

# MasterLife CI 35

Un'assicurazione sulla vita per le tue strutture  
in calcestruzzo

**Inibitore di corrosione di  
tipo anodico a base inorganica**





La più alta torre residenziale fronte mare in Europa - CIPRO

# MasterLife CI 35: rendiamo sicure le vostre strutture

MasterLife CI 35 è un additivo liquido pronto all'uso con funzione di inibitore di corrosione di tipo anodico a base di calcio nitrato. MasterLife CI 35 viene introdotto nel calcestruzzo al momento del suo confezionamento ed inibisce chimicamente l'azione corrosiva dei cloruri nei confronti dei ferri d'armatura del calcestruzzo armato e dei cavi di pre-compressione del calcestruzzo armato post-teso.

MasterLife CI 35 permette di inibire la corrosione dei ferri d'armatura in maniera efficace e duratura e viene raccomandato per tutti i calcestruzzi armati e precompresi esposti all'ambiente marino o che possono venire a contatto con cloruri derivanti dall'utilizzo di sali disgelanti.

L'utilizzo di MasterLife CI 35 è consigliato per la produzione dei calcestruzzi impiegati per la realizzazione di strutture

particolarmente esposte all'aggressione di agenti che possono provocare la corrosione dei ferri d'armatura quali, ad esempio, calcestruzzi in classe di esposizione XD (strutture esposte al rischio di corrosione promossa da cloruro non di origine marina) e XS (strutture esposte al rischio di corrosione promossa da cloruro di origine marina) secondo la UNI EN 206-I.



# Cenni sulla corrosione

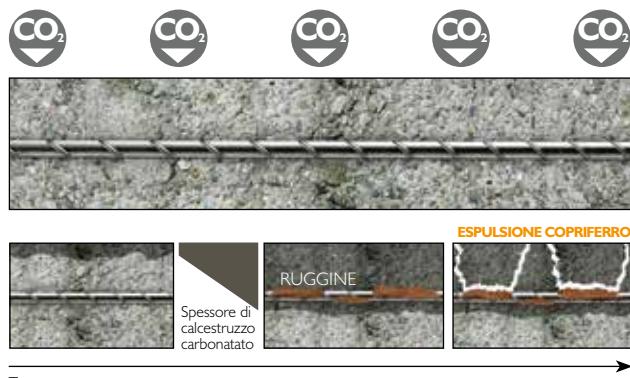
La corrosione è un processo di natura elettrochimica che si manifesta in presenza di un elettrolita. Nel calcestruzzo l'elettrolita è rappresentato dalla fase acquosa presente nei suoi pori capillari costituita da una soluzione di calce, idrossido di sodio e di potassio avente un pH compreso tra 12,5 e 13,5. In calcestruzzi non penetrati dall'anidride carbonica e/o dal cloruro la soluzione alcalina con  $\text{pH} > 11,5$  favorisce sulle barre di armatura la formazione di uno strato protettivo di ossido di dimensioni nanometriche. In queste condizioni, dette di passività, il sottilissimo film di ossido protegge l'acciaio dall'ossidazione e la sua velocità di corrosione può ritenersi praticamente nulla. Queste condizioni di passività permangono per l'intera vita nominale di una struttura in calcestruzzo armato se la stessa è progettata con un calcestruzzo di bassa porosità (basso rapporto A/C), con un copriferro privo di fessure e di sufficiente spessore. Nel tempo, il calcestruzzo può perdere le sue caratteristiche protettive. Questo si verifica a causa della **reazione di carbonatazione**, determinata dall'ingresso (attraverso i pori capillari della matrice cementizia) dell'anidride carbonica gassosa presente

in atmosfera. L'ingresso della  $\text{CO}_2$  nel conglomerato cementizio, infatti, determina una riduzione dell'alcalinità del calcestruzzo come conseguenza della reazione dell'idrossido di calcio con l'anidride carbonica proveniente dall'ambiente esterno.

La carbonatazione della matrice di cemento riduce il pH della fase acquosa presente nei pori che si attesta su valori inferiori a 9. In queste condizioni sussistono le premesse per la rottura del film di passività e in presenza di acqua e ossigeno il film di ossido viene distrutto favorendo una intensa corrosione dei ferri di armatura;

- a seguito della **diffusione dei cloruri** - presenti in ambienti marini o laddove si fa ricorso all'utilizzo dei sali disgelanti per la rimozione del ghiaccio dalle sedi stradali e autostradali
- attraverso i pori capillari della matrice cementizia che raggiunta in prossimità dei ferri una concentrazione critica (indicativamente dell'ordine di 0,4-1% del contenuto in peso di cemento) determinano una rottura del film di ossido esponendo l'acciaio (purché vi sia una sufficiente quantità di ossigeno) ad una intensa corrosione.

## Ambiente esterno

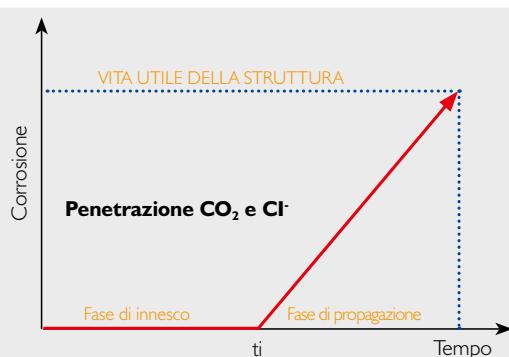


In presenza di calcestruzzo carbonatato il film di ossido a protezione delle barre di armatura viene distrutto: non sussistono più le condizioni di passività e l'acciaio si corrode con conseguente formazione di ruggine che, occupando un volume maggiore rispetto al ferro, genera tensioni interne che portano alla fessurazione e al distacco del copriferro

## Ambiente esterno



La stabilità del film di ossido protettivo presente sulla superficie delle armature può essere compromessa se in prossimità delle barre di acciaio si realizzano concentrazioni critiche di cloruro sufficienti ad innescare il processo di corrosione. La pericolosità dell'attacco corrosivo è dovuta al fatto che la corrosione avviene in maniera localizzata creando dei pits, la cui profondità in breve tempo può interessare spessori considerevoli dell'armatura.



Nella vita delle strutture in calcestruzzo armato si possono individuare due fasi nettamente distinte:

1. **Fase di innesco della corrosione**, in cui si producono i fenomeni che portano alla perdita delle condizioni di passività, cioè alla distruzione locale o generalizzata del film protettivo
2. **Fase di propagazione più o meno veloce dell'attacco**, a partire dal momento in cui il film protettivo viene distrutto.

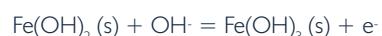
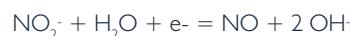
# Meccanismo d'azione di MasterLife Cl 35

**MasterLife Cl 35** è un additivo inibitore di corrosione inorganico di tipo anodico, che previene il fenomeno della corrosione in quanto gli ioni nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) entrano in competizione con la reazione di complessazione del ferro cloruro, che porta alla lenta dissoluzione del ferro d'armatura.

I nitrati aggiunti nella matrice cementizia infatti reagiscono più velocemente con il ferro rispetto agli ioni cloruro, formando una patina di ferro idrossido stabile,  $\text{Fe(OH)}_3$ , che va a ripassivare i ferri d'armatura, contrastandone quindi la corrosione.

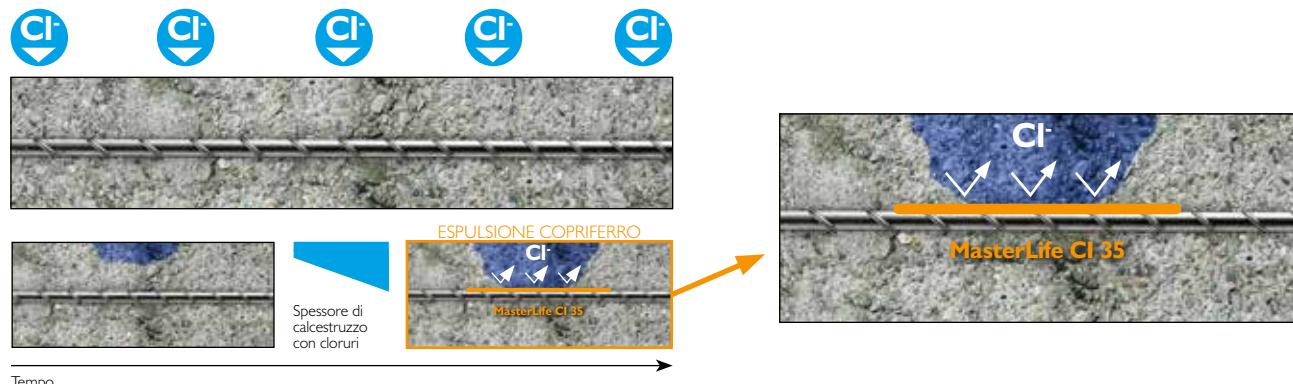
Lo ione nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) che si forma dalla reazione con il nitrato, libera un ulteriore idrossile ( $\text{OH}^-$ ) utile per una aggiuntiva passivazione dei ferri grazie alla formazione di altro  $\text{Fe(OH)}_3$ .

Infatti,  $\text{Fe(OH)}_3$  (s) è anche detto FERRO IDROSSIDO PASSIVANTE.

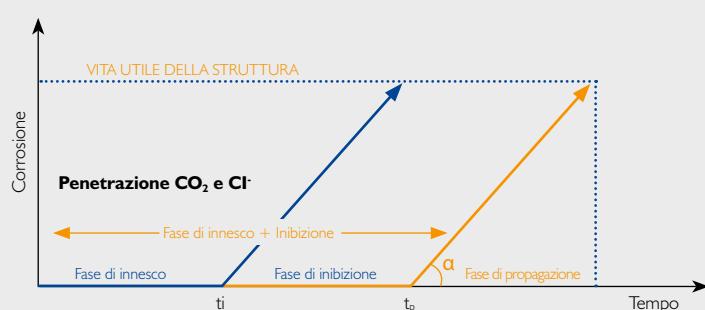


Chimicamente quindi i nitrati risultano essere inibitori di corrosione più efficaci dei nitriti in quanto portano a formazione di un maggior quantitativo di ferro idrossido passivante.

## Ambiente esterno



In un calcestruzzo confezionato con MasterLife Cl 35 i nitrati reagiscono con gli ioni cloruro formando una patina di ferro idrossido che ripassiva l'armatura contrastandone la corrosione.



In presenza di cloruri, MasterLife Cl 35 crea una patina di ferro idrossido stabile che va a ripassivare i ferri d'armatura e a contrastare la corrosione. In tal modo sarà possibile aumentare la fase di innesco della corrosione (INIBIZIONE) e di conseguenza aumentare la vita utile delle strutture. Ovviamente il tempo di propagazione ( $\alpha$ ) sarà funzione della qualità del calcestruzzo e dell'aggressività ambientale cui sarà soggetta la struttura.



# MasterLife CI 35

## letteratura e prove sperimentali

In letteratura sono disponibili diversi studi relativi all'efficacia del calcio nitrato, MasterLife CI 35 come inibitore di corrosione, sia a breve che a lungo termine.

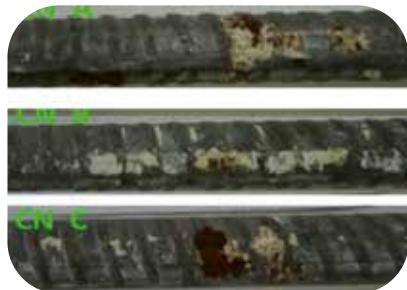
In una ricerca sperimentale condotta presso i Laboratori della ENCO su provini confezionati con calcestruzzo standard (RC) o additivato rispettivamente con 3,0% e 4,0% di nitrato di calcio (MasterLife CI 35) contenenti 3 barre di armatura con copriferro di 20mm e sottoposti a cicli di ponding con soluzioni contenenti cloruri in accordo alla norma ASTM G109-07, è stata misurata l'intensità di corrente e l'area di acciaio corrosa. Un additivo per essere considerato inibitore

di corrosione deve soddisfare i requisiti imposti dalla ASTM C1582. Secondo questa norma la carica elettrica della macrocella inferiore a 50 C e l'area corrosa minore di 1/3 di quella nei provini senza additivo. Dalle prove condotte emerge che già con una percentuale del 3,0% di calcio nitrato sono raggiunti i requisiti minimi, evidenziando, inoltre, come risultati inutile aumentare il dosaggio, in quanto non si registrano particolari benefici.

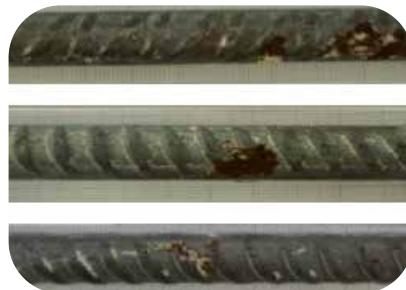
**Senza Inibitore di corrosione**



**3,0% Nitrato di calcio**



**4,0% Nitrato di calcio**



Sono state condotte anche ricerche a lungo termine dal Prof. Harald Justnes, SINTEF Building and Infrastructure, Trondheim, su dei cilindri in calcestruzzo armato in cui è stata indotta la corrosione con cloruri mediante dei cicli di bagnatura ed asciugatura a 38°C e 90% UR, utilizzando un calcestruzzo di riferimento o additivato rispettivamente con 2,0% o 4,0% di nitrato di calcio (MasterLife CI 35). Come si può vedere le barre estratte dai provini dopo 4 anni, evidenziano uno stato di corrosione avanzata in assenza di calcio nitrato, mentre già con una percentuale del 2,0% si riduce drasticamente il fenomeno corrosivo. Quest'ultimo scompare se si utilizza un dosaggio del 4,0%.

Test su provini stoccati in riva al mare in Norvegia dal Prof. Harald Justnes, SINTEF Building and Infrastructure, Trondheim, confezionati nel 2002 in calcestruzzo armato standard o additivato rispettivamente con 4,0% nitrato di calcio ed equivalente dosaggio calcolato in moli di nitrito di calcio. Dai monitoraggi superficiali si evidenzia come il nitrato di calcio non penalizzi la resistenza a lungo termine, ma soprattutto riduca notevolmente anche il coefficiente di diffusione apparente dei cloruri.



# — MasterLife CI 35: istruzioni per l'uso

Il dosaggio di MasterLife CI 35 può variare in funzione del contenuto di cloruri presenti nel calcestruzzo e all'aggressività dell'esposizione della struttura che verrà realizzata.

I dosaggi quindi possono variare da valori minimi di 6,0 fino a 20 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo fresco. Su questa ipotesi, il dosaggio raccomandato di MasterLife CI 35 varia in funzione della concentrazione di ioni cloruro che potenzialmente potrebbero essere presenti nelle strutture in CA.

Dosaggi indicativi variano da valori di 6-8 l/m<sup>3</sup> per strutture in CA interrate o permanentemente immerse (XD2, XS2), 10-12 l/m<sup>3</sup> se le strutture sono in contatto con aerosol salini (XD1, XS1), 15-20 a l/m<sup>3</sup> per strutture in CA a diretto contatto con sali disgelanti e molto esposte all'azione dei cloruri (XD3, XS3).

Dosaggi diversi sono possibili in relazione alle specifiche condizioni di lavoro, ed in ogni caso dopo aver consultato il personale tecnico di Master Builders Solutions.

MasterLife CI 35 è un liquido pronto all'uso che viene introdotto in betoniera dopo che gli altri componenti del calcestruzzo, incluso anche l'additivo riduttore d'acqua, siano stati caricati e miscelati. Nel caso di dosaggi elevati di MasterLife CI 35, si consiglia di tener conto dell'acqua presente nella soluzione al fine dei valori reali del rapporto A/C. MasterLife CI 35 ha proprietà acceleranti. Ai fini del mantenimento di lavorabilità in climi estivi, soprattutto per i dosaggi elevati, si consiglia l'uso di un superfluidificante di tipo estivo o l'eventuale aggiunta di additivi ritardanti della linea MasterSet R.

## — Master Builders Solutions®

Noi di Master Builders Solutions® siamo produttori leader a livello mondiale di soluzioni responsabili per il settore delle costruzioni, focalizzati sulla realizzazione della nostra visione: **ispirare le persone a costruire meglio.**

Forniamo tecnologia a valore aggiunto e capacità di ricerca e sviluppo che punta a migliorare costantemente le prestazioni dei materiali da costruzione e a consentire la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> nel ciclo di produzione del calcestruzzo. Il portfolio completo del marchio Master Builders Solutions® comprende additivi ed aggiunte per il calcestruzzo, additivi per la produzione di cemento e soluzioni per le costruzioni sotterranee.

Con il nostro portfolio prodotti ed il nostro supporto tecnico e tecnologico siamo pronti ad aiutarvi ad affrontare e risolvere qualsiasi sfida nel settore delle costruzioni.

Operiamo in oltre 60 nazioni in tutto il mondo attingendo da esperienze di innumerevoli progetti realizzati. Le tecnologie sviluppate a livello globale, unite alla nostra conoscenza approfondita delle diverse esigenze costruttive locali, ci permettono di innovare e contribuire al Vostro successo guidandovi verso un'edilizia sostenibile. Fondata nel 1909, Master Builders Solutions® gestisce 35 siti di produzione in tutto il mondo. Questo ci consente di supportarvi ed aiutarvi a superare insieme a noi le sfide di oggi e di domani, con l'obiettivo di costruire un futuro decarbonizzato.



# Master Builders Solutions® per l'Industria delle Costruzioni

## **MasterAir®**

Soluzioni per il calcestruzzo con aggiunte d'aria

## **MasterCast®**

Soluzioni per l'industria dei manufatti in calcestruzzo terra-umida

## **MasterCem®**

Soluzioni per la produzione di cemento

## **MasterCO<sub>2</sub>re®**

Soluzioni per calcestruzzo a ridotto contenuto di clinker

## **MasterColor®**

Soluzioni per calcestruzzi architettonici

## **MasterEase®**

Soluzioni per calcestruzzi a reologia migliorata e bassa viscosità

## **MasterFiber®**

Soluzioni per il calcestruzzo fibro-rinforzato

## **MasterFinish®**

Soluzioni per il disarmo e la finitura superficiale

## **MasterGlenium®**

Soluzioni per calcestruzzi performanti ad elevata lavorabilità e basso rapporto A/C

## **MasterKure®**

Soluzioni per la stagionatura del calcestruzzo

## **MasterLife®**

Soluzioni per calcestruzzi durevoli

## **MasterMatrix®**

Soluzioni per il controllo della reologia

## **MasterPel®**

Soluzioni per l'idrofobizzazione, l'antiefflorescenza e la protezione delle superfici

## **MasterRoc®**

Soluzioni per la costruzione in sotterraneo e il miglioramento della superficie

## **MasterSet®**

Soluzioni per il controllo dell'idratazione

## **MasterSuna®**

Soluzioni per sabbia e ghiaia nel calcestruzzo

## **Master X-Seed®**

Soluzioni avanzate di accelerazione per il calcestruzzo

— **Sprigiona il potere di MasterCO<sub>2</sub>re®:  
sistema intelligente di cluster per  
calcestruzzi a ridotto contenuto di clinker**

[info.master-builders-solutions.com/en/masterco2re](http://info.master-builders-solutions.com/en/masterco2re)



## **Master Builders Solutions Italia SpA**

Via Vicinale delle Corti, 21

31100 Treviso, Italy

T +39 0422 429200

**infomac@masterbuilders.com**

**[https://www.master-builders-solutions.com/it-it](http://www.master-builders-solutions.com/it-it)**

I dati contenuti in questa pubblicazione si basano sulle nostre attuali conoscenze ed esperienze. Non costituiscono la qualità contrattuale concordata del prodotto e, in considerazione dei numerosi fattori che possono influenzare la lavorazione e l'applicazione dei nostri prodotti, non esonerano gli addetti alla trasformazione dall'effettuare le proprie indagini e prove. La qualità contrattuale del prodotto concordata al momento del trasferimento del rischio si basa esclusivamente sui dati della scheda tecnica. Tutte le descrizioni, i disegni, le fotografie, i dati, le proporzioni, i pesi, ecc. riportati in questa pubblicazione possono essere modificati senza preavviso. È responsabilità del destinatario del nostro prodotto assicurarsi che vengano rispettati i diritti di proprietà e le leggi e le normative vigenti (06/2023).

® marchio registrato di Master Builders Solutions® in molti paesi del mondo

