



**POLITECNICO
MILANO 1863**

RIPRISTINO DI STRUTTURE IN C.A. DANNEGGIATE DALLA CORROSIONE - Principi e applicazioni



Webinar, 27 aprile 2023



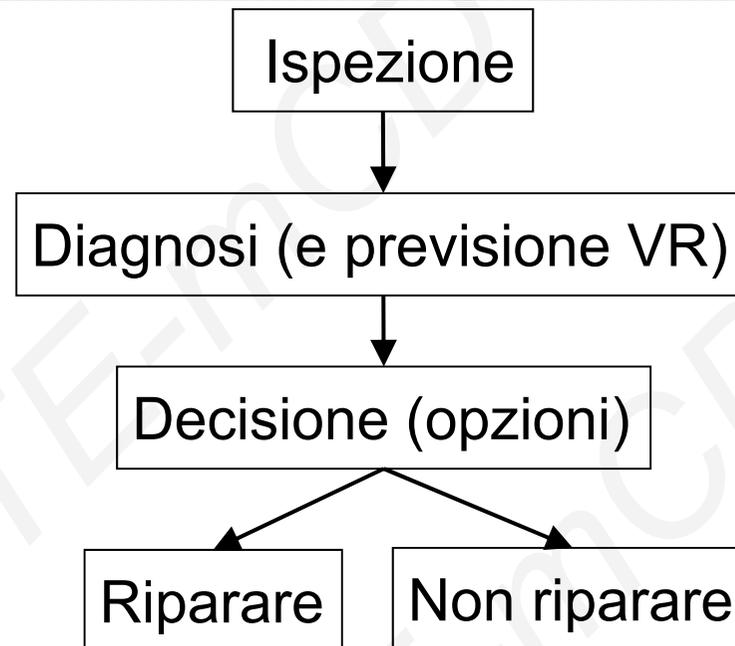
Ripristino di strutture in c.a.: approcci, metodi convenzionali

Prof. Matteo Gastaldi

Politecnico di Milano - Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "G. Natta"

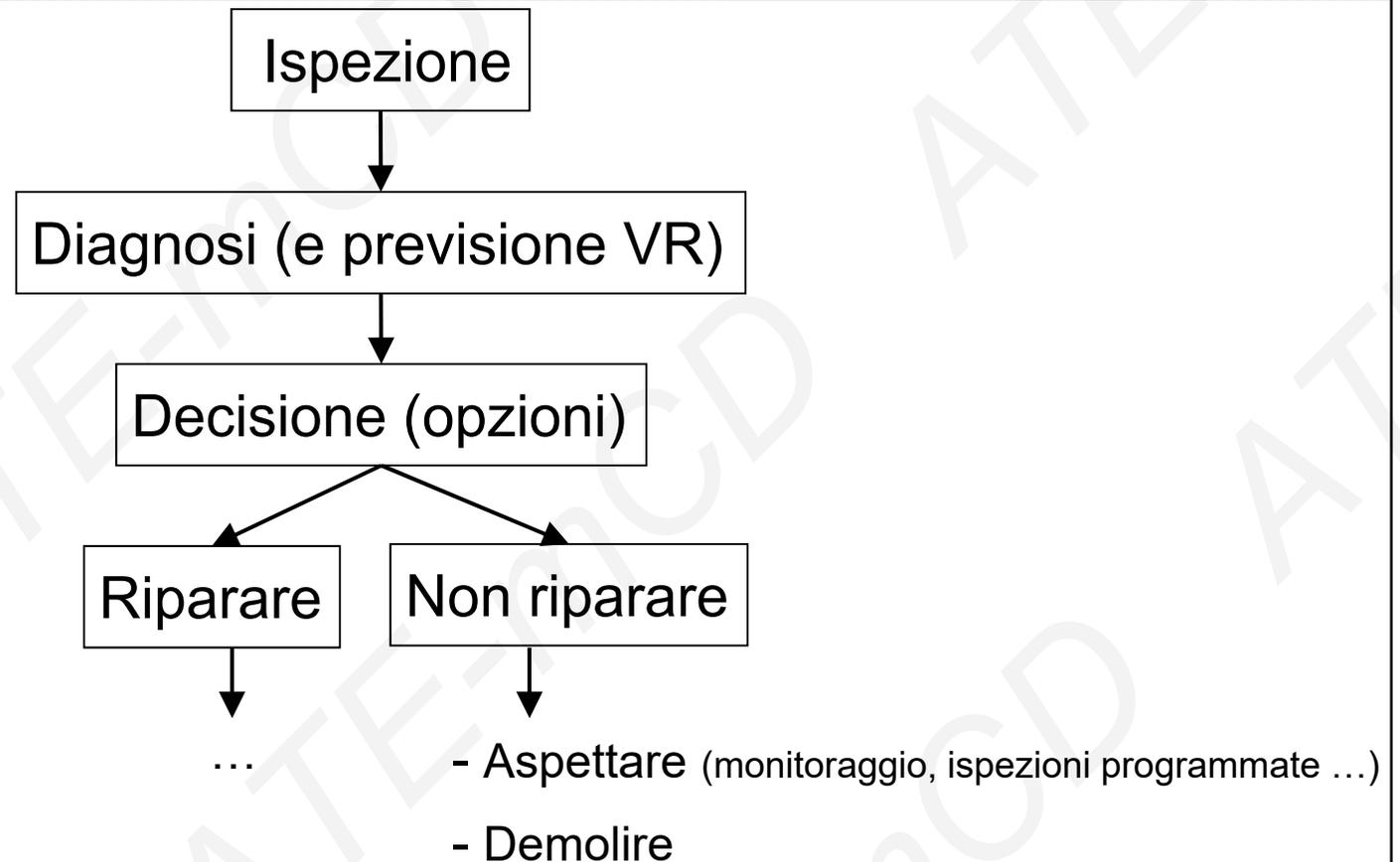
mCD - Concrete durability





Basata su:

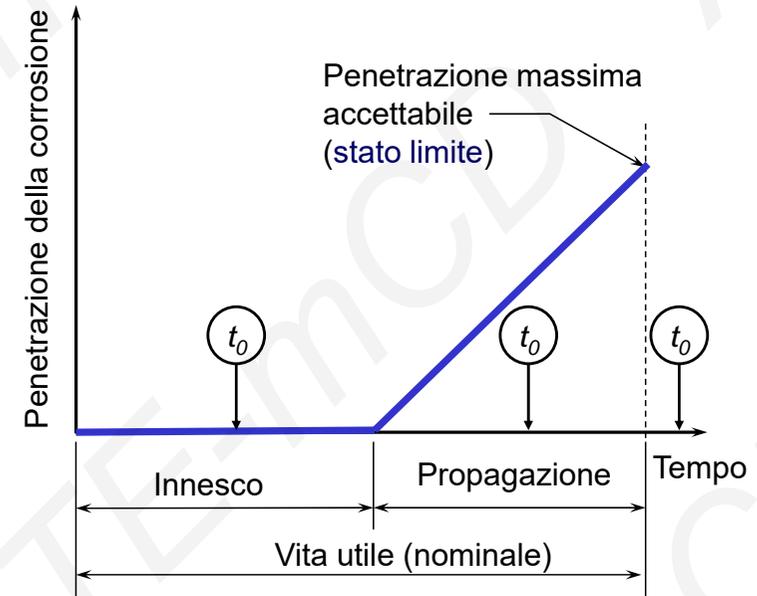
- Importanza della struttura (beni culturali, ...)
- Condizioni di degrado della struttura
- Evoluzione del degrado
- Conseguenze su sicurezza strutturale e funzionalità
- Vita di servizio residua
- Costi
- ...



- Rispristinare la sicurezza/funzionalità della struttura
- Garantire la vita di servizio residua della struttura
- Conservare i materiali originali (beni culturali)

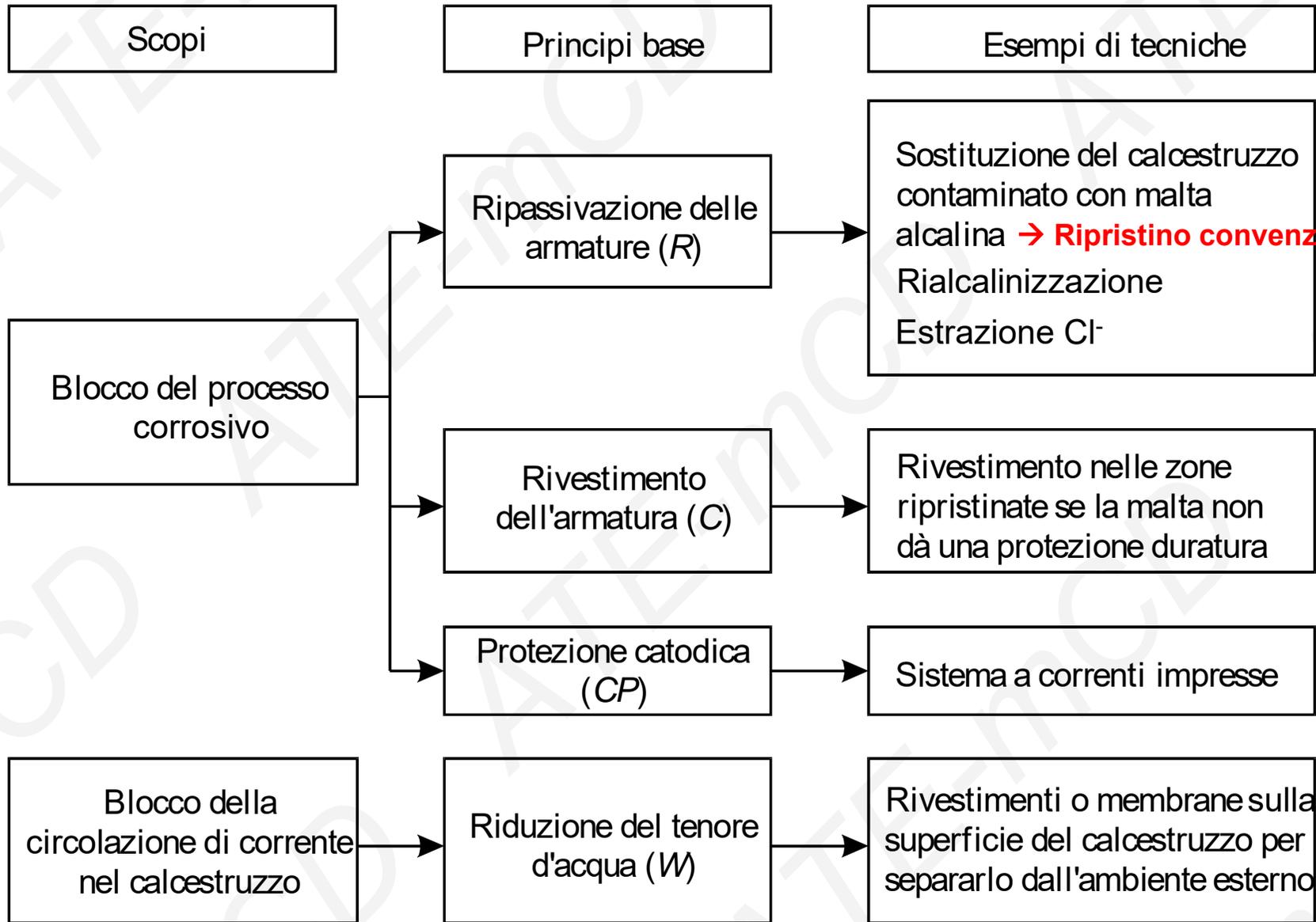
Passaggi per un intervento durevole

- 1- Ispezione e diagnosi
- 2- Vita di servizio residua richiesta
- 3- Scelta della tecnica di ripristino
- 4- Progetto, esecuzione e controlli



RILEM - Technical Recommendation 124 SRC,
*Guidelines to Repair Strategies for Concrete Structures
Damaged by Reinforcement Corrosion*, 1993.

EN 1054 (1-10), *Products and systems for the protection and
repair of concrete structures - definitions, requirements,
quality control and evaluation of conformity*



Scopo

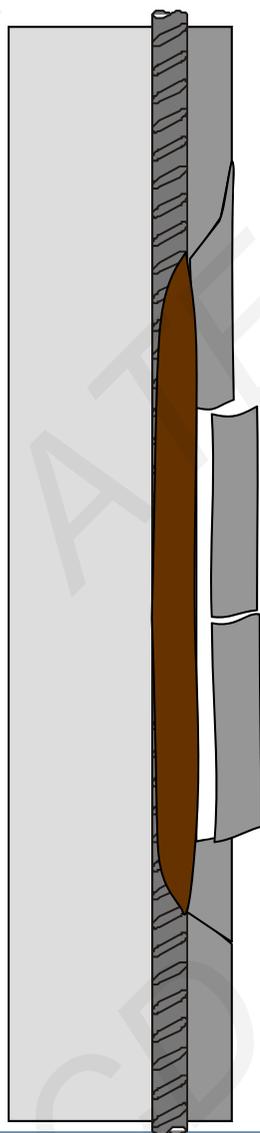
- 1- Ripristinare la sicurezza/funzionalità
- 2- Garantire la vita di servizio residua della struttura (minimizzando il quantità di calcestruzzo da rimuovere)

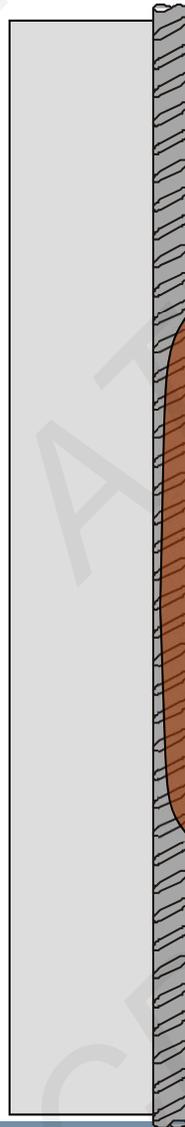
Principio

- Riportare le armature in condizioni di passività

Metodo

- Sostituzione del calcestruzzo non più protettivo (carbonatato o contaminato da cloruri) con una malta alcalina



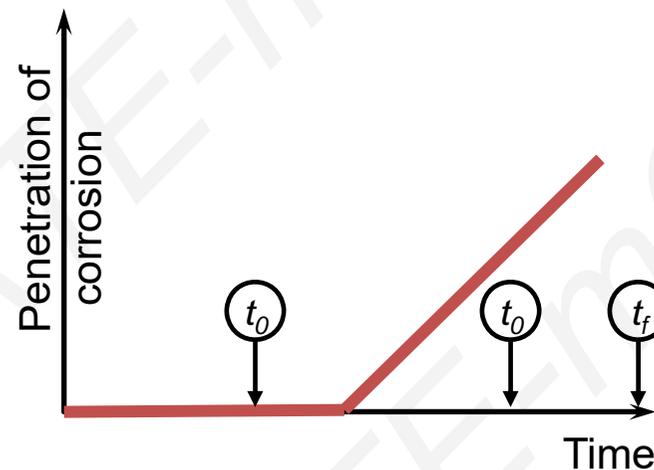


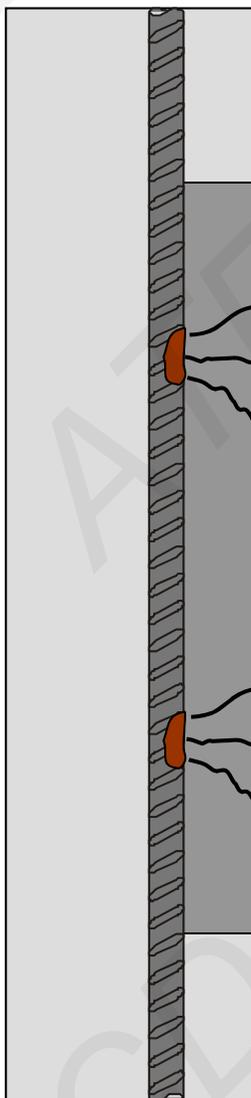
Rimozione del calcestruzzo

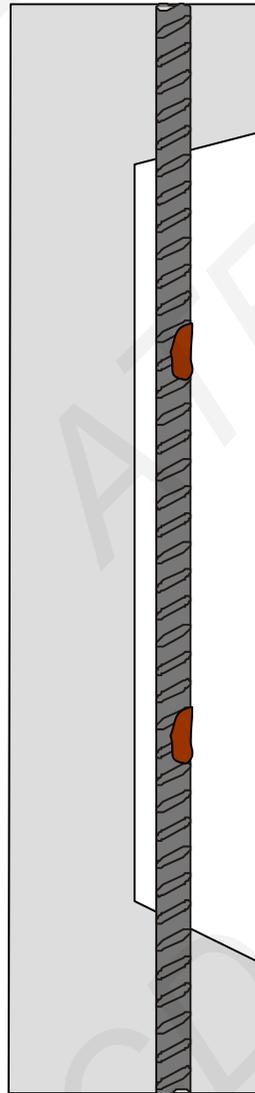
(dipende dalla vita di servizio residua richiesta)

- Calcestruzzo danneggiato (fessurato ...)
- Calcestruzzo carbonatato "sano"
- Calcestruzzo non ancora carbonatato

Preparazione delle armature





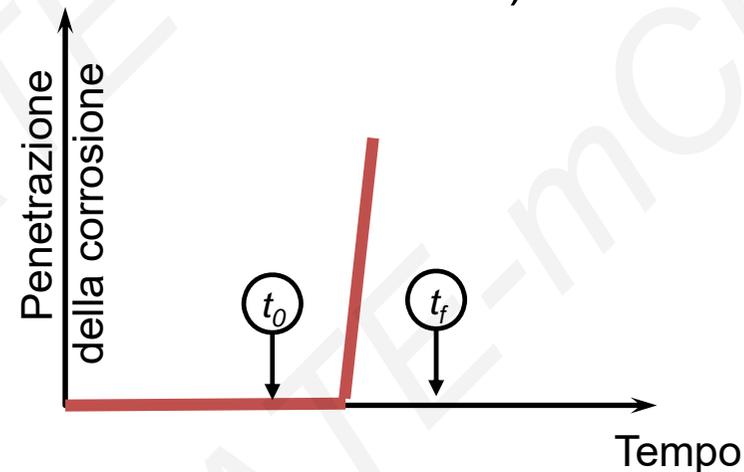


Rimozione del calcestruzzo (Vita di servizio richiesta)

- completa rimozione del calcestruzzo inquinato da cloruri ($x\%$; ad es. 0.4%)
- Calcestruzzo non ancora "aggressivo"

Preparazione delle armature

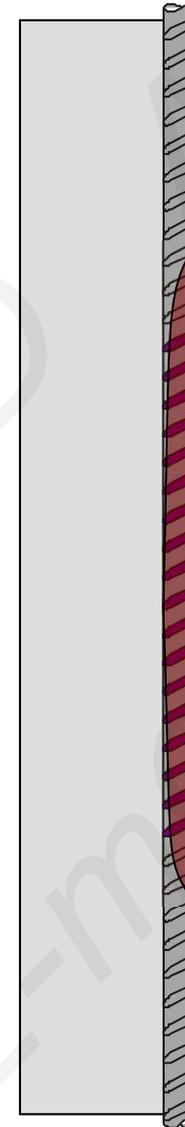
- accurata (rimozione prodotti di corrosione e cloruri anche all'interno degli attacchi localizzati e anche sul retro delle armature)

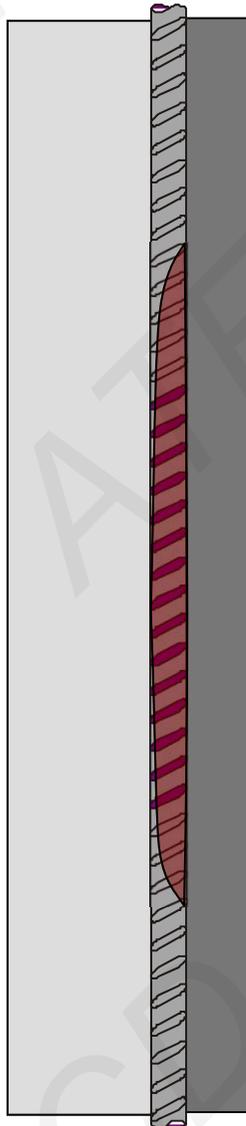


- Manuale (martello)
- Martello pneumatico
- Idrodemolizione

Preparazione delle barre

- Manuale (spazzola metallica ...)
- Sabbiatura
- Idrodemolizione





Rimozione del calcestruzzo
Preparazione delle armature
Preparazione del substrato
Applicazione malta

Requisiti

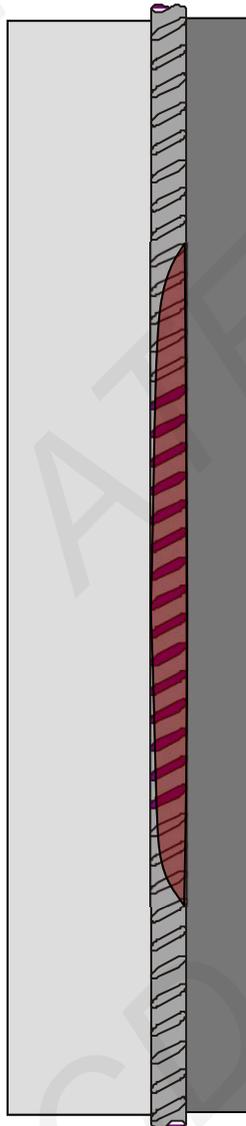
- alcalina
- proprietà reologiche

Spessore > 50 mm

- casseri
- Rete elettrosaldata
- Malta colabile (autocompattante)

Basso spessore

- applicazione con cazzuola o a spruzzo
- eventuale rete metallica/plastica
- malta tixotropica



Rimozione del calcestruzzo

Preparazione delle armature

Preparazione del substrato

Applicazione malta

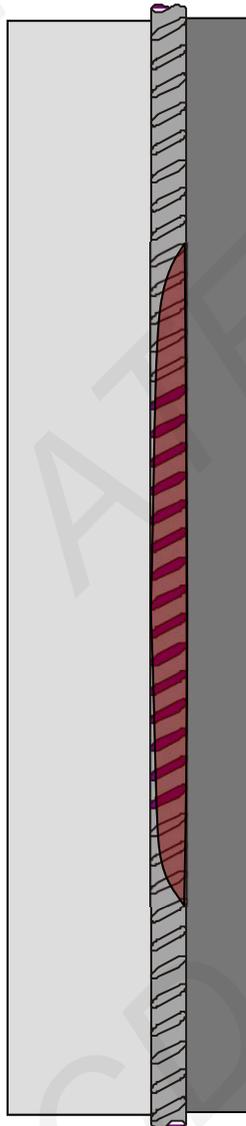
Requisiti

- alcalina
- proprietà reologiche
- adesione al calcestruzzo
- ritiro (plastico/igrometrico)





- Corretta applicazione e stagionatura malta
- Utilizzo di una malta a ritiro compensato



Rimozione del calcestruzzo
Preparazione delle armature
Preparazione del substrato
Applicazione malta

Requisiti

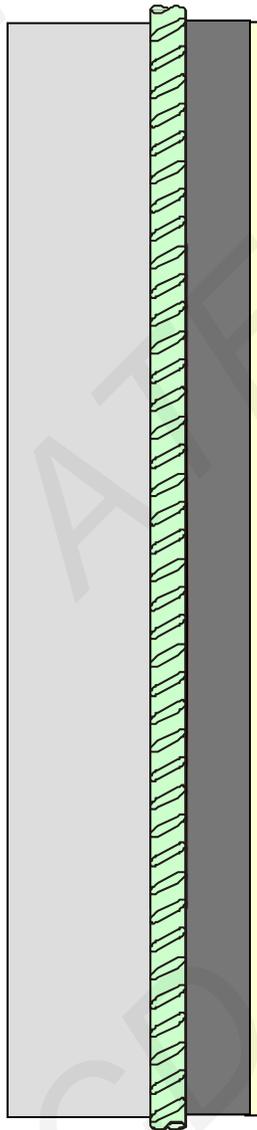
- alcalina
- proprietà reologiche
- adesione al calcestruzzo
- ritiro (plastico/igrometrico)
- resistenza e modulo elastico
- resistenza alla penetrazione delle specie aggressive
- spessore (nuovo copriferro)

- basso rapporto a/c e alto dosaggio di cemento
- agente espansivo
- fumo di silice
- fibre
- ...

Malte modificate con polimeri

- buona aderenza al calcestruzzo
- basso modulo elastico
- buona resistenza a trazione
- bassa permeabilità

Le specifiche per la selezione della malta da ripristino devono essere basate su requisiti (verifica con prove prima dell'impiego)



Rimozione del calcestruzzo

Preparazione delle armature

Preparazione del substrato

Applicazione malta

Protezioni aggiuntive

- rivestimento armature
- inibitori di corrosione
- rivestimento superficiale calcestruzzo

1- Rivestimento delle barre

2- Inibitori di corrosione (aggiunti alla malta da ripristino, aggiunti al rivestimento delle barre, "migranti" dalla superficie) → efficacia??

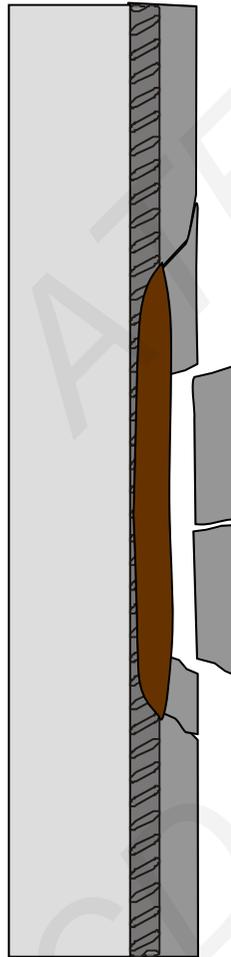
3- Trattamenti superficiali:

- Pitture
- Rasanti cementizi
- Rivestimenti idrorepellenti
- Trattamenti che sigillano i pori

Non corretta rimozione del calcestruzzo

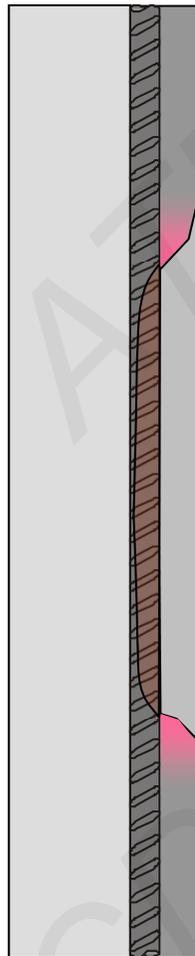
Carbonatazione

- Non completa rimozione del calcestruzzo carbonatato (solo danneggiato meccanicamente)



Non corretta rimozione del calcestruzzo

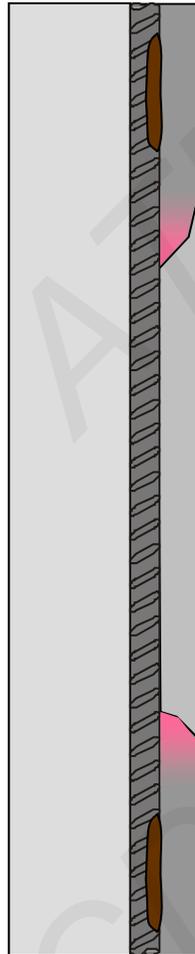
Carbonatazione



- Non completa rimozione del calcestruzzo carbonatato (solo danneggiato meccanicamente)
- Applicazione malta alcalina

Non corretta rimozione del calcestruzzo

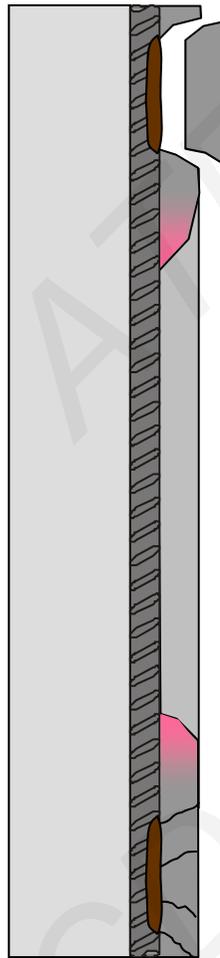
Carbonatazione



- Non completa rimozione del calcestruzzo carbonatato (solo danneggiato meccanicamente)
- Applicazione malta alcalina
- Propagazione della corrosione nelle zone prossime a quella d'intervento (dipende dalle condizioni di umidità del calcestruzzo)

Non corretta rimozione del calcestruzzo

Carbonatazione

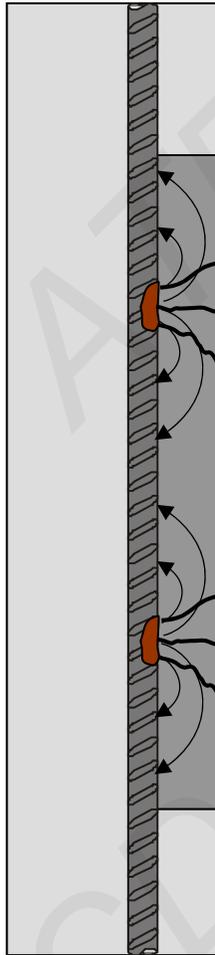


- Non completa rimozione del calcestruzzo carbonatato (solo danneggiato meccanicamente)
- Applicazione malta alcalina
- Propagazione della corrosione nelle zone prossime a quella d'intervento (dipende dalle condizioni di umidità del calcestruzzo)
- Fessurazioni e distacchi del copriferro

Non corretta rimozione del calcestruzzo

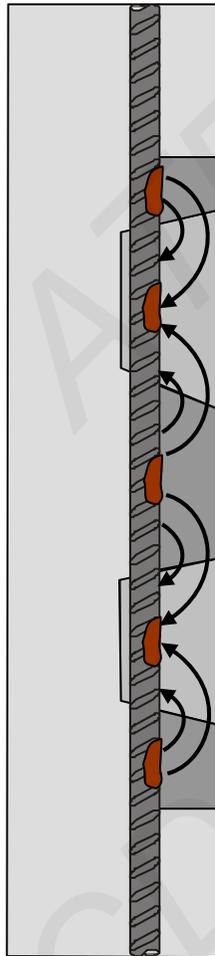
Cloruri

- Non completa rimozione del calcestruzzo inquinato da cloruri (solo nelle zone di innesco)



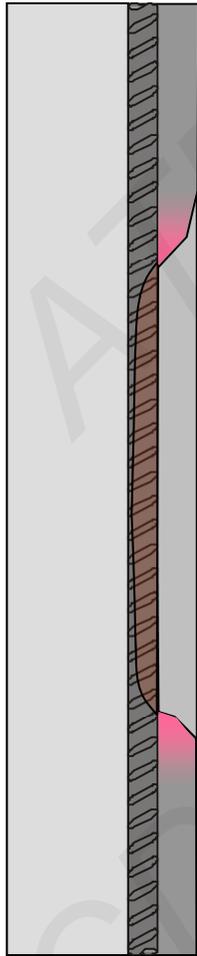
Non corretta rimozione del calcestruzzo

Cloruri



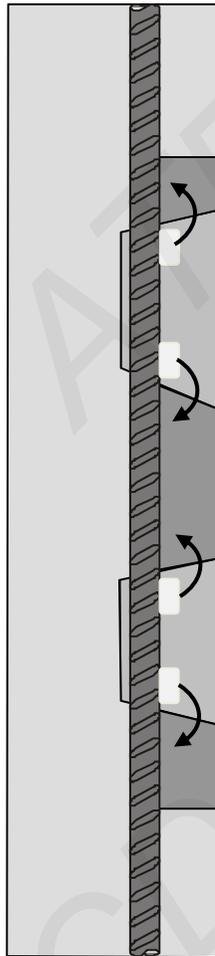
- Non completa rimozione del calcestruzzo inquinato da cloruri (solo nelle zone di innesco)
- Pulizia accurata delle zone d'attacco
- Applicazione malta alcalina
- Innesco della corrosione nelle zone prossime a quella d'intervento

Carbonatazione



- Rimozione del solo calcestruzzo danneggiato meccanicamente
- Applicazione malta alcalina
- Applicazione rivestimento superficiale (Rivestimento idrorepellente)
- Impiego di tecniche elettrochimiche

Cloruri



- Rimozione del solo calcestruzzo in cui si è avuto innescio della corrosione
- Accurata pulizia delle aree corrose (nel pit)
- Applicazione della malta alcalina
- Prevenzione catodica (anodi sacrificali)
- Impiego di tecniche elettrochimiche

- 1- Incremento della sezione
- 2- Sostituzione/aggiunta armature
- 3- Rinforzi esterni (tradizionali, F.R.P.)