

# Direzione e supporti

**LA CORRETTA SEQUENZA DEGLI STRATI E L'ESATTA DIREZIONE DI POSA DEGLI ELEMENTI È FONDAMENTALE PER GARANTIRE L'EFFICIENZA E LA TENUTA ALL'ACQUA DI UNA COPERTURA CONTINUA. IN QUESTO E NEI PROSSIMI ARTICOLI TUTTI GLI STRATI DEL PACCHETTO CON SCHEMI, DISEGNI E SOLUZIONI. SI PARTE DAL SUPPORTO STRUTTURALE E DALLO SCHERMO AL VAPORE.**



**U**n sistema di copertura, come è stato più volte indicato nei precedenti articoli, è composto da più elementi o strati (a partire dal supporto strutturale orizzontale/solaio fino alla protezione finale), ognuno interessato da propri comportamenti relativi alla stabilità dimensionale e di forma, alla dilatazione termica lineare, alla resistenza a trazione e alla lacerazione trasversale e longitudinale, ecc. Nella progettazione di un sistema di copertura, qualsiasi esso sia (non termoisolato, termoisolato a tetto caldo o rovescio o sandwich, zavorrato o non, ecc.), bisogna conoscere i diversi comportamenti che possono avere gli elementi o strati che entreranno in contatto tra loro e tenerne quindi conto.

Le diverse metodologie di posa dei vari elementi o strati del sistema di copertura potranno anche loro influenzare il comportamento futuro della stratigrafia e quindi la sua funzionalità e durabilità nel tempo.

Quasi sempre i comportamenti dei pannelli termoisolanti e delle membrane impermeabili (sintetiche o in bitume polimero) sono correttamente indicati in scheda tecnica, ma espressi in termini e in valori poco comprensibili ai non addetti ai lavori (tecnici di produzione o laboratorio), per cui vengono o totalmente ignorati o meglio non compresi dai progettisti e purtroppo, troppo spesso, anche dagli stessi applicatori. Che comunque, come professionisti di settore, dovrebbero teoricamente essere in grado di leggere e comprendere correttamente una scheda tecnica.

Anche gli agenti di commercio che vendono questi prodotti agli applicatori e/o che fanno promozione presso gli studi tecnici, nella stragrande maggioranza, sono ormai ampiamente "plurimandatari" e quindi poco esperti nel settore specifico delle impermeabilizzazione e non in grado di consigliare la corretta soluzione progettuale e i prodotti più idonei da utilizzare nelle stratigrafie impermeabili, almeno quando si esula delle soluzioni più ricorrenti. Durante i sopralluoghi da me effettuati in cantiere nella mia attività di ispettore di sistemi di copertura continui (impermeabilizzazioni), a fini assicurativi, rilevo troppo spesso grossolani errori di posizionamento e direzionalità degli elementi o strati all'interno del sistema. Errori, che spesso, pur nella loro banalità, come vedremo più avanti creano in pochissimo tempo patologie di gravità tale da compromettere la funzionalità e la durabilità del sistema impermeabile. Questo articolo si basa su più di 35 anni di esperienze ed errori fatti e visti direttamente da me nella realizzazione di sistemi di copertura continui e quindi, probabilmente, non tutti potranno essere totalmente d'accordo con quanto verrà esposto, perché magari le loro esperienze sono diverse e soprattutto vissute in un ruolo differente. Quanto verrà quindi riportato fa parte della "regola dell'arte dello scrivente", quindi in un settore dove non esiste o esiste solo in minima parte, almeno fino ad oggi, una scienza esatta codificata riguardo la progettazione e l'esecuzione delle opere d'impermeabilizzazione; potrebbero infatti esserci altre "re-

gole dell'arte", diverse, ma comunque corrette e applicabili (vedere anche articolo "Acqua sotto il manto", pubblicato sul N. 207 di Specializzata). Si precisa pertanto fin d'ora che il testo dell'articolo non vuole sostituirsi o integrarsi ad alcuna norma o codice di pratica, ma vuole semplicemente, in termini il più possibile semplici e quindi comprensibili a tutti, dare delle indicazioni minime, pratiche e di carattere generale, che possono impedire almeno gli errori più ricorrenti, soprattutto nei sistemi di copertura, con impiego di membrane in bitume polimero. Si cercherà inoltre, appena possibile, anche di spiegare il perché avvengono, certe situazioni, inizialmente poco prevedibili e/o conosciute. Talvolta il testo riprenderà argomenti da me già trattati in altri articoli pubblicati su Specializzata, negli ultimi anni, ma in questo caso verrà affrontato, per lo stesso argomento, l'aspetto dell'interrelazione tra i vari elementi e strati che compongono un sistema di copertura.



## I supporti strutturali monolitici

Analizziamo gli elementi di una copertura continua dal basso verso l'alto, partendo quindi con il supporto strutturale orizzontale (solaio di copertura - vedere anche l'articolo "Quando il supporto conta", pubblicato sul N. 191 di "Specializzata"). Un supporto strutturale orizzontale può essere monolitico (elemento strutturale realizzato con getto continuo di calcestruzzo armato o costituito da più elementi monolitici uniti in un unico insieme collaborante, da leganti cementizi) o frazionato (elemento strutturale costituito da più elementi monolitici separati, uniti in un unico insieme collaborante, da incastri, sovrapposizioni, semplice giustapposizione o vincoli meccanici).

Il supporto monolitico (solai in calcestruzzo pieno, laterocemento, elementi prefabbricati legati con getto collaborante, ecc.) è più semplice da gestire ed è più prevedibile nel suo comportamento, anche perché le uniche linee di discontinuità sono i giunti di dilatazione strutturale, ben definite ed individuate. Normalmente su questo tipo di solaio, quando non è stato già realizzato in pendenza, viene previsto il posizionamento di un massetto cementizio delle pendenze. Il massetto delle pendenze, sulle coperture suborizzontali dovrebbe avere una pendenza sempre maggiore dello 1% (il Codice di pratica I.G.L.A.E. indica 1,5%, ma questo valore verrà ridotto nella prossima edizione al 1%, per conformarsi con la realtà esecutiva dei cantieri).

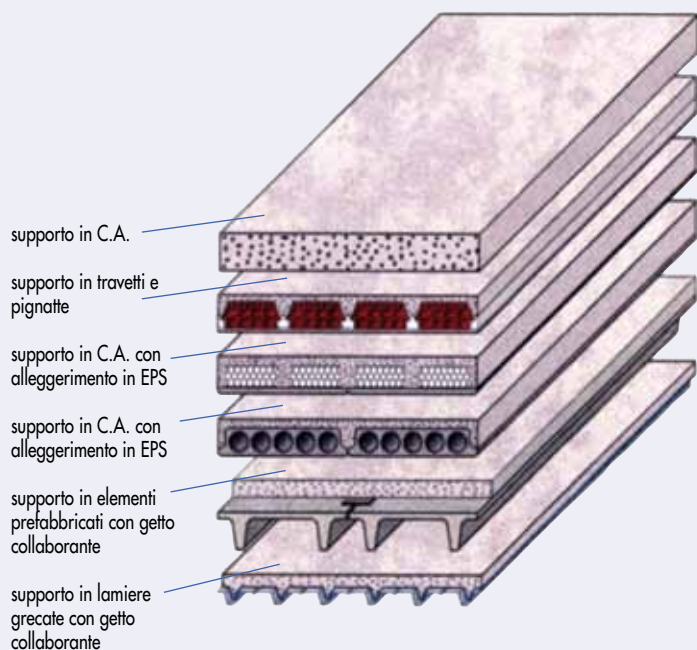
Il materiale a base cementizia che deve essere usato per la realizzazione di massetti di pendenza dovrebbe essere in sabbia-cemento o meglio in calcestruzzo a inerte fine, non alleggerito; infatti, come è già stato ampiamente spiegato in un articolo precedente



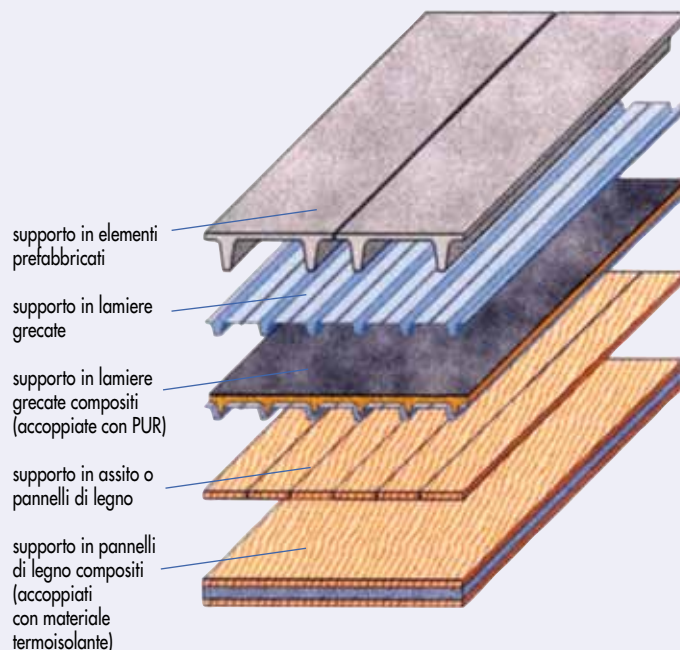
## NEL PROSSIMO NUMERO

**Il sistema di copertura continua.  
Lo strato termoisolante**

## SUPPORTI STRUTTURALI (SOLAI) MONOLITICI



## SUPPORTI STRUTTURALI (SOLAI) FRAZIONATI



(vedere anche l'articolo "Le giuste pendenze", pubblicato sul N. 192 di "Specializzata"), le pendenze alleggerite risultando molto igroscopiche (assorbono acqua per imbibizione), non consentono una corretta "stabilizzazione" dei sistemi di copertura posati in totale aderenza. Specialmente su coperture con elemento di tenuta a vista (membrane in bitume polimero autoprotette o pitturate) o protette con zavorramento mobile (ghiaia, quadrotti, ecc.), mancando anche la stabilizzazione creata da una protezione pesante fissa (pavimentazione), possono avvenire fenomeni di scollaggio degli elementi/strati, posati in aderenza sul massetto delle pendenze alleggerito, con conseguente formazione della patologia conosciuta come "reptazione" (ondulazione dello strato costituente l'elemento di tenuta).

Altri problemi riguardanti la formazione di fenomeni di reptazione o la permanenza di acqua all'interno della stratigrafia impermeabile si potranno avere quando viene sbagliata la sequenza di posa degli elementi o strati costituenti il sistema di copertura (situazione che purtroppo si riscontra sempre più spesso in cantiere). In particolare questo avviene quando viene posizionato il massetto delle pendenze (magari addirittura alleggerito) all'estradosso dello strato termoisolante (magari posato su uno strato schermo/barriera al vapore - vedere anche articolo "Acqua sotto il manto", pubblicato sul N. 203 di "Specializzata"). In suddetta situazione, l'acqua di getto del massetto, e ancora di più l'acqua meteorica caduta sulla stratigrafia prima della posa dell'elemento di tenuta,

può accumularsi nello spessore dell'elemento termoisolante tra i vari pannelli, permanendo per tempi lunghissimi. Una volta posato l'elemento di tenuta (impermeabilizzazione che risulterà essere anche un efficiente schermo al vapore) su una stratigrafia con permanenza di acqua sarà definitivamente impedita l'evaporazione dell'acqua contenuta all'interno della stratigrafia, con conseguente distacco del 1° strato impermeabile dal piano di posa per formazione, al suo intradosso, di pellicola di condensazione e/o sottoppressione di vapore acqueo. Su una copertura continua, con supporto strutturale monolitico e con isolamento termico a "tetto caldo" lo strato schermo/barriera al vapore dovrà essere sempre posato su un piano di posa pendenzato (su solaio già gettato in pendenza o su idoneo massetto delle pendenze) e potrà essere posato, quando la pendenza è  $\leq 5\%$ , con i teli direzionati sia in senso trasversale che longitudinale alla direzione di pendenza, mentre quando la pendenza è  $> 5\%$  è consigliabile sempre in senso longitudinale alla direzione di pendenza (per evitare la curvatura dei teli, in fase di posa).

La posa dello strato schermo/barriera al vapore in senso trasversale può semplificare la successiva posa dei pannelli termoisolanti, perché incontrerebbero meno spessoramenti di sovrapposizione. Gli spessoramenti delle sovrapposizioni delle membrane possono infatti causare "effetto ponte" nell'appoggio dei pannelli, che in questo caso andranno tagliati o incisi, per meglio farli aderire al piano di posa. I pannelli termoisolanti, come vedremo anche più



*Imbarco dei pannelli termoisolanti e fessurazione dello strato impermeabile, causato da movimenti presenti sulla linea di accostamento di testa tra elementi prefabbricati cementizi*

avanti, dovranno essere sempre posati in senso trasversale alla direzione di pendenza con sfalsamento a "quinconce" (sfalsamento dei giunti di accostamento, pari alla metà di un lato lungo, tipo la posa dei mattoni) sui lati lunghi dei pannelli. L'elemento di tenuta, per entrambi gli strati che lo compongono, come vedremo anche più avanti, dovrà essere sempre posato in senso longitudinale alla direzione di pendenza e quindi trasversale alla direzione dei pannelli.

## I supporti strutturali frazionati

Meno semplice è gestire il comportamento di supporti strutturali orizzontali frazionati (elementi prefabbricati cementizi "giustapposti", assiti di legno semplici o sandwich, lamiera grecate semplici o sandwich, ecc.), dove la mancanza di continuità della struttura orizzontale crea una serie di interruzioni trasversali molto frequenti (accostamenti laterali degli elementi prefabbricati cementizi, dei pannelli di legno o materiali assimilabili, sovrapposizione laterali di greche di lamiera, ecc.) e longitudinali meno frequenti (accostamenti di testa degli elementi prefabbricati cementizi, dei pannelli di legno o materiali assimilabili, sovrapposizione di testa di greche di lamiera, ecc.).

Normalmente questo tipo di solaio è previsto già posato in pendenza, senza quindi presenza di massetto delle pendenze (oppure vengono utilizzati pannelli termoisolanti, in materiali compatibili, già sagomati pendenzati, in fase di produzione).

Ognuna di suddette linee di discontinuità si comporta, per quanto riguarda un sistema di impermeabilizzazione, quando realizzato con membrane in bitume polimero, proprio come un giunto di dilatazione strutturale, la cui apertura e chiusura ciclica (legata alle dilatazioni termiche strutturali o agli assestamenti strutturali, previsti sotto carico) è ovviamente minore sulle linee di accostamento laterale e maggiore su quelle di testa. Questi giunti, pertanto, vanno sempre rispettati nella progettazione e nell'esecuzione del sistema impermeabile. Sicuramente nei solai in elementi cementizi prefabbricati, prima della posa di qualsiasi altro strato, applicato in

totale aderenza (membrane di schermo al vapore o pannelli termoisolanti incollati), dovranno essere posate sugli accostamenti tra elemento ed elemento delle bande di "pontage" in membrana in bitume polimero (spessore 3 mm, armate con NT di poliestere), incollate con rari punti di sfiammatura, solo su un lato, per tenerle ferme in loco durante le successive lavorazioni e in fase d'esercizio. La funzione di questi "pontage" sarà quella di desolidarizzare lo strato e/o l'elemento direttamente sovrapposto, in modo che il movimento ciclico presente sulla linea di giunto sottostante non venga concentrato nello spazio direttamente interessato dal movimento stesso ma distribuito su una superficie "N volte superiore", impedendo così la lacerazione e/o la rottura lineare dello stesso strato o elemento sovrapposto.

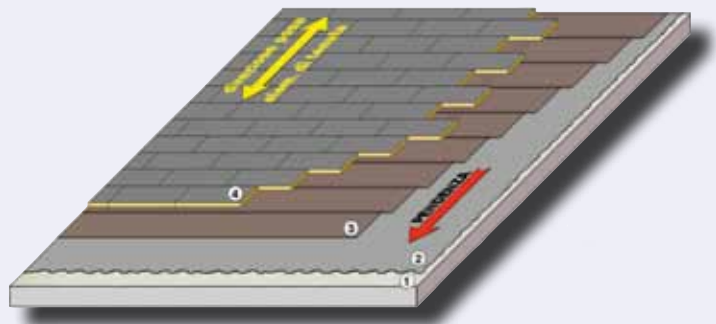
La dimensione di queste bande sarà diversa: minore per le bande laterali (partendo comunque da un minimo di 100 mm) e maggiore per quelle di testa (partendo comunque da un minimo di 333 mm). La larghezza (espressa in mm) delle bande di pontage dovrà essere, per economia di sfrido, sempre pari ad un sottomultiplo di 1000 (larghezza standard di una membrana 1000 diviso un numero intero darà: 100, 111, 125, 142, 166, 200, 333, 500, 1000). La maggior parte dei produttori di membrane in bitume polimero saranno in grado di fornire queste bande, già tagliate in misura, secondo necessità e confezionate in rotoli.

Le membrane costituenti lo schermo/barriera al vapore andranno posate sempre in senso trasversale alla direzione degli accostamenti laterali degli elementi prefabbricati, evitando di realizzare sormonte di testa o laterali, proprio in corrispondenza di linee di accostamento, rispettivamente laterale o di testa degli elementi prefabbricati, ma sfalsandole in corrispondenza di queste linee di almeno 30 cm nel 1° caso e di 100 cm nel 2° caso.

In particolare i pannelli termoisolanti (incollati, ma anche se posati con fissaggio meccanico), dovranno essere sempre posizionati a quinconce (sfalsati sui lati lunghi), trasversalmente, alla direzione degli accostamenti laterali degli elementi prefabbricati, evitando, anche in questo caso, corrispondenze tra le giunzioni di accostamento di testa o laterali dei pannelli con le linee di accostamento, rispettivamente laterale o di testa degli elementi prefabbricati. In termini più semplici una linea di accostamento di pannelli non dovrà mai corrispondere a una sottostante linea di giunto degli elementi prefabbricati; in pratica i pannelli dovranno essere sempre posati anch'essi a "ponte" sulle linee di giunto.

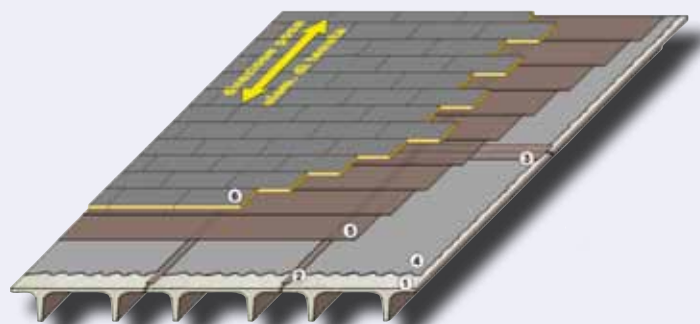
Particolarmente pericolosa è la corrispondenza di una linea continua laterale di pannelli con una linea di giunto di testata degli elementi prefabbricati cementizi del supporto sottostante, dove i movimenti strutturali sono sempre maggiori. In caso di necessità i pannelli, per evitare le corrispondenze di cui sopra, dovranno essere tagliati in senso trasversale o longitudinale per interrompere la modularità. Nel caso di pannelli termoisolanti, posati su membrana schermo/barriera al vapore, a sua volta incollata su

### SUPPORTO STRUTTURALE MONOLITICO



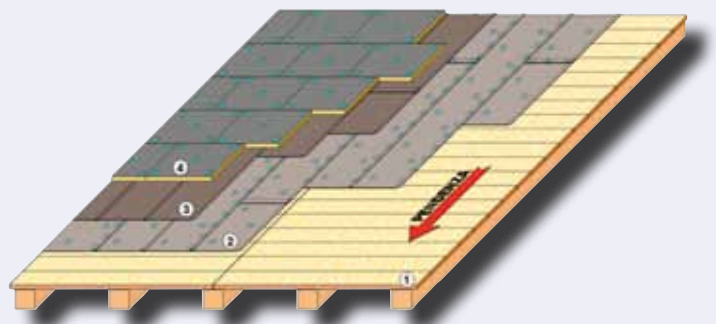
1. supporto strutturale di base (solaio) monolitico
2. strato d'imprimatura bituminosa
3. strato schermo/barriera al vapore, in membrane in bitume polimero, armate con qualsiasi tipologia d'armatura, posate, incollate a fiamma, in senso trasversale o longitudinale alla direzione della pendenza
4. strato termoisolante in pannelli, posati incollati a caldo o a freddo o fissati meccanicamente a "quinconce" in senso trasversale alla direzione della pendenza

### SUPPORTO STRUTTURALE FRAZIONATO IN ELEMENTI PREFABBRICATI, CEMENTIZI, ARMATI, "GIUSTAPPOSTI"



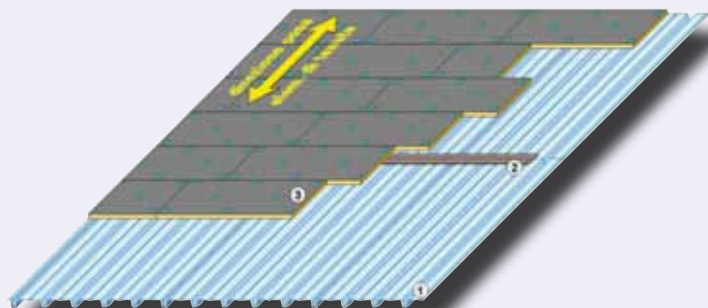
1. supporto strutturale di base (solaio) frazionato in elementi prefabbricati in CA "giustapposti"
2. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti laterali degli elementi prefabbricati
3. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti di testa degli elementi prefabbricati
4. strato d'imprimatura bituminosa
5. strato schermo/barriera al vapore, in membrane in bitume polimero, armate in NT di poliestere o stabilizzate o composite o triarmate, posate, incollate a fiamma, in senso trasversale alla direzione degli elementi prefabbricati primari portanti
6. strato termoisolante in pannelli, posati incollati a caldo o a freddo o fissati meccanicamente, sfalsati a "quinconce" in senso trasversale alla direzione degli elementi prefabbricati primari portanti

### SUPPORTO STRUTTURALE FRAZIONATO IN ASSITO DI LEGNO O MATERIALI ASSIMILABILI AL LEGNO



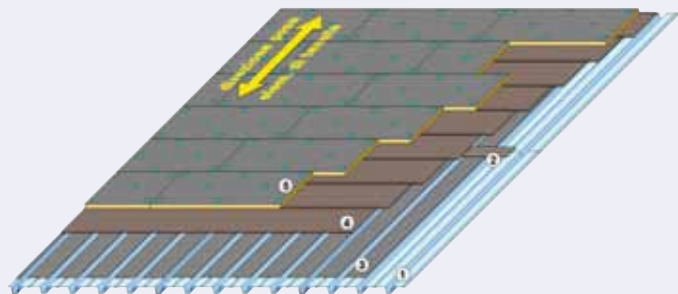
1. supporto strutturale di base (solaio) frazionato in assito di legno
2. strato di "desolidarizzazione" e drenaggio del vapore, realizzato in membrana in bitume polimero, accoppiata, sulla faccia inferiore, a NT sintetico, fissata meccanicamente in senso longitudinale alla direzione di pendenza
3. strato schermo/barriera al vapore, in membrane in bitume polimero, armate in NT di poliestere o stabilizzate o composite o triarmate, posate, incollate a fiamma, in senso trasversale alla direzione degli elementi prefabbricati primari portanti
4. posate, incollate a fiamma, in senso trasversale o longitudinale alla direzione di pendenza
5. strato termoisolante in pannelli, posati, fissati con fissaggio meccanico, sfalsati a "quinconce" in senso trasversale alla direzione di pendenza

### SUPPORTO STRUTTURALE FRAZIONATO IN LAMIERE GRECATE SENZA PRESENZA DI STRATO - SCHERMO/BARRIERA AL VAPORE



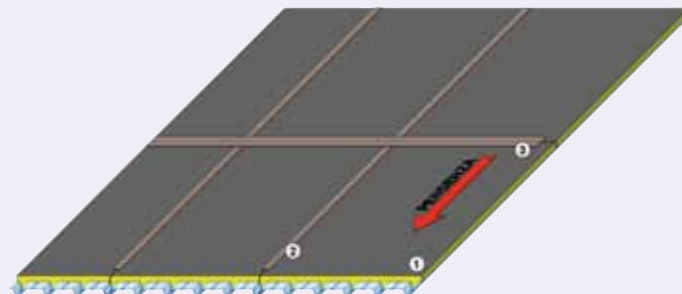
1. supporto strutturale di base (solaio) frazionato in lamiera grecate semplici
2. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti di testa delle lamiere grecate
3. strato termoisolante in pannelli, posati, con fissaggio meccanico, sfalsati a "quinconce" in senso trasversale alla direzione delle lamiere grecate

### SUPPORTO STRUTTURALE FRAZIONATO IN LAMIERE GRECATE CON PRESENZA DI STRATO SCHERMO/BARRIERA AL VAPORE



1. supporto strutturale di base (solaio) frazionato in lamiere grecate semplici
2. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti di testa delle lamiere grecate
3. strato d'imprimatura bituminosa specifica per supporti in lamiere grecate
4. strato schermo/barriera al vapore, in membrane in bitume polimero, armate in NT di poliestere o stabilizzate o composite o triarmate, posate, incollate a fiamma, in senso trasversale alla direzione delle lamiere grecate
5. strato termoisolante in pannelli, posati, con fissaggio meccanico, sfalsati a "quinconce" in senso trasversale alla direzione delle lamiere grecate

### PREPARAZIONE DEL SUPPORTO STRUTTURALE FRAZIONATO IN LAMIERE GRECATE COMPOSITE



1. supporto strutturale di base (solaio) frazionato in lamiera
2. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti laterali dei pannelli in lamiera grecata composita
3. "pontage di desolidarizzazione" in membrana in bitume polimero, posata sugli accostamenti di testa dei pannelli in lamiera grecata composita

## DIMENSIONAMENTO DELLE BANDE DI PONTAGE

Nei solai realizzati con elementi cementizi prefabbricati è opportuno posare sugli accostamenti tra gli elementi delle bande di pontage. Ecco di seguito un criterio di calcolo per dimensionare le bande.

$$d = \frac{100 \times \Delta s \times 1,5}{2}$$

Dove:

**d** è l'incognita (dimensione in larghezza della banda espressa in mm).  
**Δs** è il movimento massimo (espresso in mm) che può subire il giunto (comunicato dallo Strutturista o ricavato dalla formula indicata successivamente).

1,5 è un coefficiente di sicurezza

100/2, corrispondente a 50 è un numero moltiplicatore che rappresenta quante volte deve essere maggiore la larghezza della banda di pontage affinché il suo movimento resti compreso nel **2%** che è la dilatazione massima che può subire normalmente una membrana in bitume polimero armata in NT di poliestere, rimanendo in fase elastica, quindi senza deformazione permanente.

Ipotizzando un movimento laterale massimo di 1 mm, si avrà una larghezza di banda di pontage = 100 mm (infatti:  $100 \times 1 \times 1,5 / 2 = 75$  mm, per cui dovrà comunque essere utilizzata la larghezza minima di banda, indicata in 100 mm), mentre con un movimento di testa pari a 4 mm, si avrà una larghezza di banda di pontage = 300 mm ( $100 \times 4 \times 1,5 / 2 = 300$ ), per cui dovrà essere utilizzata la larghezza minima di banda, indicata in 333 mm).

### Individuazione del movimento massimo che può subire il giunto (espresso in mm)

Se non si è a conoscenza del valore Δs, esso, almeno per quanto riguarda il movimento massimo (espresso in mm) che può subire il giunto, per effetto della sola dilatazione termica lineare, potrà essere ricavato dalle seguente formula:

per supporti strutturali frazionati cementizi:

$$\Delta s = L \times 0,00001 \times \Delta t \times 1,5 \times 1000$$

per supporti strutturali frazionati in lamiera grecate:

$$\Delta s = L \times 0,000012 \times \Delta t \times 1,5 \times 1000$$

Dove:

**Δs** è l'incognita equivalente al movimento massimo (espresso in mm) che può subire il giunto, per dilatazione termica lineare degli elementi prefabbricati cementizi posti in accostamento.

**L** è, secondo i casi, la larghezza o la lunghezza, espressa in m, dell'elemento prefabbricato cementizio di cui si vuole conoscere la variazione dimensionale, in corrispondenza del giunto di accostamento (laterale o di testa), causata dalla dilatazione termica lineare del Cls Armato.

0,00001 è il coefficiente di dilatazione termica lineare del Cls Armato.

0,000012 è il coefficiente di dilatazione termica lineare dell'acciaio.

1,5 è un coefficiente di sicurezza, legato soprattutto ai movimenti causati da altri fattori, non direttamente legati alle dilatazioni termiche lineari.

1000 è un numero moltiplicatore per la trasformazione in mm dei valori espressi in m.

**Δt** è la variazione termica massima, espressa in °C, della temperatura superficiale degli elementi prefabbricati in Cls Armato, tra estate ed inverno (valore minimo da considerare = 30 °C).

Ipotizzando un elemento prefabbricato cementizio avente larghezza pari a 2,40 m si avrà un Δs = 1,08 mm (infatti:  $2,40 \times 0,00001 \times 30 \times 1,5 \times 1000 = 1,08$ ), per cui dovrà essere utilizzata la larghezza minima di banda di pontage, = 100 mm).

Ipotizzando un elemento prefabbricato cementizio avente lunghezza pari a 20,00 m si avrà un Δs = 9 mm (infatti:  $20 \times 0,00001 \times 30 \times 1,5 \times 1000 = 9$ ), per cui dovrà essere utilizzata la larghezza di banda di pontage, = 500 mm).

### Il valore Δt minimo da assumere e altre note di carattere generale

In un sistema di copertura, con supporto di base strutturale (solaio) di tipo frazionato, composto da elementi prefabbricati cementizi "giustapposti", dove l'elemento di tenuta è stato previsto in membrane in bitume polimero non è assolutamente ipotizzabile, che, indipendentemente dalle necessità termometriche dell'edificio, non sia previsto uno strato di pannelli termoisolanti, anche di minimo spessore, posti tra il piano di posa primario (elementi prefabbricati cementizi) e l'elemento di tenuta (strato impermeabile).

Lo strato di pannelli termoisolanti, anche se non verrà utilizzato, nella sua funzione usuale di "elemento termoisolante", assumerà, comunque ed indipendentemente dalla presenza delle "bande di pontage", l'importantissima funzione di ulteriore "strato di desolidarizzazione" impedendo che le tensioni e i movimenti del supporto strutturale possano influire, in qualche modo, sull'integrità dell'elemento di tenuta.

Il valore minimo di "oscillazione termica annuale", che si dovrà considerare, tenendo conto della protezione termica data dai pannelli termoisolanti sul supporto strutturale orizzontale, dovrà essere di 30°C.

Nel malaugurato caso non fosse prevista la presenza di uno strato termoisolante di protezione termica, sul solaio frazionato cementizio, il valore minimo da assumere dovrà essere 80 °C. Ovviamente non devono essere considerati, con suddetti criteri di calcolo, i giunti strutturali, previsti, sulle coperture con supporto strutturale di base frazionato, in zona sismica, dove i cambiamenti di dimensione non sono quelli, molto contenuti, dovuti alle variazioni termiche o a minimi assestamenti, ma quelli, ben più rilevanti, dovuti agli spostamenti causati dal sisma ed i cui valori si misurano in cm e non in mm.

In questi casi sarà necessario realizzare il giunto rialzato su due muretti paralleli, dove la tenuta all'acqua dovrà essere garantita da un idoneo sistema di scossaline ad incastro, capace di compensare gli eventuali spostamenti strutturali.



*Nelle immagini, strato di desolidarizzazione e drenaggio orizzontale del vapore, in membrana in bitume polimero, accoppiata con NT di poliestere, posato con fissaggio meccanico su assito di legno*

supporto strutturale frazionato, la direzione di posa sarà la stessa, cioè trasversalmente alla direzione di accostamento degli accostamenti laterali dei vari elementi prefabbricati.

### I supporti strutturali in legno

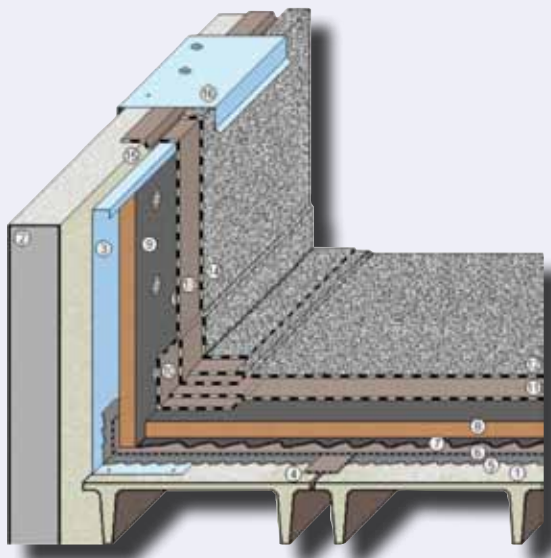
Per quanto riguarda i supporti strutturali in assito di legno (semplice o sandwich) o materiali assimilabili, innanzitutto bisognerà tener conto che non dovranno mai essere incollati, in totale aderenza, a caldo o a freddo, al suo estradosso gli strati schermo/barriera al vapore o elemento di tenuta (impermeabilizzazione), quando realizzati in membrane in bitume polimero, poiché ne risentirebbe la durabilità del supporto stesso. Nei supporti strutturali orizzontali (solai) in assito di legno o materiali assimilabili (pannelli semplici o sandwich), deve essere infatti sempre previsto un drenaggio orizzontale del vapore acqueo risalente dagli ambienti sottostanti, collegato ad idonei sistemi di espulsione del vapore stesso (caminetti aeratori), onde evitare che si formino pellicole d'acqua di condensa, a contatto diretto con la superficie superiore dei pannelli del supporto strutturale, che potrebbero creare, nel tempo, problemi di degradazione del materiale legnoso. In questo caso, una soluzione sicuramente corretta è quella di utilizzare, come piano di posa, dello strato schermo/barriera al vapore o dell'elemento di tenuta, specifiche membrane in bitume polimero

a basso spessore, accoppiate/armate sulla faccia inferiore con NT di poliestere e fissate meccanicamente al solaio. Per evitare fenomeni di ondulazione durante le fasi di posa e fissaggio di questo strato di membrane si consiglia vivamente di fissare, come prima fase, con andamento a quinconce (sfalsato su 2 parallele), la parte centrale delle membrane, posate in questo caso sempre in senso di pendenza, e applicare solo successivamente il fissaggio laterale sulle sovrapposizioni laterali e di testa (in questo caso semplicemente sovrapposte e non saldate). Con questo sistema in pratica si creerà un "pontage" continuo di desolidarizzazione, dalle linee di accostamento laterali e di testa dei pannelli di legno. Lo strato successivo in membrane in bitume polimero, costituenti lo schermo/barriera al vapore o l'elemento di tenuta, dovranno essere posate, a fiamma, in totale aderenza, sullo strato sottostante di "desolidarizzazione" e direzionate in senso di pendenza. In questo caso lo strato di desolidarizzazione fungerà anche da strato protettivo durante la fase di sfiammatura delle membrane superiori, ma questo non toglie che bisognerà prestare comunque tutte le attenzioni possibili, per evitare contatti diretti della fiamma con il supporto ligneo. In presenza di schermo/barriera al vapore l'elemento termoisolante dovrà essere incollato a caldo o a freddo sullo strato sottostante o molto meglio fissato meccanicamente al supporto strutturale, attraversando gli strati sottostanti (desolidarizzazione + schermo/barriera al vapore), e dovrà essere direzionato in senso trasversale alle membrane, sempre con sfalsamento a "quinconce" dei pannelli sui lati lunghi. Se non è previsto lo strato schermo/barriera al vapore si potrà evitare anche la posa dello strato di desolidarizzazione, e in questo caso l'elemento termoisolante potrà essere fissato meccanicamente direttamente sul solaio sempre con pannelli posati a quinconce lungo i lati lunghi e direzionati trasversalmente alle linee laterali di accostamento dei pannelli in legno o materiale assimilabile.

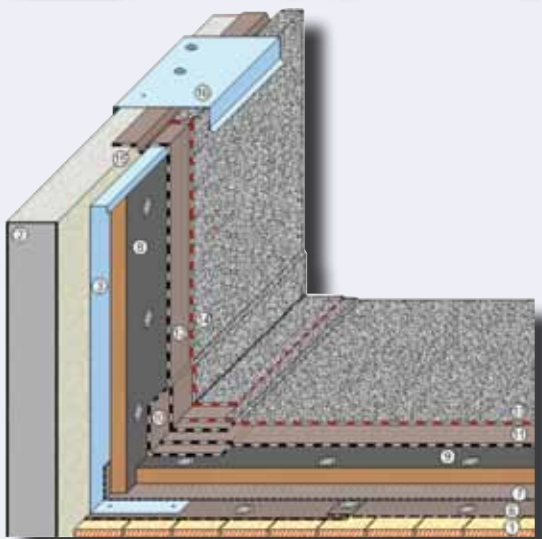
### I supporti strutturali in lamiera

Nei supporti strutturali orizzontali (solai) in lamiera grecate semplici, nel caso fosse prevista la posa di uno strato schermo/barriera al vapore (normalmente questo non avviene perché la lamiera grecata viene già considerata a tutti gli effetti già uno strato schermo/barriera al vapore), le membrane dovranno essere direzionate in senso trasversale agli accostamenti laterali delle lamiere. Le sovrapposizioni di testa delle membrane non potranno mai avvenire in corrispondenza di un vuoto tra due greche; eventuali interferenze dovranno essere eliminate, riducendo la lunghezza dei teli di membrana. Sulle sovrapposizioni di testa delle lamiere dovrà essere posizionato una banda di pontage in membrana in bitume polimero, avente la stessa funzione, dimensionamento e modalità di posa già indicati precedentemente per i supporti in elementi prefabbricati cementizi, ma tenendo conto delle dilatazioni termiche lineari dell'acciaio delle lamiere grecate (0,000012 per ogni

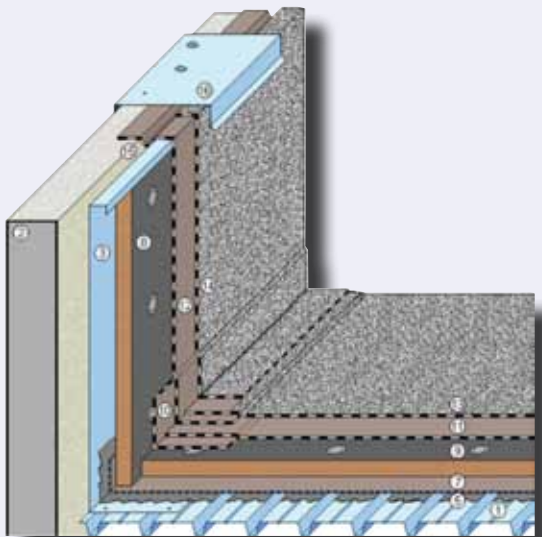
## GIUNTI PERIMETRALI IN ACCOSTAMENTO AL TAMPONAMENTO DI FACCIATA



**SUPPORTO STRUTTURALE  
IN ELEMENTI PREFABBRICATI  
CEMENTIZI "GIUSTAPPOSTI"**



**SUPPORTO STRUTTURALE IN  
ASSITO DI LEGNO O MATERIALI  
ASSIMILABILI AL LEGNO**



### Legenda

1. supporto strutturale frazionato (elementi prefabbricati cementizi, assiti di legno, lamiera grecata, ecc.)
2. tamponamento esterno di facciata
3. scossalina di supporto giunto, realizzata in lamiera zincata e preverniciata, spessore adeguato allo sviluppo, fissata meccanicamente al supporto strutturale, mediante idonei fissaggi, posizionati su due linee parallele o a "quinconce"; Sulla parte superiore la lamiera sarà sagomata con un "beccuccio" a "C" per l'inserimento ed il bloccaggio del pannello termoisolante, successivamente posto in verticale
4. "pontage di desolidarizzazione" in striscia di membrana in bitume polimero, posizionata in corrispondenza degli accostamenti degli elementi prefabbricati, incollata per rari punti di sfiammatura solo su un lato della linea di accostamento
5. strato d'imprimatura bituminosa compatibile con la tipologia di piano di posa presente
6. strato di "desolidarizzazione" e "drenaggio orizzontale del vapore", realizzato in membrana in bitume polimero, accoppiata, sulla faccia inferiore, a NT sintetico, fissata meccanicamente in senso longitudinale alla direzione di pendenza
7. strato schermo/barriera al vapore, in membrane in bitume polimero, con armatura idonea ad essere posata sul piano di posa presente
8. pannello termoisolante di tipo idoneo per il successivo incollaggio a fiamma delle membrane del risvolto verticale dell'elemento di tenuta, incastrato nel beccuccio predisposto superiormente alla scossalina e fissato meccanicamente all'ala verticale della scossalina con punti di fissaggio frequenti (8-10/m<sup>2</sup>) ed uniformemente distribuiti; Questo strato avrà la funzione di evitare, sulla superficie verticale della scossalina, incollaggi diretti dell'elemento di tenuta che verrebbe, altrimenti interessato dalle tensioni prodotte dalla lamiera (dilatazione termica lineare, effetto taglio sulle sovrapposizioni di lamiera, ecc.), con possibile formazione di distacchi e/o lesioni.
9. strato termoisolante orizzontale, in pannelli posati, sfalsati a quinconce, direzionati trasversalmente agli elementi primari/strutturali costituenti il supporto frazionato ed incollati o fissati meccanicamente al piano di posa a seconda del tipo di supporto presente
10. striscia, angolare, di rinforzo con sviluppo 20-33 cm, in membrana in bitume polimero, armata in NT di poliestere o stabilizzata o composita o triarmata, posata, incollata a fiamma, al piede del risvolto verticale.
11. 1° strato dell'elemento di tenuta orizzontale
12. risvolto verticale del 1° strato dell'elemento di tenuta orizzontale
13. 2° strato dell'elemento di tenuta orizzontale
14. risvolto verticale del 2° strato dell'elemento di tenuta orizzontale
15. giunto di sicurezza ad "omega rovescio" realizzato con arricchimento della membrana elastoplastomerica del 1° strato del risvolto verticale dell'elemento di tenuta.
16. cappello di coronamento perimetrale e coprigiunto in lamiera sagomata a "C", fissato meccanicamente sulla testata della parete esterna di tamponamento mediante idonei gruppi di fissaggio, costituiti da tasselli ad espansione e viti in acciaio e lasciato libero rispetto alla controparete interna, in modo da permettere il movimento del giunto





*Effetti del tensionamento presente sui risvolti verticali di un elemento di tenuta, fatto risvoltare direttamente sul pannello di tamponamento perimetrale, su una copertura con supporto strutturale in elementi prefabbricati cementizi, senza realizzazione di un adeguato giunto di movimento (scossalina ad L)*

°C di  $\Delta t$ ). Sullo schermo/barriera al vapore l'elemento termoisolante dovrà essere incollato a caldo o a freddo o molto meglio fissato meccanicamente o anche fissato meccanicamente oltre ad essere incollato, e dovrà essere direzionato in senso longitudinale alle membrane sottostanti (quindi direzionato trasversalmente alle linee laterali di accostamento delle lamiera) e anche in questo caso, lungo la direzione di posa, i pannelli dovranno essere sempre posati a "quinconce", con sfalsamento sui lati lunghi.

Se non è previsto lo strato schermo/barriera al vapore, l'elemento termoisolante, dovrà essere fissato meccanicamente, direttamente sul supporto strutturale orizzontale, con pannelli posati sempre a quinconce lungo i lati lunghi e direzionati trasversalmente alle linee laterali di accostamento delle lamiera.

Per consentire un corretto "aggrappaggio" dei fissaggi meccanici sulle lamiera grecate in acciaio, queste dovranno avere uno spessore minimo  $\geq 0,75$  mm (valore considerato già decurtato delle tolleranze di norma e/o produzione).

Nei supporti strutturali orizzontali (solai) in lamiera grecate composite (con isolamento termico già accoppiato sulla faccia superiore dei pannelli rivestiti con strato compatibile all'incollaggio a fiamma dell'elemento di tenuta in membrane in bitume polimero), ovviamente lo schermo al vapore non sarà mai presente e quindi si procederà direttamente con la posa dell'elemento di tenuta, previo posizionamento di bande di "pontage", sugli accostamenti laterali e di testa dei pannelli sandwich. Il dimensionamento e la modalità di posa di suddette bande di "pontage" sarà identica a quella già, precedentemente, indicata per i supporti strutturali prefabbricati cementizi, ma tenendo conto delle dilatazioni termiche lineari dell'acciaio delle lamiera grecate ( $0,000012$  per ogni °C di  $\Delta t$ ), come indicato nell'inserito. In questo modo si creeranno delle fasce di "desolidarizzazione" in corrispondenza delle linee di giunto, tra gli accostamenti dei pannelli, in modo che il 1° strato di membrana, in bitume polimero, dell'elemento di tenuta, risulti totalmente staccato, dal supporto, per una larghezza tale (quella

della banda di pontage) da consentirgli di lavorare in fase elastica, senza deformazioni permanenti (ondulazioni). Sempre (ma purtroppo non lo si vede quasi mai !!!) lungo i perimetri delle coperture dove è previsto un supporto strutturale frazionato (pannelli prefabbricati cementizi o in lamiera sandwich, o strutture di pareti ventilate, ecc.) dovrà essere previsto, in adiacenza al tamponamento (qualunque esso sia) un elemento sopraelevato (normalmente scossalina in lamiera sagomata ad "L"), fissato meccanicamente sul supporto strutturale orizzontale (quindi totalmente svincolata dal tamponamento esterno), che crei supporto di contenimento, sulla quale, con una corretta metodologia di posa (più avanti descritta), sia fatto risalire il risvolto verticale dell'elemento di tenuta. In questo modo si creerà un giunto perimetrale sopraelevato, che svicolerà totalmente la stratigrafia impermeabile dalle tensioni ingenerate al piede dei risvolti verticali perimetrali dalle dilatazioni termiche e dagli assestamenti del tamponamento di facciata, dove viene a crearsi a tutti gli effetti un giunto di movimento perimetrale. La scossalina di contenimento perimetrale, sagomata ad "L" potrà avere altezza pari alla quota del tamponamento ed in questo caso, potrà essere realizzata in due parti fissate, tra loro, sulla sovrapposizione verticale, per seguire la variazione di altezza, continua lungo le falde di copertura, in pendenza.

Un cappellotto perimetrale di coronamento, in lamiera sagomata a "C" orizzontale, coprente tutte le testate degli elementi costituenti il risvolto verticale, verrà poi fissato, solo sulla testata del tamponamento, per garantire la tenuta stagna del particolare esecutivo e contemporaneamente il movimento del giunto. In alternativa a quanto sopra, specialmente in presenza di tamponamento/parapetto particolarmente alto, la scossalina di contenimento perimetrale potrà rimanere più bassa (comunque con altezza sempre  $\geq 25$  cm) ed essere coperta da un "profilo a parete", realizzato con scossalina sagomata a "Z", fissata solo sulla sezione verticale interna, in vista, del tamponamento e su essa sigillata o ancor meglio inserita in una "scassa" o fresatura e poi sigillata. In tutti i casi la scossalina di contenimento perimetrale sarà piegata, sulla parte alta, con un labbro, sagomato a "C" orizzontale (larghezza 30-50 o più mm), in cui verrà incastrato un pannello termoisolante, compatibile con l'incollaggio a fiamma delle membrane del risvolto verticale dell'elemento di tenuta.

Questa sezione verticale di pannello sarà fissata meccanicamente (con andamento a "quinconce") sull'ala verticale della scossalina e servirà a creare "pontage" di "desolidarizzazione" tra il 1° strato di membrana dell'elemento di tenuta e gli accostamenti, in sovrapposizione, tra le varie barre di scossalina, per evitare effetto "forbice". Questa soluzione di giunto perimetrale dovrà essere sempre adottata anche su coperture con supporto strutturale monolitico cementizio, quando il tamponamento/ parapetto è comunque realizzato esterno e separato dal solaio (ad esempio pannelli prefabbricati, facciate ventilate, ecc.). ■