

quaderno

1

sistemi di  
impermeabilizzazione  
di coperture esposte

**SEIC**  
MANTI SINTETICI



quaderno  
di progettazione

quaderno  
di progettazione  
**1**



Coperture esposte con  
membrana **HarpoPlan FM**

**Metodo di applicazione:**  
a posa libera fissata meccanicamente  
al supporto:

- Supporto in calcestruzzo
- Supporto in lamiera grecata
- Strutture in legno

HARPO spa  
divisione **seic manti sintetici**  
via torino, 34  
34123 trieste • italia

tel. +39 040 318 6611  
fax +39 040 318 6666

seic@seic.it  
www.seic.it

# Sommario

## Sommario

<b>PREMESSA</b> .....	5
<b>INTRODUZIONE</b> .....	6
<b>1 IL SISTEMA</b> .....	8
Il fissaggio meccanico .....	8
<b>2 LA PROGETTAZIONE</b> .....	10
Requisiti dei singoli strati della copertura .....	10
Tipologia del supporto .....	10
Supporto di base (nuove costruzioni).....	10
Supporto di base (rifacimenti su coperture esistenti) .....	10
Formazione di pendenze.....	13
Nota progettuale sulla struttura portante .....	14
<b>STRATIGRAFIA PER COPERTURA COIBENTATA (TETTO CALDO)     E NON COIBENTATA (TETTO FREDDO)</b> .....	15
Strato di schermo al Vapore (per stratigrafia a tetto caldo) .....	15
Elemento Termoisolante (per stratigrafia a tetto caldo).....	16
Strato di separazione (per stratigrafia a tetto caldo) .....	17
Strato di regolarizzazione o compensazione (per stratigrafia a tetto freddo) .....	17
Elemento di tenuta .....	19
Stratigrafie tipo – TETTO CALDO .....	20
Stratigrafie tipo – TETTO FREDDO .....	20
<b>3 INSTALLAZIONE</b> .....	21
Posa delle membrane di impermeabilizzazione HarpoPlan FM.....	21
Le tecniche di saldatura lungo la linea di giunzione .....	22

<b>4</b>	<b>PRINCIPI BASE DEL FISSAGGIO MECCANICO</b> .....	24
	Istruzioni generali .....	24
	Fissaggio su tegoli prefabbricati (figura 2) .....	25
	Determinazione del numero dei fissaggi necessari .....	25
	Fissaggio lungo le linee di sovrapposizione dei fogli.....	26
	Fissaggi perimetrali .....	27
	Elenco di fissaggi tipo omologati dalla HARPO.....	28
<b>5</b>	<b>DETTAGLI COSTRUTTIVI</b> .....	29
	Giunzioni e bordi .....	29
	Raccordi impermeabili a parete.....	29
	Raccordi a parete (profilo fermamanto).....	30
	Finitura perimetrale in testa a cordoli o muretti .....	30
	Fissaggi ai piedi delle pareti .....	31
	Raccordo a lucernari .....	31
	Linee di impluvi.....	31
	Rivestimento tubi passanti .....	32
	Raccordo a bocchettoni di scarico .....	32
	Giunti di dilatazione .....	32
	Percorsi pedonali sulla copertura .....	32
	Accessori.....	33
	Principi base di installazione di accessori per membrane HarpoPlan FM.....	33

<b>APPENDICE</b> .....	34
<b>PROGETTI DI RIFACIMENTO SU VECCHIE COPERTURE</b> .....	34
Requisiti dei singoli strati .....	34
Preparazione della superficie da rinnovare .....	34
Strato di separazione e strato di compensazione .....	35
Installazione della nuova membrana di copertura .....	35
Giunzioni, perimetri, penetrazioni .....	35
<b>CALCOLO DELLO SCHEMA DI FISSAGGIO MECCANICO</b> .....	36
Ripercussioni del carico del vento sul manto di copertura .....	36
Determinazione del numero dei fissaggi necessari .....	36
Fattori di influenza sul carico del vento .....	38
<b>SCHEMI TIPO</b> .....	45

# Premessa

## Premessa

Le istruzioni per l'applicazione descritte in questo "Quaderno di Progettazione" si riferiscono al sistema di impermeabilizzazione con membrane **HarpoPlan tipo FM** con fissaggio meccanico e valgono per il suo utilizzo in Italia.

Tutte le informazioni contenute sono basate su requisiti applicabili in linea generale agli standard, linee guida ed altre normative commerciali.

Il Nostro Ufficio Tecnico è a disposizione per discutere le Vostre richieste specifiche per affiancarVi nella scelta del sistema e in tutti gli aspetti di progettazione e dettaglio.

Nell'impiego dei prodotti **HarpoPlan FM** occorre inoltre attenersi alle norme di sicurezza specifiche per l'installazione delle membrane di impermeabilizzazione in copertura.

La HARPO spa non si assume alcuna responsabilità né per quanto concerne le descrizioni, i disegni ed i calcoli inseriti, che devono intendersi come indicazioni di massima volte principalmente ad ottimizzare l'impiego dei nostri materiali, né per le procedure di realizzazione consigliate, che riguardano situazioni standard e che quindi dovranno essere adattate caso per caso.

# Introduzione

## Introduzione

### Informazioni generali

Il sistema di impermeabilizzazione di copertura con metodo di applicazione a posa libera fissata meccanicamente, descritto nel presente “Quaderno di Progettazione” viene impiegato per l’impermeabilizzazione di tetti piani, o con lieve pendenza e per il rifacimento su tetti già esistenti avendo cura di verificare lo stato del supporto.

Questa tecnica di installazione rappresenta una soluzione:

- **Leggera** perché particolarmente indicata ad esempio per “coperture leggere” di costruzioni industriali, magazzini, centri fieristici con strutture portanti in profili metallici grecati ove l’incollaggio non risulterebbe pratico poiché le vibrazioni e altri movimenti non potrebbero essere sopportati nel lungo termine.
- **Flessibile** poiché la membrana viene posata libera e assicurata al supporto a mezzo di fissaggi meccanici puntuali. Il sistema, realizzato in semi-indipendenza garantisce la possibilità di assorbire in modo ottimale i movimenti strutturali.
- **Sicura** dal punto di vista dell’ancoraggio alla struttura da apposite verifiche eseguite dalla ditta fornitrice dei fissaggi meccanici;
- **semplice** in fase di posa: **tutti i componenti del sistema** di copertura del tetto vengono **posati con rapidità e semplicità**.
- **Riduzione delle necessità di manutenzione**.

## Applicazione e proprietà

Le membrane **HarpoPlan FM** appositamente concepite per il sistema a fissaggio meccanico e progettate per l'applicazione su coperture esposte, sono stabilizzate per la resistenza ai raggi UV, e agli altri agenti esterni di degrado gli stress meccanici, garantendo il perfetto mantenimento della tenuta idraulica nel tempo.

La membrana deve essere installata con il lato di colore chiaro nella posizione superiore. Per l'ancoraggio al supporto viene utilizzato il fissaggio meccanico e per le saldature si utilizza apparecchiatura ad aria calda.

Poiché le membrane **HarpoPlan FM** sono concepite esclusivamente per tutte le applicazioni ove la membrana rimane permanentemente esposta agli agenti atmosferici, nessun tipo di zavorra (per es. ghiaia, piastrelle...) deve essere posata direttamente sul manto stesso.

Ove eccezionalmente venisse richiesta una zavorra, si dovrà utilizzare la membrana **HarpoPlan FM Bio-Pruf**, resistente ai raggi ultravioletti e particolarmente resistente ai microrganismi secondo ISO 846 e ISO 16869, o in alternativa si dovrà provvedere a posizionare un layer di protezione.

Le membrane **HarpoPlan FM** sono state applicate su coperture permanentemente esposte, nei Paesi e nei climi più diversi.



La descrizione data nel seguito si applica sia a edifici nuovi, sia a rifacimenti su coperture esistenti (vedi paragrafo “Progetti di rifacimento su vecchie coperture”), avendo cura di verificare lo stato del supporto che non deve risultare ammalorato e deve garantire comunque la necessaria resistenza meccanica contro l'estrazione dei fissaggi.

## Il fissaggio meccanico

Nel sistema di impermeabilizzazione con fissaggio meccanico della membrana, l'ancoraggio della stratigrafia di impermeabilizzazione viene ottenuto a mezzo di appositi elementi che attraversando i diversi elementi fanno presa direttamente sulla struttura portante.

Il sistema di ancoraggio deve contrastare adeguatamente l'azione del vento, che tende a sollevare l'impermeabilizzazione dalla struttura, creando notevoli sforzi di trazione sulla membrana.

Per questo è estremamente importante valutare le resistenze intrinseche dei singoli materiali (membrana, fissaggi, placchette di distribuzione del carico, supporto) e la loro interazione, evitando che possano verificarsi rotture o sfilamenti (vedi figura 1).

Le ditte fornitrici di fissaggi eseguono regolarmente prove di trazione statiche e dinamiche sulla membrana **HarpoPlan FM** con diversi tipi di fissaggi, per verificare il comportamento del sistema.

Il calcolo dei fissaggi meccanici viene eseguito sulla base delle linee guida e delle normative vigenti, secondo le specifiche condizioni di progetto.

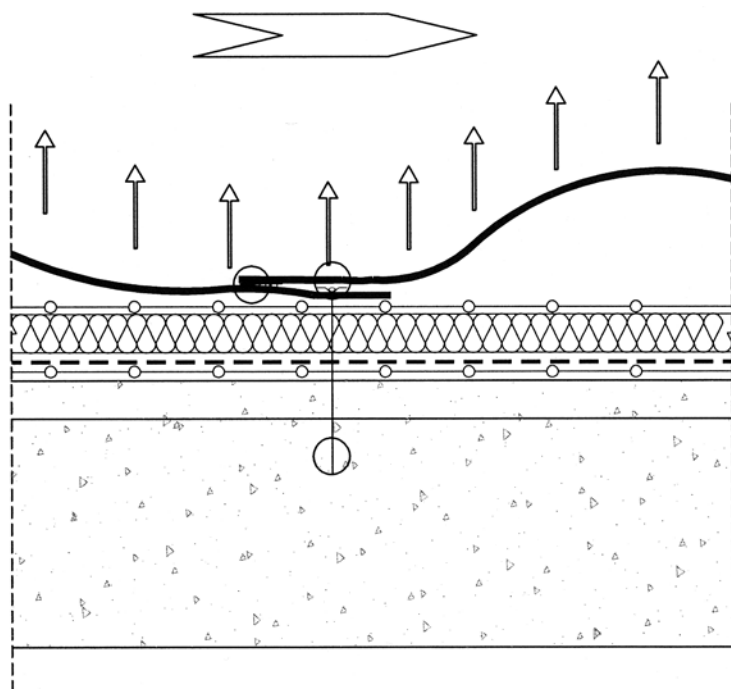


Figura 1

- Resistenza della saldatura
- Resistenza alla trazione della membrana
- Resistenza alla lacerazione della membrana
- Resistenza della placchetta

La **Harpo** e i Fornitori dei fissaggi eseguono una verifica dei fissaggi con apposito software, e sono in grado di determinare tipo, numero e disposizione degli elementi di ancoraggio meccanico della stratigrafia di impermeabilizzazione alla struttura di base.

Tale verifica sarà parte integrante del sistema di impermeabilizzazione con fissaggio meccanico con membrane **HarpoPlan FM**.

## Requisiti dei singoli strati della copertura

Vengono descritte due stratigrafie di coperture:

- 1 realizzazione di una copertura non coibentata (**tetto freddo**),
- 2 realizzazione di una copertura con inseriti nella stratigrafia elementi termoisolanti con relativi eventuali schermo al vapore e strato separatore (**tetto caldo**).

## Tipologia del supporto

### Supporto di base (nuove costruzioni)

La struttura di copertura che costituisce il supporto di base deve essere progettata a regola d'arte e rispettare tutte le relative normative in vigore.

Il piano di posa dovrà essere planare, stabile, consistente nel tempo, presentarsi liscio, privo di asperità significative, pulito, asciutto, privo di protuberanze a spigolo vivo e pendenze già realizzate verso gli scarichi.

Le deformazioni statiche o dinamiche del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.

Si terrà inoltre conto delle raccomandazioni **Harpo** riguardanti la compatibilità e la resistenza del supporto, in funzione del sistema d'impermeabilizzazione e di ancoraggio prescelto.

### Supporto di base (rifacimenti su coperture esistenti)

Su coperture esistenti, si avrà cura di verificare lo stato di conservazione dell'impermeabilizzazione ed eventuale isolamento termico presenti, in modo da valutare l'eventuale necessità di rimozione completa di tali elementi.

Sull'impermeabilizzazione esistente dovranno essere rimosse le eventuali irregolarità presenti (bolle, pieghe, zone in distacco, ecc.) al fine di ricostituire un piano di posa adeguato.

Sarà necessario controllare anche le pendenze, per assicurarne il corretto mantenimento verso gli scarichi, nonché lo stato degli scarichi stessi, così da garantire la funzionalità del sistema di drenaggio della copertura.

Il supporto, potrà essere di diversa natura:

*Monolitico:*

- in cls armato, più eventuale strato di pendenza. Il calcestruzzo deve essere sufficientemente indurito ed asciutto ed avere una finitura regolare e compatta. La superficie deve garantire un supporto continuo. Si deve evitare il fissaggio a spessori realizzati in malta.

- in latero cemento, più eventuale strato di pendenza
- in elementi prefabbricati in c.a., alleggeriti con polistirene espanso (EPS), con superiore cappa monolitica armata collaborante, più eventuale strato di pendenza
- in elementi prefabbricati in c.a., alleggeriti con cavità precostituite, con superiore cappa monolitica armata collaborante, più eventuale strato di pendenza
- in elementi prefabbricati in c.a. semplicemente giustapposti, con superiore cappa monolitica armata collaborante, più eventuale strato di pendenza
- cassature in lamiera grecate con superiore cappa monolitica collaborante, più eventuale strato di pendenza
- Il piano di posa dovrà essere planare, stabile, consistente nel tempo, privo di asperità significative, pulito, asciutto, privo di protuberanze a spigolo vivo e pendenze già realizzate verso gli scarichi.

Le deformazioni statiche o dinamiche del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.

### *Frazionato:*

ciòè supporto di base realizzato in elementi prefabbricati in c.a., semplicemente giustapposti, eventualmente già dotati di propria pendenza.

- Gli elementi di vincolo strutturale (es. staffe di fissaggio dei pannelli di tamponamenti) dovranno essere idoneamente compensati. Gli agganci per la movimentazione dei vari elementi costituenti il supporto di base dovranno essere tagliati e/o ribattuti, e/o idoneamente compensati. Le differenze di livello tra elementi contigui dovranno essere adeguatamente compensate dove tale dislivello possa compromettere la funzionalità e l'integrità degli elementi o strati superiori, o attivare sollecitazioni meccaniche critiche nei riguardi dell'elemento di tenuta.

Il piano di posa dovrà essere compatibile con gli strati o elementi sovrastanti. Le deformazioni statiche, dinamiche, continue e differenziali del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.

### *Lamiera grecate:*

ciòè supporto di base realizzato in elementi di lamiera grecata.

- Il piano di posa, inteso come piano tangente alle nervature superiori delle lamiera, dovrà essere complanare, stabile, consistente nel tempo privo di asperità significative, pulito, asciutto, privo di protuberanze a spigolo vivo e pendenze già realizzate verso gli scarichi.
- Le lamiere dovranno avere uno spessore minimo compatibile con l'utilizzo in esercizio e con le esigenze operative in fase di montaggio sia delle lamiere medesime che degli elementi o strati superiori.
- Gli elementi di vincolo di base, eventualmente emergenti dal piano di posa, dovranno essere idoneamente compensati.

- Eventuali soluzioni di continuità in corrispondenza dei punti di compluvio e displuvio e delle parti emergenti dei contorni dovranno essere idoneamente compensate e raccordate.
- Il piano di posa dovrà essere compatibile con gli strati sovrastanti.
- Le deformazioni statiche, dinamiche, continue e differenziali del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.
- La parte cava delle nervature affacciate all'estradosso delle lamiere dovrà essere di larghezza  $\leq 65$  mm. In caso di larghezza superiore si dovrà provvedere al totale riempimento dei cavi d'onda con idonei elementi prefabbricati.

#### *Lamiere grecate composite:*

cioè supporto di base realizzato in pannelli di lamiera grecata, posati con le nervature rivolte verso l'intradosso, e preaccoppiati in stabilimento con isolamento termico (normalmente poliuretano espanso – PUR) o completati in opera con getto, con semplice funzione livellante, in cls normale o alleggerito.

- Il piano di posa dovrà essere planare, stabile, consistente nel tempo, privo di asperità significative, pulito, asciutto.
- Gli elementi di vincolo di base, eventualmente emergenti dal piano di posa, dovranno essere idoneamente compensati.
- Eventuali soluzioni di continuità in corrispondenza dei punti di compluvio e displuvio e delle parti emergenti dei contorni dovranno essere idoneamente compensate e raccordate.
- Il piano di appoggio del sistema di copertura dovrà presentarsi planare per consentire un aggrappo uniforme del sistema stesso
- Le deformazioni statiche, dinamiche, continue e differenziali del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.

#### *Assito di legno o di materiali assimilabili:*

cioè supporto di base realizzato in pannelli o doghe di legno stabilizzato e trattato con soluzioni ignifuganti, semplici o sandwich (con inserimento di strato coibente).

- Il piano di posa dovrà essere planare, stabile, consistente nel tempo, adeguatamente trattato antiumido ed antifuoco, privo di asperità significative, pulito, asciutto.
- Gli eventuali elementi di vincolo strutturali dovranno essere idoneamente compensati
- Non sono ammesse differenze di livello fra elementi contigui da compromettere la funzionalità e l'integrità degli elementi o strati superiori o attivare sollecitazioni meccaniche, critiche nei riguardi dell'elemento di tenuta.
- Il piano di posa dovrà essere compatibile con gli strati o elementi sovrastanti
- Le deformazioni statiche o dinamiche del supporto di base dovranno permanere nel tempo entro i limiti progettuali.

## Formazione di pendenze

La struttura di copertura che costituisce il supporto di base dovrà presentare pendenze consigliate  $> 1\%$ .

Eventuali pendenze realizzate in opera dovranno essere previste con cappe armate collaboranti.

Nella formazione di pendenze, i giunti di dilatazione dovranno ubicarsi sulla linea dei bordi, e questi avranno in tutti i loro punti pendenze consigliate  $> 1\%$ , evitando che elementi sporgenti della copertura (lucernari, camini, ecc.) impediscano il libero flusso dell'acqua.

### *Nota:*

Si raccomanda di non scendere con le pendenze sotto il valore consigliato, poiché si potrebbe andare incontro ad uno o più dei seguenti inconvenienti (citati alcuni qui di seguito a titolo di esempio):

- Ristagni d'acqua sulla copertura
- Possibile formazione di lastre di ghiaccio
- Formazione di zone di bagna asciuga, con possibile accumulo di sostanze chimiche organiche ed inorganiche, anche aggressive
- Creazione di ambienti favorevoli allo sviluppo di muffe, batteri o microrganismi.

### Nota progettuale sulla struttura portante

In fase di progettazione esecutiva, sarà consigliabile prevedere una verifica della tenuta degli ancoraggi, attraverso una prova di estrazione in sito eseguita dal servizio tecnico del produttore dei fissaggi, allo scopo di determinarne il tipo opportuno per lo specifico supporto.

In particolare:

- **Nel caso di supporto in cls armato**, dovrà essere posta attenzione alla lunghezza dei fissaggi che devono fare presa **per un minimo di circa 3 cm** all'interno della struttura in calcestruzzo armato, oltrepassando gli eventuali strati di pendenza.
- **Nei sistemi di fissaggio su supporto di base tipo frazionato**, realizzato con tegoli prefabbricati, bisognerà tenere conto dello spessore minimo del supporto di base stesso per evitare che, in fase di foratura troppo profonda, si stacchino delle rose di cemento al suo intradosso.
- **Nel caso di supporto in assito di legno**: spessore consigliato di > 22 mm
- **Nel caso di supporto in lamiera grecata d'acciaio**: il tetto dovrà avere pendenza consigliata > 1% per evitare che l'acqua ristagni. Spessore lamiera  $\geq 0,6$  mm; in questo caso la linea di fissaggio andrà prevista con un solo fissaggio/greca (sono possibili eccezioni solo previa verifica con il dipartimento tecnico, p.e. per larghezza costa  $\geq 160$  mm).

## Stratigrafia per copertura coibentata (tetto caldo) e non coibentata (tetto freddo)

### Tetto caldo

Copertura con elemento termoisolante riportato esclusivamente all'intradosso dell'elemento di tenuta; con schermo al vapore inserito all'intradosso dell'elemento termoisolante.

### Tetto freddo

Copertura non isolata termicamente con impermeabilizzazione riportata all'estradosso del solaio.

### Strato di schermo al Vapore (per stratigrafia a tetto caldo)

Lo Schermo al Vapore dovrà essere realizzato in materiale compatibile con gli strati o elementi con cui potrà venire a contatto. Lo schermo al Vapore trova ragione d'essere inserito in un sistema di copertura solo quando è anche previsto l'elemento termoisolante.

Lo Schermo al Vapore dovrà essere posizionato sempre verso il lato caldo invernale dell'elemento termoisolante (ad es. nel caso di copertura di ambienti riscaldati, lo S. al V. dovrà essere posizionato all'intradosso dell'elemento termoisolante; nel caso di coperture di ambienti refrigerati in cui la temperatura interna è inferiore a quella esterna, lo schermo al vapore dovrà essere posizionato all'estradosso dell'elemento termoisolante, e in questo ultimo caso lo schermo al vapore potrebbe coincidere con l'elemento di tenuta).

Si dovrà verificare che lo spessore dell'elemento termoisolante, determinato dai dati di progetto in funzione del coefficiente di trasmissione termica (K) richiesto, sia tale che il punto di rugiada, cada sempre, nelle condizioni progettuali più negative, all'interno dell'elemento termoisolante.

Il sistema di posa dello Strato di Schermo al Vapore (in totale aderenza, in parziale aderenza, o in totale indipendenza) dovrà essere scelto a seconda del sistema funzionale adottato e del supporto di base su cui si sta operando e delle caratteristiche fisiche meccaniche del prodotto utilizzato.

La barriera al vapore dovrà essere posata con le corrette sovrapposizioni di modo da risultare resistente al vapore su tutta la superficie. Si dovrà provvedere alla sigillatura anche lungo il perimetro e su tutti i volumi che fuoriescono, in modo anche qui di garantirne la continuità della tenuta.

Lo schermo al vapore se realizzato in membrane o fogli di tipo polimerico (HDPE, LDPE, PVC, ecc...) dovrà essere posata con le stesse modalità previste per l'elemento di tenuta in PVC.

In ogni caso la resistenza di passaggio del vapore dovrà essere maggiore nello strato di barriera rispetto all'elemento impermeabilizzante.

A titolo d'esempio, lo strato di schermo al vapore potrà essere realizzato mediante la posa di un foglio in polietilene a bassa densità (LDPE - PEBD), dello spessore nominale di 0,3 mm e permeabilità al vapore  $\geq 2,85 \times 10^{-7}$  g/mh Torr, con sovrapposizione di almeno 20 cm.



## Elemento Termoisolante (per stratigrafia a tetto caldo)

L'elemento termoisolante avrà la funzione di portare al valore richiesto dalla normativa vigente la resistenza termica globale della copertura e sarà scelto in base alle caratteristiche tecniche più idonee alla specifica applicazione prevista; tra queste, si terrà conto in particolare della conduttività termica, della resistenza alla compressione e della reazione al fuoco dei pannelli coibenti prescelti.

Gli elementi termoisolanti vengono individuati, in funzione della loro resistenza a compressione, alla deformazione massima del 10% (Rif. NORMA UNI EN 826), espressa in KPa o in Kg/cm<sup>2</sup>. Facendo riferimento alle classi di appartenenza (tratte da "SISTEMI DI IMPERMEABILIZZAZIONE, Guida pratica alla progettazione, BE-MA editrice 2005"):

**CLASSE A** con resistenza  $\geq 18$  KPa ( $\sim 0,18$  Kg/cm<sup>2</sup> = 0,018 N/mm<sup>2</sup>).

**CLASSE B** con resistenza  $\geq 40$  KPa ( $\sim 0,40$  Kg/cm<sup>2</sup> = 0,040 N/mm<sup>2</sup>).

**CLASSE C** con resistenza  $\geq 100$  KPa ( $\sim 1,00$  Kg/cm<sup>2</sup> = 0,100 N/mm<sup>2</sup>).

**CLASSE D** con resistenza  $\geq 140$  KPa ( $\sim 1,40$  Kg/cm<sup>2</sup> = 0,140 N/mm<sup>2</sup>).

**CLASSE E** con resistenza  $\geq 220$  KPa ( $\sim 2,20$  Kg/cm<sup>2</sup> = 0,220 N/mm<sup>2</sup>).

### Nota:

I valori su riportati sono puramente indicativi, poiché sia in fase progettuale che realizzativa sarà a cura della D.L. operare in modo che l'elemento di tenuta, in fase di esercizio, da solo e/o con le sue eventuali opere di protezione e sotto i sovraccarichi utili di progetto, non trasmetta all'elemento termoisolante carichi anche puntuali, superiori al 50% dei rispettivi valori indicativi di classe.

A puro titolo di esempio per una stratigrafia a tetto caldo (isolamento termico protetto dal manto impermeabile), l'elemento termoisolante potrà essere costituito da lastre di polistirene espanso sinterizzato d'opportuno spessore conforme alla Norma UNI EN 13164, avente le seguenti caratteristiche:

- conducibilità termica a norma EN 12667: non inferiore a 0,033 W/mK
- classe di reazione al fuoco a norma EN 13501/1: Euroclasse E
- resistenza a compressione al 10% deformaz. a norma EN 826: non inferiore a 180 kPa

I pannelli isolanti verranno fissati direttamente al sottofondo mediante opportuni fissaggi meccanici.

La stabilità strutturale degli elementi termoisolanti deve rimanere costante per tutta la vita utile.

I pannelli isolanti devono essere posati sfalsati e accostati tra loro leggermente. Un pannello isolante installato a secco deve essere fissato conformemente alle istruzioni del produttore. In ogni caso, il pannello isolante deve essere fissato con un minimo di due dispositivi di fissaggio, onde evitare che si sposti. Possono essere richiesti più dispositivi di fissaggio per resistere alla pressione interna di un certo edificio.

Tutti i pannelli isolanti appoggiati su un sottofondo di lamiera profilata in acciaio devono avere una resistenza e uno spessore sufficienti a fare ponte sui corrugamenti del profilato.

Si consiglia di consultare il produttore del sistema isolante.

Le giunture dei pannelli isolanti devono cadere su un supporto atto a sostenerle.

Per stratigrafie ove l'isolamento termico viene posto al di sopra del manto impermeabile si dovrà attentamente valutare l'idoneità del pannello isolante che dovrà nello specifico caso essere idoneo per l'applicazione a tetto rovescio.

## STRATI DI PROTEZIONE

### Strati di protezione al di sotto della membrana di copertura

Prima di posare le membrane **HarpoPlan FM** è richiesta la posa di strati aggiuntivi:

- di **regolarizzazione o compensazione** generalmente per stratigrafia a TETTO FREDDO ove la membrana viene posata direttamente sul supporto strutturale.
- di **separazione** generalmente per stratigrafie a TETTO CALDO e ove la membrana si dovesse trovare a contatto con:
  - materiali che contengono oli o solventi
  - componenti del catrame
  - bitume o materiali contenenti bitume
  - pannelli/materiali isolanti a base di polistirene o schiuma poliuretana o plastiche di altre famiglie

Nel caso di supporti in assito di legno, sarà opportuno verificare che per il tavolato siano stati impiegati impregnanti a base salina. Se vengono impiegati impregnanti a base di olii, si dovrà prevedere, oltre ad un adeguato tempo di asciugatura, anche l'installazione di uno strato separatore. Medesima accortezza anche nel caso di componenti catramosi presenti nella stratigrafia.

In tutti questi casi, in presenza di materiali incompatibili, sarà opportuno prevedere quindi strati separatori; in caso di dubbio è consigliabile consultare il nostro Servizio Tecnico.

L'eventuale **strato di separazione** (necessario nel caso di tetto caldo coibentato solo per elementi termoisolanti non compatibili al contatto permanente con membrane in PVC, come ad esempio pannelli in polistirene o poliuretano) sarà realizzato mediante la posa di uno strato di geotessile non tessuto preferibilmente di tipo termosaldato di caratteristiche approvate dal produttore della membrana. Si curerà la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno cm 10 nei due sensi longitudinale e trasversale. Il fissaggio dell'elemento al supporto di base avverrà in accordo con la tecnica di fissaggio del pacchetto d'impermeabilizzazione. Il geotessile dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

Caratteristiche	U.M.	Valore
Resistenza a trazione (ISO EN 10319)	kN/m	7,3
Allungamento a rottura (ISO EN 10319)	%	52
Resistenza al punzonamento (ISO EN 12236)	N	1100
Punzonamento dinamico (EN 918)	mm	36
Resistenza alla lacerazione (ASTM D4533)	N	290
Capacità d'assorbimento d'energia (ISO EN 10319)	kN/m	3,1

L'eventuale **strato di regolarizzazione o compensazione** (necessario nel caso di tetto freddo):

sarà realizzato mediante la stesura di uno strato di geotessile non tessuto in poliestere del peso unitario di almeno **500 g/mq**, resistenza a trazione di almeno 15 kN/m (ISO EN 10319) con allungamento a rottura inferiore o uguale al 80% (ISO EN 10319) e resistenza al punzonamento di almeno 2000 N (ISO EN 12236).

Si curerà la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno cm 10 nei due sensi longitudinale e trasversale.

Il fissaggio dell'elemento al supporto di base avverrà in accordo con la tecnica di fissaggio del pacchetto d'impermeabilizzazione.

Caratteristiche	U.M.	Valore
Imputrescibile, inattaccabile da microrganismi e roditori		
Ripresa d'umidità a 20°C con umidità relativa 65%	%	0,4
Punto di fusione	°C	260
Massa areica (DIN 53854)	gr/mq	≥200
Resistenza a trazione (ISO EN 10319)	kN/m	>15
Allungamento a rottura (ISO EN 10319)	%	≥80
Resistenza al punzonamento (ISO EN 12236)	N	>2000

## Elemento di tenuta

L'elemento di tenuta sarà costituito da una membrana sintetica in PVC - S, ottenuta per sospensione, membrana **Harpoplan FM**, spessori disponibili 1,2 - 1,5 - 1,8 mm, armata con una griglia in poliestere, calandrata, resistente ai raggi ultravioletti.

Particolarmente idonea a svolgere la funzione d'impermeabilizzazione in coperture piane esposte con metodo d'applicazione a posa libera e con fissaggio meccanico.

La membrana dovrà essere particolarmente resistente agli agenti atmosferici (per es. i raggi UV).

Lo strato superiore dovrà essere uniforme, trattato contro l'attacco degli agenti atmosferici, ed avere uno spessore non inferiore a:

**0,6 mm** per la membrana sp. 1,2 mm

**0,7 mm** per la membrana sp. 1,5 mm

**0,85 mm** per la membrana sp. 1,8 mm

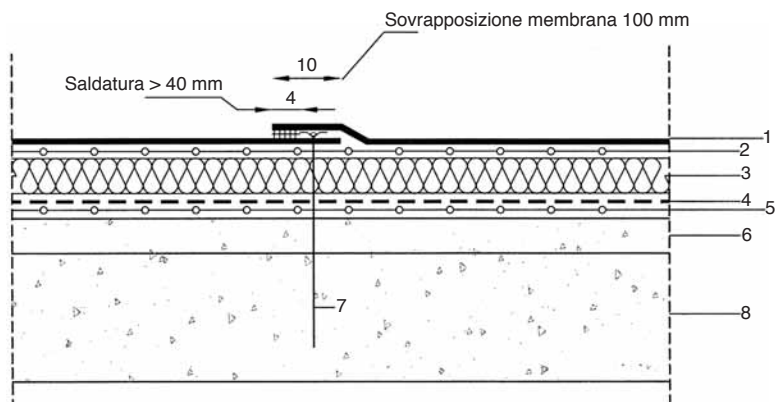
## Caratteristiche tecniche

Harpoplan FM 1.5	Unità	Valore medio	Norma
Spessore	mm	1,5	DIN 53.353
Resistenza alla trazione			
√ In direzione longitudinale	N/5 cm	1300	DIN 53.455
√ In direzione trasversale	N/5 cm	1350	DIN 53.455
Allungamento a rottura			
√ In direzione longitudinale	%	24	DIN 53.455
√ In direzione trasversale	%	24	DIN 53.455
Resistenza alla propagazione della lacerazione			
√ In direzione longitudinale	N	350	DIN 53.363
√ In direzione trasversale	N	350	DIN 53.363
Resistenza al peeling (delaminazione)			
√ In direzione longitudinale	N	100	DIN 53.357
√ In direzione trasversale	N	100	DIN 53.357
Flessibilità a freddo	- 35 C°	Nessuna rottura	DIN 16.726
Determinazione della permeabilità al vapore acqueo ( $\mu$ )	-	15.000	DIN 53.122
Resistenza alla grandine	m/s	Supporto rigido: 21 Supporto flessibile: 43	SIA 280/9

Per quanto non evidenziato sopra, le caratteristiche della membrana saranno rispondenti ai requisiti minimi previsti dalle normative DIN 16734.

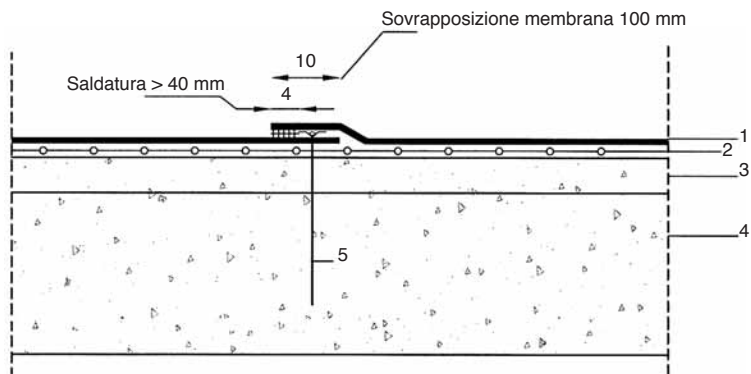
## Certificazioni di qualità

La Direzione Lavori avrà cura di verificare che il Distributore dei materiali d'impermeabilizzazione sia operante con sistema gestionale conforme agli standard della norma UNI EN ISO 9001 – 2000.



### Stratigrafie tipo – Tetto caldo

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</li> <li>2 Strato di separazione: geotessile</li> <li>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia</li> <li>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</li> <li>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione: geotessile</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. &gt; 1%)</li> <li>7 Fissaggio meccanico e distribuzione delle placchette</li> <li>8 Substrato: piano di copertura in c.a.</li> </ol> |
|--|---|



### Stratigrafie tipo – Tetto freddo

- 1 Membrana di impermeabilizzazione **HarpoPlan FM** fissata meccanicamente
- 2 Strato di regolarizzazione o compensazione: geotessile
- 3 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. > 1%)
- 4 Substrato: piano di copertura in c.a.
- 5 Fissaggio meccanico e distribuzione delle placchette

## Posa delle membrane di impermeabilizzazione HarpoPlan FM

Le membrane **HarpoPlan FM** sono disponibili in rotoli maneggevoli che possono essere posati e allineati con facilità.

Si procederà alla stesura dei rotoli di membrana per file nel senso perpendicolare alla linea di massima pendenza, iniziandone la posa libera con il foglio intero e dal basso verso l'alto nel senso della massima pendenza. Successivamente, si realizzeranno i punti particolari (parapetti, superfici verticali, scarichi, giunti, ecc.).

Su supporti in lamiera in acciaio o struttura in legno, la membrana dovrà essere sempre appoggiata facendo attenzione che formi angoli retti al profilo o alla direzione del pannello.

La tenuta del manto sintetico si realizzerà sovrapponendo i singoli fogli per circa 100 mm e termosaldando ermeticamente gli stessi per almeno 40 mm con apparecchiatura elettronica con erogatore ad aria calda. Le saldature verranno eventualmente ulteriormente sigillate con il PVC Liquido.

La membrana d'impermeabilizzazione di copertura sarà raccordata ai dettagli di finitura perimetrali, conformemente alle indicazioni del produttore. Le rifiniture delle zone in elevazione (parapetti e volumi tecnici) che rimarranno fuori terra, verranno ricoperte da apposite lamiere metalliche onde prevenire il danneggiamento meccanico del manto impermeabile.

Nella realizzazione degli angoli si dovranno impiegare elementi prefabbricati in PVC di opportuno spessore. Una volta posata la membrana non si getteranno o poseranno su di essa materiali che possano danneggiarla.

Le saldature dovranno essere realizzate efficacemente attraverso l'impiego di apposite apparecchiature fornite da produttori specializzati:

Per la saldatura a caldo:

- apparecchiatura elettronica con erogatore ad aria calda
- erogatori manuali ad aria calda
- Rullino di pressione

Verifica delle saldature:

- Punteruolo (cacciavite)

## Le tecniche di saldatura lungo la linea di giunzione

Saldatura con apparecchiatura manuale:  
è idonea per piccoli lavori o per l'esecuzione dei dettagli

Saldatura con apparecchiatura automatica:  
sarà più adatta quando invece i lavori sono grandi ed è necessaria efficienza e qualità.

La zona di saldatura deve essere libera da qualsiasi corpo estraneo. Se l'area di sovrapposizione è sporca, deve essere preventivamente lavata con acqua e pulita e cleaner idoneo.

E' consigliabile effettuare un test di saldatura per verificare che l'apparecchiatura sia regolata e usata in modo appropriato.

Giunti a croce, pieghe ed increspature devono essere evitate nell'area di saldatura.

La saldatura ad aria calda viene realizzata nei seguenti passaggi:

- Le due aree da unire vengono scaldate fino a renderle plastiche
- Viene applicata una pressione sull'area di saldatura nell'istante in cui entrambe le zone da unire sono allo stato plastico.
- La velocità di saldatura varia in funzione della temperatura ambiente e della temperatura dell'aria calda erogata.
- La saldatura verrà infine verificata a vista o a mezzo di un punteruolo o cacciavite, quando l'area si è raffreddata.

## Saldatura con apparecchiatura automatica

La temperatura di saldatura sarà attorno ai 400 - 500 °C.

E' consigliabile comunque effettuare un test di saldatura per verificare che l'apparecchiatura sia regolata, tarata e usata in modo appropriato.

La velocità operativa e la temperatura devono essere regolabili, bilanciate in modo da evitare difetti o distorsioni del materiale.

Fluttuazioni nell'energia elettrica in ingresso nell'apparecchio devono essere evitate, ad esempio usando generatori indipendenti.

## Saldatura con apparecchiatura manuale

La temperatura di saldatura sarà attorno ai 400 - 500 °C.

E' consigliabile comunque effettuare un test di saldatura per verificare che l'apparecchiatura sia regolata, tarata e usata in modo appropriata.

Le saldature vengono effettuate in due fasi operative. Prima si forma il bordo di saldatura interno, con larghezza 1-2 cm, per limitare fuoriuscita dell'aria calda nel foglio di copertura durante la seconda operazione. Il beccuccio dell'erogatore manuale viene quindi introdotto tra i due fogli sormontati in modo da riscaldare contemporaneamente le due superfici da unire e da farle aderire omogeneamente usando un rullino di pressione che deve essere fatto scorrere continuamente nella direzione della saldatura.

La tenuta del manto sintetico si realizzerà sovrapponendo i singoli fogli per circa 10 cm e termosaldando ermeticamente gli stessi con apparecchiatura sopra descritta per almeno 40 mm. Nella realizzazione degli angoli si dovranno impiegare elementi sagomati in PVC prefabbricati o realizzati in cantiere, di opportuno spessore e in PVC compatibile con la membrana.

I fogli verranno fissati alla struttura di copertura mediante **fissaggio meccanico a punti**, secondo il procedimento adottato e approvato dal produttore della membrana, che prevede l'inserimento di speciali elementi di fissaggio nelle zone di sormonto dei fogli stessi, dove avverrà, successivamente, la saldatura con aria calda (termosaldatura) per almeno 40 mm.

Il numero e la disposizione dei fissaggi saranno determinati da calcoli effettuati dal produttore dei fissaggi o dalla Harpo in base alle condizioni ambientali e di progetto.

Le parti risvoltate in verticale sui perimetri della copertura e sui volumi tecnici saranno incollate con apposite colle a contatto.



# 4 PRINCIPI BASE DEL FISSAGGIO MECCANICO

## Istruzioni generali

Per ancorare le membrane in PVC e l'intera stratigrafia di impermeabilizzazione alla struttura, allo scopo di contrastare l'azione dinamica del vento, sono necessari specifici fissaggi meccanici applicati con tecniche apposite.

Due sono i criteri fondamentali per scegliere i dispositivi di fissaggio:

- Il tipo di substrato (ad es. lamiera grecata, calcestruzzo, legno), per cui i produttori di fissaggi forniscono vari tipi di fissaggi specificatamente concepiti per l'applicazione.
- Il tipo di materiale che si trova immediatamente sotto la membrana di impermeabilizzazione.

Nel caso di stratigrafie in cui sia presente un isolamento termico, tale elemento deve soddisfare il requisito minimo di resistenza alla pressione di impatto di  $0,05 \text{ KN/mm}^2$ , secondo la norma DIN 18165. La stabilità strutturale degli elementi termoisolanti deve inoltre rimanere costante per tutta la vita utile, sotto condizioni di umidità variabile.

Laddove la membrana posata libera viene assicurata alla struttura mediante fissaggi meccanici, il carico dinamico del vento che agisce sulla membrana viene trasferito alla struttura di base punto per punto attraverso i fissaggi. In aggiunta ai fissaggi standard per la superficie del tetto, la membrana richiede fissaggi perimetrali (al piede dei bordi di contenimento) che vengono applicati lungo i parapetti perpendicolarmente alla direzione di posa dei fogli e attorno a giunzioni e bordi ed elementi verticali (lucernari, manufatti, ecc...).

I fissaggi per la membrana di copertura devono:

- essere soggetti nella misura minore possibile a forze orizzontali
- non alterare la struttura di base
- inserirsi solidamente nella struttura di base
- non consentire la loro estrazione dalla struttura
- il tassello deve essere compatibile con il supporto di ancoraggio
- l'elemento di collegamento (rondella – tassello) dovrà essere compatibile con gli elementi e strati con cui potrà venire a contatto
- nei sistemi di fissaggio su supporto di base frazionato realizzato in tegoli prefabbricati bisognerà tenere conto dello spessore minimo del supporto di base stesso per evitare che, in fase di foratura troppo profonda, si stacchino delle rose di cemento al suo intradosso.

La foratura verrà valutata in fase di preventivazione; verrà eseguita con attrezzi a roto – percussione (trapano battente). Si dovrà dotare il trapano di un fermo in modo da eseguire una profondità di foro compatibile con lo spessore disponibile, tenendo

presente che la foratura dovrà superare di almeno 5 mm la profondità utile a lavoro del tassello.

Quando sarà possibile, in particolare per solai sottili in tegoli prefabbricati, il fissaggio sui tegoli dovrà essere posizionato in corrispondenza delle nervature d'appoggio, dove lo spessore del CIs è maggiore. (vd figura 2).

E' importante assicurarsi che ogni strato al di sotto della membrana di copertura, ad esempio isolamento termico e strati separatori, sia assicurato permanentemente alla struttura; pertanto alcuni fissaggi aggiuntivi possono essere necessari.

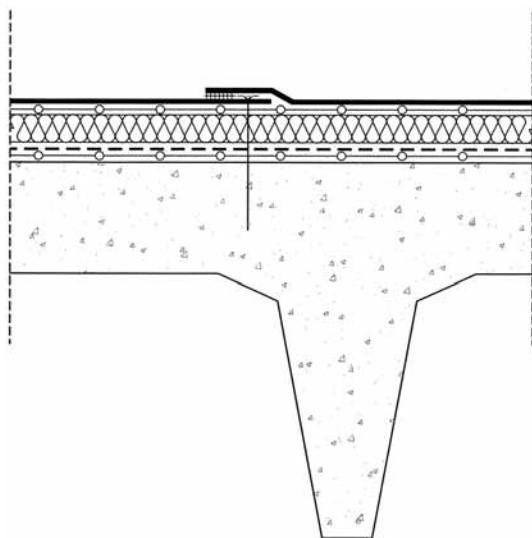


Figura 2

Fissaggio su tegoli prefabbricati

## Determinazione del numero dei fissaggi necessari

Il sistema di fissaggio sarà di tipo puntuale.

La qualità, il numero e la distribuzione dei fissaggi verrà stabilita conformemente allo schema di calcolo fornito dal produttore dei fissaggi meccanici o dalla **Harpo**. Tale calcolo verrà effettuato in base ai seguenti parametri salienti:

- posizione geografica dell'edificio;
- altezza della copertura;
- aperture presenti nell'edificio;
- tipo di struttura di supporto;
- geometria della copertura.

L'elaborazione di un calcolo specifico per un determinato progetto è basata sugli standard nazionali relativi ai carichi dinamici del vento teorici, che generalmente si

riferiscono alla verifica di stabilità per geometrie standard delle strutture, con base quadrata o rettangolare. Esempi dei dati e delle condizioni base per il calcolo dei carichi del vento per una specifica regione sono:

- velocità del vento e sua pressione di impatto, ricavabile da statistiche meteorologiche, caratteristiche geografiche e topografiche locali e particolarità morfologiche dell'area
- geometria della struttura e suddivisione della superficie della copertura, ad esempio in zone d'angolo, zone perimetrali e zone centrali
- valori dei coefficienti di pressione per queste diverse zone
- dati relativi a particolari fattori e condizioni relative al tipo di edificio, ad esempio le aperture presenti sulle pareti
- rispetto dei fattori di sicurezza fissati dalle normative nazionali

Il numero dei fissaggi è basato sui carichi del vento calcolati per le diverse zone della copertura e sul "carico di progetto per fissaggio" specificato dal produttore dei fissaggi.

Per ulteriori informazioni sul calcolo dei fissaggi e sulle linee guida operative per determinare il numero minimo richiesto di fissaggi per le membrane per coperture **HarpoPlan tipo FM**, riferirsi a documento a parte "Calcolo del fissaggio specifico per progetto".

***Il carico di progetto attribuibile a ciascun fissaggio su substrato in lamiera grecata, calcestruzzo, pannelli, limitato a 400 N/fissaggio.***

## Fissaggio lungo le linee di sovrapposizione dei fogli

I fissaggi devono essere disposti in modo da assicurare che il bordo della piastrina di fissaggio sia posizionato ad almeno 1 cm dal bordo della membrana. I fissaggi dovranno resistere alle tensioni di trazione, taglio, flessione o compressione derivanti dall'azione del vento sulla copertura ed essere approvati dal produttore degli stessi in funzione del tipo di supporto.

La larghezza dei fogli delle membrane **HarpoPlan FM** determina la distanza tra le linee di fissaggio. Nelle zone perimetrali e di angolo, o in alcune circostanze potrebbe essere consigliabile o necessario ridurre la distanza fra le linee. Ove fossero necessari più fissaggi di quanti sia possibile applicare lungo le linee di sormonto dei fogli, seguono le seguenti alternative:

ridurre la larghezza dei fogli, cioè la distanza tra le linee di fissaggio

distribuire fissaggi in aree diverse dalle linee di sormonto dei fogli: in questi casi i fissaggi andranno comunque disposti su linea retta ad intervalli più regolari possibile e, se i fissaggi penetrano nella membrana, dovranno essere saldate alla membrana di copertura delle strisce o delle rondelle di membrana sopra i fissaggi stessi.

## FISSAGGI PERIMETRALI

Questi tipi di fissaggi devono essere applicati direttamente lungo i perimetri dell'area di copertura, intorno a tutte le installazioni ed eventuali corpi emergenti, bordi e penetrazioni sul tetto. Sono necessari allo scopo di assorbire le tensioni orizzontali che si originano a livello del manto di tenuta.

I fissaggi, **tutti di tipo lineare** poiché disposti in linea retta direttamente sulla membrana, ad intervalli regolari, possono essere applicati in forma di fissaggi **continui** o fissaggi **puntuali**.

Il tipo idoneo di fissaggio andrà valutato in funzione al genere di supporto.

### Fissaggi puntuali.

Il fissaggio perimetrale di tipo **puntuale** (del tipo idoneo al genere di supporto) ai piedi delle pareti e dei rilevati in genere sarà realizzato con fissaggi meccanici per punti (fissaggio più placchetta ovoidale) secondo il numero e la disposizione definita dal produttore delle membrane.

Un minimo di ca. 3 fissaggi/m è richiesto per assicurare che vi sia una distanza massima tra i fissaggi di ca. 33 cm; si consiglia comunque una distanza minima di ca. 20 cm tra i fissaggi.

La membrana di ricopertura deve debordare di ca. 5 cm oltre i fissaggi e la saldatura deve essere almeno di 40 mm.

Nel caso invece di strutture in lamiera grecate, i fissaggi devono essere applicati in ragione di uno ogni greca.

### Fissaggi continui.

In alternativa al fissaggio di tipo puntuale si potranno utilizzare **fissaggi continui** con la posa di profili continui al piede delle pareti, fissati alla struttura con ca. 5 fissaggi/m o metodi di fissaggio similari (del tipo idoneo al genere di supporto), in modo che la distanza media tra i fissaggi sia di ca. 20 cm.

Se i fissaggi sono suscettibili di rischio di estrazione, l'intervallo tra gli stessi deve essere ridotto fino ad una distanza di minimo 15 cm in modo da assicurare condizioni di fissaggio equivalenti.

La membrana di ricopertura deve debordare di ca. 5 cm oltre i fissaggi e la saldatura deve essere almeno di 40 mm.

Nel caso invece di strutture in lamiera grecate, i fissaggi devono essere applicati in ragione di uno ogni greca.

**Nel qual caso si rivestissero contenimenti verticali con  $h >$  di 50 cm, saranno necessari fissaggi lineari intermedi aggiuntivi.**

### Fissaggi in prossimità di volumi uscenti

Per assicurare che le giunzioni con elementi strutturali in elevazione siano correttamente ancorate, deve essere assunto lo stesso carico del vento pertinente alle zone di perimetro.

## Elenco di fissaggi tipo omologati dalla HARPO

### **Fissaggio meccanico della membrana su solai in cls – tetto caldo**

La membrana verrà fissata direttamente al sottofondo mediante fissaggi omologati tipo SFS Spike D (in acciaio al carbonio indurito con trattamento contro la corrosione Durocoat) o Spike D-S (in acciaio inossidabile, austenitico grado 316) e placchette ovoidali in acciaio in Aluzinc tipo SFS IRD 82x40 mm.

Per fissaggio membrane impermeabili ed isolanti su solai in calcestruzzo di qualità K250 (25 N/mm<sup>2</sup> resistenza a compressione).

Il foro pilota nel calcestruzzo deve essere almeno 10 mm più profondo della sede del fissaggio.

Resistenza alla compressione dell'isolante 0,07 N/mm<sup>2</sup> minimo.

### **Fissaggio meccanico della membrana su solai sottili in cls – tetto caldo**

La membrana verrà fissata direttamente al sottofondo mediante fissaggi omologati tipo SFS Isofast IE (in acciaio al carbonio indurito con trattamento in Durocoat) e placchette ovoidali in acciaio al carbonio in Aluzinc tipo SFS IRD 82x40 mm.

Per fissaggio di membrane ed isolanti su solai sottili in calcestruzzo (min. resistenza del cls:  $\beta_w = 25 \text{ N/mm}^2$ ).

Spessore minimo del solaio 25 mm.

Resistenza alla compressione dell'isolante 0,07 N/mm<sup>2</sup> minimo.

### **Fissaggio meccanico su lamiera grecata – tetto caldo**

La membrana verrà fissata direttamente al sottofondo mediante fissaggi omologati tipo SFS Isofast IR (in acciaio al carbonio indurito con protezione contro la corrosione Durocoat) o Isofast IR-S (in acciaio inossidabile, austenitico grado 316) e placchette ovoidali SFS IR 82x40 mm.

Solaio in lamiera di 0,7 mm spessore (min.)

### **Fissaggio meccanico su solai in legno – tetto caldo**

La membrana verrà fissata direttamente al sottofondo mediante fissaggi omologati tipo SFS Isofast IG o SFS Isofast IW – T (in acciaio al carbonio indurito con protezione contro la corrosione Durocoat) o SFS Isofast IW – S e placchette ovoidali in acciaio al carbonio in Aluzinc SFS IRD 82x40 mm.

Spessore minimo del compensato 18 mm.

Legno omogeneo solido spessore minimo: 22 mm.

Isofast IG: per il fissaggio di membrane ed isolanti su solai in legno (resistenza alla compressione min. 0,07 N/mm<sup>2</sup>)

Isofast IW: per il fissaggio di membrane ed isolanti su solai in legno.

### **Fissaggio meccanico su solai particolari (in alluminio, legno truciolare, fibro cemento ed altri sottofondi critici) – tetto caldo**

La membrana verrà fissata mediante fissaggi omologati tipo SFS Sistema Peel Rivet TPR (corpo in alluminio/lega di magnesio – chiodo in acciaio al carbonio zincato – placchetta in acciaio al carbonio Aluzinc tipo SFS IRD 82x40 mm.).

Per ogni applicazione è comunque consigliabile un test di estrazione per verificare le prestazioni del sistema.

Per un elenco completo contattare l'ufficio tecnico **seic manti sintetici**

In accordo con le raccomandazioni generali, le membrane di copertura, incluse le zone di giunzione e di bordo, devono essere installate usando in ogni punto lo stesso tipo di materiale. Nel caso delle membrane **HarpoPlan FM** la continuità è assicurata utilizzando **lamiere Harpo** costituite da lamiera metallica galvanizzata dello spessore di 6/10 rivestita con membrana in PVC **HarpoPlan** di spessore 8/10 sulle quali la membrana verrà termosaldata.

In ogni caso, i dettagli allegati in questo quaderno di progettazione, costituiscono soltanto un esempio e possono necessitare modifiche o estensioni per progetti particolari, in modo da soddisfare sempre le raccomandazioni Harpo.

***In ogni caso, i dettagli allegati in questo quaderno di progettazione, costituiscono soltanto un esempio e possono necessitare modifiche o estensioni per progetti particolari, in modo da soddisfare sempre le raccomandazioni Harpo.***

### Giunzioni e bordi

Con l'utilizzo di membrane per coperture in PVC, ottenute per sospensione, calandrate, armate con reti di poliestere, è divenuta pratica comune applicare "fissaggi puntuali", per i fissaggi necessari nelle zone di giunzione e bordo. In accordo con questa metodologia, la membrana **HarpoPlan FM** viene risvoltata sopra all'area di giunzione sopra i "fissaggi lineari" e saldata al telo precedentemente steso e fissato meccanicamente.

### Raccordi impermeabili a parete

In corrispondenza dei volumi tecnici presenti sulla copertura (camini, muri, manufatti vari) i lembi del manto impermeabile saranno incollati al supporto con apposita colla a contatto tipo Bostik 146, saranno raccordati al supporto in verticale termosaldandoli ad un'apposita **lamiera Harpo** come di seguito descritta.

Nel caso in cui l'altezza dei parapetti perimetrali od altri elementi verticali dovesse superare i 50 cm, non sarà sufficiente incollare solamente la membrana al supporto, ma sarà necessario applicare degli ulteriori fissaggi lineari intermedi aggiuntivi.

La membrana che ricopre il parapetto sarà risvoltata in orizzontale al piede del parapetto per almeno 12 cm poiché al piede del parapetto andrà precedentemente realizzato un fissaggio meccanico (di opportuno tipo, diametro e frequenza) della membrana stesa orizzontalmente al supporto; il fissaggio andrà ricoperto con il telo risvoltato realizzando una larghezza di saldatura al piede del parapetto di almeno 40 mm.

Se il supporto della copertura è costituito da lamiera profilata in acciaio, il raccordo tra sottofondo metallico e struttura di sostegno verticale deve prevedere l'inserimento di una piastra angolare che consenta la disposizione di un fissaggio meccanico.

## Raccordi a parete (profilo fermamanto)

In corrispondenza dei volumi tecnici presenti sulla copertura (camini, muri, manufatti vari) i lembi del manto impermeabile saranno risvoltati in verticale su tali elementi e termosaldati ad un'apposita **lamiera Harpo** costituita da lamiera metallica galvanizzata dello spessore di 6/10 rivestita con membrana in PVC **HarpoPlan** di spessore 8/10. La laminazione ha le stesse caratteristiche e compatibilità delle membrane di copertura **HarpoPlan** che possono essere saldate omogeneamente alla superficie laminata a patto che la superficie libera sia almeno pari a ca. 5 cm. Tale profilo metallico sarà stato precedentemente ancorato al supporto verticale con tasselli ad espansione d'opportuno diametro e frequenza.

Tale profilo metallico sarà stato precedentemente ancorato al supporto verticale con tasselli ad espansione d'opportuno diametro e frequenza. Sul bordo superiore della lamiera verrà quindi spalmato un sigillante poliuretano tipo **FLEXIL** della Harpo per assicurare la tenuta dell'elemento di fissaggio all'infiltrazione d'acqua.

Le **lamiere Harpo** possono essere tagliate e piegate con gli usuali attrezzi utilizzati per i lavori di carpenteria metallica così che tutti i profili per i dettagli delle giunzioni e dei raccordi possono essere fabbricati in cantiere.

I profili in lamiera rivestita devono essere giuntati accostando i due segmenti adiacenti testa a testa fra loro con spaziatura di ca. 3 mm e sovrapponendo poi un terzo pezzo ai due con sormonto di ca. 2 cm.

Il giunto flessibile può essere realizzato assicurando provvisoriamente il pezzo di raccordo con nastro adesivo, coprendolo con una striscia di membrana per copertura omogenea **HarpoPlan O**, la striscia di membrana viene quindi saldata alla superficie della lamiera rivestita su entrambi i lati del nastro adesivo. Non sono necessarie strisce di membrana se, dopo che il giunto è stato assicurato col nastro adesivo, l'intera superficie del profilo è ricoperta dalla membrana di copertura.

## Finitura perimetrale in testa a cordoli o muretti

In prossimità dei cordoli o muretti perimetrali della copertura, i lembi della membrana d'impermeabilizzazione che li ricoprono verranno incollati se necessario al supporto con apposita colla a contatto tipo **Bostik 146** e termosaldati in testa ad una **lamiera Harpo** costituita da lamiera metallica galvanizzata dello spessore di 6/10 rivestita con membrana in PVC **HarpoPlan** di spessore 8/10, ancorata al supporto con tasselli d'opportuno tipo, diametro e frequenza, previa interposizione di opportuna guarnizione per assicurare la tenuta dell'elemento all'infiltrazione d'acqua e al vento.

In alternativa, il lembo terminale del risvolto verrà fissato meccanicamente sulla testata dei cordoli o muretti perimetrali della copertura, secondo il calcolo fornito dal produttore del manto di tenuta o dalla ditta fornitrice dei fissaggi; il tutto sarà poi completato dalla posa di un cappellotto metallico di coronamento.

## Fissaggi ai piedi delle pareti

Lungo i perimetri dell'area di copertura, intorno a tutte le installazioni ed eventuali corpi emergenti sul tetto verranno realizzati fissaggi di tipo puntuale come già precedentemente descritto.

La Direzione Lavori si riserverà la facoltà di richiedere eventualmente in alternativa al fissaggio di tipo puntuale la posa di un profilo d'ancoraggio al piede delle pareti e dei rilevati in genere, nonché in corrispondenza delle concavità derivanti da variazioni di direzione dei piani d'intervento con il quale verrà fissata meccanicamente la membrana impermeabile orizzontale.

La membrana di ricopertura deve debordare di ca. 5 cm oltre i fissaggi, e la saldatura deve essere di almeno 4 cm.

## Raccordo a lucernari

In prossimità dei lucernari, il manto dovrà essere incollato ai basamenti verticali mediante colla a contatto **Bostik 146**. Il lembo terminale del manto verrà risvoltato sulla testa del basamento che sarà successivamente ricoperta dall'installazione del lucernario. Successivamente i risvolti verranno sigillati mediante l'applicazione di un sigillante poliuretano **FLEXIL**.

## Linee di impluvi

Con le membrane **HarpoPlan FM**, è sempre necessaria la costruzione di dettagli per le zone di raccordo negli impluvi, ogni volta che l'angolo formato dalle diverse pendenze della copertura è compreso tra 0° e 177°. Se tale angolo si trova tra 177° e 180°, tale zona di raccordo non è necessaria.

## Rivestimento tubi passanti

Eventuali tubazioni passanti che dovessero emergere dal solaio di copertura, verranno rivestite mediante elemento presagomato in membrana omogenea **HarpoPlan O** per dettagli tecnici, compatibile col manto di copertura. Lo stesso elemento verrà quindi termosaldato ad aria calda al manto di copertura.

Sulla parte superiore dell'elemento impermeabile verrà stretta meccanicamente una fascetta d'acciaio inox (compatibilmente con le misure disponibili sul mercato) e sarà quindi effettuata una sigillatura con un sigillante poliuretano **FLEXIL**.



## Raccordo a bocchettoni di scarico

Il raccordo agli scarichi verrà realizzato con la posa di un elemento presagomato in membrana tipo **HarpoPlan O** per dettagli tecnici o con un elemento in PVC, compatibile col manto impermeabile di copertura ed approvato dal produttore.

Tale elemento sarà raccordato alla membrana d'impermeabilizzazione mediante termosaldatura ad aria calda. Ad ulteriore protezione del bocchettone dall'intasamento, verrà posizionata una griglia parafoglie. Gli scarichi dovranno essere realizzati in PVC rigido muniti d'opportuna guarnizione antirigurgito e dovranno essere fissati meccanicamente al solaio.

Il PVC degli scarichi dovrà essere compatibile con la membrana **HarpoPlan FM**.

## Giunti di dilatazione

Quando vengono utilizzate membrane per coperture **HarpoPlan FM**, movimenti di piccola entità ( $\leq 5$  mm) nella membrana posata libera possono essere sopportati, così che per tetti coibentati, generalmente non sono necessarie misure particolari.

Nel caso in cui non vi sia alcun isolamento termico, i giunti sottostanti la membrana devono essere coperti con un profilo metallico di supporto che deve essere fissato da un solo lato. Profili metallici laminati o altri componenti ausiliari non devono essere posti sopra al giunto di espansione.

## Percorsi pedonali sulla copertura

I percorsi pedonali eventualmente presenti sulla copertura per la manutenzione della stessa o l'accesso a manufatti (lucernari, camini, ecc.) potranno essere realizzati mediante l'applicazione di una membrana in PVC **HarpoPlan Camminamenti**, calandrata, armata in poliestere, resistente ai raggi UV, con superficie antiscivolo appositamente predisposta che verrà termosaldata alla membrana d'impermeabilizzazione di copertura.

## Accessori

L'industria fornisce una gamma completa di accessori per membrane di copertura in PVC, quali componenti, fissaggi, ecc...

Generalmente insieme agli accessori vengono fornite istruzioni di installazione o d'uso che chiariscono i campi di applicazione e le caratteristiche del materiale. E' sempre necessario attenersi a queste specifiche tecniche. In caso di dubbio, è consigliabile richiedere chiarimenti prima dell'utilizzo.

## Principi base di installazione di accessori per membrane HarpoPlan FM

Generalmente è possibile effettuare una saldatura omogenea tra la membrana di copertura **HarpoPlan FM** e qualsiasi accessorio che:

- sia integralmente costituito da PVC – u (rigido)
- possieda un'apposita giunzione prefabbricata come: raccordi incorporati costituiti da lembi di membrana omogenea per coperture in PVC, non compatibili con il bitume; flange di raccordo incorporate costituite da PVC – u

Deve essere possibile creare una saldatura omogenea tra qualsiasi accessorio prefabbricato e la membrana di copertura in accordo con quanto descritto nel paragrafo “giunzioni”.

In caso di bocchettoni sul tetto, è pratica comune usare connessioni nelle quali la membrana viene inserita in flange a pressione. In questo caso, è importante assicurarsi che la membrana di copertura non possa restare lasca nella flangia.

Nei casi in cui la membrana deve essere ammorbidita con aria calda e modellata in modo da raccordarsi con speciali accessori o penetrazioni, possono essere usate per questi dettagli le membrane omogenee **HarpoPlan O**. Penetrazioni sul tetto e componenti che possono essere raccordati alla membrana **HarpoPlan FM** soltanto per incollaggio devono essere usati solo quando assolutamente necessario.

Dato che i bordi incollati sono particolarmente soggetti a problemi di tenuta idraulica nel tempo, essi devono essere posti sopra il livello del battente d'acqua ed assicurati con fasce stringi tubo o profili a tenuta o metodi simili.

In corrispondenza della sigillatura, il fissaggio deve essere applicato secondo quanto descritto nel paragrafo “fissaggi perimetrali”.

Quando si lavora con accessori, devono essere rispettate le istruzioni fornite dal produttore.

# PROGETTI DI RIFACIMENTO SU VECCHIE COPERTURE

## Principi base

Per rifacimenti su tetti esistenti con membrane **HarpoPlan FM**, devono essere osservate le seguenti raccomandazioni.

La preparazione del supporto deve soddisfare i requisiti base per l'applicazione della stratigrafia di copertura. La struttura deve rispettare le norme vigenti al momento dei lavori di rifacimento.

Per qualsiasi progetto di rifacimento è basilare ispezionare attentamente le condizioni attuali della copertura e stabilire eventualmente le cause del deterioramento dell'impermeabilizzazione esistente. In caso di dubbio, è consigliabile richiedere l'intervento di consulenti esterni.

In particolare, potranno essere effettuate le seguenti verifiche:

- Condizioni fisiche della struttura relativamente alla penetrazione di umidità e ai cicli di imbibizione/asciugatura.
- Condizioni degli eventuali strati di isolamento termico presenti e valutazione di eventuale rimozione/sostituzione
- Potenziale effetto statico/strutturale o dinamico di movimenti nella membrana, causati da insufficiente peso della zavorra precedentemente prevista rispetto al carico del vento o da scorretto metodo di posa.
- Stress meccanici e chimici sulla membrana di copertura

## Requisiti dei singoli strati

### Preparazione della superficie da rinnovare

#### *Preparazione di superfici bituminose*

Se lo strato di isolamento termico presente nella stratigrafia esistente va conservato, o se la guaina esistente è posata direttamente sul substrato, devono essere seguite le procedure sotto riportate. Qualsiasi piega, bolla, irregolarità deve essere rimossa per compressione o taglio, con successivo incollaggio della guaina in loco.

A seconda del danno e della causa, la vecchia membrana può essere parzialmente o completamente rimossa. Il mastice bituminoso deve essere rimosso. Piccoli residui di sostanze bituminose devono essere coperti con un foglio di polietilene di almeno 0,1 mm di spessore; aree più grandi di questo tipo sono accettabili solo se le condizioni fisiche strutturali non vengono compromesse.

Se sono presenti componenti catramosi nella stratigrafia, deve essere prestata particolare cura al loro trattamento.

### *Preparazione di superfici con membrane ad alto polimeri*

Le caratteristiche di diffusione del vapore delle membrane altopolimeriche variano a seconda del materiale e del tipo di membrana. E' importante verificare inoltre se tali membrane sono state posate libere o incollate.

Allo scopo di verificare l'esatta situazione della stratigrafia esistente e assicurare la migliore riuscita dei lavori di rifacimento, è opportuno rimuovere sempre la membrana esistente. Qualsiasi elemento bituminoso della stratigrafia deve essere trattato come descritto nel paragrafo precedente.

Se vengono rinvenuti strati separatori sotto la vecchia membrana, è possibile valutare il loro eventuale reimpiego.

### **Strato di separazione e strato di compensazione**

Se la membrana esistente deve essere rimossa con tutta la stratigrafia esistente e la nuova membrana verrà installata senza isolamento termico, deve essere installato uno strato di compensazione sotto la membrana stessa, che agirà anche da separatore nei confronti di eventuali residui o strati bituminosi.

Se lo strato di isolamento termico non viene rimosso, tale elemento deve soddisfare i requisiti richiesti al momento del rifacimento. Occorrerà inoltre prestare attenzione alla necessità di posizionare un elemento separatore tra isolante e nuova membrana di impermeabilizzazione.

### **Installazione della nuova membrana di copertura**

La nuova membrana di copertura **HarpoPlan FM** deve essere installata secondo le raccomandazioni già descritte nel presente dossier tecnico.

### **Giunzioni, perimetri, penetrazioni**

Qualunque elemento presente nella stratigrafia esistente con la funzione di accessorio per il fissaggio di lucernari o altri elementi simili deve essere esaminato per il suo eventuale reimpiego. Gli elementi danneggiati vanno sostituiti. Qualsiasi elemento di fissaggio va esaminato per verificarne la funzionalità; il supporto infine dovrà garantire comunque la necessaria resistenza meccanica contro l'estrazione dei fissaggi, che verrà verificata con opportune prove dalle ditte produttrici dei fissaggi.

# CALCOLO DELLO SCHEMA DI FISSAGGIO MECCANICO

Il buon risultato di impermeabilizzazione con il sistema qui descritto in copertura è dato dal corretto calcolo dei fissaggi con cui la membrana è assicurata alla struttura portante. Questo elemento, spesso sottovalutato, determina nella maggior parte dei casi la riuscita finale dell'intera opera.

Le forze e gli elementi in gioco in copertura sono a volte complessi, il calcolo del tipo e numero dei fissaggi deve essere eseguito da personale qualificato.

Le forze che sollecitano il supporto, soprattutto se in lamiera, si ripercuotono su tutta la struttura. E' facile quindi capire che anche il fissaggio del telaio sottostante diventa importante ai fini della tenuta di tutto il sistema di rivestimento.

Tutta la costruzione deve quindi resistere senza deformazioni permanenti agli effetti combinati del vento (forze negative di depressione) con quelle dei carichi ad es. della neve (forze positive di carico verticale). Nonché alle forze generate dalla dilatazione dei metalli.

E' di fondamentale importanza quindi conoscere le caratteristiche climatiche della regione dove vogliamo eseguire l'opera, ed eseguire un calcolo tenendo in considerazione tutti questi elementi.

## Ripercussioni del carico del vento sul manto di copertura

L'effetto del carico del vento in copertura si manifesta in forma di risucchio ed eventuale carico di compressione sulla membrana di impermeabilizzazione. E' quindi necessario impedire il sollevamento della membrana sotto l'azione del vento ancorando la membrana alla struttura portante a mezzo di opportuni fissaggi meccanici.

## Determinazione del numero dei fissaggi necessari

Il calcolo dello schema di fissaggio meccanico per l'Italia, verrà effettuato dall'Ufficio tecnico Seic manti sintetici della Harpo o dal produttore dei fissaggi, conformemente alle procedure secondo le Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996, sostitutive di quelle emanate con il decreto del 12 febbraio 1982.

Le azioni del vento sono trattate nel cap. 7 della circolare ministeriale 4 luglio 1996 n° 156 che definisce le istruzioni per l'applicazione delle norme di cui al decreto 16 gennaio 1996.

*[ ] Il vento, la cui direzione si considera di regola orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo provocando, in generale, effetti dinamici.*

*Le azioni statiche del vento si traducono in pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.*

*L'azione del vento sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione pi*

gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

Nel caso di costruzioni o elementi di grande estensione, si deve inoltre tenere conto delle azioni tangenti esercitate dal vento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando di regola, come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi particolari, come ad esempio per le torri, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di una delle diagonali.

[ ] La velocità di riferimento  $v_{ref}$  il valore massimo, riferito ad un intervallo di ritorno di 50 anni, della velocità del vento misurata a 10 m dal suolo su un terreno di II categoria (vedi tabella 7.2.) e mediata su 10 minuti.

Fornire ai nostri clienti il calcolo del fissaggio meccanico rientra nel nostro impegno volto ad offrire un servizio completo e di qualità.

L'ufficio tecnico Harpo o il fornitore dei fissaggi, per effettuare il calcolo e per fornire tipo e numero dei fissaggi avrà bisogno delle seguenti informazioni che potranno essere fornite dal tecnico che progetta la struttura dell'edificio:

- posizione geografica dell'edificio per esempio "Regione" e "Zona";
- altezza dell'edificio;
- aperture presenti nell'edificio;
- stratigrafia della struttura di supporto (materiali, spessori e specifiche se trattasi di materiali nuovi o di nuova posa);
- geometria della copertura.

Elaborare un calcolo specifico per un determinato progetto è basato su standard nazionali relativi ai carichi dinamici del vento teorici, che generalmente si riferiscono alla verifica di stabilità per geometrie standard delle strutture, con base quadrata o rettangolare.

Esempi dei dati e delle condizioni base per il calcolo dei carichi del vento per una specifica regione sono:

- velocità del vento e sua pressione di impatto, ricavabile da statistiche meteorologiche, caratteristiche geografiche e topografiche locali e particolarità morfologiche dell'area
- geometria della struttura e suddivisione della superficie della copertura, ad esempio in zone d'angolo, zone perimetrali e zone centrali
- valori dei coefficienti di pressione per queste diverse zone
- dati relativi a particolari fattori e condizioni relative al tipo di edificio, ad esempio le aperture presenti sulle pareti
- rispetto dei fattori di sicurezza fissati dalle normative nazionali

Il numero dei fissaggi è basato sui carichi del vento calcolati per le diverse zone della copertura e sul "carico di progetto per fissaggio" specificato e garantito dal produttore della membrana

In alcuni casi le normative generali specificano un numero minimo di fissaggi in fissaggi/m<sup>2</sup>.

## Fattori di influenza sul carico del vento

### Posizione dell'edificio

La posizione dell'edificio è decisiva nel determinare il valore della sollecitazione dovuta all'azione del vento; basti pensare come le zone costiere siano più esposte rispetto a zone più interne o nelle grandi città.

Da non trascurare inoltre il dato relativo alla forma del territorio.

### Forma dell'edificio

Un ulteriore fattore decisivo nei calcoli del carico dovuto al vento è la forma dell'edificio nell'ambito del rapporto fra larghezza altezza e lunghezza. Sulla copertura si verificano differenti forze di risucchio nelle diverse zone (zone d'angolo, zone di bordo e zone interne); queste forze diminuiscono man mano che ci si allontana dalla zona d'angolo e si procede verso la zona interna.

### Altezza dell'edificio (fig. 1)

La pressione dinamica dipende direttamente dalla velocità del vento e dall'altezza dal livello del suolo. L'altezza dell'edificio si misura in linea di principio, fino al tetto ( $h_1$ ,  $h_3$ ,  $h_4$ ). Se l'edificio si trova sopra un rilevato, l'altezza viene misurata a partire dai piedi della collina ( $h_2$ ).

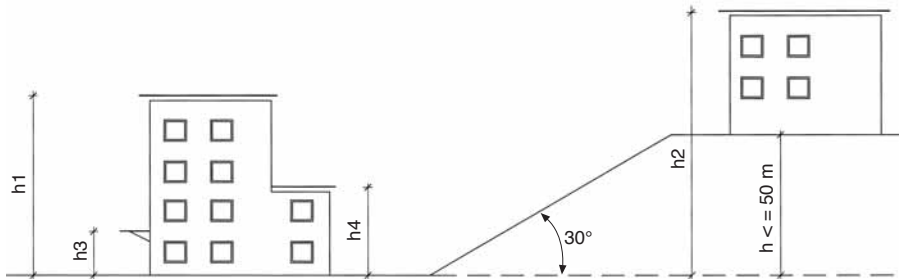
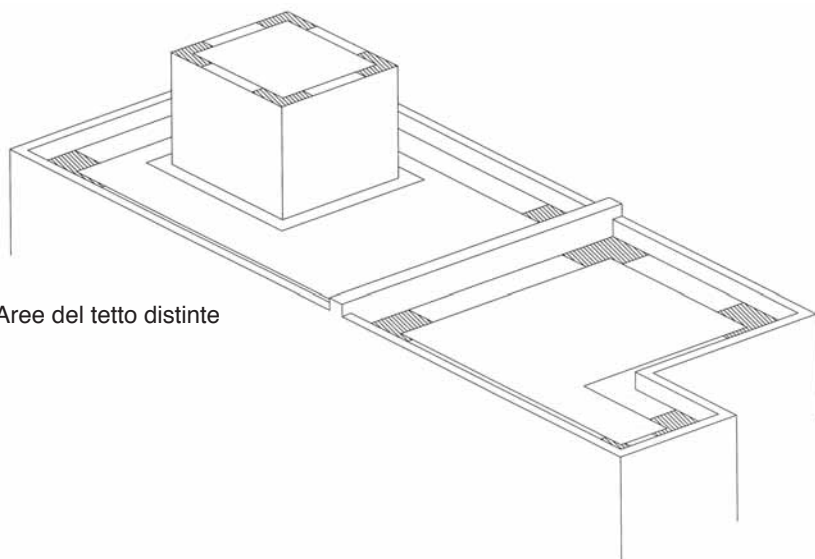


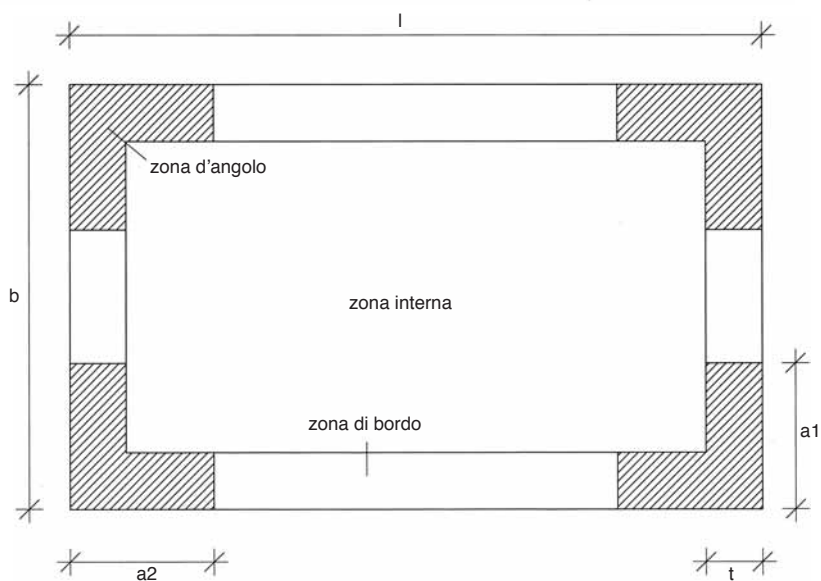
Fig.1

### Determinazione dell'altezza dell'edificio

Le parti della copertura in cui il livello varia più di 1 m devono essere considerate aree del tetto distinte e devono essere calcolate di conseguenza



Aree del tetto distinte



### Zone del tetto

Per determinare i bordi dei tetti piani maggiormente soggetti all'aspirazione del vento rispetto alla zona centrale, poichè queste zone dipendono da larghezza, lunghezza, altezza dell'edificio si utilizza la tabella seguente:

Calcolo di  $t$ :

$t =$  più piccolo di  $0,1b$  o  $0,4h$

calcolo di  $a_1$ :

$a_1 = 2t$

calcolo di  $a_2$ :

se  $l/b < 1,5$  allora  $a_2 = a_1$

se  $l/b > 1,5$  allora  $a_2 = 2a_1$



*Geometria dell' edificio*

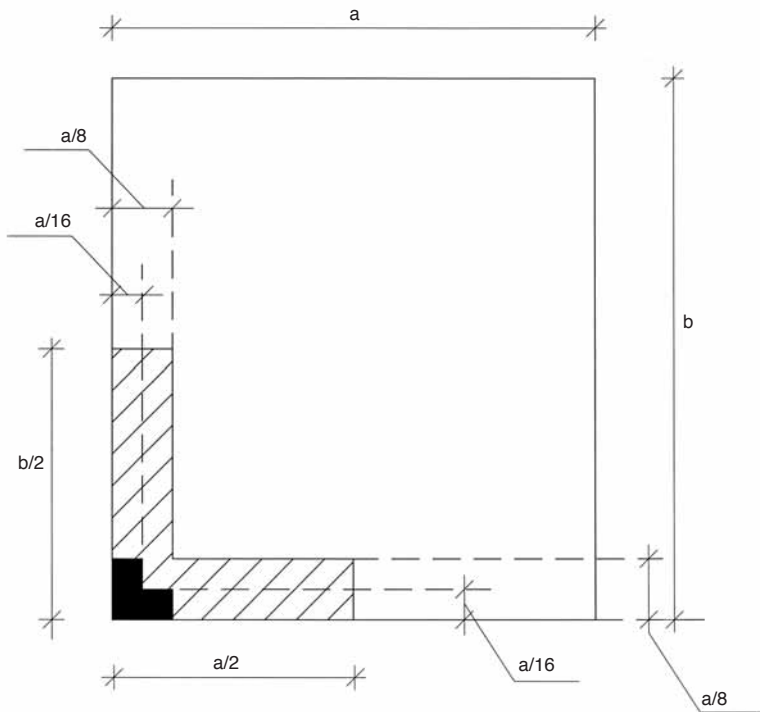
A causa dell'effetto "risucchio" del vento in copertura, il tetto piano viene maggiormente sollecitato negli angoli e lungo i bordi piuttosto che nell'area centrale.

La dimensione delle aree di bordo, d'angolo e interne viene stabilita in funzione della geometria dell'edificio:

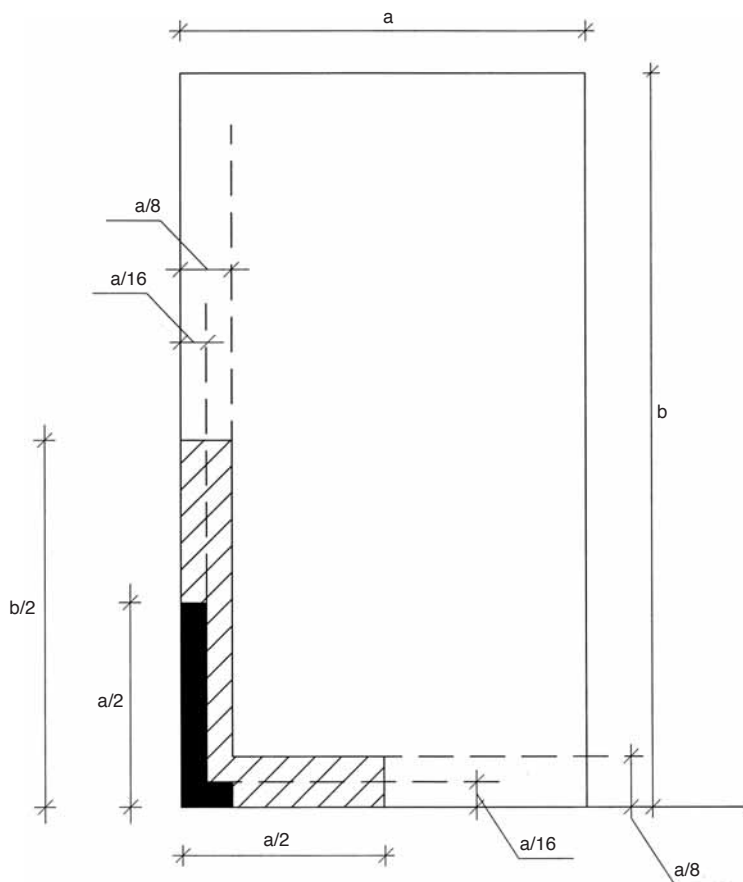
- secondo il rapporto fra lunghezza (b) e larghezza (a) così come secondo il
- rapporto fra altezza (h) e larghezza dell'edificio (a).

La formazione di una zona d'angolo separata può venire meno nel caso di edifici di grosse dimensioni e superficie molto piana con un rapporto altezza-larghezza ( $h/a$ )  $< 0,1$ .

Pianta del tetto per  $b \leq 1,5a$



Pianta del tetto per  $b \geq 1,5a$



### Carico dovuto al vento

I carichi dovuti al vento dipendono:

- dalla velocità del vento  $V$  (m/sec) e dalla risultante pressione dinamica  $q$  (KN/m<sup>2</sup>) in funzione della posizione e altezza dell'edificio
- dal coefficiente aerodinamico  $c_p$  (per aree d'angolo, di bordo e interno)
- dalla pressione interna  $c_{pi}$  definita in forma determinante dalla struttura dell'edificio e del tetto
- dal fattore di sicurezza  $S$

segue quindi la formula:

$$W \text{ (KN/m}^2\text{)} = (c_p + c_{pi}) \times q \times S$$

Le stime e i grafici di seguito riportati andranno presi in considerazione solo per una valutazione indicativa di costi e non andranno considerati per la progettazione; il numero dei dispositivi di fissaggio, la loro corretta disposizione e l'interasse tra le linee di fissaggio riferita al progetto specifico andrà invece opportunamente calcolato con apposito calcolo di fissaggio meccanico.

### Stima indicativa dei dispositivi di fissaggio necessari per m<sup>2</sup> in caso di sottofondi in acciaio profilato, cls e legno.

Edificio con pressione interna												
Zona	1			2			3			4		
Altezza dell'edificio (m)	≤10	20	30	≤10	20	30	≤10	20	30	≤10	20	30
SFS												
Interno	2,0	2,0	2,0	2,0	2,4	2,6	2,3	3,0	3,2	2,7	3,6	3,8
Bordo	2,2	2,9	3,2	2,9	3,9	4,2	3,7	4,9	5,2	4,4	5,9	6,1
Angolo	3,0	4,1	4,5	4,1	5,4	5,8	5,1	6,8	7,2	6,1	8,1	8,5

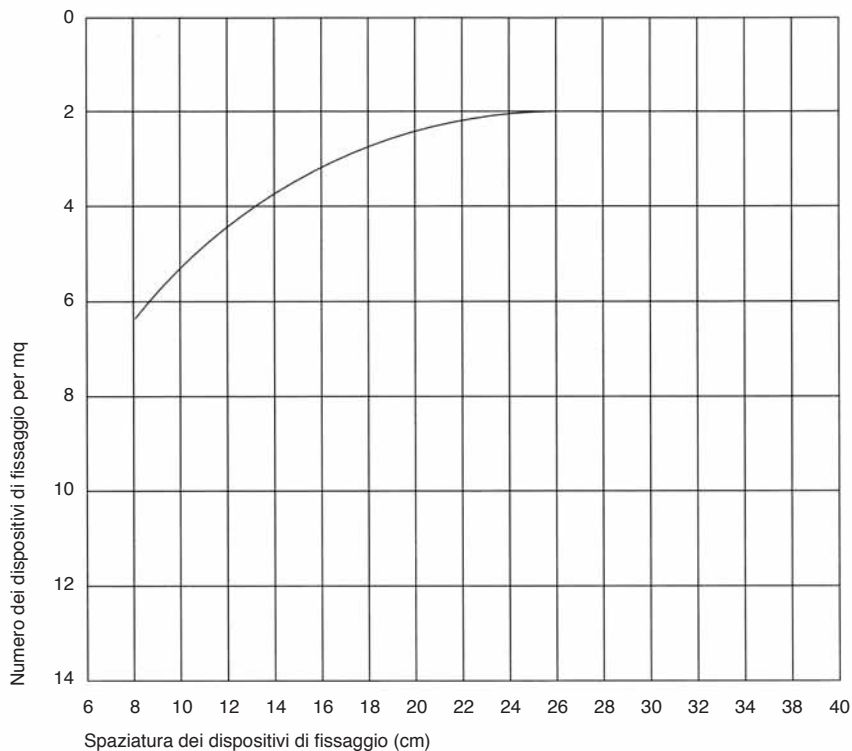
**Tabella 2a:** Stima indicativa dei dispositivi di fissaggio necessari per m<sup>2</sup> per tetti piani con pressione interna.

Edificio senza pressione interna												
Zona	1			2			3			4		
Altezza dell'edificio (m)	≤10	20	30	≤10	20	30	≤10	20	30	≤10	20	30
SFS												
Interno	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,4
Bordo	2,0	2,3	2,5	2,3	3,0	3,2	2,8	3,8	4,0	3,4	4,5	4,7
Angolo	2,5	3,4	3,7	3,4	4,5	4,8	4,2	5,6	6,0	5,1	6,8	7,1

**Tabella 2b:** Stima indicativa dei dispositivi di fissaggio necessari per m<sup>2</sup> per tetti piani senza pressione interna.

## Interasse linee di fissaggio

L'interasse tra le linee di fissaggio dipende generalmente dalla larghezza della membrana e, in caso di sottofondo in acciaio, dalla distanza tra i profili. La spaziatura dei dispositivi di fissaggio in relazione alla larghezza della membrana può essere determinata indicativamente utilizzando il seguente grafico.



Spaziatura dei dispositivi di fissaggio in base alla larghezza della membrana: la curva in grafico è rappresentativa per membrane di larghezza 2 mt.

## Il programma di calcolo

Con un sistema di progettazione computerizzato si può calcolare lo schema di fissaggio più economico. Il produttore della membrana o il fornitore dei fissaggi forniranno gli schemi che l'installatore seguirà in fase di posa, ovvero:

- numero dei fissaggi per m<sup>2</sup>
- indicazioni delle zone d'angolo, di bordo e interne
- numero totale di dispositivi di fissaggio necessari
- spaziatura dei dispositivi di fissaggio

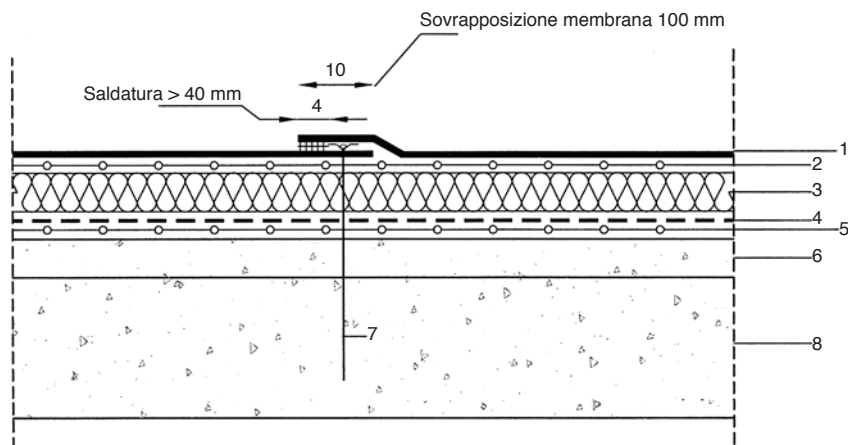


Simulatore del carico del vento controllato dal computer

*Per gentile concessione della SFS Intec.*

# Schemi tipo

**Schemi tipo**

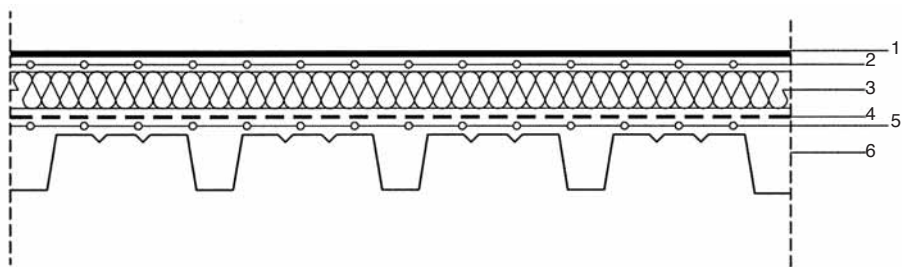


- |   |  |
|---|--|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> | <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> <p>7 Fissaggio meccanico: fissaggi tipo per es. SFS SPIKE e distribuzione delle placchette (passo secondo istruzioni separate)</p> <p>8 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> |
|---|--|

Sistema:  
**Coperture esposte**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa libera con fissaggio meccanico  
Stratigrafia tipo per supporto in cemento armato

Vieta la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.



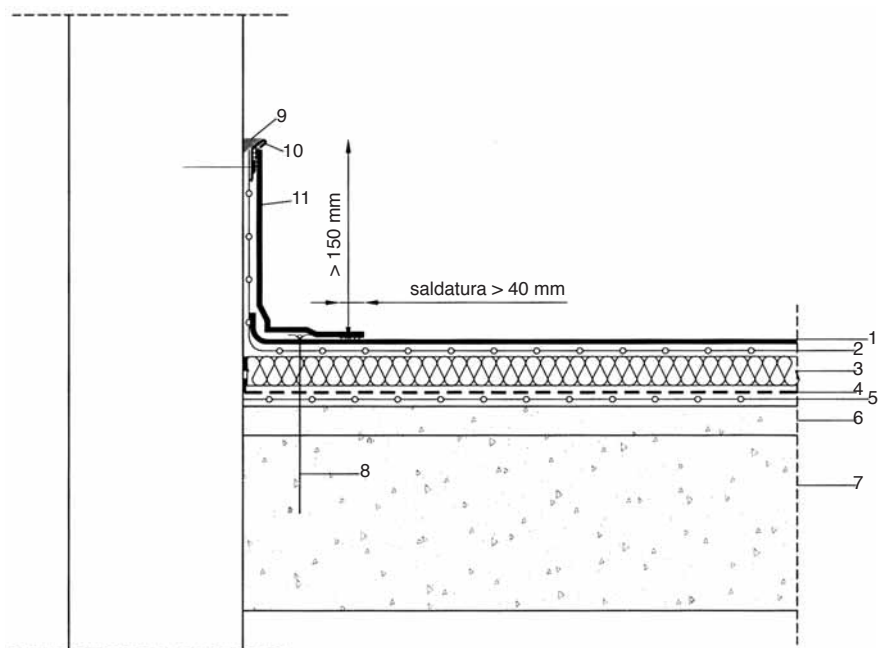
- |  |   |
|--|---|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> | <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> <p>6 Lamiera grecate in acciaio galvanizzato, sp. minimo 0,75 mm</p> |
|--|---|

Sistema:  
**Coperture esposte**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa libera con fissaggio meccanico  
Stratigrafia tipo per supporto in lamiera grecata

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.



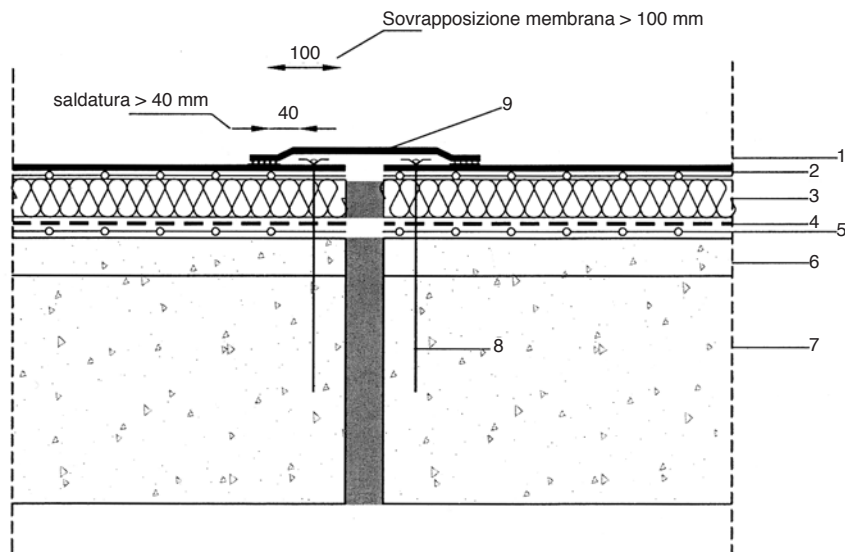


- |  |   |
|--|---|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> | <p>7 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> <p>8 Fissaggio di bordo: fissaggio tipo SFS SPIKE e distribuzione delle placchette</p> <p>9 Sigillante tipo <b>FLEXIL</b></p> <p>10 Aggancio: bandella in lamiera zincata, fissata con tasselli ad espansione ai corpi rilevati rivestita di lamina di manto sintetico</p> <p>11 Striscia di membrana <b>HarpoPlan FM</b> incollata provvisoriamente con colla a contatto Bostik 146</p> |
|--|---|

Sistema:  
**Coperture a vista**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa con fissaggio meccanico  
Dettaglio tipo di fissaggio al bordo della membrana **HarpoPlan FM**

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

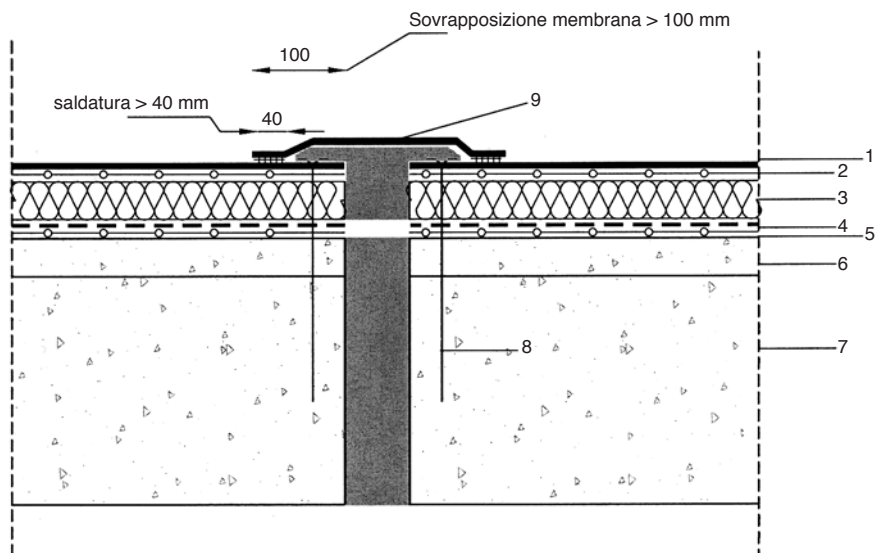


- |  |  |
|--|--|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> con fissaggio meccanico</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> | <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> <p>7 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> <p>8 Fissaggio meccanico: fissaggio tipo SFS e distribuzione delle placchette (passo secondo le istruzioni separate)</p> <p>9 Striscia di membrana non rinforzata <b>HarpoPlan O</b></p> |
|--|--|

Sistema:  
**Coperture esposte**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, supporto in cemento armato  
Dettaglio tipo del giunto di dilatazione, lunghezza dei giunti < 20 mm

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

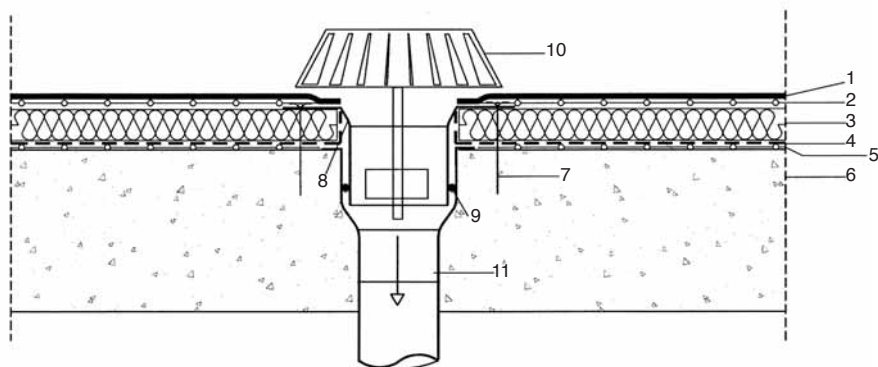


- |  |   |
|--|---|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> con fissaggio meccanico</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> | <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> <p>7 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> <p>8 Fissaggio meccanico: fissaggio tipo SFS e distribuzione delle placchette (passo secondo e istruzioni separate)</p> <p>9 Striscia di membrana non rinforzata <b>HarpoPlan O</b></p> |
|--|---|

Sistema:  
**Coperture esposte**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, supporto in cemento armato  
Dettaglio tipo del giunto di dilatazione, lunghezza dei giunti > 21 mm

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

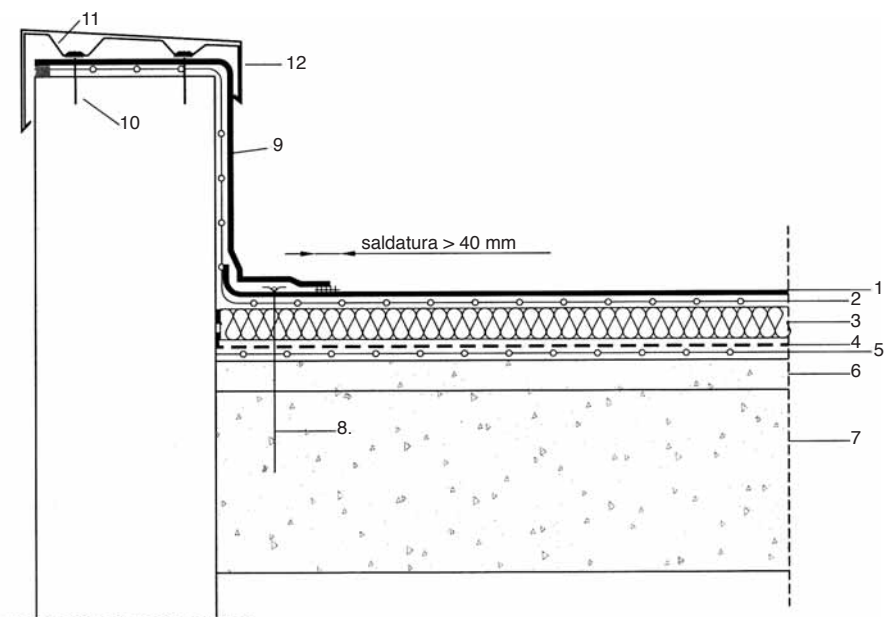


- |   |  |
|---|--|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> saldata ad aria calda sul pluviale</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> | <p>6 Soletta in c.a.</p> <p>7 Fissaggio meccanico</p> <p>8 Pluviale di scarico prefabbricato rivestito in PVC, fissato al substrato</p> <p>9 Guarnizioni antirigugito</p> <p>10 Parafoglie</p> <p>11 Pluviale di scarico</p> |
|---|--|

Sistema:  
**Coperture esposte**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, supporto in cemento armato  
Dettaglio tipo del pluviale di scarico

Vieta la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

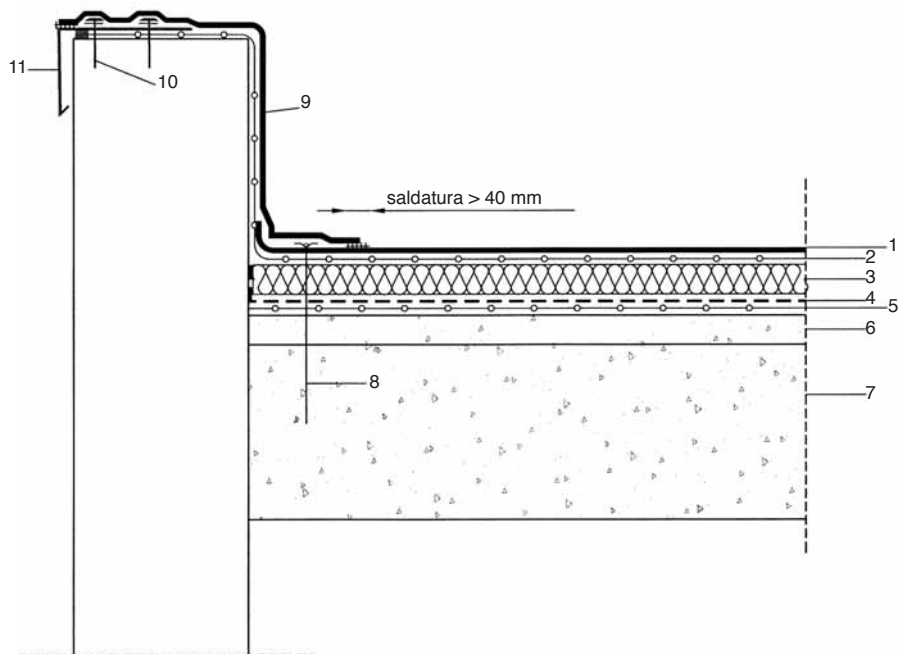


- |   |   |
|---|---|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> <p>7 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> | <p>8 Fissaggio di bordo: fissaggio tipo SFS SPIKE e distribuzione delle placchette</p> <p>9 Striscia di membrana <b>HarpoPlan FM</b> incollata provvisoriamente con colla a contatto</p> <p>10 Penetrazione di viti nella membrana <b>HarpoPlan FM</b> sigillata con sigillante tipo <b>FLEXIL</b></p> <p>11 Montaggio di un profilo d'acciaio per il rivestimento metallico, fissato con viti autofilettanti e rondelle</p> <p>12 Rivestimento metallico</p> |
|---|---|

Sistema:  
**Coperture a vista**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa con fissaggio meccanico  
Dettaglio tipo del bordo e del parapetto di copertura

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

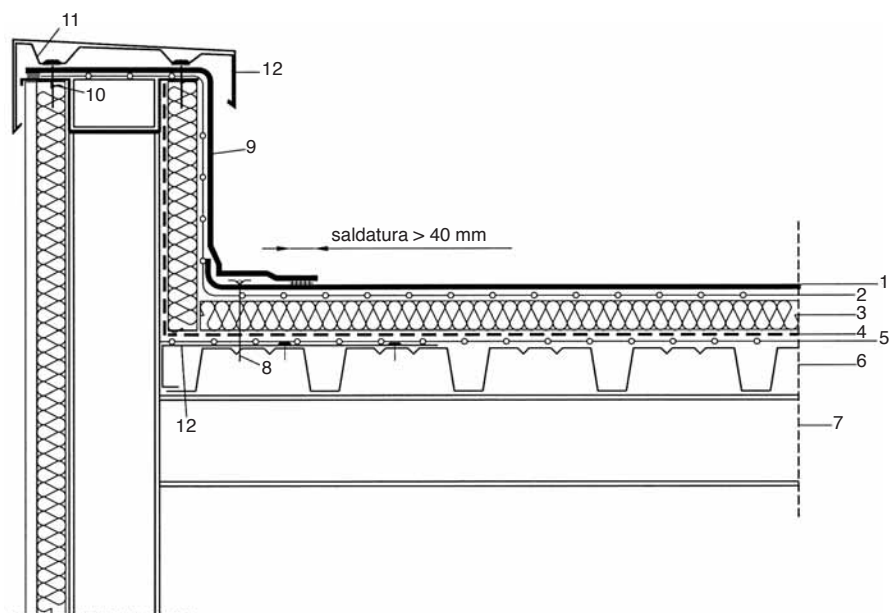


- |   |   |
|---|---|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> <p>6 Massetto delle pendenze collaborante (pendenza min. consigliata &gt;1%)</p> <p>7 Substrato: piano di copertura in c.a.</p> | <p>8 Fissaggio di bordo: fissaggio tipo SFS SPIKE e distribuzione delle placchette</p> <p>9 Striscia di membrana <b>HarpoPlan FM</b> incollata provvisoriamente con colla a contatto</p> <p>10 Penetrazione di viti autofilettanti e rondelle nella membrana <b>HarpoPlan FM</b> sigillata con sigillante tipo <b>FLEXIL</b></p> <p>11 Aggancio: bandella in lamiera zincata, fissata con tasselli ad espansione ai corpi rilevati rivestita di lamina di manto sintetico</p> |
|---|---|

Sistema:  
**Coperture a vista**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa con fissaggio meccanico  
Dettaglio tipo finitura del perimetro con profilo rivestito

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.



- |   |  |
|---|--|
| <p>1 Membrana di impermeabilizzazione <b>HarpoPlan FM</b> fissata meccanicamente</p> <p>2 Strato di separazione: geotessile</p> <p>3 Isolamento termico: p.e. polistirene o lana di roccia (sp. specificato da capitolato)</p> <p>4 Barriera a vapore: foglio in PE (0.30 mm)</p> <p>5 Eventuale strato di regolarizzazione o compensazione</p> <p>6 Substrato: lamiera grecata in acciaio galvanizzato (pendenza min. consigliata 1%), sp. minimo 0,75 mm</p> <p>7 Travatura secondaria</p> <p>8 Fissaggio di bordo: fissaggio tipo SFS viti autofilettanti e distribuzione delle placchette</p> | <p>9 Striscia di membrana <b>HarpoPlan FM</b> incollata provvisoriamente con colla a contatto</p> <p>10 Penetrazione di viti nella membrana <b>HarpoPlan FM</b> sigillata con sigillante tipo <b>FLEXIL</b></p> <p>11 Montaggio di un profilo d'acciaio per il rivestimento metallico, fissato con viti autofilettanti e rondelle</p> <p>12 Rivestimento metallico</p> <p>13 Angolare di supporto in acciaio fissato con viti autofilettanti</p> |
|---|--|

Sistema:  
**Coperture a vista**

Titolo:  
Membrana di copertura **HarpoPlan FM**, posa con fissaggio meccanico  
Dettaglio tipo del bordo e del parapetto di copertura  
Supporto in lamiera grecata

Vietata la riproduzione, anche se parziale, se non autorizzata. Curatore: Harpo spa, via Torino, 34 - Trieste - Italia. Nessuna garanzia per errori di stampa, si riservano modifiche tecniche.

**HARPO spa**

via torino, 34

34123 trieste • italia

tel. +39 040 318 6611

fax +39 040 318 6666

[seic@seic.it](mailto:seic@seic.it)

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

divisione

**seic manti sintetici**

sistemi di impermeabilizzazione  
per l'ingegneria civile ed ambientale