetto di finitura del tetto verde (funzionamento a zavorra).

Nella proposta tecnico commerciale delle linee di prodotto del Gruppo Ergepearl possiamo trovare diverse soluzioni per l'integrazione di un impianto fotovoltaico su copertura piana, che fanno riferimento alle tipologie sopra indicate.



Il sistema **FLAT PV**, della linea Riwega | safetymania, permette l'installazione di pannelli fotovoltaici sulle coperture piane senza la necessità di realizzare dei fissaggi e dei vincoli meccanici che andrebbero a interferire con l'elemento di tenuta (manto di impermeabilizzazione). Il sistema è costituito da telai di supporto in alluminio regolabili con diverse inclinazioni da integrare con elementi in cls prefabbricato con funzione di zavorra; rispetto ai sistemi tradizionali di questa tipologia, permette una sensibile riduzione dei carichi agenti sulla copertura pur garantendo massima tenuta e stabilità anche in condizioni estreme.



Nel caso in cui non sia possibile ricorrere all'installazione dell'impianto fotovoltaico con un sistema zavorrato o sia preferibile un sistema di fissaggio meccanico diretto alla struttura di copertura, si può ricorrere a specifici prodotti e accessori del sistema di impermeabilizzazione. La linea Riwega | planus presenta specificatamente il sistema **EVATEC®** che permette l'installazione di impianti fotovoltaici su manti di impermeabilizzazione in EVALON® mediante specifiche staffe a fissaggio meccanico che garantiscono una perfetta tenuta all'acqua, integrandosi alla perfezione con il medesimo manto.



Per l'installazione dei pannelli fotovoltaici sui tetti piani - per i quali è prevista una finitura a verde o uno strato di zavorramento in ghiaia - possono essere utilizzate delle apposite sottostrutture in alluminio. All'interno della linea Riwega | planus viene proposto il sistema **RF BASAMENTO FOTOVOLTAICO FKD**, una struttura autoportante composto da base e staffa in alluminio, che permette l'installazione e il montaggio dei pannelli fotovoltaici senza necessità di vincolo meccanico in interazione con il manto di impermeabilizzazione. Lo strato di finitura del pacchetto (verde estensivo o in ghiaia) funge da idonea zavorra per garantire la perfetta stabilità e resistenza dell'impianto alle azioni del vento.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Per il completamento dell'installazione di un impianto fotovoltaico su una copertura piana è inoltre necessario prevedere degli opportuni sistemi per la messa in sicurezza (permanente) per assicurare la possibilità di accesso e manutenzione (alla copertura e all'impianto). All'interno della linea Riwega | safetymania si trovano diverse soluzioni per sistemi di protezione individuale o collettiva specificatamente ideati e destinati per le coperture piane e a verde. Per la fase di installazione (sicurezza provvisoria in cantiere) si può invece fare riferimento alla linea Riwega | redbau, che propone specifici materiali e sistemi dedicati alla protezione contro le cadute dall'alto.
Per gli aspetti relativi alla protezione al fuoco delle coperture, in caso di installazione di impianti fotovoltaici si rimanda alla specifica sezione del presente Manuale e a quanto riportato all'interno del Manuale Tecnico Tetto e Parete del Gruppo Ergepearl.

Il B_{ROOF} - t1 - t2 - t3 - t4

La classificazione B_{ROOF} è un elemento essenziale nella progettazione delle coperture edili, regolamentata da normative che garantiscono la sicurezza antincendio. Comprendere le basi di questa classificazione consente ai professionisti di conformarsi alle attuali leggi nel settore delle costruzioni.
La classificazione B_{ROOF} svolge un ruolo cruciale nella sicurezza antincendio degli edifici, in particolare per quanto riguarda le coperture. Negli ultimi anni, l'adozione di questa classificazione nei progetti edilizi è aumentata significativamente, con la maggior parte dei nuovi edifici commerciali che utilizzano materiali certificati B_{ROOF}. Questa tendenza sottolinea la crescente importanza della sicurezza antincendio nell'industria delle costruzioni.

Origine e scopo della classificazione

L'evoluzione della classificazione B_{ROOF} è legata alla crescente necessità di standardizzare i materiali da costruzione in relazione alla resistenza al fuoco. Standard europei, come la **UNI EN 13501-5:2016**, forniscono criteri chiari per valutare le prestazioni dei materiali in situazioni critiche.
La storia della classificazione B_{ROOF} risale agli anni '90, quando i paesi europei iniziarono a riconoscere la necessità di un approccio unificato alla sicurezza antincendio negli edifici. L'obiettivo principale era quello di creare uno standard che potesse essere applicato in modo coerente in tutta Europa, garantendo un livello minimo di sicurezza per le coperture degli edifici.
Con l'aumento degli incidenti legati agli incendi negli edifici, divenne evidente che le coperture giocassero un ruolo cruciale nella propagazione del fuoco. La classificazione B_{ROOF} è stata quindi sviluppata per affrontare specificamente quest'aspetto, fornendo un metodo standardizzato per valutare la resistenza al fuoco dei materiali utilizzati nelle coperture.

Evoluzione normativa e standard europei

L'adozione della classificazione B_{ROOF} è stata graduale, ma costante in tutta Europa. Con la norma **EN 13501-5:2016**, si è stabilito un quadro comune per la classificazione della resistenza al fuoco delle coperture. Questa norma ha sostituito i vari standard nazionali preesistenti, creando un linguaggio comune per i professionisti del settore in tutta Europa.

Importanza della classificazione per i professionisti

Per architetti e ingegneri, la classificazione B_{ROOF} offre linee guida cruciali nella scelta dei materiali da utilizzare. Una corretta comprensione dei contenuti normativi aiuta a realizzare edifici sicuri e conformi, evitando sanzioni e problemi di integrazione nel mercato.
La classificazione B_{ROOF} influenza profondamente il processo decisionale dei professionisti del settore edile. Gli architetti devono considerare non solo l'estetica e la funzionalità delle coperture, ma anche la loro conformità agli standard di sicurezza antincendio. Allo stesso modo, gli ingegneri devono integrare questi requisiti nei loro calcoli strutturali e nella scelta dei materiali.
L'importanza di questa classificazione si estende anche al campo delle assicurazioni. Gli edifici con coperture certificate B_{ROOF} possono beneficiare di premi assicurativi più bassi, riflettendo il minor rischio associato a questi materiali in caso di incendio.

Come funziona la classificazione B_{ROOF}

Il processo di classificazione B_{ROOF} coinvolge diversi passaggi rigorosi, progettati per testare la reazione al fuoco dei materiali. La corretta esecuzione di questi test è fondamentale per garantire la sicurezza degli edifici e per proteggere gli occupanti in caso di incendio.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Categorie e classi di resistenza

Le classi di resistenza all'incendio per la classificazione B_{ROOF} si dividono in diverse categorie, ognuna progettata per specifiche applicazioni. Conoscere queste categorie permette ai progettisti di selezionare i materiali più appropriati per ogni progetto.
La classificazione B_{ROOF} comprende quattro classi principali: t1, t2, t3 e t4.

Differenze tra le classi

Ogni classe di resistenza offre diverse prestazioni in termini di protezione contro il fuoco e queste differenze devono essere chiaramente comprese dai professionisti del settore. L'approccio corretto alla scelta dei materiali può fare la differenza nella resistenza finale dell'intera struttura.
L'altra differenza è la specifica richiesta dai vari ministeri o Associazione Nazionali dei Vigili del Fuoco per i vari Paesi Europei. **In Italia, ad esempio, dal 2012 era richiesta la certificazione B_{ROOF} t2, t3 e t4. A partire dal 01/09/2025, con la pubblicazione delle nuove Linee Guida del Ministero dell'Interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco - che sostituiscono quelle del 2012, la scelta è stata limitata alle sole certificazioni B_{ROOF} t3 e B_{ROOF} t4.**.

I test di resistenza al fuoco

I test per la classificazione B_{ROOF} simulano diverse condizioni di incendio per valutare le prestazioni dei materiali.
Questi test includono:

- esposizione a fiamme dirette;
- valutazione della propagazione del fuoco sulla superficie;
- analisi della penetrazione del fuoco attraverso il materiale;
- osservazione della produzione di gocce o particelle incandescenti.

I risultati di questi test determinano la classe B_{ROOF} assegnata al materiale.

Materiali e coperture nel contesto B_{ROOF}

La scelta del materiale è cruciale per ottenere una classificazione B_{ROOF} adeguata; materiali non combustibili offrono la massima sicurezza e durabilità. Gli sviluppi nel settore dei materiali da costruzione continuano a definire nuove opportunità per progettare in sicurezza.

Materiali approvati

Tra i materiali comunemente utilizzati che possono ottenere una classificazione B_{ROOF} troviamo:

- lastre metalliche (acciaio, alluminio);
- membrane sintetiche specifiche per coperture;
- pannelli compositi con adeguato trattamento ignifugo.

Vantaggi dei materiali non combustibili

I materiali non combustibili offrono diversi vantaggi nel contesto della classificazione B_{ROOF}:

- massima sicurezza in caso di incendio;
- durabilità e resistenza nel tempo;
- facilità di manutenzione;
- conformità alle normative più stringenti.

Progettazione e applicazione pratica

Nell'applicazione pratica, la progettazione di coperture conformi alla classificazione B_{ROOF} richiede una considerazione attenta su vari fattori:

- inclinazione del tetto;
- sistemi di ventilazione;
- isolamento termico;
- barriere al vapore.

L'integrazione di questi elementi con materiali classificati B_{ROOF} richiede competenza e attenzione ai dettagli.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Normativa e approfondimenti

Rimanere aggiornati sui riferimenti normativi è essenziale per tutti i professionisti coinvolti nella progettazione e costruzione. La **UNI EN 13501-5:2016** facilita la conformità, offrendo indicazioni chiare e procedure per testare i materiali utilizzati nelle coperture.

Riferimenti normativi

I principali riferimenti normativi per la classificazione B_{ROOF} includono:

- **UNI EN 13501-5:2016**: classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione;
- regolamento **CPR 2024/3110**: regolamento prodotti da costruzione;
- norme nazionali specifiche che integrano gli standard europei.

La norma **UNI EN 13501-5:2016** ha avuto un impatto significativo nel settore delle costruzioni, fornendo:

- metodi di prova standardizzati;
- criteri di classificazione uniformi;
- base per la certificazione dei prodotti;
- linee guida per produttori e progettisti.

Conformità e approvazione dei materiali

Il processo di conformità e approvazione dei materiali per la classificazione B_{ROOF} coinvolge diversi passaggi:

1. test iniziali presso laboratori accreditati;
2. valutazione dei risultati da parte di enti certificatori;
3. emissione della certificazione B_{ROOF};
4. monitoraggio continuo e test periodici per mantenere la certificazione.

La classificazione B_{ROOF} rappresenta un elemento fondamentale nella progettazione e costruzione di edifici sicuri. La comprensione approfondita di questa classificazione, dei materiali idonei e delle normative correlate è essenziale per tutti i professionisti del settore edile, garantendo non solo la conformità legale ma anche la sicurezza degli occupanti degli edifici.

Metodo B_{ROOF}	Paesi che lo applicano	Dimensioni campione	Pendenza	Fuoco	Ventilazione	Pannello radiante	Durata test
T1	Germania, Spagna, Austria, Belgio, Olanda	0,80 x 1,80 m	15° o 45°	Cesto di piglia di legno dim. 20 x 30 x 30 cm	No	No	30 + 30 min.
T2	Scandinavia	0,40 x 1,00 m	30°	Traliccio di legna dim. 55 x 55 x 32 cm	2,0 m/s e 4,0 m/s	No	15 min.
T3	Francia	1,20 x 3,00 m	5° o 30°	2 cesti di legna + n-eptano	3,0 m/s	12,5 kW/m²	30 min. - vari test
T4	Regno Unito, Irlanda	0,84 x 0,84 m	0° o 45°	Bruciatore a gas	6,7 m/s da sotto	12 ± 1,5 kW/m²	60 min.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Il valore SRI - Cool roof

Il valore **SRI (Solar Reflectance Index)** è un valore riferito alla superfice del prodotto di copertura e indica quanta energia solare viene riflessa da essa e quanto calore solare viene accumulato dalla membrana di copertura.
Il valore SRI viene indicato su una scala da 0-100: il valore 0 corrisponde a un colore nero, molto assorbente e con un assorbimento del calore molto alto; mentre il valore 100 corrisponde a un colore bianco, chiaro, molto riflettente e con un assorbimento del calore basso. Dei prodotti presentano valori negativi o superiori alla scala, raggiungendo fino a 117 di valore SRI.
La norma **ASTM E 1980-11** definisce il valore Solar Reflectance Index come segue:
Il valore SRI è la temperatura relativa di una superficie rispetto a una superficie standard bianca (SRI = 100) e una superficie standard nera (SRI = 0) in condizioni standard (irradiazione solare 1000 Wm-2, temperatura ambiente 310 K, temperatura del cielo 300 K). Si calcola a partire da un bilancio energetico che tiene conto dello scambio termico radiativo e convettivo tra la superficie e l'ambiente circostante nello stato di equilibrio. Facciamo notare espressamente che sono possibili sia valori SRI superiori a 100, sia valori SRI negativi.

Come si calcola il valore SRI di un prodotto?

Il valore SRI viene calcolato tramite una formula definita dalla norma **ASTM E 1980-11** che combina i valori di riflettanza dell'energia solare e di emissività o di assorbimento di calore solare del prodotto. I valori sono determinati in prove di laboratorio normate sotto condizioni di temperature e umidità costanti per avere un risultato uniforme e per avere il valore esatto per un efficace confronto di vari prodotti di rivestimento per coperture piane e inclinate, come anche per facciate di edifici.

Il significato del valore SRI

Protezione dal calore

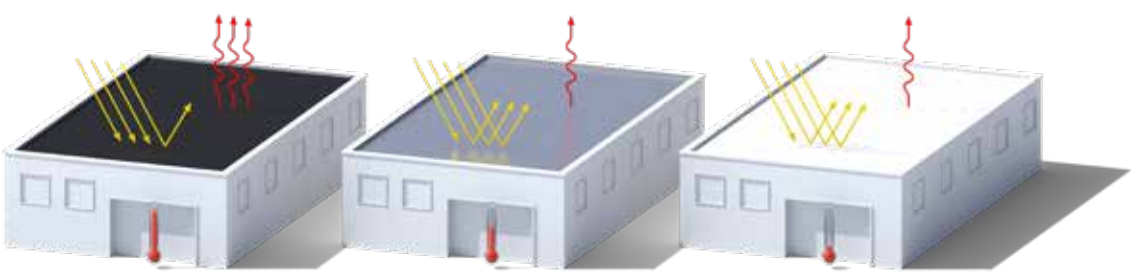
Un valore SRI alto del manto di copertura aiuta ad abbassare le temperature della membrana stessa, del pacchetto del tetto e anche dell'interno dell'edificio. Questo porta a una durata di vita maggiore del manto e dei prodotti all'interno del pacchetto del tetto, creando inoltre un ambiente più piacevole all'interno dell'edificio.

Efficienza energetica

Tramite l'abbassamento delle temperature all'interno dell'edificio, il valore SRI alto aiuta ad abbassare il consumo elettrico delle macchine di aria condizionata.

Sostenibilità

L'utilizzo di materiali con un valore SRI elevato contribuisce a ridurre l'effetto isola di calore urbano nelle città. Tramite la riduzione di consumo di energia elettrica e la durabilità elevata dei prodotti si rende molto più efficace e sostenibile l'edificio coperto con una membrana con un valore SRI elevato, in confronto a una membrana con un valore SRI basso. Il valore SRI aumenta addirittura l'efficienza di un impianto fotovoltaico, abbassando le temperature superficiali sulla copertura e riflettendo la luce solare sui panelli per aumentare l'efficienza e la resa dei pannelli solari durante i giorni di sole. Il valore SRI è quindi molto rilevante nel mondo dell'edilizia, specialmente per i materiali di rivestimento o di protezione di coperture o facciate, al fine di aumentare l'efficienza energetica e il comfort abitativo di un edificio. Il modo più semplice per spiegare il valore SRI è tramite il seguente test rapido: durante una giornata estiva di sole si lascia una membrana nera, una membrana bianca e una membrana, o un altro prodotto rivestito in alluminio, sotto il sole. Dopo pochi minuti, è già possibile notare le differenze di riflettanza della luce solare e l'assorbimento di calore:
- il prodotto nero si scalda velocemente e non riflette il sole;
- il prodotto in alluminio riflette il sole, però assorbe anche il calore del sole;
- il prodotto bianco o chiaro tende a riflettere la luce solare e allo stesso momento riflette anche il calore e non si scalda.

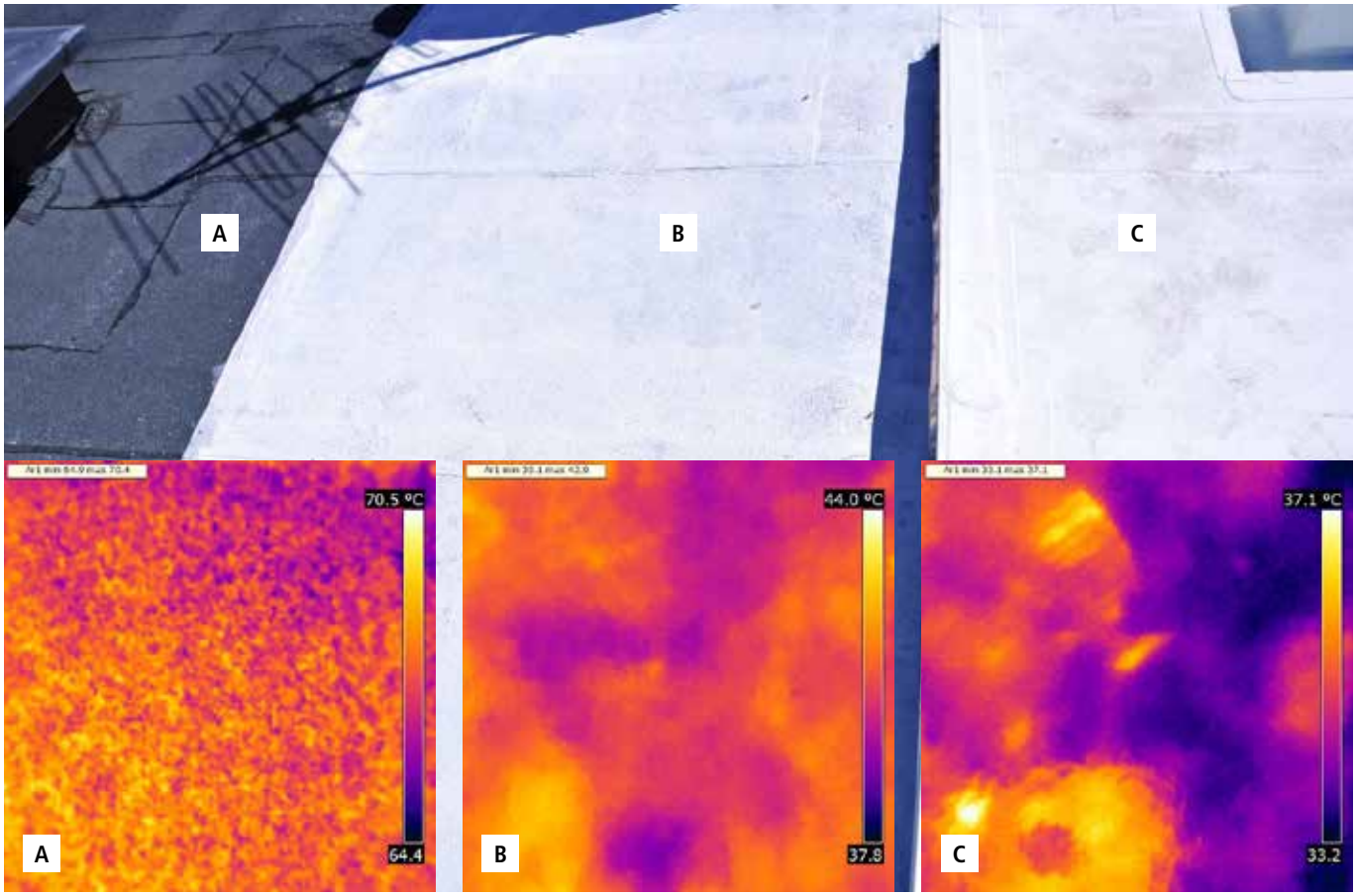


Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Di seguito vengono esposte le temperature superficiali rilevate tramite termocamera a raggi infrarossi su un tetto impermeabilizzato con tre diverse tipologie di prodotti:

A. guaina bituminosa ardesiata nera;
B. guaina bituminosa ardesiata verniciata con apposito prodotto bianco;
C. EVALON® V bianco.

Località: Vicenza, venerdi 21 giugno 2013, ore 14.00 - temperatura 34°C



Come si può notare dai grafici, l'effetto del sole ha riscaldato le superfici dei tre prodotti portandoli alle seguenti temperature:

A. Min. 64,4°C - Max 70,5°C
B. Min. 37,8°C - Max 44,0°C
C. Min. 33,2°C - Max 37,1°C

Dai qui si può evincere come, anche le temperature che vengono propagate al pacchetto tetto sottostante, siano estremamente più basse nei tetti impermeabilizzati con EVALON® V bianco, rispetto ai tetti impermeabilizzati con guaine bituminose. Ciò sicuramente crea meno problemi di surriscaldamento degli ambienti sottotetto.
Per migliorare l'effetto delle guaine bituminose sarebbe necessaria l'applicazione di costose verniciature speciali.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

La sicurezza permanente sul tetto piano

Le coperture piane, ovvero con una pendenza inferiore ai 5°, rappresentano una categoria di superfici particolarmente delicate dal punto di vista della sicurezza contro le cadute dall'alto. Nonostante l'apparente stabilità, il rischio di scivolamento e caduta resta elevato, soprattutto in presenza di condizioni atmosferiche avverse, materiali scivolosi o assenza di protezioni perimetrali.

I rischi principali sono:

- **caduta dal bordo della copertura** in assenza di parapetti o sistemi di protezione collettiva;
- **scivolamento o inciampo** durante le operazioni di manutenzione, ispezione o installazione di impianti tecnici;
- **crollo di elementi non portanti**, come lucernari o superfici traslucide, che non garantiscono resistenza al passaggio.

Progettazione

Ai sensi del **D.Lgs. 81/2008** e delle normative regionali in materia di sicurezza nei lavori in quota, il datore di lavoro e il progettista devono prevedere **misure di prevenzione e protezione** idonee fin dalla fase di progettazione.

In particolare, per coperture con pendenza inferiore a 5° è necessario garantire:

- **accesso sicuro** alla copertura (botole, scale fisse, linee vita verticali, ecc.);
- dare priorità ai **sistemi di protezione collettiva**, come per esempio **parapetti fissi o provvisori**;
- in assenza di protezioni collettive, l'adozione di **dispositivi di protezione individuale (DPI) anticaduta** ancorati a sistemi permanenti, tipo Linea Vita o punti di ancoraggio singoli.

La presenza di un cordolo di almeno 1 metro di altezza rappresenta la prima e più efficace forma di protezione da integrare con dispositivi individuali in caso di interventi temporanei o zone non protette.

Parapetti perimetrali fissi o mobili, prima scelta di sicurezza per coperture accessibili in modo frequente.

L'obiettivo principale della progettazione di un parapetto su tetto piano è garantire una **protezione continua e sicura del perimetro della copertura**, in modo da evitare che gli operatori possano avvicinarsi al bordo in condizioni di rischio.

In base alla destinazione d'uso e alle caratteristiche della copertura possono essere installati diversi tipi di parapetto:

- **parapetti permanenti fissati alla struttura**, ancorati al cordolo perimetrale o al solaio;
- **parapetti autoportanti**, privi di forature nella copertura, zavorrati mediante contrappesi per evitare infiltrazioni;
- **parapetti ribaltabili o removibili**, ideali per coperture dove l'impatto visivo deve essere ridotto;
- **parapetti temporanei**, utilizzati durante lavori di breve durata o cantieri mobili.

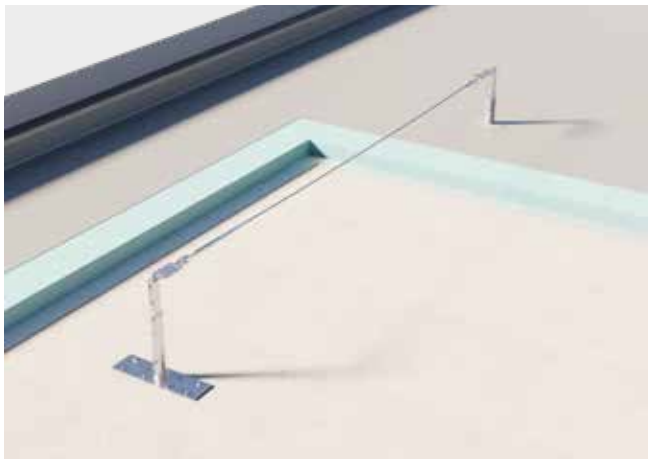
Un parapetto correttamente progettato e installato costituisce la **soluzione anticaduta più efficace e sicura**, poiché elimina alla radice il rischio di caduta, garantendo protezione continua e collettiva.



Esempio: parapetto permanente ancorato al cordolo della copertura

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Linee vita permanenti orizzontali (secondo **UNI EN 795:2012** e/o **UNI 11578:2015 tipo C**), per operazioni di manutenzione periodica o accesso occasionale.
Per permettere agli operai di lavorare in modo protetto e soprattutto garantire la sicurezza anticaduta al 100%, la Linea Vita deve essere progettata come sistema di trattenuta, ovvero posizionata ad una distanza di minimo 2,5 m dal punto di caduta.
Per garantire l'efficacia del sistema:
- la linea vita deve essere **progettata e installata da personale qualificato**, secondo le indicazioni del fabbricante e le normative vigenti;
- è obbligatorio redigere la **documentazione tecnica** (certificato di conformità, manuale d'uso, planimetria della copertura, relazione di calcolo dei fissaggi/struttura, elaborato tecnico della copertura);
- ogni utilizzo deve essere preceduto da una **verifica visiva** dello stato degli ancoraggi e dei dispositivi;
- è necessario effettuare una **manutenzione periodica** e un controllo tecnico del sistema.



Esempio: Linea Vita a fune flessibile

Punti di ancoraggio singoli (secondo **UNI EN 795:2012** e/o **UNI 11578:2015 tipo A o tipo E**), in corrispondenza di zone specifiche o percorsi di accesso.
Diverse sono le soluzioni di fissaggio dei punti di ancoraggio singoli per il tetto piano. Dal classico fissaggio strutturale tramite tasselli meccanici, barre filettate con chimico o viti per cemento, ai vari sistemi autoportanti con zavorre in calcestruzzo o sistemi che sfruttano il peso specifico del substrato del tetto verde, evitando così di aumentare il carico sul solaio.



Esempio: punto di ancoraggio autoportante per tetto verde

Reti anticaduta metalliche o tessili e sistemi di arresto caduta, da valutare in base alle caratteristiche strutturali e alla frequenza di accesso.
Si tratta di un sistema di protezione collettiva, generalmente permanente, costituito da una rete metallica ad alta resistenza fissata sopra o sotto la copertura in corrispondenza dei lucernari. La rete è progettata per arrestare la caduta di persone o materiali, evitando che il vuoto creato da una lastra rotta o sfondabile diventi causa di incidente. Questa tipologia di rete non rende un lucernaio calpestabile, ma permette di lavorare in sicurezza sulla copertura, offrendo una protezione anticaduta evidenziata anche dal colore acceso della rete stessa, segnalando una superficie che richiede maggiore attenzione.



Esempio: rete anticaduta metallica per lucernari

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Anche su coperture con pendenza inferiore a 5°, dove il rischio di scivolamento può sembrare ridotto, la **protezione anticaduta è obbligatoria** e deve essere pianificata in modo coerente con la frequenza d'uso, la tipologia di manutenzione prevista e le caratteristiche strutturali dell'edificio. L'adozione di sistemi permanenti di sicurezza garantisce la tutela degli operatori e la conformità alle normative vigenti.

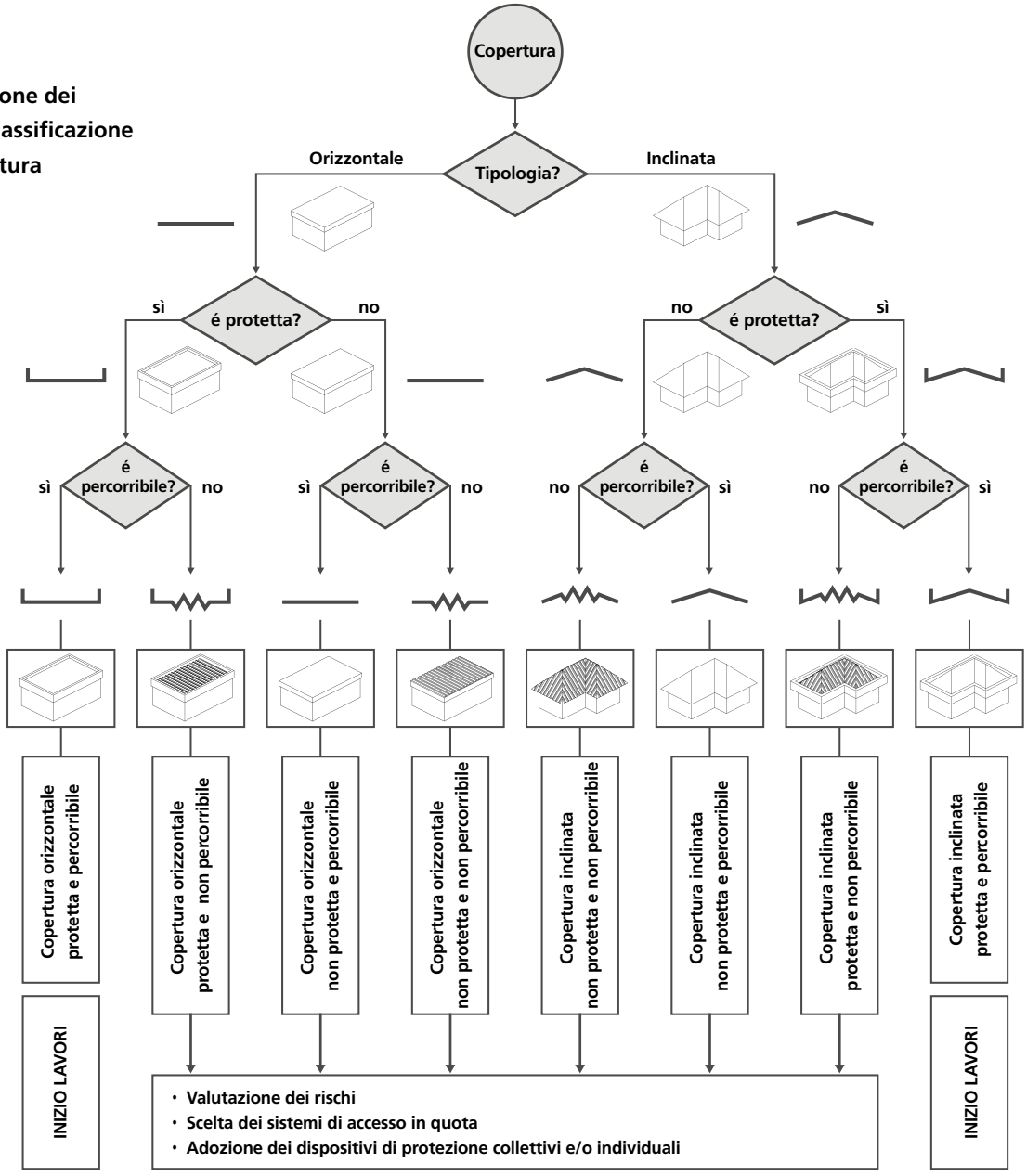
Come scegliere il sistema anticaduta più adatto per un tetto piano

La prima fase consiste nel definire **chi accede alla copertura, perché, con quale frequenza e in quali condizioni**.

- **Accesso frequente** (manutenzione impianti, fotovoltaico, HVAC): sono preferibili i **sistemi permanenti** e le **protezioni collettive** (es. parapetti).
- **Accesso occasionale o sporadico**: sono accettabili anche i **sistemi di ancoraggio individuali** (linee vita o punti fissi).
- **Accesso vietato al personale non autorizzato**: può bastare una **protezione perimetrale con accesso controllato**.

La normativa italiana **UNI 11560:2022** offre uno schema esemplare di come classificare la copertura e di come scegliere il sistema di sicurezza più adatto.

Identificazione dei pericoli e classificazione della copertura



Fonte UNI 11560:2022

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Di seguito un esempio di scelta in base allo scenario operativo.

Scenario	Sistema consigliato
Copertura accessibile frequentemente (impianti, fotovoltaico)	Parapetto perimetrale + passerelle pedonabili
Copertura con accesso occasionale	Linea vita orizzontale + punti singoli
Copertura con lucernari non calpestabili	Rete metallica anticaduta o parapetto autoportante attorno al lucernario
Copertura non forabile	Parapetti zavorrati o linee vita con contrappesi
Copertura architettonica con vincoli estetici	Parapetti ribaltabili o linea vita

Norme tecniche di riferimento

- **D.Lgs. 81/2008, Titolo IV** - Lavori in quota.
- **UNI EN 795:2012** - Dispositivi di ancoraggio.
- **UNI 11560:2022** - Sistemi di ancoraggio permanenti in copertura.
- **UNI 11578:2015** - Requisiti e prove dei dispositivi di tipo A.
- **UNI EN ISO 14122-3:2016** - Parapetti e mezzi di accesso permanenti.
- **UNI EN 13374:2019** - Sistemi temporanei di protezione dei bordi.

Tecnologia del tetto piano secondo Riwega | planus

Manutenzione

Il Manuale di manutenzione

Il Manuale di manutenzione fornisce le informazioni necessarie per la corretta manutenzione e per l'assistenza specializzata.

Livello 1

- Collocazione delle coperture nell'edificio;
- Sistema di raccolta e smaltimento acque;
- Manutenzioni eseguibili dall'utente e da personale specializzato.

Livello 2

- Collocazione delle coperture e rappresentazione grafica delle stratigrafie;
- Schede tecniche dei materiali utilizzati;
- Dettagli sul sistema di raccolta acque e quote di contenimento;
- Documenti relativi a garanzie, polizze assicurative e collaudi;
- Metodologie di vincolo del sistema di copertura e documenti su anomalie o criticità riscontrate;
- Descrizione delle risorse necessarie e delle manutenzioni specializzate.

Il Manuale deve essere aggiornato dopo le modifiche al sistema di copertura e deve includere le anomalie riscontrate durante i controlli iniziali. Deve riportare anche il contatto del responsabile della manutenzione e un contratto di manutenzione, se presente.
Le prestazioni minime richieste includono tenuta all'acqua, drenaggio, sicurezza e resistenza ad agenti biologici e chimici.

Il programma di manutenzione

Il programma di manutenzione è essenziale per garantire la corretta gestione del sistema di copertura durante la sua vita utile, con interventi a cadenza prestabilita o in base alle necessità.
Il programma include:

- **verifiche da effettuare**: controllo delle condizioni del sistema di copertura e delle sue componenti;
- **tipologia delle risorse**: suddivisione tra interventi eseguibili dall'utente e quelli che richiedono personale specializzato;
- **frequenza delle verifiche**: determinazione della periodicità delle ispezioni;
- **modalità e tipologia di intervento**: descrizione degli interventi da eseguire.

Il programma deve includere anche una cronologia degli interventi, le modifiche apportate e le anomalie riscontrate, con un allegato contenente il registro di manutenzione.
Gli interventi di ripristino devono essere preceduti da un'analisi diagnostica per identificare le cause delle anomalie. Le verifiche e le frequenze minime da adottare sono riassunte nei prospetti contenuti nella norma, ma devono essere adattate alle specifiche necessità del caso. In caso di anomalie non legate alla tenuta idraulica, il committente dovrà essere informato.
Il programma di manutenzione non differisce tra il livello 1 e il livello 2 e deve essere personalizzato per ogni copertura in base alle necessità diagnostiche.

I criteri di registrazione e tracciabilità delle attività

Il registro delle attività di manutenzione è fondamentale per garantire che la manutenzione del sistema di copertura venga eseguita correttamente, come previsto nel piano di manutenzione. La registrazione deve avvenire in un registro di manutenzione e include sia le ispezioni ordinarie, sia le straordinarie.

Contenuti minimi delle registrazioni:

1. **ispezioni**: data, durata, esecutore, motivo (programmata o straordinaria), condizioni meteorologiche, parti ispezionate, stato della copertura, rilievi, criticità, azioni preventive, correttive e ripristini, eventuali suggerimenti;
2. **interventi ordinari**: data, esecutore, descrizione dell'intervento, motivo, condizioni meteorologiche, esito e accettazione da parte del responsabile della manutenzione.
3. **interventi straordinari**: necessitano di progettazione specifica e aggiornamento del piano di manutenzione.

Il registro di manutenzione deve includere anche interventi di terzi e particolari eventi (ad esempio, installazioni temporanee). Il Manuale d'uso, di manutenzione, il programma e il registro devono essere conservati dal proprietario e dal responsabile della manutenzione, con il Manuale d'uso anche disponibile per l'utente.

Il risanamento del tetto piano

Guaina Bituminosa esistente

Fenomeni della membrana bituminosa esistente nel tempo

Le membrane bituminose rappresentano uno dei sistemi più diffusi per l'impermeabilizzazione delle coperture piane e a bassa pendenza. Pur garantendo buone prestazioni iniziali, il loro comportamento nel tempo è influenzato da diversi fattori, tra cui la qualità del materiale, le condizioni climatiche, le modalità di posa e il livello di manutenzione. L'esposizione prolungata a raggi UV, vento, piogge intense, neve, grandine e forti escursioni termiche può accelerare il degrado, riducendo progressivamente la vita utile della guaina. In condizioni ottimali, una membrana posata correttamente può durare dai 15 ai 20 anni, mentre eventi atmosferici estremi e la mancanza di manutenzione possono comprometterne significativamente la durata.

Il bitume, così come la mescola bitume-polimero, mostra un comportamento fortemente dipendente dalla temperatura: alle alte temperature diventa molle, mentre alle basse si irrigidisce. L'armatura integrata nella membrana ha un ruolo fondamentale nel garantire resistenza meccanica a caldo e nel ridurre l'entità del ritiro a freddo. Le armature con basso coefficiente di dilatazione termica, come quelle contenenti fibra di vetro, forniscono il migliore effetto stabilizzante, limitando le deformazioni indotte dal freddo.

Le variazioni termiche provocano allungamenti o accorciamenti della membrana. Se questa è fissata alle estremità o incollata, le basse temperature generano tensioni interne verso il centro geometrico della membrana, dell'ordine di alcune decine di kg/m lineare fino a circa -10°C, e fino a centinaia di kg/m per temperature inferiori a -25°C. Queste forze aumentano con l'invecchiamento del materiale e si manifestano su tutto il manto, considerato come un corpo monolitico. Il fenomeno è particolarmente rilevante in climi freddi o su manti a vista posti su isolanti termici di grosso spessore, dove si concentrano shock termici elevati.

L'invecchiamento del bitume comporta inoltre un progressivo indurimento del materiale e perdita di elasticità, con conseguente ridotta capacità di assorbire dilatazioni e movimenti del supporto. Le escursioni termiche giornaliere e stagionali causano cicli continui di dilatazione e contrazione: in estate la membrana può raggiungere temperature elevate, mentre in inverno il gelo la rende più fragile e suscettibile a fessurazioni. Questi fenomeni favoriscono microlesioni e crepe, che nel tempo diventano percorsi d'ingresso per l'acqua, accelerando il deterioramento del sistema impermeabile.

Uno dei problemi più comuni è il sollevamento della guaina, dovuto a posa non corretta, vento forte o movimenti strutturali dell'edificio. Il sollevamento genera varchi attraverso i quali l'acqua può infiltrarsi, aumentando il rischio di danni agli strati sottostanti. È fondamentale che la posa sia eseguita da personale esperto e che vengano adottate tecniche di fissaggio adeguate, soprattutto nelle zone più esposte agli agenti atmosferici.

Il ristagno d'acqua rappresenta un altro svantaggio significativo, spesso dovuto a pendenze insufficienti o a deformazioni del supporto. L'acqua stagnante accelera il deterioramento della membrana, favorendo la formazione di crepe e infiltrazioni. Per prevenirlo, la copertura deve avere una pendenza minima del 2%, oppure deve essere dotata di sistemi di drenaggio adeguati.

La formazione di bolle o rigonfiamenti sulla superficie è legata all'umidità intrappolata negli strati sottostanti. Quando la temperatura aumenta, il vapore acqueo cerca di fuoriuscire, creando bolle che possono rappresentare punti di debolezza nel tempo. Sebbene inizialmente non compromettano l'impermeabilità, bolle troppo grandi o rotte espongono la membrana agli agenti atmosferici. Gli interventi correttivi includono incisione e riadesione locale della guaina per ripristinare la continuità.

Altri fattori di degrado includono delaminazione, dovuta a scarsa adesione iniziale o umidità intrappolata e puntinature o forature, generate da grandine, carichi puntuali o passaggi sulla copertura. I sormonti e i punti singolari, come camini, lucernari, bocchettoni e parapetti, rappresentano ulteriori criticità, essendo zone dove si concentrano sollecitazioni meccaniche e termiche.
Nonostante la diffusione e il costo relativamente contenuto, la guaina bituminosa presenta diversi limiti: durata limitata, rischio di sollevamento, ristagno d'acqua, formazione di bolle e difficoltà di smaltimento. Per garantirne un utilizzo ottimale è essenziale affidarsi a professionisti per la posa, effettuare manutenzione periodica e intervenire tempestivamente in caso di problemi. In alternativa, possono essere valutati materiali più innovativi e sostenibili, con maggiore durata e minore impatto ambientale.

Il risanamento del tetto piano

Il fenomeno della reptazione

La reptazione è un fenomeno che riguarda i manti impermeabili a vista, in particolare quelli privi di protezioni pesanti, direttamente esposti agli sbalzi termici stagionali. Il termine deriva dal francese "reptation" e richiama il movimento strisciante dei rettili, descrivendo lo spostamento progressivo del manto verso il centro geometrico della copertura.

Il fenomeno si manifesta principalmente durante le fasi di freddo: la componente bituminosa della membrana si contrae, generando forze interne che tendono a far scorrere il manto e gli strati isolanti adiacenti verso il centro del tetto. L'entità del movimento dipende dalla qualità dell'armatura: i materiali sintetici come il poliestere non sono sufficientemente rigidi per contrastare il fenomeno, mentre le armature in fibra di vetro esercitano un effetto stabilizzante significativo.



Il meccanismo è progressivo: ad ogni abbassamento della temperatura il manto si accentra ulteriormente. Quando il materiale si riscalda, la mescola bituminosa diventa molle e non riesce a riportare il manto nella posizione iniziale, rendendo le deformazioni irreversibili. Più il manto è spesso, maggiore è la forza esercitata a freddo. La reptazione si osserva con maggiore intensità sui manti applicati su isolanti di grosso spessore o su supporti poco rigidi, soprattutto se l'incollaggio del manto agli strati sottostanti è debole o disomogeneo.

Le deformazioni si concentrano lungo i rilievi perimetrali, le linee di accostamento dei pannelli isolanti o altri punti critici, generando pieghe, ondulazioni e disallineamenti. In climi freddi e con notti limpide, il manto scuro perde rapidamente calore per irraggiamento, accentuando la contrazione e il conseguente accentramento verso il centro. Nei climi più caldi, con inverni miti, il fenomeno è quasi trascurabile.



Il risanamento del tetto piano

Membrana sintetica esistente

Fenomeni dei manti sintetici nel tempo

I manti sintetici rappresentano oggi un'alternativa in continua crescita alle tradizionali guaine bituminose per l'impermeabilizzazione di coperture piane e a bassa pendenza. Grazie alla loro leggerezza, elasticità e resistenza agli agenti atmosferici, questi materiali vengono sempre più scelti per nuove costruzioni e interventi di sostituzione. A differenza dei bitumi, i manti sintetici offrono una prospettiva di vita molto più lunga: se correttamente posati e mantenuti, possono superare i 40 anni di servizio anche se esposti direttamente agli agenti atmosferici. Tuttavia, pur garantendo elevate prestazioni iniziali, anche i manti sintetici sono soggetti a fenomeni di degrado nel tempo, legati a escursioni termiche, esposizione ai raggi UV, sollecitazioni meccaniche e qualità della posa e del fissaggio.

Il ritiro dei manti PVC

Uno dei fenomeni più rilevanti nei manti sintetici in PVC è il ritiro, cioè la contrazione della membrana nel tempo, dovuta principalmente alla perdita di plastificanti, alle escursioni termiche cicliche e alle proprietà intrinseche del polimero. Il ritiro si manifesta quando la membrana è fissata rigidamente o incollata al supporto: la contrazione genera tensioni interne che possono provocare grinze, ondulazioni, sollevamenti ai bordi e trazioni sui punti di fissaggio. Le cuciture, i giunti e i sormonti diventano zone critiche, dove la forza del ritiro può portare a distacchi o deformazioni permanenti.
Il fenomeno è più accentuato in membrane sottili o prive di rinforzo. Membrane rinforzate con tessuti poliestere o fibra di vetro mostrano maggiore stabilità dimensionale, mentre le armature sintetiche tradizionali non sono in grado di contrastare efficacemente il ritiro. La forza generata a freddo aumenta con lo spessore della membrana: una membrana più spessa esercita una maggiore trazione sui fissaggi e sui giunti. Inoltre, quando la membrana si riscalda, la componente bituminosa o polimerica diventa più morbida e non è più in grado di riportare la membrana nella posizione iniziale, rendendo le deformazioni irreversibili.



Il ritiro può anche trascinare con sé gli strati isolanti sottostanti se l'incollaggio non è omogeneo, generando pieghe e disallineamenti lungo le linee di accostamento dei pannelli. Le escursioni termiche giornaliere e stagionali, in particolare in climi freddi o con notti limpide e cieli sereni, accentuano il fenomeno: la membrana scura perde rapidamente calore per irraggiamento, contraendosi più velocemente rispetto all'aria circostante. Nei climi più miti, il fenomeno è meno significativo, ma resta comunque presente.

Oltre al ritiro, anche le sollecitazioni meccaniche rappresentano un fattore di degrado. Il calpestio, i carichi puntuali, il contatto con oggetti metallici o movimenti del supporto possono provocare perforazioni o abrasioni localizzate. Nonostante l'elasticità dei manti sintetici li renda più resistenti rispetto ai bitumi, queste sollecitazioni riducono comunque la capacità della membrana di mantenere la tenuta impermeabile nel tempo. Le bolle e rigonfiamenti possono formarsi anche nei manti sintetici, in presenza di umidità intrappolata o per effetto del riscaldamento solare e rappresentano punti critici per la funzionalità della membrana. Sebbene inizialmente possano apparire solo come difetti estetici, con il tempo diventano vie di penetrazione per l'acqua e possono accelerare la degradazione del materiale.

Infine, anche l'invecchiamento da UV influisce sulle proprietà meccaniche dei manti sintetici. L'esposizione prolungata al sole può ridurre elasticità, favorire la formazione di microdeformazioni e amplificare gli effetti del ritiro, accelerando la comparsa di pieghe o microlesioni, soprattutto nei materiali più sottili o meno stabilizzati.

Il risanamento del tetto piano

Nonostante la maggiore resistenza e durata rispetto alle guaine bituminose, i manti sintetici richiedono attenzione progettuale, posa a regola d'arte e manutenzione periodica. La corretta adesione al supporto, la gestione dei fissaggi e la prevenzione di ristagni d'acqua sono fondamentali per preservare la continuità impermeabile e ridurre il rischio di infiltrazioni. Interventi tempestivi, come riadesione locale, fissaggi supplementari o sostituzione di porzioni compromesse, consentono di prolungare la vita utile della copertura e di mantenere le prestazioni iniziali della membrana.





Il collegamento di membrane esistenti e membrane nuove

Quando si procede al risanamento e all'intervento su coperture esistenti, il cui sistema di impermeabilizzazione è ormai inefficace, e lo si fa tramite la copertura e la sostituzione con un nuovo sistema (anziché attraverso la rimozione), è importante adottare alcuni accorgimenti.

Il primo è sicuramente la compatibilità tra i due sistemi da un punto di vista fisico-chimico. Infatti, spesso si interviene con un sistema diverso e quindi bisogna stare attenti che le sostanze chimiche presenti in un prodotto non danneggino l'altro o che le dilatazioni o i movimenti del prodotto esistente non siano incompatibili con quello nuovo. Per ogni prodotto in commercio esistono delle tabelle di compatibilità fisicochimica e, qualora ci siano problemi di parziale o totale incompatibilità, si può optare per l'inserimento di uno strato separatore in tessuto non tessuto o similare che serve ad evitare il contatto tra le membrane o ad assorbire e contrastare in maniera efficace le deformazioni differenziali tra i due prodotti.

Superato lo scoglio della compatibilità bisogna capire quale sia il sistema più efficacie per il fissaggio della nuova membrana alla struttura portante. Se il fissaggio è di tipo meccanico l'unico accorgimento necessario per procedere in tranquillità è la conoscenza esatta della stratigrafia e di cosa è interposto tra la vecchia membrana e la struttura portante. Se non fosse possibile desumerlo da progetti "As Built" è sicuramente importante realizzare dei saggi aprendo la copertura per investigare, oltre a eventuali strati interposti, anche se gli stessi hanno un loro sistema di fissaggio alla sottostruttura. A questo punto si può procedere al dimensionamento del fissaggio con le informazioni desunte.

Un'alternativa al fissaggio meccanico può essere l'adesivatura della nuova membrana con la vecchia. Questa operazione è chiaramente possibile se le due membrane risultano perfettamente compatibili da un punto di vista chimico e, prima di procedere alla nuova operazione di incollaggio, la norma ci impone di verificare i requisiti di tenuta al vento della membrana esistente. Infatti, il deterioramento che l'ha portata a non assolvere più al suo compito di impermeabilizzazione potrebbe avere anche danneggiato o indebolito il suo fissaggio, tanto da non poterlo più considerare efficacie. In questo caso prima bisogna procedere al fissaggio dell'esistente, magari meccanicamente, per poi procedere all'incollaggio del nuovo. Da notare che, se l'incollaggio avviene con fiamma, lo strato esistente deve a sua volta essere compatibile con la fiamma e garantire la protezione efficace alla stessa di eventuali strati sottostanti infiammabili. Infine, se la struttura lo permette o se già esisteva il nuovo manto, può anche essere fissato per zavorramento seguendo gli accorgimenti già descritti in precedenza.

Il risanamento del tetto piano

Riparazione di membrane esistenti

In caso di danneggiamento o usura delle membrane di impermeabilizzazione è possibile realizzare idonei interventi di riparazione, anche localizzati e parziali rispetto all'estensione complessiva della copertura. La tipologia di intervento deve essere ovviamente valutata in ragione dell'effettivo danneggiamento o del grado di usura della membrana, oltre che dalla tipologia della medesima (materiale e composizione), della tipologia del sistema di posa e della stratigrafia del pacchetto di copertura. In generale, per le diverse tipologie di manti di impermeabilizzazione idonei per la protezione all'acqua di coperture piane/ continue, è necessario riferirsi alle schede materiali e alle istruzioni di posa e manutenzione fornite dal produttore; in mancanza di questa documentazione si può eventualmente intervenire mediante l'utilizzo di prodotti specifici (es. resine poliuretaniche), previa esecuzione di indagini e analisi di compatibilità dei materiali e dei supporti. Si può affermare che nel settore delle membrane sintetiche, a dispetto di tipologie di manti di copertura tradizionali in bitume o di soluzioni in resine e prodotti liquidi, risulta più agevole eseguire nel tempo interventi di riparazione o di ripristino parziale dove necessario.

Eseguire interventi di riparazione su membrane impermeabilizzanti di coperture piane richiede comunque una grande attenzione per evitare infiltrazioni e garantire la durabilità.

Di seguito indichiamo le principali fasi e soluzioni:

1. Diagnosi del danno

- Individuazione del tipo di membrana (bituminosa, sintetica EVA, EPDM, TPE, TPO, PVC);
- Localizzazione del problema: fessure, bolle, distacchi, giunti deteriorati;
- Verifica se il danno è superficiale o interessa più strati del pacchetto di copertura.

2. Preparazione della superficie

- Pulizia accurata della zona (rimozione polvere, detriti, umidità anche con applicazione di prodotti di pulizia specifici per tipologia di materiale);
- Asciugatura completa (fondamentale per l'adesione) della zona di applicazione/ intervento.

3. Tipologie di intervento

a) Riparazione puntuale

Membrane bituminose:

- taglio della bolla → asciugatura → applicazione primer bituminoso → applicazione di una nuova membrana a caldo (fiamma) o a freddo (mastice);
- applicazione di prodotti liquidi (es. resina poliuretanica).

Membrane sintetiche (EVA, EPDM, TPE, TPO, PVC):

- applicazione di patch con saldatura ad aria calda o adesivo specifico;
- applicazione di prodotti liquidi (es. resina poliuretanica).

b) Rifacimento giunti

- Rimozione vecchio sigillante;
- Applicazione di un nuovo nastro sigillante o cordone di mastice elastomerico;
- Applicazione di prodotti liquidi (es. resina poliuretanica).

c) Interventi estesi

- Se il danno è diffuso, eseguire una sovrapposizione di una nuova membrana (compatibile con quella esistente) e procedere al rifacimento completo dell'impermeabilizzazione.

Il risanamento del tetto piano

La gamma di membrane sintetiche della linea Riwega | planus (**EVALON®**, **T-PE-Plan** e **T-Plan TPO**) è completa di tutti i prodotti necessari per eseguire, in caso di necessità, interventi di ripristino o rifacimento a regola d'arte. Per ulteriori specifiche si rimanda ai Manuali di posa e manutenzione dei singoli materiali.
Nel caso in cui fosse necessario intervenire mediante l'applicazione di prodotti liquidi è consigliabile (previa verifica di compatibilità con le superfici di intervento) l'utilizzo della resina monocomponente a base poliuretanica **Enkolan** con posa a due mani, "fresco su fresco" con interposizione di apposito TNT di armatura e rinforzo. Anche con questa tipologia di prodotto e di applicazione possono essere eseguite ottime riparazioni dei manti di impermeabilizzazione, capaci di garantire un'adeguata tenuta e durabilità del sistema.





Nuove membrane su membrane esistenti

Spesso, in fase di manutenzioni periodiche programmate o in fase di rifacimento del manto impermeabile di coperture piane o a bassa pendenza, siamo chiamati a valutare i lavori di ripristino e di sostituzione, sia di vecchie guaine bituminose, sia di quelle sintetiche.
In entrambi i casi è importante valutare se il materiale esistente è compatibile con il materiale scelto per il nuovo manto, per essere quindi a conoscenza delle eventuali incompatibilità tra i materiali.

Questa incompatibilità è dovuta alla naturale composizione chimica delle guaine, siano esse bituminose che emettono solventi o sintetiche che emettono sostanze plastificanti. I plastificanti sono prodotti chimici aggiunti in fase di produzione alle guaine come il PVC per mantenerne la morbidezza e la lavorabilità; si tratta di sostanze chimiche che con il tempo volatilizzano e determinano l'invecchiamento del materiale. Quando le guaine sintetiche perdono i plastificanti e vengono messe a diretto contatto con le nuove guaine contenenti plastificanti, li assorbono e si crea un vero e proprio effetto spugna che determina un invecchiamento precoce del nuovo manto. Le soluzioni a questo problema sono due:

- la totale rimozione della vecchia guaina ammalorata, con conseguenti costi di smaltimento, molto importanti soprattutto nel caso delle vecchie bituminose;
- la posa di strati separatori tra i due manti, quello esistente e quello nuovo, uno strato divisore come un foglio di velo-vetro, di TNT oppure un PE microforato.

Nei casi di maggiore incompatibilità si consiglia la posa di pannelli rigidi tipo osb, fibrogesso o fibrocemento.

Il risanamento del tetto piano

La tabella sottostante mostra la compatibilità tra i materiali e le soluzioni più consigliate:

		Materiale di rifacimento						
		Bitume	PVC	TPO	TPE	EVALON®	EPDM	Enkolan
Materiale esistente	Bitume							
	PVC							
	TPO							
	TPE							
	EVALON®							
	EPDM							
	Enkolan							

Legenda:

- totale compatibilità; la posa dei due materiali a contatto non determina particolari situazioni di criticità
- i materiali hanno scarsa compatibilità; ciò impone l'obbligo di interporre tra il materiale esistente e quello nuovo uno strato separatore come velovetro, TNT oppure film di PE microforato
- i materiali non sono compatibili; è necessario interporre un supporto rigido di separazione tipo pannelli di OSB, fibrocemento o fibrogesso
- lavorazione/posa non contemplata; il materiale esistente ha caratteristiche tali che la posa di un altro materiale meno pregiato non viene valutata

Garanzie, certificazioni e durabilità dei materiali

Garanzie nelle coperture piane

Le differenze tra garanzia sul materiale e garanzia decennale dell'applicatore

Nell'ambito delle coperture piane, il tema della garanzia rappresenta un aspetto fondamentale sia per il committente, sia per il professionista incaricato della progettazione e della posa. Una copertura piana non è solo un elemento architettonico, ma un vero e proprio sistema tecnico, la cui affidabilità dipende dalla qualità dei materiali utilizzati e dalla corretta esecuzione dell'applicazione. Per questo motivo è essenziale distinguere chiaramente tra due tipologie di garanzia che spesso vengono confuse: la garanzia del produttore sui materiali e la garanzia decennale prevista dalla legge a carico dell'applicatore.

La garanzia sul materiale

La garanzia sul materiale è fornita dal produttore della membrana impermeabilizzante o del sistema di copertura. Si tratta di una tutela che riguarda esclusivamente la qualità intrinseca del prodotto.

Le caratteristiche principali:

- **Copre difetti di fabbricazione**: anomalie nella composizione chimica, imperfezioni di produzione, difetti strutturali della membrana;
- Ha una **durata variabile**, generalmente compresa tra 5 e 10 anni, a seconda delle condizioni del produttore;
- È limitata al **valore economico del materiale fornito**: in caso di difetto riconosciuto, la sostituzione o il rimborso del prodotto sono solitamente le uniche forme di risarcimento.

Limiti della garanzia sul materiale

È importante sottolineare ciò che la garanzia del produttore non copre:

- errori di posa o applicazione non corretta;
- danni derivanti da cattiva manutenzione o uso improprio;
- deterioramenti causati da agenti esterni (eventi atmosferici eccezionali, urti meccanici, ecc.).

In altre parole, la garanzia sul materiale assicura che il prodotto sia conforme alle specifiche tecniche dichiarate, ma non garantisce il risultato complessivo dell'impermeabilizzazione.

La garanzia decennale dell'applicatore

Accanto alla garanzia sul materiale, esiste un secondo livello di tutela, spesso più rilevante per il committente: la garanzia decennale dell'applicatore o posatore, prevista dal Codice civile (art. 1669).

Le caratteristiche principali:

- Ha **durata dieci anni** dalla data di consegna dei lavori;
- Riguarda i **difetti gravi dell'opera** che ne compromettono stabilità, sicurezza o funzionalità (ad esempio infiltrazioni, distacchi, cedimenti, ecc.).

La responsabilità è in capo all'impresa che ha eseguito l'intervento, indipendentemente dalla qualità del materiale utilizzato.

Valore aggiunto per il committente

La garanzia decennale tutela in maniera diretta l'utilizzatore finale: se la copertura presenta difetti dovuti a posa scorretta o a errori di progettazione esecutiva, l'applicatore è tenuto a intervenire a proprie spese per ripristinare la funzionalità.

Questa forma di garanzia, a differenza di quella del produttore, riguarda l'intero sistema applicato e non solo la membrana o i componenti utilizzati.

Il rapporto tra le due garanzie

Un sistema di impermeabilizzazione realmente affidabile nasce dall'equilibrio tra:

- un materiale certificato e di alta qualità che assicura resistenza, durabilità e prestazioni costanti nel tempo;
- un'applicazione professionale e qualificata, che garantisce la corretta posa secondo le regole dell'arte e le specifiche tecniche del produttore.

Solo quando questi due elementi convivono, il committente può avere la certezza che la copertura sia protetta sia sul piano tecnico, sia sul piano legale.

Garanzie, certificazioni e durabilità dei materiali

Vantaggi per il cliente finale

La combinazione di garanzia sul materiale e garanzia decennale offre al cliente:

- **maggiore sicurezza**: il prodotto è certificato e la posa è coperta da responsabilità legale;
- **investimento tutelato**: la copertura piana, spesso parte strategica dell'edificio, mantiene il suo valore nel tempo;
- **riduzione dei rischi**: eventuali problemi, che siano legati al materiale o alla posa, hanno sempre un referente chiaro per la risoluzione;
- **serenità operativa**: il cliente non deve farsi carico di individuare le responsabilità in caso di guasto, poiché entrambe le forme di garanzia definiscono con precisione i rispettivi ambiti.

Conclusione per l'applicatore

Siccome l'applicatore o l'azienda di impermeabilizzazione sono sempre i primi interlocutori ad essere chiamati in causa in caso di infiltrazioni d'acqua o danni maggiori sulle coperture, sono anche i primi che devono occuparsi di prevedere eventuali problemi, facendo il possibile per evitarli.

Concludendo la parte dedicata alle garanzie sulle coperture piane, ribadiamo l'importanza di rispettare i criteri di manutenzione previsti dalla norma **UNI 11540:2014**.

Tale manutenzione offre maggiore sicurezza al committente finale, poiché la sua copertura è continuamente controllata. Il posatore, invece, è certo che la sua opera non possa essere danneggiata da situazioni impreviste sulla copertura, che possono causare danni al pacchetto di copertura, come all'edificio intero.

Qualora la manutenzione venga eseguita a regola d'arte, secondo la norma **UNI 11540:2014**, anche il posatore ha la possibilità di intervenire il prima possibile: se dovesse presentarsi il rischio di un'infiltrazione, riuscirebbe a risparmiarsi problematiche future, eventuali cause legali e i costi assicurativi per opere future.

Garanzie, certificazioni e durabilità dei materiali

Certificati per prodotti di impermeabilizzazione delle coperture piane

Alcuni prodotti per le coperture piane richiedono certificazioni specifiche che attestino la loro durabilità, la resistenza a particolari sollecitazioni d'impatto e le relative caratteristiche tecniche.



Scheda tecnica

La scheda tecnica di un prodotto da tetto piano elenca tutte le caratteristiche tecniche di un prodotto stesso. Ogni prodotto edile deve presentare una scheda tecnica dove sono elencate le caratteristiche principali e un'eventuale norma nazionale o europea di riferimento.



Dichiarazione di prestazione (DOP)

La DOP (**Declaration Of Performance** - o Dichiarazione di prestazione) è un documento obbligatorio per i materiali da costruzione marcati CE, che certifica le caratteristiche essenziali del prodotto in base alla normativa europea. Serve a garantire che il materiale rispetti i requisiti di sicurezza e prestazione dichiarati dal produttore, fornendo al progettista e al cliente un riferimento tecnico affidabile.



Certificazione EPD

L'EPD (**Environmental Product Declaration**) è una dichiarazione ambientale certificata che descrive, tramite analisi del ciclo di vita (LCA), gli impatti ambientali di un materiale da costruzione in tutte le fasi: produzione, uso e fine vita. È uno strumento volontario riconosciuto a livello internazionale, che garantisce trasparenza e comparabilità, utile per progettazioni sostenibili e per rispettare protocolli come LEED, BREEAM e CAM.



LEED

Il LEED (**Leadership in Energy and Environmental Design**) è un protocollo internazionale di certificazione che valuta la sostenibilità degli edifici, attribuendo crediti anche in base ai materiali impiegati. Per le coperture piane, l'uso di prodotti conformi può contribuire a ottenere punti LEED, ad esempio grazie a caratteristiche come alta riflettanza solare, durabilità e dichiarazioni ambientali (EPD).



BREEAM

Il BREEAM (**Building Research Establishment Environmental Assessment Method**) è un sistema di certificazione ambientale che valuta la sostenibilità degli edifici sulla base di criteri energetici, ambientali e di benessere. Per le coperture piane, l'impiego di prodotti conformi può contribuire al punteggio BREEAM, ad esempio grazie a prestazioni di efficienza energetica, riduzione dell'impatto ambientale ed EPD certificate.

Garanzie, certificazioni e durabilità dei materiali

Certificazione FM

Il documento FM (**Factory Mutual**) è una certificazione internazionale che attesta la conformità di un prodotto per coperture piane agli standard di sicurezza e affidabilità definiti da FM Approvals. Garantisce che il sistema di copertura sia stato testato per resistenza al fuoco, al vento e ad altri rischi, offrendo maggiore tutela a progettisti, imprese e committenti.

Certificazione BBA

Il documento BBA (**British Board of Agreement**) è una certificazione tecnica rilasciata nel Regno Unito che verifica qualità, prestazioni e durabilità di un prodotto da costruzione, inclusi i sistemi per coperture piane. Attesta che il prodotto è stato testato e valutato secondo standard rigorosi, garantendo affidabilità e conformità ai requisiti di progetto e normativa.

Scheda di sicurezza

La **Scheda di sicurezza** è un documento obbligatorio che descrive le proprietà chimico-fisiche di un prodotto, i rischi potenziali e le misure di prevenzione e protezione da adottare. Per i prodotti da tetto piano, fornisce informazioni essenziali su manipolazione, stoccaggio e smaltimento in sicurezza, tutelando operatori e ambiente.

Marcatura CE

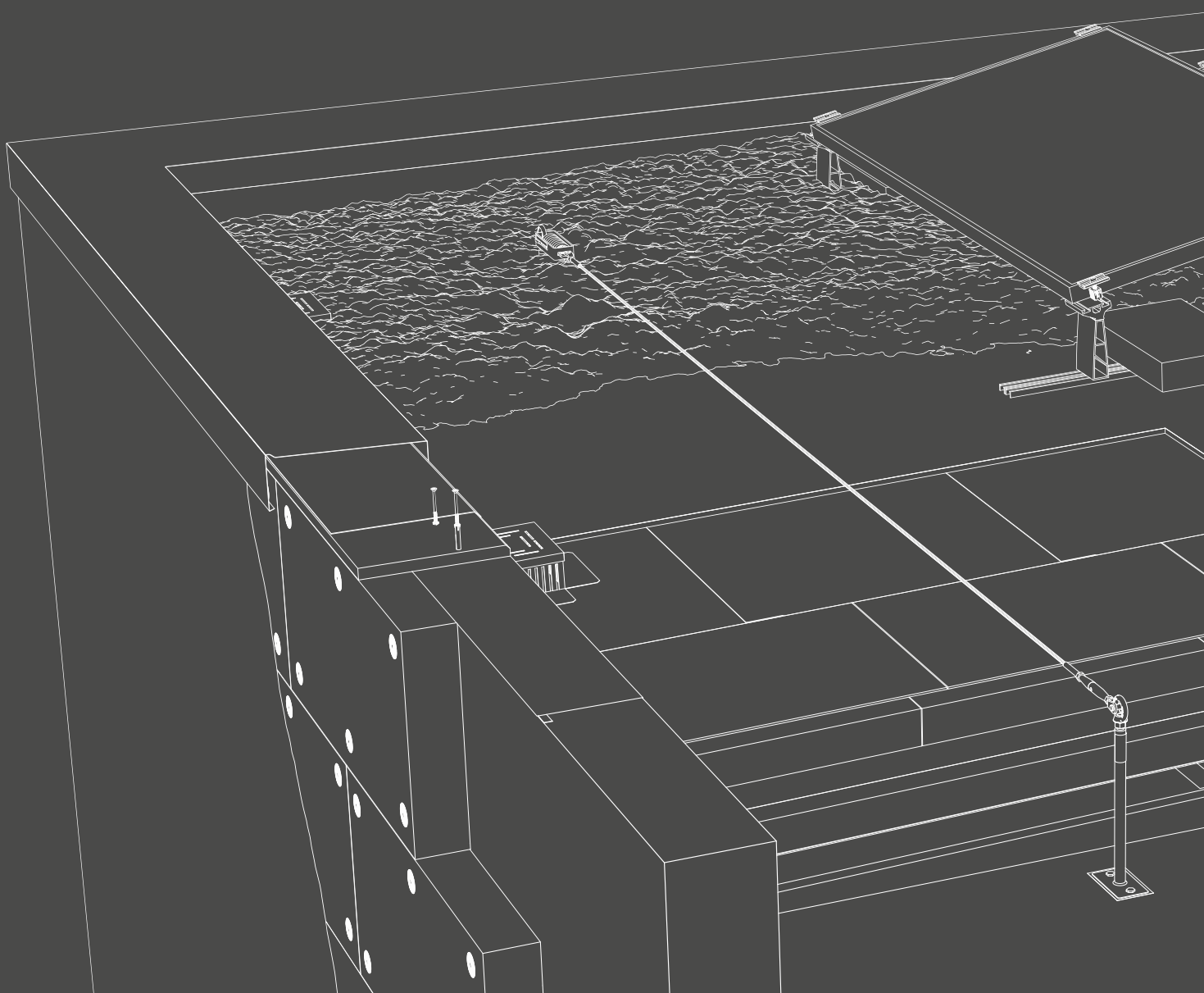
La marcatura CE è obbligatoria in Europa, attesta la conformità del prodotto alle direttive europee (CPR - Regolamento Prodotti da Costruzione).

Certificazione ETA

La documentazione **ETA (European Technical Assessment)** è fondamentale nelle coperture piane perché certifica le prestazioni di prodotti innovativi o non coperti da norme armonizzate. Garantisce affidabilità, sicurezza e idoneità all'uso del sistema, facilitando la marcatura CE. Disporre di un'ETA permette al progettista di scegliere materiali verificati e di assicurare la conformità tecnica dell'intero pacchetto di copertura. Questi prodotti vengono sottoposti a rigorosi test per verificarne le caratteristiche tecniche e le funzionalità.

DETTAGLI COSTRUTTIVI

stratigrafie tetto piano



Soluzioni complete a prova di certificazione

La certificazione **B_{ROOF}** attesta la resistenza al fuoco dall'esterno dei pacchetti di copertura piana. È indispensabile per rispettare i requisiti di sicurezza antincendio previsti dalla norma **UNI EN 13501-5:2016** e per poter installare determinate stratigrafie, soprattutto in edifici soggetti a regolamentazioni più restrittive o su coperture che prevedono la posa di panelli fotovoltaici. Il decreto del ministero italiano del 01.09.2025 prevede la certificazione **B_{ROOF} (t3) o B_{ROOF}(t4)**.

La normativa **UNI 11235:2015** definisce i criteri tecnici per progettare ed eseguire correttamente i tetti verdi, sia estensivi che intensivi, garantendone sicurezza, durabilità e prestazioni nel tempo. Seguirla è fondamentale per evitare infiltrazioni, sovraccarichi e malfunzionamenti del sistema vegetale. Assicura inoltre che **tutti gli strati - dai tessuti oltre il drenaggio al substrato - siano progettati in modo coerente e conforme agli standard professionali**.

Avere prodotti con dichiarazione **EPD (Enviromental Product Declaration)** nelle coperture piane è essenziale per garantire trasparenza sull'impatto ambientale dei materiali impiegati lungo l'intero ciclo di vita. Questa documentazione facilita la progettazione sostenibile, supporta le valutazioni LCA e contribuisce all'ottenimento di crediti nei protocolli di certificazione ambientale degli edifici. Inoltre, permette scelte più consapevoli e conformi alle richieste normative e di mercato.

La documentazione **ETA (European Technical Assessment)** è un documento rilasciato da organismi notificati che valuta prestazioni non completamente coperte dalle norme armonizzate, molto utile per prodotti innovativi. In generale per le coperture piane, l'ETA va rilasciata principalmente per prodotti liquidi. Garantisce affidabilità, sicurezza e idoneità all'uso del sistema, facilitando la marcatura CE.

Avere membrane con **valore SRI (Solar Reflectance index)** elevato e testato nelle coperture piane è utile perché riducono in modo efficace l'assorbimento di calore solare, migliorando il comfort interno e l'efficienza energetica dell'edificio come anche la durabilità dei prodotti edili utilizzati all'interno dell'edificio. Un SRI certificato garantisce prestazioni reali e verificabili, contribuendo a limitare l'effetto isola di calore e a soddisfare requisiti di sostenibilità e progettazione climatica.



TERRAZZA CON TETTO VERDE

Struttura portante in X-LAM con isolamento pendenzato

01



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VG



1

EVALON® omogeneo



2

Profilo Serie WA 1 - ÜK 150-275



3

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



4

Schermo freno o barriera al vapore*



9

Tape 1 PE



10

GIGA 125



11

CONSTRUCT 500+ TC



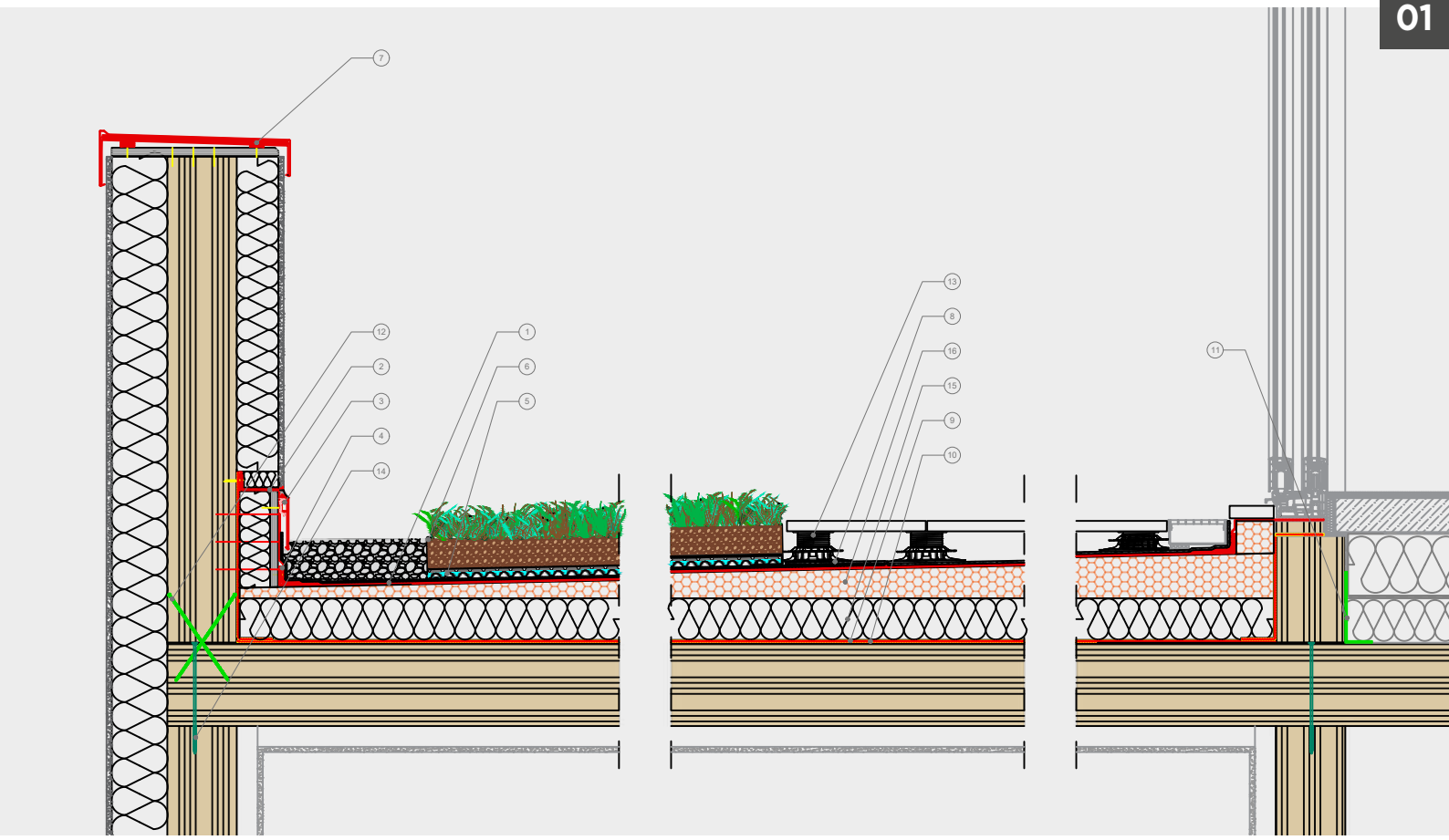
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

TERRAZZA CON TETTO VERDE

Struttura portante in X-LAM con isolamento pendenzato

Voce di capitolato



Sistema tetto verde estensivo RF



5

Profilo paraghiaia 80/120



6

Profilo Serie MAG



7

Planus Gum



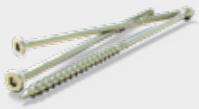
8

LIFTO



13

Performant STRONG



14

Isolante in fibra di legno per coperture piane



15

EPS 150 pendenzato



16

COPERTURA A VISTA

Struttura portante in X-LAM con isolamento pendenzato e Linea Vita

02



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VG



1

EVALON® VSKA, bande



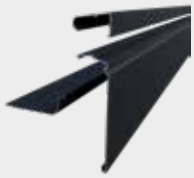
2

EVALON® omogeneo



3

Profilo Serie TAG



4

Schermo freno o barriera al vapore*



9

Tape 1 PE



10

CONSTRUCT 500+ TC



11

Performant STRONG TB



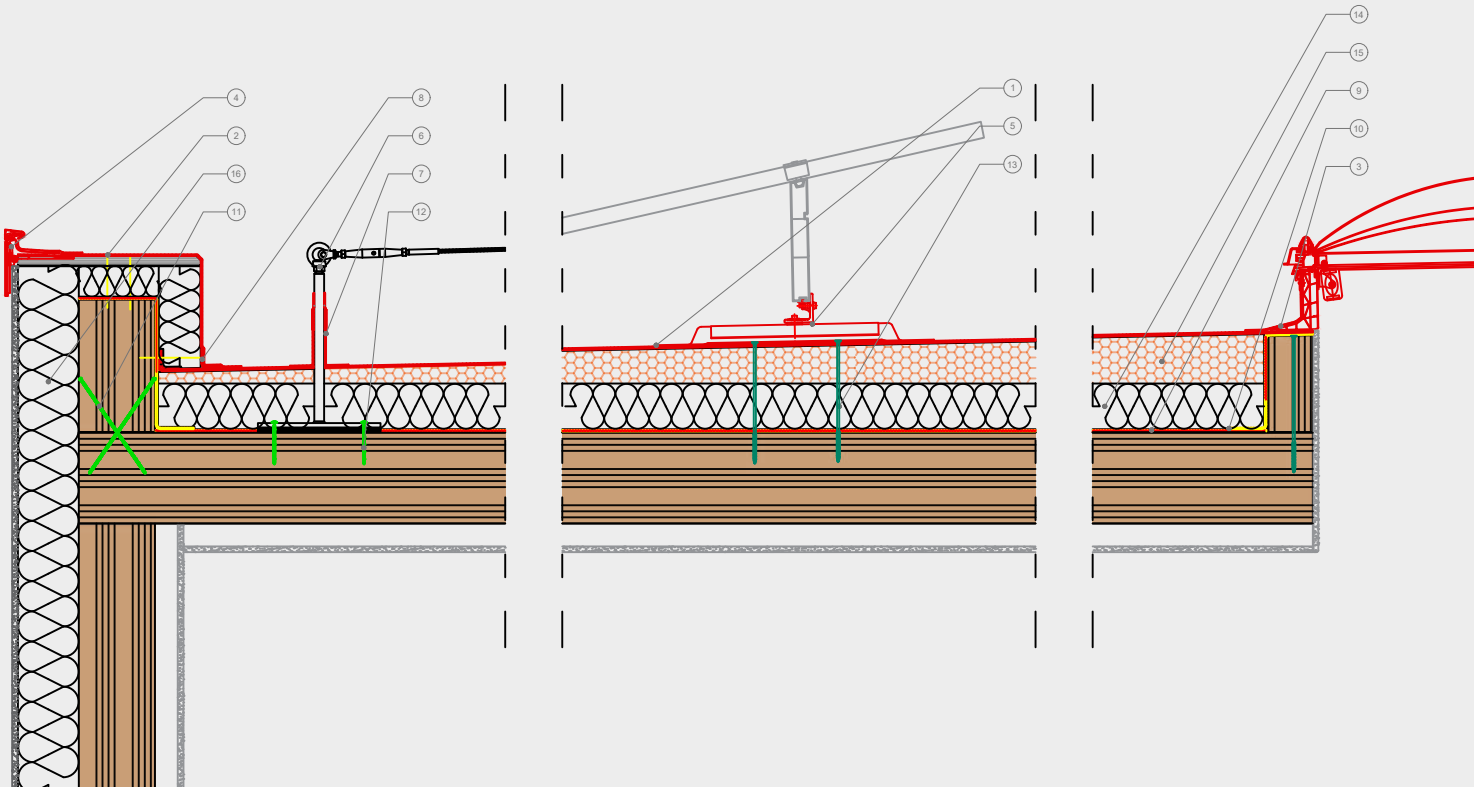
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

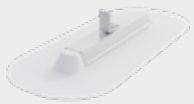
COPERTURA A VISTA

Struttura portante in X-LAM con isolamento pendenzato e Linea Vita

Voce di capitolato



EVATEC Solar



5

Linea Vita per coperture piane



6

Collarino in EVALON® per pali linea vita



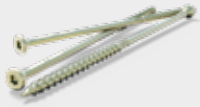
7

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



8

Performant STRONG



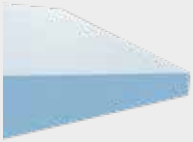
13

Isolante in fibra di legno per coperture piane



14

EPS 150 pendenzato



15

WALL 140



16

COPERTURA CON ZAVORRA IN GHIAIA

Struttura in cls con massetto pendenzato e parapetto zavorrato

03



LEGENDA PRODOTTI

T-PE-Plan FM



1

T-PE-Plan D



2

FP barra forata



3

Collarino in T-PE



4

RIALTO Autoportante



9

RF - Ghiaia lavata 16-32



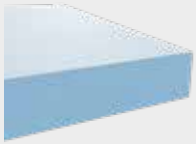
10

NYLON TURBO



11

EPS 150

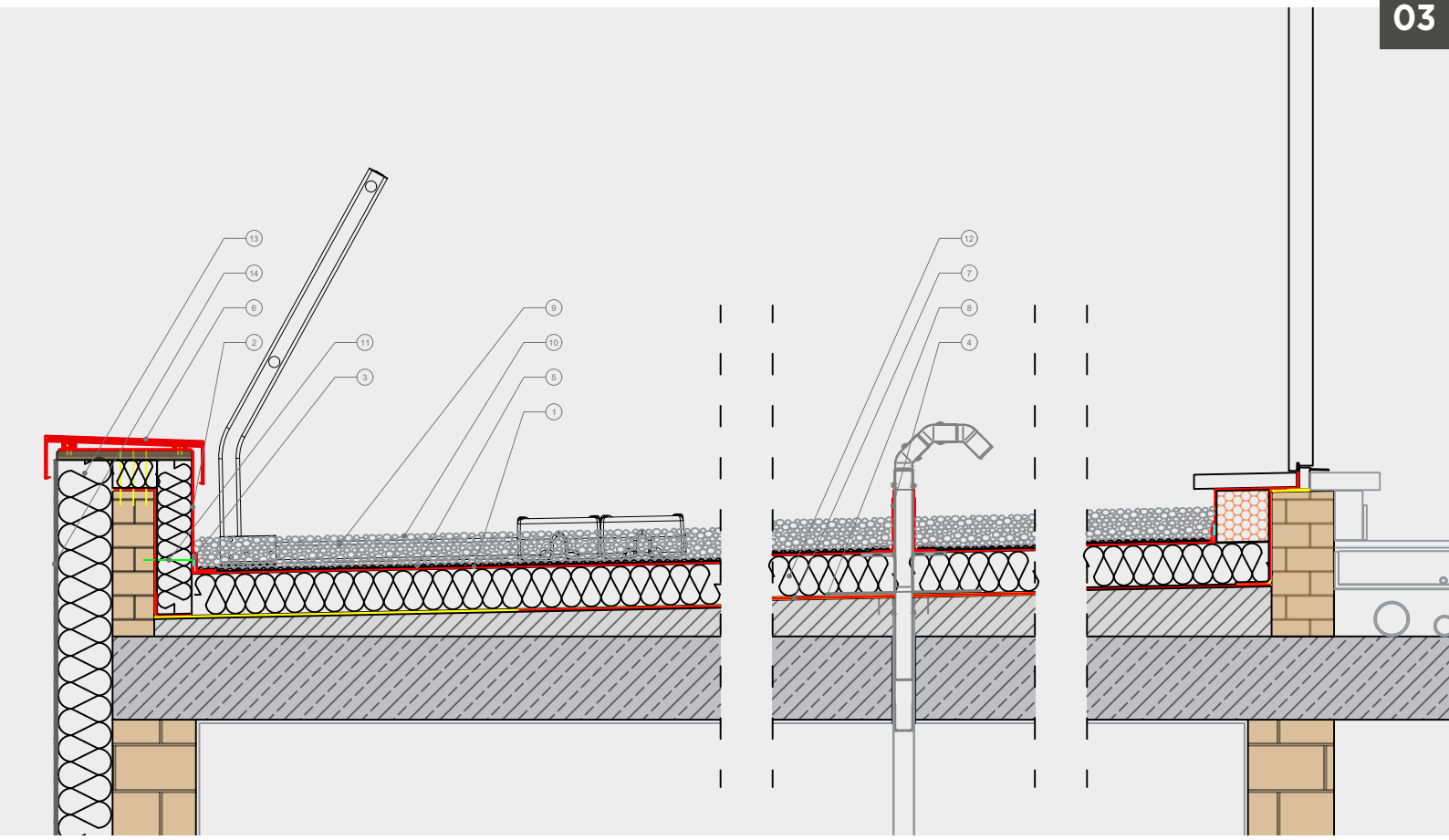


12

COPERTURA CON ZAVORRA IN GHIAIA

Struttura in cls con massetto pendenzato e parapetto zavorrato

Voce di capitolato



Planus Drein-Tec



5

Profilo Serie MAG



6

Schermo freno o barriera al vapore*



7

Tape 1 PE



8

WALL 140



13

Ciclo completo per sistema a cappotto



14

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA CON FOTOVOLTAICO

Struttura in mattonelle e pendenza tramite massetto cementizio

04



LEGENDA PRODOTTI

T-PE-Plan FM



1

T-PE-Plan D



2

Scarico T-PE



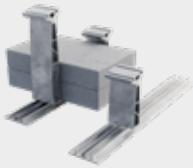
3

Planus Drein-Tec



4

Sistema Aerocompact per coperture piane



9

Linea Vita per coperture piane



10

Schermo freno o barriera al vapore*



11

Tape 1 PE



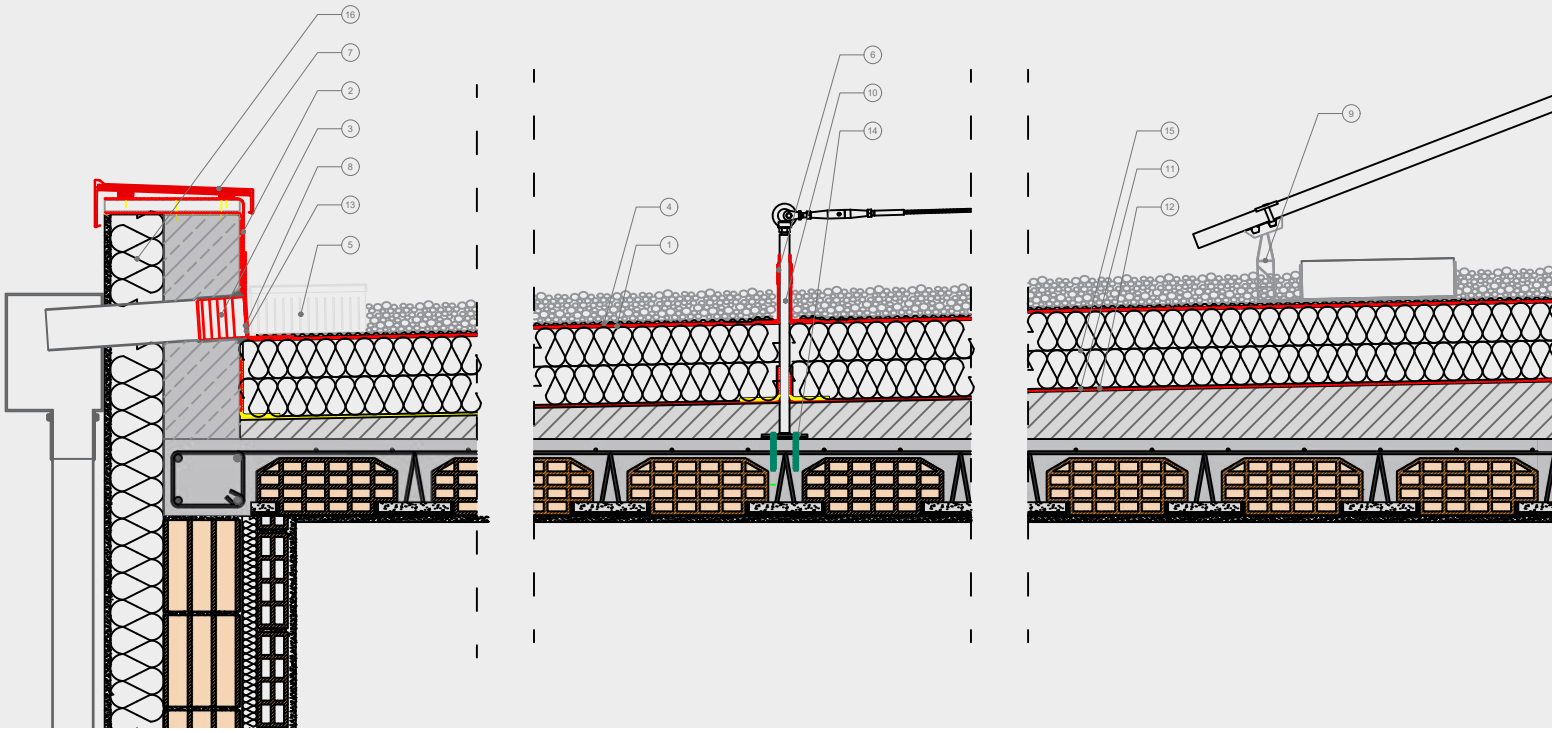
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA CON FOTOVOLTAICO

Struttura in mattonelle e pendenza tramite massetto cementizio

Voce di capitolato



Pozzetto d'ispezione



5

Collarino in T-PE



6

Profilo Serie MAG



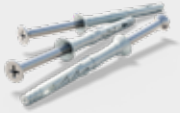
7

FP barra forata



8

NYLON TURBO



13

RESINA TOP 300/400 SISMIK BARRA FILETTATA



14

Isolante in fibra di legno per coperture piane



15

WALL 140

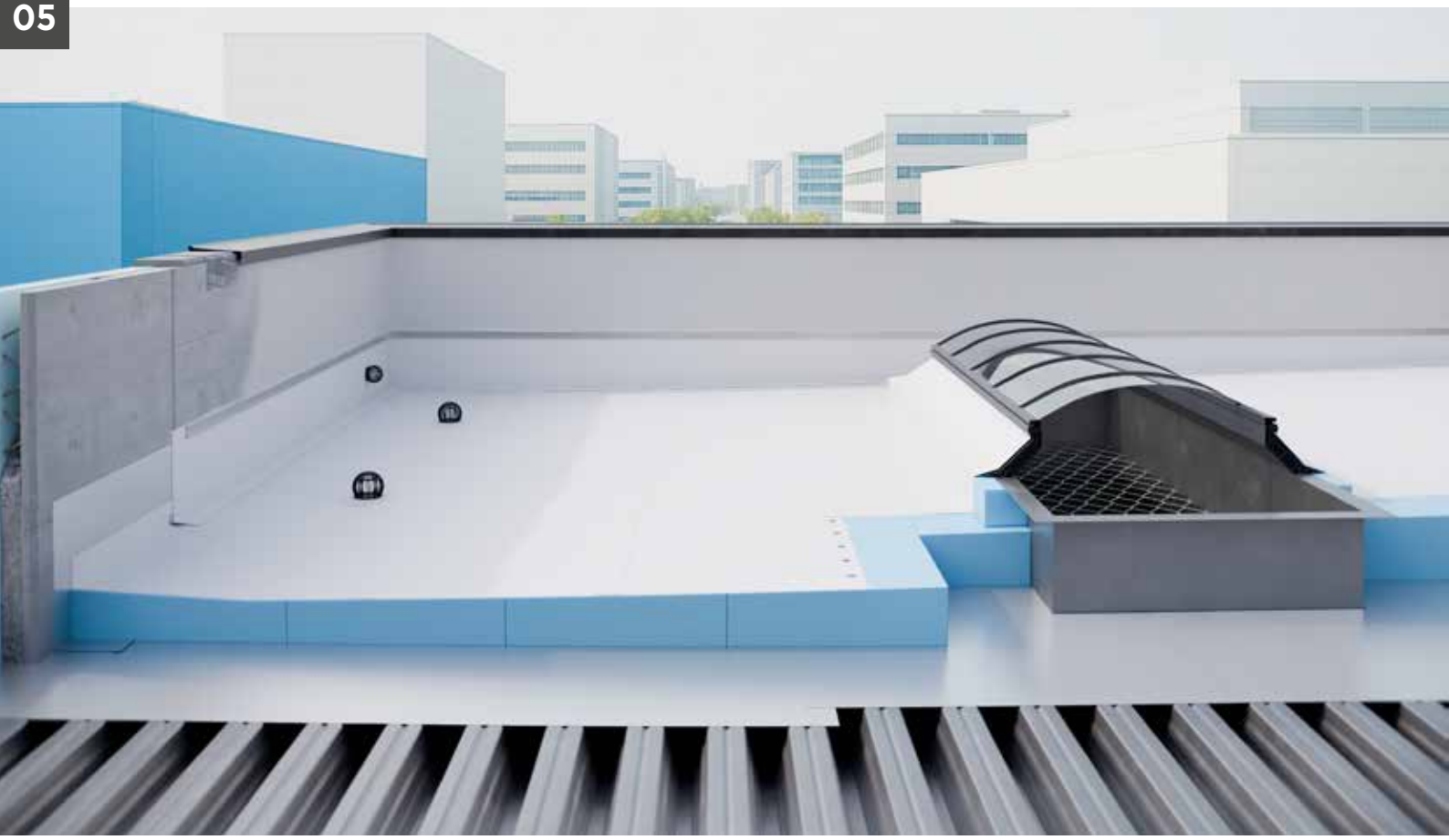


16

COPERTURA IN COSTRUZIONE LEGGERA

Struttura in metallo con isolamento pendenzato - fissaggio meccanico

05



LEGENDA PRODOTTI

T-PE-Plan FM



1

T-PE-Plan D



2

Profilo Serie WA 1



3

Scarico T-PE



4

TKR vite autoforante



9

FP barra forata



10

Profilo Serie MAG



11

FDB EXT 350 FL

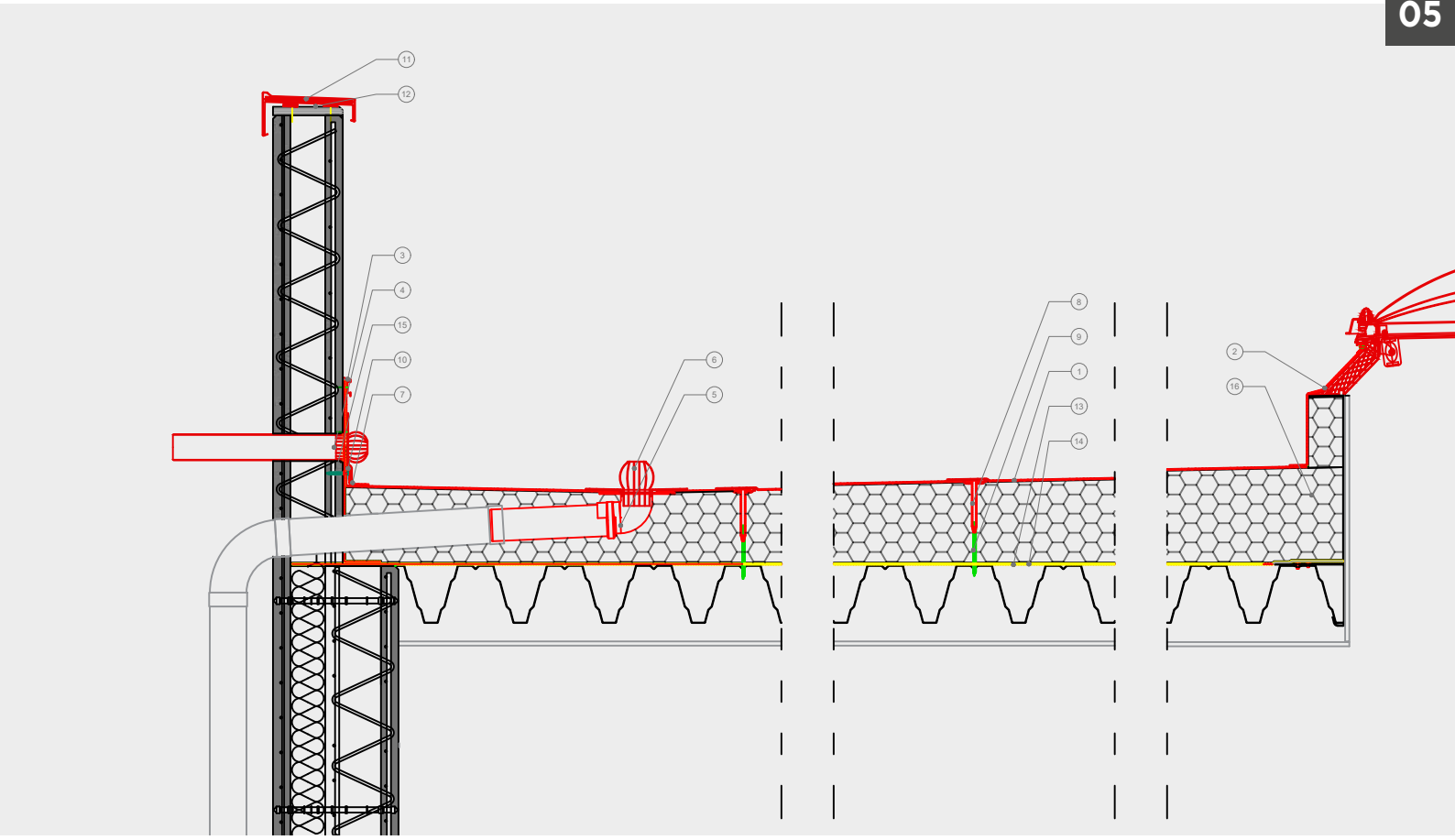


12

COPERTURA IN COSTRUZIONE LEGGERA

Struttura in metallo con isolamento pendenzato - fissaggio meccanico

Voce di capitolato



Bocchettone di scarico in T-PE



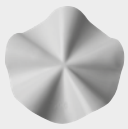
5

Parafoglie universale



6

Angolo interno in T-PE



7

TEK manicotto in plastica



8

Schermo freno o barriera al vapore*



13

Tape 1 PE



14

NYLON TURBO



15

EPS 150 pendenzato



16

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA INTERRATA

Solaio prefabbricato con ghetto di calcestruzzo in pendenza

06



LEGENDA PRODOTTI

T-PE-Plan FM



1

T-PE-Plan D



2

Enkolan Impermeabilizzazione



3

TNT Polyflex



4

Planus Drein-Tec



9

Planus Gum



10

RF - Ghiaia lavata 16-32



11

LIFTO

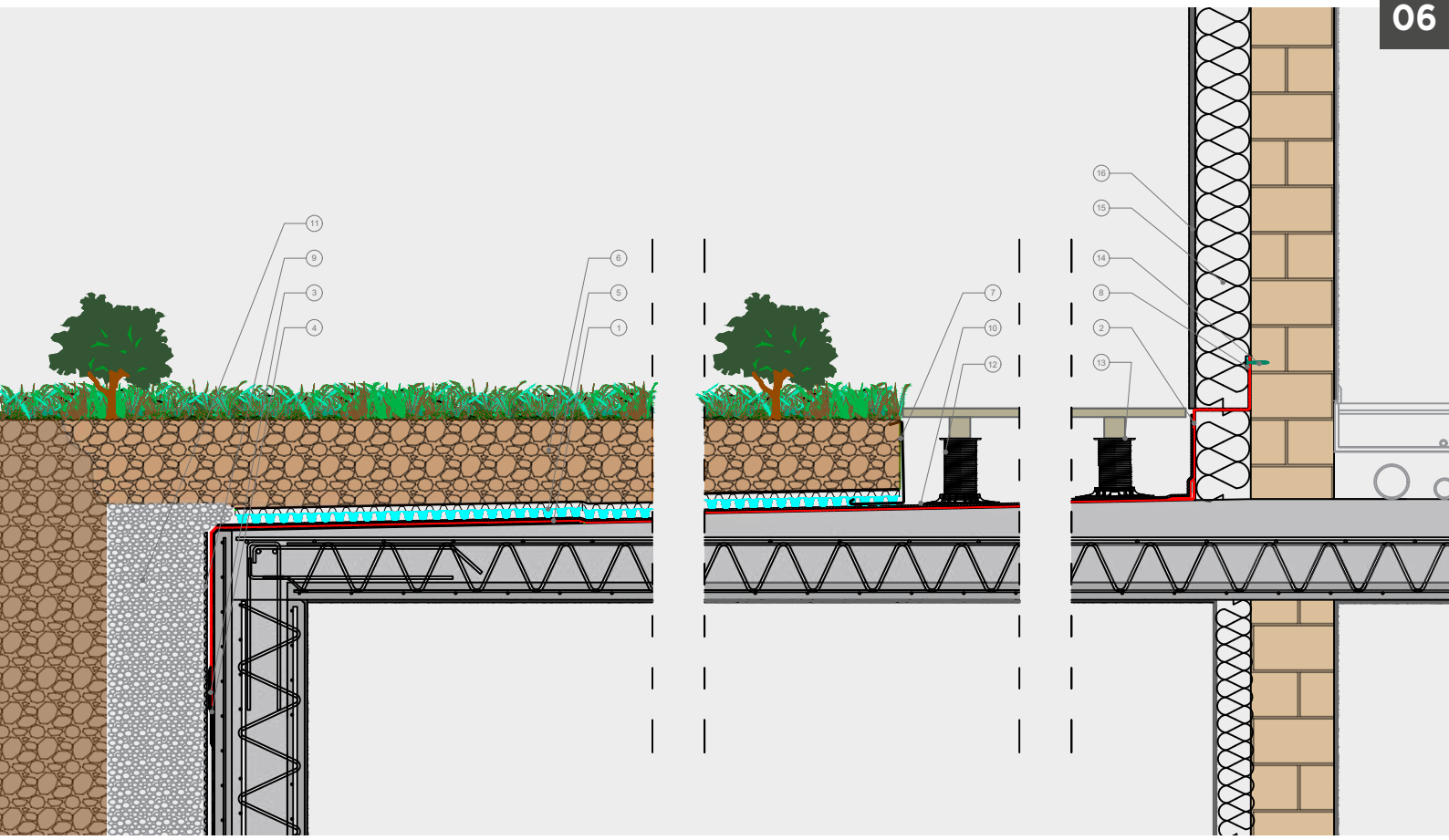


12

COPERTURA INTERRATA

Solaio prefabbricato con ghetto di calcestruzzo in pendenza

Voce di capitolato



Sistema tetto verde estensivo RF



5

RF - Substrato tipo I per tetti verdi intensivi



6

Profilo paraghiaia 80/120



7

FP barra forata



8

BASO



13

NYLON TURBO



14

WALL 140



15

Ciclo completo per sistema a cappotto



16

TERRAZZA GIARDINO PENSILE

Solaio in cls con pacchetto isolante pendenzato

07



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VG



1

EVALON® VSKA, bande



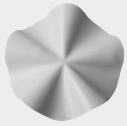
2

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



3

Angolo interno in EVALON®



4

Prolunga per pozzetto d'ispezione



9

Schermo freno o barriera al vapore*



10

Tape 1 PE



11

NYLON TURBO



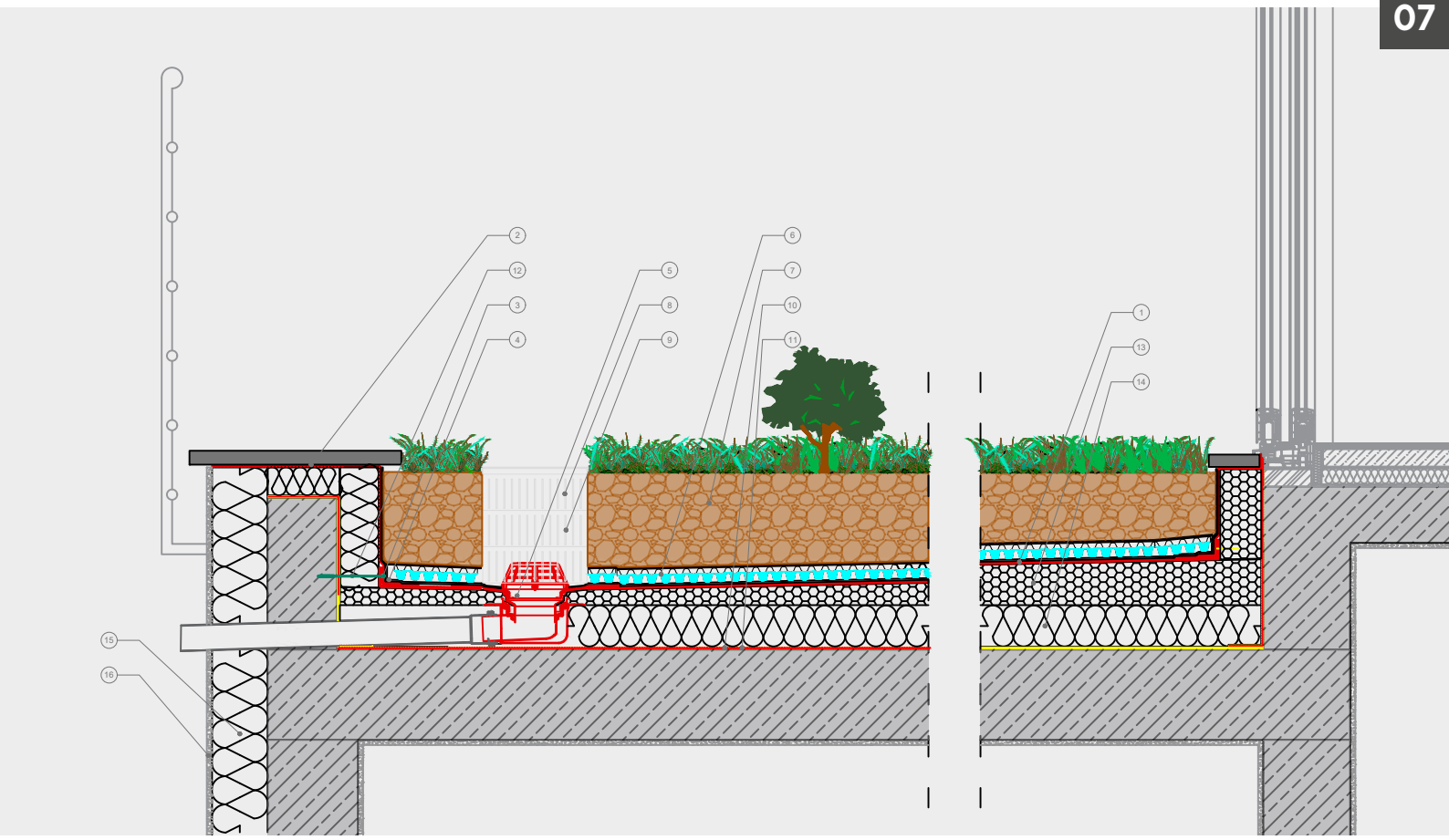
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

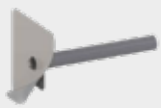
TERRAZZA GIARDINO PENSILE

Solaio in cls con pacchetto isolante pendenzato

Voce di capitolato



Bocchettone di scarico in EVALON®



5

Sistema tetto verde intensivo RF



6

RF - Substrato tipo I per tetti verdi intensivi



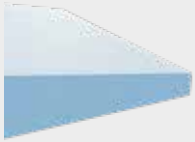
7

Pozzetto d'ispezione



8

EPS 150 pendenzato



13

Isolante in fibra di legno per coperture piane



14

WALL 140



15

Ciclo completo per sistema a cappotto



16

TERRAZZA CON PARAPETTO IN VETRO

Solaio collaborante legno-calcestruzzo con massetto pendenzato

08



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VG



1

EVALON® omogeneo



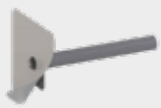
2

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



3

Bocchettone di scarico in EVALON®



4

Membrana di controllo al vapore e di separazione



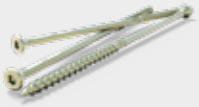
9

Profilo Serie WA 1 - ÜK 150-275



10

Performant STRONG



11

LIFTO

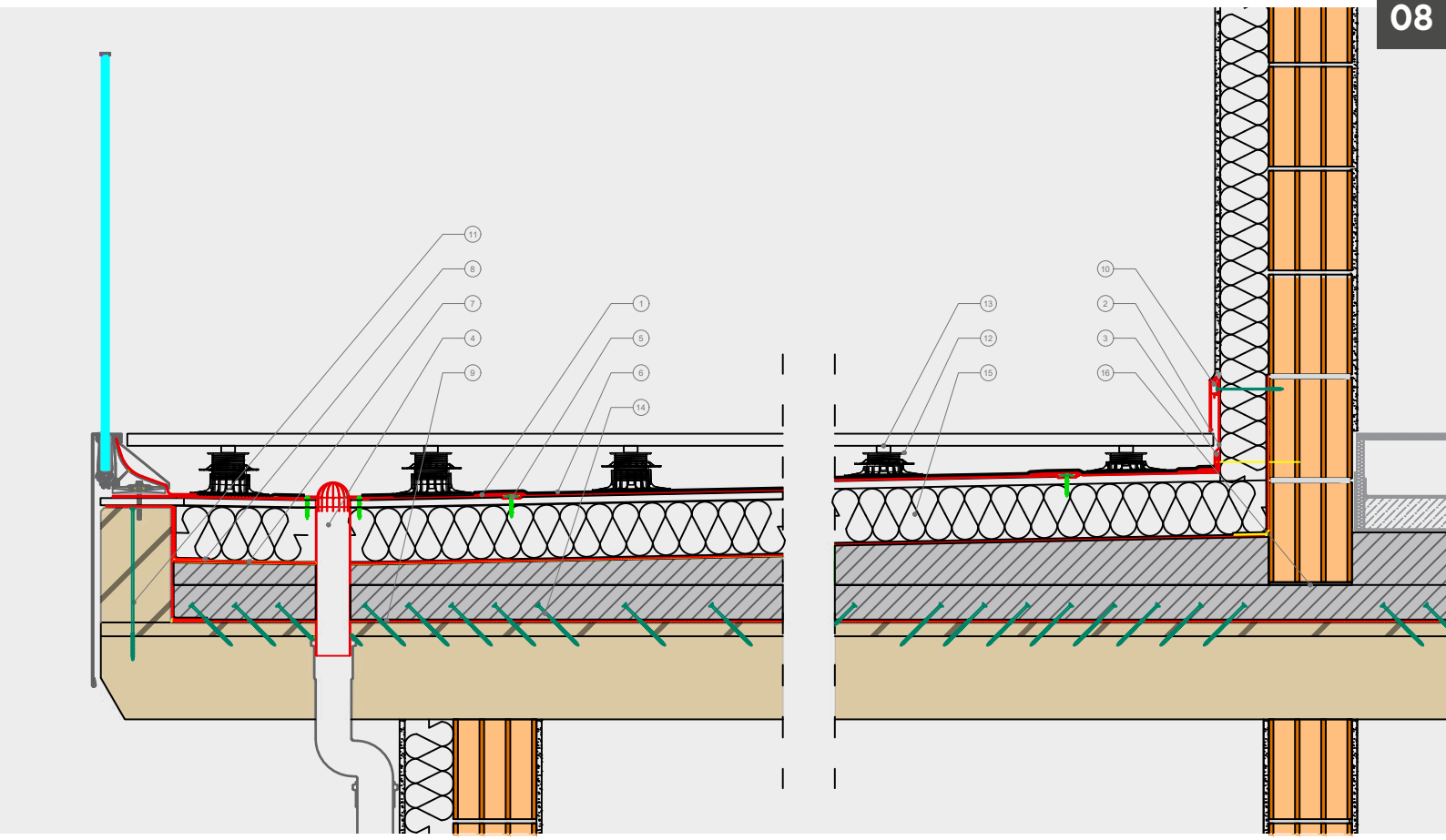


12

TERRAZZA CON PARAPETTO IN VETRO

Solaio collaborante legno-calcestruzzo con massetto pendenzato

Voce di capitolato



Piattello in metallo HTV 40 RU



5

Planus Gum



6

Schermo freno o barriera al vapore*



7

Tape 1 PE



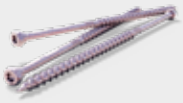
8

BASO



13

T-CON 500 RED



14

MULTITHERM 140



15

TOP 180



16

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA A VISTA

Struttura tradizionale con pergola con struttura in legno

09



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VSK



1

EVALON® omogeneo



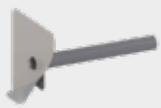
2

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



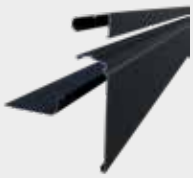
3

Bocchettone di scarico in EVALON®



4

Profilo Serie TAG



9

Schermo freno o barriera al vapore*



10

Tape 1 PE



11

Linea Vita per coperture piane



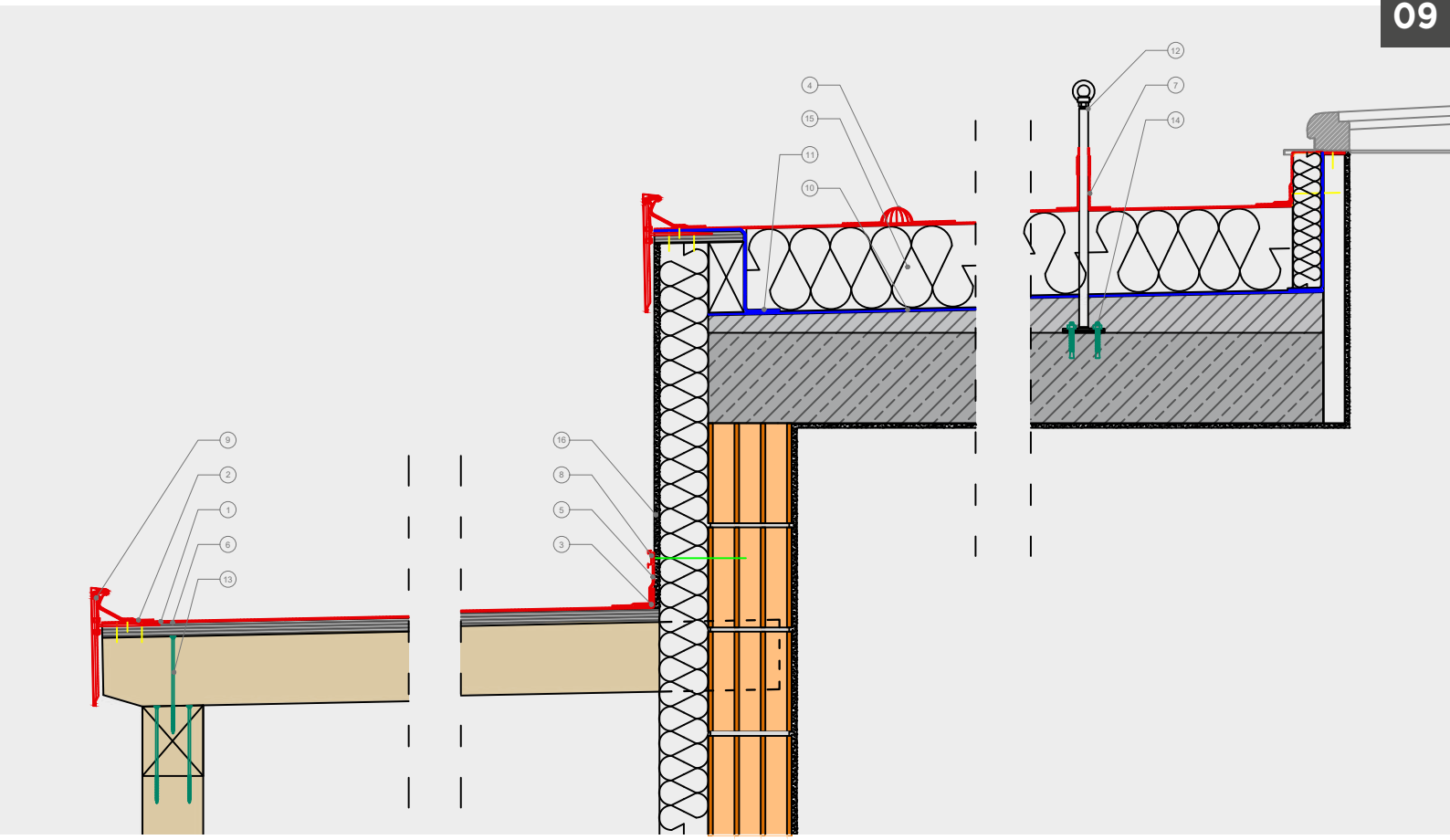
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA A VISTA

Struttura tradizionale con pergola con struttura in legno

Voce di capitolato



EVALON® VSKA, bande



5

Primer per EVALON®



6

Collarino in EVALON® per pali linea vita



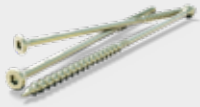
7

Profilo Serie WA 1 - ÜK 150-275



8

Performant STRONG



13

MTP-X CE 1



14

Isolante in fibra di legno per coperture piane



15

Ciclo completo per sistema a cappotto



16

COPERTURA CON BITUME ESISTENTE

Struttura metallica - risanamento con manto sintetico

10



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VSK



1

Primer per EVALON®



2

EVALON® omogeneo



3

EVALON® VSKA, bande



4

Profilo Serie WA 1 - ÜK 150-275



9

Planus Gum



10

Staffa SPIDI® max ALU



11

Profilo "L" / Profilo "T"

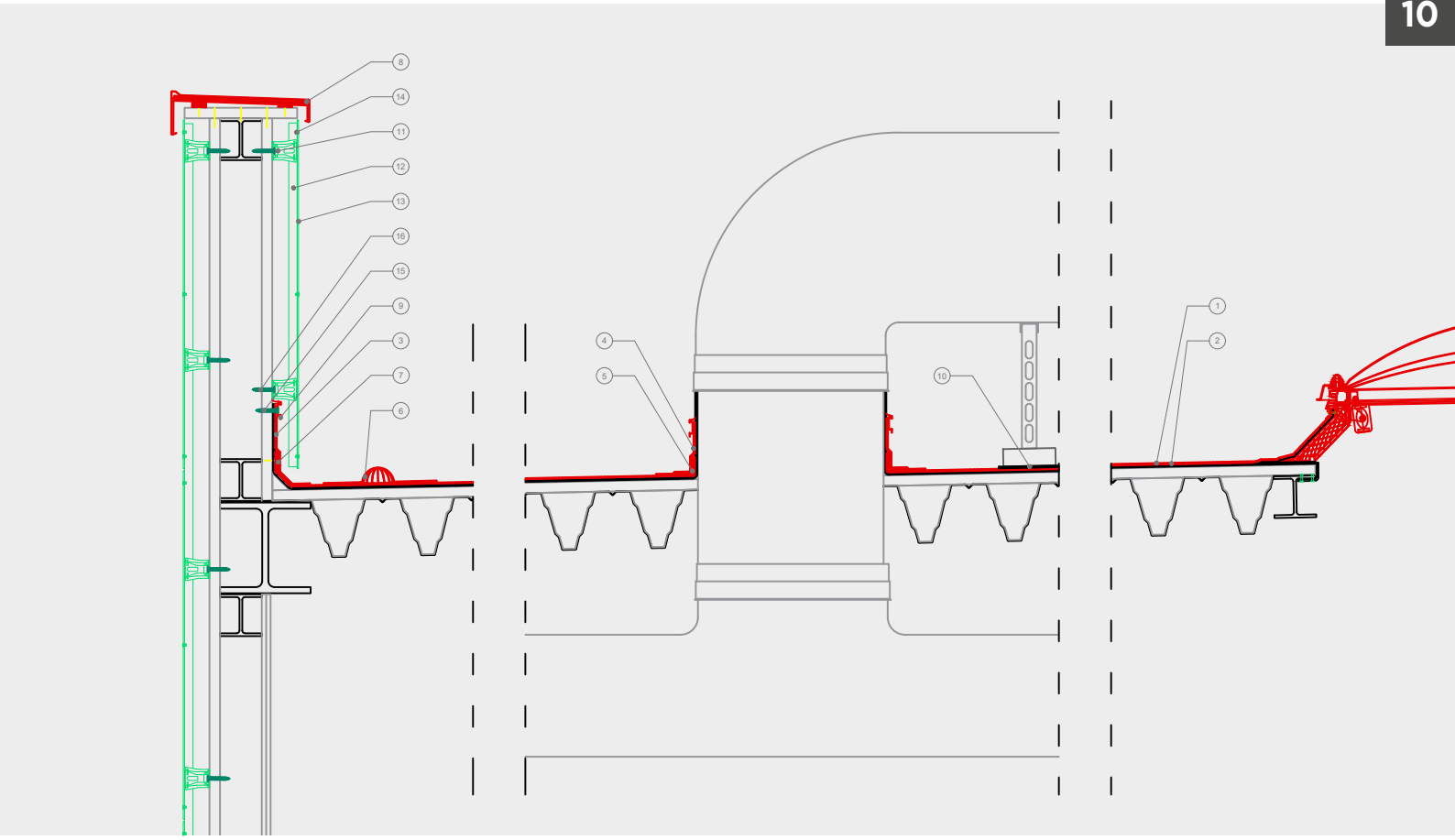


12

COPERTURA CON BITUME ESISTENTE

Struttura metallica - risanamento con manto sintetico

Voce di capitolato

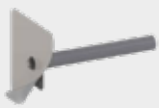


Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



5

Bocchettone di scarico in EVALON®



6

Lamiera rivestita in EVALON®



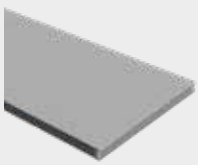
7

Profilo Serie MAG



8

ALUCOBEST® PVDF



13

Rivetti



14

Vite autoforante per fissaggio profilo/staffa



15

Vite autoforante/ autofilettante



16

COPERTURA CON SISTEMI DI ZAVORRA

Struttura prefabbricata in legno - fotovoltaico e Linea Vita

11



LEGENDA PRODOTTI

T-PE-Plan FM



1

T-PE-Plan D



2

Scarico T-PE



3

FP barra forata



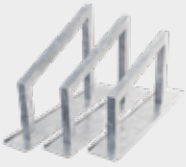
4

Tape 1 PE



9

Supporto fotovoltaico sistema RF



10

Linea Vita per coperture piane



11

TKR vite autoforante

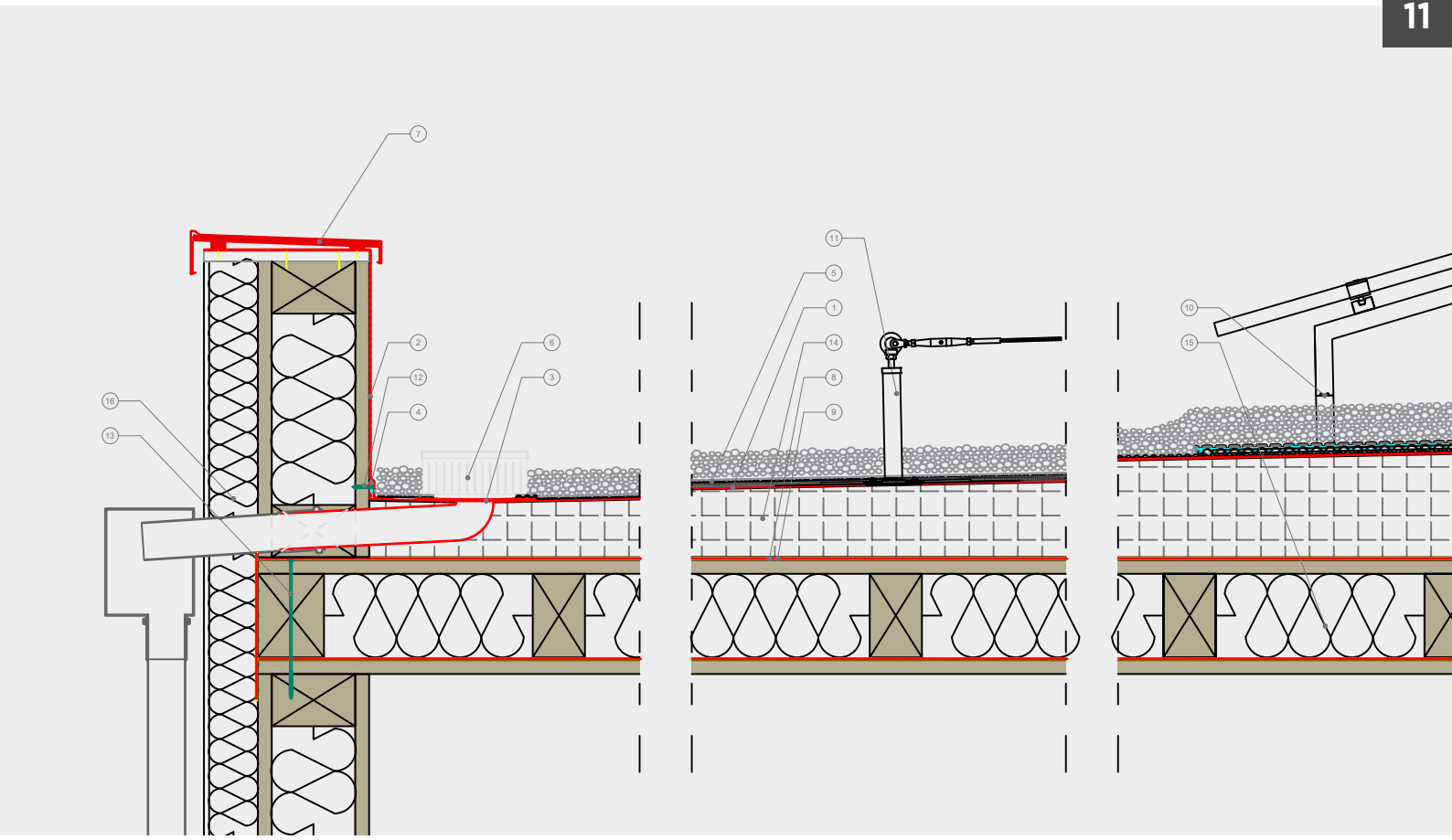


12

COPERTURA CON SISTEMI DI ZAVORRA

Struttura prefabbricata in legno - fotovoltaico e Linea Vita

Voce di capitolato



Planus Drein-Tec



5

Pozzetto d'ispezione



6

Profilo Serie MAG



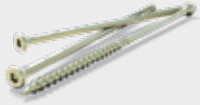
7

Schermo freno o barriera al vapore*



8

Performant STRONG



13

EPS 150 pendenzato



14

FLEX



15

WALL 140



16

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA A VISTA VENTILATA

Tetto piano in legno con sistema per fissaggio di pannelli fotovoltaici

12



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VG



1

EVALON® omogeneo



2

Angolare interno in lamiera rivestita in EVALON®



3

Piattello metallico con vite



4

USB Weld AS



9

Schermo freno o barriera al vapore*



10

Linea Vita per coperture piane



11

Performant STRONG TB



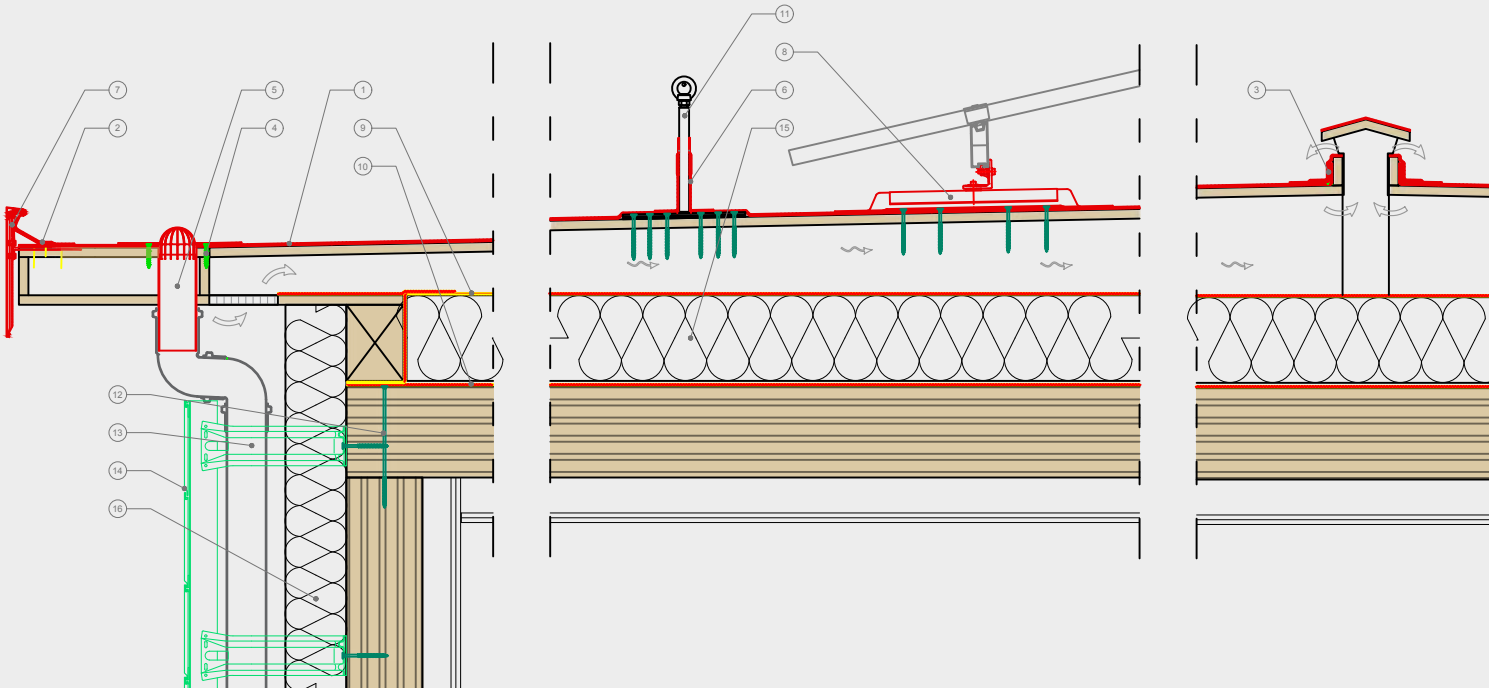
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

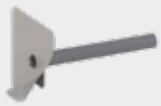
COPERTURA A VISTA VENTILATA

Tetto piano in legno con sistema per fissaggio di pannelli fotovoltaici

Voce di capitolato



Bocchettone di scarico in EVALON®



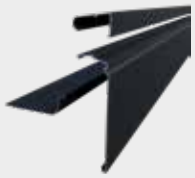
5

Collarino in EVALON® per pali linea vita



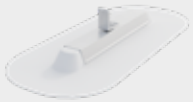
6

Profilo Serie TAG



7

EVATEC Solar



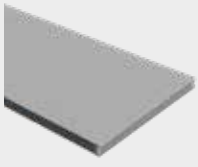
8

Staffa SPIDI® max ALU



13

ALUCOBEST® PVDF



14

Isolante in fibra di legno per coperture piane



15

Isolante per facciate ventilate



16

COPERTURA CON EFFETTO LAMIERA

Struttura in X-LAM con pendenza - pannelli fotovoltaici

13



LEGENDA PRODOTTI

EVALON® VSK



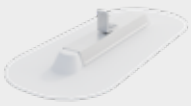
1

EVALON® omogeneo



2

EVATEC Solar



3

Collarino in EVALON® per pali linea vita



4

Schermo freno o barriera al vapore*



9

Tape 1 PE



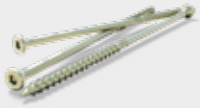
10

Linea Vita per coperture piane



11

Performant STRONG



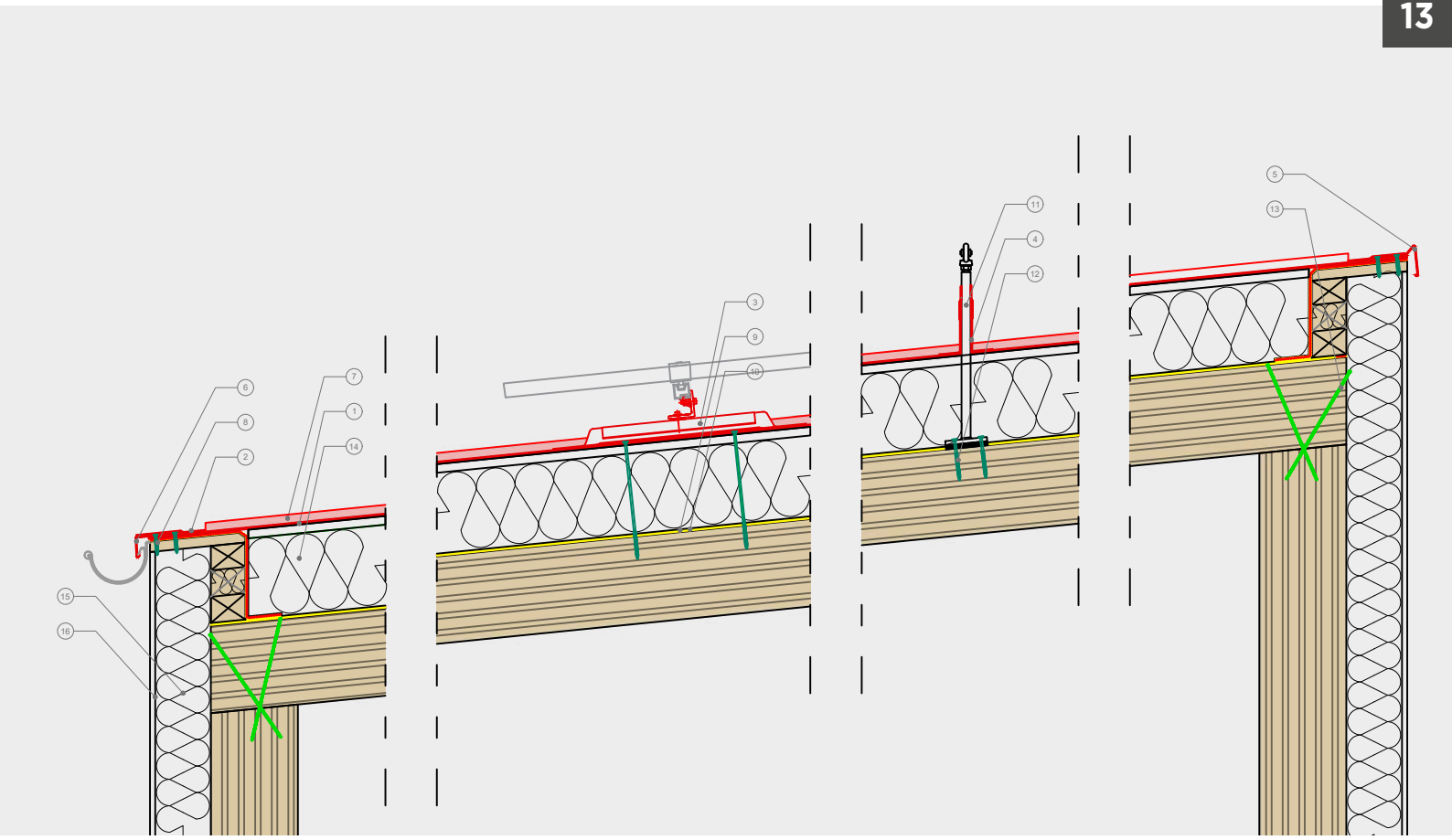
12

*da calcolare secondo UNI EN ISO 13788:2013

COPERTURA CON EFFETTO LAMIERA

Struttura in X-LAM con pendenza - pannelli fotovoltaici

Voce di capitolato



Chiusura laterale in lamiera rivestita in EVALON®



5

Collegamento di gronda in lamiera rivestita in EVALON®



6

Profilo strutturato EVALON®



7

TKR vite autoforante



8

CONSTRUCT 500+ TC



13

Isolante in fibra di legno per coperture piane



14

WALL 140



15

Ciclo completo per sistema a cappotto



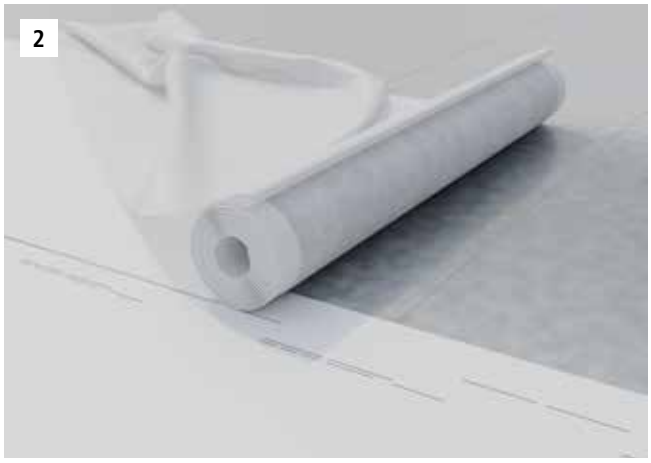
16

FASI DI POSA EVALON®

la posa in opera a regola d'arte del sistema EVALON®



Applicazione EVALON® autoadesivo - VSK/VGSK: stesura Primer SK / SK-L con rullino o pennello su tutta la superficie.



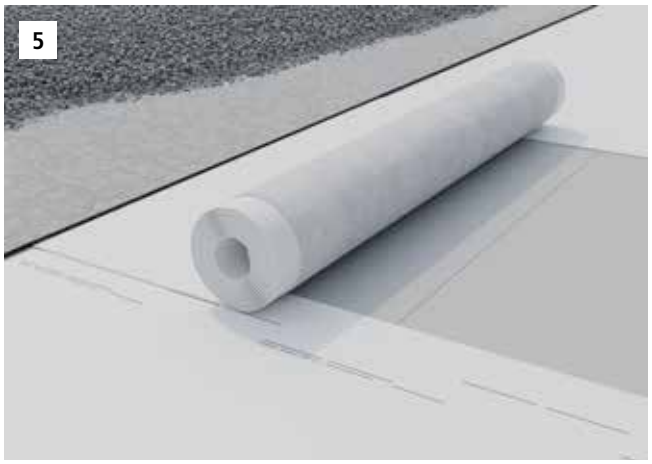
Posizionamento dei rotoli di EVALON® VSK/VGSK - sormonto di saldatura 5 cm. Una volta in posizione togliere il liner dal rotolo e posare ad incollaggio.



Posa tramite fissaggio meccanico - EVALON® V/VG: posizionamento dei rotoli di EVALON® - sormonto di saldatura 11-12 cm.



Applicazioni dei fissaggi meccanici - piattelli + viti adatti per lo specifico pacchetto - sormonto con il successivo rotolo di EVALON® V/VG.



Posa sotto zavorra - EVALON® V/VG: posizionamento dei rotoli di EVALON® - sormonto di saldatura 5 cm.

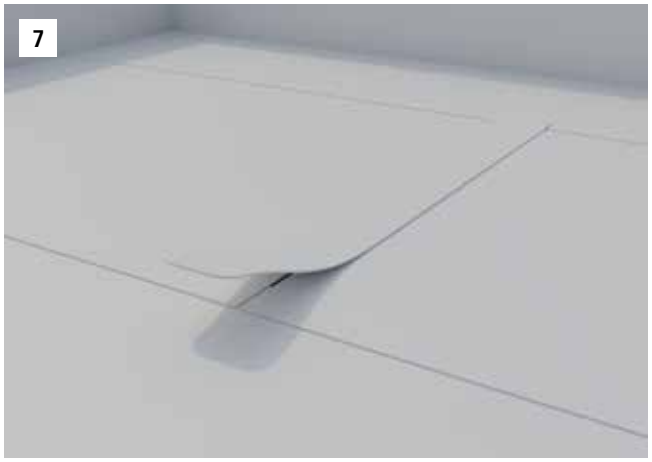


Saldatura del materiale nelle zone di sormonto con aria calda tramite macchina automatica o saldatore a mano (o con solvente THF).

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 EVALON®

la posa in opera a regola d'arte del sistema EVALON®



Giunti di testa - Giunti a T: applicazione di strisce di EVALON® omogeneo da min. 16 cm per collegare i manti in EVALON® accoppiati - V / VG / VSK / VGSK.



Fissaggio perimetrale: tutti i manti in EVALON® V / VG / VSK / VGSK devono essere fissati sul perimetro. Preferibilmente con profili in lamiera EVALON® 5x5 cm.



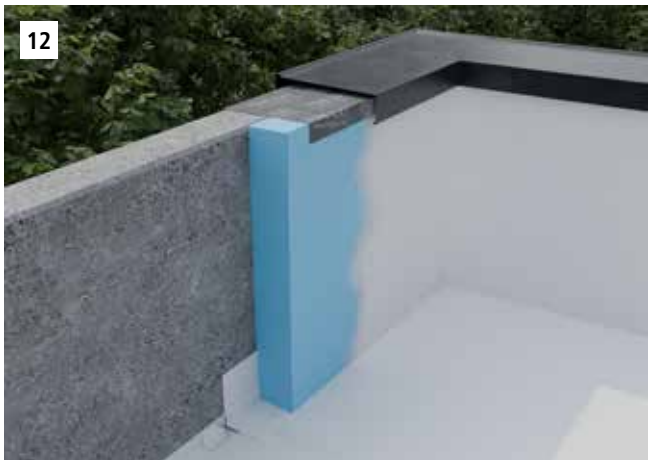
Raccordo laterale: rialzo minimo 15 cm - fattibile con EVALON® omogeneo - strisce in EVALON® V/VG o EVALON® VSKA autoadesivo.



Rivestimento di muri perimetrali: con EVALON® omogeneo con fissaggio meccanico o EVALON® VSKA tramite incollaggio.



Saldatura dei perimetri: tramite aria calda o solvente - con saldatore manuale e rullino adatto.



Completamento della finitura del perimetro - fissaggio meccanico del manto o finitura con capotto davanti all'impermeabilizzazione.

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 EVALON®

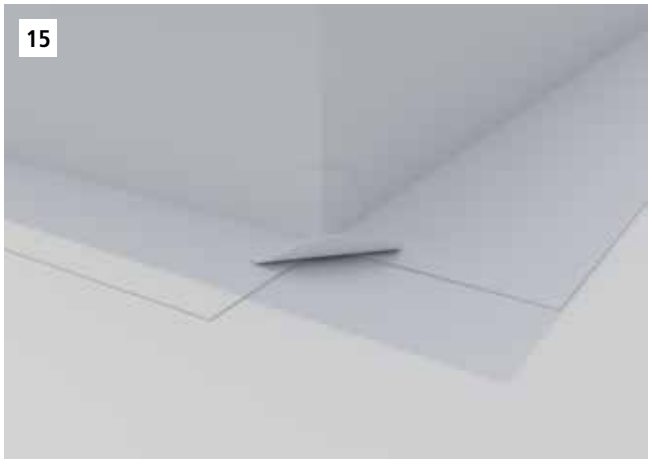
la posa in opera a regola d'arte del sistema EVALON®



Raccordo alla gronda tramite lamiera accoppiata in EVALON®. Fissaggio meccanico del manto tramite elemento in lamiera e EVALON® omogeneo.



Giunti di lamiere: nastratura con nastro di carta - minimo 2 cm - e saldatura di EVALON® omogeneo su zona di giunzione.



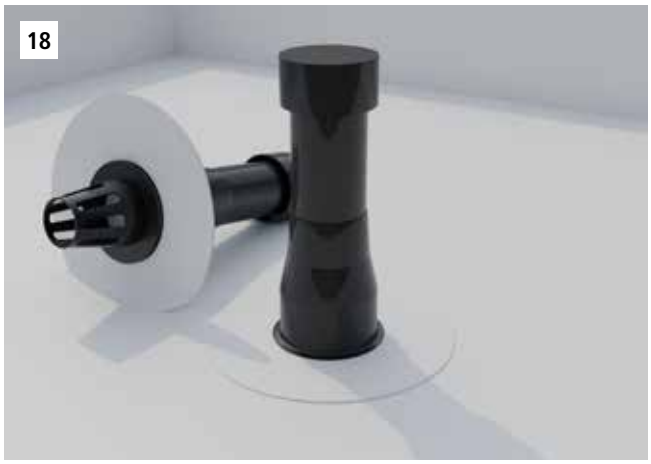
Angoli interni ed esterni: posizionamento degli angoli e saldatura a caldo - dall'interno verso l'esterno per evitare bolle d'aria.



Scarichi in EVALON®: inserimento del tubo di PVC nel tubo di scarico previsto - arrotondando i bordi - saldatura a caldo.



Collarini per tubi e pali Linea Vita: posizionamento del collarino - saldatura a caldo del collarino sul manto - elemento termorestringente in testa.



Sfiati in EVALON®: posizionamento dello sfiato - fissaggio meccanico dell'elemento rigido - saldatura dei giunti ad aria calda.

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 ENKOLAN

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



Pulizia del sottofondo e nastratura del perimetro dell'intervento. Applicazione del Primer Universale 2K sulla superficie d'intervento.



Applicazione della prima mano di Enkolan 1K LF - consumo minimo per la prima mano: 2,0 kg/m^2.



Stesura sul materiale fresco del TNT Polyflex su tutta la superficie - sormonto minimo 10 cm.



Rullare senza aggiunta di materiale il TNT Polyflex per fare uscire le bolle d'aria e rendere la superfice uniforme.



Applicazione della seconda mano di Enkolan 1K LF su tutta la superficie - consumo minimo per la seconda mano: 1,0 kg/m^2.

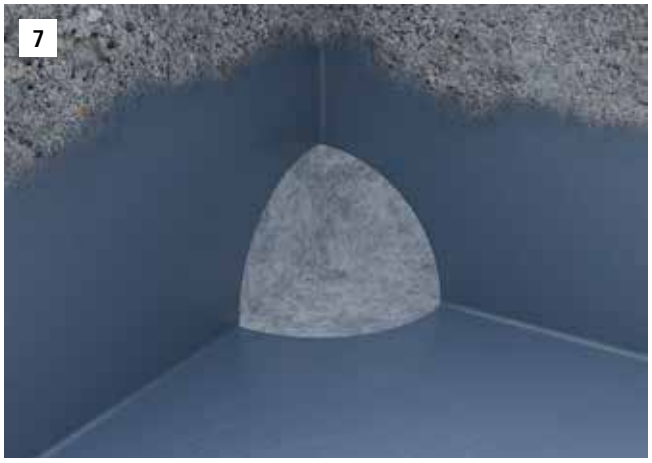


Rimozione del nastro adesivo quando il materiale è ancora fresco per ottenere un perimetro uniforme.

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 ENKOLAN

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



Angoli interni: cerchio di TNT Polyflex con diametro minimo 12 cm - doppia piega.



Angoli esterni: cerchio di TNT Polyflex con diametro minimo 12 cm - modellazione tirando il TNT Polyflex dal centro verso l'esterno.



Bocchettoni di scarico: segnalazione della posizione dello scarico, taglio di un foro rotondo nel TNT con un diametro inferiore. Di seguito modellare il TNT tirando seguendo la direzione delle frecce.



Applicazione della prima mano di Enkolan 1K LF sull'area destinata al TNT Polyflex preparato precedentemente.



Stesura del TNT Polyflex facendolo aderire bene alla superficie, compreso nel foro dello scarico.



Applicazione della seconda mano di Enkolan 1K LF coprendo tutto il TNT Polyflex.

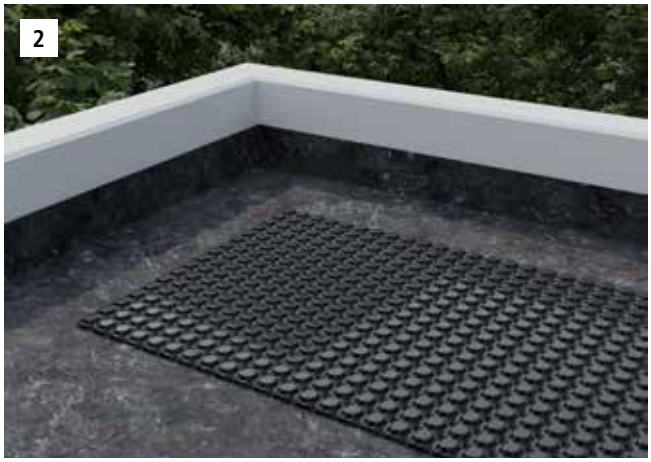
NOTA: Per la posa in opera a regola d'arte di tutti i prodotti, consultare le specifiche istruzioni di posa scaricabili dal sito internet www.riwega.com oppure applicate sull'etichetta del prodotto stesso.

FASI DI POSA TETTO VERDE

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



Posa libera dei rotoli di TNT di protezione - srotolare i rotoli e posizionarli con un sormonto minimo di 10 cm.



Posa libera delle lastre dell'elemento di accumulo e drenaggio - senza fissaggio meccanico - sopra il TNT di protezione.



Posa libera dei rotoli di telo filtrante - srotolare i rotoli e posizionarli con un sormonto minimo di 10 cm.



Posizionamento dei pozzetti d'ispezione sopra gli scarichi del manto impermeabile e dei profili paraghiaia sul perimetro.



Distribuzione del substrato adatto per tetti verdi con lo spessore previsto e distribuzione della ghiaia lavata sul perimetro.



Piantumazione delle piantine, conformi alle prescrizioni progettuali, per la realizzazione del tetto verde estensivo o intensivo.

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.

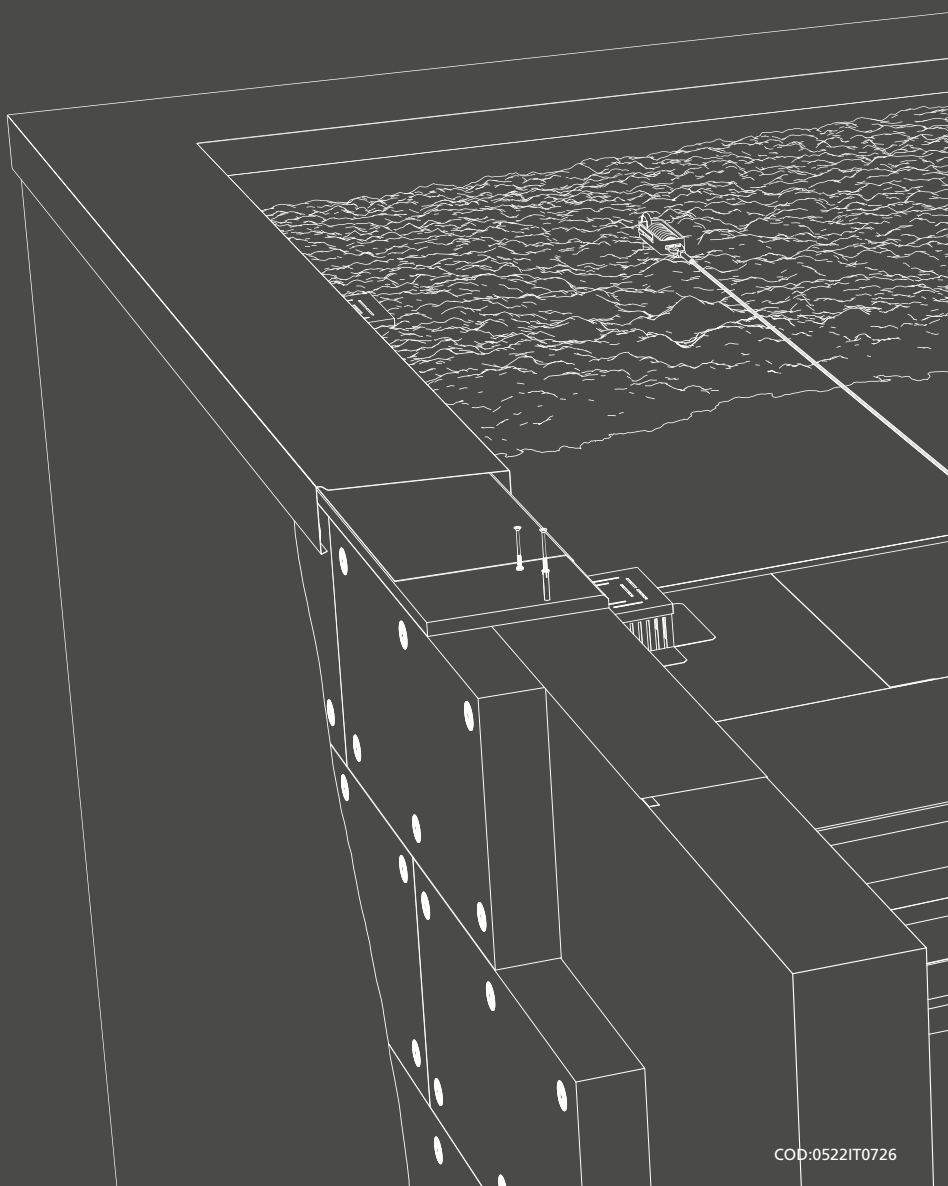


I contenuti tecnici del presente manuale si basano sullo stato attuale delle conoscenze tecnico-scientifiche disponibili alla data di redazione.

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:0522IT0726