# LA DURABILITÀ DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO e il CRACK-BRIDGING DEI SISTEMI DI PROTEZIONE

Tra i principi fondamentali previsti dalle NTC per garantire i livelli di sicurezza attesi per le componenti strutturali, come noto, c'è anche la durabilità, definita *come "la capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione".* In particolare, quando si parla di strutture in calcestruzzo armato e, appunto, della loro durabilità, innanzitutto si intende distinguere le cause comuni che insistono tipicamente sulla corrosione delle barre d'armatura (carbonatazione, correnti vaganti e altri contaminanti corrosivi di natura chimica) da quelli che invece riguardano il calcestruzzo (potendo anche in questo caso individuare almeno 3 grandi categorie: meccaniche, chimiche e fisiche). In questo senso e nell'ottica del mantenimento del livello di durabilità nonché delle capacità portanti, sia locali che globali, le ***variazioni dimensionali*** di una struttura in calcestruzzo armato sono manifestazioni da non sottovalutare e alle quali è importante prestare grande attenzione ponendo soluzioni e risposte in tutte le fasi dell'iter progettuale-costruttivo (e manutentivo).

**La fessurazione nelle strutture in c.a.**

I fenomeni fessurativi che interessano le opere in calcestruzzo armato possono essere classificati in almeno due grandi gruppi, in funzione della loro causa originaria:

- fessurazioni di natura meccanica (riconducibili essenzialmente ad azioni e carichi esterni e/o ad errati dimensionamenti);
- ritiro di natura chimico-fisica (dovuti alla perdita di acqua nel calcestruzzo, autogeno, da carbonatazione);

Per quanto riguarda questo secondo gruppo è molto importante evidenziare un'ulteriore distinzione tra quei fenomeni che possono manifestarsi sia durante la prima fase dopo il getto, prima che si completi la presa (ritiro plastico) per effetto di scarsi accorgimenti operativi ("curing"), sia dopo svariati mesi successivi alla conclusione del processo di maturazione ossia sul manufatto indurito (ritiro autogeno e ritiro igrometrico o da essicamento). Indipendentemente dalla fase, in tutti questi processi l'umidità relativa assume un ruolo decisivo, infatti se l'ambiente è insaturo (con U.R. < 95% l'acqua libera che si trova nel calcestruzzo tende ad evaporare per saturare l'ambiente). In ambiente aperto, insaturo e ventilato l'evaporazione genera un sensibile essicamento del calcestruzzo. La catena consequenziale negativa dovuta all'essicamento è la seguente: fessurazione

da ritiro plastico nel calcestruzzo allo stato fresco, fessurazione da ritiro idraulico nel calcestruzzo allo stato indurito, maggior vulnerabilità delle barre d'armature, esposizione ai processi corrosivi, compromissione della resistenza meccanica e della durabilità strutturale.

Proprio in virtù dei possibili fenomeni fessurativi che possono interessare il calcestruzzo o qualsiasi altro materiale che costituisca il supporto di intervento, acquista una rilevante importanza la capacità di crack-bridging di un prodotto di finitura protettiva o impermeabilizzante.

## Crack-bridging ability

La definizione contenuta nella norma di riferimento (UNI EN 1062-7) è: "*capacità di un rivestimento di allungarsi nell'assecondare il movimento dei lembi di una fessura*". Pertanto, 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.

Il valore di "Crack-bridging" costituisce certamente un dato rilevante per pitture, vernici, finiture protettive, rivestimenti, membrane impermeabilizzanti o altri prodotti similari che lavorano in adesione al sottofondo e viene espresso in millimetri, di allungamento appunto. Il valore è influenzato dalla temperatura ambientale e dallo spessore del rivestimento.

La normativa di riferimento per il crack-bridging è la norma UNI EN 1062-7, che specifica due metodi di determinazione. Dopo aver applicato il rivestimento sul supporto, si crea una fessurazione in una posizione predefinita e si inizia la sollecitazione meccanica, a temperature differenti, usando due metodi:

- **metodo A** (Statico): la fessura viene allargata a velocità definita. Il valore misurato è quello corrispondente a rottura del campione o al raggiungimento dell'ampiezza definita;
- **metodo B** (Dinamico): la fessura viene aperta ciclicamente entro limiti predefiniti. La rilevazione viene effettuata a rottura del campione o al termine del ciclo dinamico.

Le temperature a cui effettuare i test sono specificate negli Allegati A e B e sono definite in 23°C, 5°C, -10°C o altre temperature concordate quali 0°C, -20°C, -30°C e -40°C.

Pertanto, se sulla scheda tecnica di un rivestimento protettivo si riscontrano valori di crack-bridging di 1,2mm a 23°C e 0,8mm a 5°C, significa che il prodotto possiede la capacità di assecondare, senza rompersi, la dilatazione di una fessurazione fino a 1,2 mm a 23 °C ambientali, e di 0,8 mm a 5 °C.

Un rivestimento definito "elastico" è buono o utile al progetto sul quale stiamo lavorando? Il termine elastico individua una caratteristica troppo generica, non quantificata e pertanto non oggettiva, che non può costituire un valido parametro di discriminazione di un prodotto rispetto a un altro. Il valore di crack-bridging offre invece, un parametro oggettivo che consente di distinguere che i prodotti sono tanto più elastici quanto maggiore è il valore di crack-bridging.

Tuttavia per prodotti elastomerici, simili a un elastico di gomma, è largamente utilizzata la norma UNI EN ISO 37 che determina l'allungamento a rottura, di prodotti elastomerici appunto, esprimendolo in % di allungamento e non in mm. A differenza del test normato nella UNI EN 1062-7, il campione di prodotto da testare non è applicato su un supporto, ma è libero ed è sottoposto a una trazione da ambo gli estremi. Proprio come farebbe ciascuno di noi tenendo nelle mani un elastico e tirandolo da ambo i lati, per provare a romperlo.

Occorre evidenziare che un prodotto che riporta, nella propria scheda tecnica, valori di crack-bridging espressi in termini di %, secondo la ISO 37, è certamente più elastico di un prodotto con crack-bridging espresso in mm (secondo EN 1062-7). Per esempio, è evidente che un campione di lunghezza 80 mm che si allunga di 1 mm è certamente meno elastico di un campione di pari dimensione che si allunga del 100% quindi, di 80 mm.

## La scelta dei sistemi protettivi filmogeni

In fase progettuale e prescrittiva la scelta del sistema di protezione o impermeabilizzazione, può essere effettuata in funzione del tipo di struttura, del singolo elemento da proteggere e del grado di aggressione a cui questo è sottoposto ed è molto importante indicare il sistema da adottare, in accordo con le Norme. Alla luce degli aspetti sopradescritti, di seguito si propone una valutazione trasversale e comparativa di alcuni sistemi presenti sul mercato, sviluppati e commercializzati da DRACO.

- **Sistemi di rivestimento epossi-poliuretanici** **Elastoproof**

È un prodotto impermeabilizzante con allungamento a rottura determinato secondo la **UNI EN ISO 37**. Questo è già indicativo che si tratti di un prodotto ad elevata elasticità, di sicuro il più elastico dei prodotti trattati in questo articolo. I valori riportati in scheda tecnica, indicano allungamenti a rottura superiori al **100% (a 20°C)** e al **180% (a 30°C)** pertanto, il provino a 20°C raddoppia la propria lunghezza iniziale (100%). D'altronde è un prodotto specifico per impalcati di ponte, terrazzi o altri campi di impiego in cui occorre un'elasticità elevata del sistema impermeabilizzante.

*Fig.1 – ELASTOPROOF applicato come impermeabilizzante preliminarmente allo strato di bitume, in un impalcato di un ponte di viabilità extraurbana.*

- **Sistemi protettivi elastici a base poliuretanica** **Poliflex PP**

Si tratta di una vernice protettiva, il cui crack-bridging è misurato secondo la norma **UNI EN 1062-7**. Pertanto, già ci si aspetta un allungamento a rottura inferiore rispetto al prodotto precedente. Il crack-bridging statico è in classe **A1**, la minore delle classi definite dalla norma, che vanno dalla minima di 0,1mm (A1) alla massima di 2,5mm (A5). È un rivestimento protettivo di strutture in calcestruzzo armato sia nuove che ripristinate, per cui è richiesta elasticità ma non occorre che abbia valori elevati.

*Fig. 2 – POLIFLEX PP è un rivestimento protettivo poliuretanico flessibile bicomponente, in fase solvente, ideale per la protezione filmogena del cemento armato.*

- **Sistemi protettivi elastici a base acrilica** **Acriflex**

È un rivestimento impermeabile e protettivo anticarbonatazione, il cui crack-bridging è misurato secondo la norma **UNI EN 1062-7**. Il **crack-bridging statico** è nella classe intermedia: **A3**, con ampiezza fessura superiore a 0,5mm. Mentre, il **crack-bridging dinamico** è di classe **B2**, in cui il ciclo di sollecitazione è ripetuto 1.000 volte, partendo da una fessura di ampiezza di 0,15mm. Le classi del metodo B vanno dalla minima B1 alla massima B4.

*Fig.3 – Applicazione mediante rullo di ACRIFLEX come rivestimento protettivo superficiale, successivamente al ripristino della pila di un viadotto.*

- **Sistemi protettivi cementizi elastici** **Magiflex CLE**

Si tratta di un impermeabilizzante per terrazzi e balconi quindi occorre un'ottima elasticità. Essendo cementizio e non elastomerico, non può essere testato secondo la ISO 37, ma il suo crack-bridging è determinato secondo la norma **UNI EN 1062-7**. Il **crack-bridging statico** è nella classe intermedia: **A3**, con ampiezza fessura superiore a 0,5mm. Mentre, il **crack-bridging dinamico** è di classe **B3.1**, in cui il ciclo di sollecitazione è ripetuto 1.000 volte, ma partendo da una fessura di ampiezza di 0,30mm.

*Fig. 4 - Pile di ponte su strada provinciale risanata con MAGIFLEX CLE che grazie alla tecnologia Concrete Life Extender protegge e riveste le grandi opere in calcestruzzo soggette ad elevate sollecitazioni.*

## Conclusioni

Nell'ambito del progetto, tra i criteri di scelta delle diverse tecnologie protettive disponibili per le opere in calcestruzzo armato, il valore di ***"crack-bridging"*** rappresenta un utile riferimento per orientarsi sulle capacità elastiche del sistema di fronteggiare eventuali possibili fessurazioni della struttura sottostante. Tuttavia, essendo il tema delle impermeabilizzazioni disciplinato anche da altri fattori (come adesioni, resistenze chimiche, resistenze alle elevate temperature, etc.) non è

attraverso questa unica caratteristica prestazionale che si può giungere ad una scelta totalmente ponderata.

Attraverso prossimi approfondimenti ci sarà la possibilità di esaminare altri singoli aspetti.