



Organizzano

MERCOLEDÌ 21 FEBBRAIO 2018 ORE 14.30  
MUSEO CIVICO CITTÀ DI FOGGIA  
SALA MAZZA PIAZZA VINCENZO NIGRI 1

SEMINARIO

# DALLE NORME AL CANTIERE

PRESCRIZIONE, CONTROLLI E RESPONSABILITÀ  
NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO

## DOSSIER PRESENTAZIONI

Evento realizzato con il  
contributo incondizionato di



**CONGLOBIX**  
di DI LASCIA Nobile e C. Snc  
Calcestruzzi - Asfalti - Inerti lavati di fiume

Con il patrocinio del  
Comune di Foggia





Organizzano

MERCOLEDÌ 21 FEBBRAIO 2018 ORE 14.30  
MUSEO CIVICO CITTÀ DI FOGGIA  
SALA MAZZA PIAZZA VINCENZO NIGRI 1

SEMINARIO

# DALLE NORME AL CANTIERE

PRESCRIZIONE, CONTROLLI E RESPONSABILITÀ  
NELLE FORNITURE DI CALCESTRUZZO

Evento realizzato con il  
contributo incondizionato di



**CONGLOBIX**  
di DI LASCIA Nobile e C. Snc  
Calcestruzzi - Asfalti - Inerti lavati di fiume

Con il patrocinio del  
Comune di Foggia



La partecipazione al seminario è a  
titolo gratuito

Iscrizione Obbligatoria da  
effettuare entro il 19 febbraio 2018

Per i beneficiari di CFP:  
**INFO E ISCRIZIONI**  
Segreteria Ordine  
0881 771304  
[segreteria@ordingfg.it](mailto:segreteria@ordingfg.it)

Per le altre categorie  
professionali:  
**INFO E ISCRIZIONI**  
ATECAP  
06 42016103  
[atecap@atecap.it](mailto:atecap@atecap.it)

*Agli iscritti all'Ordine degli Ingegneri  
Partecipanti al seminario saranno  
riconosciuti n° 4 CFP ai sensi delle  
Linee di indirizzo CNI per  
l'aggiornamento  
della competenza professionale  
Testo Unico 2018*

La vita nominale delle strutture in calcestruzzo armato, il requisito di durabilità, alla base della progettazione ed esecuzione delle opere, e i migliori risultati in termini di sicurezza e sostenibilità, impongono una maggiore consapevolezza sulla scelta, impiego e controllo in cantiere del materiale. Il calcestruzzo è un materiale da costruzione innovativo e tecnologico e va prescritto correttamente valutando una serie di circostanze, che vanno dalle condizioni ambientali di utilizzo, il tipo di applicazione, le indicazioni sulle modalità di getto e di maturazione e le dovute specifiche sui componenti. L'incontro verte sulle principali criticità riscontrate nell'iter progettuale ed esecutivo delle strutture in calcestruzzo armato.

Programma

**14.30 Registrazione dei partecipanti**

**15.00 Salute delle Autorità**

*Ing. Maria Rosaria De Santis Presidente Ordine Ingegneri Foggia  
Dott. Franco Landella Sindaco Comune di Foggia*

**15.15 Il contesto normativo**

Il Testo unico per l'edilizia e le Norme tecniche per le costruzioni  
*Prof. Francesco Biasioli Docente Politecnico di Torino*

**16.15 La prescrizione e il controllo del processo**

Le caratteristiche del prodotto e la corretta prescrizione, il controllo dei processi industriali e il trasporto e la consegna del calcestruzzo in cantiere  
*Dott. Francesco Di Lascia Conglobix Snc*

**17.00 Coffee break**

**17.15 Il sistema di controllo delle forniture**

La documentazione relativa alle forniture e i controlli di conformità e di accettazione in cantiere  
*Prof. Francesco Biasioli Docente Politecnico di Torino*

**18.15 Il calcestruzzo fibrorinforzato**

La progettazione e l'uso del calcestruzzo fibrorinforzato, esempi pratici e applicativi  
*Ing. Riccardo Chinosi Basf CC Italia Spa*

**19.00 Dibattito conclusivo**

**19.30 Termine dei lavori e cena buffet con prodotti locali**

Modera *Dott. Massimiliano Pescosolido Segretario Generale Atecap*

# Il contesto normativo

Prof. Francesco Biasioli

ERMCO

European Ready Mixed Concrete Organization



Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Sped. in abb. post. - art. 1, comma 1,  
Legge 27/02/2000 n. 46 - Filiale di Roma

## GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Martedì, 20 febbraio 2018 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI  
DIRETTORE GENERALE PAOLO L. BIANCHI DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONI GIOVANNI T. BIANCHI - VIA ARDEA, 15 - 00187 ROMA  
AMMINISTRAZIONE PRESSO LO STABILIMENTO PUBBLICAZIONI DELLA GAZZETTA UFFICIALE - VIA SARACENA, 161 - 00187 ROMA - TELEFONO 06-49901 - LINGUA DELLA STAMPA  
PAG. 2, 8700, 1 - 00187 ROMA

N. 8

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

**Aggiornamento delle «Norme tecniche per  
le costruzioni».**



Dieci  
anni  
dopo...

in  
vigore  
dal 22  
Marzo



## La legislazione per le costruzioni

- DPR 380/2001 Testo Unico edilizia
- Regolamento (UE) n. 305/2011 sui prodotti da costruzione (marcatura CE)
- DM 14/01/2008 (**DM 17/01/2018**)  
Norme tecniche per le costruzioni e relative istruzioni



## DPR 380/2011 – Testo Unico

- **Contiene i principi fondamentali e generali e le disposizioni per la disciplina dell'attività edilizia**  
(Art. 1)
- Definisce le responsabilità degli attori del processo di costruzione
- Nello specifico, identifica nel **Direttore dei Lavori** e nel **Costruttore**, i **responsabili della «qualità» dei materiali** impiegati in cantiere  
(Art. 64 – comma 5)



## Regolamento (UE) n. 305/2011

- Disciplina la **marcatura CE dei prodotti da costruzione**
- Riguarda tutti i prodotti realizzati per essere integrati **permanentemente** nelle opere di costruzione
- **Non tratta il prodotto calcestruzzo ma tutti i suoi costituenti (cemento, aggregati, additivi, aggiunte)**



## DM 17/01/2008 – Norme Tecniche

- Riguardano le **opere strutturali**
- Disciplinano, fra le altre cose, il **controllo** e l'**impiego** dei materiali e prodotti da costruzione, fra cui il **calcestruzzo** e i suoi costituenti
- Individuano le figure responsabili in relazione alle fasi di **controllo** e **messa in opera**
- Emesse in forza del DPR 380 e **della legge 1086, hanno valore cogente**

## DM 17/01/2018 - NTC

I prodotti ed i componenti utilizzati per le opere strutturali devono essere chiaramente **identificati** in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche e **dotati di idonea qualificazione**

(Cap. 2)

I materiali e prodotti devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di **accettazione**

(Cap. 11)

## DM 17/01/2018 (NTC) - materiali

identificati →

qualificati →

accettati →

**PRODUTTORE**

**DIRETTORE LAVORI**

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)



## DM 17/01/2018 – NTC identificazione e qualificazione

- A) Marcatura CE **PRODUTTORE**  
(Costituenti del calcestruzzo)
- B) Qualificazione secondo le NTC  
(FPC calcestruzzo)
- C) Benestare Tecnici Europei (ETA) /  
CVT Certificati di ~~Identità~~ Valutazione Tecnica  
all'Impiego (STC)  
(Materiali **innovativi** per cui non esistano  
norme europee armonizzate)

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)



## DM 17/01/2018 - accettazione

- DIRETTORE LAVORI**
- A) Marcatura CE
- B) Qualificazione secondo le NTC
- C) ETA) /Certificato ~~Identità~~ Valutazione  
Tecnica

Il **DIRETTORE LAVORI**:  
verifica il possesso delle certificazioni  
richiede i relativi certificati ad ogni  
fornitura

(Cap.11 - Materiali e prodotti per uso strutturale)

## DM 17/01/2018 – calcestruzzo

“I produttori devono dotarsi di un **SISTEMA DI CONTROLLO DEL PROCESSO PRODUTTIVO (FPC)** che dovrà essere **certificato da un ente esterno** per assicurare il mantenimento delle caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei calcestruzzi oggetto della fornitura.

Il controllo di produzione deve essere predisposto facendo utile riferimento alle **LINEE GUIDA SUL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO** del Servizio Tecnico Centrale del Cons. Superiore dei Lavori Pubblici.”

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

## Linee Guida dell' STC

Le Linee Guida del STC sono richiamate quale **riferimento obbligatorio per il**

- **confezionamento**
- **trasporto**
- messa in opera
- controllo resistenza in opera

del calcestruzzo preconfezionato.

Sono il riferimento per la certificazione FPC



Scaricabili da [www.atecap.it](http://www.atecap.it)

# Linee Guida dell' STC



## FPC del calcestruzzo – cos'è?

**Factory Production Control =  
Controllo del Processo Produttivo in  
Fabbrica ( in stabilimento)**

- controllo interno permanente della produzione
- documentato sistematicamente con modalità e secondo procedure scritte
- verificata da un ente esterno qualificato

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

## FPC del calcestruzzo – chi lo deve possedere?

### Tutti gli impianti di produzione con processo industrializzato

Fanno eccezione solo gli impianti di proprietà di un costruttore, con produzione non industrializzata e temporanea, che, all'interno di un cantiere, producono **meno di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea**.

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)

## FPC del calcestruzzo – chi lo certifica?

Gli **organismi di certificazione autorizzati** ai sensi del DM con Decreto del Presidente del CSLP  
L'elenco è sul portale [sicurnet2.cslp.it](http://sicurnet2.cslp.it)



The screenshot shows the SICURNET.2 portal interface. At the top, there is a navigation bar with 'Home' and 'Ricerche' (Search) links. The main content area is titled 'Ricerca Autorizzazioni' (Search Authorizations) and includes a 'Torna indietro' (Go back) link. Below this, there is a search form with the following fields:

- Azienda:** A text input field.
- Tipo azienda:** A dropdown menu with 'Organismi Cert. FPC CLS' selected.
- Numero prima autorizzazione:** A text input field.
- Stato di validità:** A dropdown menu with 'Seleziona...' selected.

At the bottom of the form are two buttons: 'Cerca' (Search) and 'Cancella' (Cancel). In the top right corner of the page, there is a 'Ricerca' (Search) button and a logo for the 'Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale'.



## FPC del calcestruzzo – chi controlla che il produttore lo abbia?

Il **Direttore dei Lavori**, prima dell'inizio della fornitura, **DEVE** acquisire **copia delle certificazioni FPC** e verificare che i **documenti che accompagnano ogni fornitura** di calcestruzzo in cantiere riportino gli **estremi della certificazione**.

(Par. 11.2.8 - Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato)



## La Normativa tecnica e le Linee Guida

Il dm 17/01/2018, per il **calcestruzzo**, richiama:

- Norme armonizzate sui costituenti
- UNI EN 206 + UNI 11104
- Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale (STC) del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Norme UNI EN sui metodi di prova



## Norme armonizzate sui componenti del calcestruzzo

Definiscono le regole tecniche alla base della marcatura CE dei materiali da costruzione e, in quanto norme armonizzate, sono **obbligatorie**:

- UNI EN 197 (serie) – cemento
- UNI EN 12620 – aggregati
- UNI EN 13055-1 – aggregati leggeri
- UNI EN 450-1 – ceneri volanti
- UNI EN 934-2 – additivi

(dm 14/01/2008 – Par. 11.2.9)



## UNI EN 206:2014 + UNI 11104

È il riferimento tecnico europeo per la prescrizione e la produzione del calcestruzzo.

Viene richiamata dal DM 17/01/2018 come **utile riferimento** in relazione a:

- prescrizione del calcestruzzo
- utilizzo dei costituenti
- durabilità delle opere

E' coordinata con l'Eurocodice 2

# Grazie per l'attenzione

Prof. Francesco Biasoli

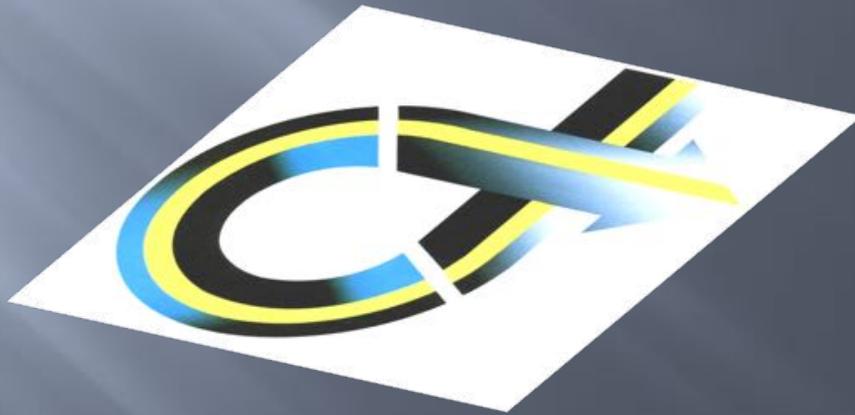
ERMCO

European Ready Mixed Concrete Organization



# CALCESTRUZZO

## la base del costruire sostenibile



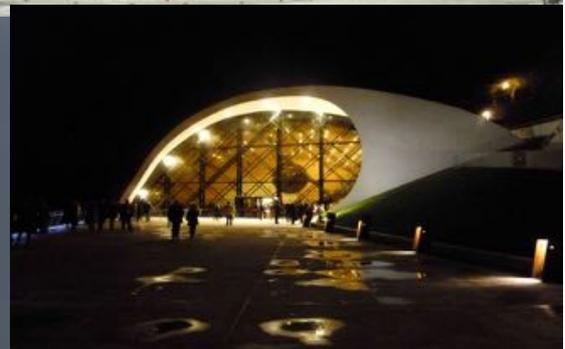
*“Un cattivo calcestruzzo viene confezionato mescolando semplicemente cemento, inerti e acqua, gli stessi ingredienti che si usano per confezionare un buon calcestruzzo. L'unica differenza è il **know-how** del procedimento”*

Adam M. Neville



## E' il materiale da costruzione più impiegato al mondo

- **DURABILE:** può raggiungere 500 anni di vita utile
- **PRATICO:** facile da produrre e trasportare in grandi quantità
- **AFFIDABILE:** la sua tecnologia è conosciuta
- **ECONOMICO:** ottenuto da prodotti "poveri"
- **SOSTENIBILE:** può essere confezionato anche con il riciclo del demolito
- **SICURO:** resistente anche al fuoco
- **TECNOLOGICO:** acquisisce nuove proprietà come ad esempio leggerezza, impermeabilità ecc.
- **ARTISTICO:** assume qualsiasi forma, la sua superficie può avere diverse finiture, lavorazioni e colori
- **PRODOTTO LOCALE:** si produce a breve distanza da dove si impiega





## Le potenzialità costruttive:

Il calcestruzzo per i grattacieli



“I più semplici elementi statici acquistano, con il cemento armato, un interesse architettonico altrettanto nuovo quanto espressivo”

Pier Luigi Nervi

“Il fatto di poter creare pietre fuse, di qualunque forma, superiori alle naturali poiché capaci di resistere a tensione ha qualche cosa di magico”

Pier Luigi Nervi



Il calcestruzzo e l'architettura

## Le potenzialità costruttive:

Il calcestruzzo in galleria



Il concetto di progettazione di una galleria si è modificato in termini di “progettazione dell'emergenza”. In questa chiave gioca un ruolo fondamentale la scelta appropriata del materiale giusto

- ✓ materiale idoneo: versatile prestazionalmente, resistente e durabile, semplice, di rapido utilizzo, si adatta a molteplici esigenze
- ✓ materiale sano, non rilascia inquinanti a contatto con l'acqua



il calcestruzzo come materiale per il risanamento idrogeologico

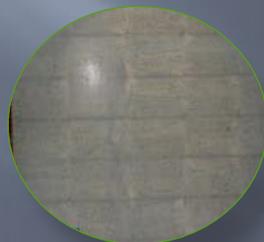
## Le potenzialità costruttive:



Lavato



Colorato



Stampato



Trasparente



Drenante



Le caratteristiche del “Calcestruzzo”:

- ✓ mix-design
- ✓ cemento, aggregati, acqua, aria, eventuali additivi e/o aggiunte
- ✓ reazione di idratazione del cemento a contatto con l’acqua

## LE CENTRALI DI BETONAGGIO

Gli impianti di produzione del calcestruzzo con processo industrializzato devono essere dotati obbligatoriamente di certificato FPC (Factory Production Control)

Le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato, sono alla base della certificazione FPC.

D.m. 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni (NTC)



# LE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Sono 4 le principali voci per una corretta descrizione del calcestruzzo:

## Classe di resistenza:

La classe di resistenza rappresenta la capacità del calcestruzzo di assorbire gli sforzi di compressione. La resistenza a compressione viene misurata su appositi provini dopo 28 giorni dal prelievo ed è definita come il rapporto fra il carico applicato e l'area della sezione resistente del provini e l'unità di misura è il N/mm<sup>2</sup> (Mpa).

Secondo le Ntc 2008, per la classificazione devono essere utilizzate le seguenti resistenze caratteristiche:

- resistenza caratteristica cubica R<sub>ck</sub>: resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di cubi di 150 mm di lato
- resistenza caratteristica cilindrica f<sub>ck</sub>: resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni di cilindri di altezza 300 mm e diametro 150 mm



f <sub>ck</sub>	8	12	16	20	25	28	32	35	40	45	50
R <sub>ck</sub>	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Classe	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C28/35	C32/40	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60

## Classe di esposizione – durabilità:

Conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera.



Classe di esposizione	Ambiente	Struttura	Sottoclassi
XO	Nessun rischio di corrosione (interni di edifici asciutti)	Tutte	1
XC	Corrosione delle armatura promossa da carbonatazione	Armata	4
XD	Corrosione delle armatura promossa da cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare	Armata	3
XS	Corrosione delle armatura promossa dai cloruri dell'acqua di mare	Armata	3
XF	Degrado del calcestruzzo per cicli di gelo e disgelo	Tutte	4
XA	Attacco chimico	Tutte	3

## Classe di consistenza – lavorabilità:

Capacità del calcestruzzo di essere facilmente trasportato o gettato e costipato nelle casseforme. Viene misurata attraverso la determinazione dello “slump” definito come l’abbassamento del calcestruzzo, appena sformato dal cono di Abrams, rispetto alla altezza iniziale di 300 mm, quanto maggiore sarà la lavorabilità, tanto più facile sarà la messa in opera.



Classe	Slump test EN 12350-2 (mm)
S1	10 to 40
S2	50 to 90
S3	100 to 150
S4	160 to 210
S5	≥ 220

## Diametro massimo dell'aggregato:

Il diametro massimo dell’aggregato (solitamente chiamato “inerte”) deve essere pertanto scelto in base alle caratteristiche del manufatto da gettare ed in particolare deve essere confrontato con il copriferro e con l’interferro. Il diametro deve essere sempre minore della minima distanza tra i ferri di armatura.



## Classe di esposizione - durabilità

La durabilità del calcestruzzo è la capacità di durare nel tempo, resistendo agli attacchi chimici, all’abrasione o ad ogni altro processo di degrado che coinvolge oltre alla pasta cementizia e agli aggregati anche le armature metalliche del C.A.

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all’azione dell’ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall’attacco chimico, fisico, dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo. A tal fine il progettista, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, deve fissare le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro e le regole di maturazione.

Le specifiche di progetto devono tenere conto adeguatamente del tipo di ambiente cui l'opera è destinata; i materiali impiegati per confezionare il calcestruzzo devono essere, non solo di buona qualità ma scelti anche in base a caratteristiche aggiuntive che consentano di soddisfare le prescrizioni di progetto; l'esecuzione dell'opera da parte dell'impresa deve avvenire tenendo in giusta considerazione alcune regole che riguardano in particolare la giusta consistenza del calcestruzzo, le modalità di getto, la vibrazione, lo spessore del copriferro, la stagionatura.

### Vita nominale ( $V_N$ ):

numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Vita nominale ( $V_N$ )	Tipo di costruzione
<b>≤ 10 anni</b>	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva
<b>≥ 50 anni</b>	OPERE ORDINARIE ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
<b>≥ 100 anni</b>	GRANDI OPERE ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica

### Cause di degrado:

- ✓ corrosione indotta da carbonatazione
- ✓ corrosione indotta da cloruri non provenienti da acqua di mare
- ✓ corrosione indotta da cloruri provenienti da acqua di mare
- ✓ attacco chimico alla pasta cementizia da parte di alcuni agenti aggressivi
- ✓ degrado dovuto ad azioni di cicli di gelo-disgelo

### Classe ambientale X0

Assenza di rischio di corrosione. Riguarda le prescrizioni da seguire per le strutture realizzate all'interno di edifici, nei quali viene a mancare l'azione di degrado da parte dell'ambiente. Sono di obbligo il copriferro di 15 mm e la resistenza di progetto.

## Classe ambientale XC

Corrosione indotta da carbonatazione riguarda le prescrizioni da seguire per evitare che le barre in acciaio siano corrose per effetto dell'esposizione all'aria umida. Le quattro sottoclassi variano in base al tipo e frequenza di esposizione a cui è sottoposta la struttura.



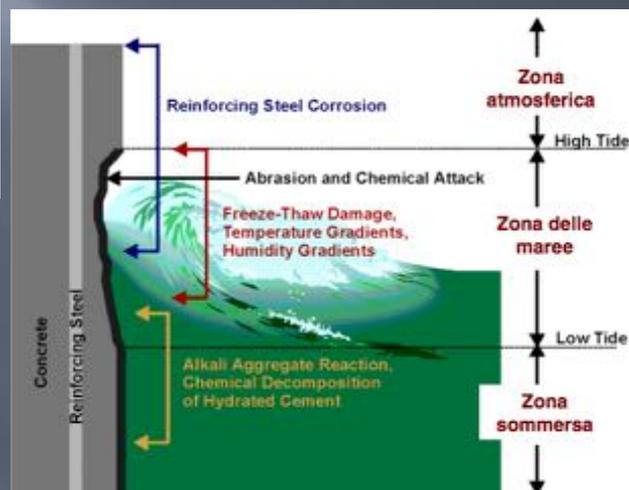
## Classe ambientale XD

Corrosione indotta da cloruri di origine non marina. Riguarda le prescrizioni da seguire per evitare che le barre in acciaio siano corrose per presenza di cloruri. Le tre sottoclassi distinte in base al tipo e frequenza di esposizione all'umidità che è veicolo di trasporto di cloruri presenti nei Sali disgelanti. (Piscine, pavimentazioni e solai di parcheggi, parti di ponti, ecc.)



## Classe ambientale XS

Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare. Riguarda le prescrizioni da seguire per evitare che le barre in acciaio siano corrose per presenza di cloruri. Le tre sottoclassi sono distinte in base al tipo e frequenza di esposizione.



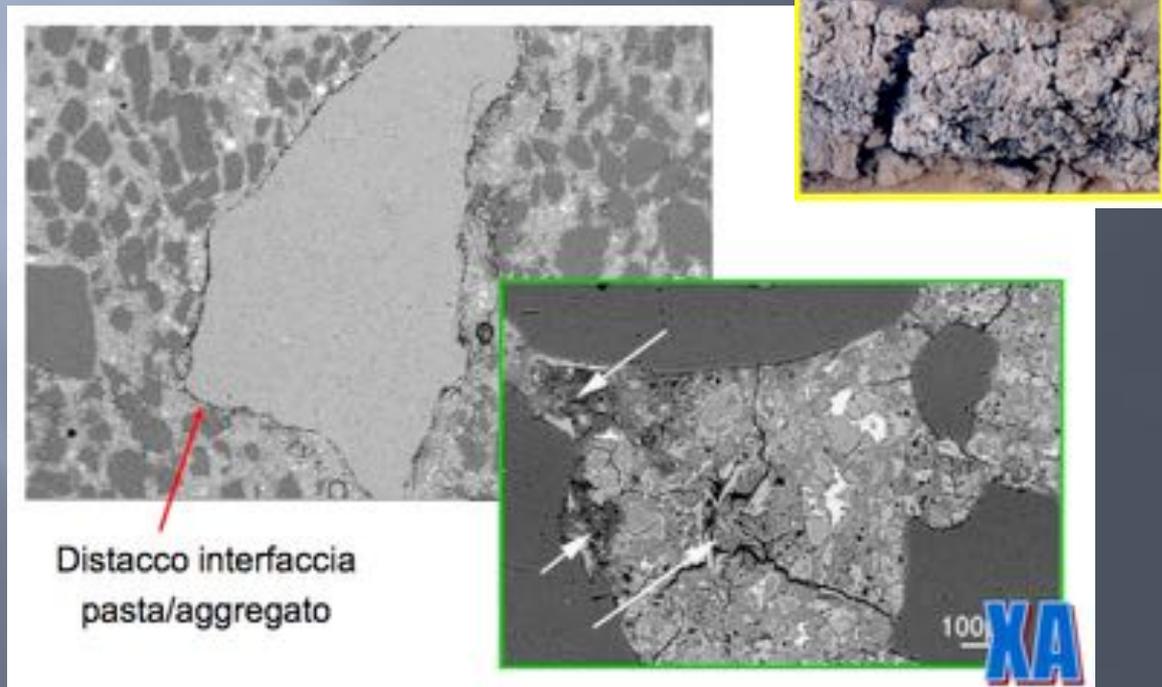
## Classe ambientale XF

Corrosione indotta da cicli di Gelo/Disgelo e Sali disgelanti. Riguarda le prescrizioni da seguire per evitare che l'espansione e le contrazioni dell'acqua presente nei pori del calcestruzzo dia origine a fessurazioni. Le tre sottoclassi distinte in base al tipo e frequenza di esposizione.

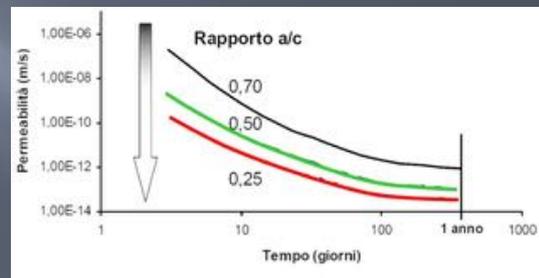
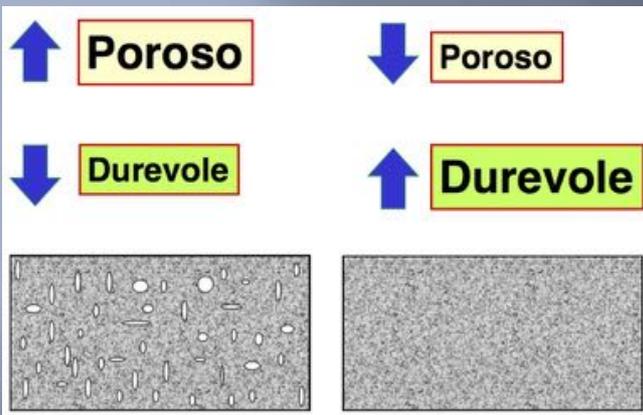


## Classe ambientale XA

Attacco chimico derivante dal terreno. Riguarda le prescrizioni da seguire per evitare il degrado di strutture immerse in ambiente chimico aggressivo: terre acide o con solfati diffusi ( aree ex industriali).



Le azioni ambientali possono essere combattute aumentando la resistenza del calcestruzzo, rendendo la matrice più densa e meno porosa.

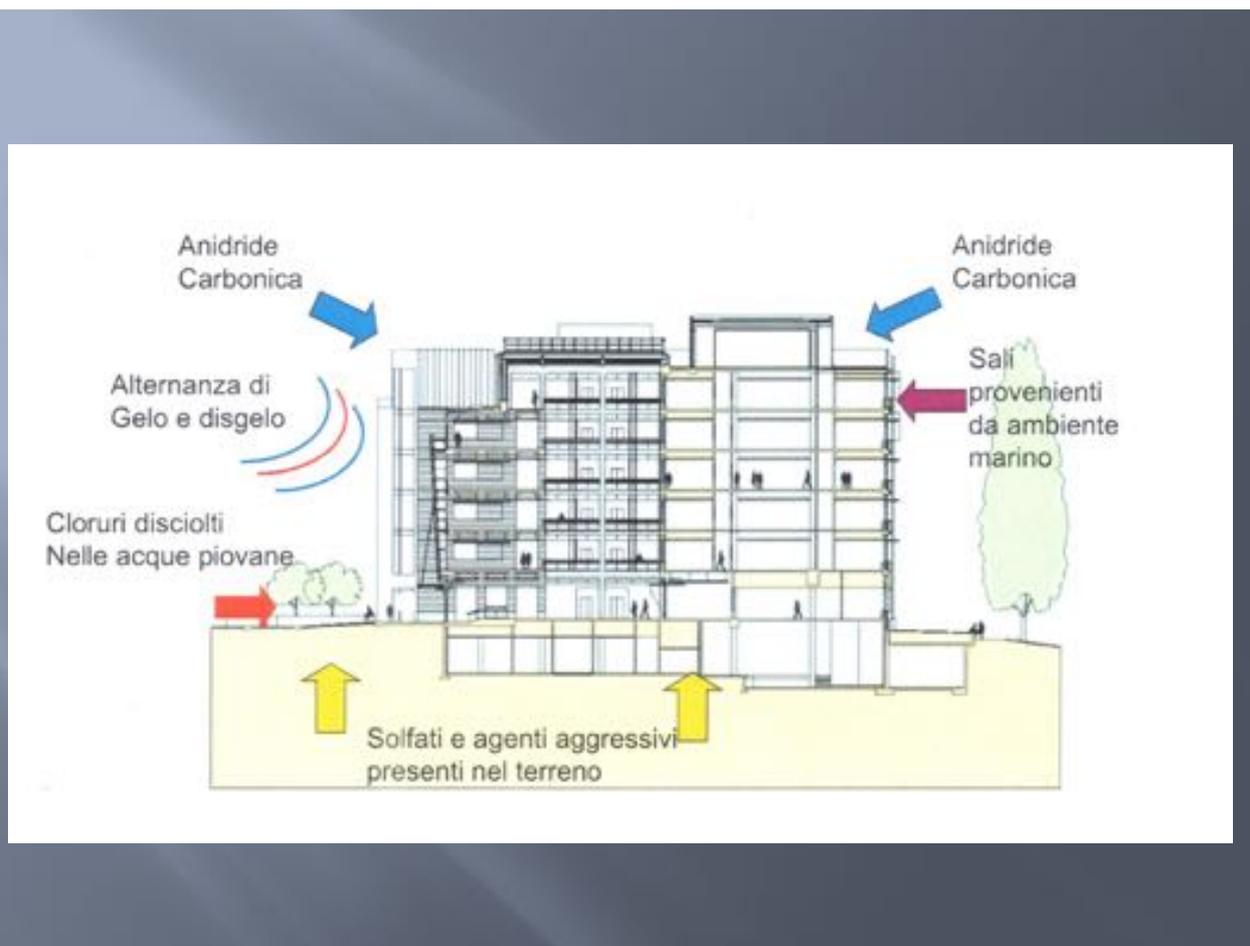


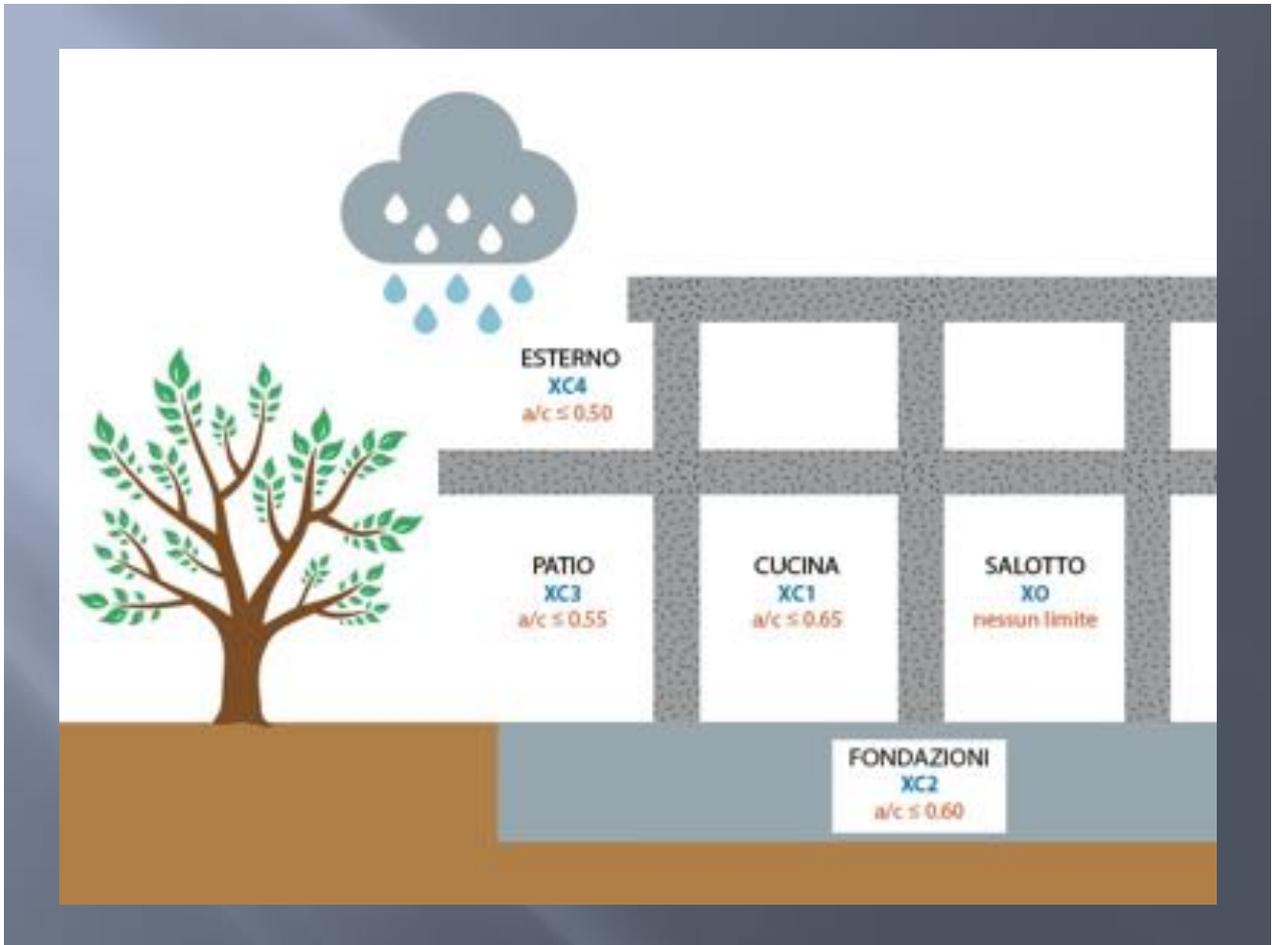
Per ogni tipo di attacco la normativa fissa una classe di protezione che per grado di attacco stabilisce un quantitativo minimo di cemento, un rapporto acqua cemento massimo e una resistenza a compressione, l'utilizzo di specifici additivi e di materie prime idonee.

## Prospetto classi delle esposizioni del calcestruzzo e relative prescrizioni:

CALCESTRUZZO DURABILE A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI STRUTTURALI									
AMBIENTE DI ESPOSIZIONE	TIPOLOGIE / ESEMPI DI CONDIZIONI AMBIENTALI	Densità della Classe	A / C	R / c <sub>28</sub>	D <sub>max</sub> (mm)	PRODOTTI CONGLOMERATI UTILIZZABILI			
<b>CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DA CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO</b>									
Secco	Innesi di edifici con umidità relativa molto bassa	XC1	0,80	30	300	DL30	DL35	DL40	DL45
Bagnato, taramento secco	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni	XC2	0,80	30	300	DL30	DL35	DL40	DL45
Umidità moderata	Innesi di edifici con umidità da moderata ad alta; calcestruzzo all'esterno riparato dalle piogge	XC3	0,55	35	320	DL35	DL40	DL45	
Ciclicamente secco e bagnato	Superfici soggette a contatto con acque non comprese nella classe XC2	XC4	0,50	40	340	DL40	DL45		
<b>CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI</b>									
Umidità moderata	Superfici esposte a spruzzi diretti di acque contenenti cloruri	XD1	0,55	35	320	DL35	DL40	DL45	
Bagnato, taramento secco	Piastre, calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri	XD2	0,50	40	340	DL40	DL45		
Ciclicamente secco e bagnato	Parti di ponti, pavimentazioni, parcheggi auto	XD3	0,45	45	360	DL45			
<b>CORROSIONE INDOTTA DA CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE</b>									
Esposti alla salsedine marina ma non in contatto con l'acqua	Calcestruzzo armato ordinario per elementi strutturali sulle coste o in prossimità	XS1	0,50	40	340	DL40	DL45		
Immersi in acqua salmastro	Calcestruzzo armato ordinario per strutture marine completamente immerse in acqua	XS2	0,45	45	360	DL45			
Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario per elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed alle onde del mare	XS3	0,45	45	360	DL45			
<b>ATTACCO CHIMICO</b>									
Aggressività debole	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione, contenitori e vasche per acque reflue	XA1	0,35	35	320	DL35	DL40	DL45	
*Aggressività moderata	Elementi strutturali o pareti a contatto con liquori aggressivi	XA2	0,50	40	340	DL40	DL45		
*Aggressività forte	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali l'elemento aggressivo	XA3	0,45	45	360	DL45			
<b>ATTACCO DEI CICLI GELO / DISGELO</b>									
Grado moderato di saturazione in assenza di agenti deigranti	Superfici verticali esposte alla pioggia e al gelo	XF1	0,55	40	320	DL40	DL45		
**Grado moderato di saturazione	Superfici verticali di opere stradali esposte al gelo e ad agenti deigranti reibulizzati nell'aria	XF2	0,50	30	340	DL40A			
**Grado elevato di saturazione in assenza di agenti deigranti	Superfici orizzontali esposte alla pioggia e al gelo	XF3	0,50	30	340	DL40A			
**Grado elevato di saturazione in presenza di agenti deigranti	Superfici verticali e orizzontali esposte contenenti sali deigranti	XF4	0,45	35	360	DL40A			

\* Nel caso in cui l'aggressione sia dovuta alla presenza di solfati è necessario l'impiego di cementi resistenti ai solfati. Questa tipologia di calcestruzzo rientra nei calcestruzzi speciali progettati ad hoc.  
 \*\* E' richiesto un contenuto minimo d'aria >= 3%





**VILLETTA UNIFAMILIARE**  
SITUATA A PIU' DI 3 KM DAL MARE E A QUOTA INFERIORE A 800 MT

XC3 C30/37

XC2 C25/30

**VILLETTA UNIFAMILIARE**  
SITUATA A MENO DI 3 KM DAL MARE

XC4-XS1 C32/40

XC2 C25/30

**VILLETTA UNIFAMILIARE**  
SITUATA A QUOTA SUPERIORE A 800 MT

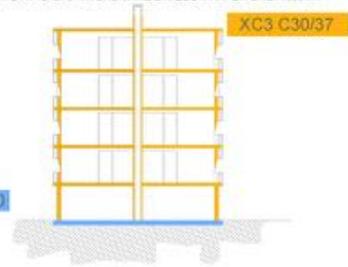
XC4-XF3 C32/40

XC2 C25/30

The image displays three cross-sectional diagrams of a single-family house (villetta unifamiliare) under different seismic hazard conditions. Each diagram shows the structural frame with yellow columns and beams, and a blue foundation. The diagrams are labeled with their respective seismic hazard levels and concrete grades. The first diagram is for a location more than 3 km from the sea and below 800 m elevation, with hazard level XC3 and concrete grade C30/37. The second diagram is for a location within 3 km of the sea, with hazard level XC4-XS1 and concrete grade C32/40. The third diagram is for a location above 800 m elevation, with hazard level XC4-XF3 and concrete grade C32/40. All diagrams specify a concrete grade of XC2 C25/30 for the foundation.

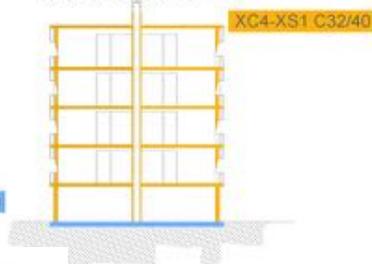
### EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

SITUATO A PIU' DI 3 KM DAL MARE E A QUOTA INFERIORE A 800 MT



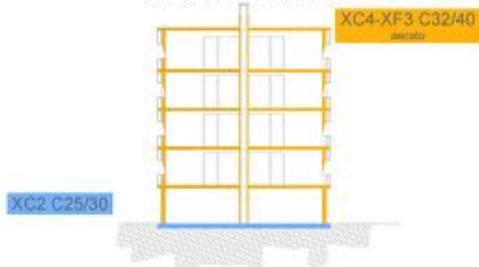
### EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

SITUATO A MENO DI 3 KM DAL MARE



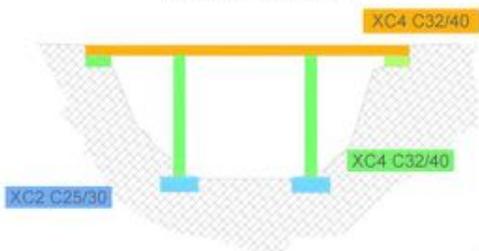
### EDIFICIO DI CIVILE ABITAZIONE

SITUATO A QUOTA SUPERIORE A 800 MT



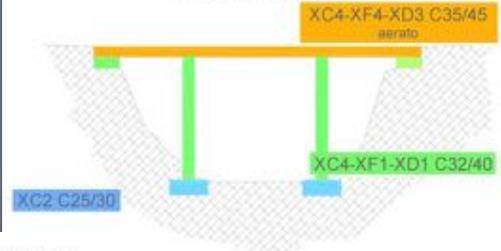
### PONTE STRADALE

ALTITUDINE INFERIORE A 800 MT

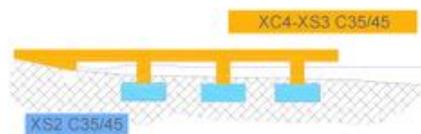


### PONTE STRADALE

ALTITUDINE SUPERIORE A 800 MT



### BANCHINA PORTUALE/MOLO



### SERBATOIO INTERRATO



### COLLETTORE FOGNARIO



## TIPOLOGIE DI CALCESTRUZZO

- Calcestruzzi duresvoli per impieghi strutturali a prestazione garantita Rck da 30 a 55 N/mm<sup>2</sup>
- Calcestruzzi ordinari a prestazione garantita Rck da 20 a 25 N/mm<sup>2</sup>
- Calcestruzzi per impieghi non strutturali a prestazione garantita Rck da 5 a 15 N/mm<sup>2</sup>
- Calcestruzzi speciali e dedicati Autocompattanti SCC, leggeri, pesanti, impermeabilizzanti, fibrorinforzati

### Esempio di prescrizione

- 6 m<sup>3</sup> di Calcestruzzo a resistenza per la realizzazione di un pilastro resistente alla carbonatazione.
- 6 m<sup>3</sup> di calcestruzzo XC2 C25/30 S4 Dmax32 (comprende indicazioni per il confezionatore sul dosaggio di cemento minimo, il rapporto acqua cemento massimo 0,60 e la classe di resistenza a compressione cubica minima 30 N/mm<sup>2</sup>)
- 100 m<sup>3</sup> di calcestruzzo a resistenza per la realizzazione di una pavimentazione esterna resistente alla carbonatazione e ai cicli di gelo e disgelo
- 100 mc. di calcestruzzo XF3+XC2 C25/30 S5 Dmax 32 (comprende indicazioni per il confezionatore sul dosaggio minimo di cemento (XF3) , il rapporto acqua cemento massimo 0,50 ( XF3) e la classe di resistenza cubica minima 30 N/mm<sup>2</sup> ( XF3 XC2 )



## Calcestruzzi Speciali o dedicati:

Autocompattanti SCC, leggeri, impermeabilizzanti, fibrorinforzati

Sono i calcestruzzi che uniscono alle normali proprietà, caratteristiche aggiuntive che facilitano la messa in opera, il faccia a vista o che danno alle strutture realizzate caratteristiche specifiche.

## SCC per minimizzare gli effetti negativi della non corretta posa in opera

Self Compacting Concrete: calcestruzzo così fluido da poter essere messo in opera senza alcuno sforzo di compattazione.

I calcestruzzi SCC devono essere privi di segregazione e confezionati con un basso a/c grazie agli additivi superfluidificanti.



Caratterizzati da una elevata resistenza alla segregazione, sono particolarmente indicati per opere con geometrie complesse o fittamente armate, in quanto, l'elevata capacità di scorrimento, permette al conglomerato di distribuirsi in maniera omogenea adattandosi perfettamente alla cassaforma di contenimento.

Oltre ad offrire significative prestazioni sia dal punto di vista estetico che tecnico (resistenze a compressione elevate), facilitano la messa in opera e comportano il risparmio di oneri dovuti al personale, che può essere così impiegato in altre attività.



### I vantaggi dell' SCC:

- il risparmio dell'energia di vibrazione e di pompaggio;
- il risparmio di mano d'opera per le operazioni di costipamento;
- minore tempo di posa in opera del calcestruzzo;
- maggiore durabilità e resistenza meccanica rispetto ai calcestruzzi ordinari poiché si evita l'insorgere dei difetti dovuti ad una non adeguata compattazione quali la segregazione e i nidi di ghiaia;
- minor sviluppo di rumore in cantiere per assenza delle operazioni di costipamento;
- diffusione omogenea anche in presenza di strutture fittamente armate, casseforme di forma complessa, sezioni ristrette e ostacoli in generale;
- eliminazione dell'aria intrappolata nel getto senza procedere a vibrazione;
- maggiore adesione del calcestruzzo ai ferri di armatura;
- maggiore resa estetica (limitazione di pori e difetti superficiali in genere) in presenza di strutture facciavista.



### Calcestruzzi impermeabili



### Calcestruzzi fibrorinforzati



### Calcestruzzi drenanti



### Calcestruzzi colorati



### Calcestruzzi stampati



## I falsi miti sul calcestruzzo....

### MITO

Le strutture in legno e in acciaio si prestano meglio per la realizzazione di coperture per edifici

**REALTÀ**  
È proprio il maggiore peso delle coperture in calcestruzzo armato che conferisce margini di sicurezza maggiori in caso di un sovraccarico come quello che si determina a causa di nevicate di intensità superiore alla media. In occasione di nevicate eccezionali, si ha notizia di coperture crollate, ma sempre e solo di quelle leggere, mai di quelle in calcestruzzo armato

### MITO

Il calcestruzzo è soggetto al degrado da parte degli agenti atmosferici

**REALTÀ**  
Il calcestruzzo armato è in sé poco attaccabile, a differenza degli altri materiali, le cui prestazioni possono dipendere dall'efficienza delle protezioni. La ormai secolare esperienza ha mostrato la sua non soggezione al degrado, se non in ambienti estremamente aggressivi

### MITO

Per realizzare edifici alti sono necessari materiali più leggeri come l'acciaio, rispetto al calcestruzzo armato

**REALTÀ**  
Il calcestruzzo armato permette ad una struttura di elevata di altezza come un grattacielo di raggiungere livelli di robustezza che l'acciaio non ha e che sono necessari soprattutto per gli edifici alti, maggiormente soggetti alle azioni perturbanti del vento o del sisma. Anche la messa in opera del calcestruzzo oggi è diventata un'operazione estremamente semplice grazie al calcestruzzo autocompattante. Il calcestruzzo è infatti pompabile fino a 1000 m

## ed ancora....

### MITO

Gli edifici in calcestruzzo armato hanno un più levato impatto sul consumo di risorse rispetto al legno perché quest'ultimo è una risorsa rinnovabile.

**REALTÀ**  
Considerando l'intera vita utile di un edificio le risorse consumate per la produzione del calcestruzzo sono minori di quelle necessarie a produrre il legno lamellare. A questo si aggiunge anche il minor consumo di combustibile che si ha per il trasporto del calcestruzzo in cantiere in quanto, generalmente, le fabbriche di produzione del legno si trovano a distanze maggiori rispetto alle centrali di betonaggio

### MITO

Il calcestruzzo non può essere riciclato

**REALTÀ**  
Il calcestruzzo è completamente riciclabile ed è una fonte alternativa di aggregati in crescita. Il calcestruzzo contribuisce anche al riciclo di molti altri materiali come sottoprodotti dell'industria dell'acciaio o del settore energetico

### MITO

L'aggregato riciclato proveniente dal calcestruzzo non può essere utilizzato per calcestruzzo strutturale

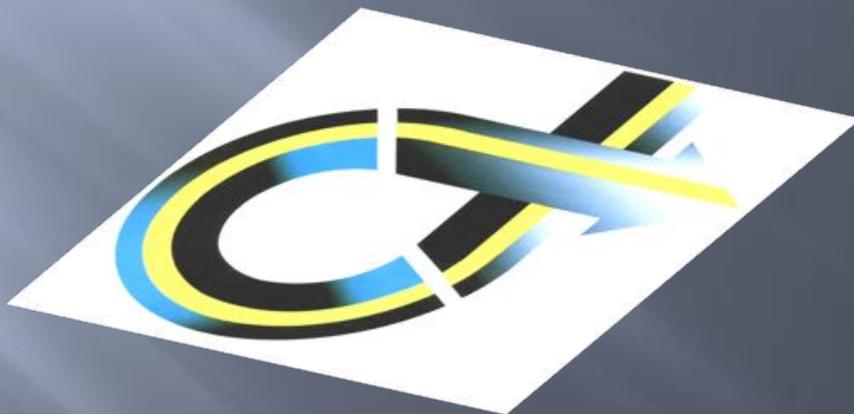
**REALTÀ**  
È generalmente diffuso che circa il 20% o più di contenuto di aggregato può essere sostituito da calcestruzzo riciclato per applicazioni strutturali



E' da venti anni la casa dei produttori italiani di calcestruzzo preconfezionato qualificati e virtuosi;  
Tutela e sostiene chi rispetta le norme e opera in modo corretto;  
Da sempre segue la strada della legalità, della sicurezza, dell'innovazione e del valore del prodotto;  
Offre informazione, comunicazione, aggiornamento e servizi alle imprese;  
Dialoga per promuovere gli interessi del comparto.

email: [atecap@atecap.it](mailto:atecap@atecap.it)  
web: [www.atecap.it](http://www.atecap.it)  
twitter: @atecap

Grazie per l'attenzione



*Dal 1968 un ponte tra tradizione e innovazione.*

# Prescrizione e controllo delle forniture di calcestruzzo

Prof. Francesco Biasioli  
ERMCO European Ready Mixed Concrete Organization



## Perché occorrono i controlli?



## Perché occorrono i controlli?



## Perché occorrono i controlli?



## Perché occorrono i controlli?



© M. Pettinaro  
wordpress.com

## Perché occorrono i controlli?

Staffa completamente  
aperta e raddrizzata



## L'esperienza degli altri



## Il degrado del calcestruzzo



2005 † 2007

XF - cicli gelo-  
disgelo

2004 † 2008

XD - cloruri da sali  
disgelanti

## Corrosione da cloruri Piemonte, 1975 - 2009



## XC - corrosione da carbonatazione Piemonte, 1959 - 1971



## Durabilità e materiali - Torino, 1959



1920 - 2017: 76  
anni al servizio  
dei "bisogni"  
dei cittadini



SETTORE URBANISTICA COMMERCIALE  
SETTORE ARREDO ED IMMAGINE URBANA  
SETTORE INFRASTRUTTURE PER IL COMMERCIO

Piano dei Servizi  
Igienici della Città

<b>Nome</b> Sassari	<b>Tipologia</b> vespasiano Renzi	<b>Circ.</b> 7
<b>Ubicazione</b> PIAZZA SASSARI	<b>Utilizzato</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Gestione</b> Amiat
<b>Numero</b> 94	<b>Area</b> parco/area verde	
<b>Stato di conservazione</b> Buono	<b>Azione</b> da valorizzare come elemento storico	
<b>Note</b> UNICO ESEMPIO DA VALORIZZARE, BEN TENUTO		



## La prescrizione del calcestruzzo NTC 2018 par. 11.2.1

1. Classe di resistenza
2. Classe di esposizione ambientale UNI EN 206: 2016
3. Classe di consistenza al getto
4. Diametro massimo aggregato
5. Classe di contenuto in cloruri, nel caso di di armature di pre o post-tensione permanentemente incorporate nei getti

## La durabilità del calcestruzzo NTC 2018 par. 11.2.11

...Adottare provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e quelli derivanti dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine, valutate opportunamente le **condizioni ambientali** del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, conformemente alle indicazioni della **tabella 4.1.III**, **in fase di progetto** dovranno essere indicate le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare in accordo alle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del CSLPP, facendo anche, in assenza di analisi specifiche, utile riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI11104....

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

## La durabilità del calcestruzzo secondo le NTC 2018 par. 11.2.11

Devono essere rispettati i valori del **copriferro nominale** di cui al punto 4.1.6.1.3, nonché le modalità e la durata della maturazione umida in accordo alla UNI EN 13670:2010, alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale ed alle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera pubblicate dall'STC del CSLPP dei Lavori Pubblici.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche **prove per la verifica della resistenza alla penetrazione degli agenti aggressivi**, quali ad esempio anidride carbonica e cloruri.

Si può, inoltre, tener conto del **grado di impermeabilità** del calcestruzzo, determinando il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione. Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito potrà farsi utile riferimento alla norma UNI EN 12390-8.

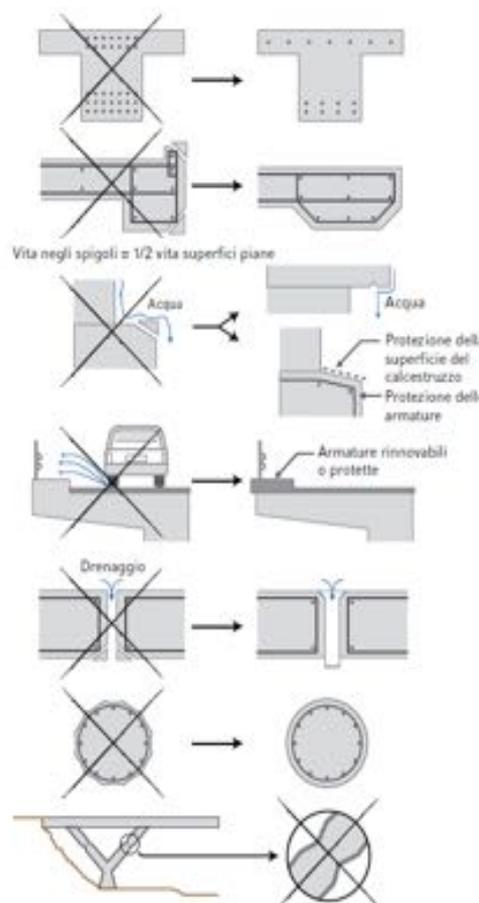
### Durabilità: forme e dettagli

In genere, cercare di utilizzare sezioni COMPATTE = che massimizzano lo spessore fittizio

$$h_0 = A_c / (u/2)$$

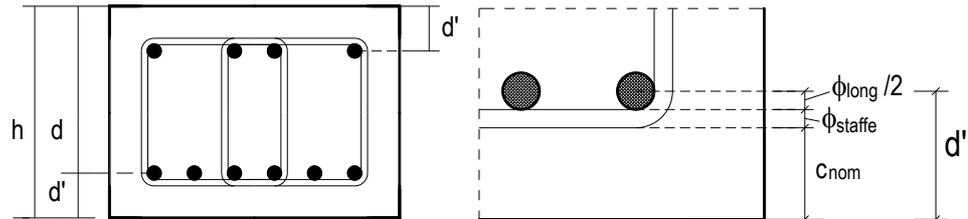
$u$  = perimetro a contatto con l'aria della sezione di area  $A_c$

(NT 11.2.10.6 – 10.7 Ritiro e viscosità)



## Durabilità =

- Classe di esposizione ambientale
- + corretta specifica del calcestruzzo
- + corretti dettagli costruttivi
- + corrette modalità di messa in opera e stagionatura



$$C_{nom} = \max (C_{min,b}, C_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$



Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1					C25/30, 0.60, 30			
XC2						C25/30, 0.60, 300		
XC3						C28/35, 0.55, 320		
XC4						C32/40, 0.50, 340		
XD1							C28/35, 0.55, 320	
XD2							C35/45, 0.45, 360	
XD3							C35/45, 0.45, 360	
XS1							C28/35, 0.55, 320	
XS2							C35/45, 0.45, 360	
XS3							C35/45, 0.45, 360	
XF1					C28/35, 0.50, 320			
XF2 – XF3					C25/30, 0.50, 340			
XF4					C28/35, 0.45, 360			
XA1					C28/35, 0.55, 320			
XA2					C32/40, 0.50, 340			
XA3					C35/45, 0.45, 360			

Tab. 23.01 - Copriferro  $c_{min}$  e caratteristiche di composizione del calcestruzzo (EN206-1 ed EC2)

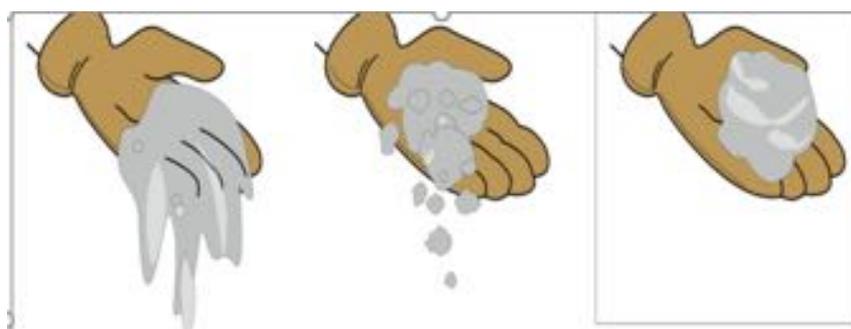
$$C_{nom} = \max (C_{min,b}, C_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

## LAVORABILITA' DEL CALCESTRUZZO

Attitudine del calcestruzzo ad essere trasportato e posato in opera.



### Coesione - lavorabilità



Troppo umido,  
separazione

Troppo secco,  
poco lavorabile,  
nidi di ghiaia

Plastico,  
lavorabile

**+ legante**

**+ acqua**

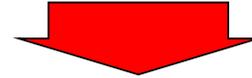
**OK**

Rapporto a/c: tra 0,40-0,45 (ottime prestazioni)  
e 0,60

Coesione - lavorabilità



Tipico aspetto di un impasto normale



Tipico aspetto di un impasto sabbioso: è troppo «liscio!»

LISTINO PREZZI OTTOBRE 2007

Normative di riferimento:  
 UNI EN 206-1 Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità  
 UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

I prezzi si riferiscono a calcestruzzi con aggregato D<sub>max</sub> 31,5 mm e classe di consistenza S3

Descrizione dell'ambiente di esposizione	Classe di esp.	a/c <sub>max</sub>	PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI STRUTTURALI				
			R <sub>ck</sub> 45	R <sub>ck</sub> 40	R <sub>ck</sub> 37	R <sub>ck</sub> 35	R <sub>ck</sub> 30
			€/m <sup>3</sup>				

CORROSIONE INDOTTA DA CARBONATAZIONE

Asciutto o permanentemente bagnato	XC1	0,80	119,00	114,00	110,00	106,00	102,00
Bagnato, raramente asciutto	XC2	0,80	119,00	114,00	110,00	106,00	102,00
Umidità moderata	XC3	0,55	121,00	116,00	112,00	108,00	
Ciclicamente asciutto e bagnato	XC4	0,50	123,00	118,00			

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI ESCLUSI QUELLI PROVENIENTI DALL'ACQUA DI MARE

Umidità moderata	XD1	0,55	122,00	117,00	113,00	109,00	
Bagnato, raramente asciutto	XD2	0,50	121,00	116,00	112,00	108,00	
Ciclicamente asciutto e bagnato	XD3	0,45	127,00				

CORROSIONE INDOTTA DAI CLORURI PRESENTI NELL'ACQUA DI MARE

Esposizione alla salinità ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	XS1	0,50					
Permanentemente sommerso	XS2	0,45					
Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	XS3	0,45					

ATTACCO DEI CICLI GELO/DISEGLO CON O SENZA SALI DISGELANTI

Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	XF1	0,50	125,00	120,00	116,00		
Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante	XF2	0,50	126,00	122,00	118,00	115,00	111,00
Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	XF3	0,50	127,00	124,00	119,00	116,00	112,00
Elevata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante oppure acqua di mare	XF4	0,45	130,00	126,00	121,00	117,00	

ATTACCO CHIMICO

Aggressività debole	XA1	0,55	123,00	120,00	116,00	112,00	
Aggressività moderata*	XA2	0,50	125,00	122,00			
Aggressività forte*	XA3	0,45	128,00				

\* Calcestruzzi che sottostanno a requisiti di durabilità previsti dalla UNI 11104 ma non dalla Lista Statale del Consiglio Superiore dei LL.PP. (Giugno 1996).  
 \* Nel caso in cui l'aggressione sia dovuta alla presenza di solfiti è necessario l'attacco di cementi resistenti ai solfiti a prezzi a da concordare.

CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI STRUTTURALI

R <sub>ck</sub>	25	20
€/m <sup>3</sup>	97,00	94,00

CALCESTRUZZO A PRESTAZIONE GARANTITA PER IMPIEGHI NON STRUTTURALI

R <sub>ck</sub>	15	10	5
€/m <sup>3</sup>	91,00	88,00	84,00

non si considerano idonei i calcestruzzi per impieghi non strutturali in strutture armate in riferimento a quanto previsto dalla Legge 1081 del 05.11.1971 e dalla relativa Norma Tecnica vigente.

ALTRE CARATTERISTICHE

Consistenza	S4		getto da scorta	+ 2,00 €/m <sup>3</sup>
	S5		getto da scorta	+ 5,20 €/m <sup>3</sup>

## Ci giochiamo la vita (nostra e degli altri!) per un pezzo di pane



© M. Pettinaro  
wordpress.com

40 pilastri (0,30 x 0,30) x 3,10 m x 7 piani = 78 m<sup>3</sup>

**Aumento di due classi di resistenza = 12 €/ m<sup>3</sup>**

78 x 12 = **936 €**

Il rapporto **prezzo-prestazioni**:

È il «normale» criterio di scelta in tutte le decisioni d'acquisto (razionali)

Se si progetta «correttamente» utilizzando un calcestruzzo più performante non si aumenta, anzi si **RIDUCE il costo di costruzione**

- come ben sanno i prefabbricatori,
- come non hanno ancora capito quasi tutte le imprese, **che vanno «educate» dai loro professionisti...**

## Ottimizzare il progetto

$$N_{Rd} = N_{Rd,cls} + N_{Rd,s} = 0,85 f_{cd} A_c + A_s f_{yd}$$
$$0,85 f_{cd} = 0,85 \times (0,83 R_{ck}/1,5) = 0,47 R_{ck}$$
$$N_{Rd} = 0,47 R_{ck} A_c + A_s f_{yd}$$

Deve essere  $N_{Rd} \geq N_{Ed}$  (in progetto si pone  $N_{Rd} = N_{Ed}$ ).  
In zona sismica si progetta «correttamente» la sezione di calcestruzzo  $A_c$  imponendo :

- per elementi «secondari» ( $M_{Ed}$  trascurabile)  
 $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = N_{Rd,cls} = 0,47 R_{ck} A_c$
- per elementi «primari» ( $M_{Ed}$  significativo)
  - $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = (0,40-0,50) 0,47 R_{ck} A_c$   
 $(N_{Ed} - A_s f_{yd}) = N_{Rd,cls} = 0,20 R_{ck} A_c$

Si può operare su  $R_{ck}$  o su  $A_c$  : un calcestruzzo più «performante» ( $R_{ck}$  maggiore) permette di ridurre, entro certi limiti, la sezione d'area  $A_c$  e di conseguenza il volume dunque il costo del pilastro.

Il rapporto **prezzo-prestazioni**:  
«normale» criterio di scelta in tutte le decisioni d'acquisto (razionali!)

Variabile	u.d.m.	Classe		
		C20/25	C25/30	C28/35
Classe di esposizione		-	XC1	XC3
$R_{ck}$	N/mm <sup>2</sup>	25	30	35
Prezzo	€/m <sup>3</sup>	97	102	108
Prezzo relativo	%	100	105,2	111,3
Prestazione relativa	%	100	120	140
Rapporto prezzo/prestazioni		1	0,88	0,80

Passando a  $R_{ck}35$  aumentano sia il costo del calcestruzzo (+11%) che la  $R_{ck}$  (+40%). Rispetto a  $R_{ck}25$  l'area di calcestruzzo si riduce di 1,40 e il costo del pilastro, in teoria, si riduce all':

$$[(A_c/1,40) \times 1,11] \times 100 = 80\%$$

## CONCLUSIONI

- ✓ La classe del calcestruzzo va individuata **DOPO** aver definito la classe di esposizione ambientale.
- ✓ La prescrizione del calcestruzzo deve essere fatta seguendo le indicazioni della norma, altrimenti **il materiale non è individuato in modo completo**, dunque non sono possibili confronti di prezzo tra fornitori.
- ✓ La scelta del copriferro minimo per la durabilità dipende dalla classe di esposizione e definisce le sagome delle staffe.
- ✓ Materiali con prestazioni più elevate, anche se costano più di materiali meno performanti, **riducono il costo di costruzione e resistono meglio alle sollecitazioni e alle aggressioni ambientali.**

## I controlli del calcestruzzo

Vari livelli, con attori e finalità diverse:

- autocontrollo della produzione (IM)
- valutazione preliminare della resistenza (IM)
- controlli di accettazione (CA)
- controlli di conformità (-)
- controlli su opera finita (CA)

IM = impianto    CA = cantiere

Norme: Legge 380, DM 14/01/2008 NTC, UNI EN 206

## I controlli

COSA	CHI	QUANDO	DOVE
Autocontrollo	<b>Produttore</b>	Durante la fornitura	Impianto
Valutazione preliminare della resistenza	<b>Costruttore e Direttore Lavori</b>	Prima dell'inizio della fornitura	Impianto/ Laboratorio aut.
Controllo di accettazione	<b>Direttore Lavori</b>	Durante la fornitura	Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut.
Controllo di conformità	<b>Dir Lavori e Collaudatore</b>	Dopo la fornitura	Elaborazione risultati prove di Laboratorio
Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo	<b>Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore</b>	A strutture ultimate	Prove in situ

## Autocontrollo

Controlli che il **produttore** di calcestruzzo effettua per verificare la sua produzione e a cui si fa riferimento nella certificazione FPC.

(UNI EN 206:2014 – Linee Guida del STC)



## Valutazione preliminare della resistenza

Per determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la composizione di una miscela in grado di dare un calcestruzzo che abbia la resistenza di progetto.

Per calcestruzzo prodotto con processo industrializzato il **Direttore Lavori** acquisisce dal produttore un **dossier prestazionale** che descrive in dettaglio le miscele di cui è previsto l'impiego durante la costruzione.

(Par. 11.2.2 dm 14/01/2008)

## I controlli

COSA	CHI	QUANDO	DOVE
Autocontrollo	<b>Produttore</b>	Durante la fornitura	Impianto
Valutazione preliminare della resistenza	<b>Costruttore e Direttore Lavori</b>	Prima dell'inizio della fornitura	Impianto/ Laboratorio aut.
Controllo di accettazione	<b>Direttore Lavori</b>	Durante la fornitura	Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut.
Controllo di conformità	<b>Dir Lavori e Collaudatore</b>	Dopo la fornitura	Elaborazione risultati prove di Laboratorio
Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo	<b>Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore</b>	A strutture ultimate	Prove in situ

## Controllo di accettazione: i compiti di Direttore Lavori e Collaudatore

Il **Direttore Lavori** ha  
l'**obbligo**

di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la **conformità delle caratteristiche del calcestruzzo posto in opera rispetto a quelle stabilite dal progetto e** sperimentalmente verificate in sede di valutazione preliminare.

Il **Collaudatore** ha  
l'**obbligo**

di verificare che tali controlli siano stati effettuati e di esaminarne i risultati.

(Par. 11.2.5 dm 14/01/2008)

## Controllo di accettazione

Eseguito dal **Direttore dei Lavori** durante l'esecuzione dell'opera, in base ai risultati di prova di provini prelevati durante la **messa in opera** del calcestruzzo.

(Par. 11.2.2 dm 14/01/2008 NTC)



## Il controllo di accettazione: la documentazione

Prima dell'inizio delle forniture il **Direttore Lavori** ha l'obbligo di verificare che esista la certificazione FPC relativa a ciascun impianto coinvolto nella fornitura.

**Per ciascuna fornitura il Direttore Lavori** ha l'obbligo di verificare la rispondenza delle informazioni contenute nel documento di trasporto (DDT) con le specifiche, nonché la rispondenza del numero di certificato indicato sul DDT con quello dell'impianto.

(Par. 11.2.8 dm 14/01/2008)



## Il DDT (1/3)

Oltre alle informazioni anagrafiche e fiscali contiene **informazioni sulla fornitura:**

- il **numero del Certificato FPC** (univoco) che deve corrispondere con la copia conforme in possesso dell'impresa e/o della Direzione dei Lavori
- l'indicazione della **quantità consegnata** in metri cubi (m<sup>3</sup> - mc);
- informazioni relative agli **orari** (data e ora di carico, ora di arrivo del mezzo in cantiere)



## II DDT (2/3)

- la **descrizione del prodotto** contenente almeno:
  - la CLASSE DI RESISTENZA (esempio “C32/40”, esprimibile anche come “Rck 40”)
  - la CLASSE DI CONSISTENZA (esempio “S4”) ovvero, in alternativa, un valore numerico (esempio 210 mm).
  - la CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE (esempio “XC4”)
  - il DIAMETRO MASSIMO DELL’AGGREGATO (“Dmax” o semplicemente “D” seguito da un numero (mm) - per esempio “D16”, “D20” o “D32”)

## II DDT (3/3)

La **descrizione del prodotto** contenente almeno:

- il TIPO, la CLASSE e il CONTENUTO di cemento (espresso in kg/mc);
- il CONTENUTO e il TIPO dell’eventuale additivo e/o aggiunta;
- il RAPPORTO ACQUA/CEMENTO in peso (espresso in decimali, per esempio “0,55”) oppure, in alternativa, la CLASSE DI CONSISTENZA;
- Il DIAMETRO MASSIMO dell’aggregato
- la COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA della miscela di aggregati.

**Se previsto a contratto, tali dati possono essere riportati anche sul DDT di un calcestruzzo a prestazione.**



## IL CAMPIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO

Il campione deve essere prelevato in modo tale da essere il più rappresentativo possibile del calcestruzzo in fase di messa in opera.

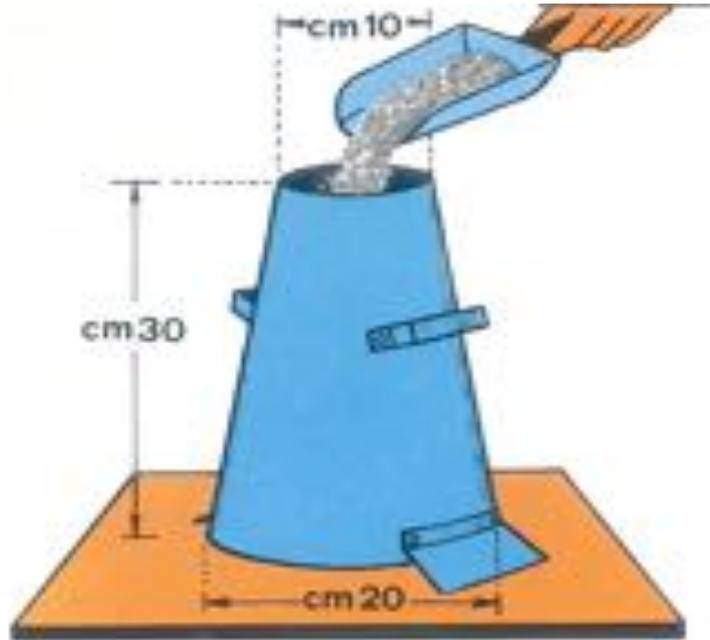


## LA MISURA DELLA LAVORABILITA'



## LA MISURA DELLA LAVORABILTA'

La prova del cono di Abrams ("Slump Test")



## LA MISURA DELLA LAVORABILTA': IL CONO DI ABRAMS



**Consistenza S1:**  
0 - 40 mm



**Consistenza S2:**  
50 - 90 mm



**Consistenza S3:**  
100 - 150 mm



**Consistenza S4:**  
160 - 200 mm



**Consistenza S5:**  
> 210 mm

## Misura dell'aria inglobata: il porosimetro



## Massa volumica del calcestruzzo fresco



## Contenuto d'acqua del calcestruzzo fresco



## Controllo di accettazione: le fasi

Un prelievo consiste nel prelevare al momento della posa in opera e **alla presenza del Direttore Lavori o di suo incaricato**, il calcestruzzo necessario per la confezione di **due** provini cubici.

Resistenza di **prelievo** = MEDIA delle due resistenze di prova



(Par. 11.2.5 dm 14/01/2008)

## Prelievo dei provini cubici



## Controllo di accettazione: i provini

Ciascun provino deve essere **chiaramente identificato** e firmato dal Direttore Lavori



(Par. 11.2.5 dm 14/01/2008)

I. I. C.

## Controllo di accettazione: stagionatura

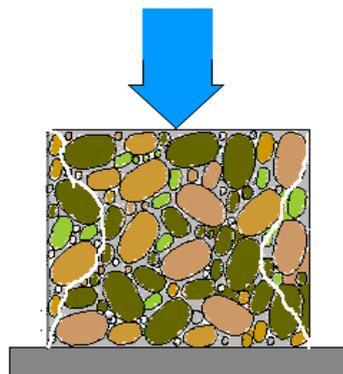
Prima di essere sottoposti a prova, i provini di calcestruzzo vanno stagionati a umidità (90%) e temperatura (20 °C) controllate per un periodo di  $(4 \times 7) = 28$  giorni.



I. I. C.

## LA RESISTENZA A COMPRESSIONE

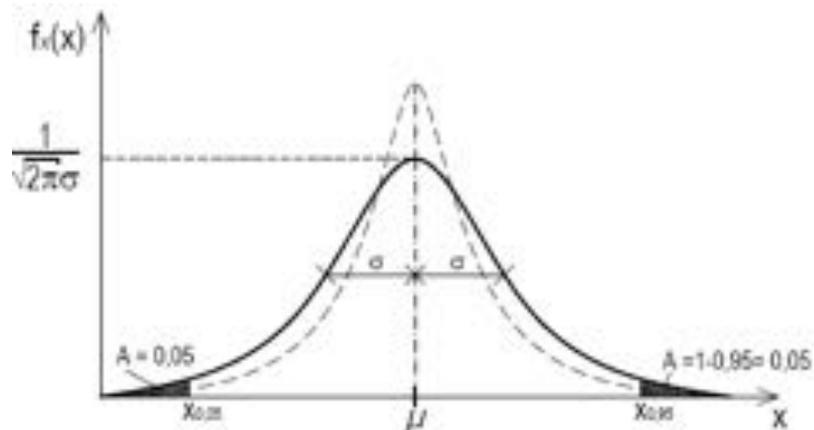
La resistenza a compressione, misurata su provini cubici o cilindrici, si esprime in  $\text{N/mm}^2$ : Ccil/cu es C 20/25



# I controlli

COSA	CHI	QUANDO	DOVE
Autocontrollo	<b>Produttore</b>	Durante la fornitura	Impianto
Valutazione preliminare della resistenza	<b>Costruttore e Direttore Lavori</b>	Prima dell'inizio della fornitura	Impianto/ Laboratorio aut.
Controllo di accettazione	<b>Direttore Lavori</b>	Durante la fornitura	Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut.
Controllo di conformità	<b>Dir Lavori e Collaudatore</b>	Dopo la fornitura	Elaborazione risultati prove di Laboratorio
Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo	<b>Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore</b>	A strutture ultimate	Prove in situ

## La resistenza caratteristica $R_c$



Res. caratteristica C30/35  $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza media  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ N/mm}^2$

s.q.m. limite  $s = 0,15 \times 38 = 6 \text{ N/mm}^2$

s.q.m. massimo  $s = 0,30 \times 38 = 11 \text{ N/mm}^2$

## Controllo di conformità: la verifica dei risultati

CONTROLLO DI TIPO A	CONTROLLO DI TIPO B
(volume cls $\leq 1500 \text{ m}^3$ ) 1 controllo ogni $300 \text{ m}^3$	(volume cls $\geq 1500 \text{ m}^3$ ) 1 controllo ogni $1500 \text{ m}^3$
1 controllo è rappresentato da 3 prelievi (6 provini) almeno 3 prelievi/ $300 \text{ m}^3$ <i>1 prelievo giornaliero</i>	almeno 15 prelievi/ $1500 \text{ m}^3$ 1 prelievo giornaliero
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ $R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ $R_m \geq R_{ck} + 1,4 * s \text{ [N/mm}^2\text{]}$

$$(s/R_m) \leq 0,15 \text{ (15\%)}$$

ove:

- $R_m$  valore medio delle resistenze di prelievo;
- $R_1$  resistenza di prelievo avente valore minore;
- $s$  scarto quadratico medio di tutte le resistenze di prelievo.

## Stima della resistenza caratteristica

- 1) Si mettono in ordine crescente i risultati dei prelievi (media dei 2 risultati)
- 2) Si trova il valore minimo della serie  $R_{\min}$   
$$R_{ck,1} = R_{\min} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$
- 3) Si calcola il valore medio  $R_m$  della serie (3 dati – controllo tipo A; n dati – controllo tipo B)
- 4) Per il solo controllo di tipo B, si calcola lo scarto quadratico medio campionario  $s$
- 5) A:  $R_{ck,2} = R_m - 3,5$       B:  $R_{ck,2} = R_m - 1,4 s$

$$R_{ck,1} = \min (R_{ck,1} , R_{ck,2} )$$

## I controlli

COSA	CHI	QUANDO	DOVE
Autocontrollo	<b>Produttore</b>	Durante la fornitura	Impianto
Valutazione preliminare della resistenza	<b>Costruttore e Direttore Lavori</b>	Prima dell'inizio della fornitura	Impianto/ Laboratorio aut.
Controllo di accettazione	<b>Direttore Lavori</b>	Durante la fornitura	Prelievo a piè d'opera, prove in Laboratorio aut.
Controllo di conformità	<b>Dir Lavori e Collaudatore</b>	Dopo la fornitura	Elaborazione risultati prove di Laboratorio
Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo	<b>Collaudatore / Direttore Lavori e Costruttore</b>	A strutture ultimate	Prove in situ

## Controllo della resistenza in opera

Non obbligatorio, può essere richiesto dal **Direttore Lavori** e/o dal **Collaudatore** nei casi in cui:

- i controlli di accettazione non siano soddisfatti
- sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo alle prestazioni richieste
- sorgano dubbi sulla messa in opera e maturazione del calcestruzzo
- occorra valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera.

## Controllo della resistenza in opera

Il valore della **resistenza in opera** (strutturale) è generalmente **inferiore** al valore della **resistenza dei prelievi** di accettazione maturati in condizioni di laboratorio (resistenza potenziale) a causa della **modalità di getto, posa in opera e stagionatura del materiale**. Per le NTC:

$$R_{ck,opera} \geq 0,85 R_{ck,progetto}$$

Per l'interpretazione dei risultati di prelievo e il calcolo di  $R_{ck,opera}$  si utilizzano i criteri della norma **EN13791:2008**

(Par 11.2.6 dm 17/01/2018 - Linee guida del STC)



## Le «liste di controllo»

ISTRUZIONI OPERATIVE  
PER I CONTROLLI SULLE FORNITURE  
DI CALCESTRUZZO STRUTTURALE



ATECAP ASSOCIAZIONE TECNICO ECONOMICCA  
DEL CALCESTRUZZO FRECONFEZIONATO



Strumento per rendere efficace e immediato il controllo nelle diverse fasi della fornitura di un calcestruzzo.





# Prescrizione e controllo delle forniture di calcestruzzo

**Grazie per l'attenzione!**

Prof. Francesco Biasoli  
ERMCO European Ready Mixed Concrete Organization