

RIFERIMENTI SULLE CARATTERISTICHE DEL  
CALCESTRUZZO «MATERIALE DA COSTRUZIONE»  
NELLE NORME TECNICHE DELLE COSTRUZIONI 2008

## Riferimenti sulle caratteristiche del calcestruzzo nelle NTC 2008

CAPITOLO	Ambito	Norma e/o tabella
<b>3</b> <b>Azioni sulle costruzioni</b>	Peso materiali strutturali	Tabella 3.1.1 – Pesi dell'unità di volume dei principali materiali strutturali
<b>4</b> <b>Costruzioni civili ed industriali</b>	Classi di resistenza	<u>Utile riferimento UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004</u> Tabella 4.1.1 4.1 Costruzioni di calcestruzzo e seguenti per la progettazione Paragrafo 4.6
	Coefficienti di sicurezza	4.1.2.1.1 Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo $cv \leq 10\%$ 4.1.2.1.1.2 Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
	Esecuzione strutture	4.1.7 Esecuzione <u>Utile riferimento alla UNI EN 13670-1:2001 «Esecuzione delle strutture in calcestruzzo – Requisiti comuni»</u>

## Riferimenti sulle caratteristiche del calcestruzzo nelle NTC 2008

CAPITOLO	Ambito	Norma e/o tabella
<b>4</b> <b>Costruzioni civili ed industriali</b>	Calcestruzzi leggeri	4.1.12 Calcestruzzo di aggregati leggeri Per classi di densità e resistenza utile riferimento alla <u>UNI EN 206-1:2006</u> E Circolare tabella C4.1.V C.4.1.12 controlli di accettazione sulla massa volumica secondo <u>UNI EN 206-1</u> e <u>UNI EN 12390-7</u> , resistenza a compressione dell'aggregato determinata in conformità all'Appendice A delle <u>UNI EN 13055</u>
	Copriferro ed interferro	4.1.6.1.3 Copriferro ed interferro Riporta indicazioni qualitative sulle dimensioni Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali Tabella 2.4.1 C4.1.6.1.3 Copriferro ed interferro
	Costruzioni composte di acciaio - calcestruzzo	4.3.3.1.2 Calcestruzzo Indicazioni sulle classi di resistenza minima e massima e densità dei calcestruzzi alleggeriti
	Costruzioni di altri materiali	4.6 Costruzioni di altri materiali Calcestruzzi con resistenza superiore a C70/85 Calcestruzzi fibrorinforzati
<b>7</b> <b>Progettazione per azioni sismiche</b>	Costruzioni in calcestruzzo	7.4.2 Caratteristiche dei materiali Classe di resistenza minima C20/25
	Costruzioni in acciaio-calcestruzzo	7.6.1.1 Calcestruzzo Non è ammesso l'impiego di calcestruzzo di classe inferiore alla C20/25, non è consentito l'impiego di calcestruzzi di classe superiore alla C40/50

## Riferimenti sulle caratteristiche del calcestruzzo nelle NTC 2008

CAPITOLO	Ambito	Norma e/o tabella
<b>11</b> <b>Materiali e prodotti per uso strutturale</b>	Prescrizione	11.2.1 Specifiche per il calcestruzzo Caratteristiche da prescrivere all'atto del progetto <u>Utile riferimento UNI ENV 13670-1 e Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo, indicazioni sulla composizione della miscela</u> <u>Esempio norma UNI EN 206-1:2006 per le classi di esposizione ambientale</u> Si possono prescrivere diverse maturazioni e resistenze
	Controlli di qualità del calcestruzzo	11.2.2 Controlli di qualità del calcestruzzo 11.2.3 Valutazione preliminare della resistenza
	Confezionamento campioni di calcestruzzo e prove di rottura	11.2.4 Prelievo dei campioni <u>UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-4:2002 per preparazione, forma, dimensioni, stagionatura</u> <u>UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002 per la determinazione della resistenza</u> <u>UNI EN 12390-7 per la determinazione della massa volumica</u>
	Controllo di accettazione	11.2.5 Controllo di accettazione Controllo di tipo A Controllo di tipo B
	Resistenza in opera	11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera <u>Utile riferimento UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005 e Linee Guida</u> C.11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera
	Confezionamento del calcestruzzo	11.2.8 Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato C.11.2.8 Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato

## Riferimenti sulle caratteristiche del calcestruzzo nelle NTC 2008

CAPITOLO	Ambito	Norma e/o tabella
<b>11</b> <b>Materiali e prodotti per uso strutturale</b>	Componenti	11.2.9.1 Leganti conformi alla <u>UNI EN 197</u> 11.2.9.2 Aggregati conformi alla <u>UNI EN 12620</u> e <u>UNI EN 13055-1</u> 11.2.9.3 Aggiunte ceneri conformi alla <u>UNI EN 450-1</u> , per l'impiego utile riferimento alla <u>UNI EN 206-1</u> ed <u>UNI 11104:2004</u> Fumi di silice conformi alla <u>UNI EN 934-2</u> Additivi conformi alla <u>UNI EN 934-2</u> Acqua di impasto conforme alla <u>UNI EN 1008:2003</u>
	Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo	11.2.10 Caratteristiche del calcestruzzo <u>Sez.3 UNI EN 1992-1-1</u> Resistenza a trazione <u>UNI EN 12390-2: 2002</u> Secondo <u>UNI EN 12390-6</u> e <u>UNI EN 12390-5:2002</u> per prova di trazione Modulo elastico secondo <u>UNI 6556:1976</u> Coefficiente di dilatazione termica secondo <u>UNI EN 1770:2000</u> Ritiro secondo <u>UNI 6555:1973</u> e <u>UNI 7086:1972</u>
	Durabilità	11.2.11 Durabilità Determinazione della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione vale quanto indicato nella norma <u>UNI EN 12390-8</u> Definizione della classe utile riferimento sono le Linee Guida, <u>UNI EN 206-1:2006</u> , <u>UNI 11104:2004</u>

# Riferimenti sulle caratteristiche del calcestruzzo nelle NTC 2008

## RIFERIMENTI OBBLIGATORI E VOLONTARI

**„vale quanto indicato“ „conforme alle norme“ ....**

- Serie 12390 per confezionamento provini e metodi di prova
- Norme armonizzate per i componenti cementi UNI EN 197, aggregati UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1, aggiunte UNI EN 450-1, fumi di silice UNI EN 13263-1.....

**„utile riferimento“ „esempio“ ....**

- UNI EN 206-1: 2006 Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104: 2004 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 13670-1:2001 Esecuzione strutture in calcestruzzo (edizione 2010)
- Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive
- Serie 12504 per i controlli del calcestruzzo in opera.....
- Sez. 3 UNI EN 1992-1-1

# APPROFONDIMENTI SU PRESCRIZIONE, DURABILITA' E CONTROLLI D'ACCETTAZIONE

## Prescrizione, Durabilità, Controlli di accettazione

➤ **PRESCRIZIONE**

➤ DURABILITA'

- classi di esposizione

➤ CONTROLLI DI ACCETTAZIONE



# Prescrizione

## Riferimenti normativi

### NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

#### **11.2.1 Specifiche per il calcestruzzo**

#### **11.2.11 Durabilità**

### NORME RICHIAMATE DALLE NTC COME OBBLIGATORIE

Metodi di prova sul calcestruzzo indurito

### NORME RICHIAMATE DALLE NTC COME UTILE RIFERIMENTO

UNI EN 206-1: 2006 Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI 11104: 2004 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

UNI EN 13670-1:2001 Esecuzione strutture in calcestruzzo (edizione 2010)

Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive

### ALTRI DOCUMENTI

Linee guida per la produzione, il trasporto, ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale

# Prescrizione

## 11.2.1 Specifiche per il calcestruzzo

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere.

### CARATTERISTICHE DA PRESCRIVERE

- Classe di resistenza
- Classe di consistenza
- Diametro massimo dell'aggregato
- Composizione
- Processi di maturazione
- Procedure di messa in opera

# Prescrizione

## 11.2.11 Durabilità

A tal fine in fase di progetto la prescrizione, 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.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione agli agenti aggressivi, ad esempio si può tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo. A tal fine può essere determinato il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione in mm.

Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-8:2002.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si potrà fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

### CARATTERISTICHE DA PRESCRIVERE

- Caratteristiche del calcestruzzo (composizione e resistenza meccanica)
- Valori del copriferro
- Regole di maturazione
- Durabilità, condizioni ambientali

# Prescrizione

## La prescrizione per le NTC:

Classe di resistenza	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tabella 4.1.I – Classi di resistenza</li><li>• Utile riferimento UNI EN 206-1 e UNI 11104</li></ul>
Classe di consistenza	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Per le definizioni UNI EN 206-1</i></li></ul>
Diametro massimo dell'aggregato	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Per le definizioni UNI EN 206-1</i></li></ul>
Composizione	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Per riferimento Linee guida per la produzione, il trasporto, ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale</i></li></ul>
Durabilità, condizioni ambientali	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tabella 4.1.III Descrizione delle condizioni ambientali</li><li>• Linee guida per il calcestruzzo strutturale</li><li>• 11.2.11 Durabilità, utile riferimento Linee guida, UNI EN 206-1:2006, UNI 11104:2004</li></ul>
Valori del copriferro	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4.1.6.1.3 Copriferro ed interferro</li><li>• C4.1.6.1.3 Copriferro ed interferro</li></ul>
Procedure di messa in opera	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4.1.7 Esecuzione</li><li>• 11.2.1 Specifiche per il calcestruzzo</li></ul>
Processi di maturazione	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utile riferimento UNI EN 13670-1:2010</li></ul>

# Prescrizione

Le Linee guida per la produzione, il trasporto, ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato del Servizio Tecnico Centrale, dividono le prescrizioni in due ambiti (capitolo 4):

## PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

## COMPOSIZIONE RICHIESTA

Dosaggio di cemento

Tipo e classe di cemento

Diametro massimo aggregati

Composizione granulometrica

Tipo e dosaggio additivo e/o aggiunta

Classe di consistenza o rapporto a/c

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

# Prescrizione

APPROFONDIMENTI  
METODO DI PROVA UNI EN 12390-3

DIMENSIONI PROVINI

CLASSE DI RESISTENZA	
C8/10	
C12/15	
C16/20	
C20/25	
C25/30	
C28/35	
C32/40	
C35/45	
C40/50	
C45/55	
C50/60	
C55/67	
C60/75	
C70/85	
C80/95	
C90/105	

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione



# Prescrizione

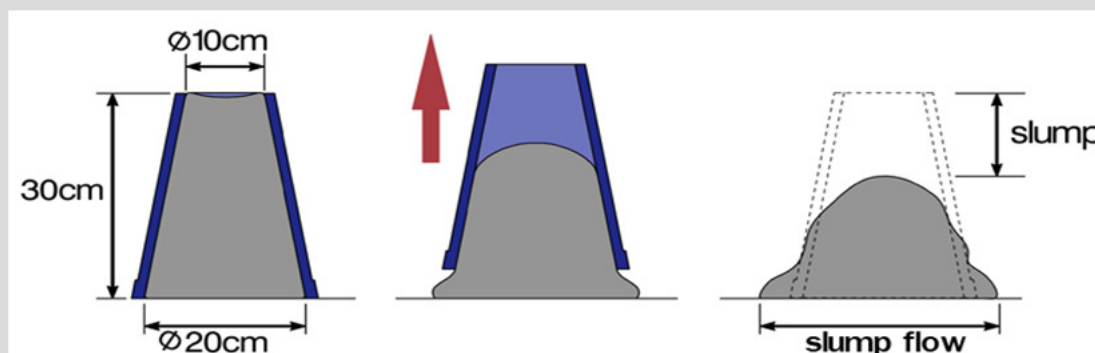
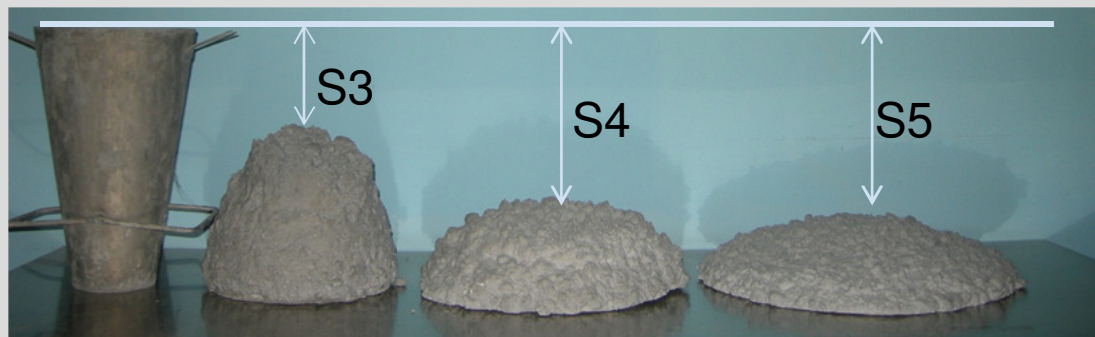
## APPROFONDIMENTI

METODO DI PROVA UNI EN 12350-2

Classi di consistenza calcestruzzo  
ordinario (**SLUMP**)

**UNI EN 12350-2:2009**

Classe	Abbassamento al cono
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5 <sup>1)</sup>	≥220



# Prescrizione

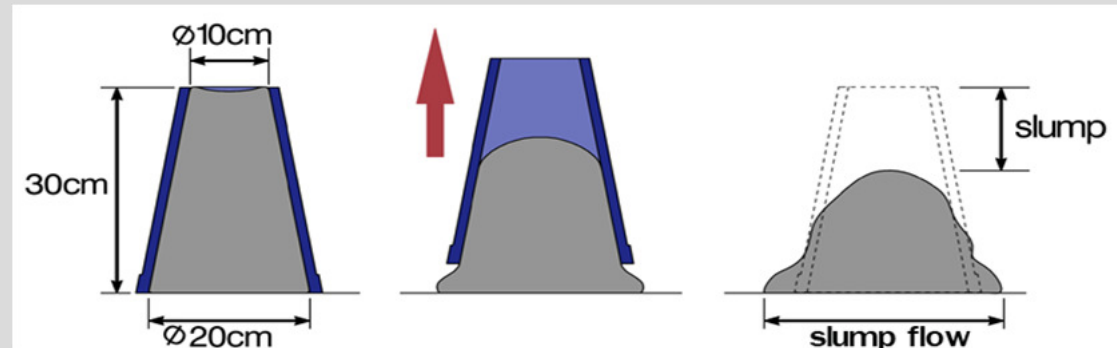
## APPROFONDIMENTI

METODO DI PROVA UNI EN 12350-8

Classi di consistenza calcestruzzo autocompattante (**SLUMP FLOW**)

**UNI EN 12350-8:2010**

Classe	Spandimento in mm <sup>a), b)</sup> (valori limite dei singoli lotti)
SF1	da 550 a 650
SF2	da 660 a 750
SF3	da 760 a 850



# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

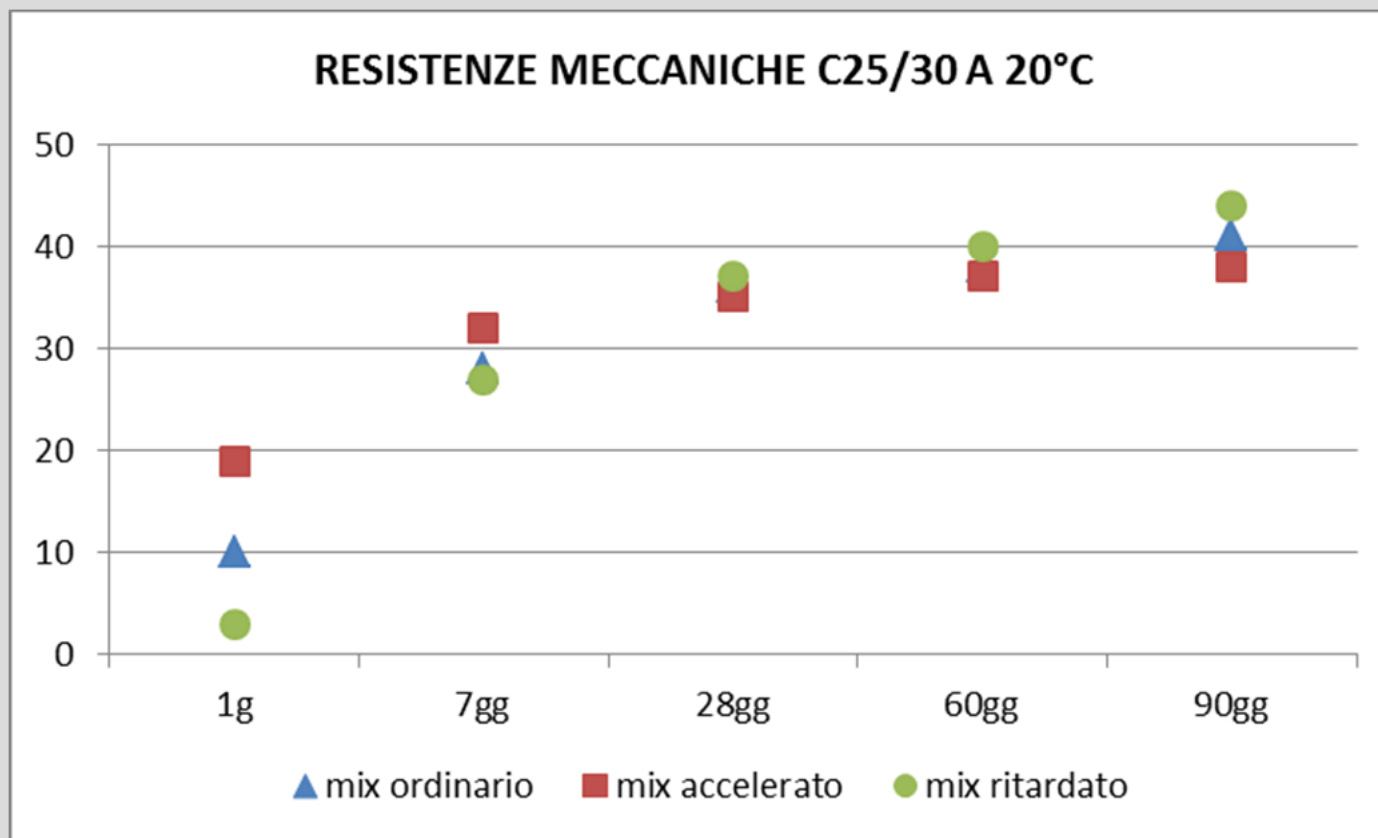
Processi di maturazione

**RESISTENZA A BREVE TERMINE**

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

METODO DI PROVA UNI EN 12390-3



# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

RESISTENZA A TRAZIONE

# Prescrizione

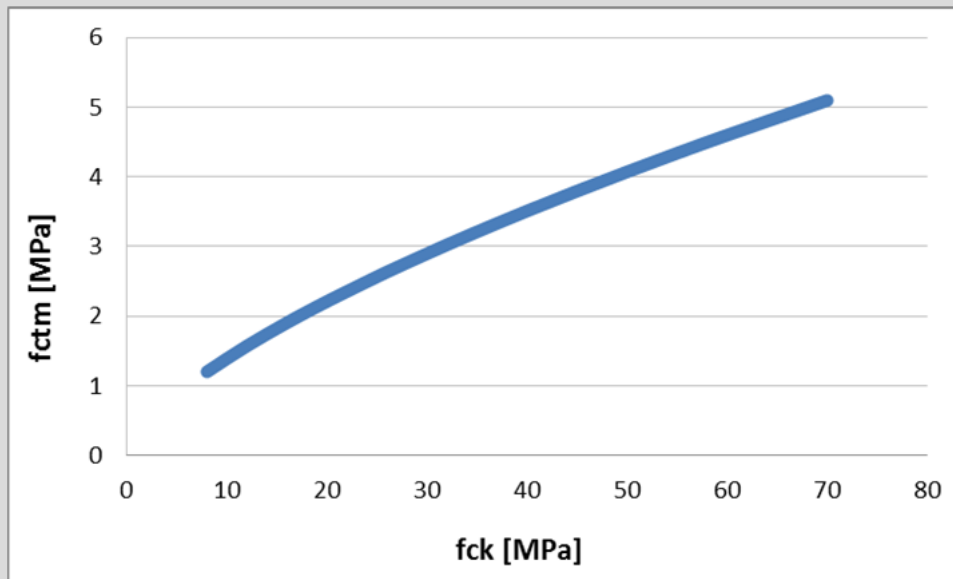
## APPROFONDIMENTI

### 11.2.10.2 Resistenza a trazione

In sede di progettazione si può assumere come resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo il valore (in  $\text{N}/\text{mm}^2$ ):

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq \text{C50/60} \quad (11.2.3a)$$

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] \quad \text{per classi} > \text{C50/60} \quad (11.2.3b)$$



La resistenza media a trazione semplice cilindrica è funzione della resistenza caratteristica cilindrica:

$f_{ck}$

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

La resistenza a trazione del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini appositamente confezionati, secondo la norma UNI EN 12390-2:2002, per mezzo delle prove di seguito indicate:

- prove di trazione diretta;
- prove di trazione indiretta: (secondo UNI EN 12390-6:2002 o metodo dimostrato equivalente);
- prove di trazione per flessione: (secondo UNI EN 12390-5:2002 o metodo dimostrato equivalente).

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

METODO DI PROVA UNI EN 12390-6



I provini possono essere

- Cilindrici
- Cubici
- Prismatici



# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

METODO DI PROVA UNI EN 12390-5



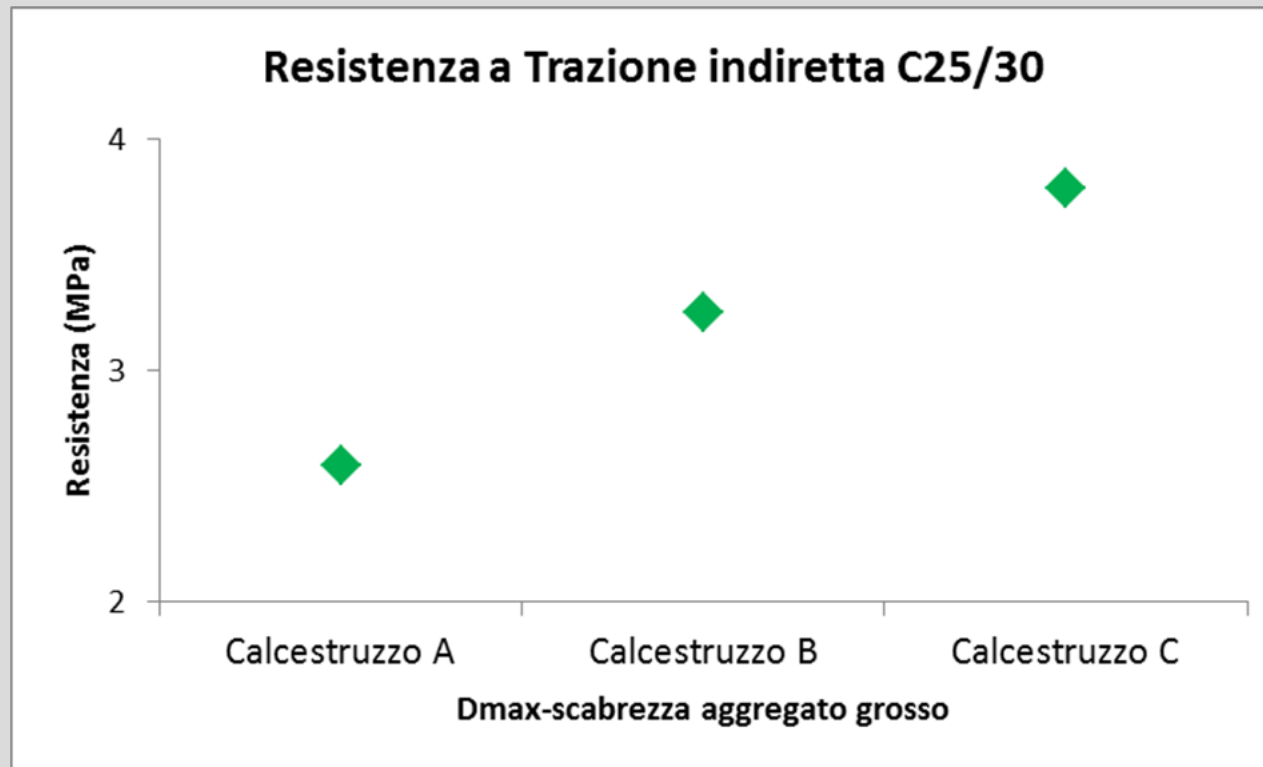
I provini possono essere  
solamente

**Prismatici**

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### RISULTATI SPERIMENTALI

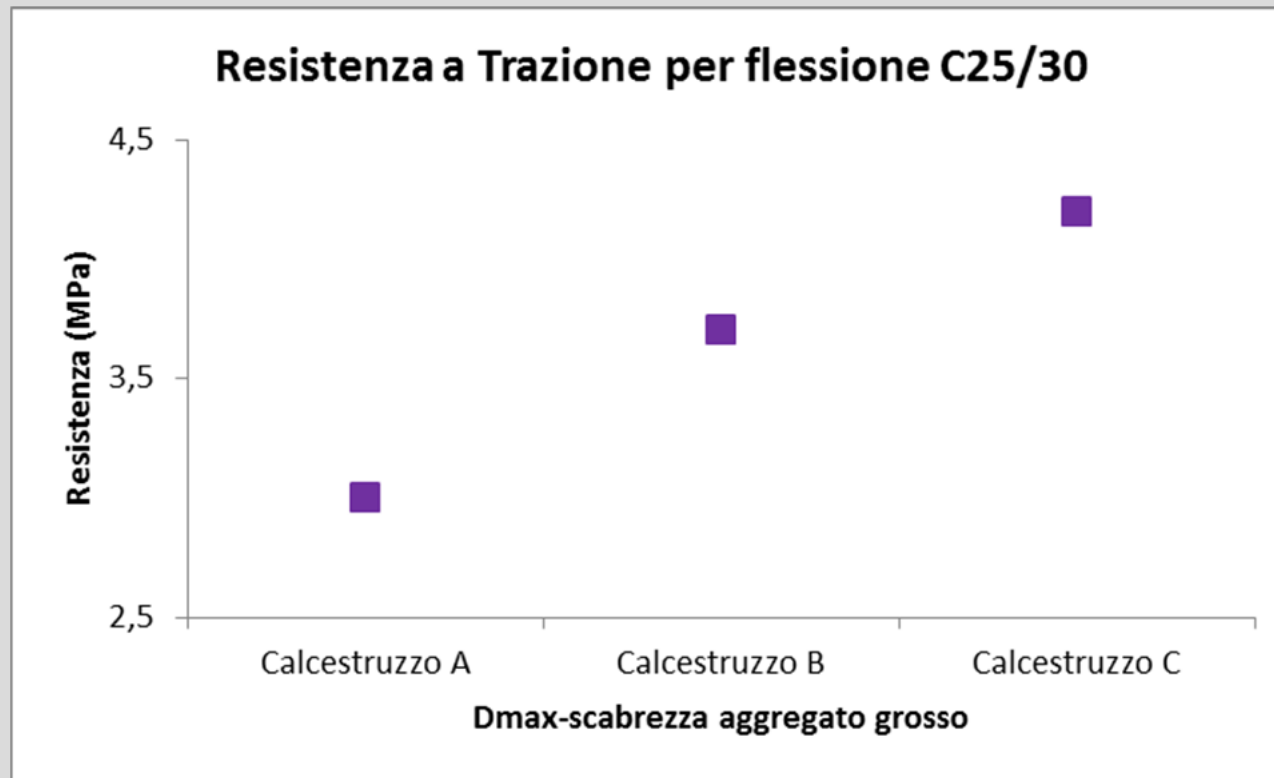


A pari classe di resistenza a compressione la trazione indiretta varia in funzione del **Dmax dell'aggregato** e del **grado di scabrezza**

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### RISULTATI SPERIMENTALI



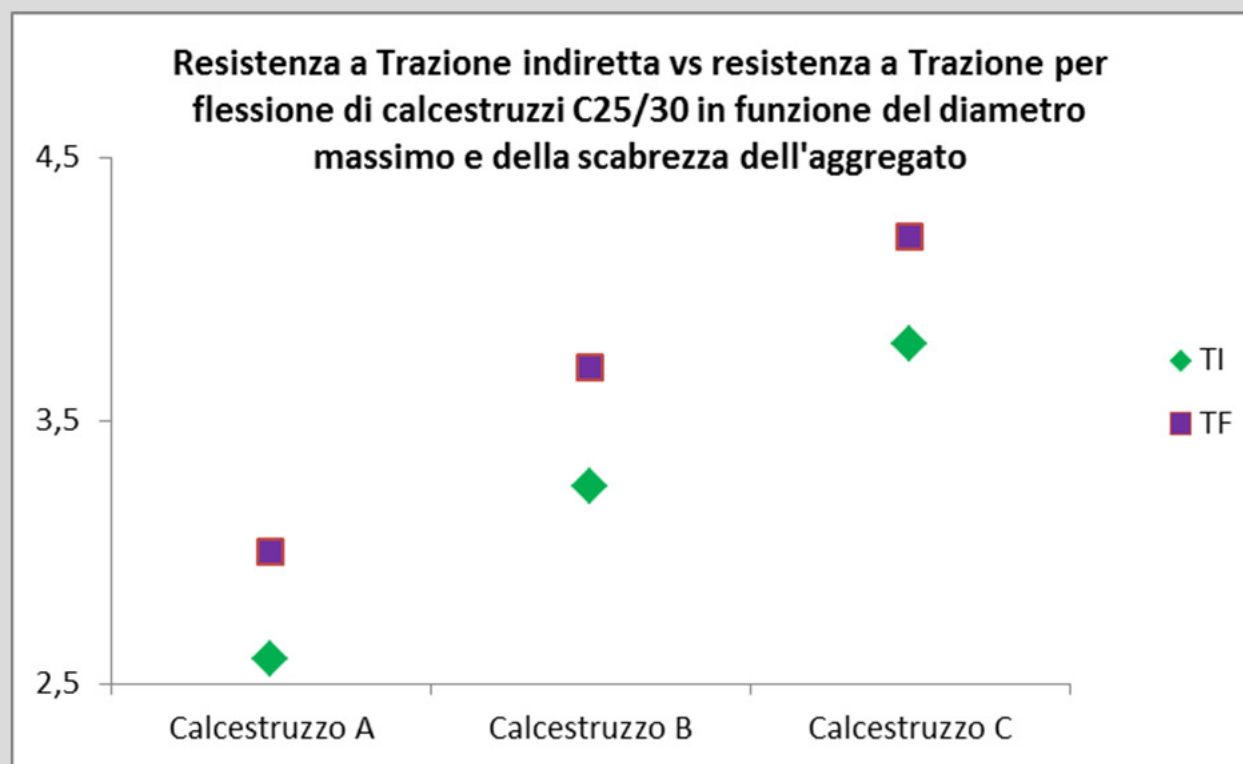
Anche la resistenza a trazione per flessione varia in funzione del **diametro massimo dell'aggregato** e del **grado di scabrezza** dello stesso.

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### RISULTATI SPERIMENTALI

#### TRAZIONE INDIRETTA vs FLESSIONE



Trazione per flessione > 10-15% Trazione indiretta

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

MODULO ELASTICO

# Prescrizione

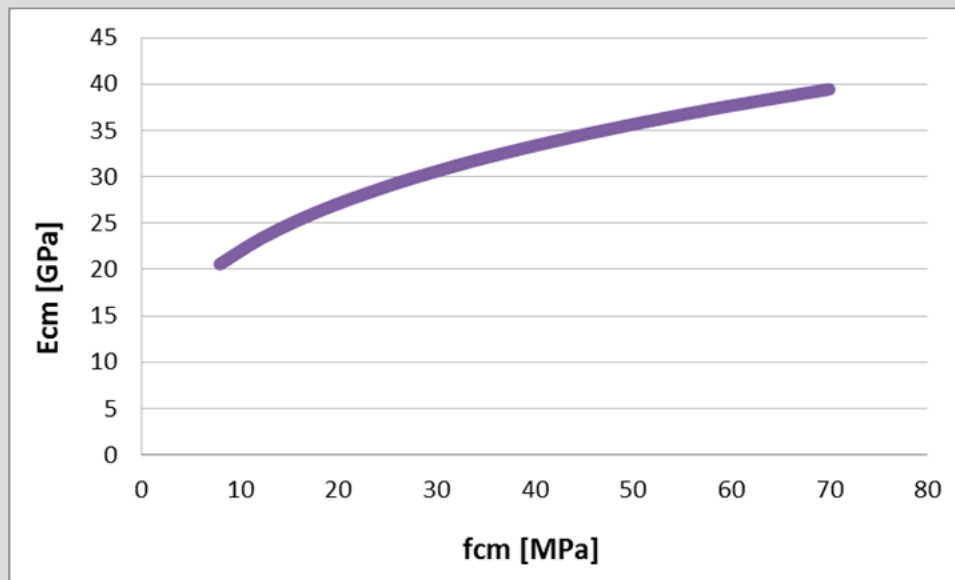
## APPROFONDIMENTI

### 11.2.10.3 Modulo elastico

Per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e 0,40  $f_{cm}$ , determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 6556:1976.

In sede di progettazione si può assumere il valore:

$$E_{cm} = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3} \quad [N/mm^2] \quad (11.2.5)$$



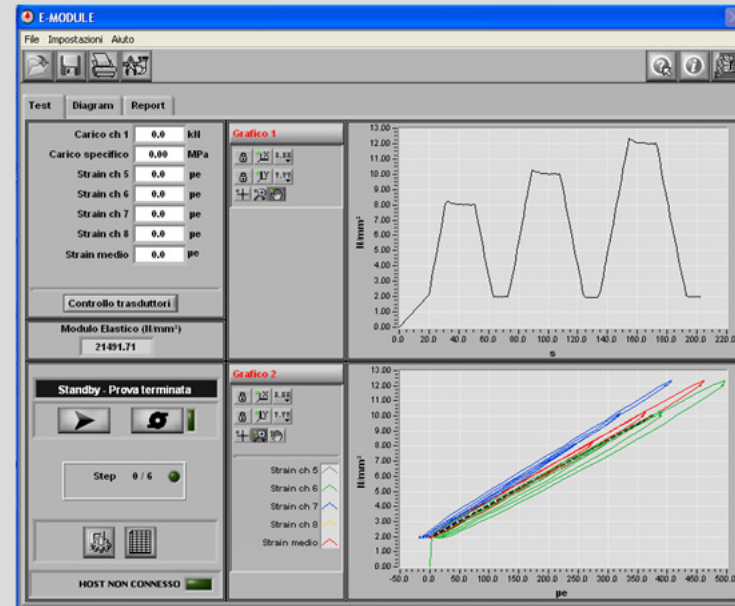
Il modulo elastico istantaneo è funzione della resistenza cilindrica media:

$f_{cm}$

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### METODO DI PROVA UNI 6556 - UNI EN 12390-13



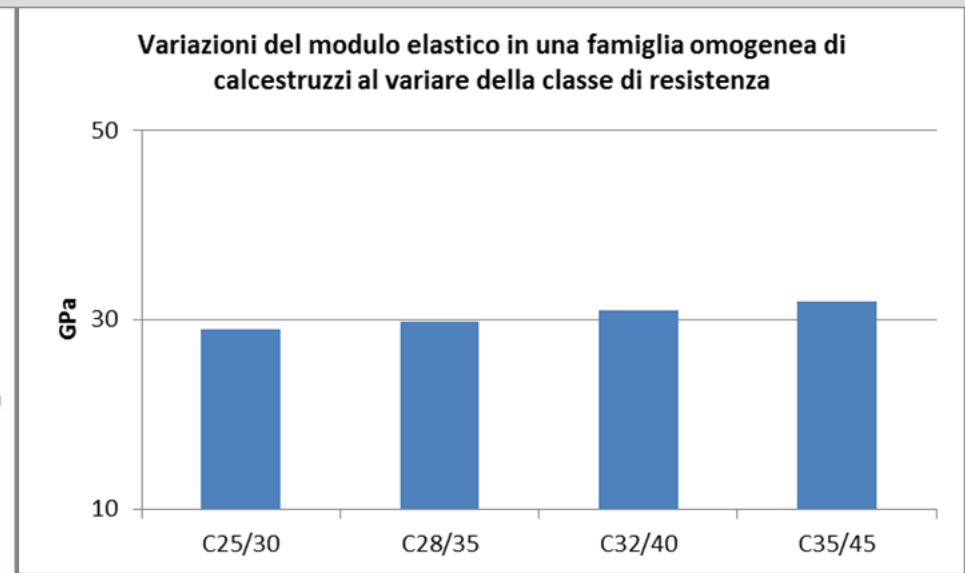
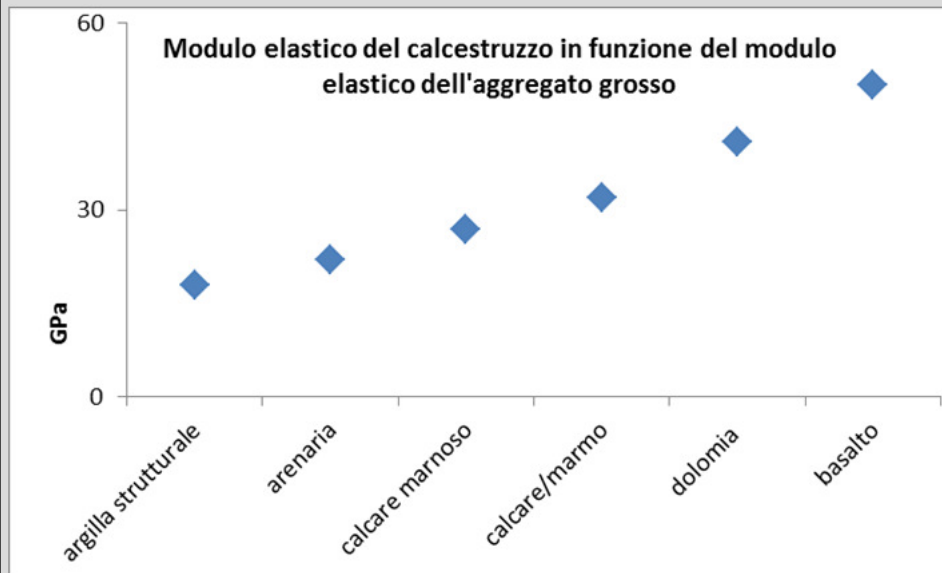
# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI RISULTATI SPERIMENTALI

Il modulo elastico del calcestruzzo dipende sostanzialmente dal mix-design e dall'aggregato grosso impiegato

**Calcestruzzi a pari classe di resistenza possono far riscontrare valori molto diversi.**

**Variando la classe di resistenza di calcestruzzi omogenei si trovano valori molto simili**





# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### PRESTAZIONE GARANTITA

Classe di resistenza

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Diametro massimo dell'aggregato

*Resistenza a breve termine, resistenza a trazione o a flessione, modulo elastico, ritiro, e specifiche integrative per SCC*

*Ulteriori prescrizioni che possono essere richieste contrattualmente*

Valori del copriferro

Procedure di messa in opera

Processi di maturazione

RITIRO

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### 11.2.10.6 Ritiro

In sede di progettazione, e quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni di seguito fornite.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\underline{\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}} \quad (11.2.6)$$

dove:

$\epsilon_{cs}$  è la deformazione totale per ritiro

$\epsilon_{cd}$  è la deformazione per ritiro da essiccamento

$\epsilon_{ca}$  è la deformazione per ritiro autogeno.

$\epsilon_{cd}$  dipende da  $f_{ck}$ , U.R.,  $h_0$  area e perimetro dell'elemento strutturale

$\epsilon_{ca}$  dipende da  $f_{ck}$

# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### METODO DI PROVA UNI 11307

#### 11.2.10.6 Ritiro

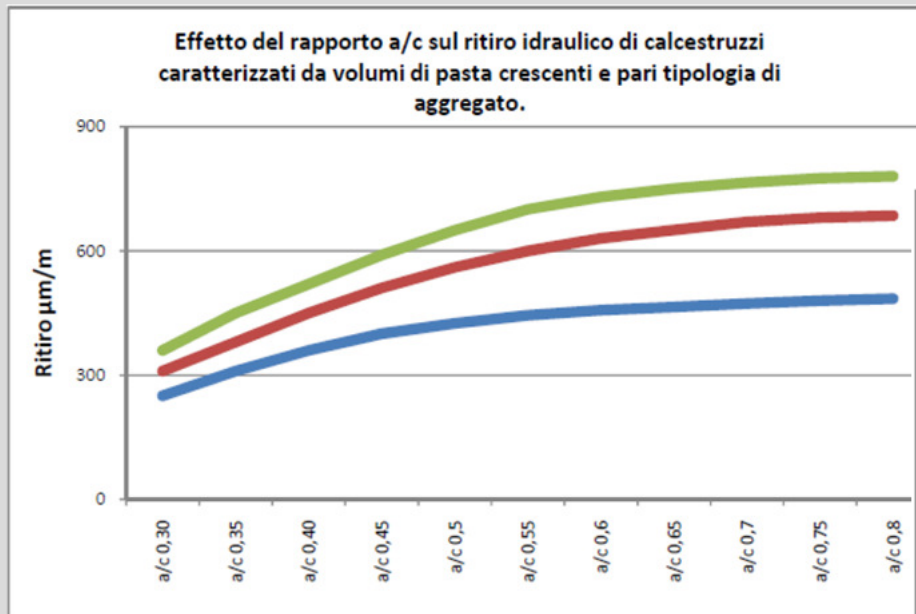
La deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo le norme UNI 6555:1973 e UNI 7086:1972, rispettivamente per calcestruzzi confezionati con inerti aventi dimensioni massime sino a 30 mm, od oltre 30 mm.



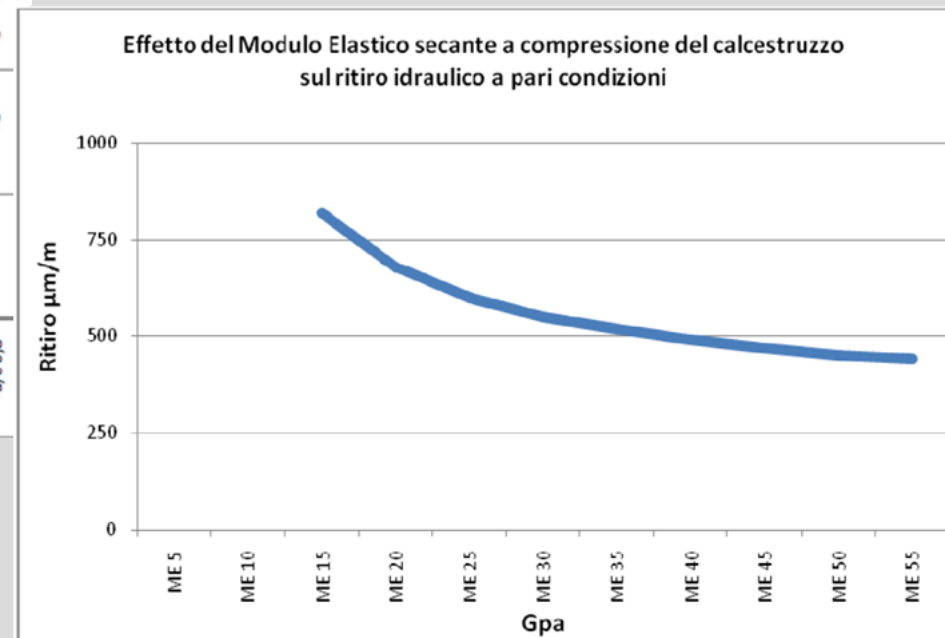
# Prescrizione

## APPROFONDIMENTI

### RISULTATI SPERIMENTALI



Il ritiro idraulico è influenzato dal mix-design e dal Modulo elastico degli aggregati



## Approfondimento tecnico

### TIPI DI RITIRO E FASI

- Ritiro autogeno **Fase plastica** (calcestruzzi poveri di acqua, bassissimi rapporti a/c)
- Ritiro plastico **Fase plastica** (calcestruzzi che subiscono forte evaporazione superficiale)
- Ritiro termico **Fase di idratazione** ( $\Delta t$  tra nucleo-strato corticale-esterno)
- Ritiro idraulico **Fase di esercizio** (contrazione della pasta cementizia per perdita di umidità)

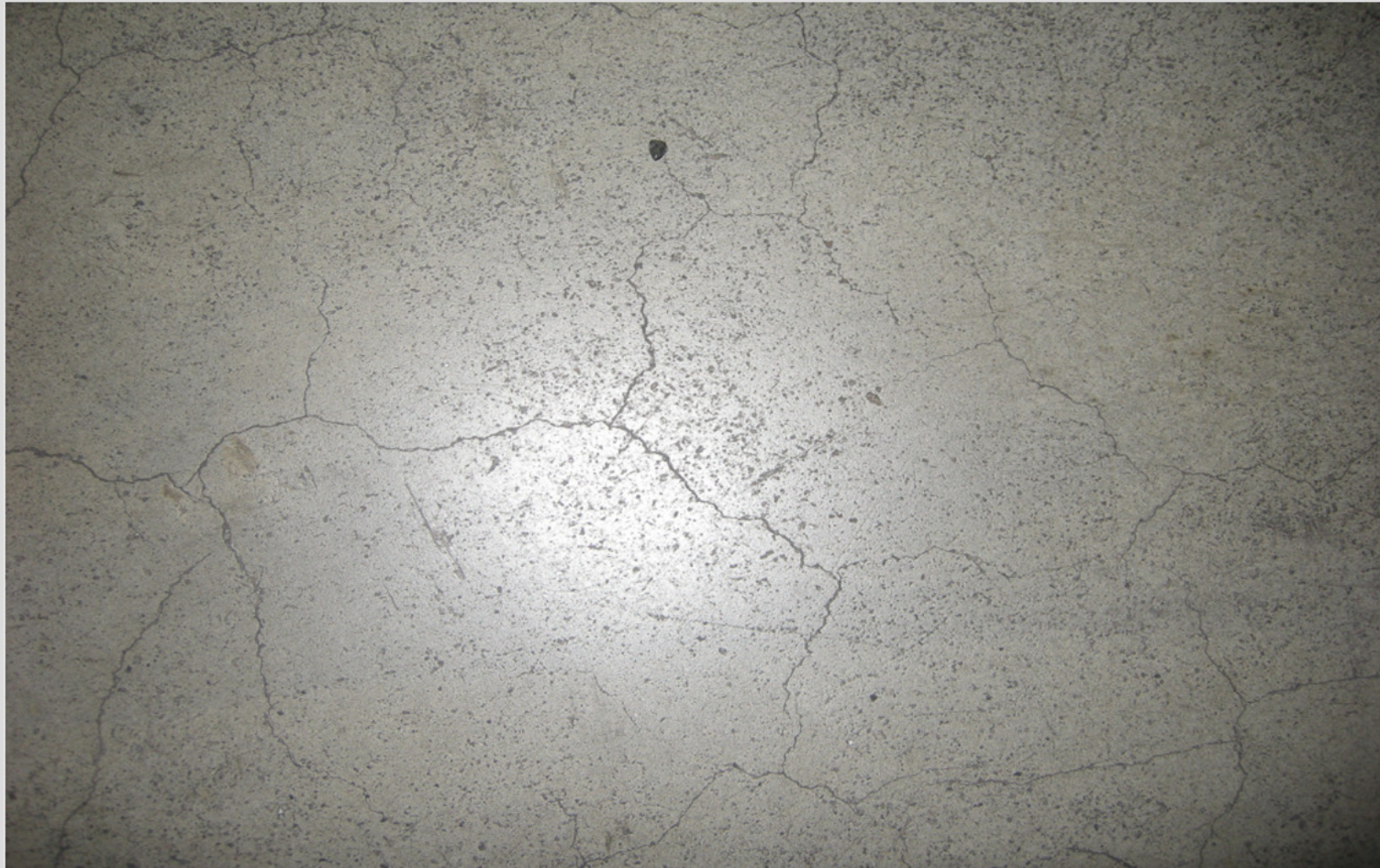
## Approfondimento tecnico

- Ritiro autogeno



## Approfondimento tecnico

- Ritiro plastico



## Approfondimento tecnico

- Ritiro termico





## Approfondimento tecnico

- Ritiro idraulico

