

Prevenire il degrado del calcestruzzo con i sistemi impermeabilizzanti DRACO

Le strutture in calcestruzzo armato possono essere soggette all'aggressione di diversi tipi di sostanze chimiche contenute nell'aria, nell'acqua e nei terreni. Distinguiamo di seguito due diversi tipi di patologie: le prime sono quelle ricorrenti nelle strutture che per morfologia, geometria e posizione entrano in contatto parziale o permanente con terreni, acque di falda, sostanze di percolazione e gas pericolosi per la salubrità umana (come il Radon), mentre il secondo tipo di patologia riguarda tipicamente le strutture esposte all'aria (ossigeno, CO₂, umidità, cloruri). DRACO offre soluzioni ideali con sistemi di impermeabilizzazione e di protezione dall'acqua per entrambe le tipologie di patologie. Per le problematiche riguardanti le strutture sotto quota, prevalentemente esposte al degrado causato da contatto con acqua e sostanze presenti nel terreno, sono consigliabili prodotti come i teli bentonitici della gamma VOLTEX e le membrane idroattive a base polimerica ULTRASEAL. Le strutture fuoriquota, soggette prevalentemente all'aggressione delle sostanze contenute nell'aria, necessitano di una protezione differente, come quella ottenuta con MAGIFLEX CLE (Concrete Life Extender), una malta cementizia bicomponente elastica in grado di proteggere la struttura dall'acqua, dai cloruri e dall'anidride carbonica, senza perdere l'elasticità.

Degrado nelle strutture in calcestruzzo armato: principi generali

Come abbiamo visto, le opere in calcestruzzo armato sono soggette a un invecchiamento naturale e fisiologico, connesso all'esposizione della struttura a sostanze presenti nell'aria, nell'acqua e nel terreno. Tale invecchiamento deriva da processi che possono essere identificati e classificati in categorie precise:

- corrosione delle armature
- attacchi chimici e fisici della matrice cementizia (solfatici, cicli gelo-disgelo, abrasioni-erosioni, ritiri igrometrici e dilavamenti)



In tutti i casi, è bene ricordare, che per giungere a gravi livelli di danneggiamento della sezione strutturale è necessaria la concomitanza di tre condizioni:

- presenza di **acqua**;
- presenza di una certa **porosità** interconnessa;
- presenza di sostanze chimiche come ossigeno e CO₂ presenti in **aria**, solfati, cloruri e alcali.

Per migliorare la durabilità nelle **nuove strutture**, è possibile agire sulla qualità del calcestruzzo, partendo da principi come la riduzione della porosità e del rapporto a/c: è dunque necessaria la formulazione di conglomerati cementizi sufficientemente compatti da sfavorire possibili attraversamenti da parte dei suddetti fluidi degradanti. Oltre che consigliabile, tale passaggio è anche prescritto dalle cogenti normative di riferimento, che inducono una progettazione della miscela orientata alla durabilità, secondo il requisito della classe di esposizione ambientale.

Tuttavia anche per le strutture nuove non ci si può limitare ad un approccio esclusivamente basato su un'ottimale formulazione della miscela cementizia, ma bisogna ricorrere anche ad un'idonea scelta e ad un'accurata progettazione dei sistemi di impermeabilizzazione dei getti e dei relativi dettagli tecnologici, in funzione della parte d'opera e del tipo di contatto prevalente (ovvero il tipo di aria, di acqua e/o di terreno con i quali l'opera viene a contatto).

Per le **strutture esistenti** valgono i principi generali appena citati, ai quali si aggiunge l'impossibilità di operare sul mix-design il quale, non solo è soggetto ad una certa vetustà (molte opere sono già vicine al termine della loro vita utile d'esercizio), ma è anche stato concepito e realizzato in epoche dove i principi moderni connessi alla durabilità, all'esposizione ambientale e all'impermeabilizzazione non erano richiesti.

Il degrado del calcestruzzo: le patologie tipiche

Da quanto appena premesso, deriva che molte strutture siano soggette a patologie riconducibili a quelli che oggi (dimenticando spesso il periodo nel quale tali opere vennero concepite), classifichiamo, sommariamente e genericamente, come difetti di progettazione e/o di messa in opera, mancata manutenzione e/o carenza di **sistemi impermeabilizzanti efficaci**.

Tutte le patologie che interessano le strutture in calcestruzzo sono favorite dal passaggio di una soluzione acquosa aggressiva che opera sia attraverso il calcestruzzo (nelle porosità o nelle lesioni) sia sulla sua superficie e che si lega inesorabilmente al fenomeno della carbonatazione, che interessa, a vario livello, qualsiasi struttura a contatto con l'aria.

Tali patologie ricorrenti possono insistere su tutti i tipi di strutture (interrate, esposte all'aria e/o all'acqua) e verranno classificate in una sorta di ordine crescente di pericolosità attraverso 4 categorie ricadenti nella grande famiglia delle problematiche superficiali/corticali. In larga parte possono quindi essere risolte principalmente con l'impiego di sistemi protettivi e con un ricorso solo localizzato a malte da ricostruzione (esclusivamente per quanto concerne l'ultimo caso, ovvero il distacco del copriferro).

Macchie di umidità - efflorescenze: quando l'acqua si fa vedere

Una patologia tipica delle strutture in calcestruzzo è la presenza di umidità penetrata per infiltrazioni o per risalita capillare attraverso il calcestruzzo stesso. Sui viadotti stradali o più in generale nelle strutture di scavalco, tale problematica può essere rilevata all'intradosso di solette, sulle spalle (con infiltrazioni provenienti dal terreno a tergo della struttura stessa) o all'interno di pile cave (accompagnata anche da

possibili ristagni d'acqua difficoltosi da eliminare).



Esempio di patologia del c.a. dovuta alle macchie di umidità

Le macchie di umidità possono essere classificate in due grandi categorie:

- umidità passiva: si individua generalmente in corrispondenza di efflorescenze di colore biancastro (di natura calcica), tipico residuo del fenomeno principale che in quella determinata porzione si è esaurito
- umidità attiva: si identifica visivamente più scura del calcestruzzo integro, in quanto ancora legata a fenomeni di infiltrazione in corso (al contatto con la mano, la pelle rimane umida o bagnata).

La mancata o carente impermeabilizzazione dell'estradosso delle solette e il non funzionamento dei sistemi di smaltimento o drenaggio delle acque di piattaforma sono le concause intorno alle quali è possibile articolare la risoluzione del problema. Queste patologie non comportano un pregiudizio diretto della statica o funzionalità dell'opera ma, qualora trascurate a lungo, possono ridurne la durabilità.

Dilavamento, ovvero l'asportazione del calcestruzzo

I dilavamenti si manifestano quando si verifica un'asportazione del calcestruzzo, in uno spessore ridotto, dalla superficie della struttura a seguito dell'azione chimico/meccanica svolta su di essa dall'acqua corrente.

È abbastanza tipico in spalle, pile, travi, sbalzi, solette, ovvero elementi interessati in maniera diretta dal passaggio insistito di acqua, come spesso avviene in corrispondenza dei giunti di dilatazione non impermeabilizzati. Inoltre, anche in questo caso, la qualità esecutiva originaria del calcestruzzo degradato è un altro aspetto decisivo per contrastare l'insorgenza di tali patologie. Spesso i dilavamenti si configurano come conseguenze dell'umidità nel calcestruzzo, infatti in presenza di acque aggressive, a contatto con la matrice cementizia si genera il dilavamento della calce libera ed il conseguente indebolimento superficiale

e degrado del materiale, la cui asportazione vera e propria poi è dovuta all'azione meccanica dell'acqua corrente.

Vespai e la compromissione della continuità del calcestruzzo

I vespai sono difetti molto evidenti che interrompono la continuità superficiale del calcestruzzo. Possono derivare dalla separazione degli aggregati e dai conseguenti vuoti che ne derivano, da attività di vibrazione non idonea, da riprese di getto mal eseguite o da una curva granulometrica non correttamente studiata in fase di mix design.

In molti casi non sono dunque solo semplici irregolarità di superficie, ma si rilevano abbinati ad armature localmente scoperte e visibili a causa della non ottimale compattezza del calcestruzzo.

Il vespai è quindi una tipologia di ammaloramento che non si ricollega solamente al degrado dovuto all'azione di agenti esterni, quali acqua e/o aria, ma è riconducibile anche a un'errata realizzazione o applicazione del calcestruzzo stesso.

Copriferro degradato e ammaloramento della parte corticale del calcestruzzo armato

Con copriferro degradato ci si riferisce al rilevamento visivo della compromissione della parte corticale di una sezione in calcestruzzo armato. Spesso questo genere di ammaloramento può riguardare anche le staffe d'armatura presenti nelle parti strutturali con una dimensione prevalente (cioè che presentano un elevato



Esempio di copriferro degradato

rapporto superficie/volume esposto), come gli spigoli di travi o pilastri.

La mancata protezione dell'armatura indica un livello di esposizione chimicamente pericoloso perché innesca un aumento esponenziale della velocità del degrado chimico in quella sezione.

Il copriferro degradato può essere causato oltre che dal deterioramento del calcestruzzo per distacco o per dilavamento (come visto in precedenza), da errori in fase esecutiva come vespai (come visto in precedenza) o anche da cause accidentali come urti di automezzi.

Strutture interrato: le soluzioni tecniche per prevenire il degrado

Garantire la durabilità nel tempo delle strutture interrato rappresenta una priorità progettuale, a prescindere che queste abbiano anche una vera e propria destinazione d'uso (come garage, cantine o depositi) oppure che assolvano esclusivamente ad una funzione strutturale (fondazioni).

Le opere interrato sono in costante contatto con l'umidità del terreno, con le acque di percolazione o con la falda e conseguentemente necessitano di essere protette ed impermeabilizzate, al fine di salvaguardarne la durabilità ed impedire che eventuali infiltrazioni possano compromettere la salubrità e la funzionalità degli ambienti interni, se non addirittura la loro integrità strutturale.

All'interno dell'ampia gamma offerta da DRACO, la scelta del sistema impermeabilizzante protettivo più adatto dipende in larga parte dalla tipologia di contaminanti che possono essere contenuti nell'acqua o, più in generale, nel terreno di cantiere. In presenza di acqua dolce, si può ricorrere all'impiego di un impermeabilizzante cementizio flessibile come MAGIFLEX BRAVO oppure al telo bentonitico idroattivo VOLTEX. Nel caso di acqua con elevato grado di salinità, è bene ricorrere a VOLTEX CR: CR significa infatti Chemical resistance, poiché questo telo bentonitico è appositamente studiato per conservare tutte le caratteristiche impermeabilizzanti anche in caso di contatto con sostanze particolarmente aggressive, come l'acqua salata.



Telo bentonitico Voltex CR applicato in struttura interrato

In caso di acque altamente contaminate è suggerito optare per una membrana impermeabilizzante idroreattiva a base polimerica ULTRASEAL XL. Infine, per scongiurare la presenza di radon negli edifici di nuova costruzione è necessario applicare, in sottofondazione e sulle pareti controterra, la membrana bentonitica **VOLTEX GB500**, resistente all'ingresso di gas radon, metano e anidride carbonica.

Accanto a queste tecnologie Draco mette a disposizione anche un servizio di **analisi dell'acqua** di cantiere, al fine di classificare il livello di aggressività chimica ed individuare, insieme al progettista, il sistema più idoneo alla situazione specifica.

Come proteggere le strutture esposte all'aria

Come già ampiamente introdotto, le strutture fuori terra sono costantemente esposte all'azione aggressiva degli agenti atmosferici che possono generare infiltrazioni, compromettendo la salubrità degli ambienti sottostanti (vedi il caso di coperture, tetti o terrazzi) o addirittura, compromettere la durabilità dell'intera opera anche dal punto di vista statico. Un buon sistema di impermeabilizzazione, oltre a garantire la protezione delle opere preservandole dagli attacchi di tipo chimico e dall'azione disgregante dei cicli di gelo e disgelo, deve limitare le manutenzioni frequenti e onerose, ed essere progettato per proteggere sia le parti più esposte, sia quelle interne della struttura, avendo particolare cura di presidiare i punti critici.

DRACO offre diverse tipologie di rivestimenti elastici anticarbonatazione specifici per calcestruzzo. Partiamo da **POLIFLEX PP**, una resina poliuretanicale alifatica elastica, con ottime caratteristiche di resistenza chimica e flessibilità; **ACRIFLEX**, un rivestimento elastico monocomponente in dispersione acquosa a base di resine acriliche; infine, **MAGIFLEX CLE** (Concrete Life Extender), malta cementizia bicomponente elastica in grado di proteggere la struttura dall'acqua, dai cloruri e dall'anidride carbonica, mantenendo l'elasticità e contribuendo ad aumentare la vita utile della struttura stessa. In particolare è stato quantificato che **MAGIFLEX CLE**, applicato in uno spessore di 2 mm, possiede una resistenza teorica alla diffusione della CO₂ pari a un copriferro dello spessore di 120 mm, realizzato con un calcestruzzo C32/40.

Facendo una disamina comparativa rispetto ad alcune caratteristiche prestazionali comuni per queste 3 tecnologie, si considerano i valori di crack-bridging statico e di permeabilità all'anidride carbonica (CO₂).

La norma di riferimento (UNI EN 1062-7) per il crack-bridging, definisce questo valore come: **“la capacità di un rivestimento di allungarsi nell'assecondare il movimento dei lembi di una fessura”**. In sostanza un prodotto che possiede una buona “crack-bridging ability”, è in grado di mantenere la propria integrità, assecondando la fessurazione del sottofondo al quale è ancorato e mantenendo una certa impenetrabilità agli agenti esterni nonostante la lesione eventualmente occorsa nel substrato. Si va dalla Classe A1 (per fessure di ampiezza 0,1 mm.) fino alla Classe A5 (per fessure di 2,5 mm. di ampiezza).

POLIFLEX PP possiede il crack-bridging statico più basso (classe A1 > 100 µm) ossia la classe inferiore definita dalla norma. Si tratta infatti del rivestimento protettivo più rigido fra quelli presi in esame e quindi adatto per strutture in calcestruzzo armato (sia nuove che ripristinate) alle quali è richiesta un'elasticità contenuta; **ACRIFLEX** e **MAGIFLEX CLE** hanno prestazioni simili e sono entrambi nella classe intermedia (A3), con ampiezza della fessura superiore a 0,5 mm.

La permeabilità alla CO₂ viene espressa (secondo la norma UNI EN 1062-6) in **spessore di aria equivalente** denominato S_D. Per esempio, un materiale che ha S_D pari a 10 m, ha la stessa permeabilità alla CO₂ che avrebbe uno strato d'aria di spessore di 10 metri. **POLIFLEX PP** con i limiti di elasticità appena evidenziati è tuttavia il prodotto maggiormente impenetrabile alla CO₂, con un S_D > 260 m. Anche **ACRIFLEX** possiede un elevato S_D, pari a 219 m e un ottimo Crack-Bridging.

Conclusioni

La scelta e la progettazione dell'adeguato sistema di impermeabilizzazione è fondamentale non solo per aumentare la durabilità di un'opera, sia nel caso si faccia riferimento a strutture sotto quota, sia si parli di strutture sopra quota, ma anche per ridurre drasticamente i costi di manutenzione. Un'ideale soluzione di tenuta all'acqua è inoltre importantissima poiché, come abbiamo visto, contribuisce a diminuire il rischio

di degrado e ammaloramenti, assicurando maggiore sicurezza e salubrità.

DRACO offre una gamma completa di soluzioni e sistemi per l'impermeabilizzazione delle strutture, idonee a ogni genere di progetto o cantiere.