

# Torggler

## IL DEGRADO DEL CLS E DEL CLS ARMATO

Catalogo Tecnico

SINCE  1865

# Torggler

## IL DEGRADO DEL CLS E DEL CLS ARMATO

### **Torggler S.r.l.**

Via Prati Nuovi, 9  
39020 Marlengo (BZ)

**Tel.:** +39 0473 282 400  
**Info:** info@torggler.com  
**Vendita:** uff\_vendite@torggler.com

**Partita IVA**  
00851700211

**PEC**  
torggler@legalmail.it

**Codice per la fatturazione elettronica**  
80WNYEK

[www.torggler.com](http://www.torggler.com)





## Il degrado del CL e del CLS armato

### Le cause, la analisi e il rimedio...

Questo manuale tecnico viene utilizzato per spiegare nel modo più chiaro possibile i fenomeni di degrado del cemento armato e del cemento non armato correlando questi fenomeni a cause ben specifiche, al fine di determinare misure correttive efficaci per aiutare chi deve affrontare problemi legati al loro degrado, alle classi di esposizione, la normativa EN 1504 e le soluzioni Torggler.

<b>01 Le cause del degrado</b>	<b>06</b>
Aggressioni di tipo meccanico	06
Aggressioni di tipo fisico	07
Aggressione di tipo chimico	09
Difetti	16
Le classi d'esposizione	18
<b>02 La norma EN 1504</b>	<b>20</b>
UNI EN 1504 parte 1	21
UNI EN 1504 parte 9	21
UNI EN 1504 parte 2	22
UNI EN 1504 parte 3	28
UNI EN 1504 parte 4	30
UNI EN 1504 parte 5	31
UNI EN 1504 parte 6	31
UNI EN 1504 parte 7	32
UNI EN 1504 parte 8	33
UNI EN 1504 parte 9	33
UNI EN 1504 parte 10	33
<b>03 Soluzioni Torggler</b>	<b>34</b>
Ripristino di pilastri e travi	34
Preparazione del supporto	36
Frontalino balcone	38
Ancoraggi di carpenterie e macchinari	40
Fissaggio di elementi	41
Giunti stradali e ferroviari	42

# 01. La causa del degrado

Le cause del degrado si possono dividere in quattro grandi famiglie:

1. Meccaniche
3. Fisiche
2. Chimiche
4. Difetti vari

## Aggressioni di tipo meccanico

- Erosione, abrasione
- Assestamenti strutturali
- Urto
- Carichi non previsti e/o carichi ciclici (fatica)
- Vibrazioni
- Sisma

### Erosione, abrasione

Il termine "usura" definisce sia la sollecitazione che il degrado della superficie soggetta ad attrito. L'erosione può essere considerata una forma di usura superficiale. Tipici fenomeni di abrasione sono il contatto e l'attrito tra le superfici delle strutture in calcestruzzo ed i danni causati dalle particelle solide trasportate nei torrenti (ghiaia, ciottoli e sabbia).



### Urto

Un altro tipo di degrado dovuto a cause meccaniche è quello provocato dagli urti. Le considerazioni da fare non sono molte, in questo caso in quanto il calcestruzzo subisce degli impatti localizzati di una certa entità ci possono essere dei distacchi.



## Aggressioni di tipo fisico

- Gelo e disgelo
- Ritiro e fessurazione
- Escursioni termiche/Alte Temperature
- Calore di idratazione

### Gelo e disgelo

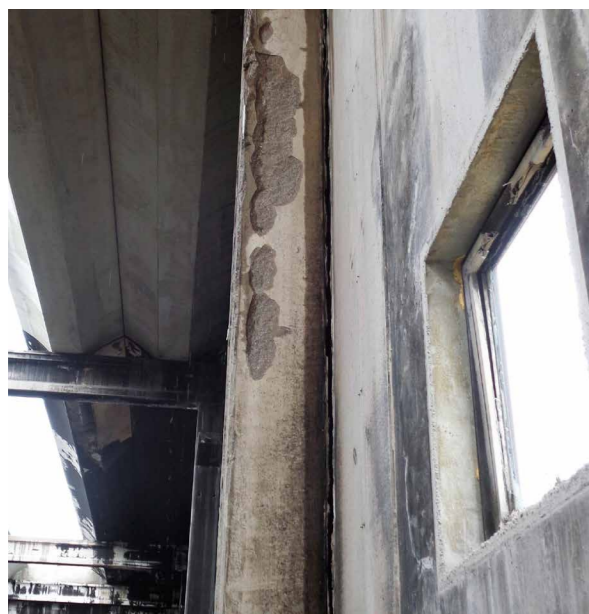
L'espansione di volume dell'acqua nella trasformazione da liquido a solido (pari a circa +9,1%) sottopone il calcestruzzo a notevoli tensioni, causandone anche la disgregazione. Come difendersi? Le soluzioni possibili sono:

- eseguire una protezione superficiale impermeabile sul manufatto.
- migliorare l'impermeabilità del manufatto durante la fase di esecuzione del cls mediante l'aggiunta di specifici additivi.
- inclusione d'aria nel manufatto sotto forma di bolle uniformemente diffuse creando una camera di espansione per l'acqua in forma ghiacciata.

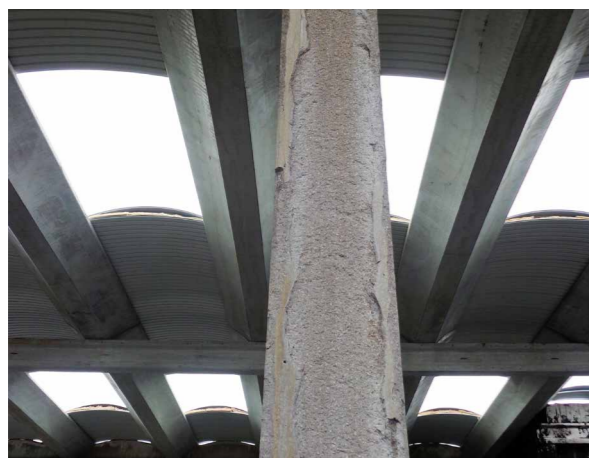


## Escursioni termiche/Alte Temperature

Il coefficiente di espansione termica del calcestruzzo è pari a 0,000012/1°C. Ciò significa che per ogni aumento di 1 °C nel calcestruzzo, la variazione lineare è 0,000012 m/m. Può sembrare un valore piccolo, ma se si moltiplica la lunghezza della struttura per la variazione dell'oscillazione termica (tra picchi estivi e invernali), si otterrà un valore di escursione lineare il quale, se non correttamente calcolato e ammortizzato e/o annullato da opportuni giunti di dilatazione, può portare il calcestruzzo a lesionarsi in più punti.



Il comportamento del calcestruzzo alle alte temperature, comprese alcune condizioni operative specifiche (come le strutture in calcestruzzo dell'industria siderurgica) e situazioni di esposizione ad incendi, può essere descritto nel seguente modo: quando il calcestruzzo inizia a riscaldarsi, l'acqua libera presente nella struttura dapprima evaporerà e sarà contenuta nei pori del calcestruzzo. Se non c'è una sufficiente "via di fuga" del vapore, verrà a crearsi una sovrappressione interna che distruggerà la matrice. Successivamente, una volta raggiunti i 350 °C, l'idrossido di calcio presente nella matrice del calcestruzzo si decompone, e quando supera i 500 °C, anche la fase idrata del silicato di calcio si decompone, in entrambi i casi liberando vapore acqueo. Queste trasformazioni portano ad un aumento della porosità del calcestruzzo e di conseguenza ad una diminuzione della sua resistenza meccanica.



$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T_m$$

$\Delta T$  = differenza di temperatura (T-T0)

L = lunghezza iniziale

$\alpha$  = è il coefficiente di dilatazione lineare (e si misura in K<sup>-1</sup>)

$\Delta L$  = dilatazione termica lineare

## Ritiro e fessurazione

In questo parte verranno trattati due tipi di ritiro, uno è il ritiro plastico e l'altro è il ritiro igrometrico.

Il primo avviene quando il calcestruzzo, mentre è ancora in fase plastica, cede una parte della sua umidità all'ambiente esterno causando così una contrazione. Le fessurazioni in questo caso sono correlate alle condizioni in cui viene realizzato il getto. In strutture gettate in cassero, l'evaporazione non avviene per ovvi motivi, mentre in opere dove il cls è direttamente a contatto con l'ambiente, avviene a causa della temperatura, della bassissima umidità esterna o del forte vento. Il ritiro plastico, avvenendo quando il calcestruzzo è ancora fresco, può portare ad una microfessurazione superficiale.

Il ritiro igrometrico è dovuto alla cessione di umidità all'ambiente con un U.R. bassa lungo tutto l'arco della vita utile.

Per evitare problemi causati dal ritiro plastico, è necessario evitare che l'acqua d'impasto evapori troppo velocemente, e questo può essere limitato tendendo inumidita la superficie esposta nei primi giorni dopo il getto, coprendo il getto con un telo impermeabile che impedisca l'evaporazione o applicando sul getto ancora fresco un film di prodotto antievaporante. Si consiglia comunque di diminuire il rapporto acqua/cemento utilizzando additivi fluidificanti.



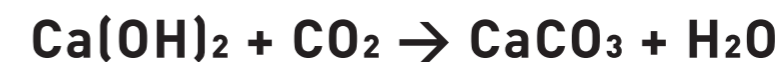
Esempi di fessurazione in una pavimentazione in CLS

## Aggressione di tipo chimico

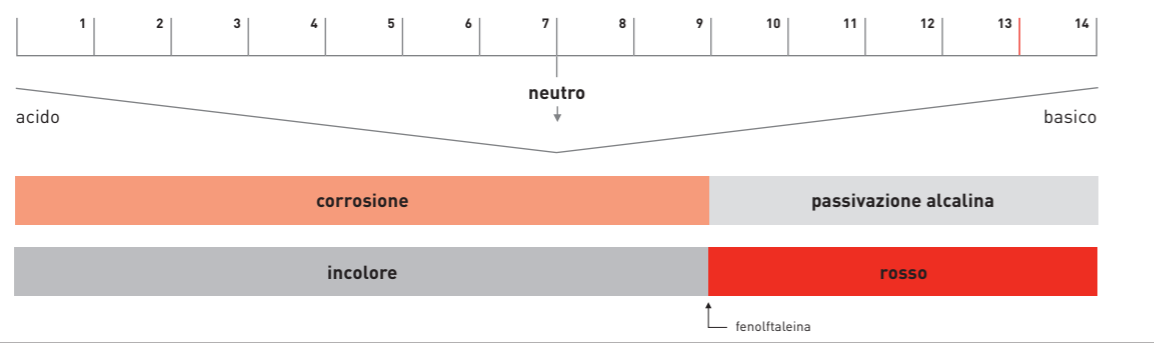
- Aggressione da anidride carbonica/carbonatazione
- Alkali
- Agenti chimici non naturali
  - acidi e basi organiche ed inorganiche;
  - sali ed idrocarburi presenti negli ambienti industriali;
  - acque reflue naturali ed industriali
- Cloruri
- Acque a bassa durezza
- Correnti vaganti

## Aggressione da anidride carbonica/carbonatazione

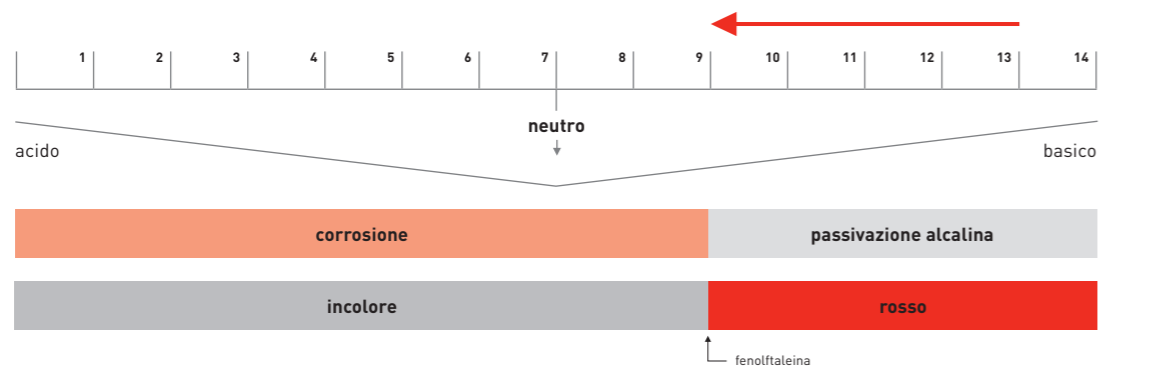
La carbonatazione è dovuta alla penetrazione della CO<sub>2</sub> nel calcestruzzo. Il fenomeno consiste nella trasformazione della calce, che si genera a seguito dell'idratazione del cemento, in carbonato di calcio a causa della presenza di anidride carbonica, il cui contenuto dipende dall'ambiente in cui ci si trova (zone più o meno industrializzate). Tale fenomeno è frequente nei materiali edili come i leganti (cemento, calce, ecc.) dove l'idrossido di calcio, naturalmente presente in essi, reagisce con l'anidride carbonica con conseguente formazione di carbonato di calcio secondo la seguente reazione:



Il pH di un calcestruzzo sano è maggiore di 13 e in questo caso formerà sull'acciaio delle barre di rinforzo un film di ossido ferrico passivo il quale impedisce il passaggio di ossigeno e umidità. In questo ambiente fortemente alcalino (campo di immunità del ferro), il film di ossido che ricopre l'armatura è compatto e aderisce alla superficie delle barre, quindi le barre di rinforzo risultano passivate e protette.

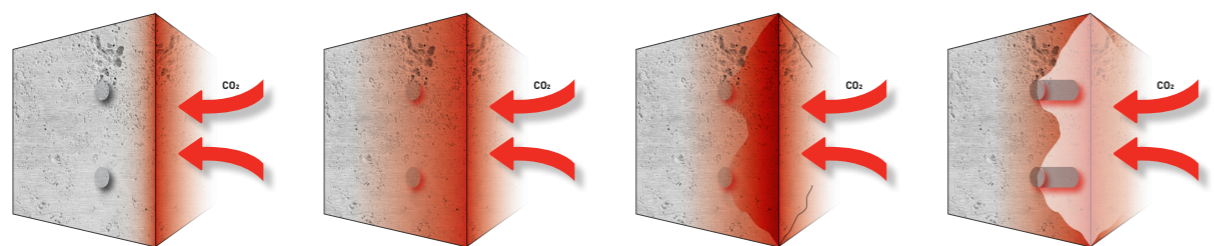


Se la struttura è carbonatata il pH del cls si abbassa passando a valori che possono essere anche inferiori a 9, creando così un ambiente poco alcalino per le armature. In presenza di pH inferiori a 10,5 il film passivante viene neutralizzato lasciando così i ferri esposti all'aggressione dell'ossigeno e dell'umidità presenti nell'aria.



In queste condizioni il processo di corrosione aumenta il volume delle armature di circa sei volte. Il copriferro in questo modo si distacca dall'armatura fino ad arrivare alla completa espulsione. Una volta che il calcestruzzo è degradato il deterioramento dei ferri sarà sempre più veloce in quanto si creeranno vie di accesso più facili per ossigeno e umidità.

Una volta che il calcestruzzo è degradato il deterioramento dei ferri sarà sempre più veloce in quanto si creeranno vie di accesso più facili per ossigeno e umidità.



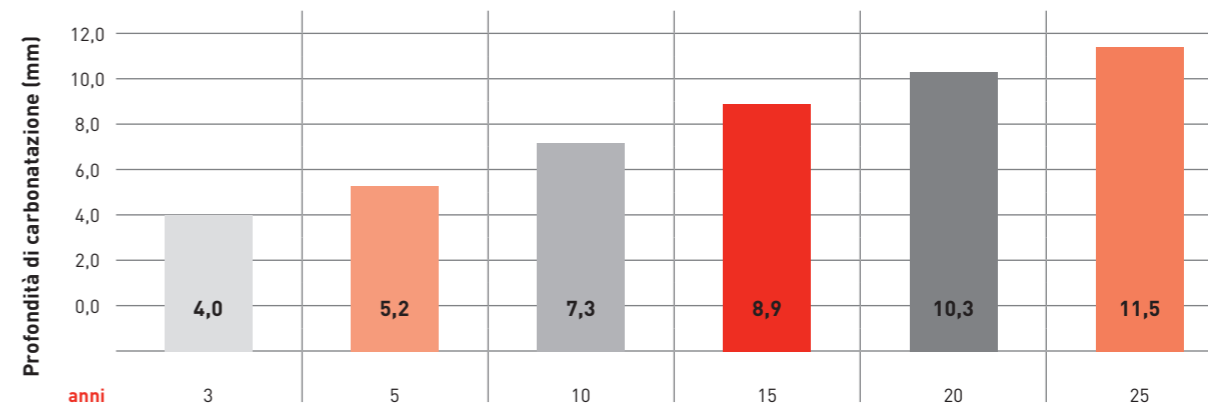
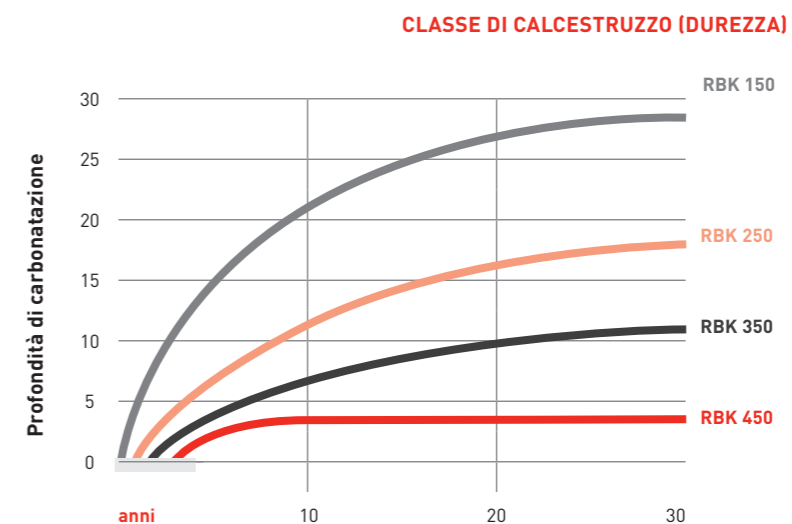
1. La CO<sub>2</sub> (anidride carbonica) inizia a neutralizzare il calcestruzzo.
2. Il fronte di carbonatazione si sposta dalla superficie all'interno del calcestruzzo.
3. Il fronte di carbonatazione raggiunge i ferri di armatura. In combinazione con acqua e ossigeno si avvia la corrosione dell'acciaio.
4. La ruggine occupa un volume molto maggiore rispetto all'acciaio ed esercita quindi una forte pressione sulla copertura in calcestruzzo: Questa si spacca lasciando scoperti i ferri di armatura.

La CO<sub>2</sub> si diffonde dall'esterno del calcestruzzo all'interno e la sua velocità di penetrazione dipende fortemente dal contenuto di umidità. Il trasporto dell'anidride carbonica è molto veloce nella fase gassosa, cioè all'interno dei pori riempiti d'aria. Invece è molto più lento nei pori dove c'è umidità, quindi il tasso di penetrazione nei pori pieni d'acqua è quasi nullo.

La corrosione dei ferri d'armatura presenta sostanzialmente due fenomeni degradanti: il primo, il più pericoloso, riguarda la diminuzione della sezione del tondino; il secondo comporta un distacco del copriferro (spalling); questo avviene quando le tensioni che si generano nel calcestruzzo a causa dei fenomeni espansivi che accompagnano la formazione della ruggine, superano la resistenza a trazione del materiale (+200%). Bisogna però ricordare che perché la carbonatazione avvenga, la presenza di umidità è assolutamente necessaria. Il seguente grafico riassume il concetto di velocità di penetrazione della CO<sub>2</sub> legata all'umidità relativa del calcestruzzo. I valori di umidità più pericolosi sono quelli compresi tra il 40 e il 75%, all'esterno di questo intervallo la velocità va diminuendo fino ad azzerarsi. In conclusione si può affermare che il fenomeno della carbonatazione è dannoso solamente su CLS armato, e non determinante su CLS non armato.

La velocità con cui penetra la CO<sub>2</sub> dall'esterno verso l'interno è fortemente influenzata dal tenore dell'umidità.

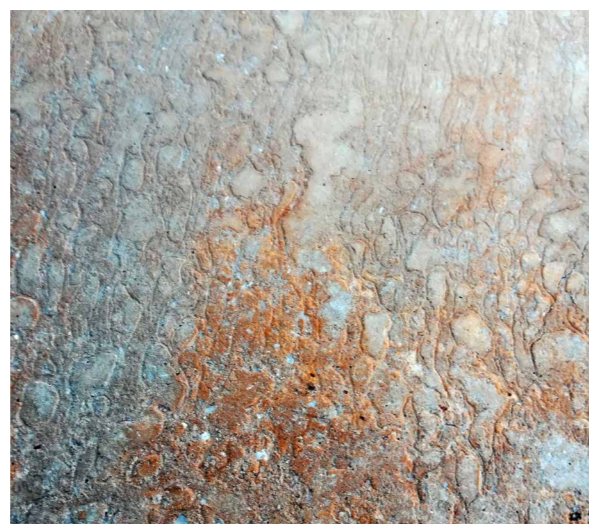
UMIDITÀ RELATIVA DELL'ARIA	VELOCITÀ DI CARBONATAZIONE
<30 %	bassa
40 % - 75 %	alta
>75 %	bassa



Per individuare il degrado dovuto alla carbonatazione si utilizza la Fenolftaleina. A pH inferiori a 8,2 è incolore, a pH superiori a 9,8 i gruppi ossidrilici della Fenolftaleina perdono i loro atomi d'idrogeno e la molecola impartisce un intenso color porpora alla soluzione. In questo modo si riesce ad individuare lo spessore di calcestruzzo interessato dal fenomeno. Un esempio è riportato nella foto dove si può notare la profondità di carbonatazione di circa 2 cm.



La profondità del calcestruzzo armato interessato dal fenomeno va ad identificare la gravità del danno. Per eseguire il ripristino bisogna eliminare tutto lo spessore di materiale penetrato dalla CO<sub>2</sub> in corrispondenza dei ferri d'armatura.



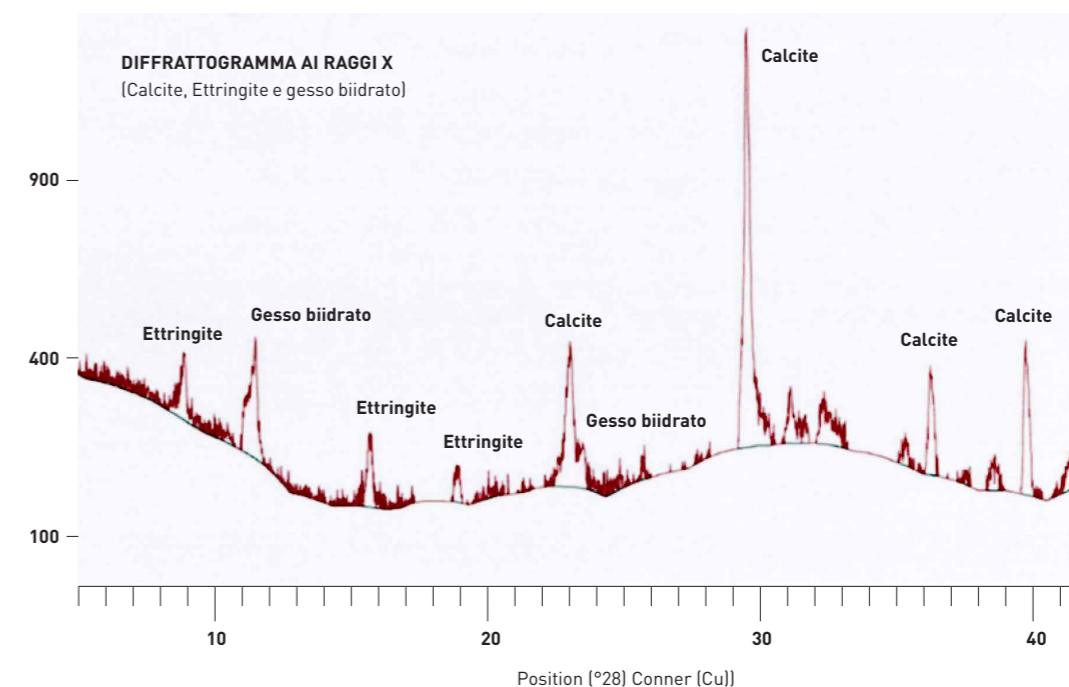
### Aggressione da Solfati

I Solfati solubili più comuni presenti nel terreno, nell'acqua e nei processi industriali, sono quelli di Calcio e Sodio. C'è anche quello di Magnesio, che è meno comune ma più distruttivo. Gli ioni Solfato possono essere presenti nell'acqua, nei terreni, ma possono anche trovarsi negli aggregati direttamente sotto forma di impurità.

I Solfati che provengono dalle acque o dal terreno, che sono a contatto e trasportati nella struttura, reagiscono con l'idrossido di calcio presente nel calcestruzzo per formare il gesso.

Questo a sua volta reagisce con l'Alluminato di Calcio Idrato (C-A-H), anch'esso presente nel calcestruzzo, formando l'Ettringite secondaria la quale, a causa dell'aumento di volume, provoca delaminazione, rigonfiamenti, crepe e infine distacchi. A differenza dell'Ettringite secondaria, l'Ettringite primaria, che si forma durante la prima reazione di idratazione del calcestruzzo posto in opera, non è dannosa per il calcestruzzo.

L'Ettringite secondaria si forma dopo molto tempo dal getto per lo più nella parte corticale del calcestruzzo (quella penetrata dai solfati), creando forti tensioni espansive a causa della rigidità ormai acquisita dal getto. In presenza di Carbonato di Calcio e con temperature basse (inferiori ai 10°C) e un'umidità relativa superiore al 95%, si può formare anche la Thaumasite, che provoca il degrado per decalcificazione del calcestruzzo. Per stabilire un degrado dovuto all'attacco solfatico si effettua un'analisi chimica con il Diffratometro a Raggi X (XRD) per identificare la presenza di Calcite (Carbonato di Calcio), Ettringite e Gesso (biidrato). La quantità esatta di questi composti può essere determinata con l'Analisi Termogravimetrica (TGA).



### Aggressione da cloruri

I cloruri sono naturalmente presenti nell'acqua di mare, pertanto tutte le opere marittime in calcestruzzo armato risultano potenzialmente vulnerabili al loro attacco. I cloruri sono anche presenti artificialmente nei sali disgelanti e, dove usati, rendono particolarmente esposte tutte le opere in calcestruzzo armato di tipo autostradale e le pavimentazioni esterne.

I cloruri, oltre ad aggredire le barre di armatura, possono danneggiare in modo diretto il calcestruzzo.



1. Cloruro di Calcio ( $\text{CaCl}_2$ ): sale utilizzato come disgelante. Per effetto del Cloruro di Calcio la pasta cementizia, che avvolge gli aggregati, si disintegra. La reazione che sta alla base di tale meccanismo di danneggiamento è la seguente:



Il Cloruro di Calcio penetrando nel calcestruzzo, reagisce con la calce libera sotto forma di idrossido di calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), che si è sviluppata durante la reazione dell'acqua con il cemento, con conseguente formazione dell'ossicloruro di calcio idrato ( $3\text{CaO}\cdot\text{CaCl}_2\cdot 15\text{H}_2\text{O}$ ).

2. Cloruro di Sodio ( $\text{NaCl}$ ): sale utilizzato come disgelante. Questo secondo caso riguarda il calcestruzzo confezionato con aggregati "reattivi". Il Cloruro di Sodio, a contatto con tali aggregati, può innescare la cosiddetta "reazione alcali-aggregato" tra Sodio e Potassio, presenti nel cemento, e la silice amorfa, se è presente negli aggregati.

I danni da cloruri interessano anche l'acciaio. La corrosione delle barre di armatura ad opera dell'anidride carbonica o dei cloruri è un processo elettrochimico molto complesso che, affinché si possa innescare, necessita della presenza di ossigeno e acqua ( $\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ). In questa condizione il ferro metallico Fe si trasforma chimicamente in ossido o idrossido di ferro, formando la cosiddetta ruggine. È importante distinguere l'azione dell'anidride carbonica che distrugge completamente il film protettivo delle barre provocando corrosione diffusa, dall'azione dei cloruri che provocano una corrosione localizzata (anche se, superati i valori critici di concentrazione dei cloruri pari a circa lo 0,5% del peso del cemento, anche questa può interessare l'intera superficie). I due tipi di aggressione, diffusa e localizzata, spesso coesistono a causa delle molteplici condizioni di esposizione ambientale. I cloruri, in funzione delle condizioni di esposizione, attraversano il calcestruzzo secondo i seguenti meccanismi:

- **Diffusione:** in presenza di un gradiente di concentrazione i cloruri entrano nel calcestruzzo attraverso i pori della pasta cementizia saturata di acqua.
- **Assorbimento capillare:** quando la superficie di un calcestruzzo non saturo d'acqua viene a contatto con una soluzione contenente cloruri, tale soluzione è assorbita nel calcestruzzo.
- **Permeazione:** riguarda la penetrazione di un liquido a seguito di una differenza di pressione.
- **Migrazione:** è il trasporto degli ioni cloruri, carichi elettricamente, sotto l'azione di un campo elettrico.



### Reazione alcali-aggregato

La reazione alcali-aggregato può creare una forte espansione e un grave ammaloramento delle strutture in calcestruzzo. Questo succede con alcuni tipi di aggregati che contengono silice reattiva, la quale reagisce con due alcali, Potassio e Sodio, contenuti nel cemento.

La reazione alcali-aggregato è un processo che avviene in maniera eterogenea e lentamente nel tempo in quanto è legata alla composizione degli aggregati contenenti silice amorfa. Il prodotto della reazione che si ha nelle condizioni appena descritte, sono i Silicati di Sodio e Potassio idrati, molto voluminosi.

La reazione alcali-aggregato si manifesta quando si innesca nella parte corticale del calcestruzzo, mostrando sulla sua superficie delle micro o macrofessurazioni, oppure rialzando una piccola porzione di calcestruzzo al di sopra dell'aggregato siliceo reattivo (pop-out).

### Acque a bassa durezza

Sono rappresentate da alcuni esempi di acque con contenuti salini estremamente ridotti:

- Acque naturali di ghiacciai e nevai
- Acque distillate e/o da recupero industriale

La loro "povertà" in sali comporta che queste acque, scorrendo contro le pareti in calcestruzzo rappresentate da canali, condotte, ecc., tendano ad acquisire il contenuto dei sali dal calcestruzzo stesso, attraverso la dissoluzione dell'idrossido di calcio o calce libera ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).



### Correnti vaganti

Frequente nelle aree urbane, soprattutto in presenza di linee ferroviarie, metropolitane e tranviarie, ecc. Sono correnti disperse da circuiti elettrici che entrano negli elementi metallici, incentivandone la corrosione.

## Difetti

I difetti sono dovuti a vizi progettuali, alla qualità del calcestruzzo impiegato e alla sua posa in opera.

### Non conformità progettuali

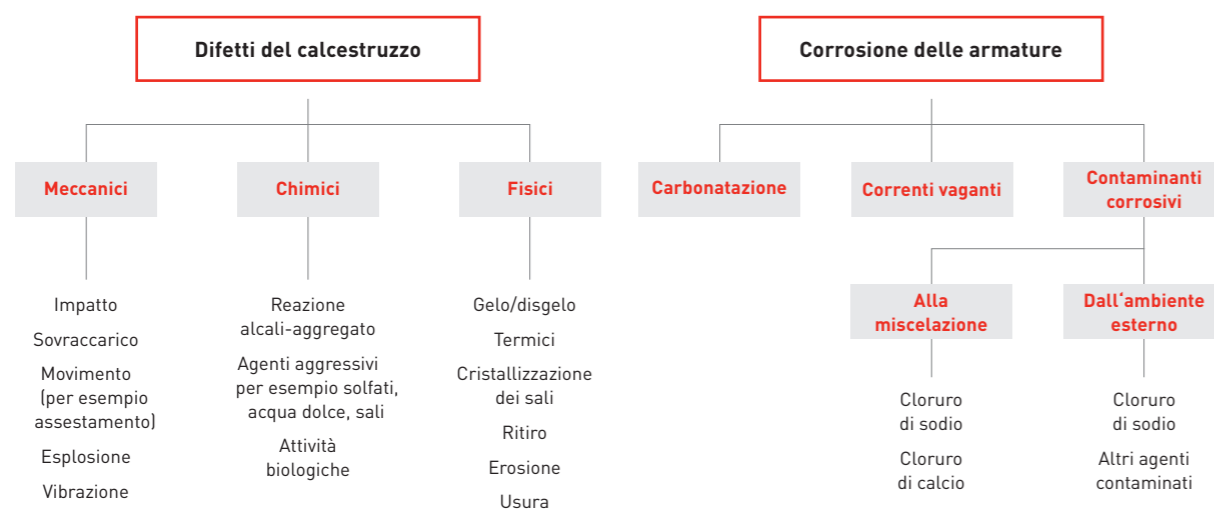
- Errata prescrizione del calcestruzzo in funzione dell'ambiente d'esposizione
- Inadeguato dimensionamento delle armature con stati tensionali indotti
- Inadeguato controllo in opera dei parametri stabiliti in sede progettuale (inadempienze nei controlli a carico della Direzione Lavori)

### Qualità del calcestruzzo impiegato

- Errato rapporto acqua/cemento (a/c)
- Dosaggio di cemento insufficiente
- Distribuzione granulometrica non conforme
- Aggregati scadenti, impuri o presenza di petrografie alcali-reattive
- Errato dosaggio di additivi e/o aggiunte

### Confezionamento, trasporto e posa in opera del calcestruzzo

- Errori nel confezionamento in centrale di betonaggio
  - Incorrettezze durante il trasporto
  - Errori nella messa in opera (posizionamento delle armature, cassetatura, disposizione dei distanziatori e dei presidi ermetici, ecc.)
  - Stagionatura umida inadeguata o mancata protezione dagli shock termici.
- Riassumiamo le cause di degrado dovuto a difetti del calcestruzzo e alla corrosione delle armature.



## Le classi d'esposizione

La condizione ambientale è uno dei fattori da tenere in considerazione quando si effettua la scelta dei materiali da utilizzare in un progetto. Le caratteristiche e le prestazioni del calcestruzzo possono essere influenzate dalle azioni ambientali. Pertanto, nel progetto di una struttura in calcestruzzo armato è necessario definire la classe di esposizione ambientale che indica il maggiore o minore livello di aggressività del luogo in cui la struttura sarà inserita.

Le norme UNI 11104 e EN 206-1 consentono di individuare la corretta combinazione di classi di esposizione dell'opera e di ogni sua componente, in funzione dei singoli meccanismi di degrado dell'ambiente sulle strutture.

**Per garantire la durabilità del calcestruzzo vengono definite sei classi di esposizione ambientale, con l'individuazione di prescrizioni specifiche relative a:**

- il massimo rapporto acqua/cemento
- il minimo contenuto di cemento
- la minima classe di resistenza

La scelta della combinazione di classi di esposizione va eseguita per tutti gli elementi strutturali, in base alla loro posizione nella costruzione.

Il calcestruzzo può essere soggetto a più di una azione ambientale e quindi può essere necessario esprimere le condizioni dell'ambiente alle quali esso è esposto come combinazione di classi di esposizione. Inoltre, le diverse superfici di calcestruzzo di un dato elemento strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali.

**Le sei classi di esposizione calcestruzzo sono le seguenti:**

- assenza di rischio di corrosione o attacco
- corrosione indotta da carbonatazione
- corrosione delle armature indotta da cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare
- corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare
- attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti
- attacco chimico (da parte di acque del terreno e acque fluenti)

**Ad ogni condizione si associano prescrizioni specifiche, introducendo quindi la classe di esposizione; si stabilisce che:**

- per condizioni ambientali ordinarie possono impiegarsi X0, XC1, XC2, XC3, XF1
- per condizioni ambientali aggressive possono impiegarsi: XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
- per condizioni ambientali molto aggressive possono impiegarsi: XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

**In definitiva per contrastare l'attacco degli agenti ambientali e quindi garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato possiamo intervenire nel seguente modo:**

- scegliere una migliore qualità del calcestruzzo
- aumentare il contenuto del cemento
- diminuire il rapporto acqua/cemento
- aumentare lo spessore del copriferro

Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	Classe minima del CLS (n/mm²)	Contenuto minimo di aria (%)	Copriferro minimo (mm)
<b>1. Assenza di rischio di corrosione e attacco</b>							
X0	Molto secco	CLS per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	-		C12/15	-	15
<b>2. Corrosione delle armature per effetto della carbonatazione</b>							
XC1	Secco o permanentemente bagnato	CLS per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in CLS a contatto con acqua per lungo tempo (per esempio fondazioni)	0,60	280	C25/30	-	20
XC3	Umidità moderata	CLS per interni di edifici con umidità relativa moderata o alta; CLS all'esterno protetto dalla pioggia	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici in CLS a contatto con l'acqua, non nella classe XC2	0,50	300	C30/37	-	30
<b>3. Corrosione delle armature per effetto dei cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b>							
XD1	Umidità moderata	Superfici in CLS esposte a nebbia salina	0,55	300*	C30/37	-	30
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine; CLS esposto ad acque industriali contenenti cloruri	0,55	300	C30/37	-	30
XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggi	0,45	320	C35/45	-	40
<b>4. Corrosione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b>							
XS1	Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare	Strutture prossime alla costa	0,50	300	C30/37	-	30
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine	0,45	320	C35/45	-	40
XS3	Zone esposte alle onde o alla marea	Parti di strutture marine	0,45	340	C35/45	-	40
<b>5. Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b>							
XF1	Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali in CLS esposte alla pioggia e al gelo	0,55	300	C30/37	-	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali in CLS di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti	0,55	300	C25/30	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	30
XF3	Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali in CLS esposte alla pioggia e al gelo	0,50	320	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	30
XF4	Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in CLS esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti	0,45	340	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/disgelo	40
<b>6. Attacco chimico</b>							
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206)	-	0,55	300	C30/37	-	30
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206)	-	0,50	320 cemento resistente ai solfati	C30/37	-	30
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo (v. prospetto 2 della EN 206)	-	0,45	360 cemento resistente ai solfati	C35/45	-	30

## 02. La norma europea EN 1504

La norma EN 1504, definisce le procedure e le caratteristiche dei prodotti da utilizzare per la riparazione, manutenzione e protezione delle strutture in calcestruzzo.

La normativa EN 1504 è entrata in vigore il 1° gennaio 2009. Il principale scopo della Norma è quello di: Fornire dei validi strumenti al fine di poter ottimizzare l'intervento di ripristino, escludere un approccio semplicistico, basato solo ed unicamente sul fatto che eliminando il materiale degradato e sostituendolo con una qualsiasi malta da ripristino il problema sia risolto.

<b>CE</b>		Marchio CE
01234		Numero d'identificazione del produttore iscritto
Factory N° 1111		Nome e logo di riconoscimento del produttore
09		Anno in cui è stata apposta la marcatura
98765432		Numero di certificazione identico a quello dell'attestato
EN 1504-3 Malta per la riparazione del calcestruzzo CC (a base di cemento idraulico)		
Resistenza alla compressione:	classe R4	Informazioni relative ai requisiti prescritti
Contenuto di ioni di cloruro:	≤ 0,05 %	
Potere adesivo:	≥ 2,0 MPa	
Resistenza alla carbonatazione:	soddisfatta	
Modulo d'elasticità:	≥ 20 GPa	
Tolleranza al calore parte 1:	≥ 2,0 Mpa	
Assorbimento capillare d'acqua:	≤ 0,5 kg · m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup>	
Classe di merce pericolosa:	corrisponde a 5,4	
Classe anticendio:	Euroclass A1	
[Logo]		

### LA NORMA EN 1504 SI ARTICOLA IN 10 PARTI

EN 1504 - 1	Definizioni
EN 1504 - 2	Sistemi di protezione superficiale
EN 1504 - 3	Riparazione strutturale e non strutturale
EN 1504 - 4	Incollaggi strutturali
EN 1504 - 5	Iniezioni nel calcestruzzo
EN 1504 - 6	Iniezioni di malta per l'ancoraggio di armature o per riempire vuoti esterni
EN 1504 - 7	Prevenzione della corrosione delle armature
EN 1504 - 8	Controllo di qualità e valutazione di conformità
EN 1504 - 9	Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi
EN 1504 - 10	Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori

### EN 1504 parte 1

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

#### Parte 1: Definizioni Termini e principali categorie

In questa prima parte della norma vengono definiti tutti i termini significativi che vengono menzionati nelle restanti parti riguardanti la riparazione, la manutenzione, la protezione, il restauro ed il consolidamento delle strutture in calcestruzzo.

### EN 1504 parte 9

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

#### Parte 9: Principi generali per l'uso dei prodotti e dei sistemi.

La parte 9 della EN 1504 definisce i principi e i metodi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo che hanno subito o potrebbero subire danni o deterioramenti, e fornisce una guida alla scelta dei prodotti e sistemi che siano appropriati per l'uso previsto. Questa è la ragione per cui questa parte deve essere presa in considerazione prima delle altre.

I punti fondamentali della EN 1504-9 sono (vedi tabella):

PRINCIPIO	METODO	Contenuto nella EN 1504 parte 9
<b>PRINCIPI E METODI CORRELATI AI DIFETTI NEL CALCESTRUZZO</b>		
<b>1) Protezione contro l'ingresso (PI)</b>	1.1 Impregnazione idrofobica	2
	1.2 Impregnazione	2
	1.3 Rivestimento	2
	1.4 Fasciatura superficiale di fessure	
	1.5 Riempimento di fessure	5
	1.6 Trasformare le fessure	
	1.7 Costruzione di pannelli esterni	
	1.8 Applicazione di membrane	
<b>2) Controllo dell'umidità (MC)</b>	2.1 Impregnazione idrofobica	2
	2.2 Impregnazione	2
	2.3 Rivestimento	2
	2.4 Costruzione di pannelli esterni	
	2.5 Trattamento elettrochimico	
<b>3) Ripristino del calcestruzzo (CR)</b>	3.1 Applicazione della malta a mano	3
	3.2 Nuovo getto di calcestruzzo o malta	3
	3.3 Spruzzo di calcestruzzo o malta	3
	3.4 Sostituzione degli elementi	
<b>4) Rinforzo strutturale (SS)</b>	4.1 Aggiunta o sostituzione dell'armatura interna od esterna	
	4.2 Aggiunta di barre d'armatura in fori preformati o realizzati con trapano	6
	4.3 Incollaggio di piastre di rinforzo	4
	4.4 Aggiunta di malta o calcestruzzo	3,4
	4.5 Iniezione nelle fessure, vuoti od interstizi	5
	4.6 Riempimento di fessure, vuoti od interstizi	5
	4.7 Precompressione (post-tensionamento)	
<b>5) Aumento della resistenza fisica (PR)</b>	5.1 Rivestimento	2
	5.2 Impregnazione	2
	5.3 Aggiunta di malta o calcestruzzo	3
<b>6) Resistenza ai prodotti chimici (RC)</b>	6.1 Rivestimento	2
	6.2 Impregnazione	2
	6.3 Aggiunta di malta o calcestruzzo	3

PRINCIPIO	METODO	Contenuto nella UNI EN 1504 parte 9
<b>PRINCIPI E METODI CORRELATI ALLA CORROSIONE DELL'ARMATURA</b>		
<b>7) Conservazione e ripristino della passività (RP)</b>	7.1 Aumento del copriferro con aggiunta di calcestruzzo o malta	3
	7.2 Sostituzione del calcestruzzo contaminato o carbonatato	3
	7.3 Ricalcinizzazione elettrochimica del calcestruzzo carbonato	
	7.4 Ricalcinizzazione del calcestruzzo carbonatato mediante diffusione	
	7.5 Estrazione elettrochimica dei cloruri	
<b>8) Aumento della resistività (IR)</b>	8.1 Impregnazione idrofobica	2
	8.2 Impregnazione	2
	8.3 Rivestimento	2
<b>9) Controllo catodico (CC)</b>	9.1 Limitazione del contenuto di ossigeno (al catodo) mediante saturazione o rivestimento della superficie	
<b>10) Protezione catodica (CP)</b>	10.1 Applicazione di un potenziale elettrico	
	11.1 Rivestimenti attivi delle armature	7
<b>11) Controllo delle aree anodiche (CA)</b>	11.2 Rivestimenti barriera delle armature	7
	11.3 Applicazione di inibitori di corrosione sul calcestruzzo	

## EN 1504 parte 2

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

### Parte 2: Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo

La parte 2 della EN 1504 prende in considerazione 5 degli 11 principi descritti nella EN 1504-9:

#### [PI] Principio 1 – Protezione contro l'ingresso:

- 1.1 Impregnazione idrofobica
- 1.2 Impregnazione
- 1.3 Rivestimento

#### [MC] Principio 2 – Controllo dell'umidità:

- 2.1 Impregnazione idrofobica
- 2.2 Impregnazione
- 2.3 Rivestimento

#### [PR] Principio 5 – Aumento della resistenza fisica:

- 5.1 Rivestimento
- 5.2 Impregnazione

#### [RC] Principio 6 – Resistenza ai prodotti chimici:

- 6.1 Rivestimento
- 6.2 Impregnazione

#### [IR] Principio 8 – Aumento della resistività:

- 8.1 Impregnazione idrofobica
- 8.2 Impregnazione
- 8.3 Rivestimento

### FLEXISTAR

Guaina polimero cementizia fibrorinforzata monocomponente superflessibilizzata per l'impermeabilizzazione e la protezione del calcestruzzo.

- Altamente adesivo al supporto
- Eccellente lavorabilità
- Resistente ai raggi UV
- Buona pedonabilità
- Applicabile a rullo, pennello e spatola
- Idoneo al contatto con acqua potabile
- Impermeabile all'acqua anche in pressione



### FLEX 2K

Malta cementizia impermeabilizzante, bicomponente, flessibilizzata e fibrorinforzata, armabile con rete in fibra di vetro, per l'impermeabilizzazione flessibile e la rasatura protettiva di sottofondi cementizi.

- Buona resistenza ai raggi UV
- Elastica fino a -20 °C.
- Fibrorinforzato
- Massima flessibilità
- Elevata protezione anti-CO<sub>2</sub> e UV resistente
- Resistente ai cicli di gelo e disgelo



### AQUAPROOF

Malta cementizia fine osmotica, di tipo C secondo EN 1504-2 per i principi MC -IR, per l'impermeabilizzazione in spinta idrostatica positiva e negativa di sottofondi cementizi.

- Applicabile a spruzzo
- Per interventi anche in spinta idrostatica negativa
- Eccellente facilità di applicazione anche a rullo e a spazzolone
- Elevatissima impermeabilità all'acqua
- Buona permeabilità al vapore acqueo



### FLEX PU

Membrana poliuretanica liquida, ad alta elasticità permanente, utilizzata per impermeabilizzazioni di lunga durata a base di resine poliuretaniche idrofobe elastomeriche pure, che danno eccellenti proprietà di resistenza meccanica, chimica, termica, ai raggi UV e agli elementi naturali.

- Applicazione semplice (rullo o spruzzatore airless)
- Membrana senza giunzioni quando applicata
- Resistente al ristagno d'acqua



### ASFREDOL 2000

Emulsione bituminosa a freddo resinata pronta all'uso, per sistemi di protezione delle superfici per il calcestruzzo classificato tipo C, secondo UNI EN 1504-2 principi PI, MC e IR.

- Inodore
- Facile da applicare
- Rapida asciugatura
- Elevata flessibilità
- Elevata impermeabilità



### EPOXY

Rivestimento protettivo epossidico bicomponente.

- Esente da solventi
- Resistente agli agenti chimici
- Spessori elevati anche in verticale



**BLACK HYDRO EASY**

Impermeabilizzante tixotropico liquido bituminoso multiuso per sistemi di protezione delle superfici per il calcestruzzo classificato tipo C, secondo UNI EN 1504-2 principi PI, MC e IR.



- Buona elasticità
- Facilità di posa a freddo
- Impermeabilizza e protegge dagli agenti atmosferici e dai raggi UV
- Resistente all'azione corrosiva di molti acidi
- Perfetta aderenza su diversi materiali

IN COMPLIANCE WITH  
C PI MC IR  
EN 1504-2

IN COMPLIANCE WITH  
DM 02  
EN 14891

**BW 200**

Guaina bituminosa multifunzione.

- Elevato potere impermeabilizzante
- Ottima adesione al supporto
- Elevata elasticità
- Durata nel tempo
- Resistenza agli agenti atmosferici, ai raggi UV e ai ristagni d'acqua saluaria
- Prodotto inodore, esente da solventi, non infiammabile



IN COMPLIANCE WITH  
C PR PI MC IR  
EN 1504-2

IN COMPLIANCE WITH  
DM 01  
EN 14891

**PROMURAL SILICON**

Impregnante idrofobizzante trasparente, pronto all'uso, a base di polimeri silossanici disciolti in solvente, di tipo H per i principi PI, MC, IR secondo EN 1504-2, per il trattamento protettivo di supporti minerali assorbenti.



- Buona capacità di penetrazione
- Altissima resistenza alla calce e al cemento
- Altissima permeabilità al vapore acqueo

IN COMPLIANCE WITH  
PI MC IR  
EN 1504-2

**EMULSIONE EPOSSIDICA 723**

Idropittura protettiva epossidica bicomponente di tipo C secondo EN 1504-2.



- Base acqua (esente da solventi e non è infiammabile)
- Elevata resistenza all'abrasione
- Buona resistenza agli agenti chimici

IN COMPLIANCE WITH  
PI MC IR  
EN 1504-2

**BW 100**

Guaina liquida bituminosa.

- Impermeabilizza superfici di calcestruzzo interessate da micro fessurazioni e superfici soggette a dilatazioni termiche
- Una volta essiccato presenta una ottima elasticità
- Si adatta a qualsiasi geometria della superficie da rivestire
- Buona resistenza all'acqua stagnante



IN COMPLIANCE WITH  
PI MC IR  
EN 1504-2

**POLYUREA HYB**

Membrana poliureica ibrida bicomponente, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un manto impermeabilizzante su diverse tipologie di supporto.



- Altamente impermeabile
- Carrabile e fin da subito pedonabile
- Non necessita di alcuna armatura di rinforzo
- Non genera sovraccarico sulla struttura portante
- Temperatura di lavoro da -40°C a +100°C in aria

IN COMPLIANCE WITH  
C PI MC  
PR RC IR  
EN 1504-2

**POLYUREA HM**

Membrana bicomponente a base di poliurea pura, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un rivestimento impermeabile su diverse tipologie di supporto, dove è richiesta una elevata adesione, elasticità e resistenza alla lacerazione.



- Carrabile
- Altamente impermeabile
- Ottima resistenza agli alcali e agli acidi diluiti
- Temperatura di applicazione da -20°C a +40°C in assenza di condensa

IN COMPLIANCE WITH  
C PI MC  
PR RC IR  
EN 1504-2

**RASO EPOXY 3K**

Malta epossi-cementizia tri-componente tixotropica, idonea alla protezione e regolarizzazione di superfici sia verticali che orizzontali soggette ad umidità e per le quali si richiedono una buona resistenza chimica e un'elevata resistenza all'abrasione.



- Rivestimento tixotropico facile da applicare esente da solventi
- Temperatura di esercizio da -35 °C a +110 °C in aria e +65°C in acqua.
- Ottima adesione su superfici umide

IN COMPLIANCE WITH  
C PI MC IR  
EN 1504-2

**RASO EPOXY**

Rasoepoxy è un sistema epossidico bicomponente, costituito da resine epossidiche. È progettato per reticolare anche su superfici umide, sia in ambienti interni che esterni, formando uno strato compatto, impermeabile e ad elevata resistenza all'abrasione.



- Buona adesione su superfici umide
- Elevatissima resistenza meccanica
- Ottima adesione al calcestruzzo fresco o indurito, secco o umido
- Temperatura di esercizio in aria da -30°C a +90°C

IN COMPLIANCE WITH  
C PI MC IR  
EN 1504-2

**RESTAURO PITTURA**

Pittura liscia anti carbonatazione specifica per CLS.



- Anti CO<sub>2</sub>
- Uniformante
- Protettivo

IN COMPLIANCE WITH  
C PI  
EN 1504-2

**RINNOVA**

Malta premiscelata monocomponente a presa rapida, tixotropica, antiritiro, fibrorinforzata, di tipo PCC e classe R2 secondo EN 1504-3 e di tipo C, principi MC e IR, secondo EN 1504-2, per rasature e riparazioni del calcestruzzo.



- Ottima lavorabilità
- Eccellente grado di finitura
- Applicabile fino a 40 mm
- Rapida presa
- Antiritiro

IN COMPLIANCE WITH  
C MC IR  
EN 1504-2



La norma definisce 4 classi di malte:

Malte **non strutturali** ————— R1 - R2

Malte **strutturali** ————— R3 - R4

#### Requisiti minimi per malte non strutturali di classe R1

Prova N°	Caratteristiche prestazionali	Metodo di prova	Requisito, Non strutturale, Classe R1
1	Resistenze a compressione	EN 12190	≥ 10 MPa
2	Contenuto di ioni cloruro	EN 1015 - 17	≤ 0,05 %
3	Legame di aderenza	EN 1542	≥ 0,08 MPa
4	Espansione/ritiro contrastato	EN 12617 - 4	Nessun requisito
5	Durabilità - resistenza alla carbonatazione	EN 13295	Nessun requisito
6	Modulo elastico	EN 13412	Nessun requisito
7	Compatibilità termica Gelo-disgelo	EN 13687 - 1	Ispezione visiva dopo 50 cicli
8	Compatibilità termica Temporalì	EN 13687 - 2	Ispezione visiva dopo 30 cicli
9	Compatibilità termica Cicli a secco	EN 13687 - 4	Ispezione visiva dopo 30 cicli
10	Resistenza allo slittamento	EN 13036 - 4	Classe I: > 40 unità con prova ad umido; Classe II: > 40 unità con prova a secco; Classe III: > 55 unità con prova ad umido;
11	Coefficiente di espansione termica	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7,8 o 9, altrimenti valore dichiarato
12	Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	Nessun requisito

#### Requisiti minimi per malte non strutturali di classe R2

Prova N°	Caratteristiche prestazionali	Metodo di prova	Requisito, Non strutturale, Classe R2
1	Resistenze a compressione	EN 12190	≥ 15 MPa
2	Contenuto di ioni cloruro	EN 1015 - 17	≤ 0,05 %
3	Legame di aderenza	EN 1542	≥ 0,08 MPa
4	Espansione/ritiro contrastato	EN 12617 - 4	Forza di legame dopo la prova ≥ 0,8 MPa
5	Durabilità - resistenza alla carbonatazione	EN 13295	Nessun requisito
6	Modulo elastico	EN 13412	Nessun requisito
7	Compatibilità termica Gelo-disgelo	EN 13687 - 1	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 0,8 MPa
8	Compatibilità termica Temporalì	EN 13687 - 2	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 0,8 MPa
9	Compatibilità termica Cicli a secco	EN 13687 - 4	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 0,8 MPa
10	Resistenza allo slittamento	EN 13036 - 4	Classe I: > 40 unità con prova ad umido; Classe II: > 40 unità con prova a secco; Classe III: > 55 unità con prova ad umido;
11	Coefficiente di espansione termica	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7,8 o 9, altrimenti valore dichiarato
12	Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	≤ 0,5 kg · m <sup>-2</sup> · h <sup>-0,5</sup>

#### Requisiti minimi per malte strutturali di classe R3

Prova N°	Caratteristiche prestazionali	Metodo di prova	Requisito, Strutturale, Classe R3
1	Resistenze a compressione	EN 12190	≥ 25 MPa
2	Contenuto di ioni cloruro	EN 1015 - 17	≤ 0,05 %
3	Legame di aderenza	EN 1542	≥ 1,5 MPa
4	Espansione/ritiro contrastato	EN 12617 - 4	Forza di legame dopo la prova ≥ 1,5 MPa
5	Durabilità - resistenza alla carbonatazione	EN 13295	d <sub>k</sub> ≤ cls di controllo
6	Modulo elastico	EN 13412	≥ 15 GPa
7	Compatibilità termica Gelo-disgelo	EN 13687 - 1	Forza di legame dopo 50 cicli ≥ 1,5 MPa
8	Compatibilità termica Temporalì	EN 13687 - 2	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 1,5 MPa
9	Compatibilità termica Cicli a secco	EN 13687 - 4	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 1,5 MPa
10	Resistenza allo slittamento	EN 13036 - 4	Classe I: > 40 unità con prova ad umido; Classe II: > 40 unità con prova a secco; Classe III: > 55 unità con prova ad umido;
11	Coefficiente di espansione termica	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7,8 o 9, altrimenti valore dichiarato
12	Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	≤ 0,5 kg · m <sup>-2</sup> · h <sup>-0,5</sup>

#### Requisiti minimi per malte strutturali di classe R4

Prova N°	Caratteristiche prestazionali	Metodo di prova	Requisito, Strutturale, Classe R4
1	Resistenze a compressione	EN 12190	≥ 45 MPa
2	Contenuto di ioni cloruro	EN 1015 - 17	≤ 0,05 %
3	Legame di aderenza	EN 1542	≥ 2,0 MPa
4	Espansione/ritiro contrastato	EN 12617 - 4	Forza di legame dopo la prova ≥ 2,0 MPa
5	Durabilità - resistenza alla carbonatazione	EN 13295	d <sub>k</sub> ≤ cls di controllo
6	Modulo elastico	EN 13412	≥ 20 GPa
7	Compatibilità termica Gelo-disgelo	EN 13687 - 1	Forza di legame dopo 50 cicli ≥ 2,0 MPa
8	Compatibilità termica Temporalì	EN 13687 - 2	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 2,0 MPa
9	Compatibilità termica Cicli a secco	EN 13687 - 4	Forza di legame dopo 30 cicli ≥ 2,0 MPa
10	Resistenza allo slittamento	EN 13036 - 4	Classe I: > 40 unità con prova ad umido; Classe II: > 40 unità con prova a secco; Classe III: > 55 unità con prova ad umido;
11	Coefficiente di espansione termica	EN 1770	Non richiesto se sono eseguite le prove 7,8 o 9, altrimenti valore dichiarato
12	Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	≤ 0,5 kg · m <sup>-2</sup> · h <sup>-0,5</sup>

**EN 1504 parte 3**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 3: Riparazione strutturale e non strutturale**

La parte 3 della EN 1504 prende in considerazione malte e calcestruzzi non solo utilizzati, insieme ad altri prodotti e sistemi, per il restauro e/o la sostituzione di calcestruzzo deteriorato, ma anche per la protezione delle armature al fine di prolungare la vita di servizio delle strutture che mostrino deterioramento. Questa parte prende in considerazione 3 degli 11 principi descritti nella EN 1504-9:

**(CR) Principio 3 – Ripristino del calcestruzzo**

- 3.1 Applicazione della malta a mano
- 3.2 Nuovo getto di calcestruzzo o malta
- 3.3 Spruzzo di calcestruzzo o malta

**(SS) Principio 4 – Rinforzo strutturale**

- 4.4 Aggiunta di malta o di calcestruzzo

**(PR) Principio 5 – Aumento della resistenza fisica**

- 5.3 Aggiunta di malta o calcestruzzo

**(RC) Principio 6 – Resistenza ai prodotti chimici**

- 6.3 Aggiunta di malta o calcestruzzo

**(RP) Principio 7 – Conservazione e ripristino della passività**

- 7.1 Aumento del copriferro con aggiunta di calcestruzzo o malta
- 7.2 Sostituzione del calcestruzzo contaminato o carbonatato

**RESTAURO R2**

Malta premiscelata semirapida, resinata e fibrorinforzata, per la ricostruzione volumetrica del calcestruzzo e calcestruzzo armato.

- **Eccezionale lavorabilità**
- **Eccellente tixotropia**
- **Ottima resistenza meccanica**
- **Applicabile da 10 mm fino ad un max. di 60 mm**
- **Prodotto semirapido**
- **Modulo elastico ridotto**

**RESTAURO R4**

Malta premiscelata monocomponente, antiritiro, a presa normale, per la ricostruzione e la protezione del cls e del cls armato, di tipo PCC e classe R4 secondo la EN 1504-3.

- **Ottima tixotropia**
- **Antiritiro**
- **Applicabile fra 10 e 40 mm**
- **Elevate resistenze meccaniche**

**RESTAURO FINITURA**

Malta fine premiscelata, monocomponente, resinata e fibrorinforzata, di tipo C per i principi MC e IR secondo EN 1504-2, per la rasatura e la protezione di elementi in calcestruzzo.

- **Resistente alla penetrazione della CO<sub>2</sub>**
- **Applicabile da 1 a 3 mm**
- **Perfetto grado di finitura**
- **Ridotto assorbimento capillare**
- **Eccezionale lavorabilità e adesione al sottofondo**

**COLABILE**

Malta premiscelata per colatura in cassero, fibrorinforzata, ad elevate resistenze meccaniche, di tipo CC e classe R4 secondo EN 1504-3, per la ricostruzione di elementi strutturali.

- **Antiritiro**
- **Antibleeding e antisementazione**
- **Elevate resistenze meccaniche**
- **Ottime caratteristiche reologiche**

**UMAFIX**

Malta cementizia premiscelata, tixotropica, a presa ed indurimento rapidi caratterizzata da elevate resistenze meccaniche per piccole riparazioni di vario tipo.

- **Perfetta finitura civile**
- **Prodotto a rapida presa e rapido indurimento**
- **Elevate resistenze meccaniche**
- **Estrema versatilità nelle più svariate applicazioni**
- **Possibilità di veloce messa in esercizio**
- **Utilizzabile da 0 a 40 mm di spessore**

**STRUTTURALE**

Malta premiscelata tixotropica, fibrorinforzata, ad elevate resistenze meccaniche, di tipo CC e classe R4 secondo EN 1504-3, per la ricostruzione di elementi strutturali.

- **Ottima tixotropia**
- **Antiritiro**
- **Applicabile fra 20 e 40 mm**
- **Elevate resistenze meccaniche**

**RINNOVA**

Malta premiscelata monocomponente a presa rapida, tixotropica, antiritiro, fibrorinforzata, di tipo PCC e classe R2 secondo EN 1504-3 e di tipo C, principi MC e IR, secondo EN 1504-2, per rasature e riparazioni del calcestruzzo.

- **Rapida presa**
- **Antiritiro**
- **Ottima lavorabilità**
- **Eccellente grado di finitura**
- **Applicabile fino a 40 mm**

**UMAFIX HP**

Malta cementizia premiscelata fibrata a presa rapida e alta resistenza di classe R3 e di tipo CC secondo EN 1504-3:

- **Antiritiro**
- **Fibrorinforzato**
- **Elevate resistenze meccaniche**
- **Prodotto a rapida presa e rapido indurimento**
- **Estrema versatilità nelle più svariate applicazioni**
- **Possibilità di veloce messa in esercizio**
- **Utilizzabile da 0 a 60 mm di spessore**



**UMAFLOW**

Malta premiscelata monocomponente fluida, Antiritiro, fibrorinforzata, a presa e indurimento rapidi, elevata resistenza meccanica, di tipo CC e classe R4 secondo EN 1504-3, per fissaggio di chiusini stradali, riparazioni localizzate di pavimentazioni industriali all'interno e all'esterno, e ripristino del calcestruzzo armato.

- Rapido indurimento e sviluppo delle resistenze meccaniche
- Resistente alla penetrazione della CO<sub>2</sub>
- Resistente ai cicli di gelo-disgelo

**UMATIXO**

Malta premiscelata monocomponente tixotropica, antiritiro, fibrorinforzata, a presa e indurimento rapidi, elevata resistenza meccanica, di tipo CC e classe R4 secondo EN 1504-3, per fissaggio di chiusini stradali, riparazioni localizzate di pavimentazioni industriali all'interno e all'esterno, e ripristino del calcestruzzo armato.

- Rapido indurimento
- Rapido sviluppo delle resistenze meccaniche
- Ottima impermeabilità all'acqua
- Resistente alla penetrazione di CO<sub>2</sub>

**FLASH**

Malta cementizia premiscelata, di tipo CC e classe R1, secondo EN 1504-3, per lavorazioni e fissaggi piccoli e extra-rapidi.

- Tixotropico
- Ideale per installazioni elettriche e idrauliche
- Perfetta finitura civile
- Presa rapida

**EN 1504 parte 4**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 4: Incollaggio strutturale**

La parte 4 della EN 1504 specifica le prestazioni (compresa la durabilità), i requisiti per l'identificazione e per la sicurezza di prodotti e sistemi da impiegare per l'incollaggio strutturale di materiali di rinforzo ad una struttura di calcestruzzo esistente, tra cui:

- Incollaggio di piastre di acciaio esterne o di altri materiali idonei (per esempio compositi rinforzati con fibre) alla superficie di una struttura di calcestruzzo per scopi di rafforzamento.
- Incollaggio di calcestruzzo indurito su calcestruzzo indurito, generalmente associato all'impiego di unità prefabbricate per la riparazione e il rafforzamento.
- Getto di calcestruzzo fresco su calcestruzzo indurito utilizzando un giunto adesivo incollato, facente parte integrante di una nuova struttura composta dai tre elementi.

La parte 4 della EN 1504 prende in considerazione esclusivamente il principio 4 descritto nella EN 1504-9:

**(SS) Principio 4 – Rinforzo strutturale**

4.3 Incollaggio di piastra di rinforzo      4.4 Aggiunta di malta o calcestruzzo

**EPONASTRO GEL ECO**

Eponastro Gel Eco è una resina bicomponente strutturale specifica per l'impregnazione e l'incollaggio dei tessuti in fibra di carbonio nei sistemi di Seico Compositi srl.

- Ripristino di calcestruzzo e legno
- Rinforzi strutturali con fibre e FRP
- Consolidamento antisismico

**EN 1504 parte 5**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 5: Iniezione del calcestruzzo.**

La parte 5 della EN 1504 riguarda i prodotti per iniezione, riparazione e protezione delle strutture in calcestruzzo, utilizzati per:

- riempimento delle fessure, vuoti ed interstizi nel calcestruzzo che permette di trasmettere gli sforzi (categoria F).
- riempimento duttile di fessure, vuoti ed interstizi nel calcestruzzo (categoria D).
- riempimento espansivo di fessure, vuoti ed interstizi nel calcestruzzo (categoria S).

Questa parte prende in considerazione due degli 11 principi descritti nella EN 1504-9:

**(PI) Principio 1 – Protezione contro l'ingresso**

1.5 Riempimento di fessure

**(SS) Principio 4 – Rinforzo strutturale**

4.5 Iniezione di fessure, vuoti od interstizi

4.6 Riempimento di fessure, vuoti od interstizi

**EN 1504 parte 6**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 6: Ancoraggio dell'armatura di acciaio.**

La parte 6 della EN 1504 riguarda i prodotti a base di leganti idraulici o resine sintetiche o un mix di entrambi, con consistenza fluida o pastosa, per cementare i ferri di armatura nelle strutture in calcestruzzo.

La parte 6 della EN 1504 prende in considerazione esclusivamente il principio 4 descritto nella EN 1504-9:

**(SS) Principio 4 – Rinforzo strutturale**

4.2 Aggiunta di barre d'armatura in fori preformati o realizzati con trapano

**ESPANSOL ANCOR**

Malta cementizia premiscelata, fluida e autolivellante, per l'ancoraggio e l'inghisaggio di precisione.

- Fluida
- Elevatissima resistenza meccanica
- Espansione controllata
- Antiritiro

**XTREME EPOXY 100**

Ancorante chimico epossidico ad elevate prestazioni per fissaggi strutturali di carichi pesanti anche in zona sismica e con vita utile 100 anni.

**XTREME GRIP VINYLESTER**

Ancorante chimico bicomponente a base di resina vinilestere senza stirene per fissaggi strutturali di carichi pesanti anche in zona sismica.



**EN 1504 parte 7**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 7: Protezione contro la corrosione delle armature**

Per creare le condizioni in cui le aree potenzialmente anodiche dell'armatura sono impossibilitate a prendere parte alla reazione di corrosione si possono definire due diversi tipi di rivestimenti:

- Rivestimenti attivi: rivestimenti che contengono pigmenti elettrochimicamente attivi, che possono funzionare da inibitori e che possono fornire protezione catodica.
- Rivestimenti barriera: rivestimenti che isolano le armature dall'acqua di risalita capillare nella matrice cementizia che la ricopre.

**(CA) Principio 11 –****Controllo delle aree anodiche**

- 11.1 Rivestimenti attivi delle armature
- 11.2 Rivestimenti barriera delle armature

**RESTAURO FERRI**

Malta monocomponente per il trattamento protettivo anticorrosivo e barriera alla CO<sub>2</sub> dei ferri di armatura. Risponde ai requisiti minimi richiesti dalla EN 1504-7.

- **Eccezionale adesione ai ferri d'armatura e calcestruzzo**
- **Elevata protezione anti-CO<sub>2</sub>**
- **Estrema facilità di applicazione**
- **Garantisce la perfetta adesione delle malte al sottofondo**
- **Ottima tissotropia**

**EN 1504 parte 8**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 8: Controllo di qualità e valutazione della conformità**

La parte 8 della norma europea specifica i procedimenti per il controllo di qualità e la valutazione della conformità, compresa la marcatura ed etichettatura dei prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione del calcestruzzo secondo la EN 1504, parti da 2 a 7. È rivolta particolarmente ai produttori ed enti certificatori.

**EN 1504 parte 9**

La parte 9 della EN 1504 definisce i principi e i metodi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo e fornisce una guida alla scelta dei prodotti e sistemi che siano appropriati per l'uso previsto.

**EN 1504 parte 10**

Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità.

**Parte 10: Applicazione in opera di prodotti e sistemi e controllo di qualità dei lavori**

La parte 10 della norma EN 1504 fornisce i requisiti per le condizioni del substrato prima e durante l'applicazione, compresi la stabilità strutturale, lo stoccaggio, la preparazione e l'applicazione dei prodotti e dei sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo, compresi il controllo di qualità, la manutenzione, la salute e la sicurezza e l'ambiente.



## 03. Soluzioni Torggler

### Ripristino di pilastri e travi

#### Ripristino strutturale con malta tixotropica

##### Preparazione del supporto

- Rimuovere completamente eventuali intonaci e parti in fase di distacco mediante scalpellatura.
- Pulire le superfici da boiacche, olii, polvere e sporco in genere mediante idrolavaggio e carteggiatura.
- Pulire i ferri scoperti a metallo bianco asportando ogni traccia di ruggine mediante spazzolatura o sabbiatura.

##### Protezione e passivazione dei ferri

Immediatamente dopo la pulitura i ferri d'armatura saranno trattati e protetti dalle ulteriori ossidazioni con l'applicazione di due mani a pennello di passivante per ferri, tipo **Restauro Ferri**, secondo la EN 1504-7.

##### Ripristino del cls

Il riporto a spessore di parti mancanti e copri ferro verrà eseguito con l'applicazione di malta cementizia a ritiro compensato tixotropica e fibrorinforzata, in classe R3-R4, tipo **Restauro R4 o Strutturale**, classificati secondo la EN 1504-3, per il ripristino strutturale), previa bagnatura a rifiuto del sottofondo prima dell'applicazione. Evitare i veli d'acqua che dovranno essere eliminati mediante assorbimento o con aria compressa.

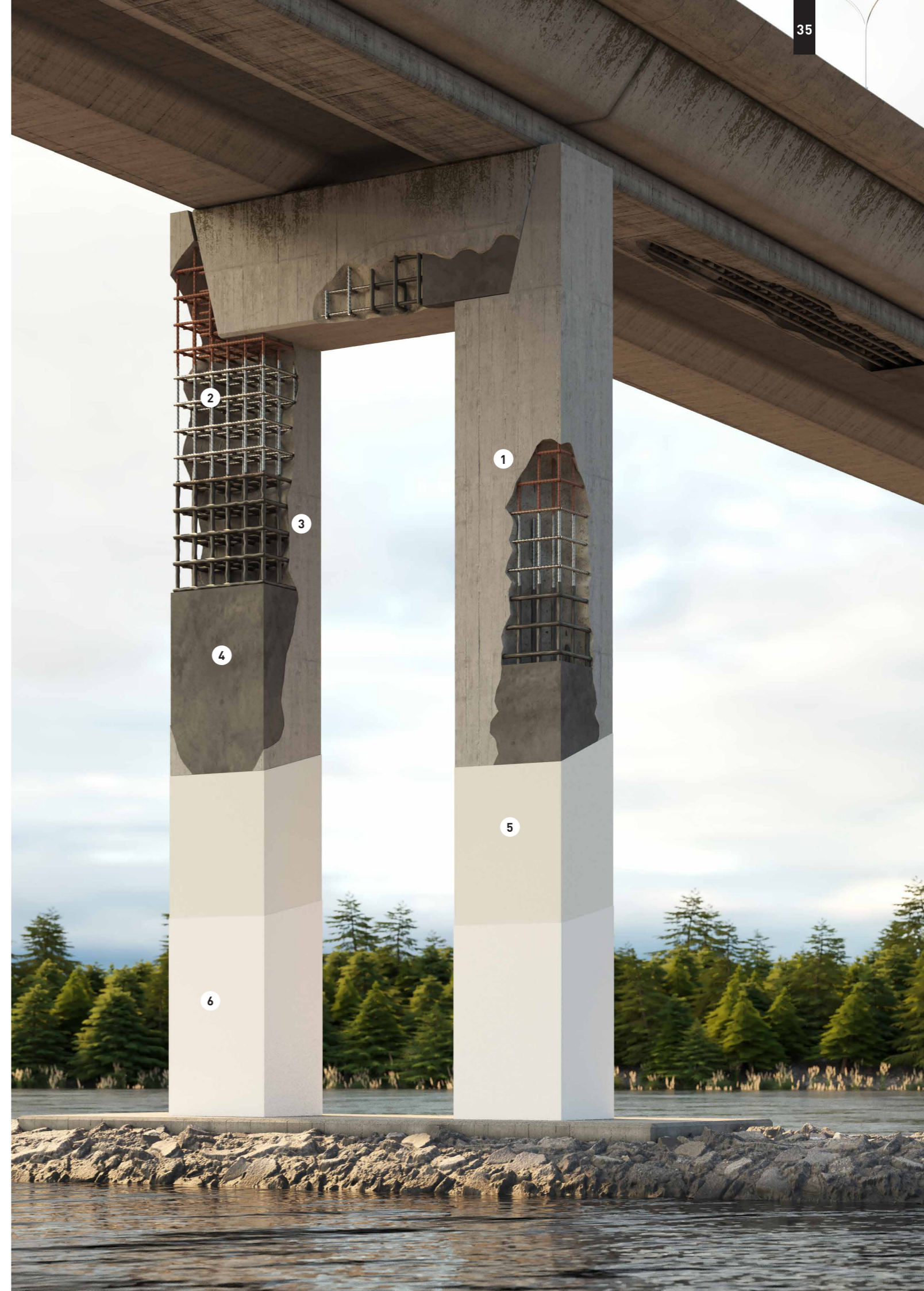
##### Regolarizzazione delle superfici

Le superfici riparate verranno poi regolarizzate con l'applicazione di una speciale malta rasante polimerica che garantisce un'ottima adesione al supporto, tipo **Restauro Finitura**, classificata in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del calcestruzzo).

##### Pittura protettiva

Successivamente si proteggerà la struttura dall'ingresso di agenti aggressivi con l'applicazione di pitture anticarbonatazione o con rivestimenti impermeabilizzanti, tipo **Restauro Pittura** classificata in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del calcestruzzo.

1. Ferri d'armatura ossidati
2. Ferri d'armatura portati in bianco
3. Protezione e passivazione dei ferri con **Restauro Ferri**
4. Ripristino strutturale mediante malta **Restauro R4 o Strutturale**
5. Rasatura con **Restauro Finitura**
6. Pittura protettiva con **Restauro Pittura**



## Ripristino di pilastro in calcestruzzo armato

### Preparazione del supporto

- Rimuovere completamente eventuali intonaci e parti in fase di distacco mediante scalpellatura.
- Pulire le superfici da boiacche, olii, polvere e sporco in genere mediante idrolavaggio e carteggiatura.
- Pulire i ferri scoperti a metallo bianco a sportando ogni traccia di ruggine mediante spazzolatura o sabbiatura.

Nel caso i ferri d'armatura abbiano subito una forte diminuzione di spessore, integrare le armature o sostituirle. Asportare uno strato di calcestruzzo su tutta la parte soggetta al reintegro con malta colabile in modo da ottenere una superficie e fortemente irruvidita e solida.

### Protezione e passivazione dei ferri

Immediatamente dopo la pulitura i ferri d'armatura saranno trattati e protetti da ulteriori ossidazioni con l'applicazione di due mani a pennello di passivante per ferri, tipo **Restauro Ferri**, secondo la EN 1504-7.

### Ripristino del cls

Predisporre i nuovi ferri d'armatura secondo il calcolo del progetto strutturale. Bagnare il supporto e predisporre la cassera. Gettare la malta colabile all'interno del cassero, tipo **Colabile**, classificata in classe R4 PCC secondo la EN 1504-3, per il ripristino strutturale.

### Regolarizzazione delle superfici

Le superfici riparate verranno poi regolarizzate con l'applicazione di una speciale malta rasante polimerica che garantisce un'ottima adesione al supporto, tipo **Restauro Finitura**, classificata in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del calcestruzzo.

### Pittura protettiva

Successivamente si proteggerà la struttura dall'ingresso di agenti aggressivi con l'applicazione di pitture anticarbonatazione o con rivestimenti impermeabilizzanti, tipo **Restauro Pittura** classificata in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del cls sec. EN 1504-9.

1. Ferri d'armatura ossidati
2. Ferri d'armatura portati in bianco
3. Protezione e passivazione dei ferri con **Restauro Ferri**
4. Ripristino del CLS mediante malta da colatura in cassero **Colabile**



## Frontalino balcone

### Ripristino con malta cementizia

#### Preparazione del supporto

- Rimuovere completamente eventuali intonaci e parti in fase di distacco mediante scalpellatura.
- Pulire le superfici da boiacche, olii, polvere e sporco in genere mediante idro lavaggio e carteggiatura.
- Pulire i ferri scoperti a metallo bianco asportando ogni traccia di ruggine mediante spazzolatura o sabbiatura.

#### Protezione e passi vazione dei ferri

Immediatamente dopo la pulitura i ferri d'armatura saranno trattati e protetti da ulteriori ossidazioni con l'applicazione di due mani a pennello di passivante per ferri, tipo **Restauro Ferri**, secondo la EN 1504-7).

#### Ripristino del cls

Il riporto a spessore di parti mancanti e copri ferro verrà eseguito con l'applicazione di malta cementizia a ritiro compensato tixotropica e fibrinforzata, tipo **Restauro R2** o **Rinnova** classificati in classe R2 PCC o **Restauro R3** classificato in classe R3 PCC secondo la EN 1504-3 previa bagnatura a rifiuto del sottofondo prima dell'applicazione. Evitare i veli d'acqua che dovranno essere eliminati mediante assorbimento o con aria compressa.

#### Regolarizzazione delle superfici

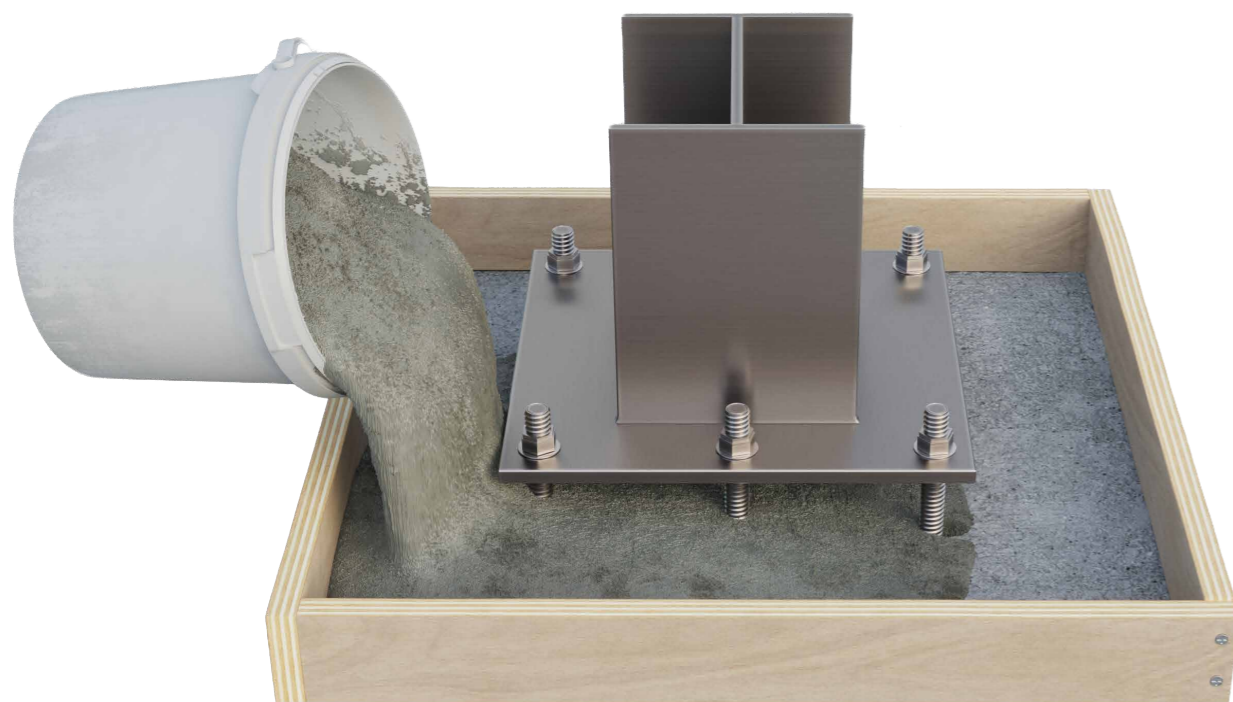
Le superfici riparate verranno poi regolarizzate con l'applicazione di una speciale malta rasante polimerica che garantisce un'ottima adesione al supporto, tipo **Restauro Rasatura**, classificata in classe R3-PCC in alternativa il finitura **Monorasante** classificata classe R1 PCC secondo la EN 1504-3.

#### Pittura protettiva

Successivamente si proteggerà la struttura dall'ingresso di agenti aggressivi con l'applicazione di pitture anti carbonatazione o con rivestimenti impermeabilizzanti, tipo **Restauro Pittura** classificata in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del cls sec. EN 1504-9.

1. Ferri d'armatura ossidati
2. Ferri d'armatura portati in bianco
3. Protezione e passivazione dei ferri con **Restauro Ferri**
4. Ripristino del marcapiano mediante malta **Restauro R3**
5. Ripristino corticale mediante malta **Restauro R2** o **Rinnova**
6. Rasatura con **Restauro Finitura** o **Monorasante**
7. Pittura protettiva con **Restauro Pittura**
8. Rasatura/ugulizzazione dell'intonaco con **Multifinish**





## Fissaggio di elementi

### Fissaggio su superfici orizzontali con malta colabile rapida

#### Preparazione del supporto

Pulire le superfici da boiacche, olii, polvere e sporco in genere mediante idro lavaggio e carteggiatura.

#### Intervento di ancoraggio

Bagnare a rifiuto il fondo di fissaggio evitando il ristagno d'acqua e colare la malta semifluida a presa ed in durimento rapidi fibro rinforzata, tipo **Umaflow** classificata in classe R4 CC secondo la EN 1504-3, colando la malta da un solo lato per evitare di inglobare aria.

In situazione di pendenze utilizzare la malta tixotropica **Umatixo** classificata in classe R4 CC secondo la EN 1504-3.

## Ancoraggi di carpenterie e macchinari

#### Preparazione del supporto

Pulire le superfici da boiacche, olii, polvere e sporco in genere mediante idro lavaggio e carteggiatura.

#### Intervento di ancoraggio

Per l'ancoraggio o l'inghisaggio di carpenterie e macchina riutilizzare la malta colabile, tipo **Espansol Ancor**, classificata in classe R4 PCC secondo la EN 1504-3, colando la malta da un solo lato per evitare di inglobare aria. Con piastre di grandi dimensioni prevedere dei fori nelle stesse per favorire la fuori uscita dell'aria.

#### Rivestimento protettivo

Si può eventualmente proteggere la superficie d'ancoraggio con l'applicazione di due mani di rivestimento protettivo epossidico tipo **Sitol Epoxy** o **Emulsione Epossidica**, classificati in classe C secondo la EN 1504-2, per la protezione del cls sec. EN 1504-9.





# Torggler

**Torggler S.r.l.**

Via Prati Nuovi 9  
39020 Marlengo (BZ)  
Tel. +39 0473 282400  
info@torggler.com

**torggler.com**



**Il nostro impegno:  
UN FUTURO PIÙ VERDE.**  
Stampiamo utilizzando  
solamente carta riciclata  
e certificata.

**V3**