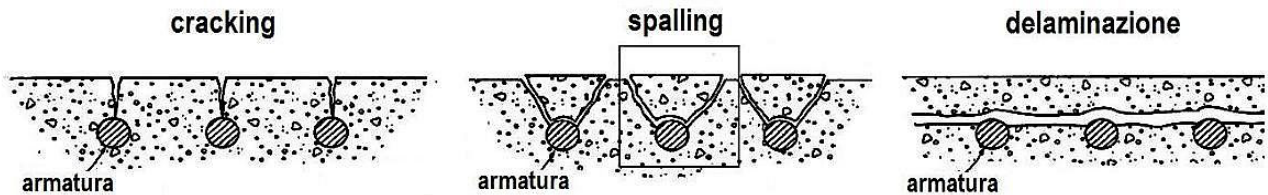




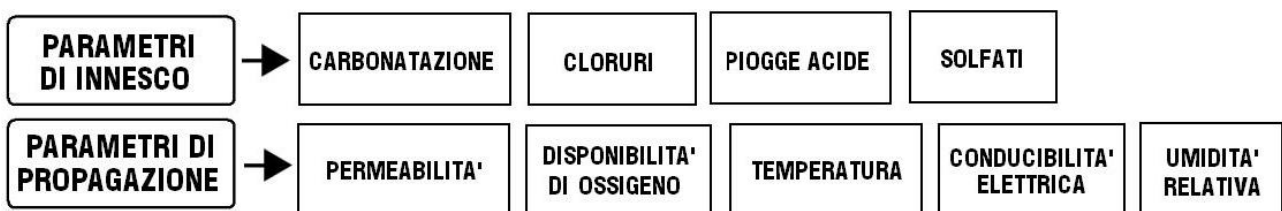
## **NOTE SUGLI INIBITORI DI CORROSIONE MIGRANTI NEL RIPRISTINO E NELLA MANUTENZIONE DEL CALCESTRUZZO**

**01 – corrosione in breve**

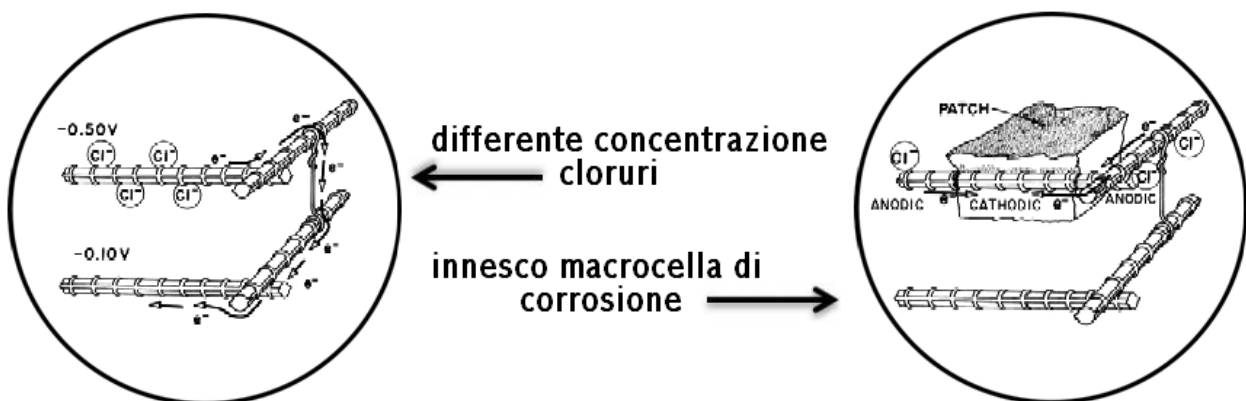
*La corrosione è un processo chimico in cui i materiali costituiti prevalentemente da ferro metallico tendono per loro natura a combinarsi con l'acqua e l'ossigeno per trasformarsi (attraverso una reazione denominata di ossido-riduzione) in ossidi di ferro, cioè in ruggine. La reazione è caratterizzata da un progressivo aumento di volume dei prodotti di ossidazione rispetto ai volumi originari con le conseguenze degenerative di seguito richiamate.*



Nel calcestruzzo il processo di “carbonatazione” e l’aggressione da “cloruri” rappresentano “parametri di innesco, regolati, in termini normativi, da UNI 8981-1: “Durabilità delle opere di calcestruzzo: definizione ed elenco delle azioni aggressive” e UNI EN 206-1: “Calcestruzzo, specificazione, prestazione, produzione e conformità”.



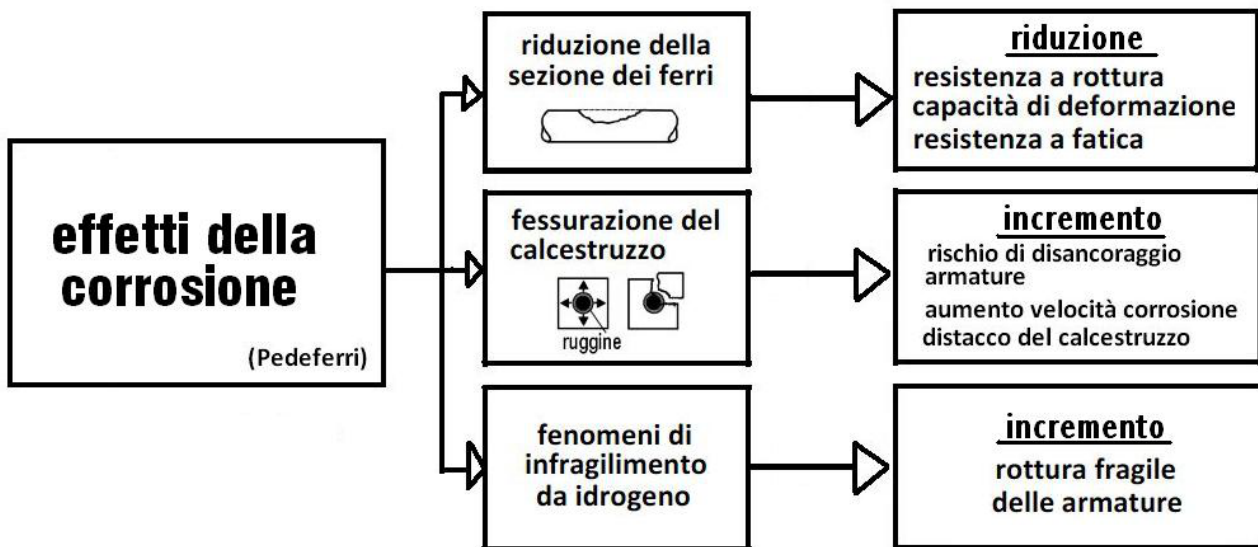
Per quanto attiene i cloruri, che come è noto perforano il film protettivo di passivazione delle armature d'acciaio, vale la pena di considerare che anche la semplice differenza della loro concentrazione, determinata dalla disomogeneità del calcestruzzo o da altre cause, comporta la formazione di “macrocelle di corrosione”.



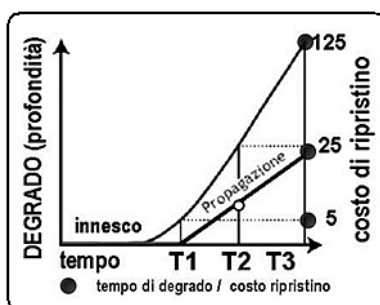
## 02 – effetti della corrosione sul conglomerato cementizio armato

La corrosione, attivata dall'abbassamento del pH, per l'azione dell'anidride carbonica che provoca la carbonatazione della pasta cementizia ed il conseguente abbassamento del pH o l'eliminazione diretta del film passivante di protezione passivante, da parte dei cloruri, innesca significativi processi di decadimento qualitativo e prestazionale.

La schematizzazione che segue, desunta dalla pubblicazione del Professor Pedferri, richiamata in calce, illustra alcuni aspetti degli effetti della "corrosione" nei confronti del conglomerato cementizio armato.



La progressione degli effetti degenerativi indotti dalla corrosione è un processo veloce: il passaggio da strutture apparentemente integre a strutture significativamente degradate può essere repentino. la differenza fra le due condizioni, in termini di costi presumibili di ripristino, è rappresentata nel grafico di sinistra, desunto dalla "Derivata di De Sitter".



## 03 - gli inibitori di corrosione nella manutenzione e nel ripristino del calcestruzzo

Gli inibitori di corrosione migranti sono sostanze organiche, in forma liquida, a base acquosa, caratterizzate da "migrazione attrattiva e selettiva" che, applicate alle superfici del conglomerato, migrano in profondità, sino a raggiungere selettivamente le superfici metalliche delle armature d'acciaio dalle quali sono attratte, fissandosi e condensando sulle superfici stesse per formare un

film monomolecolare di protezione in grado di mantenere o riportare le armature d'acciaio in condizioni di protezione.

Per la peculiarità e la specificità dell'azioni che li caratterizza gli inibitori di corrosione possono essere considerati come un importante contributo alla "terotecnologia" del conglomerato cementizio armato, sia in termini di prevenzione e/o di manutenzione che nelle implicazioni di ripristino e restauro dell'esistente.



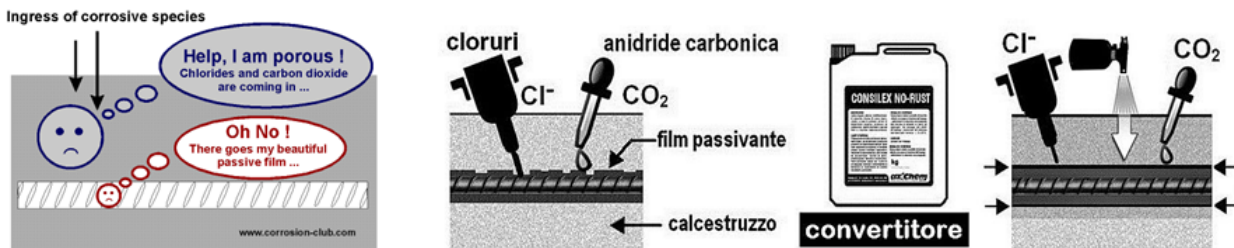
Il film di protezione fissato è funzionalmente attivo anche quando il calcestruzzo nel quale le armature sono immerse è carbonatato e/o quando alla superficie delle armature stesse, il contenuto di cloruri è tale da raggiungere e/o superare la soglia critica.



Le particolarità del processo accennato, rappresentate dall'attrazione caratteristica delle molecole di inibitore nei confronti delle superfici metalliche, dalla capacità delle molecole stesse di condensare e fissarsi sulle superfici d'acciaio delle armature, dalla capacità della barriera di protezione così realizzata, di mantenere o ricostruire la necessaria condizione di passivazione dell'interfaccia critica acciaio/calcestruzzo, unite alla peculiarità della protezione di rigenerarsi per successiva ulteriore condensazione dei vapori trattenuti nelle porosità del conglomerato, propongono implicazioni in termini funzionali e terotecnologici (protezione e durabilità), estremamente interessanti.



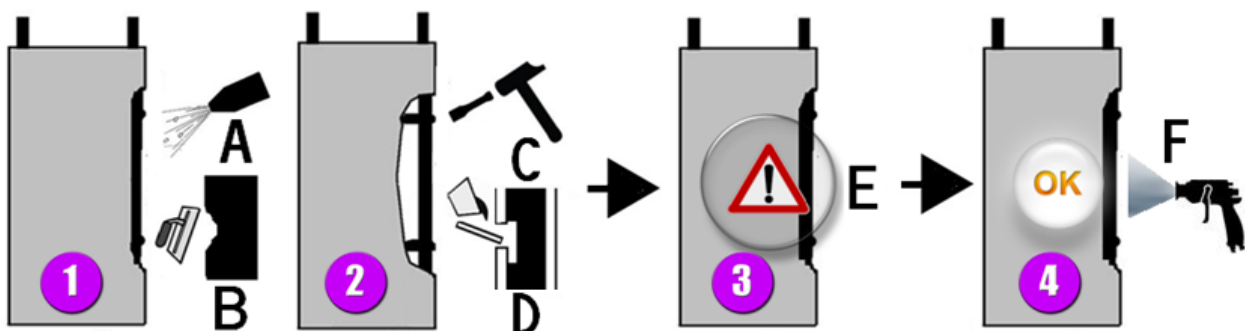
Il vantaggio derivante dalla omogeneizzazione dell'interfaccia ferro/calcestruzzo attraverso la creazione di un film monomolecolare di protezione dell'armatura, in grado di riportare la struttura stessa alla sua "gioventù elettrochimica originaria" è effettivo ed efficace sia nei confronti di ulteriori azioni aggressive che in persistenza dell'attacco aggressivo in essere.



#### 04 – gli inibitori di corrosione nel protocollo “integrato” di ripristino

Le modalità di preparazione delle strutture in conglomerato cementizio armato degradate, usualmente adottate per gli interventi di risanamento e ripristino, forniscono un significativo elemento di valutazione in relazione all'importanza di integrare il protocollo di esecuzione con la prescrizione di CONSILEX NO-RUST.

Le immagini che seguono propongono una situazione classica di strutture in calcestruzzo “afflitte” da degrado moderato, con l'avvertenza che il tempo di passaggio da “degrado moderato” a “degrado profondo” è solitamente piuttosto ridotto.



La condizione di degrado proposta nell'immagine 1, piuttosto frequente, presenta armature esposte che richiederebbero, per evidenti ragioni di omogeneità, la completa messa in luce dell'armatura (2C).

Tale tipo più approfondito di preparazione comporta però più massicce asportazioni di conglomerato con la necessità di maggiori quantitativi di malta di ricostruzione e, spesso, il passaggio dall'applicazione a frattazzo a quella per versamento con costruzione di cassature temporanee di contenimento (2D).

Nella normale pratica di cantiere ci si limita alla sola asportazione del conglomerato adiacente

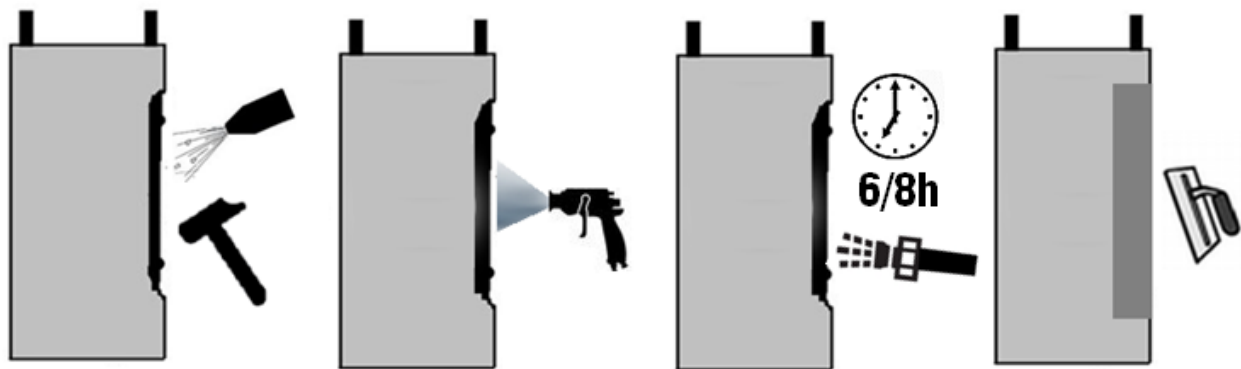
all'armatura esposta, lasciando immutata la situazione a tergo dell'armatura (1°) per poi ricostruire, a frattazzo, la limitata porzione di conglomerato asportato (1B).

Purtroppo, la preparazione descritta, comporta i possibili rischi connessi con la situazione degenerativa, fisica ed elettrochimica del conglomerato retrostante le armature (3E).

Soltanto il ricorso all'applicazione dell'inibitore di corrosione a "migrazione attrattiva e selettiva" CONSILEX NO-RUST può quindi consentire la più completa omogeneizzazione dell'interfaccia ferro/calcestruzzo attraverso la creazione di un film monomolecolare di protezione dell'armatura.

### *05 – applicazione dell'inibitore di corrosione CONSILEX NO-RUST*

Le modalità di impiego dell'inibitore di corrosione migrante CONSILEX NO-RUST sono semplici ed inequivocabili: il prodotto può essere applicato a spruzzo, pennello o rullo, previa rimozione delle parti di conglomerato degradato, della polvere, degli imbrattamenti, di pitture e rivestimenti in genere, nelle quantità adeguate alle effettive condizioni della struttura.



I successivi interventi di ricostruzione e ripristino, ove previsti, potranno esser effettuati dopo un tempo di attesa di 6/8 ore, previo accurato lavaggio con acqua delle superfici interessate dall'applicazione.

### *06 – protocollo indicativo con l'inibitore di corrosione CONSILEX NO-RUST*

**1** - Preparazione dei supporti ivi compresa l'asportazione degli imbrattamenti, delle parti friabili ed incoerenti, del calcestruzzo degradato, sino alla messa in evidenza della struttura litica del conglomerato accertatamente sano e compatto, nonché la depolverizzazione e la saturazione con acqua, dei supporti.

**2** - Preparazione dei ferri d'armatura comunque esposti, mediante sabbiatura o spazzolatura: La preparazione deve essere protratta sino a quando le superfici dei ferri risultino chiare, pulite, con la corretta lucentezza metallica.

**3** – Applicazione a spruzzo, su tutte le superfici esposte, dell'inibitore di corrosione a "migrazione attrattiva e selettiva" CONSILEX NO-RUST, in una o due passate, in funzione delle specifiche esigenze protettive della struttura.

**4** – Lavaggio accurato con acqua sino alla sicura eliminazione dei possibili effetti antiadesivi del prodotto applicato. Il lavaggio dovrà avvenire dopo un'attesa di 4 – 6 ore.

5 – Eventuale protezione anticorrosiva dei ferri d’armatura comunque esposti, mediante applicazione (singola passata), a pennello, della specifica micromalta cementizia bicomponente REPAR STEEL.

6 - Ricostruzione delle geometrie asportate e/o mancanti, mediante applicazione a frattazzo, (o mediante gunitatura, nell’eventualità di estese superfici), della specifica malta strutturale reoplastica, tixotropica, fibrorinforzata, a ritiro controllato REPAR TIX HG, posta in opera in più passate, per un consumo prevedibile di circa 19 kg/cm/m<sup>2</sup>. Gli strati di applicazione non dovranno eccedere lo spessore di mm 30. Per spessori elevati è necessario prevedere un’adeguata rete d’armatura ancorata al supporto.

### *07 – l’inibitore di corrosione CONSILEX NO-RUST nella manutenzione*

Le note dei precedenti paragrafi sono esplicative anche per quanto si riferisce ai vantaggi dell’impiego di CONSILEX NO-RUST nelle auspicabili attività manutentive delle strutture in conglomerato cementizio armato. Le modalità d’impiego sono riconducibili a quanto previsto nel paragrafo 06, ai punti 1 e 3.

### **Direzione Tecnica Azichem s.r.l.**

#### Riferimenti bibliografici

- a) De Sitter Jr., W.R., Costs for Service Life Optimisation, the Law of Fives, Proceedings of the CEB-RILEM International Workshop on “Durability of Concrete Structures”, Copenhagen, Denmark, (CEB Bulletin d’Information, No. 152, 1984),
- b) P.Pedefferri, L.Bertolini, La corrosione nel calcestruzzo e negli ambienti naturali, McGraw-Hill, Milano, 1996.
- c) K. Tuutti, Corrosion of Steel in Concrete, Swedish Foundation for Concrete Research, Stoccolma, 1982.
- d) BROOMFIELD, J. P. (1996) Corrosion of Steel in Concrete: Understanding, Investigation and Repair. Spon Press.
- e) SHREIR, L. L., JARMAN, R. A. and BURSTEIN, G. T. (1994) Corrosion: Volume 1. 3rd ed. Butter worth-Heinemann.
- f) Concrete Society Technical Reports: No 26 Repair of Concrete Damaged by Reinforcement Corrosion, 1994 - No 36 Cathodic Protection of Reinforced Concrete, 1989
- g) KENNETH, C. Hover (2011). The influence of water on the performance of concrete. Construction and Building Materials. 25, 3003-3013.
- h) SHI, Xianming et al. (2012). Durability of steel reinforced concrete in chloride environments: An overview. Construction and Building Materials.
- i) SHREIR, L. L., et al. (1994). Corrosion volume 1. 3rd. ed. Butter worth Heinmann
- j) Cortec MCI documentation
- k) Concrete bridge protection, repair, and rehabilitation relative to reinforcement corrosion: a methods application manual: Richard E. Weyers - Brian D. Prowell - Michael M. Sprinkel - Michael Vorster - Strategic Highway Research Program - National research Council Washington, DC