

# Soluzioni per coperture piane

Ottobre 2020

Isolamento in lana di roccia





1

Introduzione

2

Comportamento termico

3

Stabilità dimensionale e durabilità

4

Reazione e resistenza al fuoco

6

Resistenza meccanica

7

Comportamento acustico

9

Accorgimenti in fase di progettazione e posa

15

Casi applicativi

29

Schede tecniche





## Introduzione

La progettazione di una copertura piana richiede particolare attenzione a causa delle importanti sollecitazioni in gioco durante le fasi di realizzazione (calpestio, attrezzature utilizzate durante le fasi di posa, etc.) e durante la fase d'esercizio e manutenzione (carichi permanenti, carichi variabili come vento e neve, pioggia, cicli termici e irraggiamento solare).

La copertura piana fonda il suo modello di funzionamento su questioni tecniche a prima vista semplici:

- il controllo del flusso di calore attraverso la presenza di uno strato isolante;
- il controllo della persistenza o formazione della condensa interstiziale mediante la ventilazione o tramite l'aggiunta di uno strato di controllo alla diffusione del vapore;
- il controllo dell'impermeabilità all'acqua per mezzo dell'elemento di tenuta.

La realtà progettuale è, al contrario, molto più complessa e articolata in quanto è legata a molti aspetti, tra cui:

- la compatibilità fisica, meccanica e chimica degli elementi/strati che garantiscono la funzionalità della copertura;
- la compatibilità prestazionale degli elementi/strati in funzione dell'obiettivo di progetto rispetto

a specifiche esigenze di *safety e security*, di benessere per chi vive e occupa l'ambiente costruito, di riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio, di durabilità e manutenibilità, di aspetto;

- la compatibilità in termini di tempo di vita utile di ogni singolo elemento/strato rispetto alla durata dell'intero sistema.

Pertanto, gli aspetti essenziali da considerare nella progettazione e realizzazione di coperture piane sono i seguenti:

- comportamento termico;
- durabilità;
- resistenza meccanica;
- reazione e resistenza al fuoco;
- comportamento acustico.

L'utilizzo di pannelli isolanti ROCKWOOL all'interno di soluzioni per coperture piane permette di soddisfare ognuno dei punti sopra elencati. I pannelli vengono infatti progettati per fornire alti livelli di resistenza meccanica e prestazioni durature garantendo la loro integrità nel tempo.

Inoltre, le proprietà di stabilità, comportamento al fuoco, così come le performance termiche e acustiche li rendono adatti per diversi tipi di pacchetti tecnologici e di supporti.

## Comportamento termico

Nel sistema di copertura lo strato isolante assume un ruolo fondamentale sia dal punto di vista del risparmio energetico che del miglioramento del comfort abitativo estivo ed invernale.

Le coperture, così come ogni altro elemento di chiusura, sono interessate da un flusso di calore che determina le dispersioni termiche dell'edificio durante il periodo invernale. Questo aspetto può assumere notevole influenza soprattutto nel caso di edifici con un numero limitato di piani o nel caso dell'analisi degli ambienti immediatamente sottostanti la copertura, sia in termini di bilancio energetico, sia delle temperature di comfort.

Il parametro principale per determinare le dispersioni termiche invernali è la trasmittanza termica che rappresenta il flusso di calore che

attraversa una superficie unitaria sottoposta ad una differenza di temperatura pari ad  $1^{\circ}\text{C}$ . Nella sezione dedicata ai casi applicativi (pag. 15) sono riportati i calcoli di trasmittanza termica per alcune soluzioni.

Durante il periodo estivo, invece, risulta di primaria importanza limitare il surriscaldamento dei locali interni, grazie a opportuni strati isolanti. Infatti le coperture sono esposte a temperature superficiali esterne che possono variare da  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Grazie all'utilizzo dei pannelli ROCKWOOL è possibile ottenere pacchetti ad elevate prestazioni che

consentono una sensibile riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione sia invernale sia estiva.

L'utilizzo dei pannelli in lana di roccia, e di strati con funzione di controllo al vapore correttamente dimensionati, permette di ottenere soluzioni costruttive idonee anche dal punto di vista igrometrico.



**25** ANNI DI  
GARANZIA

ROCKWOOL garantisce per 25 anni la conduttività termica dei pannelli isolanti Flatrock per coperture piane\*.

\* Per maggiori informazioni sulla garanzia e sulla procedura di attivazione consultare il sito web [www.rockwool.it](http://www.rockwool.it) o contattare i nostri uffici commerciali.

## Stabilità dimensionale e durabilità

Nel sistema di copertura piana risulta fondamentale la scelta di un adeguato isolamento, valutando attentamente che le sue prestazioni rimangano invariate nel corso degli anni.

Notevoli differenze di temperatura possono provocare tensioni su tutto il sistema di copertura, in particolare sul sistema di impermeabilizzazione, causando possibili lesioni in grado di compromettere la funzione di tenuta all'acqua dello stesso, nonché le prestazioni termoacustiche dell'intero pacchetto.

L'utilizzo dei prodotti ROCKWOOL permette di avere un isolamento termico dell'edificio durevole nel tempo e limita i ponti termici. Infatti, i pannelli in lana di roccia ROCKWOOL, caratterizzati da un coefficiente di dilatazione termica

lineare pari a  $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , non subiscono variazioni dimensionali anche se sottoposti ad elevate differenze di temperatura all'interno e all'esterno dell'edificio. I pannelli non si dilatano e non si contraggono; questo evita che si possano creare dei ponti termici dovuti ai "movimenti" dei pannelli stessi.


I pannelli in lana di roccia ROCKWOOL per coperture piane, in accordo alla norma di prodotto UNI EN 13162 "Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale

(MW) ottenuti in fabbrica - Specificazione", rispettano i requisiti di stabilità dimensionale DS(70,90) come descritto nella tabella sottostante. La stabilità dimensionale viene determinata utilizzando la norma di prova UNI EN 1604 "Isolanti termici per edilizia - Determinazione della stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura" che prevede il condizionamento per 48 ore a specifiche condizioni di temperatura e umidità.

Assegnazione	Condizione	Requisito	
		Lunghezza $\Delta\epsilon_l$ e Larghezza $\Delta\epsilon_b$ %	Spessore $\Delta\epsilon_d$ %
DS(70,-)	48 h, 70°C	1	1
DS(23,90)	48 h, 23°C, 90% R.H.	1	1
DS(70,90)	48 h, 70°C, 90% R.H.	1	1

**25/ ANNI DI  
GARANZIA**

ROCKWOOL garantisce per 25 anni la stabilità dimensionale dei pannelli isolanti Flatrock per coperture piane\*.



\* Per maggiori informazioni sulla garanzia e sulla procedura di attivazione consultare il sito web [www.rockwool.it](http://www.rockwool.it) o contattare i nostri uffici commerciali.

## Reazione e resistenza al fuoco

La progettazione di elementi costruttivi dotati di un buon comportamento in caso di incendio si basa sull'adozione di soluzioni di protezione passiva, caratterizzata da due differenti aspetti: la reazione al fuoco dei materiali e la resistenza al fuoco delle strutture.

La reazione al fuoco dei materiali determina il grado di partecipazione di un materiale al fuoco al quale è soggetto. I criteri adottati dall'Unione Europea sono l'infiammabilità, il potere calorifico, la propagazione di fiamma, l'opacità dei fumi e la formazione di gocce/particelle ardenti.

Per facilitare il confronto del comportamento al fuoco di differenti materiali utilizzati nel settore delle costruzioni, l'Unione Europea ha adottato uno standard denominato "UNI EN 13501-1 - Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi. Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco".

Questo sistema di classificazione europeo identifica sette Euroclassi di reazione al fuoco: A1, A2, B, C, D, E e F.

La classe A1 è propria dei materiali incombustibili, dalla classe A2 alla F rientrano i materiali con un crescente grado di partecipazione all'incendio mentre, i materiali non testati vengono indicati con la dicitura NPD (Nessuna Prestazione Determinata).

Dalla classe A2 alla E sono inoltre identificate delle sottoclassi supplementari per la classificazione relativa alla produzione di gocce incendiate e l'emissione di fumi.

Questi due parametri sono entrambi identificati da 3 livelli:

- **Produzione di fumo:** livelli s1, s2 e s3. Viene classificata l'opacità dei fumi, ma non il grado di tossicità degli stessi.
- **Produzione di gocce/particelle ardenti:** livelli d0, d1 e d2.

La resistenza al fuoco di elementi strutturali indica invece la capacità di un elemento costruttivo di garantire la capacità portante in caso di incendio e il contenimento dei suoi effetti all'interno del compartimento interessato.

La classificazione di un sistema costruttivo, per quanto riguarda la resistenza al fuoco, definisce il tempo in cui essa è in grado di garantire, sotto l'azione del fuoco, le seguenti caratteristiche: capacità portante (R), tenuta (E) e isolamento termico (I).

Le prove di resistenza al fuoco per le coperture vengono effettuate in laboratori autorizzati in accordo alla norma UNI EN 1365-2 "Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti – Parte 2: Solai e coperture".

EUROCLASSI	A1	A2	B	C	D	E	F
Opacità dei fumi							
Gocce/particelle ardenti							
Classi di opacità dei fumi	<b>s1</b> Bassa quantità e velocità di emissione		<b>s2</b> Media quantità e velocità di emissione			<b>s3</b> Elevata quantità e velocità di emissione	
Classi delle gocce/particelle ardenti	<b>d0</b> Nessuna produzione nei primi dieci minuti		<b>d1</b> Nessuna produzione di durata superiore a dieci secondi nei primi dieci minuti			<b>d2</b> Prodotti non classificati in d0 o d1	



## Il comportamento al fuoco delle coperture

Le coperture degli edifici rappresentano un punto critico e spesso sottovalutato per quanto riguarda la protezione dal fuoco. Un incendio che si sviluppa su una copertura può risultare difficile da controllare a causa della specifica tipologia di edificio e della sua ubicazione. Inoltre, l'altezza e le dimensioni dell'edificio, nonché l'eventuale presenza di impianti possono complicare maggiormente le operazioni di spegnimento e soccorso.

Quando si verifica un incendio dall'interno, il comportamento della copertura dipende principalmente dal sistema costruttivo adottato. Particolare attenzione deve essere posta alle coperture leggere in lamiera grecata: la scelta del materiale isolante installato all'estradosso gioca un ruolo fondamentale. A causa del riscaldamento, i giunti della copertura di metallo vengono progressivamente aperti, ponendo il materiale isolante direttamente a contatto con il fuoco.

È pertanto necessario che il materiale isolante utilizzato sia incombustibile e, se esposto alle fiamme per lungo tempo, rimanga stabile formando una barriera contro il fuoco al fine di evitare la propagazione dell'incendio sull'intera estensione della copertura.

Le opere di impermeabilizzazione e l'installazione di impianti fotovoltaici possono invece aumentare il rischio di innesco di un incendio dall'esterno, soprattutto a causa di una loro errata installazione.

Spesso, l'impermeabilizzazione di coperture piane è ottenuta mediante membrane bituminose applicate con rinvenimento a fiamma, quindi a

**25 ANNI DI GARANZIA**

ROCKWOOL garantisce per 25 anni l'incombustibilità dei pannelli isolanti Flatrock per coperture piane\*.



contatto diretto con materiali combustibili in grado di innescare l'incendio che può propagarsi sull'intera copertura. La scelta di materiali isolanti incombustibili evita questo rischio.

Per quanto riguarda in particolare la problematica relativa agli impianti fotovoltaici installati sulle coperture, il Ministero dell'Interno, attraverso il Dipartimento dei Vigili del fuoco, nel febbraio del 2012, ha emanato la "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" seguita, nel maggio 2012, da ulteriori chiarimenti. Questi documenti forniscono le indicazioni necessarie a non aggravare il rischio incendio correlato alla presenza di un impianto fotovoltaico.

Questa condizione si ritiene rispettata qualora l'impianto fotovoltaico venga installato su strutture ed elementi di copertura incombustibili (Classe A1). Risulta inoltre equivalente l'interposizione tra i moduli fotovoltaici e il piano di appoggio di un pacchetto di resistenza al fuoco pari a EI 30 che presenti al suo interno almeno uno strato incombustibile. In alternativa può essere effettuata una specifica valutazione del rischio di propagazione dell'incendio, tenendo conto della classe di resistenza agli incendi esterni delle coperture e della classe di reazione al fuoco del modulo fotovoltaico.

### Sicurezza contro gli incendi

La sicurezza antincendio inizia durante la fase di progettazione dell'opera. Il progettista infatti è chiamato a scegliere tra una vasta gamma di prodotti da costruzione con differenti prestazioni di reazione al fuoco e si trova a

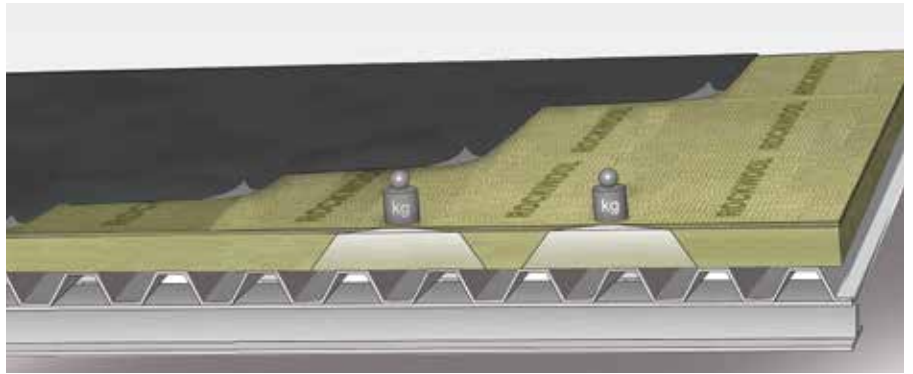
progettare sistemi costruttivi con diverse caratteristiche di resistenza al fuoco. Materiali incombustibili e adeguati sistemi costruttivi garantiscono la migliore protezione contro il fuoco per le persone, i beni e l'ambiente.

\* Per maggiori informazioni sulla garanzia e sulla procedura di attivazione consultare il sito web [www.rockwool.it](http://www.rockwool.it) o contattare i nostri uffici commerciali.

## Resistenza meccanica

Le azioni che gravano sulla copertura sono costituite dai carichi permanenti quando esercitati dallo stesso edificio e/o da componenti integrative installate stabilmente, ma possono essere originate anche da sovraccarichi accidentali quando intervengono eventi esterni.

Nella fase progettuale si deve tener conto di entrambe le tipologie di carico cui la copertura sarà sottoposta, in modo da ottenere sia la miglior interazione tra isolamento termico ed impermeabilizzazione, sia le massime caratteristiche prestazionali del sistema i cui singoli elementi devono essere correttamente installati per opporre un'adeguata reazione ai carichi permanenti e ai sovraccarichi accidentali.



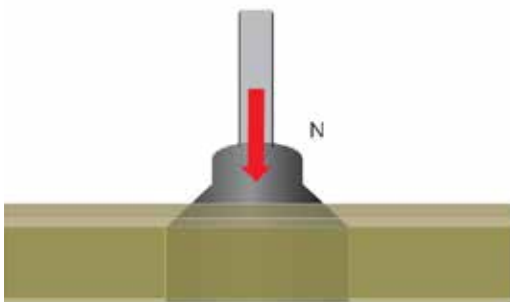
### Carichi puntuali

I carichi puntuali (o point loads) si misurano in N (Newton) e indicano il carico concentrato che produce una deformazione di 5 mm sul pannello isolante applicando una sollecitazione attraverso un'area circolare di carico di superficie pari a 50 cm<sup>2</sup> (diametro di circa 8 cm) in accordo alla norma UNI EN 12430. La resistenza a carico concentrato garantisce la calpestabilità e la durabilità della membrana impermeabile posta al di sopra del materiale isolante.

I pannelli in lana di roccia ROCKWOOL a doppia densità sono caratterizzati da una crosta superficiale più compatta (e quindi più rigida) che in presenza di un carico concentrato migliora il comportamento meccanico del pannello ripartendo il carico su una porzione di superficie più ampia che quindi risulta meno sollecitata. In caso di pannelli a doppia densità, il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.

### Carichi distribuiti

La resistenza a compressione, rappresentata con  $\sigma_{10}$  o CS(10), indica la resistenza a compressione con una deformazione del 10% espressa in kPa in accordo alla norma UNI EN 826.



Carico puntuale ( $F_p$ ) - Norma UNI EN 12430



Carico distribuito ( $\sigma_{10}$ ) - Norma UNI EN 826

# Comportamento acustico

Essendo uno dei principali elementi dell'involucro, le coperture svolgono un ruolo importante nella progettazione acustica dell'edificio e possono fare la differenza tra un ambiente confortevole e uno stressante o tra una buona intellegibilità e un rumore di fondo eccessivo. Le coperture sono esposte sia a rumori aerei come il traffico stradale e aereo sia a rumori di impatto come le piogge. La comprensione delle criticità principali legate al sistema tecnologico e la definizione di soluzioni appropriate possono migliorare notevolmente la qualità acustica degli spazi coperti interni.

## Isolamento

In funzione della destinazione d'uso dell'edificio, il DPCM 5/12/1997 - "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" definisce i limiti prestazionali minimi che devono essere rispettati sia per le nuove costruzioni sia nel caso di ristrutturazione. Per il sistema di chiusura perimetrale viene definita una prestazione minima di isolamento acustico applicabile all'intera "facciata", indicata con l'indice unico di valutazione  $D_{2m,nT,w}$ . Pur non essendo fornita nella norma una vera e propria definizione del termine facciata, tuttavia, è evidente che la copertura piana sia un elemento di primaria valenza nella determinazione delle prestazioni acustiche dell'involucro edilizio e che debba essere considerata come "facciata orizzontale" soggetta al rispetto dei limiti riportati in tabella. Anche nella norma UNI 11367 sulla classificazione acustica delle unità immobiliari la copertura è un elemento da considerare come facciata.

Destinazione d'uso	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
Ospedali	45
Residenza, alberghi	40
Attività scolastiche	48
Uffici, attività commerciali, attività ricreative	42

Se non adeguatamente progettata e realizzata, una copertura piana può costituire il punto debole del sistema di isolamento acustico come può avvenire, ad esempio, nel caso di coperture metalliche con leggera massa aerea oppure nel caso di presenza di discontinuità tra gli elementi (giunti delle lamiere grecate).

L'incremento di densità dello strato di isolante in lana di roccia ha effetti migliorativi sull'isolamento dai rumori aerei fino al punto in cui l'incremento di rigidità dello strato isolante non aumenta anche il grado di connessione tra il rivestimento interno ed esterno. Al fine di incrementare ulteriormente la prestazione acustica del sistema copertura è utile sfruttare il fenomeno noto in fisica acustica come "massa-molla-massa". È possibile sfruttare tale principio se alla struttura di base, ad esempio una lamiera grecata o un solaio in calcestruzzo (massa), si aggiungono i pannelli in lana di roccia ROCKWOOL (molla) e sul lato rivolto verso l'esterno si posiziona uno strato continuo con funzione di impermeabilizzazione (massa). Le soluzioni costruttive per coperture piane con prodotti ROCKWOOL hanno un ruolo fondamentale nell'aumentare i livelli di comfort acustico all'interno degli spazi abitativi sottostanti e nell'evitare la propagazione di rumori dall'esterno verso l'interno e viceversa.



## Rumore da pioggia

L'impatto della pioggia battente sulle coperture leggere metalliche o lignee può rappresentare una sorgente di rumore significativa e fonte di disturbo negli ambienti sottostanti. La valutazione sperimentale in laboratorio del rumore da pioggia su un elemento edilizio è descritta nell'Appendice K della norma UNI EN ISO 10140-1. A causa di diversi fattori, come ad esempio la posizione geografica, la pioggia reale non risulta essere costante e stabile nel tempo. Le gocce infatti possono avere diametro variabile, forma e velocità diverse; questo introdurrebbe notevoli variabili alla misura.

L'eccitazione generata dalle gocce di pioggia artificiali ottenute in condizioni controllate permette la ripetibilità e la riproducibilità del test di laboratorio, altrimenti non possibile utilizzando la pioggia reale. La sorgente di pioggia artificiale è descritta nell'appendice H della norma UNI EN ISO 10140-5 e può essere distinta in due tipologie:

- di tipo pesante: da utilizzare nel confronto tra prodotti;
- di tipo intenso: necessario solo se si vogliono investigare piovosità minori.

Tipo	Intensità (mm/h)	Diametro (mm)	Velocità (m/s)
Intenso	fino a 15	da 1 a 2	da 2 a 4
Pesante	fino a 40	da 2 a 5	da 5 a 7

La metodologia prevede la misura del livello di intensità irradiato per unità di superficie  $L_p$ , che può essere determinato sia con il metodo indiretto, in funzione del livello medio di pressione sonora e del tempo di riverberazione misurati nell'ambiente ricevente, sia con il metodo diretto, effettuando le misurazioni con una sonda intensimetrica, in accordo con la norma UNI EN ISO 15186-1.

Bassi livelli di rumore di fondo e il bisogno di appropriati livelli di isolamento al rumore generato dalla pioggia sono dei requisiti fondamentali per gli edifici moderni. In qualsiasi ambiente, un giusto livello di rumore di fondo non dovrebbe mai essere superato indipendentemente dalle condizioni atmosferiche esterne. Infatti, l'esposizione ad alti livelli di rumore può portare ad un generale affaticamento e a difficoltà di concentrazione.

Questo è di particolare importanza in edifici caratterizzati da soluzioni di

copertura leggera che, a causa della bassa massa in gioco, sono più sensibili alle trasmissioni di questa tipologia di rumore. L'esperienza inglese riferita alle aule scolastiche (crf. Building bulletin 93 Acoustic design of schools: performance standards) suggerisce che, in caso di pioggia pesante battente sulla copertura, il livello di rumore di fondo ( $L_{Aeq,30min}$  livello equivalente ponderato A con un tempo di integrazione pari a 30 minuti) non superi di 25 dB il livello massimo ammissibile previsto per il normale svolgimento dell'attività.

L'importanza dell'isolamento dal rumore generato dalla pioggia battente su sistemi di copertura è evidenziata anche all'interno del protocollo di sostenibilità **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM UK New Construction, tabella 18: BREEAM Acoustic criteria for Education buildings - Internal indoor ambient noise levels) che permette il raggiungimento di un ulteriore credito nel caso in cui sia dimostrato il rispetto dei limiti di  $L_{Aeq,30min}$  sulla base di calcoli a partire da dati di laboratorio ottenuti secondo ISO 10140-5.



I test eseguiti in laboratorio evidenziano che con l'utilizzo dei prodotti per coperture piane ROCKWOOL si possono ottenere efficienti livelli di abbattimento del rumore generato da pioggia già con soluzioni semplici, senza dover utilizzare nuovi strati dedicati, riducendo i tempi e i relativi costi d'installazione.

## Assorbimento

L'utilizzo di lamiera forate all'intradosso degli elementi di copertura abbinato a materiale fonoassorbente ROCKWOOL permette un efficace controllo della qualità acustica degli spazi interni attraverso la riduzione del tempo di riverberazione e del livello di rumore di fondo.

Lamiera metalliche continue sono elementi altamente riflettenti ma un corretto dimensionamento del numero e della dimensione dei fori, permette di realizzare pannelli fonoassorbenti ad ampio spettro completamente "trasparenti al suono" che non alterano le intrinseche prestazioni dei pannelli in lana di roccia. L'assorbimento acustico dei materiali porosi, dipendente dalla frequenza, presenta un aumento fino a valori di resistenza al flusso ottimali per poi calare per valori troppo elevati di resistenza al flusso d'aria. All'aumentare dello spessore del pannello, l'assorbimento migliora sensibilmente alle basse frequenze rimanendo di fatto inalterato alle alte frequenze. Le caratteristiche fisiche dei pannelli ROCKWOOL (resistenza al flusso d'aria, densità apparente del pannello e tipologia di fibra) sono progettate per massimizzare le prestazioni di assorbimento acustico.

# Accorgimenti in fase di progettazione e posa

La durabilità e l'efficienza nel tempo di una copertura piana dipende principalmente dalla corretta progettazione ed attenta esecuzione di ogni singolo strato componente il sistema. Si riporta di seguito una breve descrizione e la primaria funzione degli strati principali.

## Elemento portante

L'elemento portante può essere di tipo monolitico (solaio in laterocemento, in calcestruzzo armato, in lamiera grecata con superiore massetto collaborante ecc.) o di tipo frazionato (lamiera grecata semplice, elementi prefabbricati in cemento armato).

In entrambi i casi, il piano di posa deve essere asciutto, pulito e privo di asperità significative prima di procedere con la posa degli strati superiori.

Il supporto deve essere dimensionato valutando in maniera adeguata i carichi di progetto e la freccia massima, nel rispetto della legislazione vigente.

Nel caso di elemento portante frazionato, in assenza di uno strato di pendenza dedicato, è opportuno posizionare l'elemento portante

direttamente con la pendenza necessaria ad evitare ristagni d'acqua. In questo caso quindi, l'elemento ricopre anche la funzione di strato di pendenza.

## Strato di pendenza

Lo strato di pendenza svolge la funzione di garantire una corretta raccolta e smaltimento dell'acqua. Se realizzato ad umido, ad esempio in conglomerato cementizio, deve essere posto direttamente sull'elemento portante per evitare il ristagno e la conseguente imbibizione del massetto stesso nel caso di applicazione tra l'elemento con funzione di controllo del vapore e l'elemento di tenuta.

In quest'ultimo caso infatti l'acqua confinata tra due strati impermeabili difficilmente potrà correttamente evaporare.



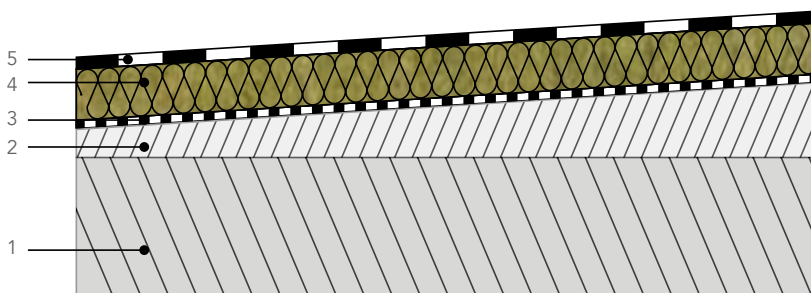
## Strato con funzione di controllo al vapore

Al fine di verificare l'eventuale necessità di uno strato con funzione di controllo al vapore è necessario effettuare un'analisi termoigrometrica del pacchetto costruttivo. Un'accurata analisi è fondamentale quando le condizioni termoigrometriche interne degli ambienti posti all'intradosso delle coperture sono particolarmente severe (in caso di piscine, lavanderie ecc.).

Lo strato può essere realizzato con membrane in bitume (bitume-polimero di tipo plastomerico BPP o bitume ossidato fillerizzato BOF) o con fogli di tipo polimerico (polietilene ad alta o bassa densità HDPE, LDPE o cloruro di polivinile PVC, ecc.), posizionato sempre verso il lato caldo invernale dell'elemento termoisolante.

La continuità dell'elemento dev'essere garantita su tutta la superficie prevenendo eventuali risvolti perimetrali anche in corrispondenza di punti singolari quali tubazioni o canalizzazioni sporgenti dalla copertura.

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



Realizzazione del massetto delle pendenze direttamente sopra l'elemento portante

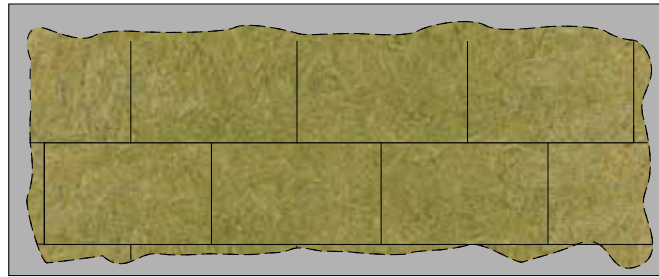
## Materiale isolante

La scelta del materiale isolante ricopre un ruolo fondamentale all'interno del progetto in quanto, oltre a fornire un adeguato isolamento termico, esso può contribuire a migliorare il comfort acustico nei locali sottostanti la copertura stessa e, scegliendo un prodotto incombustibile, garantire

un ottimo comportamento al fuoco, incrementando le prestazioni di resistenza al fuoco del pacchetto costruttivo in cui viene installato. Altre principali caratteristiche da valutare riguardano il comportamento meccanico e la stabilità dimensionale dello stesso.

Per quanto riguarda l'installazione è preferibile posare i pannelli isolanti

con sfalsamento longitudinale rispetto al lato maggiore del pannello stesso. In questo modo le fughe risultano continue nella direzione dei lati maggiori e interrotte a quinconce nella direzione dei lati minori. Si raccomanda di posare i pannelli accostandoli con cura, per evitare spazi tra gli stessi.

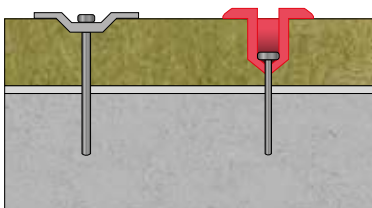


## Fissaggio meccanico

Il fissaggio meccanico è uno dei possibili vincoli del materiale isolante al supporto, oltre a quello per zavorramento e per adesione con incollaggio a caldo o a freddo.

Nel caso di vincolo meccanico, si consiglia di fissare i pannelli isolanti al supporto mediante idonei elementi di collegamento costituiti da:

- vite e placchetta in acciaio, oppure
- vite in acciaio e manicotto in plastica.



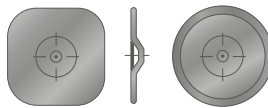
Fissaggio

### FISSAGGIO MECCANICO

Vite



Placchetta



Vite



Manicotto



Oltre a questi tradizionali metodi di fissaggio meccanico è possibile effettuare il fissaggio a induzione, specifico per le membrane sintetiche.

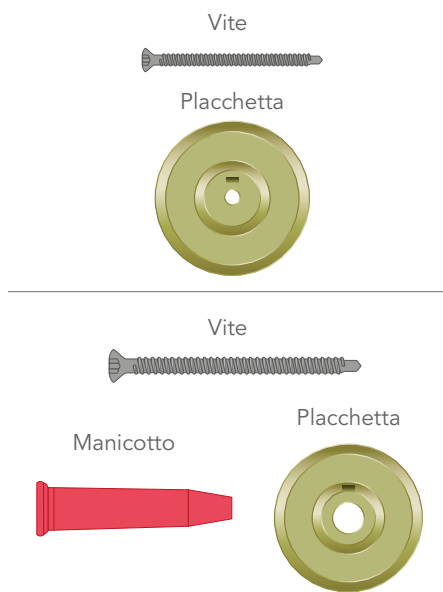
Questo sistema prevede la saldatura, per mezzo di apposita macchina, dell'elemento di tenuta alla placchetta che compone il fissaggio meccanico. In questa applicazione i fissaggi ricoprono in primis il ruolo di fissaggio dell'isolante e successivamente anche quello di fissaggio dell'elemento di tenuta.

Il processo di induzione avviene per ogni singola placchetta posizionando la macchina al di sopra della membrana (preventivamente segnata in corrispondenza di ogni placchetta) e attivando, attraverso il calore, il coating di rivestimento della stessa.

Attraverso questa operazione avviene la termosaldatura della membrana sovrastante. Finito il processo di induzione, che dura pochi secondi, sopra la placchetta viene posizionato un magnete che esercita una determinata pressione per un tempo sufficiente a garantire la perfetta adesione dei due elementi.

Con questa metodologia si ottiene un manto fissato meccanicamente senza che esso venga perforato, come invece avviene nei sistemi di fissaggio tradizionali.

#### FISSAGGIO AD INDUZIONE



Si rimanda alle indicazioni del produttore per la scelta del tipo di fissaggio e per il corretto dimensionamento dello stesso in funzione del tipo di supporto.

Particolare cura dovrà essere posta nel calcolo del numero e nella dislocazione dei fissaggi per garantire la resistenza all'azione dell'estrazione da vento (ricavabile dalle metodologie di calcolo indicate nella norma UNI 11442).

## Elemento di tenuta

La funzione primaria di questo elemento è di conferire al sistema di copertura la tenuta all'acqua meteorica, resistendo alle sollecitazioni indotte dall'ambiente esterno e dall'uso stesso della copertura.

Lo strato può essere realizzato ad esempio con membrane in bitume polimero, con membrane sintetiche o con lamiere in alluminio.

### Membrane sintetiche

Le membrane sintetiche si dividono in due grandi famiglie:

- membrane plastomeriche termoplastiche in cloruro di polivinile (PVC) o a base poliolefine (TPO);
- membrane elastomeriche non termoplastiche (EPDM – etilene propilene diene monomero).

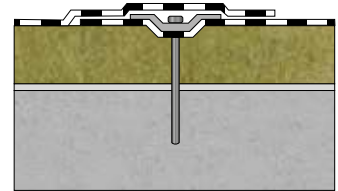
Le membrane sintetiche non sono necessariamente armate e di norma non è presente una finitura superficiale specifica. Le tipologie di posa di distinguono in:

- totale indipendenza: consiste nel vincolare la membrana unicamente attraverso uno strato di zavorramento;
- semindipendenza: prevede l'utilizzo di un collante da applicare a linee distribuite direttamente sul piano di posa dell'elemento di tenuta;
- totale aderenza: può avvenire o con incollaggio a caldo, utilizzando membrane appositamente formulate per tale utilizzo o con incollaggio a freddo mediante apposito collante.

## Fissaggio meccanico

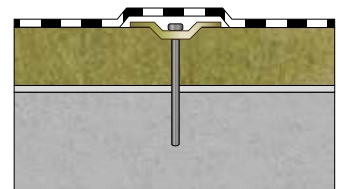
Di seguito i metodi di posa più comuni:

- metodo tradizionale, in cui il fissaggio viene inserito in corrispondenza della sormonta tra i teli;

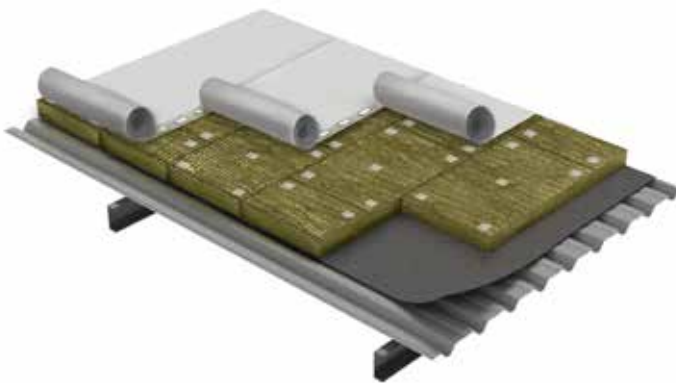


Fissaggio in corrispondenza della sormonta tra i teli

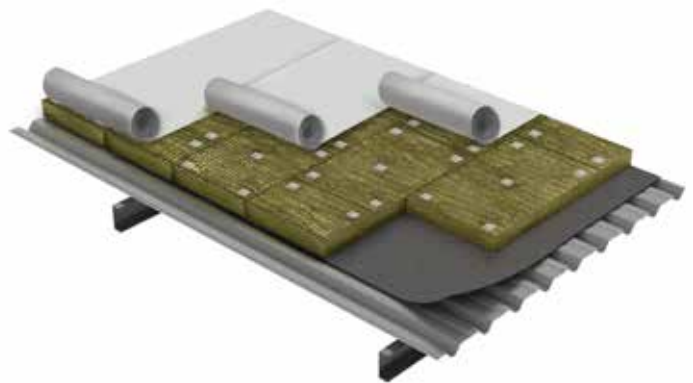
- metodo per induzione, in cui la placchetta è posizionata all'intradosso della membrana e ad essa saldata per induzione.



Fissaggio per induzione



Posa della membrana sintetica fissata meccanicamente in corrispondenza della sormonta dei teli



Posa della membrana sintetica con fissaggio per induzione con placchette poste all'intradosso della membrana stessa

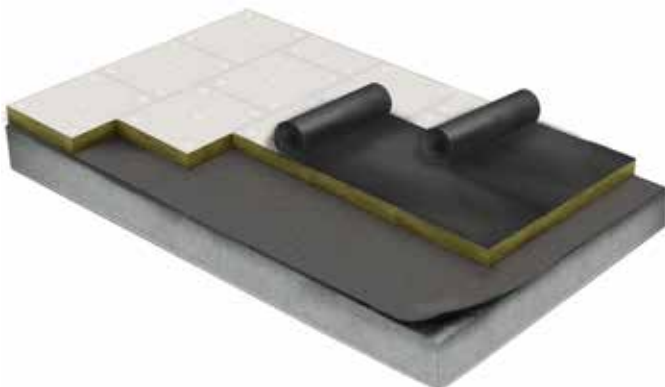
### Membrane in bitume polimero

I principali elementi costituenti le membrane bitume polimero sono la specifica miscela, l'armatura e l'eventuale finitura superiore. La presenza dell'armatura influenza principalmente le proprietà meccaniche della membrana stessa mentre la finitura superiore, che viene normalmente applicata in fase di fabbricazione, ricopre una funzione protettiva. I tipi di protezione maggiormente utilizzati sono realizzati con scaglie minerali di differenti colori, o in alluminio. Le membrane in bitume polimero oggi in commercio si possono, per semplicità, dividere principalmente in membrane plastomeriche (BPP) e membrane elastomeriche (BPE). Le prime, più adatte ai climi italiani, sono generalmente caratterizzate da

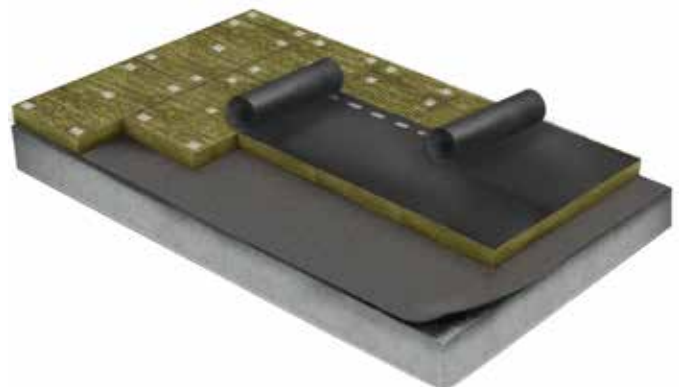
una temperatura di flessibilità a freddo del prodotto nuovo compresa tra 0°C e -15°C, una temperatura di rammollimento  $\geq 120$  °C e risultano sufficientemente stabili ai raggi UV. Membrane plastomeriche con caratteristiche più prestazionali vengono invece comunemente definite elastoplastomeriche: la temperatura di flessibilità a freddo del prodotto nuovo è  $\leq -20$ °C e la temperatura di rammollimento  $\geq 140$  °C. Le membrane elastomeriche, adatte invece a climi più rigidi, sono caratterizzate da una temperatura di rammollimento di circa 100°C, da una bassa stabilità ai raggi UV e quindi risultano poco adatte per un'esposizione diretta senza protezione. La temperatura di flessibilità a freddo del prodotto nuovo è compreso tra -25°C e -15°C.

La posa delle membrane in bitume polimero avviene usualmente secondo una delle seguenti modalità:

- in completa aderenza: può avvenire o attraverso sfiammatura a caldo o per incollaggio a freddo (per auto adesione);
- in semindipendenza: sono previste le stesse modalità della posa in completa aderenza; è consigliabile solo quando è prevista una protezione pesante mobile o fissa;
- per fissaggio meccanico: può essere realizzata in corrispondenza della sovrapposizione delle membrane o, più raramente, per punti uniformemente distribuiti.



Posa della membrana in bitume polimero in totale aderenza su elemento isolante posato con fissaggio meccanico



Posa della membrana in bitume polimero con fissaggio meccanico in corrispondenza della sormonta delle membrane



## Sistema di copertura a verde

La crescente sensibilizzazione in termini di mitigazione del calore e miglioramento ambientale ha portato, negli ultimi anni, ad un maggiore interesse per questa tipologia di soluzione.

Per la definizione e la progettazione di questo sistema di copertura è importante la valutazione della fruibilità della copertura stessa, la contestuale identificazione delle specie vegetali adottabili e le caratteristiche dello strato culturale necessario ad ospitarle. Questo contestualmente ad un'accurata analisi sulle prestazioni ambientali interne dell'edificio che si vogliono ottenere.

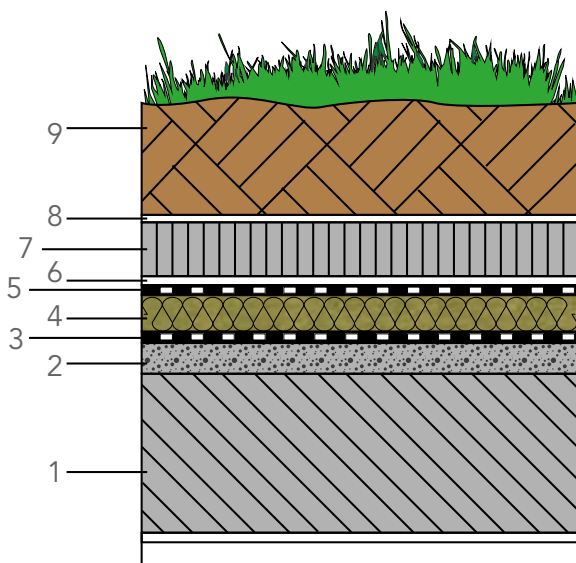
In una copertura a verde, indipendentemente dalla soluzione tecnica adottata, oltre allo strato di coltivo sono solitamente presenti i seguenti specifici elementi:

- **Elemento di protezione all'azione delle radici:** la sua principale funzione è di resistere all'azione delle radici. Molto spesso è l'elemento di tenuta all'acqua ad assolvere anche a questa funzione.
- **Elemento drenante:** con funzione di raccolta e allontanamento dell'acqua pervenuta all'interno del sistema copertura. Viene necessariamente posto all'estradosso dell'elemento di tenuta e immediatamente al di sotto dello strato filtrante.
- **Elemento filtrante:** ha la funzione di trattenere particelle fini, dallo strato culturale all'elemento

di drenaggio, consentendo comunque il passaggio delle acque meteoriche per evitare che particelle di terreno possano saturare lo strato drenante sottostante riducendo la sua efficienza. L'elemento filtrante può assolvere anche altre funzioni quali: elemento di protezione, strato di separazione e/o scorrimento, strato drenante.

- **Elemento termoisolante:** congiuntamente alla presenza dello strato di coltivo incrementa le prestazioni di isolamento termico invernale ed estivo della copertura, con conseguente riduzione dei consumi energetici.

Si riporta di seguito uno schema tipo di copertura a verde:



1. Elemento portante
2. Strato di pendenza
3. Strato di barriera al vapore
4. Elemento termoisolante
5. Elemento di tenuta
6. Elemento di protezione dall'azione delle radici
7. Elemento drenante
8. Elemento filtrante
9. Strato culturale



# Casi applicativi

## CASO 1

Pag. 16

Copertura continua piana con elemento portante in acciaio.  
Strato impermeabile realizzato con membrana sintetica.

## CASO 2

Pag. 20

Copertura continua piana con elemento portante in acciaio.  
Strato di tenuta all'acqua realizzato con lastre metalliche.

APPROFONDIMENTO ACUSTICO: livello di pressione  
sonora generato dal rumore da pioggia in un'aula scolastica.

Pag. 22

## CASO 3

Pag. 24

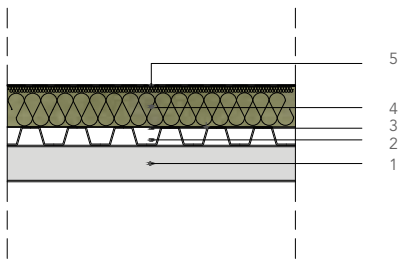
Copertura continua piana con elemento portante in laterocemento.  
Strato impermeabile realizzato con membrana bituminosa.

## Copertura continua piana con elemento portante in acciaio. Strato impermeabile realizzato con membrana sintetica.

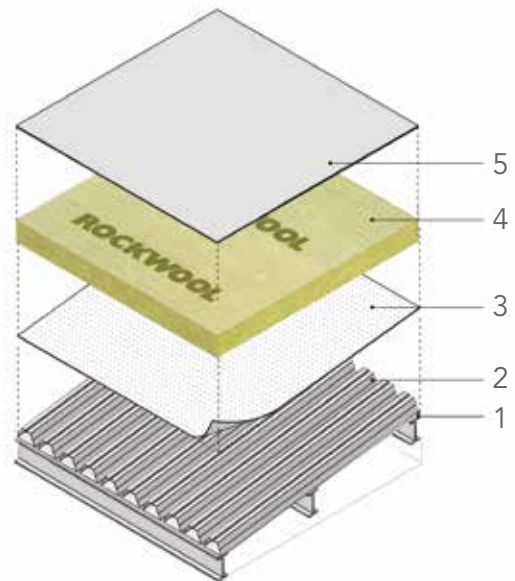
Isolante: ROCKWOOL Flatrock 70 Plus



### Analisi termica



1. Elemento strutturale in acciaio
2. Lamiera grecata portante in acciaio zincato sp. 10/10
3. Eventuale interposizione di strato di controllo al vapore previa verifica termoigrometrica
4. Pannello ROCKWOOL Flatrock 70 Plus (cfr. tabella)
5. Elemento di tenuta: membrana sintetica



Spessore isolante [mm]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
120	0,30	0,27
140	0,26	0,22
160	0,23	0,17

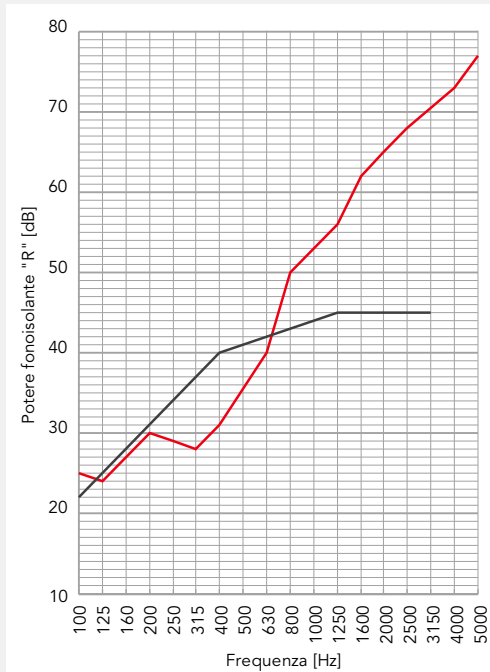
TRASMITTANZA TERMICA [W/m²K] secondo D.M. 26/06/15 - Coperture*					
Zona climatica	A e B	C	D	E	F
U <sub>rif</sub>	0,35	0,33	0,26	0,22	0,20
U <sub>max</sub>	0,32	0,32	0,26	0,24	0,22

\* dal 1.01.2019/21

## Prove acustiche di laboratorio: rumore aereo e rumore da pioggia

Test eseguiti sulla seguente stratigrafia (partendo dall'interno):

- Lamiera grecata portante in acciaio zincato sp. 10/10, H = 150 mm
- Pannello ROCKWOOL Flatrock 70 Plus spessore 140 mm
- Elemento di tenuta in membrana sintetica



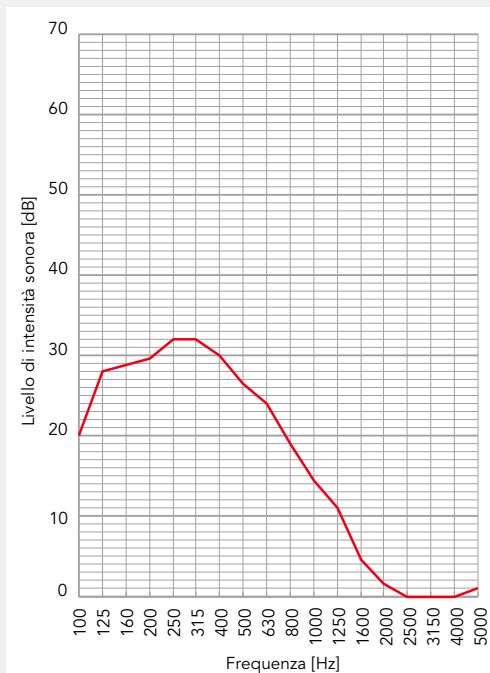
Frequenza	Potere fonoisolante "R"
[Hz]	[dB]
100	24,9
125	24,6
160	27,2
200	30,3
250	29,5
315	28,3
400	30,5
500	35,4
630	40,6
800	50,2
1000	52,1
1250	55,3
1600	62,3
2000	64,9
2500	68,8
3150	71,4
4000	73,4
5000	76,7

### Rumore aereo

— Potere fonoisolante "R"  
— Curva di riferimento

Risultato

$$R_w (C, C_v) = 41 (-2; -6)$$



Frequenza	Livello di intensità sonora "L <sub>1</sub> "
[Hz]	[dB]
100	20,2
125	27,7
160	28,5
200	29,6
250	32,0
315	31,9
400	29,9
500	26,6
630	24,0
800	18,9
1000	14,6
1250	10,9
1600	4,3
2000	1,9
2500	0,1
3150	0,1
4000	0,3
5000	1,2

### Rumore da pioggia

— Livello di intensità sonora "L<sub>1</sub>"

Risultato

$$L_1 = 38,6 \text{ dB}$$

$$L_{1A} = 31,8 \text{ dB(A)}$$

## Criteriai esecutivi della soluzione tecnica

La soluzione adottata consiste in una copertura continua con elemento portante in acciaio, isolata termicamente e costituita da un sistema impermeabile con manto sintetico a vista, non protetto da alcun tipo di zavorramento e fissato per mezzo di fissaggio meccanico tradizionale.

I pannelli isolanti ROCKWOOL Flatrock 70 Plus vengono posati a giunti sfalsati con la dimensione maggiore nel senso trasversale alla direzione delle nervature della lamiera in acciaio. È necessario eseguire un pre-vincolo dei pannelli stessi al supporto secondo quanto

indicato nella norma UNI 11442 prima di procedere con il fissaggio meccanico dell'elemento di tenuta.

I fissaggi meccanici vengono posizionati sotto la sormonta dell'elemento di tenuta. Il telo superiore è fissato al sottostante mediante saldatura con generatore di aria calda. In questo caso la direzione dei teli dell'elemento di tenuta deve essere trasversale all'andamento delle greche, in modo da poter posizionare i fissaggi di ogni linea di giunzione su nervature separate.

Se possibile, è preferibile posare l'elemento di tenuta con teli direzionati nel senso di pendenza, in

modo che il deflusso delle acque incontri solo gli spessori delle sormonte di testa delle membrane impermeabili.

Si raccomanda di fare sempre riferimento alle indicazioni dei diversi produttori di membrane impermeabili per le specifiche indicazioni di posa dei manti di tenuta.

Coerentemente con la tipologia di copertura, le attenzioni progettuali sono le seguenti:

### 1. Scossalina perimetrale

In corrispondenza del bordo laterale, dovrà essere posizionata una specifica scossalina per evitare infiltrazioni d'acqua. La scossalina dovrà risvoltare verticalmente in maniera tale da evitare percolamenti d'acqua sulla facciata. Inoltre dovrà essere realizzata in materiale compatibile con quello utilizzato per l'elemento di tenuta.

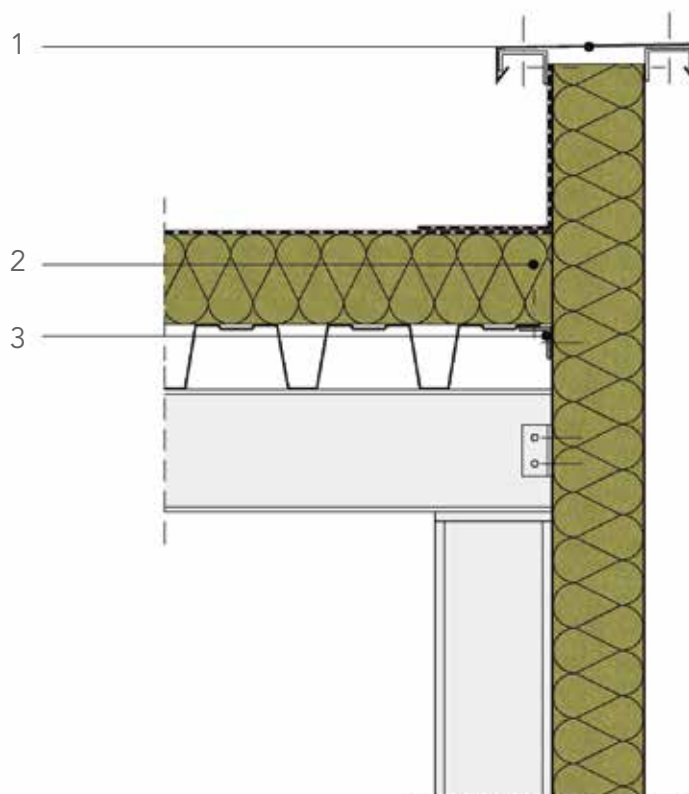
### 2. Elemento termoisolante

In corrispondenza del nodo orizzontale/verticale i pannelli devono essere ben accostati tra loro per evitare zone a minor resistenza termica (ponti termici).

### 3. Elemento di controllo alla diffusione del vapore

Si deve garantire la continuità anche in corrispondenza della parete

perimetrale, mediante un profilo di collegamento fra la lamiera grecata e la parete stessa.



Schema grafico del nodo in corrispondenza della parete perimetrale

In corrispondenza del canale di gronda le attenzioni progettuali da adottare sono le seguenti:

### 1. Canale di gronda

La sezione del canale di gronda deve essere dimensionata secondo la normativa UNI EN 12056-3. La larghezza deve essere tuttavia tale da poter garantire un'adeguata manutenzione.

### 2. Elemento termoisolante

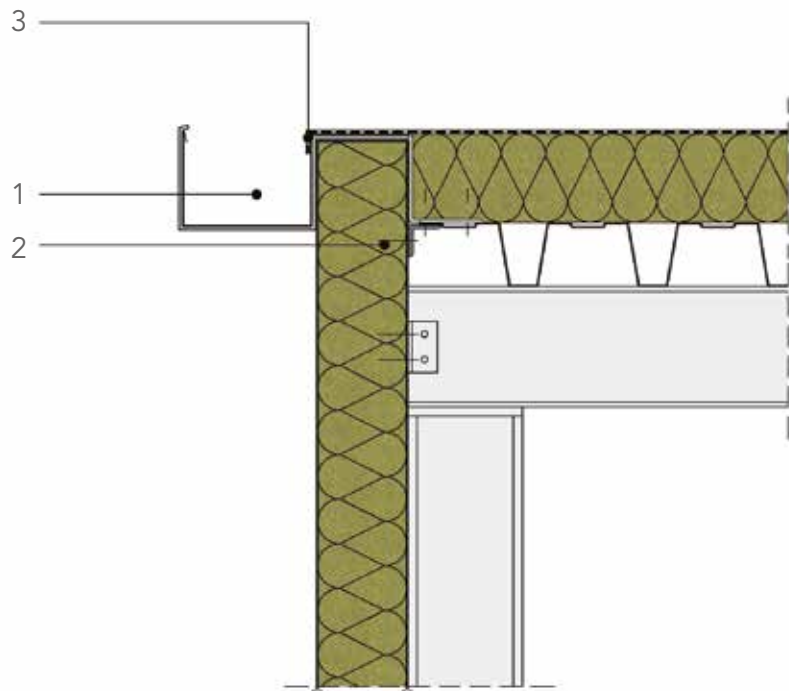
L'elemento termoisolante deve poter giungere direttamente fino a quello posizionato in copertura, senza soluzioni di continuità, per evitare zone a minor resistenza termica (ponti termici).

### 3. Tenuta all'acqua del nodo canale di gronda-elemento di tenuta

Il canale di gronda, realizzato con materiale compatibile con quello utilizzato per l'elemento di tenuta, deve essere posizionato fra i due strati (o al di sotto dell'unico strato) per permettere una migliore

garanzia di tenuta all'acqua del nodo. Per canali di gronda di larghezze elevate è necessario che la

staffatura si prolunghi idoneamente all'interno della copertura.



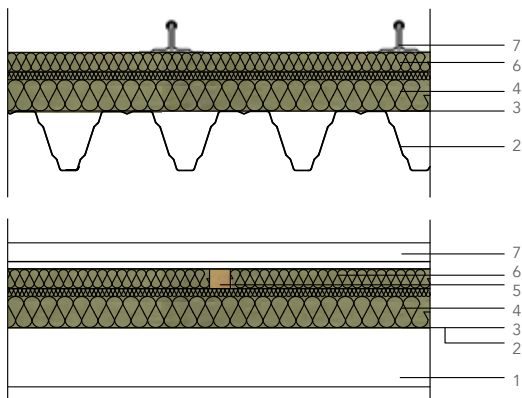
Schema grafico del nodo in corrispondenza del canale di gronda

## Copertura continua piana con elemento portante in acciaio. Strato di tenuta all'acqua realizzato con lastre metalliche.

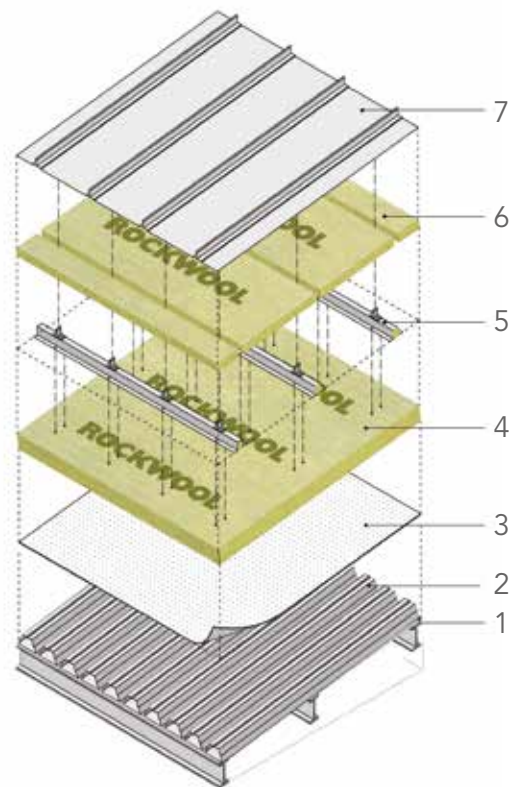
Isolanti: ROCKWOOL Flatrock 50 e ROCKWOOL Pannello 211



### Analisi termica



1. Elemento strutturale in acciaio
2. Lamiera grecata portante in acciaio zincato sp. 10/10
3. Eventuale interposizione di strato di controllo al vapore previa verifica termoigrometrica
4. ROCKWOOL Flatrock 50 (cfr. tabella)
5. Listello in legno
6. ROCKWOOL Pannello 211 sp. 40 mm
7. Elemento di tenuta: lastra metallica in alluminio sp. 7/10



Spessore isolante [mm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Y <sub>ie</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
40+100	0,25	0,21
40+120	0,22	0,17
40+140	0,20	0,14
40+160	0,18	0,11

TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K] secondo D.M. 26/06/15 - Coperture*						
Zona climatica	A e B	C	D	E	F	
U <sub>rif</sub>	0,35	0,33	0,26	0,22	0,20	
U <sub>max</sub>	0,32	0,32	0,26	0,24	0,22	

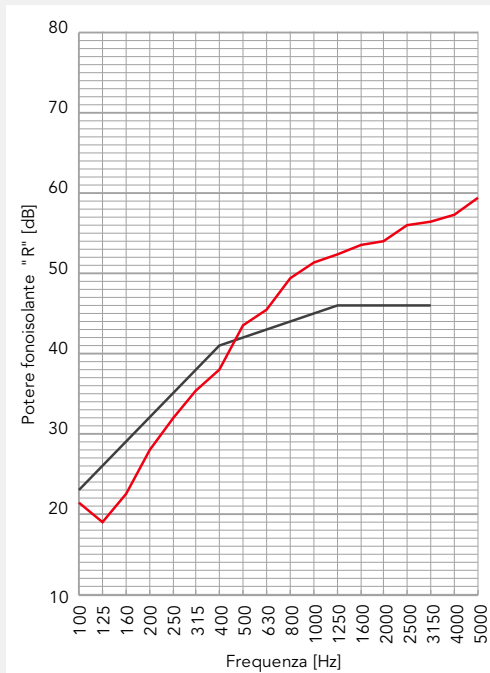
\* dal 1.01.2019/21



## Prove acustiche di laboratorio: rumore aereo e rumore da pioggia

Test eseguiti sulla seguente stratigrafia (partendo dall'interno):

- Lamiera grecata portante in acciaio zincato sp. 10/10 mm, H = 150 mm
- Pannello ROCKWOOL Flatrock 50 spessore 100 mm
- Pannello ROCKWOOL Pannello 211 spessore 40 mm
- Elemento di tenuta in lastre metalliche di alluminio sp. 7/10



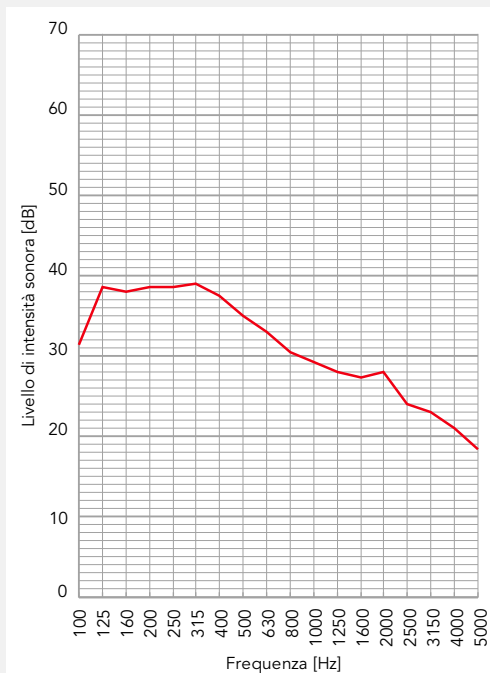
Frequenza	Potere fonoisolante "R"
[Hz]	[dB]
100	21,7
125	19,0
160	22,3
200	27,8
250	32,1
315	35,4
400	38,3
500	43,5
630	45,7
800	49,5
1000	51,2
1250	52,4
1600	53,4
2000	54,0
2500	55,9
3150	56,6
4000	57,4
5000	59,5

### Rumore aereo

— Potere fonoisolante "R"  
— Curva di riferimento

Risultato

$$R_w (C, C_{tr}) = 42 (-2; -8)$$



Frequenza	Livello di intensità sonora "L1"
[Hz]	[dB]
100	31,2
125	38,7
160	38,0
200	38,7
250	38,8
315	39,2
400	37,7
500	34,8
630	32,8
800	30,7
1000	29,6
1250	27,9
1600	27,1
2000	27,6
2500	23,8
3150	22,8
4000	20,9
5000	18,4

### Rumore da pioggia

— Livello di intensità sonora "L1"

Risultato

$$L_1 = 47,3 \text{ dB}$$

$$L_{1A} = 41,3 \text{ dB(A)}$$

## APPROFONDIMENTO ACUSTICO: Livello di pressione sonora generato dal rumore da pioggia in un'aula scolastica

Sulla base delle misurazioni in laboratorio del rumore generato da pioggia battente su copertura eseguite da ROCKWOOL e riportate nella pagina precedente, viene svolto un esempio di calcolo del livello di pressione sonora  $L_p(A)$  nell'ambiente.

Il calcolo viene eseguito per un'aula scolastica destinata ad attività di lezione-comunicazione con un volume  $V$  pari a  $192 \text{ m}^3$  ( $L \times P \times H$  pari a  $6 \times 8 \times 4 \text{ m}$ ) e un tempo di riverbero ottimale corrispondente ad un'occupazione convenzionale dell'ambiente pari all'80%

determinato secondo la norma UNI 11532-2.

$$T_{(ott;A4)} = 0,26 \cdot \log V - 0,14$$

In accordo alla norma ISO 10140 allegato K, a partire dai valori di intensità sonora  $L_1$  misurati in laboratorio, la potenza sonora irradiata da un elemento omogeneo quando eccitato sull'intera superficie  $S$  può essere calcolato come segue:

$$L_w = L_1 + 10 \log \left( \frac{S}{S_0} \right)$$

Se le condizioni di vincolo e le dimensioni della copertura in opera sono paragonabili quelle di laboratorio, nell'ipotesi di campo acustico riverberante il livello di pressione sonora può essere valutato come segue:

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{4}{A} \right)$$

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{4 \cdot T}{0,16 \cdot V} \right)$$

essendo  $A$  l'area di assorbimento acustico equivalente determinata usando la formula di Sabine a partire dal tempo di riverberazione.

Considerando l'intervallo di conformità (UNI 11532-2) del tempo di riverberazione  $T$  rispetto al tempo di riverberazione  $T_{ott}$  nelle bande di ottava tra 125 Hz e 4000 Hz, si ha che:

■ per il limite di conformità superiore di  $T$ :

Frequenza [Hz]	$L_1$ [dB]	$L_w$ [dB]	$T/T_{ott}$	$T$ [s]	$L_p$ [dB]	Pesatura A [dB]	$L_p(A)$ [dB]
125	41,8	58,6	1,45	0,7	47,9	-16,1	31,8
250	43,7	60,5	1,2	0,5	49,0	-8,6	40,4
500	40,3	57,2	1,2	0,5	45,7	-3,2	42,5
1000	34,3	51,1	1,2	0,5	39,6	0,0	39,6
2000	31,2	48,0	1,2	0,5	36,6	1,2	37,8
4000	25,8	42,6	1,2	0,5	31,1	1,0	32,1
<b><math>L_1 = 47,3</math></b>		<b><math>L_w = 64,1</math></b>		<b><math>L_p = 52,9</math></b>		<b><math>L_p(A) = 46,7</math></b>	

■ per il limite di conformità inferiore di  $T$ :

Frequenza [Hz]	$L_1$ [dB]	$L_w$ [dB]	$T/T_{ott}$	$T$ [s]	$L_p$ [dB]	Pesatura A [dB]	$L_p(A)$ [dB]
125	41,8	58,6	0,65	0,29	44,4	-16,1	28,3
250	43,7	60,5	0,8	0,36	47,2	-8,6	38,6
500	40,3	57,2	0,8	0,36	43,9	-3,2	40,7
1000	34,3	51,1	0,8	0,36	37,9	0	37,9
2000	31,2	48,0	0,8	0,36	34,8	1,2	36,0
4000	25,8	42,6	0,65	0,29	28,5	1	29,5
<b><math>L_1 = 47,3</math></b>		<b><math>L_w = 64,1</math></b>		<b><math>L_p = 50,6</math></b>		<b><math>L_p(A) = 44,9</math></b>	

## Criteria esecutivi della soluzione tecnica

La soluzione tecnica consiste in una copertura piana con elemento portante in acciaio, isolata termicamente mediante doppio strato di pannelli in lana di roccia ROCKWOOL, di cui il primo strato a doppia densità, posato in continuo, in grado di sostenere direttamente il

carico trasmesso dagli elementi sovrastanti, costituiti da travetti in legno con interposto il secondo strato di lana di roccia ROCKWOOL a media-bassa densità e da strato finale di tenuta in lamiera di alluminio. La distanza degli elementi di supporto in legno dipende dalla

conformazione geometrica dell'elemento di tenuta. Questi supporti devono sempre essere ancorati all'elemento portante in acciaio al fine di evitarne lo spostamento.

Coerentemente con la tipologia di copertura, le attenzioni progettuali sono le seguenti:

### 1. Scossalina di bordo

In corrispondenza del bordo laterale dovrà essere posizionata una specifica scossalina per evitare infiltrazioni di acqua. La scossalina dovrà risvoltare verticalmente in maniera tale da evitare percolamenti di acqua sulla facciata.

### 2. Risvolto verticale della scossalina di bordo

L'aletta del canale deve essere agganciata con le lastre correnti al fine di evitare che, in presenza di vento, l'acqua possa giungere fino all'interno della copertura.

### 3. Elemento di supporto del canale di bordo

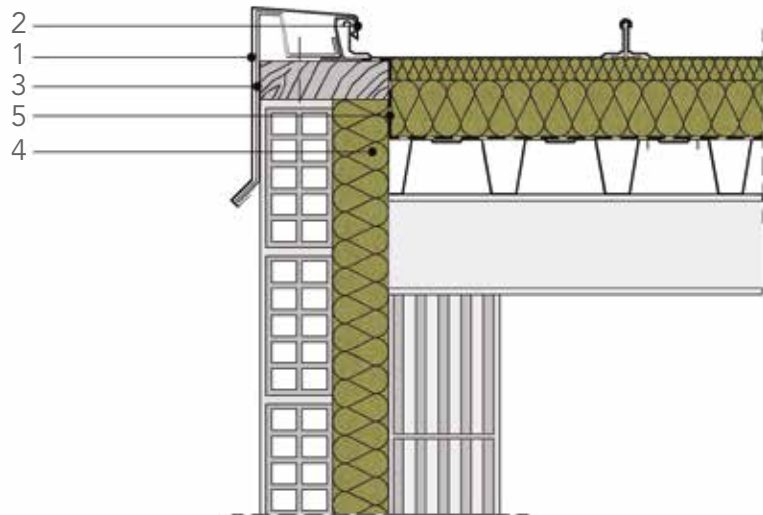
L'elemento svolge sia la funzione di supporto del canale di bordo sia quella di chiusura orizzontale del pacchetto di muratura.

### 4. Elemento termoisolante

In corrispondenza del nodo orizzontale/verticale i pannelli devono essere ben accostati tra di loro per evitare zone a minor resistenza termica (ponti termici).

### 5. Strato di barriera al vapore

Lo strato deve garantire la continuità anche in corrispondenza della parete perimetrale mediante un adeguato risvolto verticale dei teli. È consigliato un collegamento mediante adesivo al listello di bordo.



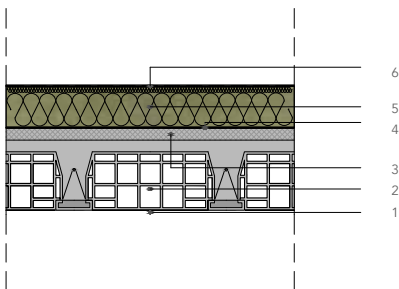
Schema grafico del nodo in corrispondenza della parete perimetrale (inferiore)

## Copertura continua piana con elemento portante in laterocemento. Strato impermeabile realizzato con membrana bituminosa.

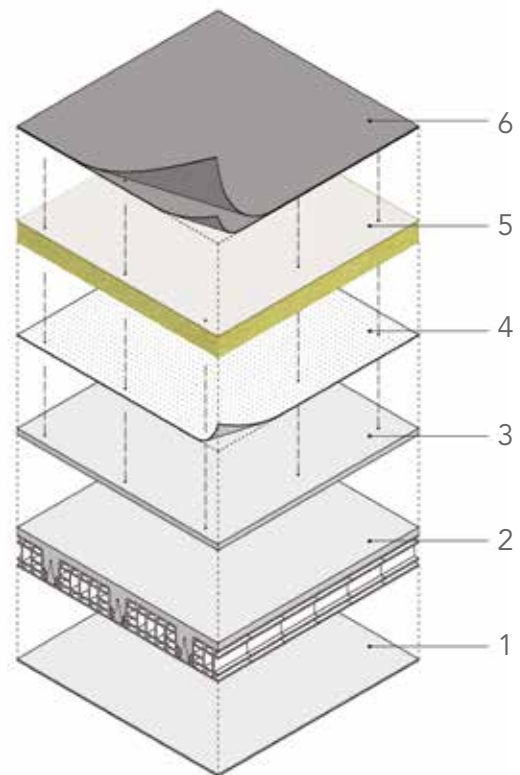
Isolante: ROCKWOOL Flatrock 50 Bond



### Analisi termica



1. Intonaco sp. 15 mm
2. Solaio portante in laterocemento sp. 240 mm
3. Massetto di pendenza sp. 40 mm
4. Elemento di controllo al vapore
5. ROCKWOOL Flatrock 50 Bond (cfr. tabella)
6. Membrana bituminosa



Spessore isolante [mm]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Y <sub>ie</sub> [W/m <sup>2</sup> K]
100	0,30	0,04
120	0,26	0,03
140	0,22	0,03
160	0,20	0,02

TRASMITTANZA TERMICA [W/m <sup>2</sup> K] secondo D.M. 26/06/15 - Coperture*					
Zona climatica	A e B	C	D	E	F
U <sub>rif</sub>	0,35	0,33	0,26	0,22	0,20
U <sub>max</sub>	0,32	0,32	0,26	0,24	0,22

\* dal 1.01.2019/21

## Criteria esecutivi della soluzione tecnica

La soluzione tecnica consiste in una copertura piana con elemento portante in laterocemento, isolata termicamente e costituita da un sistema impermeabile con manto bituminoso a vista (in doppio o singolo strato), non protetto da alcun tipo di zavorramento e fissato per incollaggio a caldo con utilizzo di fiamma generata da bruciatore.

La soluzione contempla l'utilizzo di pannelli isolanti ROCKWOOL Flatrock 50 Bond posati, ben accostati tra loro e a giunti sfalsati, al di sopra di un eventuale elemento con funzione di controllo al vapore. È inoltre previsto di vincolare meccanicamente i pannelli isolanti al supporto secondo quanto risultante da un progetto che tenga conto della resistenza dell'azione di estrazione da vento così come definito nella norma UNI 11442. Si rimanda alle indicazioni del produttore per la scelta del tipo di fissaggio e per il corretto dimensionamento dello stesso.

Grazie allo specifico rivestimento in velo minerale del pannello ROCKWOOL Flatrock 50 Bond l'elemento di tenuta impermeabile, costituito da membrana bituminosa, viene incollato a caldo direttamente sulla faccia superiore del pannello isolante. **Si raccomanda di non sfiammare direttamente in corrispondenza del rivestimento del pannello isolante, ma di rivolgere la fiamma in direzione della sola membrana.**

L'elemento di tenuta deve essere posato in senso trasversale alla direzione di sfalsamento dei pannelli termoisolanti, sovrapponendo il rotolo della corretta larghezza di sormonte rispetto al telo adiacente. Per facilitare il deflusso delle acque si consiglia di posizionare i teli in direzione di pendenza in modo da limitare gli spessoramenti trasversali alla pendenza, alle sole sormonte di testa.

È eventualmente possibile posare la seconda membrana bituminosa di protezione, che può essere di tipo ardesiata o prevedere una successiva pittura riflettente, sempre per rinvenimento a fiamma della stessa. Questa seconda membrana viene stesa a cavallo delle sormonte dello strato precedente. In questo caso la fiamma del bruciatore dovrà interessare anche la membrana già stesa.

Nel caso di applicazione di due membrane sovrapposte si sconsiglia la posa incrociata dei manti in quanto, a causa dello spessore in corrispondenza delle giunzioni, si andrebbero a creare delle aree che impedirebbero il corretto deflusso delle acque.



Posa della seconda membrana bituminosa nella stessa direzione della membrana sottostante: corretto deflusso delle acque



Posa incrociata della seconda membrana bituminosa: creazione di aree che impediscono un corretto deflusso delle acque

Per quanto riguarda la dimensione, lo spessore e la rettilineità dei teli, vale quanto indicato nella norma UNI EN 1848-1.

Le specifiche modalità di applicazione del manto impermeabile dovranno essere conformi alle prescrizioni fornite dal produttore e alle normative vigenti.

Si consiglia di effettuare, dopo la posa, una prova di tenuta all'acqua per essere certi della correttezza delle operazioni di posa.

In corrispondenza del canale di gronda le attenzioni progettuali da adottare sono le seguenti:

### 1. Canale di gronda

La sezione del canale di gronda deve essere dimensionata secondo la normativa UNI EN 12056-3. Inoltre la larghezza deve essere tale da poter garantire un'adeguata manutenzione.

### 2. Elemento termoisolante

L'elemento termoisolante deve poter giungere direttamente fino a quello posizionato in copertura, senza soluzioni di continuità, per evitare zone a minor resistenza termica (ponti termici).

### 3. Elemento di controllo alla diffusione del vapore

Lo strato deve proseguire fino a raggiungere l'elemento di tenuta per evitare possibili punti di infiltrazione di aria verso l'esterno con conseguenti rischi di condensazione.

### 4. Taglio termico della struttura portante

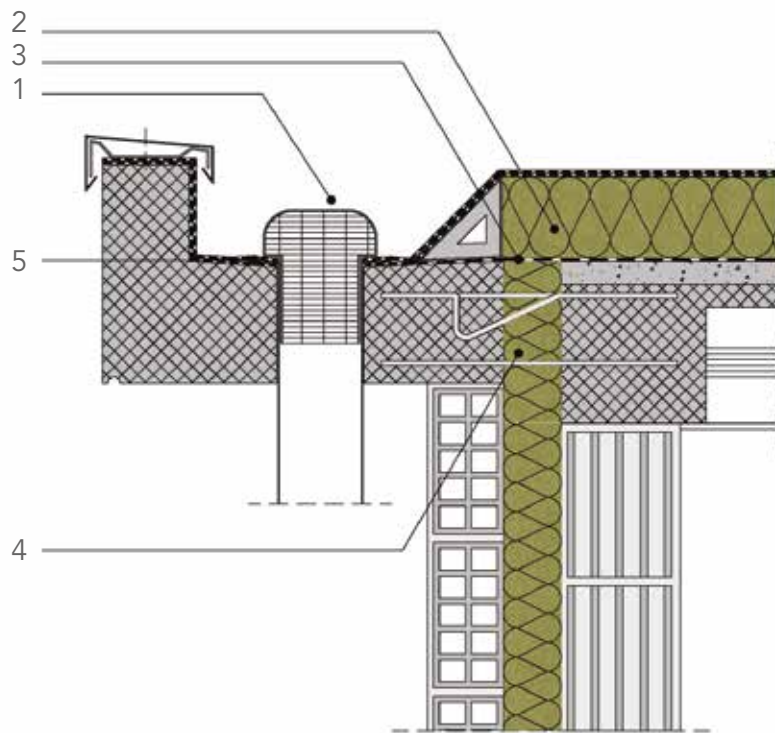
La gronda, realizzata in calcestruzzo, al fine di evitare ponti termici, deve essere sezionata termicamente rispetto al solaio principale. Uno dei sistemi possibili consiste nell'utilizzare barre o profili in acciaio distanziatori con capacità portanti.

Fra il solaio e la gronda viene quindi posizionato un isolante termico.

### 5. Tenuta all'acqua del nodo canale di gronda - elemento di tenuta

Il canale di gronda, realizzato con materiale compatibile con quello utilizzato per l'elemento di tenuta,

deve essere posizionato fra i due strati (o al di sotto dell'unico strato) per permettere una migliore garanzia di tenuta all'acqua del nodo.



Schema grafico del nodo in corrispondenza del canale di gronda

In corrispondenza del parapetto le attenzioni progettuali da adottare sono le seguenti:

### 1. Elemento termoisolante

L'elemento termoisolante deve potere giungere direttamente fino a quello posizionato in copertura, senza soluzioni di continuità, per evitare zone a minor resistenza termica (ponti termici).

### 2. Elemento di controllo alla diffusione del vapore

Lo strato deve risvoltare verticalmente fino a raggiungere la muratura perimetrale per evitare possibili punti di infiltrazione di aria verso l'interno con pericolo di condensazione.

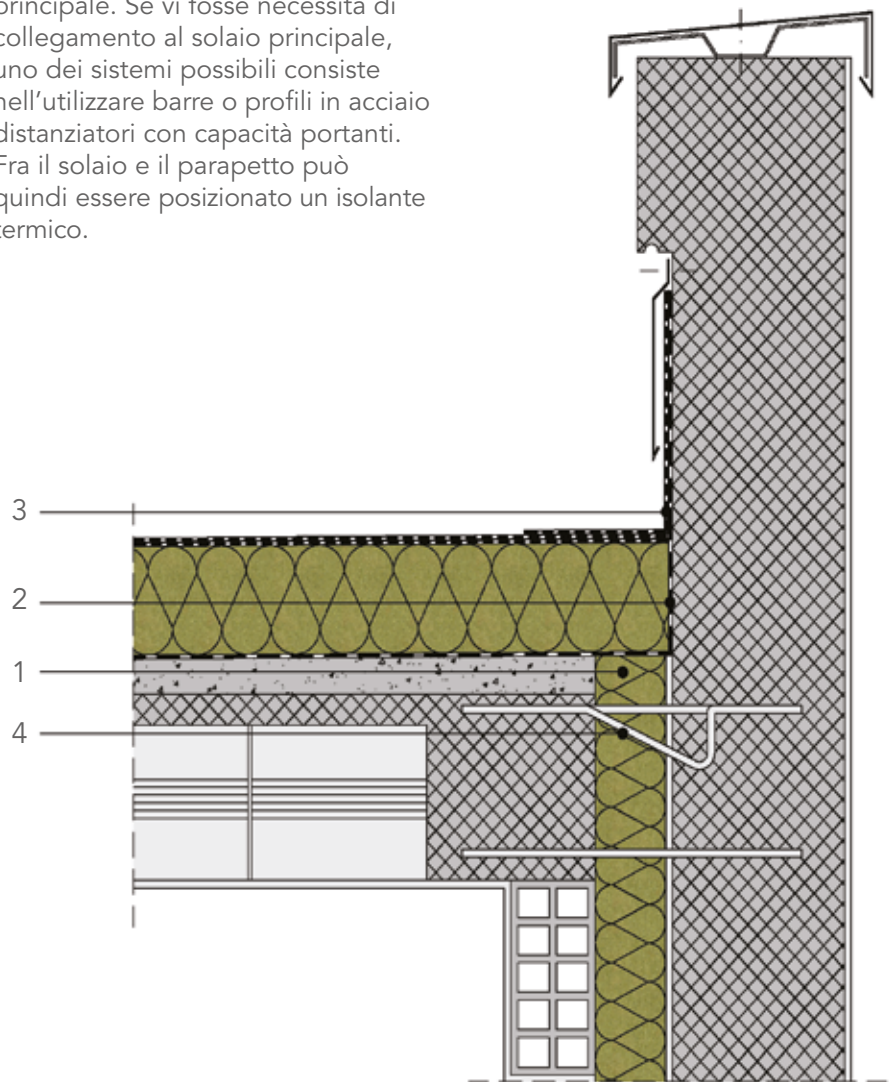
### 3. Risvolto verticale dell'elemento di tenuta

È consigliabile la presenza di una scossalina perimetrale protetta da un risalto della muratura dotato di rompigoccia. È consigliabile verificare sui manuali di posa delle aziende produttrici l'esatta suddivisione e conformazione della membrana impermeabilizzante al fine di evitare tensionamenti.

### 4. Taglio termico della struttura portante (eventuale)

Il parapetto, realizzato in calcestruzzo, al fine di evitare ponti termici, deve essere sezionato termicamente rispetto al solaio

principale. Se vi fosse necessità di collegamento al solaio principale, uno dei sistemi possibili consiste nell'utilizzare barre o profili in acciaio distanziatori con capacità portanti. Fra il solaio e il parapetto può quindi essere posizionato un isolante termico.



Schema grafico del nodo in corrispondenza del parapetto





# Schede tecniche

## Legenda dei simboli

---



Classe di reazione al fuoco A1



Pannello Doppia Densità



Prove acustiche di laboratorio



Conformità ai CAM

# Flatrock 50

25 ANNI DI GARANZIA

A1



Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio.

All'interno della gamma per coperture piane, Flatrock 50 si distingue in termini di prestazioni termiche, grazie al valore di conduttività termica  $\lambda_D = 0,036 \text{ W/(mK)}$ .

Raccomandato per applicazioni a tetto caldo in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose. Indicato principalmente per coperture di grandi dimensioni.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



### Dimensioni disponibili

Formato 2000x1200 mm

Spessori da 50 a 200 mm

## VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conduttività termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale e distribuito) assicura una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione della copertura, che ai fini manutentivi.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato. Sono disponibili prove di isolamento acustico di laboratorio.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco e contribuisce ad incrementare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo in cui è installato.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di  $\mu$  pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 140 \text{ kg/m}^3$ circa (200/120)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 50 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 550 \text{ N}$	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15 \text{ kPa}$	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

### Spessore e $R_D$

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Resistenza termica $R_D$ [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	1,35	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	5,00	5,55

Per maggiori informazioni sui prodotti per i quali è possibile richiedere la garanzia, contattare i nostri uffici commerciali

# Flatrock 60



Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio.

All'interno della gamma per coperture piane, Flatrock 60 è indicato per applicazioni in cui si desidera coniugare prestazioni termiche e proprietà meccaniche.

Raccomandato per applicazioni a tetto caldo in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose. Indicato principalmente per coperture di grandi dimensioni.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



### Dimensioni disponibili

Formato 2000x1200 mm

Spessori da 50 a 200 mm

## VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conduttività termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale e distribuito) assicura una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione della copertura, che ai fini manutentivi.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco e contribuisce ad incrementare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo in cui è installato.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di  $\mu$  pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,038 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 150 \text{ kg/m}^3$ circa (210/130)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 60 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 650 \text{ N}$	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15 \text{ kPa}$	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

### Spessore e $R_D$

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Resistenza termica $R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,30	1,55	2,10	2,60	3,15	3,65	4,20	4,70	5,25

Per maggiori informazioni sui prodotti per i quali è possibile richiedere la garanzia, contattare i nostri uffici commerciali

# Flatrock 70 Plus

25 ANNI DI GARANZIA

A1



Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio.

All'interno della gamma per coperture piane, Flatrock 70 Plus è indicato per applicazioni in cui si desidera coniugare prestazioni termiche ed elevate proprietà meccaniche grazie al valore di carico distribuito  $\sigma_{10} \geq 70$  kPa e carico puntuale  $F_p \geq 750$  N.

Raccomandato per applicazioni a tetto caldo in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose. Indicato principalmente per coperture di grandi dimensioni.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



### Dimensioni disponibili

Formato 2000x1200 mm

Spessori da 50 a 160 mm

## VANTAGGI

- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a carico puntuale e a compressione ( $\sigma_{10} \geq 70$  kPa) assicura una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione della copertura, che ai fini manutentivi.
- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conduttività termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato. Sono disponibili prove di isolamento acustico di laboratorio.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco e contribuisce ad incrementare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo in cui è installato.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di  $\mu$  pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,038$ W/(mK)	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 150$ kg/m <sup>3</sup> circa (210/130)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 70$ kPa	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 750$ N	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15$ kPa	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030$ J/(kgK)	UNI EN ISO 10456

### Spessore e $R_D$

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	150	160
Resistenza termica $R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,30	1,55	2,10	2,60	3,15	3,65	3,90	4,20

Per maggiori informazioni sui prodotti per i quali è possibile richiedere la garanzia, contattare i nostri uffici commerciali

# Hardrock 1000



Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio.

All'interno della gamma per coperture piane, Hardrock 1000 si distingue in termini di proprietà meccaniche per l'eccellente valore di carico puntuale  $F_p \geq 1000$  N.

Raccomandato per applicazioni a tetto caldo in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose. Indicato principalmente per coperture di grandi dimensioni.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



## Dimensioni disponibili

Formato 2000x1200 mm

Spessori da 50 a 160 mm

## VANTAGGI

- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a carico puntuale ( $F_p \geq 1000$  N) assicura una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione della copertura, che ai fini manutentivi.
- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conduttività termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco e contribuisce ad incrementare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo in cui è installato.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di  $\mu$  pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,039$ W/(mK)	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 165$ kg/m <sup>3</sup> circa (220/150)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 70$ kPa	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 1000$ N	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15$ kPa	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030$ J/(kgK)	UNI EN ISO 10456

## Spessore e $R_D$

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160
Resistenza termica $R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,25	1,50	2,05	2,55	3,05	3,55	4,10

# Flatrock 50 Bond



Pannello rigido in lana di roccia a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, rivestito su un lato da un velo minerale, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di coperture piane (tetto caldo).

Il prodotto è raccomandato per applicazioni in cui l'isolante è posato con fissaggio meccanico e l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane bituminose.



### Dimensioni disponibili

Formato 1200x1000 mm

Spessori da 50 a 180 mm

## VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conduttività termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, in Euroclasse A2-s1, d0, consente un'installazione sicura ed aiuta a prevenire la propagazione del fuoco. Il pannello contribuisce inoltre ad incrementare le prestazioni di resistenza al fuoco dell'elemento costruttivo in cui è installato.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale e distribuito) assicura una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione della copertura, che ai fini manutentivi.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato.
- **Rivestimento:** il velo minerale è specifico per l'applicazione a fiamma delle membrane bituminose.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A2-s1, d0	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Densità (doppia densità)	$\rho = 140 \text{ kg/m}^3$ circa (200/120)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 50 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 650 \text{ N}$	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15 \text{ kPa}$	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

### Spessore e $R_D$

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160	180
Resistenza termica $R_D$ [m <sup>2</sup> K/W]	1,35	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	5,00

## Il Gruppo ROCKWOOL

ROCKWOOL Italia S.p.A. è parte del Gruppo ROCKWOOL. Con oltre 60 dipendenti, siamo l'organizzazione locale che offre sistemi di isolamento avanzati per l'edilizia.

Nel Gruppo ROCKWOOL ci dedichiamo ad arricchire la vita di tutti coloro che entrano in contatto con le nostre soluzioni. La nostra *expertise* si presta perfettamente a far fronte a molte delle principali sfide odierne in fatto di sostenibilità e sviluppo, dal consumo energetico all'inquinamento acustico, dalla resilienza al fuoco alla carenza idrica e alle alluvioni.

La nostra gamma di prodotti rispecchia la diversità di bisogni a livello mondiale e aiuta i nostri stakeholder a ridurre la propria impronta energetica.

La lana di roccia è un materiale versatile ed è la base di tutte le nostre attività. Con circa 11.700 colleghi appassionati in 39 Paesi, siamo il leader mondiale nelle soluzioni in lana di roccia: dall'isolamento degli edifici ai controsoffitti acustici, dai sistemi di rivestimento esterno alle soluzioni per l'orticoltura, dalle fibre speciali per uso industriale ai prodotti isolanti per il settore industria, marina e offshore.

**ROCKWOOL Italia S.p.A.**

Via Canova, 12

20145 Milano

Tel. 02.346.13.1



[www.rockwool.it](http://www.rockwool.it)