

UMIDITÀ STRUTTURE INTERRATE

# Infiltrazioni



## ed errori di cantiere

**Sempre più spesso, in interventi di ristrutturazione o di nuova costruzione, vi è la necessità di realizzare nuovi spazi sotterranei per box, cantine, depositi, ma anche sale conferenze, cinema, taverne. Più volte, purtroppo, a pochi anni di distanza ci si ritrova con problemi di infiltrazioni d'acqua, macchie sugli intonaci, ambienti umidi. Perché? E come prevenirli?**

Giacomo Cusmano

**I**l caso di infiltrazioni indesiderate d'acqua all'interno di costruzioni nuove interrato è purtroppo un problema classico che si ripresenta in più edifici e che poi, pur nella sua banalità, risulta essere di difficile e costosa risoluzione. A posteriori, ovvero quando la costruzione è già completata, le difficoltà operative sono tante: non si riesce a capire con certezza da dove venga l'acqua incriminata (l'esatto punto di infiltrazione, acqua piovana o di tubazione) perché spesso si ha a che fare con una parete o soletta in calcestruzzo armato sormontata da un ingente strato di terra; magari se ne intuisce anche la causa, ma non si ha idea di come intervenire, contenendo possibilmente i costi. In linea generale, dunque, seguendo il detto che "prevenire

è meglio che curare", è opportuno riflettere sugli errori tipici che, per superficialità o poca conoscenza del fenomeno, accompagnano sia la fase di progettazione che il cantiere. Come si vedrà, poche ma sagge attenzioni di dettaglio permettono di ridurre a minimi termini ogni rischio e preservare lo stabile da danni, con ripercussioni successive sull'impresa in termini di costi.

### ■ Il calcestruzzo è impermeabile?

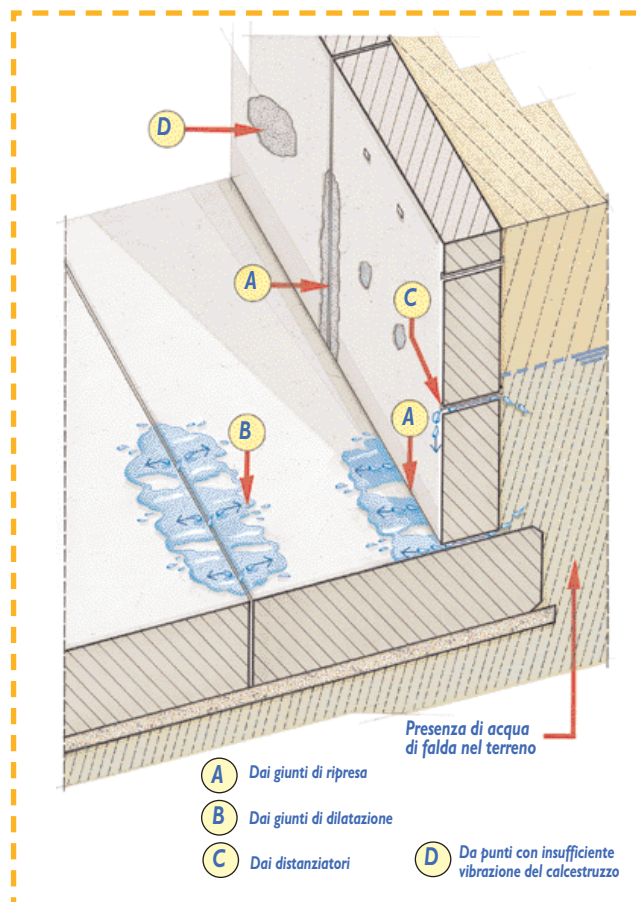
Una chiusura controterra, parete o impalcato che sia, si compone di un elemento portante con funzioni di resistenza alle azioni di spinta del terreno e di un sistema di impermeabilizzazione all'acqua, dove per "sistema" si intende il complesso di strati di tenuta all'acqua e



di protezione. Allorché lo strato impermeabile non assolve più alla sua funzione di elemento di tenuta, o viceversa qualora, nei casi peggiori, non viene prevista alcuna impermeabilizzazione, l'acqua piovana o di falda entra in contatto con la parete portante. Il calcestruzzo, se ben realizzato, acquisisce caratteristiche di bassa permeabilità all'acqua (soprattutto poi se si impiegano elevati spessori, come avviene nelle costruzioni interrato). Ne consegue che, in linea di massima, la struttura ostacola notevolmente e in maniera naturale il passaggio diretto del fluido dalla parte esterna alla parte interna dell'involucro edile; l'acqua, in maniera più spontanea, si diffonde sulla superficie controterra. La presenza di discontinuità fisiche nella struttura rappresenta quindi un indubbio punto debole per la tenuta all'acqua dell'elemento tecnico se in mezz'era del giunto non sono presenti sistemi di tenuta come waterstop o altri prodotti similari. Da codesta fessura l'acqua riesce ad inzuppare le parti interne della parete o da qui, in caso di solaio, si diffonde la pozza d'acqua. Concludendo, dunque, spesso non è detto che in corrispondenza del punto in cui penetra acqua dalla parete/copertura, o della zona in cui si forma la macchia di sali sull'intonaco, si trovi l'esatto punto in cui vi è un guasto/difetto dello strato impermeabile; la differenza può essere di parecchi metri. Altresì arginare localmente il problema con tamponi impermeabili, se da un lato ripristina localmente la soluzione, non è detto che risolva del tutto il caso di infiltrazione globale, perché l'acqua cercherà altri punti "comodi" da cui penetrare. O si "incrociano le dita" e si va per tentativi, o si è costretti a sistemare tutta la zona in maniera globale.

### Il rischio dei giunti

Quando si parla di "giunti" in edilizia si è soliti pensare a giunti strutturali di dilatazione che di solito, soprattutto in edifici residenziali di medie dimensioni, compaiono solo dal piano terra in su e che quindi, teoricamente, non riguardano le costruzioni interrato. Se strutturalmente parlando ciò è ineccepibile, dal punto di vista del rischio infiltrazioni d'acqua tale ragionamento espone l'impresa costruttrice a trascurare in cantiere numerosissimi punti critici. Entrando nello specifico del problema ci si accorge infatti che, anche se non esi-



Nel disegno a lato: possibili infiltrazioni da pareti-fondazioni in presenza di acqua di falda.

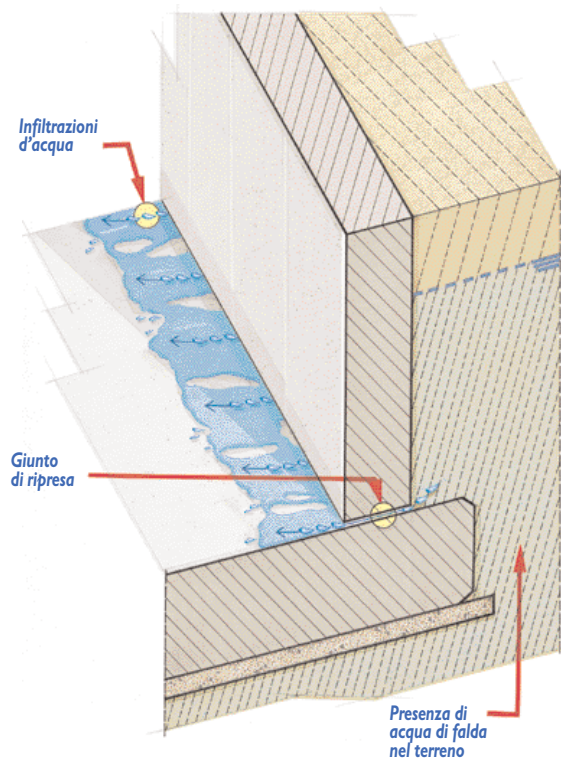
Nella foto a sinistra, ingresso d'acqua da un punto di raccordo tra due pareti laterali.

stano giunti di dilatazione, le strutture per ovvie ragioni tecniche vengono realizzate con getti in più fasi separate. Il calcestruzzo ordinario, come è noto, nel maturare tende a ritirare, e quindi se ad occhio nudo la parete/soletta o diverse pareti appaiono un tutt'uno, così non è in realtà. Nella struttura portante permangono infatti cavillature e discontinuità, che in gergo tecnico vengono appunto chiamate "giunti di ripresa". A questo punto è evidente che la parete presenta delle vere e proprie linee che favoriscono l'ingresso dell'acqua allorché l'impermeabilizzazione esterna non assolve adeguatamente alla propria funzione. Il problema delle infiltrazioni dai giunti è tanto più sentito quanto più elevato risulta essere il battente idraulico, ma non va dimenticato che anche in presenza di semplice acqua piovana vi sono diverse situazioni in cui si possono manifestare percolamenti e formazione di macchie, ovvero degrado in generale.

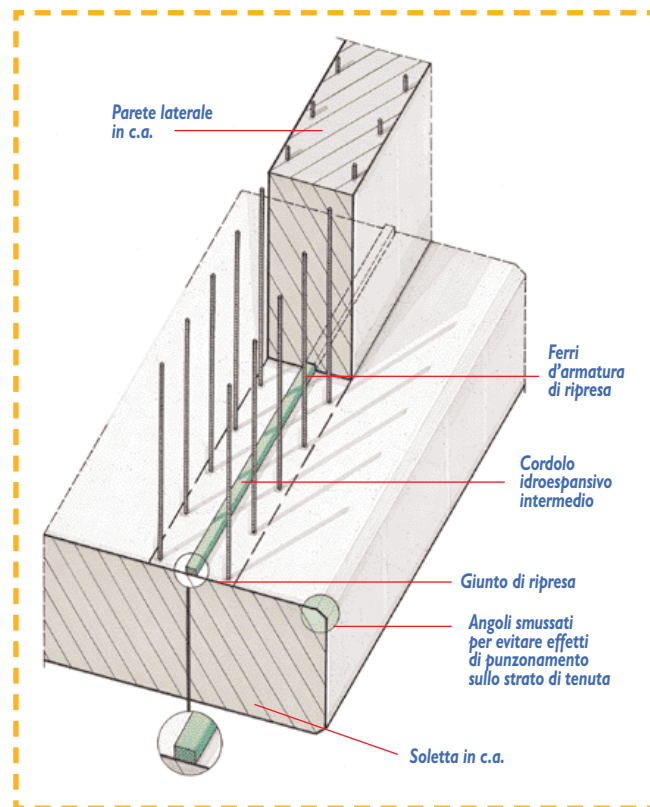
### Quali interventi preventivi in cantiere?

Per ovviare ai problemi di ingresso di acqua dai giunti di ripresa del calcestruzzo, indipendentemente dal tipo di impermeabilizzazione adottata, è sempre opportuno posizionare nelle zone dove si interrompe il primo getto un apposito sistema di controllo della teorica infiltrazione. Tra le soluzioni commerciali si citano:

Nel disegno a lato: ingresso d'acqua dal giunto di ripresa "parete-soletta".  
Nella foto sotto: degrado dell'intonaco di una parete controterra secondo una chiara linea orizzontale (giunto di ripresa) per lento ma costante richiamo di acqua.



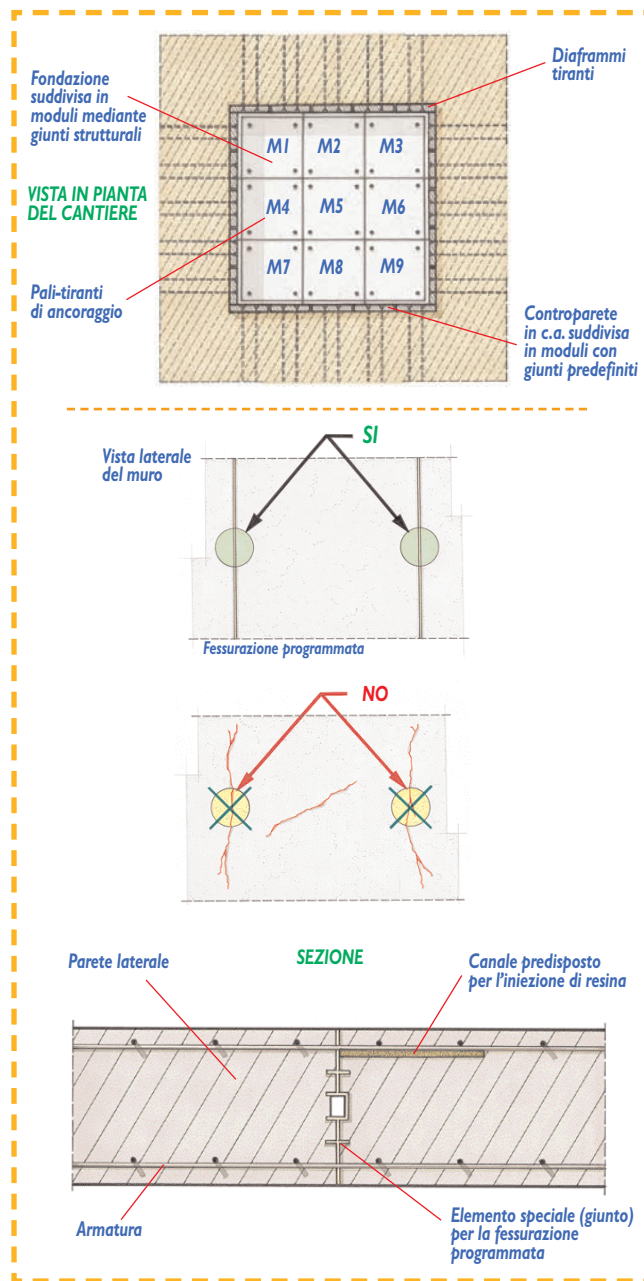
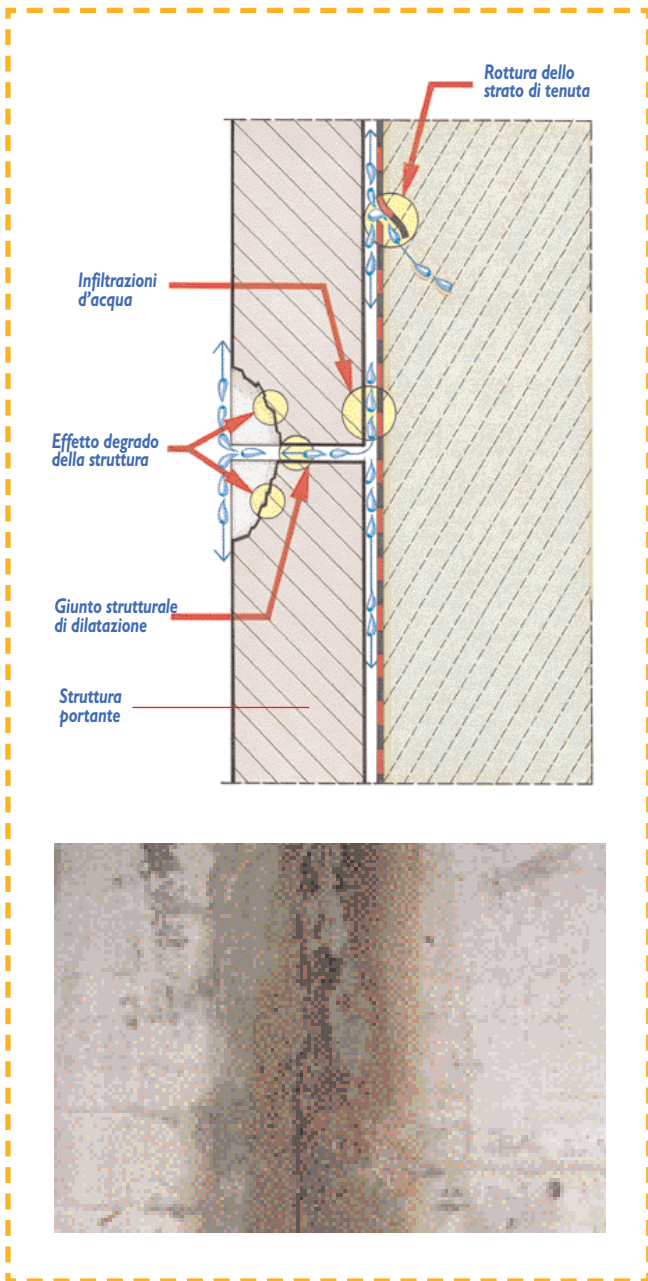
Nel disegno a destra, una possibile soluzione: la messa in opera di un cordolo idroespansivo intermedio.



- cordoli waterstop: tra le armature della prima ripresa si posiziona, all'incirca nel mezzo, un apposito nastro composto di materiale idroespansivo. Se dalla microfessura del giunto tende a filtrare acqua il cordolo si espande e sigilla automaticamente la teorica via di ingresso dell'acqua;
- bandelle plastiche corrugate: a cavallo tra un getto e il successivo si posiziona, durante il primo getto, un apposito profilo dotato di dentelli che si legano al calcestruzzo fresco del primo getto da un lato e successivamente al calcestruzzo del secondo getto, realizzando la continuità che altrimenti manca;
- giunti iniettabili con resine: nella zona di ripresa si posizionano appositi elementi plastici elastici espansibili collegati a dei canali di iniezione. Allorché le due porzioni di calcestruzzo sono maturate e si è formata la naturale fessura di ritiro, si inietta nel giunto interme-

dio della resina in pressione che di fatto impedisce poi successivamente l'ingresso di acqua.

Nel caso di edifici di ampie dimensioni la presenza di giunti strutturali di dilatazione e/o di differente costruzione diviene obbligatoria anche nel sottosuolo, ragion per cui è evidente che la fessura presente è molto più ampia e soprattutto pericolosa, perché ovviamente vi è pure movimento nel tempo. Le vie risolutive attuabili sono simili a quelle per i giunti di ripresa, ma in questo caso è sempre importantissimo verificare sulla scheda tecnica del prodotto aziendale di giunto che quanto di impermeabile si intende porre in opera sia in grado di deformarsi sino al valore massimo del movimento di dilatazione prevedibile. Rimanendo sempre collegati al discorso "microfessure" nel calcestruzzo vi è da evidenziare il tema spesso trascurato delle fessure casuali non volute di ritiro e/o cedimento strutturale, che si possono formare nel tempo soprattutto sulle pareti laterali e/o nelle solette di fondazione. In presenza di ampie superfici di getto eseguite in un colpo solo, soprattutto se tale operazione avviene d'estate e/o viceversa su un terreno poco compattato, vi possono essere ritiri e/o movimenti casuali del calcestruzzo con formazione di lesioni più o meno inclinate e/o casuali, da cui è evidente il possibile rischio infiltrazioni. In caso di ampie superfici interrato, interessanti sono le soluzioni di cantiere che prevedono dei giunti di fessurazione programmata. Essenzialmente in fase di cantiere la superficie in oggetto viene divisa in campi regolari non troppo ampi lasciando in con-



Nel disegno a sinistra: infiltrazione da un giunto di dilatazione e nella foto in basso, infiltrazione d'acqua da un giunto strutturale interrato a non perfetta tenuta.

Nei disegni a lato: esempio di suddivisione di una struttura interrata con giunti di fessurazione programmata di tipo iniettabile con resine.

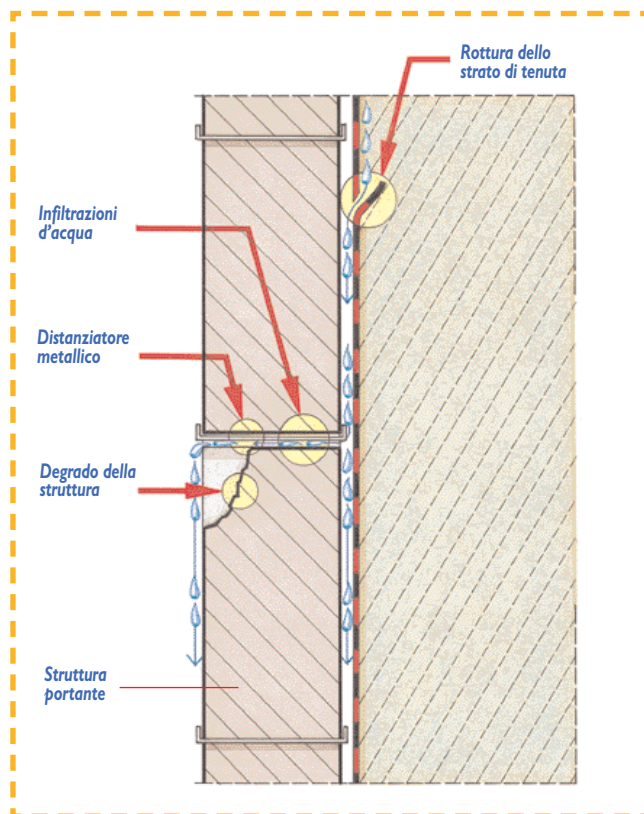
tinuità le armature, ma interrompendo il calcestruzzo con appositi giunti iniettabili con resine o con cordoli idroespansivi. Dato che la superficie è già fessurata non si hanno successive sorprese di ritiro del calcestruzzo, e qualsiasi movimento accidentale delle strutture è assorbibile agilmente da detti giunti programmati, comunque impermeabili grazie al prodotto intermedio posto in cantiere in via preventiva.

### ■ Distanziatori metallici: cannuce di richiamo dell'acqua

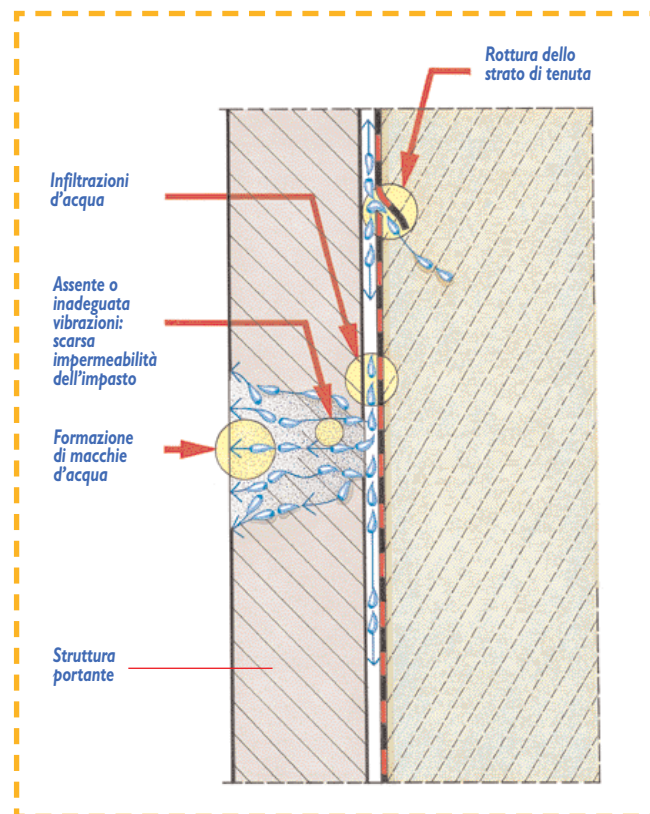
Nelle situazioni ordinarie di cantiere a cielo libero con ampi spazi di lavoro, le pareti verticali di perimetro dell'opera interrata vengono gettate facendo impiego di casseri in legno con distanziatori metal-

lici di raccordo tra l'esterno e l'interno. A calcestruzzo indurito si eliminano i casseri in legno, ma i distanziatori metallici giocoforza rimangono nella parete. Viceversa, se si usano guaine plastiche attorno ai distanziatori (poi da estrarre e riutilizzare) ai fini di tenuta all'acqua la situazione è peggiore, perché rimangono veri e propri canali di collegamento tra interno ed esterno. Purtroppo la costituzione tipica dei distanziatori fa sì che permangano microcavillature, che consentono ad eventuale acqua in pressione di entrare allorché l'impermeabilizzazione esterna non funziona adeguatamente. Difficilmente si avrà a che fare con ruscellamenti, in quanto la quantità di acqua che riesce a passare è sempre limitata perché si formano canali di trasporto di esigua sezione, ma al di là di iniziali macchie d'umido

Nel disegno a lato:  
infiltrazione  
da distanziatori metallici.



Nel disegno a destra:  
infiltrazione da un punto  
ad alta permeabilità,  
causa insufficiente  
vibrazione del cls.



nel tempo si assiste al fastidioso percolamento di ruggine dai distanziali metallici, con degrado visivo ingente. Per ovviare al problema, non potendo eliminare i distanziali, indipendentemente dal tipo di guaina impermeabile esterna, è sempre operazione favorevole il taglio della testa sporgente esterna di ciascun distanziatore e il suo ricoprimento locale, sempre sul lato esterno, mediante rinzaffo con malta osmotica ovvero a bassa permeabilità. Tale intervento precauzionale fa la differenza tra un'opera realizzata in qualità e una svolta con superficialità esecutiva.

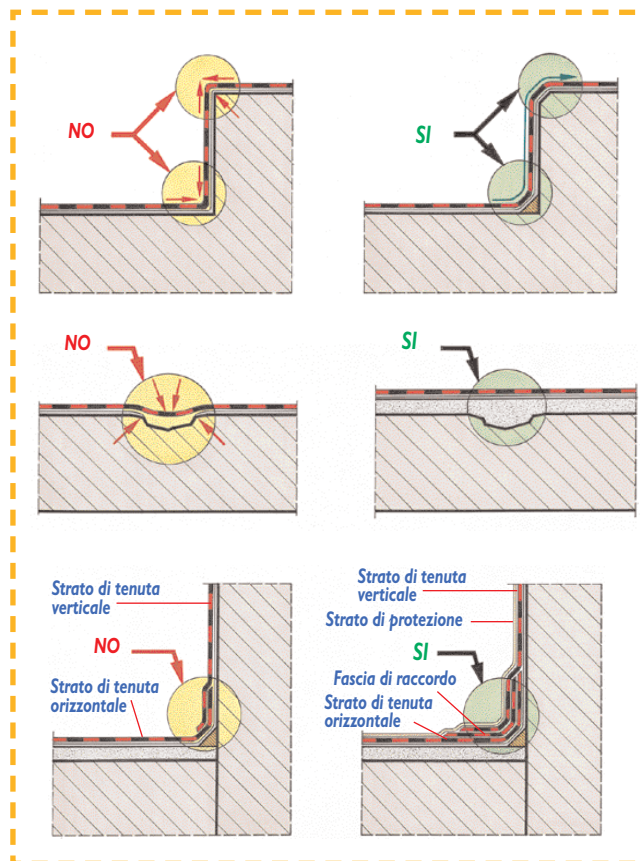
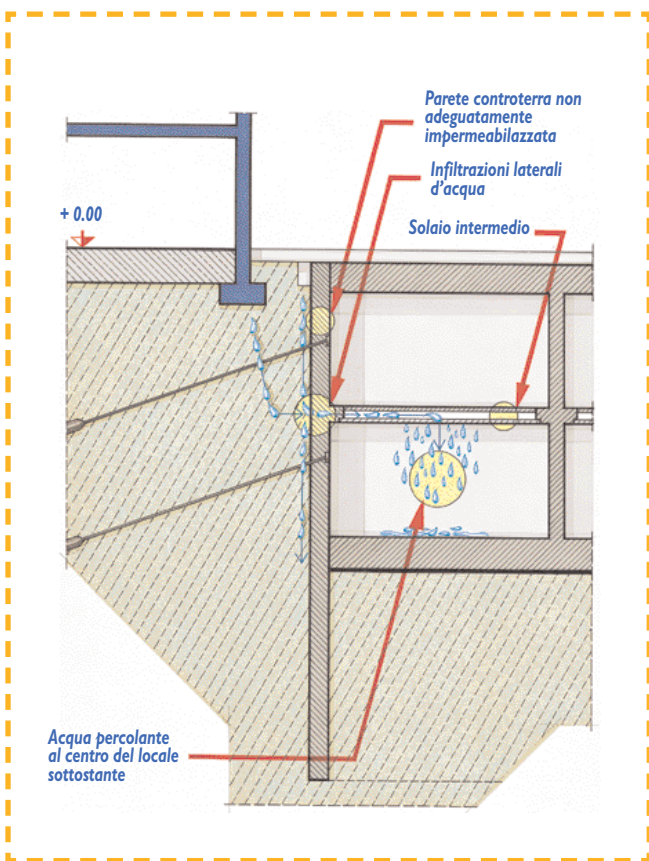
### Inadeguata vibrazione del calcestruzzo

Tralasciando il tema dei giunti si è fino adesso ribadito che il calcestruzzo, nello spessore di 20-30 cm (come lo è il calcestruzzo delle pareti perimetrali di ordinarie costruzioni interrato) è in generale sufficientemente impermeabile, ovvero anche con battenti idraulici di qualche metro, se non vi sono fessure da ritiro/giunto la quantità di vapore-acqua che entra in maniera omogenea nell'unità di tempo è talmente bassa che non si segnalano casi di degrado. In commercio ci sono altresì additivi particolari da aggiungere all'impasto che riducono ulteriormente la permeabilità. L'impermeabilità vale, in generale, in presenza di un calcestruzzo di uniformi caratteristiche di densità, ma il problema di cantiere è proprio in questa frase: calcestruzzo uniforme. Come è noto l'uniformità la si raggiunge solo se si esegue una buona e diffusa vibrazione del calce-

struzzo! In caso contrario permangono nella parete delle zone con bolle d'aria che possono localmente ridurre drasticamente la capacità impermeabile dell'impasto. In caso di assente o cattiva vibrazione del calcestruzzo il rischio è di assistere alla formazione di vere e proprie zone con macchie d'acqua chiaramente visibili. Le squadre tecniche di carpenteria devono essere sempre richiamate all'ordine su tale condizione di criticità tecnica, che come si è visto non è solo strutturale, bensì anche tecnologica. Il capo cantiere e il direttore dei lavori devono seguire le operazioni di getto e controllare le squadre. Altresì è assolutamente da verificare, in via preventiva a progetto e in opera con il progettista strutturale, che non vi siano delle zone con forte concentrazione di armatura con mutua distanza dei ferri inferiore a 5 cm, misura che è all'incirca la minima necessaria per far passare il vibratore.

### Acqua dall'alto dell'interpiano

Escludendo il caso ovvio di copertura in cui si hanno infiltrazioni d'acqua causate da pessima realizzazione dello strato impermeabile orizzontale di estradosso, si vuole porre l'attenzione del lettore su un caso molto singolare che può riguardare solai intermedi non di copertura. Ci si può imbattere nel caso di acqua che gocciola dal soffitto di un solaio al primo o secondo piano interrato in mezzo all'edificio. Nella consapevolezza e certezza che non vi sono tubi interni al massetto dell'impalcato, ci si domanda da dove possa giunge-



Nel disegno a sinistra: gocciolamento di acqua da un solaio intermedio presente negli alleggerimenti delle predalles.

Nei disegni a lato: punti critici e accorgimenti di cantiere per evitare lacerazioni del manto impermeabile.

re tale acqua. Purtroppo, se la parete laterale controterra non è ben impermeabilizzata, il punto di contatto tra solaio orizzontale e chiusura verticale può diventare una zona di richiamo (come una spugna) dell'acqua esterna. Tale problema è amplificato dal fatto che spesso molte costruzioni interrate possiedono impalcati in predalles con alleggerimenti. Se dunque dell'acqua riesce a penetrare dal bordo del solaio non è detto che l'infiltrazione si manifesti proprio nell'angolo, perché il cemento delle predalles ha una buona tenuta. Si ha così il paradosso che l'acqua si incanala nella zona degli alleggerimenti, viaggia nel solaio e solo dai punti di giunto tra una predalle e la successiva, oppure in zone di irregolare costruzione, incominci a percolare nel piano sottostante; a questo punto, però, dal centro del locale! Se per diverse ragioni non si decide di realizzare lo

strato di tenuta impermeabile esterno totalmente coprente l'intero perimetro, una soluzione locale di impermeabilizzazione andrebbe sempre prevista dove vi è l'appoggio del solaio, per evitare appunto "l'effetto spugna". In alternativa sarebbe opportuno predisporre sempre nel solaio dei piccoli fori a passo costante lungo il perimetro, così da essere sicuri che se dell'acqua entra questa non si diffonda in punti centrali casuali dell'edificio, creando danni imprevedibili. Una canalina di raccolta lungo il bordo, per completare la sicurezza, può essere predisposta al fine di limitare i danni.

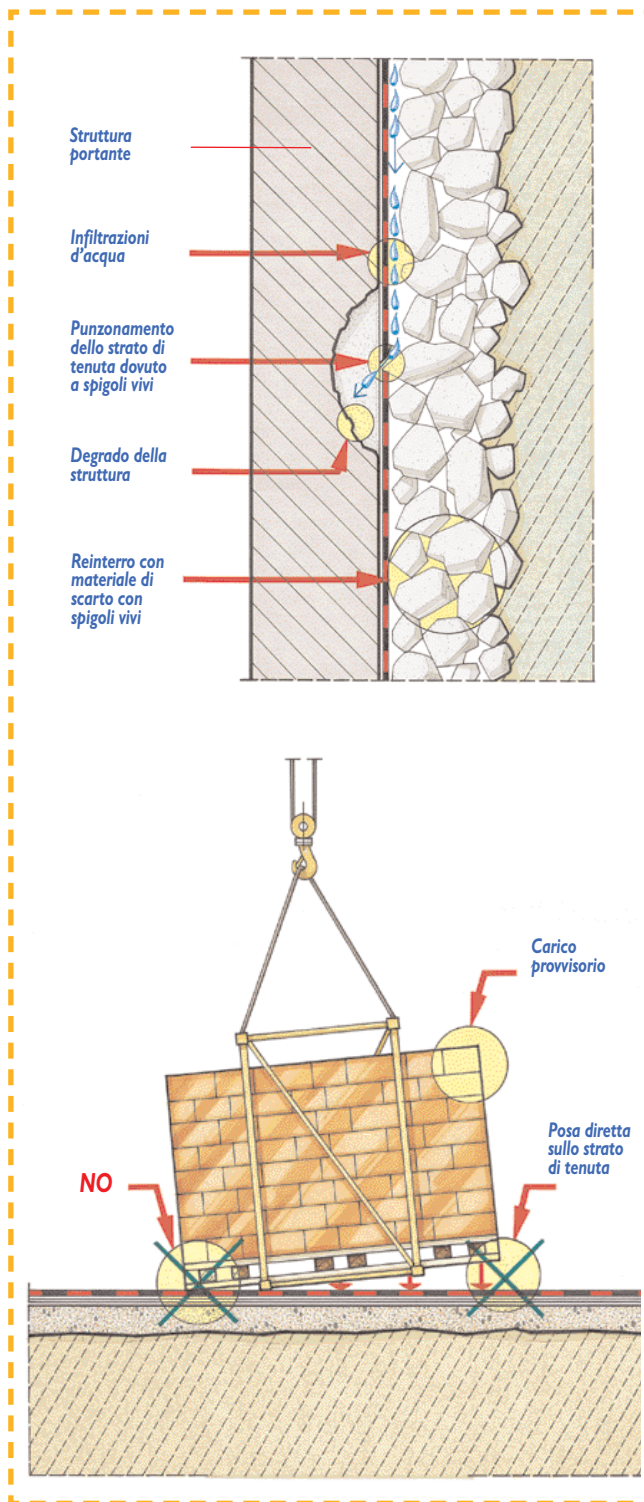
### I danni all'impermeabilizzazione

A fronte della panoramica molto riassuntiva di possibili infiltrazioni negli edifici interrati, la domanda spontanea che nasce è: "perché lo strato di tenuta non funziona correttamente?" Altresì, a danno avvenuto ci si domanda ogni volta se realmente l'impresa ha fatto di tutto per evitare situazioni di guasto tecnico. Indipendentemente dal prodotto adottato per formare lo strato di tenuta all'acqua, bisogna sempre ricordarsi che se anche il lavoro di posa del manto è stato fatto correttamente (con collaudo di tenuta pure avvenuto!) tale elemento tecnico rimane sempre soggetto a numerose sollecitazioni di cantiere che spesso, erroneamente, vengono trascurate. L'impermeabilizzazione va protetta da:

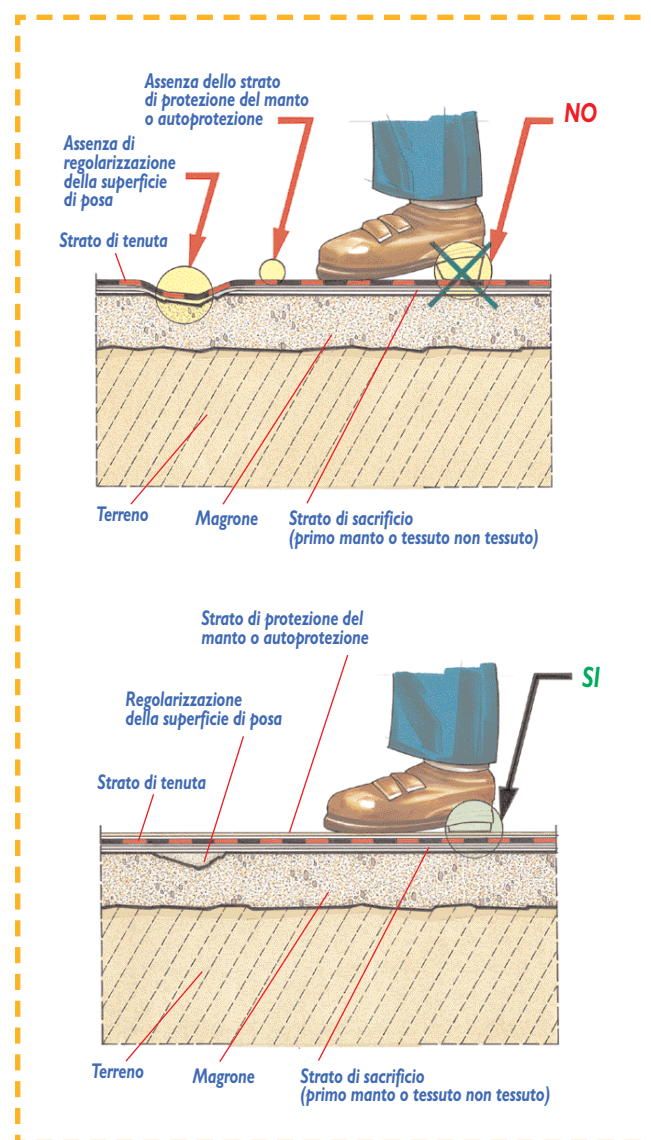
- **sollecitazioni d'uso:** la superficie di posa del manto deve esse-



Nel disegno a lato:  
errori di cantiere:  
reintegro con materiale  
spigoloso.  
Nel disegno sotto:  
posa accidentale di bancali  
pesanti rigidi sul manto.



Nei disegni a destra:  
attenzione alle calzature  
quando si cammina  
sull'impermeabilizzazione.



• **sollecitazioni da attività di cantiere:** dal completamento della posa al ricoprimento definitivo possono passare anche diversi giorni, in cui squadre di operai con più o meno cautela camminano sul manto o con esso interagiscono. Sull'impermeabilizzazione non bisogna camminare con tacchi che possono punzonare lo strato, così come bisogna sempre ricordarsi che qualsiasi carico provvisorio – ad esempio un bancale – non deve essere posato direttamente sul manto, ma vanno predisposte delle zone di appoggio controllate tecnicamente. Infine, i reinterri non devono essere eseguiti con scarti di cantiere a ridosso del manto, perché con spigoli vivi si può tagliare lo strato di tenuta. Come si è visto, quando si costruiscono spazi interrati attenzioni progettuali e accorgimenti di cantiere possono fare la differenza. La tenuta all'acqua va progettata e controllata in opera, non può essere solo una mera applicazione di un prodotto commerciale che, per quanto valido, da solo può non bastare. ■

re prima sempre verificata, ovvero devono essere eliminati irregolarità con eccessive rugosità, dossi o vuoti, spigoli vivi a 90°. Altresì è sempre opportuno, subito dopo la posa, posare uno strato protettivo quale tessuto non tessuto o apposito prodotto commerciale atto a proteggere lo strato di tenuta dal successivo reintro o posa di contropareti in calcestruzzo;