

Cusano M. 27 Maggio 2008

NOTIZIARIO TECNICO N. 2

“Presunte infiltrazioni che si evidenziano nei solai tipo PREDALLES”

Trafficando nel mio archivio storico ho trovato un articolo interessantissimo riguardante le presuppunte problematiche infiltrative che immancabilmente si evidenziano a livello della partizione intradossale dei solai realizzati con elementi modulari denominati "predalles" , problematiche infiltrative che quasi sempre vengono ascritte impropriamente alla mancanza di tenuta idrica di un confinamento impermeabilizzativo . Tale patologia che riguarda questa tipologia di solai è da me conosciuta sin dai primordi, però considerato lo scetticismo dimostrato dalla maggior parte di coloro a cui capita di palesarla, mi ha indotto a trasmetterVi questo articolo in modo che possiate in futuro non incorrere in errate conclusioni.

Un cordiale saluto a tutti e al prossimo notiziario

Mario Piccinini

Articolo tratto dalla rivista "SPECIALIZZATA EDILIZIA"

TECNOLOGIA / IL PARERE DEGLI ESPERTI

L'IMPERMEABILIZZAZIONE DELLE PRE-DALLES

Problemi, rischi e soluzioni nei lavori di impermeabilizzazione dei solai alleggeriti con polistirene espanso.

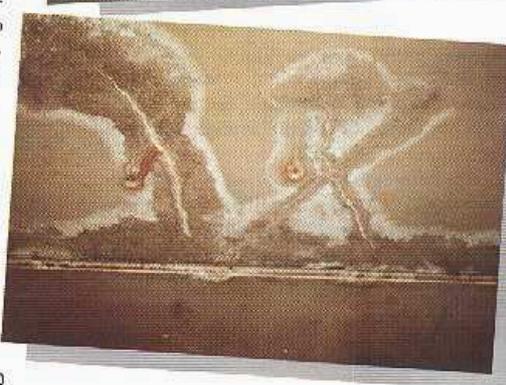
Beppe Barbesino

Da tempo sono interessato a questo problema, per la sintomaticità di taluni effetti ma, soprattutto, per la perenne loro incomprensione da parte di troppi addetti alla costruzione, impermeabilizzatori compresi.

E questa incomprensione è favorita dal fatto che, non essendoci una causalità automatica fra tipologia della copertura ed evento patologico, sono le condizioni ambientali ed operative pregresse all'intervento di impermeabilizzazione che devono essere ben presenti a chi deve dare un giudizio discriminante fra la qualità di tale intervento e la sistematicità del rischio. Vorrei perciò dare una veste organica alla disamina del problema, per cercare di sfatare - almeno in questo caso - il sillogismo troppo spesso semplicistico che vuole che "quando piove, la colpa è sempre e solo dell'impermeabilizzatore".

Il problema

Da cosa nasce, allora, questo problema che - di per sé - si sgonfierebbe come una bolla di sapone se non fosse troppo spesso drammatizzato e radicalizzato su punti di vista irriducibili?



Tutto nasce, innanzitutto, dalla tipologia delle "pre-dalles", queste ormai diffusissime lastre prefabbricate, predisposte con richiami di armatura per realizzare facilmente e rapidamente in opera solai compositi e alleggeriti.

La soletta che ne risulta assume una conformazione che presenta - da estradosso ad intradosso - una piastra continua in compressione, in calcestruzzo armato gettato in opera (e pertanto permeabile all'acqua) collegata (ma distanziata) ad una sottostante serie discontinua di elementi semplicemente giustapposti e portanti (e pertanto vantaggiosamente sostitutiva della tradizionale carpenteria di sostegno) costituiti da calcestruzzo vibrato e spesso precompresso, quindi fortemente impermeabili (le "pre-dalles") che, con le loro nervature di collegamento e di rinforzo e le cavità intermedie alleggerite con blocchi distanziatori di polistirene espanso (che fungono da cassera a perdere delle nervature stesse) costituiscono lunghi canali coperti e affiancati, praticamente a tenuta d'acqua.

Il polistirene espanso dei blocchi distanziatori è, generalmente, di bassa densità,

spesso di tipo rigenerato, quindi permeabile non solo al vapore, ma anche all'acqua.

E di acqua, questo tipo di copertura ne può ricevere e contenere a josa: da quella di impasto, eccedente alle necessità di presa del getto della soletta di compressione e del massetto delle pendenze (spesso, questo, di tipo "cellulare", ad alto tasso di acqua di impasto), a quella di sempre possibili e spesso persistenti precipitazioni atmosferiche stagionali, causa sia dell'inevitabile ritardo dell'intervento impermeabilizzativo, ma soprattutto causa "prima" scatenante della patologia di cui trattiamo.

Cosa succede di tutta questa acqua?

Parte di essa fuoriesce subito direttamente all'intradosso della copertura, attraverso le linee di semplice accostamento laterale delle pre-dalles; ma la maggior parte di quest'acqua verrà inglobata nelle canalizzazioni centrali, praticamente impermeabili, di ciascuna pre-dalle.

Uniche vie geometricamente possibili di spurgo di quest'acqua sono le opposte testate libere delle canalizzazioni (praticamente agli appoggi su muri e travi) o attraverso sempre possibili micro-lesioni



Il parere di ...

Alberto Dal Lago

Progettista di elementi prefabbricati

Il progetto di impermeabilizzazione di una copertura va impostato con una grande attenzione:

- alle caratteristiche tipologiche del prodotto;
- ai materiali isolanti che si usano;
- al diagramma di Glaser di riferimento;
- all'umidità che ha il prodotto quando viene fornito;
- alle condizioni meteorologiche che si incontrano all'atto della posa.

Il problema che viene trattato non va riferito quindi al solo solaio alleggerito con isolante (pre-dalles o solai alleggeriti autoportanti), ma anche a solai multifori (solai estrusi o solai realizzati con pignatte in laterizio) e perfino a solai di solo calcestruzzo (TT o simili), anche se la patologia si riscontra con più frequenza sul solaio pre-dalles.

Se noi diamo per scontato che:

- non c'è il tempo per maturare il prodotto (28 giorni);
- il prodotto può prendere l'umidità dell'ambiente (getti integrativi);
- le condizioni termiche e igrometriche sono abbastanza severe per escludere comunque inconvenienti in qualsiasi clima;
- non si può escludere che durante la posa ci sia un'abbondante acquazzone; ne deriva che:
- il manto impermeabile sopra l'isolante deve essere ventilato (torrioni di aerazione) perché il rischio di inglobare acqua fra l'impermeabilizzazione e la struttura non si può evitare;
- l'isolante deve avere una imbibizione praticamente nulla, perché in certe condizioni sicuramente ci può essere condensa al suo interno;
- anche l'isolante usato come alleggerimento non deve avere imbibizione e quindi non può essere per esempio polistirolo rigenerato da 10 kg/m³;
- gli alleggerimenti e i vuoti interni (fori, sia nel calcestruzzo, che del laterizio) devono essere in comuni-

cazione con l'aria dell'ambiente sottostante per evitare condense interne.

Occorre cioè avere intradossi permeabili oppure realizzare dei fori sulla soletta di intradosso.

Ogni deroga a quanto sopra definito, comporta rischi che devono essere attentamente valutati e non solo sulle coperture, ma anche per solai intermedi.

E' successo in un supermercato realizzato con solai estrusi che dopo 15 giorni dall'inaugurazione, facendo un foro a soffitto per appendere un cartello pubblicitario, il getto d'acqua fosse così copioso che si pensava di aver forato una tubatura d'acqua.

Le bolle sull'impermeabilizzazione, le macchie d'umidità sul soffitto verniciato, l'aumento del coefficiente di trasmissione termica e la ridotta durabilità di un solaio "umido" o peggio con sbalzi di umidità, sono gravi danni da subire quando si vogliono minimizzare i costi senza conoscere gli inconvenienti, cioè quanto il progettista non è all'altezza del suo compito.

del getto precompresso delle pre-dalles. C'è da aggiungere che l'inevitabile e sia pur leggera inflessione delle pre-dalles e la rugosità delle loro superfici interne è di ostacolo al deflusso in testata dei residui d'acqua, per cui le testate fungono più spesso da "troppo-pieno" e non consentiranno mai il totale smaltimento diretto dell'acqua inglobata.

Ma, finché non verrà posto in opera il pacchetto di protezione della copertura (sola impermeabilizzazione + coibente e barriera a vapore), i problemi che pur già ci sono, non sono avvertiti nella loro futura gravità. Intanto, dalla stessa via in cui l'acqua è entrata (cioè dalla soletta di compressione e dal massetto delle pendenze) l'acqua può ripercorrere il cammino inverso, per libera evaporazione verso l'atmosfera, sotto l'azione irraggiante del sole; mentre le percolazioni attraverso le testate e le micro lesioni delle pre-dalles avvengono ancora facilmente, essendoci un equilibrio di pressioni (che verrà invece a mancare quan-

do l'estradosso del solaio diventerà stagno, con la posa dell'impermeabilizzazione).

Per il momento, i percolamenti all'intradosso non impensieriscono però nessuno perché, si sa, manca ancora l'impermeabilizzazione.

Ma è proprio quando l'impermeabilizzazione viene posata, con i migliori materiali e con il più accurato magistero applicativo, che incominciano i guai e i fraintendimenti.

Per prima cosa, cessa ogni possibilità di evaporazione verso l'esterno e si instaurerà un ambiente depressionario all'interno delle canalizzazioni, per cui rimangono possibili solo i tracimamenti alle testate e, in particolare, le percolazioni residue attraverso le libere giustapposizioni laterali delle pre-dalles (che saranno le prime ad esaurirsi).

Comincerà invece il lento stitichidio attraverso le micro-lesioni del paramento inferiore del solaio; e tanto più lento esso sarà, tanto maggiore sarà la possibilità che l'acqua sottragga calcare alla



Il parere di ...

Antonio Broccolino

Progettista nel settore della impermeabilizzazione

Le mie esperienze di impermeabilizzazioni di coperture realizzate su solai alleggeriti con polistirene espanso si riferiscono ormai ad un arco di tempo di circa venti anni e purtroppo si sono sempre o quasi dimostrate negative.

Già dai primi interventi quando ero un giovane impermeabilizzatore, certamente anche un po' inesperto, mi sono reso conto che questo tipo di solaio, sicuramente conveniente sotto il punto di vista strutturale ed anche economico, presentava notevoli inconvenienti per l'impermeabilizzatore, quando veniva utilizzato come solaio di copertura (nulla da eccepire quando viene invece utilizzato come solaio nei piani intermedi del fabbricato).

Puntualmente dopo l'esecuzione dell'opera d'impermeabilizzazione venivo richiamato dal Committente per giustificare "numerosi ed in-

spiegabili infiltrazioni d'acqua".

- Immaneabilmente esse apparivano all'intradosso del solaio di copertura in corrispondenza di centri luce, cavillature, fori di pluviale, giunti, ecc.

- Immaneabilmente venivano bloccati i pagamenti dei S.A.L. e delle trattenute di garanzia.

- Immaneabilmente cominciavano ad arrivare raccomandate con richieste di danni.

- Immaneabilmente venivano a crearsi tensioni tra la mia Impresa ed il Committente e/o l'Utilizzatore dei locali sottostanti la copertura.

- Immaneabilmente dopo un'approfondita analisi della situazione e dopo onerose prove d'invaso, con acqua colorata con anilina, si scopriva che l'Impermeabilizzatore non aveva alcuna colpa di suddette infiltrazioni e che tutti i problemi (purtroppo per il Committente, per fortuna per l'Impermeabilizzatore) derivavano dalla tipologia di solaio adottata.

Dopo le prime nefaste ed un po' "ingenue" esperienze decisi di inserire nelle mie offerte una serie di avvertenze relative ai guai in cui sarebbe incorso il Committente se avesse persistito nella decisione di

utilizzare in copertura un solaio con alleggerimento in polistirene espanso, precisando comunque che l'Impresa Impermeabilizzatrice doveva essere sollevata da qualsiasi responsabilità d'infiltrazioni derivanti da suddetta scelta.

Le motivazioni riguardanti i problemi che possono ingenerarsi per l'utilizzo dei solai "pre-dalles" possono essere riassunti schematicamente nei seguenti punti:

- La particolare composizione del solaio (lastra prefabbricata in c.a.v. con elementi in polistirene espanso spesso rigenerato e a bassa densità).

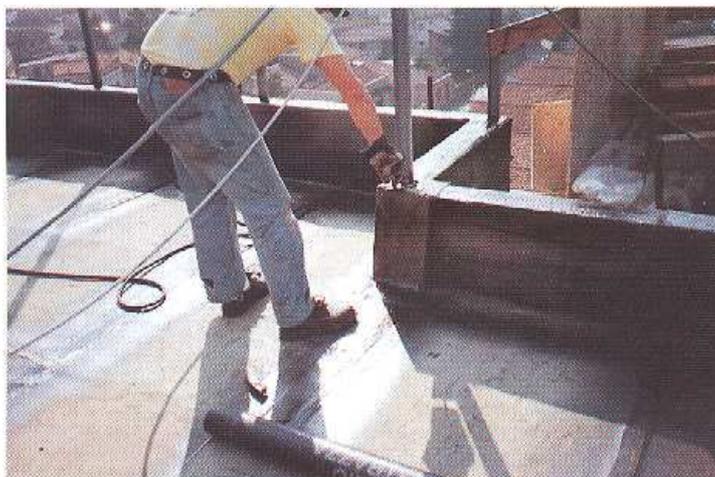
- La notevole quantità di acqua durante il getto e prima della posa dell'impermeabilizzazione.

- L'intervento dell'impermeabilizzatore in qualche modo complica le cose perché pone all'estradosso una stratigrafia impermeabile (termocoibentata o meno) che fungerà comunque da schermo al vapore impedendo all'acqua racchiusa all'interno del solaio di evaporare all'esterno.

- Dopo poco tempo, magari dopo la foratura all'intradosso del solaio di copertura, per la predisposizione di punti luce, pendini di controsof-

struttura cementizia, dando inizio a quelle forme stalattitiche che danno macroscopica tridimensionalità all'impercettibile disegno delle micro-lesioni.

L'alternarsi sistematico del regime termico all'interno della soletta, le cui escursioni saranno maggiori in assenza di un isolamento termico d'estradosso, provocherà evaporazioni dell'acqua contenuta nella struttura della soletta e sul fondo delle pre-dalles. Ciò può provocare spostamenti dei ristagni nelle canalizzazioni, perchè l'acqua evaporata si dilonde nelle cavità e si ricondenserà di notte in punti casuali anche distanti dal punto di evaporazione, creando ristagni in punti nuovi ove le asperità del getto interno della pre-dalle, possono impedire il dilagare del condensato. Se il nuovo ristagno insiste su micro-lesioni della pre-dalle, possono iniziare percolazioni nuove, mentre altre possono cessare per mancanza di ali-



mento d'acqua, o per l'effetto cicatrizzante che il calcare stesso ha prodotto nelle soluzioni di continuità che per prime hanno dato luogo a infiltrazioni.

A tutto questo si aggiungono problemi termo-igrometrici complessi, dovuti in

fittature, ecc. e dopo che in qualche modo la lastra di cls vibrato avrà cominciato ad asciugarsi cominceranno i guai "effetto Postuma" stalattiti, macchie, gocciolamenti.

- Il problema è solo parzialmente risolto, ormai i fori di scolo sono stati stuccati, la verniciatura dei plafoni è stata rifatta. Ma ecco che puntualmente ai primi freddi appaiono intorno ai fori, ormai chiusi e dimenticati, strani aloni d'umidità.

- Il problema purtroppo è estrema-

mente semplice.

Basta calcolare e disegnare il diagramma della variazione delle temperature all'interno dei vari strati costituenti il solaio e la stratigrafia termocoibentata costituente la copertura, per rendersi conto che il punto di caduta della temperatura di rugiada (in condizioni di normale umidità, con temperatura esterna di circa 0°C) cade quasi sempre all'interno dell'alleggerimento in polistirene espanso e quindi sotto la "barriera al vapore" (talvolta in condizioni termoigrometriche particolarmente gravose, all'interno del solaio, si può persino formare,

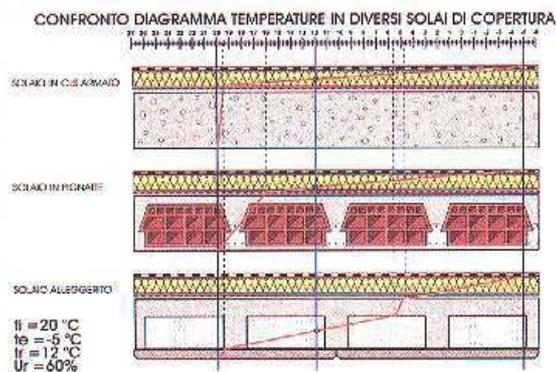
negli strati più alti dell'alleggerimento, il ghiaccio). Un calcolo più complesso ed approfondito ci dimostrerà anche che i 4-5 cm di poliuretano espanso o di altro materiale termocoibente previsti dal termotecnico non erano certo sufficienti a spostare il punto di caduta della temperatura di rugiada, ma che con un solaio caratterizzato da una "propria resistenza termica subdolamente latente" sarebbero stati necessari 20-25 cm (e anche più) di materiale termocoibente per risolvere definitivamente il problema della condensa durante il periodo invernale.

A questo punto è classica la domanda un po' ingenua del Committente :

"...., ma allora ho speso i soldi della barriera vapore inutilmente, visto che la temperatura di rugiada cade al suo intradosso.... ! ?"

No ! niente paura, per fortuna li avete spesi bene quei soldi per la "barriera al vapore"solo che d'ora in poi la chiameremo "barriera all'acqua", perchè d'inverno si formerà al suo intradosso, per effetto condensa, una lama d'acqua che avrebbe completamente imbibito lo strato coibente danneggiandolo definitivamente (se la "barriera al vapore condensato" non ci fosse stata).

Confronto diagramma temperature in diversi solai di copertura.

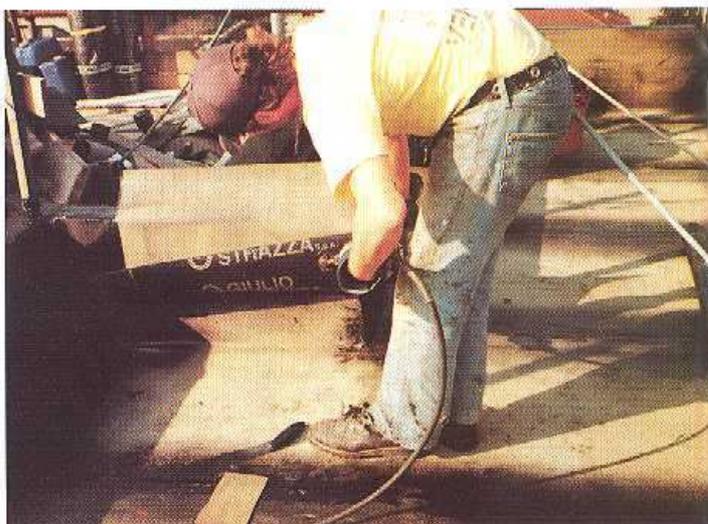


parte anche alla presenza dei grossi blocchi di alleggerimento interno, in polistirene espanso.

Se il polistirene espanso era di cattiva qualità e quindi permeabile all'acqua, esso rappresenterà una aggravante dei fenomeni, perchè costituisce un serbatoio d'acqua ingente che alimenterà a lungo, per gravità, il "regime idrico" della soletta.

Ma, anche se il polistirene usato è di ottima qualità e alta densità, esso sarà comunque permeabile al vapore che si creerà per l'evaporazione diurna dell'acqua residuata nelle canalizzazioni; e se originariamente non si era imbibito d'acqua, perchè impermeabile ad essa, il polistirene si impregnerà ora di vapore, cui non è impermeabile.

Ma appena la temperatura all'interno



Il parere di ...

Luigi Borsotti

Consulente tecnico azienda produttrice

Con una prima osservazione di carattere generale, si vuole evidenziare che il progettista che intende usare le "pre-dalles" nella realizzazione di solai in genere ed in particolare per solai di copertura piana, può contare su una effettiva collaborazione da parte dei produttori, nella definizione e nella messa a punto delle caratteristiche che devono avere le lastre per ottenere gli obiettivi di progetto.

Questo atteggiamento dei produttori fa parte di una precisa volontà di fornire un "servizio" a fianco della vendita del manufatto e discende anche da una relativa facilità con cui si può intervenire sul processo produttivo delle lastre stesse per modificarne le caratteristiche.

I produttori rispettosi dei reciproci ruoli, rimangono normalmente in attesa di prescrizioni precise emesse dal progettista che, attingendo sia dalle norme vigenti (vedi UNI 8178 ecc) sia dalle esperienze consolidate di applicatori selezionati, preciserà all'interno dello schema funzionale, la "soluzione

conforme" per il complesso solaio+copertura piana.

Nell'ambito di queste scelte il progettista dovrà aver ben meditato tutti gli aspetti termici, igrometrici, funzionali anche in relazione al supporto statico utilizzato.

Sono ormai "codificate" soluzioni per tutte le condizioni al contorno fra le quali avverrà la scelta di progetto. Ma sarà altrettanto importante sorvegliare che nelle more delle fasi realizzative, gli operatori (impresa, D.L., committente) non stravolgano la logica progettuale, sull'altare dell'ultimo sconto con scelte completamente incoerenti ai presupposti di progetto.

Entrando poi nel merito realizzativo del solaio con l'obiettivo di proporre delle modalità esecutive che impediscano l'effetto "acqua libera vagante nel solaio" ci preghiamo segnalare due modalità operative qui di seguito riportate.

Soluzione a): pre-dalle alleggerite con polistirolo

Nell'ambito di questa soluzione è bene che vengano prescritte in progetto e richiamate nella commissione d'ordine che l'impresa fa al produttore, delle pre-dalles con queste caratteristiche:

a) solaio con $B=120$: la maggiore frequenza di giunti facilita lo spurgo di eventuale acqua in eccesso;
b) polistirolo con densità almeno di 15 kg/mc;

c) introdurre a livello di prefabbricazione dei tubetti speciali nella soletta prefabbricata, n° 3 ogni lastra (L=600 nella nervatura centrale);

d) prescrivere un Mix-Design del calcestruzzo di finitura per aver la migliore lavorabilità con il minimo rapporto acqua/cemento.

Soluzione b): pre-dalle senza alleggerimento (soluzione alla "francese")

Le pre-dalles vengono fornite nei cantieri francesi (anche da ditte italiane come Unipre e Mapre 60.000 mq/anno) senza polistirolo. Le solette sono in getto pieno e per contenere il peso si minimizza l'altezza mettendo in conto, per quanto possibile, l'effetto piastra sia diretto che indiretto.

L'aumento di peso proprio che si ha rispetto alle soluzioni alleggerite (per luci fino 6-7 m) non supera 100-150 kg/mq, valore che non modifica sostanzialmente il dimensionamento delle restanti strutture. Si fa presente che in Francia la modalità costruttiva della "soluzione conforme" del pacchetto impermeabile è sottoposto a parere preventivo dell'ufficio di controllo che ne confermerà la validità in relazione al rispetto delle norme riportate dai vari D.T.U. e nei quali è ribadita l'importanza del controllo del flusso di vapore per evitare inconvenienti tipici segnalati.

della soletta si abbasserà, questo vapore condenserà nel polistirene, rimanendovi come acqua prigioniera, a causa della sua stessa reversibile impermeabilità all'acqua.

Ma, l'acqua stagnante raffredda la struttura cementizia e può portarla a temperature inferiori al punto di rugiada dell'ambiente sottostante; e, allora, incominceranno manifestazioni di condensa all'intradosso, specie in corrispondenza della maggior massa fredda rappresentata dai travetti interni.

Il polistirene espanso, inserito tra il doppio paramento della soletta, fra i travetti, rappresenta poi un altro pericolo per la termoisolamento dei solai di questo tipo, specie se esso è di buona qualità e se anche il pacchetto di copertura contiene un isolante su cui si sia fatto conto per precisi fini progettuali.

Infatti, progettando un isolamento di estradosso, compito del calcolatore è quello di garantire che il "punto di rugiada" cada abbondantemente al di sopra della barriera al vapore. Per questo, si stabilirà un giusto spessore di isolante di estradosso, ricordando l'assioma che "l'isolante porta verso di sé il punto di rugiada".

Ma se ci si dimentica della massa isolante (sia pure poco isolante, ma pur tuttavia grande) di polistirene inglobata nella soletta, vale anche in questo caso l'assioma citato: potrà facilmente succedere che l'effetto di questo polistirene interno sia maggiore di quello dell'isolante esterno, per cui il punto di rugiada verrà attratto più da quello che da questo; avremo allora condensazioni al di sotto della barriera al vapore e, per ciò stesso, nella soletta di compressione.

Condensazioni che andranno ad influire sul già difficile processo di prosciugamento del solaio.

Nel frattempo, l'impermeabilizzatore avrà avuto già tutti i suoi guai con il progettista, direzione lavori, impresa e committente; e nessuno sa quali pesci pigliare se non quelli del contenzioso.

Si proporranno nel frattempo i tentativi più diversi. In primo luogo, si faranno dei fori nelle pre-dalles, e da queste sgorgnerà acqua in abbondanza, ma solo quella della canalizzazione in cui si è aperto il foro o la serie di fori (infatti, i fori sarebbero efficaci se se ne facessero almeno tre per ogni canalizzazione, due alle testate e almeno uno in mezzzeria).

Altro tentativo sarà quello di inserire caminetti di ventilazione nel pacchetto di copertura (cosa abbastanza rischiosa in una

copertura pavimentata).

Ma l'azione di prosciugamento per evaporazione di questi caminetti è illusoria o quantomeno limitatissima e insufficiente, perchè essi agiscono su una zona molto ristretta circostante alla perpendicolare della loro dislocazione. La funzione di questi caminetti può essere quella di attenuare il regime depressionario all'interno del solaio, in modo da ridurre gli impedimenti al percolamento naturale per gravità dell'acqua contenuta nella soletta.

Una reale funzione sussidiaria dei caminetti si esplica nel caso che il pacchetto di copertura non sia gravato da protezione pesante riportata. In questo caso, lo sfianto dei caminetti ridurrebbe, proporzionalmente al loro numero, il pericolo di rigonfiamenti e bolle nell'impermeabilizzazione.



Le soluzioni

Se il contenzioso va per le lunghe e se nel frattempo non si è buttato tutto all'aria a danno dell'impermeabilizzatore, succede che il fenomeno si esaurisce da solo, ma molto lentamente (anche fino a due anni, nei casi peggiori) allorché i locali sottostanti vengono riscaldati, e tanto più facilmente quanto maggiore sarà il numero di fori di spurgo praticati nelle pre-dalles.

Non potendo pretendere né la pazienza ad oltranza di chi ha necessità di locare rapidamente il costruito, né la costante benevolenza di Giove pluvio, non resta che auspicare che le pre-dalles previste per solai piani di copertura vengano prodotte, già in origine, con un adeguato numero di fori di spurgo all'interasse dei travetti. Altrimenti, per le sole coperture, si opti per strutture tradizionali, meno ricettive di acqua e più permeabili all'intradosso, e comunque meno ambigue e ingannatrici. ■