

Materials and Structures Testing and Research
www.associazionemaster.org

Controllo di accettazione del calcestruzzo fresco ed indurito

Ing. Andrea Basile

Direttore del Laboratorio Autorizzato Tecnolab Srl di Napoli



15-16 Dicembre 2022



• **CONTROLLO DEI MATERIALI.**

DECRETO MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DELL'INTERNO NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 Cap. 11: MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

REGOLAMENTO UE 305/11 “Prodotti da costruzione” (CPR)

Si definiscono materiali e prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 “Resistenza meccanica e stabilità” di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011.

I materiali ed i prodotti per uso strutturale devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del **fabbricante**, secondo le procedure di seguito richiamate;
- qualificati sotto la responsabilità del **fabbricante**, secondo le procedure di seguito richiamate;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione, nonché mediante eventuali prove di accettazione.



Identificazione e qualificazione avvengono nei seguenti casi:

- A) Materiali e prodotti per i quali sia disponibile, per l'uso strutturale previsto, una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE.
Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se corredati della “**Dichiarazione di Prestazione**” e della Marcatura CE, prevista al Capo II del Regolamento UE 305/2011;
- B) Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle presenti norme.
E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il fabbricante abbia volontariamente optato per la Marcatura CE
- C) Materiali e prodotti per uso strutturale non ricadenti in una delle tipologie A) o B. In tali casi il fabbricante dovrà pervenire alla Marcatura CE sulla base della pertinente “Valutazione Tecnica Europea” (ETA), oppure dovrà ottenere un “Certificato di Valutazione Tecnica” rilasciato dal Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, previa istruttoria del Servizio Tecnico Centrale, anche sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ove disponibili; con decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, su conforme parere della competente Sezione, sono approvate Linee Guida relative alle specifiche procedure per il rilascio del “Certificato di Valutazione Tecnica”.

Ne
consegue



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Per ogni materiale o prodotto identificato e qualificato mediante Marcatura CE è onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere copia della documentazione di marcatura CE e della Dichiarazione di Prestazione di cui al Capo II del Regolamento UE 305/2011, nonché – qualora ritenuto necessario, ai fini della verifica di quanto sopra - copia del certificato di costanza della prestazione del prodotto o di conformità del controllo della produzione in fabbrica, di cui al Capo IV ed Allegato V del Regolamento UE 305/2011, rilasciato da idoneo organismo notificato ai sensi del Capo VII dello stesso Regolamento (UE) 305/2011.

Per i prodotti non qualificati mediante la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità della documentazione di qualificazione (caso B) o del Certificato di Valutazione Tecnica (caso C). I fabbricanti possono usare come Certificati di Valutazione Tecnica i Certificati di Idoneità tecnica all'impiego, già rilasciati dal Servizio Tecnico Centrale prima dell'entrata in vigore delle presenti norme tecniche, fino al termine della loro validità.



ing. Andrea Basile
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori, nell'ambito dell'accettazione dei materiali prima della loro installazione, verificare che tali prodotti corrispondano a quanto indicato nella documentazione di identificazione e qualificazione, nonché accertare l'idoneità all'uso specifico del prodotto mediante verifica delle prestazioni dichiarate per il prodotto stesso nel rispetto dei requisiti stabiliti dalla normativa tecnica applicabile per l'uso specifico e dai documenti progettuali, con particolare riferimento alla *Relazione sui materiali*, di cui al § 10.1.

La mancata rispondenza alle prescrizioni sopra riportate comporta il divieto di impiego del materiale o prodotto.

Al termine dei lavori che interessano gli elementi strutturali, il Direttore dei Lavori predispone, nell'ambito della *Relazione a struttura ultimata di cui all'articolo 65 del DPR.380/01*, una sezione specifica relativa ai controlli e prove di accettazione sui materiali e prodotti strutturali, nella quale sia data evidenza documentale riguardo all'identificazione e qualificazione dei materiali e prodotti, alle prove di accettazione ed alle eventuali ulteriori valutazioni sulle prestazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici potrà effettuare attività di vigilanza presso i cantieri e i luoghi di lavorazione per verificare la corretta applicazione delle presenti disposizioni, ai sensi dell'art. 11 del DPR 246/93 ovvero del Capo VIII del Regolamento UE 305/2011.

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

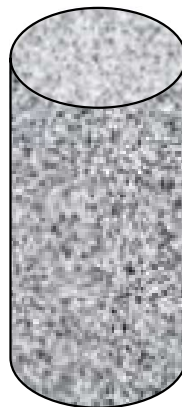
Laboratorio sperimentale di ingegneria

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.

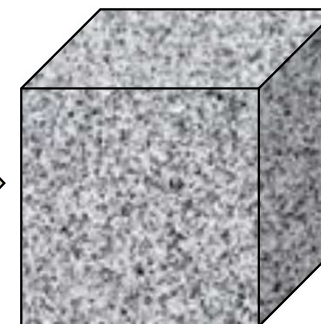
C 25/30 S4 D 22

La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze misurate su provini normalizzati e cioè:

*cilindrica (f_{ck}) su cilindri
 $D = 150 \text{ mm}$ $H = 300 \text{ mm}$*



*cubica (R_{ck}) su cubi
spigolo 150 mm.*



SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



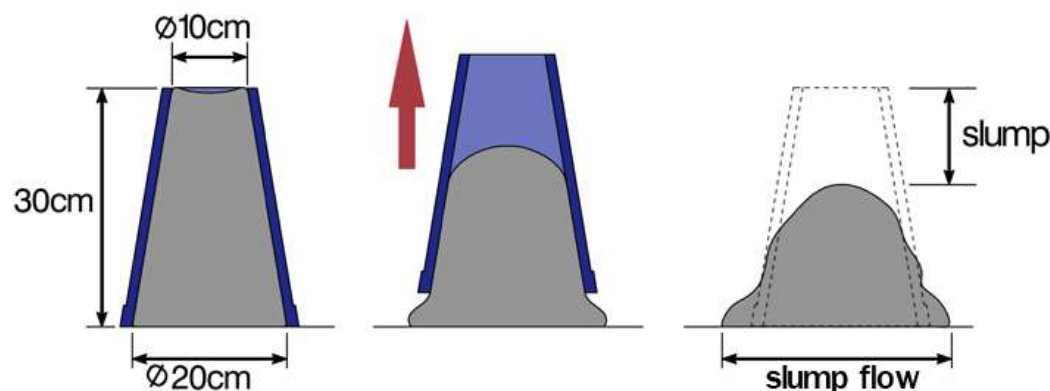
ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

La Classe di consistenza del calcestruzzo fresco è strettamente correlata alla lavorabilità, ovvero definisce la capacità dell'impasto di essere costipato e lavorato.

Con la determinazione della consistenza, eseguita solitamente attraverso delle prove con il cono di Abrams, si ha una precisa indicazione sul grado di lavorabilità del calcestruzzo; i livelli di consistenza dell'impasto vengono indicati attraverso una misura (SLUMP): il livello di slump è inversamente proporzionale alla consistenza del calcestruzzo e direttamente proporzionale alla lavorabilità, quindi più alto sarà lo slump minore sarà la consistenza e maggiore sarà la lavorabilità.



SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

La Classe di consistenza del calcestruzzo fresco è strettamente correlata alla lavorabilità, ovvero definisce la capacità dell'impasto di essere costipato e lavorato.

Con la determinazione della consistenza, eseguita solitamente attraverso delle prove con il cono di Abrams, si ha una precisa indicazione sul grado di lavorabilità del calcestruzzo; i livelli di consistenza dell'impasto vengono indicati attraverso una misura (SLUMP): il livello di slump è inversamente proporzionale alla consistenza del calcestruzzo e direttamente proporzionale alla lavorabilità, quindi più alto sarà lo slump minore sarà la consistenza e maggiore sarà la lavorabilità.

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO AL CONO DI ABRAMS (mm)	DENOMINAZIONE DI CONSISTENZA	CAMPO DI APPLICAZIONE
S 1	Da 10 a 40	Umida	Cordoli marciapiedi
S 2	Da 50 a 90	Plastica	Cordoli, Forti pendenze, fognature
S 3	Da 100 a 150	Semifluida	Scale, coperture inclinate, rampe
S 4	Da 160 a 210	Fluida	Muri, solai, travi, fondazioni, pilastri
S 5	Oltre 220	Superfluida	Travi con basso livello di interfero, strutture sottili

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

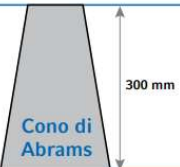
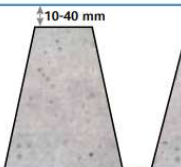
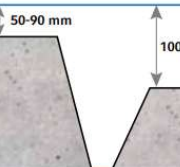
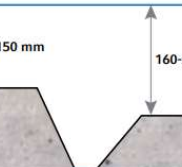
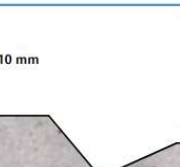
Guida alla classe di consistenza - Unical - Buzzi Unicem

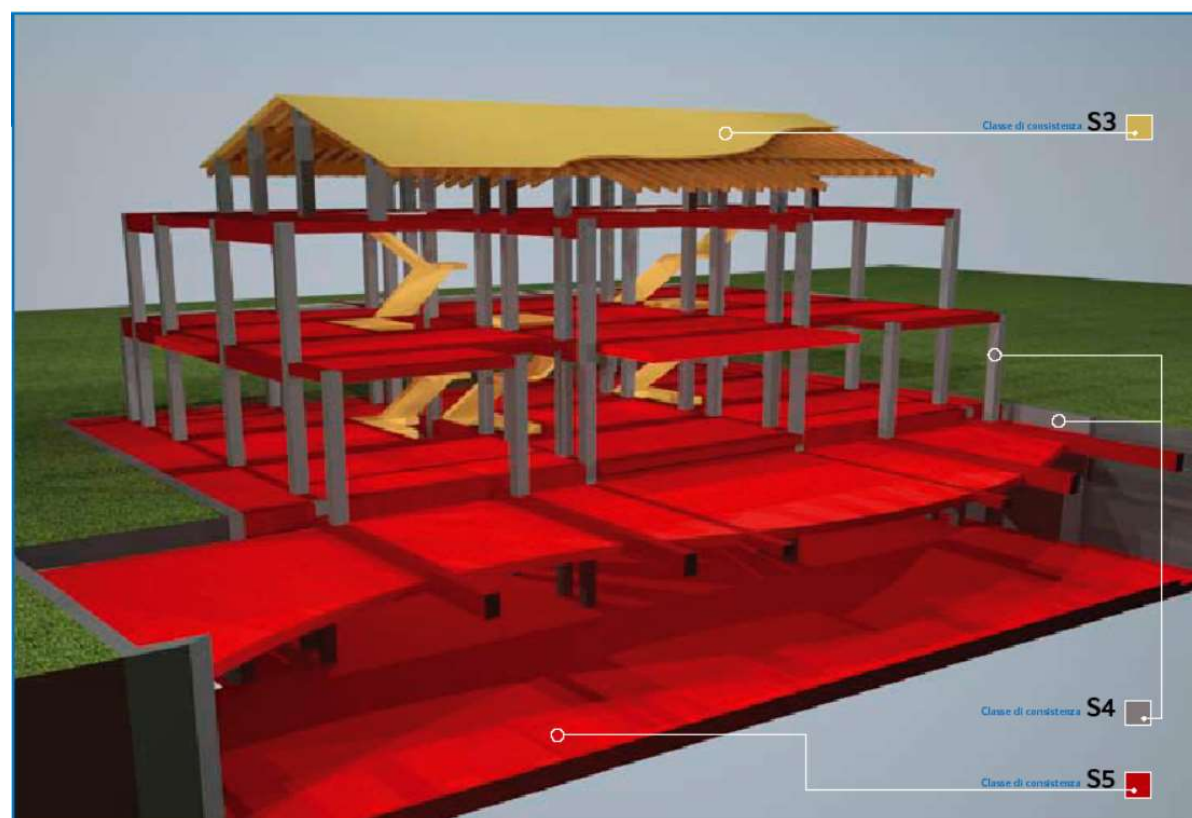


ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

					
Classe di consistenza	S1	S2	S3	S4	S5
Denominazione corrente	umida	plastica	semifluida	fluida	superfluida



Classi di consistenza consigliate per l'esecuzione di una palazzina.

Classe di consistenza consigliata	con pompa, con nastro, gru e benna e canala	D _{max} aggregato (mm)
archi rovesci	S3 e S4	30
basamenti	S4	30
calotte	S4 e S5	30
cordoli a canala	S4	20
diaframmi con pompa o tubo getto	S5	20
muri	S4	30
muri di basso spessore, setti	S5	20
muri di grande spessore	S4	30
muri fortemente armati	S5	30
pali, pozzi con pompa o tubo getto	S5	30
pavimenti industriali con esecuzione manuale	S5	30
pavimenti industriali eseguiti con laser screed	s.r. 150*	30
pilastrì	S4	30
pilastrì fortemente armati	S5	20
pile con cassero rampante	S4	30
platea di fondazione	S5	30
plinti	S5	30
pulvini con pompa	S5	30
scale	S3	20
sede stradale con vibrofinitrice	S2	30
setti e solette di basso spessore (loculi e simili)	S5	10
sili, ciminiere, vasche, serbatoi con casseri rampanti	S4	30
solai	S5	20
solette piene	S5	30
solette piene con forte pendenza	S4	30
spritz	S5	10
tetti	S3	20
travi rovesce	S5	30

*slump di riferimento

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



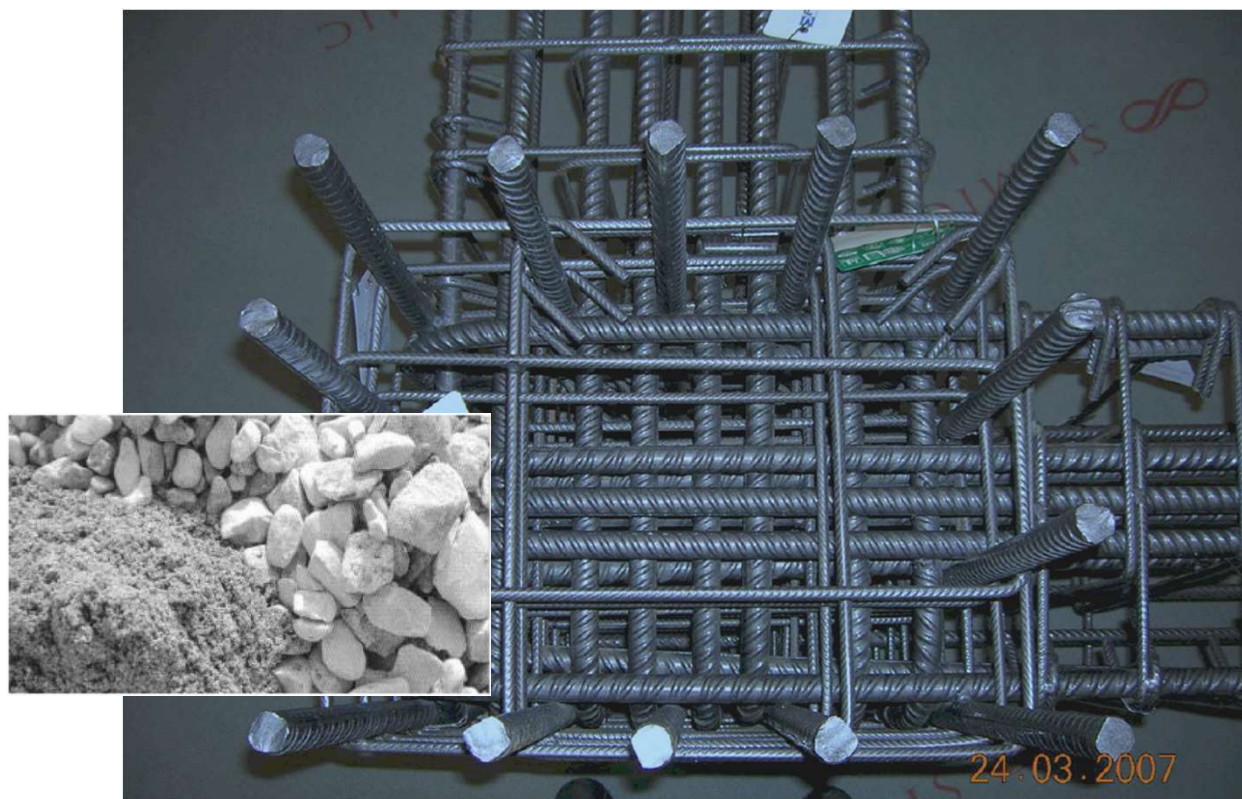
ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Il diametro massimo (D_{max}) indica la dimensione in mm del granulo più grande di aggregato impiegato nella composizione del calcestruzzo

Il Diametro Massimo nominale degli aggregati impiegati nel calcestruzzo è sempre indicato nei documenti di accompagnamento: la sua misura è fondamentale in relazione al copriferro ed all'interferro delle armature.



SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

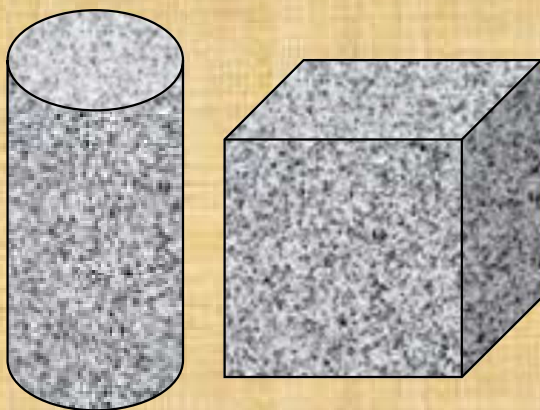


ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

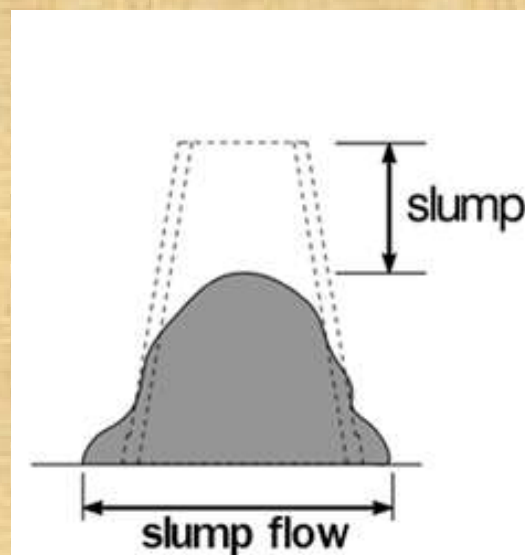
Laboratorio sperimentale di ingegneria

C 25/30



S4

D 22



SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

11.2.11. DURABILITÀ

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 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 delle presenti norme, 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 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici* facendo anche, in assenza di analisi specifiche, utile riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104. Inoltre 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 dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore 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.

4.1.6.1.3 Copriferro e interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo.

Gli elementi strutturali devono essere verificati allo stato limite di fessurazione secondo il § 4.1.2.2.4. Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature a tale scopo si può fare utile riferimento alla UNI EN 1992-1-1.

Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Il copriferro e l'interferro delle armature devono essere dimensionati anche con riferimento al necessario sviluppo delle tensioni di aderenza con il calcestruzzo.

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$\geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$\geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

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

I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC).

Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

UNI 11104:2016 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità -
Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 - **Prospetto 1**



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le Classi di esposizione
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 Corrosione indotta da carbonatazione. Nel caso in cui il calcestruzzo che contiene armatura o altri inserti metallici sia esposto all'aria ed all'umidità, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XC1	Permanentemente secco, acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria bassa. Calcestruzzo permanentemente immerso in acqua o esposto a condensa.
XC2	Prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco	Calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Calcestruzzo di strutture di contenimento acqua. Calcestruzzo di molte fondazioni.
XC3	Moderata o alta umidità dell'aria	Calcestruzzo in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità dell'aria da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo in esterni con superfici soggette a alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Calcestruzzo ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.

ORDINARIE

AGGRESSIVE

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

UNI 11104:2016

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità -
Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

Prospetto 1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le Classi di esposizione
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare. Nel caso in cui il calcestruzzo armato o con inserti metallici sia esposto ad acqua contenente cloruri da origini diverse da quelle dell'acqua di mare, inclusi i sali disgelanti, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XD1	Moderata umidità dell'aria	Calcestruzzo per ponti, viadotti o barriere stradali esposto all'azione aggressiva dei cloruri trasportati dall'aria ad esempio derivanti dall'uso di sali disgelanti.
XD2	Prevalentemente acquoso o saturo d'acqua, raramente secco	Calcestruzzo per impianti di trattamento acque o esposto ad acque contenenti cloruri, ad esempio acque industriali o di piscine
XD3	Ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua	Calcestruzzo esposto a spruzzi di soluzioni di cloruri, ad esempio derivanti da sali disgelanti. Calcestruzzo di opere accessorie stradali (muri di sostegno), parti di ponti, pavimentazioni stradali o industriali o di parcheggi.

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

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

UNI 11104:2016

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità -
Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

Prospetto 1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le Classi di esposizione
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare Nel caso in cui il calcestruzzo armato o con inserti metallici sia esposto ai cloruri dell'acqua di mare o all'aria che trasporta salsedine, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XS1	Aria che trasporta salsedine marina in assenza di contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo per strutture in zone costiere.
XS2	Acqua di mare	Calcestruzzo di parti di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Aree soggette a marea, moto ondoso, spruzzi di acqua di mare	Calcestruzzo di opere portuali, ad esempio banchine, moli, pontili. Calcestruzzo di opere di difesa marittima, ad esempio barriere frangiflutti, dighe foranee.

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

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

UNI 11104:2016

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità -
Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

Prospetto 1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le Classi di esposizione
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti Nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto ad un significativo attacco da cicli di gelo/disgelo, purché bagnato, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XF1	Condizioni che determinano una moderata saturazione del calcestruzzo, in assenza di agente disgelante	Calcestruzzo di facciate, colonne o elementi strutturali verticali o inclinati esposti alla pioggia ed ai cicli di gelo/disgelo.
XF2	Condizioni che determinano una moderata saturazione del calcestruzzo in presenza di agente disgelante	Calcestruzzo di facciate, colonne o elementi strutturali verticali o inclinati esposti alla pioggia ed ai cicli di gelo/disgelo in presenza di sali disgelanti, ad esempio opere stradali esposte al gelo in presenza di sali disgelanti trasportati dall'aria.
XF3	Condizioni che determinano una elevata saturazione del calcestruzzo in assenza di agente disgelante	Calcestruzzo di elementi orizzontali in edifici dove possono aver luogo accumuli d'acqua.
XF4	Condizioni che determinano una elevata saturazione del calcestruzzo con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	Calcestruzzo di elementi orizzontali, di strade o pavimentazioni, esposti al gelo ed ai sali disgelanti oppure esposti al gelo in zone costiere.

ORDINARIE

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

UNI 11104:2016

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità -
Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206

Prospetto 1

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono corrispondere le Classi di esposizione
6 Attacco chimico Nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto ad attacco chimico derivante da acque sotterranee o dal terreno, l'esposizione deve essere classificata come segue:		
XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206.
XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206.
XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo	Calcestruzzo esposto a terreno naturale e acqua del terreno con caratteristiche chimiche del prospetto 2 della UNI EN 206.

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

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

UNI EN 206-2021

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

Prospetto 2

prospetto 2 Valori limite per le classi di esposizione per l'attacco chimico nel terreno naturale e nell'acqua del terreno

Caratteristica chimica	Metodo di prova di riferimento	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/l	EN 196-2	≥200 e ≤600	>600 e ≤3 000	>3 000 e ≤6 000
pH	ISO 4316	≤6,5 e ≥5,5	<5,5 e ≥4,5	<4,5 e ≥4,0
CO ₂ mg/l aggressiva	EN 13577	≥15 e ≤40	>40 e ≤100	>100 fino a saturazione
NH ₄ ⁺ mg/l	ISO 7150-1	≥15 e ≤30	>30 e ≤60	>60 e ≤100
Mg ²⁺ mg/l	EN ISO 7980	≥300 e ≤1 000	>1 000 e ≤3 000	>3 000 fino a saturazione
Terreno				
SO ₄ ²⁻ mg/kg ^{a)} totale	EN 196-2 ^{b)}	≥2 000 e ≤3 000 ^{c)}	>3 000 ^{c)} e ≤12 000	>12 000 e ≤24 000
Acidità secondo Baumann Gully ml/kg	prEN 16502	>200	Non incontrato nella pratica	
<p>a) I terreni argillosi con una permeabilità minore di 10⁻⁵ m/s possono essere classificati in una classe inferiore.</p> <p>b) Il metodo di prova prescrive l'estrazione di SO₄²⁻ mediante acido cloridrico; in alternativa si può utilizzare l'estrazione con acqua, se nel luogo d'impiego del calcestruzzo vi è questa pratica.</p> <p>c) Il limite di 3 000 mg/kg deve essere ridotto a 2 000 mg/kg, nel caso in cui esiste il rischio di accumulo di ioni solfato nel calcestruzzo causato da cicli di essiccamento/bagnatura o suzione capillare.</p>				

Tecnolab srl

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione o attacco	Corrosione da carbonatazione				Corrosione da cloruri						Attacco gelo/disgelo				Ambienti chimici aggressivi		
						Acqua marina			Altri cloruri (diversi dall'acqua di mare)									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
Rapporto massimo a/c	-	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe di resistenza minima	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Contenuto minimo di aria (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	4,0 ^{a)}	-	-	-
Altri requisiti												Aggregati conformi al prEN 12620:2000 con sufficiente resistenza al gelo/disgelo				Cemento resistente ai solfati ^{b)}		

a)

Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni dovrebbero essere verificate conformemente ad un metodo di prova appropriato rispetto ad un calcestruzzo per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo per la relativa classe di esposizione.

b)

Qualora la presenza di SO₄²⁻ comporti le classi di esposizione XA2 e XA3, è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati. Se il cemento è classificato a moderata o ad alta resistenza ai solfati, il cemento dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA2 (e in classe di esposizione XA1 se applicabile) e il cemento ad alta resistenza, ai solfati dovrebbe essere utilizzato in classe di esposizione XA3.

SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO



ing. Andrea Basile

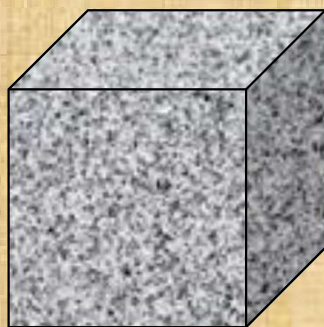
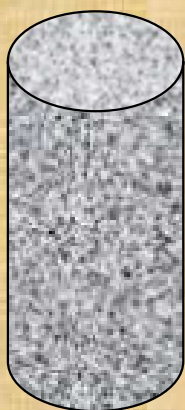
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

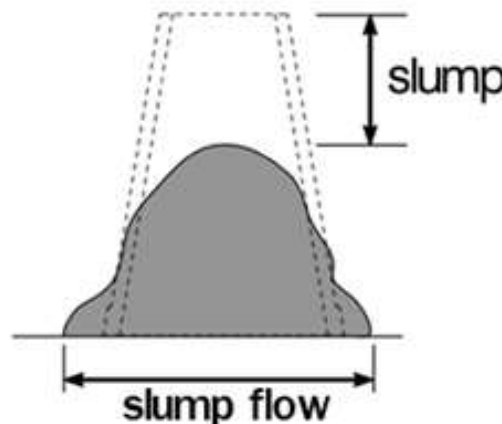
Riassumendo

Per prescrivere un calcestruzzo, ordinario, a prestazione garantita i requisiti di base sono:

0 - Richiesta di conformità alla UNI EN 206 e alla UNI 11104



1 - Classe di resistenza caratteristica minima a compressione



2 - Classe di consistenza



3 - Dimensione massima nominale dell'aggregato

4 - Classe di esposizione ambientale (prospetto 1- UNI 11104)

C 25/30

S4

D 22

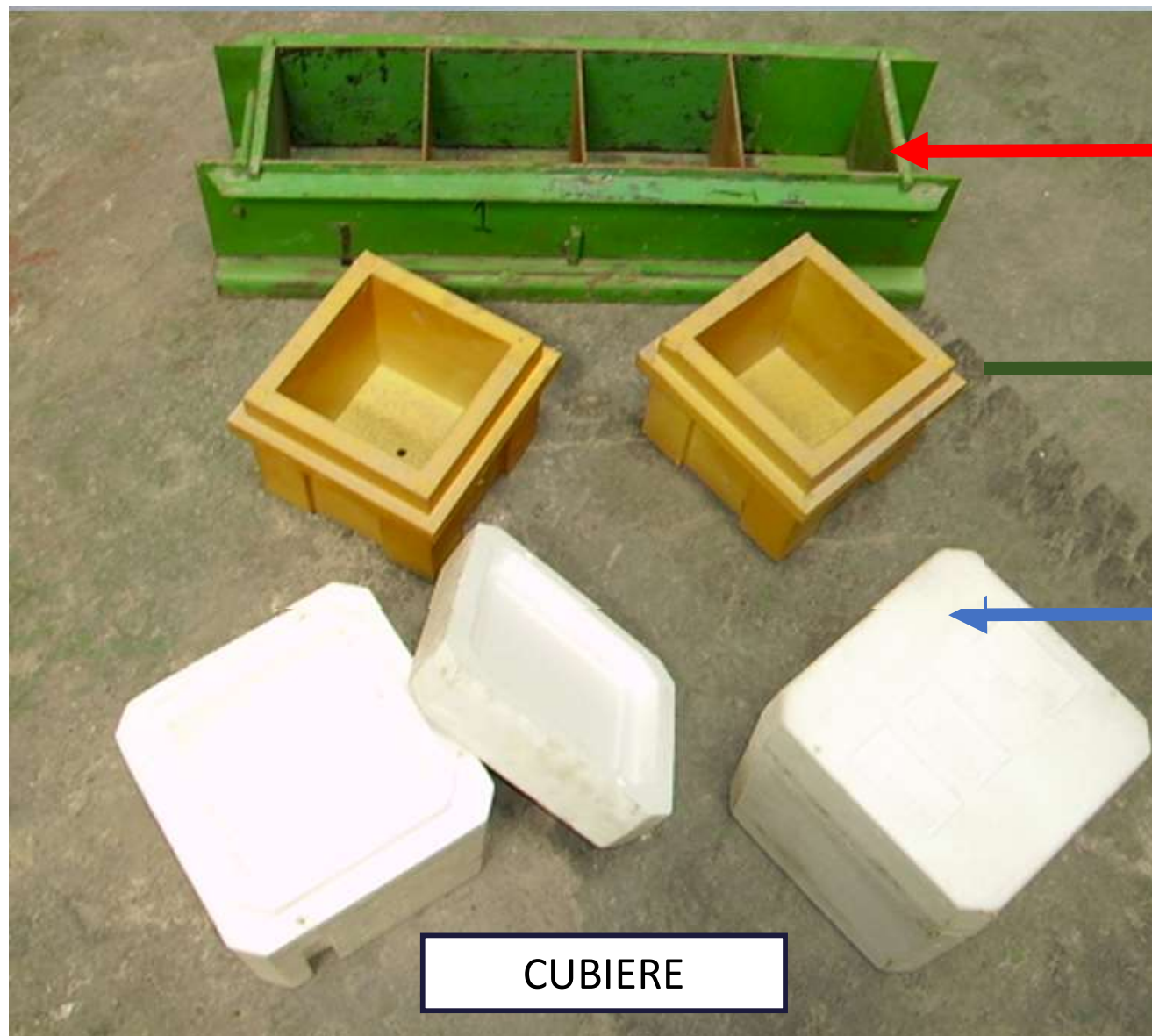
XC2

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria



Metallo

“PVC”

Polistirolo

CUBIERE

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

*La norma intende sottolineare le
RESPONSABILITÀ ATTRIBUITE PER LEGGE AL DIRETTORE DEI LAVORI,
che deve assicurare LA PROPRIA PRESENZA ALLE OPERAZIONI DI PRELIEVO
dei campioni di calcestruzzo nella fase di getto, provvedendo, o direttamente o tramite
PERSONA DI SUA FIDUCIA :*

- *a redigere apposito Verbale di prelievo;*
- *a fornire indicazioni circa le corrette modalità di prelievo dei campioni;*
- *a fornire indicazioni circa le corrette modalità di conservazione dei campioni in cantiere,
fino alla consegna al laboratorio incaricato delle prove;*
- *ad identificare i provini mediante sigle, etichettature indelebili, etc.;*
- *a sottoscrivere la domanda di prove al laboratorio, avendo cura di fornire, nella
domanda, precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun
prelievo, la data di prelievo, gli estremi dei relativi Verbali di prelievo;*
- *ALLA CONSEGNA DEI CAMPIONI PRESSO UNO DEI LABORATORI DI PROVA DI CUI ALL'ART.
59 DEL DPR N.380/2001.*

***Delle predette operazioni il Direttore dei lavori può incaricare un tecnico di sua fiducia,
ferma restando tuttavia la personale responsabilità ad esso attribuita dalla legge.***

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione

VA ESEGUITO ALLA PRESENZA DEL DIRETTORE DEI LAVORI O DI UN TECNICO DI SUA FIDUCIA

che provvede alla redazione di APPOSITO VERBALE DI PRELIEVO e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.;

la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali DEVE RIPORTARE RIFERIMENTO A TALE VERBALE.

in assenza del riferimento al verbale il laboratorio potrà emettere solo UN RAPPORTO DI PROVA E NON UN CERTIFICATO.

Nel caso l'identificazione dei provini sia carente o in assenza di una lettera d'ordine firmata in originale o spedita via pec dal DL (in cui si faccia chiaro riferimento alle dette etichettature e alle date di prelievo) IL LABORATORIO NON POTRÀ PROCEDERE NELL'ACCETTAZIONE DEL MATERIALE DI PROVA.

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori.

Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove.

I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

LE PROVE A COMPRESSIONE VANNO ESEGUITE CONFORMEMENTE ALLE NORME UNI EN 12390-3:2009, TRA IL 28° E IL 30° GIORNO DI MATURAZIONE E COMUNQUE ENTRO 45 GIORNI DALLA DATA DI PRELIEVO. IN CASO DI MANCATO RISPETTO DI TALI TERMINI LE PROVE DI COMPRESSIONE VANNO INTEGRATE DA QUELLE RIFERITE AL CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA [CAROTAGGI].

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Circa i tempi di consegna dei campioni al laboratorio prove è appena il caso di evidenziare l'opportunità che detta consegna in laboratorio avvenga intorno al 28° giorno di maturazione.

Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il laboratorio deve provvedere alla corretta conservazione dei campioni.

Al riguardo, ancorché la resistenza R_{ck} sia convenzionalmente definita come resistenza a 28 giorni di stagionatura, è tuttavia noto che alcuni giorni di ritardo non possano influire in modo significativo sui risultati dei controlli di accettazione.

Si ritiene quindi opportuno, laddove le prove non possano essere eseguite esattamente al 28° giorno di stagionatura, che le stesse siano comunque eseguite, salvo motivati casi particolari, entro un termine ragionevole non superiore a 45 gg dal prelievo.

La norma precisa infine che le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale; in tal caso, pertanto, il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del Certificato ufficiale valido ai sensi della legge n.1086/71, rilascia un semplice Rapporto di prova.

Inoltre, qualora il numero dei campioni di calcestruzzo consegnati in laboratorio sia inferiore a 6, il laboratorio effettua le prove e rilascia il richiesto Certificato, ma vi appone una nota con la quale segnala al Direttore dei lavori che:

“il numero di campioni provati non è sufficiente per eseguire il controllo di Tipo A previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Un prelievo consiste

nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di 2 provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la “Resistenza di prelievo” che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

Ai fini di un efficace controllo di accettazione di Tipo A, è evidentemente necessario che il numero dei campioni prelevati e provati sia non inferiore a 6 (3 prelievi), anche per getti di quantità INFERIORE a 100 m³ di miscela omogenea.

Ogni controllo di TIPO A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea.

Risulta quindi un controllo di accettazione [OVVERO 3 PRELIEVI = 6 CUBI] ogni 300 m³ massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.



ing. Andrea Basile
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Controllo di tipo A

Ogni controllo di TIPO A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea.

Risulta quindi un controllo di accettazione [OVVERO 3 PRELIEVI = 6 CUBI] ogni 300 m³ massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

CALCESTRUZZO: CONTROLLO DI ACCETTAZIONE TIPO A

(N.T.C. 2008 11.2.5 e 11.2.5.1)

normativa

Descrizione della struttura

Di seguito viene riportato il controllo di accettazione delle miscele omogenee di calcestruzzo

RISULTATI DEI PROVINI DI CALCESTRUZZO

Sigla	Resistenze (N/mm ²)		Resistenza media (N/mm ²)
prelievo	n° 1	n° 2	
P1	43,00	42,50	42,75
P2	36,10	30,00	33,05
P3	31,00	37,02	34,01

R1 =	33,05	N/mm ²
R2 =	34,01	N/mm ²
R3 =	42,75	N/mm ²
Rm =	36,60	N/mm ²

Resistenza caratteristica di progetto delle strutture :

Rck =	35	N/mm ²
-------	----	-------------------

Limiti di resistenza di normativa

Rm lim = Rck + 3,5 =	38,5	N/mm ²
Rmin lim = Rck - 3,5 =	31,5	N/mm ²

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Resistenza media Rm =	36,60	N/mm ²
Resistenza minima =	33,05	N/mm ²

Rm =	<	38,5	controllo non soddisfatto
R1 =	>	31,5	controllo soddisfatto

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

M_INF.CSLP.REGISTRO UFFICIALE.U.0004179.19-06-2014
Documento sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 82/2005 art. 21



*Presidenza del Consiglio Superiore dei
Lavori Pubblici*

Servizio Tecnico Centrale

VIA NOMENTANA 2 – 00161 ROMA

TEL. 06.4412.4101, FAX 06.4426.7383

cslp.div-technical@pec.mit.gov.it

Ai Laboratori autorizzati per le
Prove sui materiali da costruzione
LORO SEDI

Oggetto: DRR n.380/2001, Art.59 – Circolare n.7617/2010

Autorizzazione per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali.

Per quanto sopra, pena la sospensione dell'attività, senza escludere la revoca per i casi di inadempienza più gravi, è fatto assoluto divieto di:

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

- certificare prove le cui richieste non siano regolarmente sottoscritte dal Direttore dei lavori o altra figura titolata a richiedere prove ufficiali (collaudatore, RUP, CTU, etc.); in tali casi devono invece rilasciarsi semplici rapporti di prova, precisando, nel medesimo rapporto di prova, che lo stesso non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71;
- accettare richieste di prova non in originale (fax, fotocopie o altro), salvo che le stesse non siano trasmesse via PEC; in tal caso oltre alla richiesta deve essere conservata – in formato elettronico o cartaceo - anche la mail di trasmissione, dalla quale sia possibile rilevare l'indirizzo elettronico del mittente;
- accettare campioni di calcestruzzo privi di un contrassegno; tutti i campioni devono essere identificati mediante sigle apposte direttamente dal richiedente, che devono corrispondere, evidentemente, alle sigle riportate sulla richiesta;
- accettare campioni che rechino segni evidenti che mettano in dubbio il regolare prelievo dall'opera indicata dalla richiesta (ne sono un esempio il segno di vecchie etichette rimosse, ovvero la presenza di altre sigle pregresse rispetto a quelle indicate sulla richiesta); campioni che presentino tali anomalie devono essere respinti;
- eseguire prove sui cubetti di calcestruzzo senza aver preventivamente verificato le condizioni di planarità e verticalità; si evidenzia al riguardo che, in media, ad avviso di questa Divisione, almeno il 30-40 % dei campioni non sono a norma, in particolar modo quelli prelevati con casseforme in polistirolo; una percentuale di campioni rettificati prossima allo zero, come si riscontra in alcuni laboratori, indica quindi presumibilmente un mancato controllo dei requisiti;

PRELIEVO DEI CAMPIONI



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

- conservare in laboratorio, anche provvisoriamente, campioni che non siano regolarmente accettati, anche quando non siano destinati a prova; in tal caso vanno comunque accettati ed identificati, motivando la permanenza in laboratorio;
- accettare campioni non accompagnati dalla relativa richiesta; strane motivazioni tipo dimenticanze, contrattempi, assenza della Direzione lavori o altro, non costituiscono comunque motivo sufficiente;
- non essere in grado di effettuare regolarmente le prove sugli acciai; ad esempio non essendo in grado di utilizzare, su richiesta dell'ispettore del Servizio o dell'utente, gli opportuni estensimetri; in particolare per gli acciai da precompresso;
- non riportare sui certificati del calcestruzzo, gli estremi dei verbali di prelievo, ovvero la segnalazione che la richiesta ne era priva.



11.2.6. CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione.

Nel caso in cui:

- a) le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure
 - b) sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo, oppure
 - c) sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, oppure
 - d) si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera,
- si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

CONTROLLO DEL CALCESTRUZZO IN OPERA



ing. Andrea Basile

Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Tali prove non sono, in ogni caso, sostitutive dei controlli di accettazione, ma potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ, R_{ckis} o f_{ckis}) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto R_{ck} o f_{ck} .

Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*.

CONTROLLO DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

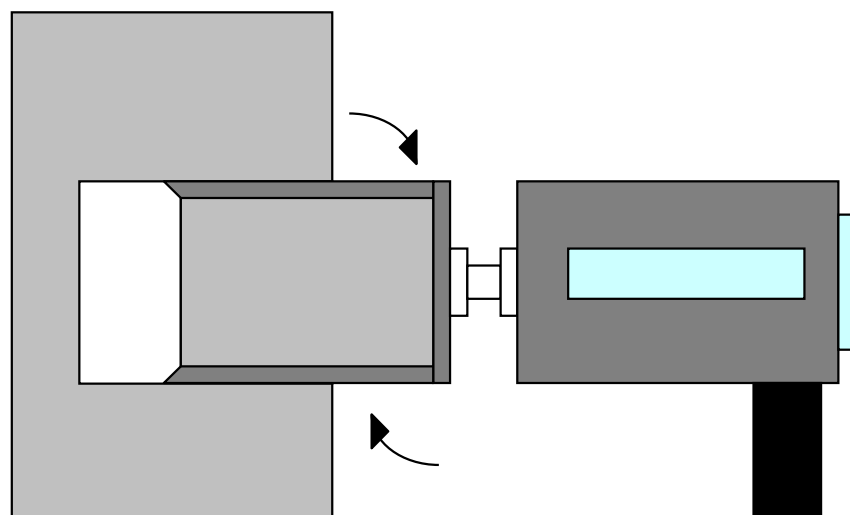


ing. Andrea Basile

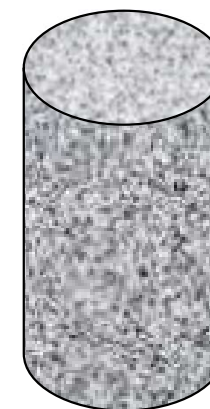
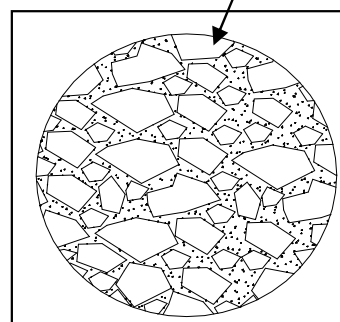
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Valutazione della resistenza cubica del cls sulla base di quella cilindrica determinata con prove su carote. UNI EN 12504-1

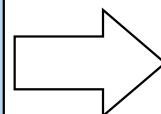


Inerte Tagliato

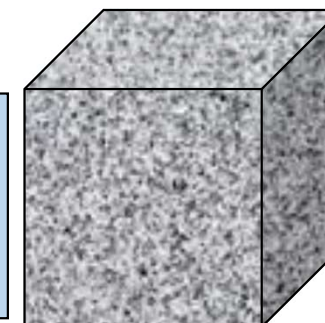


Valore CILINDRICO

**DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE
DI RESISTENZA DEL CONGLOMERATO
MEDIANTE PROVE DISTRUTTIVE**



**Resistenza
CUBICA**





K = Coefficiente che tiene conto della direzione di perforazione

K = 2.00 per perforazioni orizzontali

K = 1.84 per perforazioni verticali

ψ = Coefficiente di compattazione del conglomerato = 1.5

φ = Coefficiente di passaggio dal valore cilindrico della resistenza a quello cubico per effetto forma (è funzione della stessa resistenza) .

n = Rapporto tra altezza e diametro della carota

R'carota	φ
20	1.25
25	1.20
30	1.17
35	1.14
40	1.13
45	1.11
50	1.10

Fd = Coefficiente di disturbo arrecato al campione

R'carota	Fd
10	1.10
20	1.09
25	1.08
30	1.06
35	1.04
40	1.00

$$F_{l/d} = 1 - (0.3 - 4.3 \cdot 10^{-4} \cdot f_{carota}) \cdot (2 - n)^2$$

Diametro	F _{dia}	n	c
50	1.06	1	0.92
150	1.00	2	1.00
200	0.98		

F _{mc}	Condizioni del provino
0.98	provino asciutto
1.00	provino chiuso in busta
1.09	provino messo in acqua per 48h

1. Rck 1

Barbarito (1984)

$$R_{Calcolato} = \frac{K_a \cdot \phi \cdot \psi}{1.5 + \frac{1}{n}} \cdot f_{Carota}$$

2. Rck 2

NTC 11.2.6+C11.2.6

Linea Guida CLS in opera rev. 2017

$$R_{Calcolato} = \frac{(f_{Carota} \cdot F_d) / 0.85}{(n - 1) \cdot 0.83 - (n - 2)}$$

3. Rck 3

A.C.I. 214. 4R-03 (2003)

$$R_{calcolato} = \frac{F_{l/d} \cdot F_{dia} \cdot F_{mc} \cdot F_d}{0.83} f_{carota}$$

4. Rck 4

Linee Guida anno 2008

Consiglio Sup. sui Lavori Pubblici

$$R_{calcolato} = \frac{1 + 0.25 \cdot (n - 1)}{0.85} f_{carota}$$

5. Rck 5

N. Augenti (2003)

$$R_{Calcolato} = \frac{0.83 \cdot (f_{Carota})^{1.10}}{c}$$



$$\frac{Rck_1 + Rck_2 + Rck_3 + Rck_4 + Rck_5}{5}$$



ing. Andrea Basile
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

NTC 2018 Cap. 11.2.6

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ, $R_{ck, is}$ o $f_{ck, is}$) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto R_{ck} o f_{ck} . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle

Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE
CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA
3.2 e successivi. Rev. settembre 2017

NEL CASO $H/D = 1$

a) numero delle carote prelevate maggiore o eguale a 15

la resistenza cilindrica (cubica) caratteristica in sito $f_{ck, is}$ ($R_{ck, is}$) è il valore inferiore tra:

$$R_{ck, is 1} = R_{m(n), is} - 1.48 * s$$

$$R_{ck, is 2} = R_{is, lowest} + 4$$

dove:

n = numero di campioni prelevati

$R_{m(n), is}$ = valore medio della resistenza a compressione degli n campioni (rammentando che per ciascun campione (i), la resistenza $f(i)$ deve essere moltiplicata per il relativo Fattore di disturbo $F_d(i)$)

$R_{is, lowest}$ = valore minore fra le resistenze degli n campioni

s = scarto quadratico medio

b) numero delle carote compreso tra 4 e 14

la resistenza cilindrica (cubica) caratteristica in sito $f_{ck, is}$ ($R_{ck, is}$) è il valore inferiore tra:

$$R_{ck, is} = R_{m(n), is} - k$$

$$R_{ck, is} = R_{is, lowest} + 4$$

dove:

$k = 5$ per n (numerosità dei campioni prelevati) compreso tra 10 e 14

$k = 6$ per n compreso tra 7 e 9

$k = 7$ per n compreso tra 4 e 6

(caso da prendere in considerazione solo per opere di particolare semplicità)



INDICAZIONI DI CUI A											
LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA C.S.LL.PP. - Settembre 2017 - Cap. 3 Norme tecniche per le costruzioni 2018 par.11.2.6											
n.	C O R P O	SIGLA	ELEMENTO		H/D	f _{carota}	F _d	R _{c, is}	R _{c, is} /0,85	s _{carto}	s _{carto} ²
						[Mpa]		[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]	[Mpa]
1	I	C1	TR 10-11	Fond.	1,00	25,10	1,0765	27,03	31,80	4,97	24,72
2		C2	TR 13-20	Fond.	1,00	14,41	1,0952	15,79	18,57	-6,27	39,28
3		C3	PIL 10	P.T.	1,01	21,17	1,0856	22,99	27,04	0,93	0,87
4		C4	TR 13-14	P.T.	1,00	18,94	1,0894	20,64	24,28	-1,42	2,01
5		C5	PIL 13	P.1°	1,00	22,71	1,0824	24,59	28,92	2,53	6,40
6		C6	TR 10-17	P.1°	1,02	16,94	1,0922	18,50	21,76	-3,56	12,66
7	H	C1	PIL 11	P.1°	1,00	20,64	1,0866	22,43	26,38	0,37	0,14
8		C2	TR 12-13	P.1°	1,02	22,70	1,0825	24,57	28,91	2,52	6,34
9		C3	PIL 13	P.T.	1,00	14,97	1,0946	16,39	19,28	-5,67	32,10
10		C4	TR 10-11	P.T.	1,00	17,73	1,0912	19,35	22,76	-2,70	7,32
11		C5	TR 12-13	Fond.	1,02	13,32	1,0964	14,60	17,18	-7,45	55,58
12		C6	TR 3-10	Fond.	1,00	20,11	1,0875	21,87	25,73	-0,18	0,03
13	G	C3	TR 14-21	Fond.	1,00	26,09	1,0737	28,01	32,96	5,96	35,51
14		C4	TR 7-14	Fond.	1,02	18,79	1,0896	20,48	24,09	-1,58	2,49
15	F	C1	TR 4-32	Fond.	1,00	23,59	1,0804	25,48	29,98	3,43	11,76
16		C2	TR 21-18	Fond.	1,00	26,97	1,0709	28,89	33,98	6,83	46,67
17		C3	TR 8-9	Fond.	1,00	21,51	1,0849	23,34	27,46	1,29	1,65
MEDIA =								22,05	25,95		4,10

R_{is} = resistenza strutturale

R_c = resistenza potenziale

$$R_{c, is} = (f_{carota} \cdot F_d) \quad \text{per rapporto } n = H/D \text{ pari ad } 1$$

f _{carota} [N/mm ²]	10	20	25	30	35	40
F _d	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Numero Campioni = 17

k = CASO a)

R_{m(n), is} = 22,1 Mpa

R_{α, is 1} = 16,0 Mpa

R_{α, is 2} = 19,8 Mpa

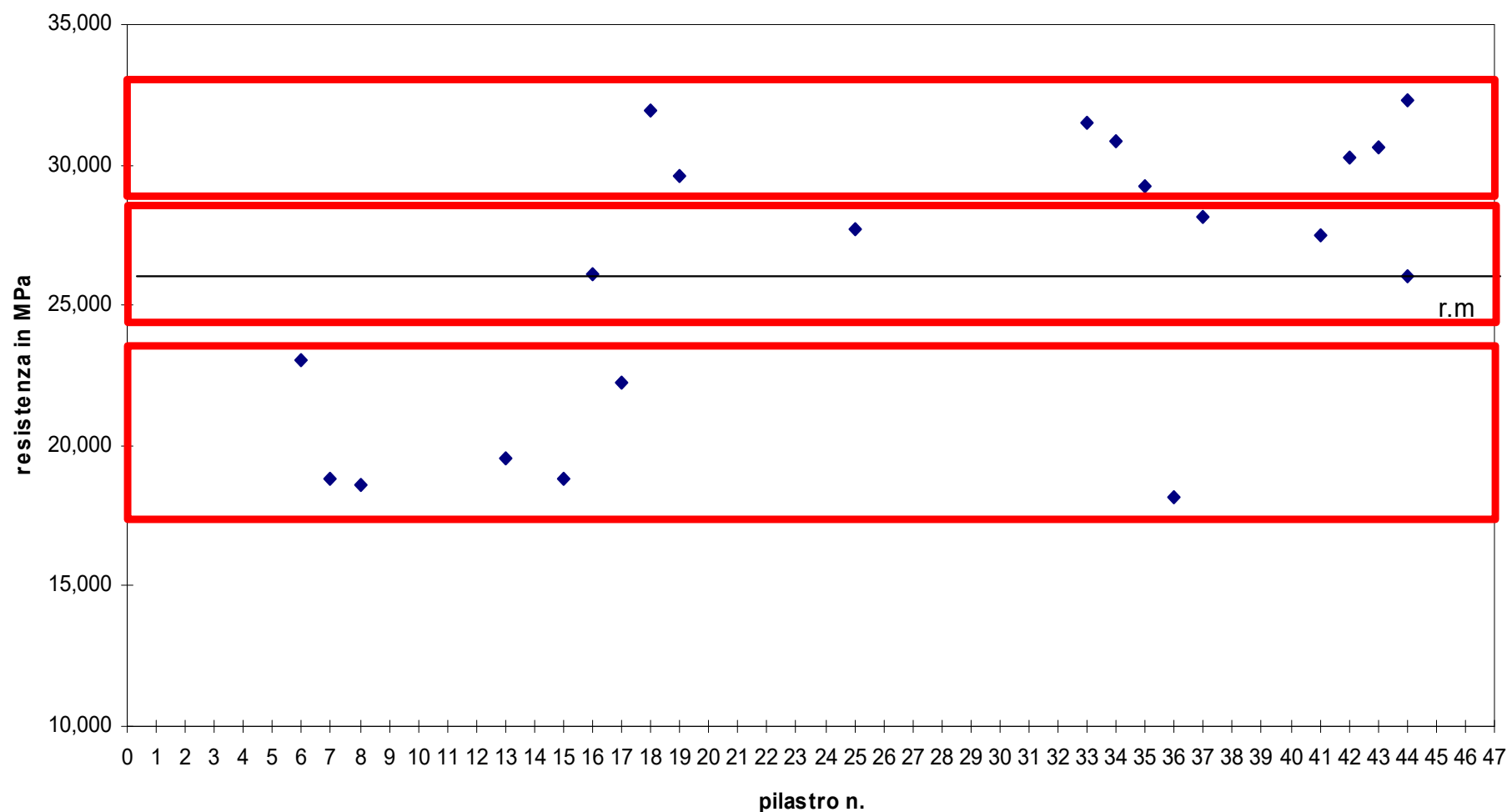
$$R_{ck} = R_{c, is} / 0,85 = 18,8 \text{ Mpa}$$



ing. Andrea Basile
Tecnolab srl

Laboratorio sperimentale di ingegneria

Andamento delle resistenze



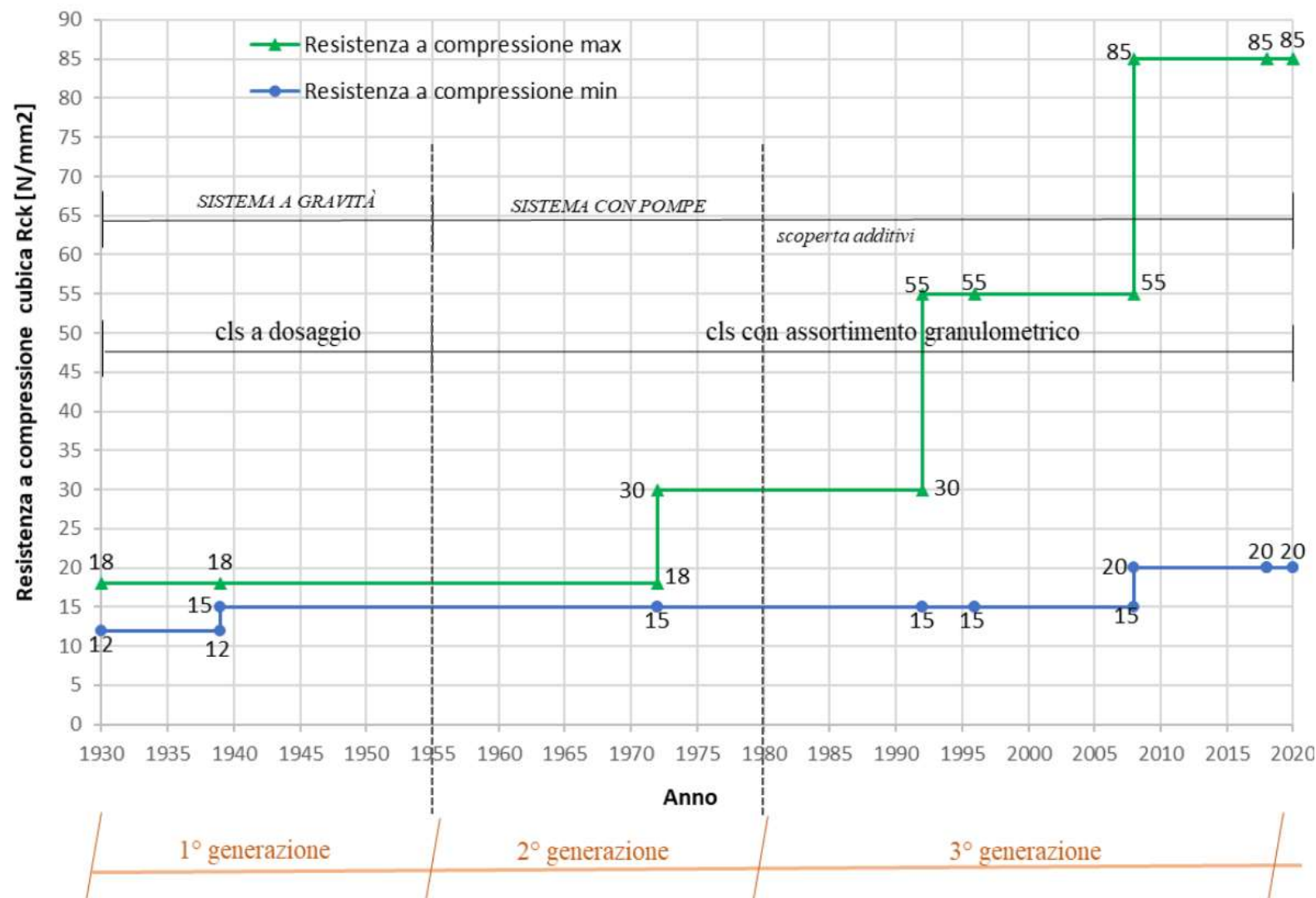


Figura 1- Evoluzione fisica e meccanica del calcestruzzo negli anni: Preparazione impasto, getto e resistenza cubica- Definizione delle generazioni del calcestruzzo



Bibliografia

- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018);
- Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 Gennaio 2019 contenente le “Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.
- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale, Settembre 2017.
- Guida alla classe di consistenza - Unical - Buzzi Unicem
- La corretta prescrizione del calcestruzzo – Atecap
- **UNI 11104:2016** Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206
- **UNI EN 206-2021** Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE!



Tecnolab srl Laboratorio sperimentale di ingegneria

Sede Legale Via Santella Parco La Perla - 81055 S. Maria Capua Vetere (CE)
Sede Laboratorio Napoli, Via S. Maria del Pianto, 80 - 80143 Napoli (NA)

ing. Andrea Basile

Iscrizione C.C.I.A.A. n° 201023
Part. IVA 02856650615 sito:

e-mail: 1tecnolab@virgilio.it
www.tecnolabnapoli.it

Aut. Min. n° 51185 del 03/12/2003 Tel. 081.2507107 - Fax 081.19560514