

**IMPERMEABILIZZAZIONI MASSETTI**



# Le giuste pendenze

Antonio Broccolino

Le massetti di pendenza possono essere una delle cause principali di formazione della cosiddetta reptazione, ovvero l'ondulazione o il corrugamento dell'elemento di tenuta. Si tratta, con ogni probabilità, della più frequente patologia a carico di una copertura impermeabile. Per evitarla, pertanto, è innanzitutto necessario analizzare le diverse tipologie di massetti di pendenza comunemente realizzati, per poi passare in rassegna le soluzioni e gli accorgimenti del caso.

### **Massetti alleggeriti con impiego di cementi cellulari**

Questo tipo di massetto, per la bassa densità (minima resistenza a compressione), per la pellicola di boiaccia, facilmente asportabile, che si forma in superficie (con conseguente impossibilità di corretto incollaggio a caldo e/o a freddo delle membrane in bitume polimero) e per la notevole igroscopicità del materiale (ritenzione di acqua e successiva cessione di vapore acqueo) (come indica anche una circolare inviata dall'Associazione di Categoria che riunisce e rappresenta i produttori di membrane in bitume polimero), è sconsigliabile, nell'impiego sotto stratigrafie impermeabili bituminose, posate in aderenza, senza superiore protezione pesante fissa.

**Una buona preparazione dei massetti di pendenza è indispensabile per garantire le prestazioni e la durata nel tempo dei manti impermeabili. Le regole di buona pratica e gli errori da evitare per la loro corretta realizzazione.**

Infatti l'igroscopicità del massetto può causare, per condensazione, una pellicola di acqua che a sua volta produce lo "scollaggio" delle membrane dal supporto. Nel caso si dovessero comunque utilizzare queste tipologie di massetti sarà necessario realizzare, sopra il massetto, "fresco su fresco" o con utilizzo di prodotti "promotori d'aderenza", una cappetta in cls non alleggerito, ad inerte a granulometria minima, spessore circa 40 mm, lisciata a frettazzo molto fine o meglio ad elicottero, priva di pellicola di boiaccia superficiale.



*Distacco della membrana dal massetto alleggerito.*

### **Massetti non alleggeriti in malta cementizia**

Spesso se non correttamente dosati e se poveri di cemento (magri) questi massetti presentano una superficie polverosa e friabile che non permette l'incollaggio a fiamma delle membrane in bitume polimero. In questo caso dovrà essere rimossa la superficie ammalorata e ricostituita con prodotti cementizi idoneamente additivati.

### **Massetti non alleggeriti in cls con inerte a granulometria fine e sabbia**

È tra le soluzioni migliori, in quanto il materiale presenta la minima igroscopicità, e può essere direttamente, lisciato a frettazzo molto fine o meglio ad elicottero, privo di pellicola di boiaccia superficiale. Il pericolo in questi massetti è quello dell'utilizzo, nell'impasto, di prodotti additivi (quali ad esempio antievaporanti) che possono impedire il corretto incollaggio a caldo e/o a freddo della membrana in bitume polimero direttamente applicata.

### **Massetti alleggeriti con impiego di perle di polistirene espanso**

Risultati soddisfacenti si ottengono con l'utilizzo di massetti alleggeriti ad alta densità ( $\geq 1400 \text{ Kg/m}^3$ ), con aggiunta di sabbia, poiché è limitato il quantitativo di perle di polistirene affioranti ed è meno frequente la formazione della pellicola di boiaccia.

Anche per queste tipologie di massetti è consigliabile realizzare, sopra il massetto, "fresco su fresco" o con utilizzo di prodotti "promotori d'aderenza", una cappetta in cls non alleggerito, ad inerte a granulometria minima, spessore circa 40 mm, lisciata a frattazzo molto fine o meglio ad elicottero, priva di pellicola di boiaccia superficiale.

L'impiego è sconsigliato con massetti a bassa densità, per la presenza di un grosso quantitativo di perle di polistirene superficiali (si fondono durante l'incollaggio a caldo), per la pellicola di boiaccia che spesso si forma in superficie e ancora per l'igroscopicità del materiale.

### **Massetti alleggeriti con argilla espansa**

Buoni risultati si ottengono con i massetti alleggeriti, costituiti da cls con inerte di argilla espansa a granulometria fine + sabbia, con densità variabile tra 1400 e 1800  $\text{kg/m}^3$ , rifiniti sempre superficialmente con una cappetta di cls non alleggerito (fresco su fresco o con utilizzo di prodotti promotori d'aderenza), spessore circa 40 mm, lisciata a frettazzo molto fine o meglio ad elicottero, priva di pellicola di boiaccia superficiale.

L'impiego di massetti alleggeriti con argilla espansa sciolta o leggermente imboiaccata + cappetta superiore può in alcuni casi comportare alcune problematiche, ad esempio tendere a creare uno strato drenante (strato di argilla espansa sciolta) che può diventare un vero serbatoio di ritenzione di acqua, sotto la stratigrafia impermeabile, con conseguenti gocciolamenti a plafone, spostamenti orizzontali delle infiltrazioni e igroscopicità del materiale.

### **Massetti: alla ricerca dei difetti**



*1ª fase: asportazione dello strato impermeabile, al suo intradosso lo strato termoisolante appare perfettamente aderente ed asciutto a dimostrazione che non è penetrata acqua sotto l'elemento di tenuta.*



*2ª fase: asportazione dello strato termoisolante, (perfettamente asciutto, in tutto il suo spessore) ed asportazione di un tassello di membrana, in bitume polimero, costituente lo strato "Schermo al Vapore": La superficie del massetto delle pendenze risulta perfettamente asciutta.*



*3ª fase: asportazione della cappa di Cls, gettata sopra l'alleggerimento in argilla espansa sciolta. La cappa, risulta perfettamente asciutta nel suo spessore.*



*4ª fase: completamento della rimozione della cappa di Cls e messa a nudo dello strato di argilla espansa sciolta, sul fondo si nota una lama di alcuni mm di spessore di acqua.*

## La reptazione

Come già indicato il compound delle membrane in bitume polimero è composto per la maggior parte da bitume distillato modificato soprattutto con polimeri plastomerici e/o elastomerici in percentuale variabile a seconda del prodotto e spesso fillerizzato con carbonato di calcio, anch'esso in percentuale variabile a seconda del prodotto. La plasticità e la deformabilità del prodotto è ovviamente legata alla temperatura esterna d'esercizio, pertanto la miscela rimarrà più

rigida con le temperature più basse del periodo invernale, e tenderà a rammollire con le temperature più alte del periodo estivo. L'armatura in non tessuto di poliestere delle membrane subisce, durante la lavorazione d'impregnazione della miscela di bitume polimero, una leggera tesatura che rimane "congelata" nella miscela raffreddata. anche per l'effetto d'attrito tra le spire nella fase di "confezionamento in rotoli" della membrana. I rotoli, una volta distesi, devono essere posati, a caldo con sfiammatura, il più possibile in aderenza

## Le prove di estrazione

Questa che viene, di seguito descritta è una prova assolutamente pratica per testare l'aderenza di una membrana in bitume polimero (elemento di tenuta o schermo al vapore) al piano di posa (solaio in cls armato o massetto delle pendenze, alleggerito o meno). La prova va fatta ad estrazione verticale, senza esercitare azioni di "peeling" che quasi sicuramente (specialmente nei mesi più caldi), agendo puntualmente sullo spezzone di membrana, incollato al piano di posa, darebbero risultati negativi, falsando i risultati della prova.

- Incollare una striscia da 3-4 m<sup>2</sup> della membrana, in bitume polimero, che si intende testare, in modo corretto (sfiammatura sulla linea di tangenza tra solaio e rotolo)
- Tagliare, centralmente, un riquadro da 50x50 cm
- Posizionare leggermente sollevato lateralmente (mediante spessori di membrana) un listello di legno
- Bloccare il listello di legno mediante sovrapposizione di un altro riquadro di membrana saldato su quello sottostante (sfiammando in particolare la faccia inferiore del riquadro superiore, in modo da scaldare il meno possibile in riquadro sottostante)
- Aspettare il raffreddamento del provino
- Togliere gli spessori laterali ed afferrare il listello di legno operando una trazione verticale (no peeling)

• La prova sarà valida se lo sforzo per staccare il riquadro è notevole ( $\geq 30$  kg) (lo sforzo che un uomo può esercitare così posizionato è appunto di circa 30 kg) o se è impossibile staccare il riquadro o se si lacera la membrana del riquadro superiore.

Le foto riportate mostrano una prova eseguita su superficie trattata con imprimitura a base solvente (essiccazione  $\geq 8$  ore) e una prova eseguita direttamente sul massetto senza imprimitura. In questo specifico caso, poiché gli additivi utilizzati per la composizione del massetto alleggerito con polistirene espanso (densità 1400 kg/m<sup>3</sup>) creavano una pellicola impermeabile superficiale, lo strato d'imprimitura tendeva a creare anch'esso pellicola senza penetrazione, pertanto la membrana sfiammata si incollava sulla pellicola di primer e non sul massetto, non permettendo una corretta aderenza e risultando molto facile da rimuovere. La stessa prova fatta a pochi metri di distanza direttamente sul massetto senza imprimitura, ha permesso alla membrana di aderire direttamente sul massetto ed è stato impossibile rimuovere per estrazione il riquadro di membrana. La membrana testata era di tipo speciale, in bitume polimero elastomerico, rivestita su entrambe le facce con fibre polimeriche testurizzate, con doppia funzione di strato "schermo vapore" e "collegamento" per pannelli termoisolanti, posati in totale aderenza, mediante incollaggio a fiamma direttamente sullo schermo al vapore.



1<sup>a</sup> fase: preparazione del provino 50x50 (tagliato con cutter al centro del rotolo) su massetto trattato con primer.



3<sup>a</sup> fase: si nota il riquadro rimosso e lo strato di primer sottostante, praticamente integro (senza rimozione di cls.).



2<sup>a</sup> fase: estrazione del provino (la forza esercitata è stata di circa 20-25 kg, quindi insufficiente).



4<sup>a</sup> fase: preparazione del provino 50x50 (tagliato con cutter al centro del rotolo) su massetto non trattato con primer; estrazione del provino (la forza esercitata è stata di due persone (quindi  $\geq 50$  kg), ma non è stato possibile sollevare il riquadro).

sul supporto, mediante utilizzo di bruciatore a gas propano. La corretta adesione (“stabilizzazione”) al supporto (cls correttamente liscio o pannelli termoisolanti idonei e opportunamente trattati sulla faccia superiore con bitume) blocca, senza problemi, il telo impedendo eventuali ritiri dello stesso. A puro titolo di curiosità facciamo notare che una membrana posata a secco lasciata libera può avere, durante il periodo più caldo dell’anno, a causa della “memoria dimensionale” dell’armatura, anche nel corso di un breve intervallo di tempo, un accorciamento minimo (denominata come “stabilità dimensionale”) compreso tra il 0.3 ed 1% (che comunque significano su 10 m di lunghezza un accorciamento compreso tra 3 e 10 cm).

I fenomeni di reptazione (ondulazione o corrugamento) dell’elemento di tenuta sono la più frequente patologia di un a copertura impermeabile e sono quasi sempre una diretta conseguenza della mancanza di stabilizzazione (aderenza o bloccaggio) del sistema di copertura impermeabile in uno o più elementi che lo compongono (di solito le membrane impermeabili costituenti l’elemento di tenuta e/o lo schermo al vapore e/o i pannelli termoisolanti).

La reptazione si può avvenire dopo uno o più cicli stagionali, innescandosi sempre nel periodo più caldo dell’anno e si presenta normalmente con un’ondulazione, più o meno pronunciata, delle membrane disposta in senso diagonale rispetto ai punti fissi (camini, lucernari, bocchettoni, ecc.) e/o agli angoli interni ed esterni della copertura. Questa patologia può causare talvolta il distacco delle sormonte di giunzione delle membrane, con conseguenti infiltrazioni tra i due strati dell’ elemento di tenuta o sotto l’elemento di tenuta stesso.

È ovvio che spesso la ridotta dimensione della copertura o meglio la presenza di una protezione pesante fissa (pavimentazione allettata o incollata su sottofondo in malta cementizia, pavimentazione industriale, ecc.) può stabilizzare con il proprio peso e rigidità il sistema di copertura, impedendo il formarsi di reptazioni, ma qualche volta, se l’esecuzione della posa delle membrane avviene, d’estate ed in modo non corretto, su uno strato termoisolante importante, è purtroppo sufficiente l’intervallo di tempo tecnico tra la posa dell’ elemento di tenuta e la stesura della pavimentazione per permettere la formazione di leggere ondulazione e/o il distacco per scivolamento delle sormonte di testa della membrana a finire (per questo motivo si consiglia vivamente e non solo durante l’estate di eseguire sovrapposizioni di testa delle membrane pari ad almeno 20 cm). Spesso non sono neppure sufficienti, per bloccare la reptazione, le protezioni pesanti mobili (ghiaia, quadrotti su dischi, ecc.) in quanto la forza del fenomeno, una volta innescato, specialmente su grandi coperture, può essere sufficiente a sollevare e spostare i granelli di ghiaia o addirittura un quadrotto cementizio del peso di 25 kg.

Una protezione pesante mobile può essere invece idonea a



bloccare fenomeni di reptazione dovuti al distacco degli elementi o strati del sistema di copertura a causa dell’azione del vento (particolarmente presente lungo i perimetri esterni).

### Le cause

Le cause che possono determinare l’instabilità del sistema di copertura e di conseguenza innescare i fenomeni di reptazione possono essere varie.

Elenchiamo schematicamente qui di seguito le principali:

- Mancanza d’aderenza dell’elemento di tenuta sullo strato termoisolante per uso di materiali termoisolanti non idonei all’incollaggio a caldo delle membrane in bitume polimero (non trattati superficialmente con bitume o con temperatura di fusione del prodotto non compatibile con il sistema di posa come ad esempio il polistirene espanso sinterizzato o estruso che fonde a 90-100 °C contro una temperatura di posa della membrana pari a circa 250 °C) (esempio pannelli di polistirene espanso sinterizzato o estruso). Nel caso dei pannelli realizzati in polistirene espanso sinterizzato o estruso, listellati o meno, preaccoppiati in stabilimento con membrane in bitume polimero (specialmente quando lo spessore del pannello è rilevante, quando non è prevista una posa con fissaggio meccanico, idoneo e uniformemente distribuito o quando non è prevista una protezione pesante, possibilmente fissa) può avvenire che nel giro di pochi cicli stagionali, per effetto del calore superficiale del sistema di copertura esposto, avvenga una delaminazione della membrana dall’isolante termico (il

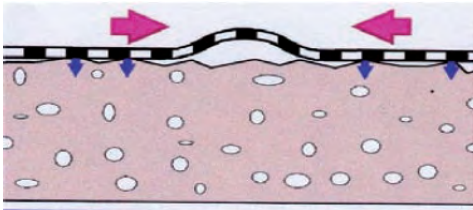
Delaminazione della membrana in bitume polimero dal polistirene per effetto del calore.



Mancanza di aderenza dell'elemento di tenuta al supporto.

polistirene ha una temperatura di fusione di circa 90°C e la temperatura superficiale, sulla superficie impermeabile - nera o ardesia color grigio, può talvolta superare gli 85°C).

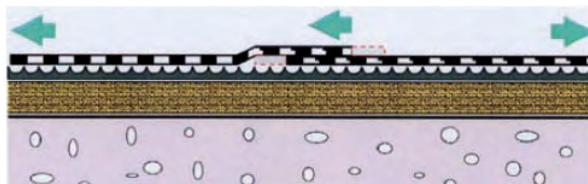
- Mancanza d'aderenza dell'elemento di tenuta sul supporto strutturale in cls. o sulle pendenze causato da una non corretta lisciatura del sottofondo (granulosità, presenza di lame di biacca, impronte, ecc.) che impedisce la continuità di aderenza della membrana.



- Durante rifacimenti di coperture la mancanza o scorretta adesione dell'elemento di tenuta alla superficie dell'impermeabilizzazione esistente poiché non è stata correttamente pulita (ardesia staccata, polvere, ecc.) o non è stata correttamente ricondizionata (taglio delle ondulazioni e/o bloccaggio mediante fissaggio meccanico degli elementi o strati costituenti il sistema di copertura originario) o non è stata opportunamente trattata con imprimitura (vecchia ardesia) o non è stata asportata una vernice esistente di tipo pellicolante (ad es.: le vernici di protezione all'alluminio, con veicolo bituminoso, vanno eliminate con raschiatura a caldo, con utilizzo di bruciatore a gas propano).

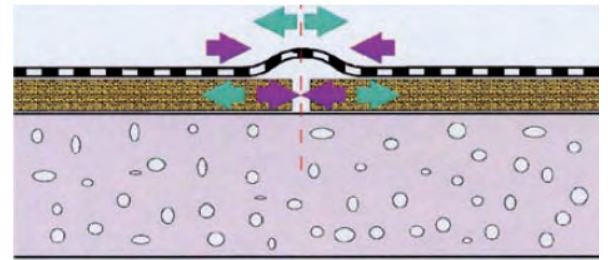
- Eccesso di bitume, dato per spalmatura, sullo strato termoisolante prima della posa dell'elemento di tenuta; l'eccesso di bitume comporta, durante i mesi più caldi dell'anno, il galleggiamento dell'elemento di tenuta e quindi mancanza di stabilizzazione.

Eccesso di bitume sullo strato isolante prima della posa dell'elemento di tenuta.



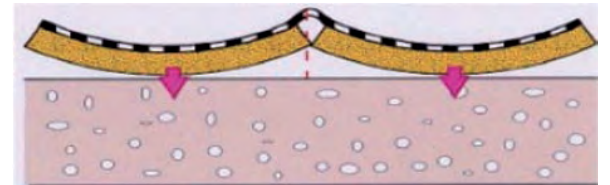
- Eccessiva instabilità dimensionale dei pannelli termoisolanti (alcuni prodotti possono avere un'instabilità dimensionale, durante il ciclo stagionale, pari a 10-15 mm, sulla dimensione, pur ridotta, dei pannelli utilizzati sotto l'elemento di tenuta; la continua apertura e la chiusura delle giunzioni di accostamento dei pannelli può causare la creazione di "omega" (finti giunti causati dallo sfibramento dell'armatura) sulla superficie impermeabile (in questo caso le ondulazioni saran-

no normalmente perpendicolari alla disposizione geometrica della maggior dimensione dei pannelli).



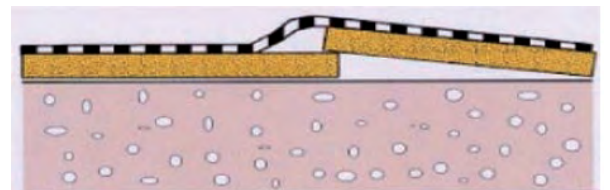
Instabilità dimensionale dei pannelli termoisolanti.

- La mancanza o scorretta adesione dei pannelli al supporto sottostante (solaio, pendenze o schermo vapore) comporta l'imbarco, ad andamento concavo o convesso a seconda i casi, dei pannelli e di conseguenza il sollevamento e l'ondulazione dell'elemento di tenuta, anche nel caso quest'ultimo sia stato posato in corretta adesione.



Insufficiente adesione dei pannelli isolanti al supporto.

Un sistema di copertura (non zavorrato con protezione pesante fissa o mobile). quando anche i pannelli non sono stati correttamente ancorati al piano di posa (per incollaggio o fissaggio meccanico), oltre ai fenomeni di reptazione causati dalle ondulazioni dell'elemento di tenuta è esposto all'azione d'estrazione del vento (in particolare lungo i perimetri esterni) che raggiunge facilmente un valore superiore ai 200 kg/m<sup>2</sup> e che può quindi sollevare e gonfiare tutto il sistema accavallando anche i pannelli coibenti.



Il mancato fissaggio dei pannelli isolanti al supporto può determinare, sotto l'azione del vento, distacchi della membrana e conseguenti accavallamenti degli stessi pannelli.

- La presenza d'umidità negli elementi o strati, su cui è posato l'elemento di tenuta può causare una pellicola d'acqua (causata da condensa) sulla superficie d'aderenza con conseguente distacco (normalmente in uno o due cicli stagionali) della prima membrana e di conseguenza il sollevamento e l'ondulazione della stessa, anche nel caso sia stata posata in corretta adesione.

Normalmente quanto sopra avviene quando:

- si opera su pendenze alleggerite (pomice, cemento cellulare, cls. alleggerito con perle di poliuretano espanso, ecc.) su cui sia piovuto prima della posa dell'elemento di tenuta, come purtroppo spesso accade;
- non si è coperto l'elemento termoisolante, prima della fine della giornata di lavoro, con almeno il primo strato impermeabile, (pioggia e/o umidità notturna invernale);
- si è creato un sistema di copertura con realizzazione di massetto di pendenza e/o ripartizione dei carichi (magari oltretutto alleggerito e di conseguenza ancora più igroscopico) posato sui pannelli termoisolanti. In questo modo viene a crearsi un vero e proprio serbatoio d'acqua nello spessore dei pannelli coibenti (acqua di getto e/o piovana) di cui è spesso impedito lo smaltimento, per stillicidio, attraverso il solaio, per la presenza di uno schermo o barriera al vapore;
- si è operato su un supporto in cls. (pendenze o solaio) su cui è da poco piovuto (apparentemente sembra superficialmente asciutto);
- si è operato su un supporto in cls. (pendenze o solaio) congelato e destinato quindi ad inumidirsi dopo la posa dell'elemento di tenuta;
- si opera su solai alleggeriti con blocchi di polistirene espanso che sono impregnati d'acqua (acqua di getto e/o piovana).
- Una non corretta imprimitura del supporto in CIs (pendenze o solaio) può innescare fenomeni di reptazione quando:
  - si opera su imprimitura ancora umida per eccesso di quantità (la quantità corretta dovrebbe essere di 150-200 g/m<sup>2</sup>);
  - si opera su imprimitura appena stesa senza aspettare la corretta essiccazione (24 ore);
  - si opera su imprimitura che non è penetrata nel cls., per additivi presenti nell'impasto del cls; stesso o per uso di un prodotto "pelli colante"; in questo caso l'elemento di tenuta aderisce solo momentaneamente alla pellicola bituminosa, destinata comunque a staccarsi dal supporto.
- Mancanza di fissaggio meccanico e/o di elementi di blocco del sistema di copertura nelle coperture in pendenza: pertanto tutto il sistema subisce uno scivolamento verso la linea di compluvio con creazione di ondulazioni parallele o inclinate rispetto a questa linea.
- Ombreggiamento di una sezione di copertura durante i mesi invernali, a causa di un edificio più alto posizionato ad Est. Questa situazione si verifica in particolare quando l'elemento di tenuta è senza protezione pesante mobile o



L'irregolare insolazione della copertura può determinare, nelle zone d'ombra, distacchi dei risvolti, e in quelle soleggiate fenomeni di allungamento della membrana con conseguenti distacchi dal supporto.

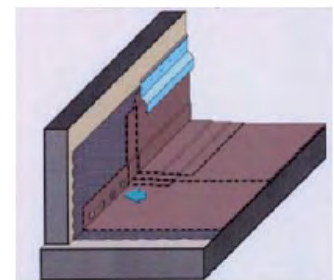
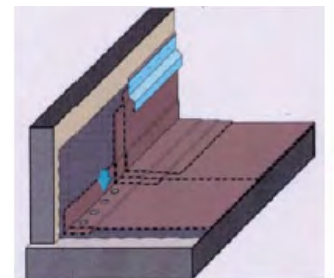
fissa ed è posato su elemento termoisolante. La temperatura nelle tarde ore del mattino sulla sezione di copertura soleggiata può raggiungere anche valori piuttosto alti che rendono la miscela della membrana in quella zona, morbida. Mentre nella sezione di copertura ombreggiata la temperatura della membrana può essere anche vicino agli 0°C, conferendo alla membrana una certa rigidità.

Questa differenza di temperatura (specialmente se la membrana è stata posata con i teli direzionati, in senso longitudinale, Est-Ovest) può portare nel corso degli anni ad un lento spostamento della membrana verso il lato Ovest della copertura (zona più calda) con creazione, in particolare lungo questo lato di copertura, di fenomeni di reptazione e di conseguenza, per effetto di trazione, il distacco dei risvolti alla base, lungo il lato Est. Non è sufficiente il cambiamento d'ombreggiatura, sulla copertura, durante il pomeriggio, per annullare il fenomeno. Per risolvere invece il problema è sufficiente fissare meccanicamente i risvolti dell'elemento di tenuta lungo tutti i perimetri interni (volumi tecnici, camini, ecc.) ed esterni (parapetti), per contrastare le azioni di ritiro dovute, in particolare, ad una diversa temperatura, su uno stesso telo di membrana, e provvedere ad una corretta posa in totale aderenza della stratigrafia impermeabile (elemento di tenuta più elemento termoisolante e strati accessori).

- L'azione del vento può creare e/o esaltare i fenomeni di reptazione (già presenti sulla copertura e dovuti ad altre cause) sollevando e/o spostando, lungo i perimetri e gli angoli della copertura, l'elemento di tenuta, se a vista e se non correttamente aderente al piano di posa. È ovvio che come tutte le patologie anche quelle di reptazione appena esaminate non avvengono nel 100% dei casi, ma si determinano comunque in un'altissima percentuale statistica che, proprio statisticamente, non può essere in ogni caso accettata né tollerata. Qualche volta i fenomeni di reptazione non si presentano in occasioni dove dovrebbero teoricamente presentarsi, solo per una sequenza di casi fortuiti quali ad esempio:

- realizzazione dell'opera durante un periodo secco invernale;
- mancanza totale di pioggia durante tutto il periodo d'esecuzione, indipendentemente dalla stagione;
- dimensione ridotta della copertura.

Fissaggio della membrana in bitume polimero, al piede dei risvolti verticali, sulla superfici orizzontale, mediante sistemi di fissaggio composti da rondella metallica e tassello ad espansione o viti autofilettanti.



Fissaggio della membrana in bitume polimero, al piede dei risvolti verticali, sulla superficie verticale, mediante sistemi di fissaggio composti da rondella metallica e tassello ad espansione o viti autofilettanti.