



con il Patrocinio del



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

**“Dalle norme al cantiere:
controlli, garanzie e
responsabilità nelle forniture
di calcestruzzo armato.
Istruzioni Operative per
l’Impresa e la D.L.”**



11.11.11

11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.1 GENERALITÀ

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

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

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

CASO A: materiali strutturali per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata

- il loro impiego è possibile solo se provvisti di **marcatatura CE**

CASO B: materiali strutturali per i quali non sia disponibile una norma europea armonizzata oppure esiste ma è sottoposta al periodo di coesistenza

- il loro impiego è subordinato alla **Qualificazione del Processo di Produzione** (FPC, AdQ,..) con le procedure indicate nelle NTC oppure **marcatatura CE** se esiste un periodo di coesistenza

CASO C: materiali strutturali innovativi o non ricadenti nei casi precedenti

- il loro impiego è possibile solo con il benestare del Servizio Tecnico Centrale (CSLLPP) attraverso il rilascio del **Certificato Idoneità Tecnica all'Impiego**

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

CASO B

Acciaio e armature per c.a.



calcestruzzo



INTRODUZIONE

ACCIAIO vs ARMATURA

INTRODUZIONE

Anche il settore dell'acciaio per armature per calcestruzzo armato è stato profondamente innovato dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Tra **le novità** principali si annoverano:

- la **nuova classificazione** che, a prescindere dal processo di produzione, classifica gli acciai con una sola resistenza (**B450**) e **due classi di duttilità** (A = bassa; C = alta), quindi due tipi di acciai per c.a.: B450 C e B450 A in ragione del sorpassato FeB 44k;
- la **nuova gamma dimensionale** per barre, rotoli, reti e tralicci (gli acciai B450 C in barre possono essere impiegati dal Ø6 sino al Ø40 contro il Ø32 del FeB 44k, mentre per gli acciai B450 A il diametro delle barre deve essere compreso tra Ø5 e Ø10 mm);
- l'introduzione di **nuove caratteristiche meccaniche** (A_{gt} e f_t/f_y);
- **nuovi criteri per l'accettazione** del materiale in cantiere;
- l'introduzione del **concetto di armatura** e di progettazione delle armature;
- l'introduzione dei **Centri di Trasformazione**;
- **nuovi sistemi di qualificazione e marchiatura all'origine** operata dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.1.5 ACCIAIO PER C.A.: nuova classificazione

B450C

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm ²

	CARATTERISTICHE
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y \text{ nom}}$ N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t \text{ nom}}$ N/mm ²
$(f_t/f_y)_k$	$1,15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$:	$\geq 7,5 \%$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento:	
per $\varnothing \leq 12 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
per $12 < \varnothing \leq 16 \text{ mm}$	6 $\varnothing$
per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$	8 $\varnothing$
per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$	10 $\varnothing$

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.1.5 ACCIAIO PER C.A.: nuova gamma dimensionale

GAMMA DIMENSIONALE		
B450C	BARRE Ø 6-40	ROTOLI, RETI E TRALICCI Ø 6-16
B450A	RETI E TRALICCI Ø 5-10	

Tolleranza in % sulla sezione	
$5 \leq \varnothing \leq 8$	$8 < \varnothing \leq 50$
±6	±4,5

11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE

I Centri di Trasformazione sono stati normati dal D.M. del 14/01/2008 al punto 11.3.1.7. All'interno di questo paragrafo vengono definiti i Centri di Trasformazione dell'acciaio e riportati gli obblighi per poter lavorare l'acciaio in Italia:

“Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni....”

Il D.M. del 14/01/2008 al punto 11.3.1.7, oltre a definire i Centri di Trasformazione, obbliga questi ultimi ad essere accreditati presso il Servizio Tecnico Centrale ed elenca gli adempimenti indispensabili per ottenere l'accreditamento.

I centri di Trasformazione privi di accredito non possono esercitare l'attività di presagomatura dell'acciaio per c.a.

11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Le norme di riferimento per la presagomatura dell'acciaio per calcestruzzo armato sono le seguenti:

- **D.M. del 14/01/2008**, Norme Tecniche per le Costruzioni;
- **UNI EN ISO 3766**, rappresentazione delle armature del calcestruzzo;
- **UNI EN 13670**, esecuzione di strutture di calcestruzzo;
- **UNI EN ISO 17660-2**, saldatura degli acciai d'armatura.

OBBLIGHI DEI CENTRI DI TRASFORMAZIONE

- 1 Qualità acciaio ([p.11.3.2.](#))
- 2 Documentazione di accompagnamento delle forniture di acciaio ([p.11.3.1.5.](#))
- 3 Rintracciabilità dell'acciaio ([p.11.3.1.7.](#))
- 4 Caratteristiche del processo produttivo ([p.11.3.1.7.](#))
- 5 Nomina di un Direttore Tecnico di Stabilimento ([p.11.3.1.7.](#))
- 6 Documentazione di accompagnamento delle forniture di presagomato ([p.11.3.1.7.](#))
- 7 Controlli nei centri di trasformazione ([p.11.3.2.10.3.](#))
- 8 Dichiarazione al Servizio Tecnico Centrale ([p.11.3.1.7.](#))
- 9 Attestato di Qualificazione ([p.11.3.1.7.](#))

Nel D.M. del 14/01/2008 i due tipi di prodotto (acciaio per c.a. e armature per c.a.) sono differenziati dai seguenti quattro punti:

- a) Documentazione di accompagnamento;
- b) Marchiatura;
- c) Controlli di accettazione in cantiere;
- d) Verifiche in cantiere.

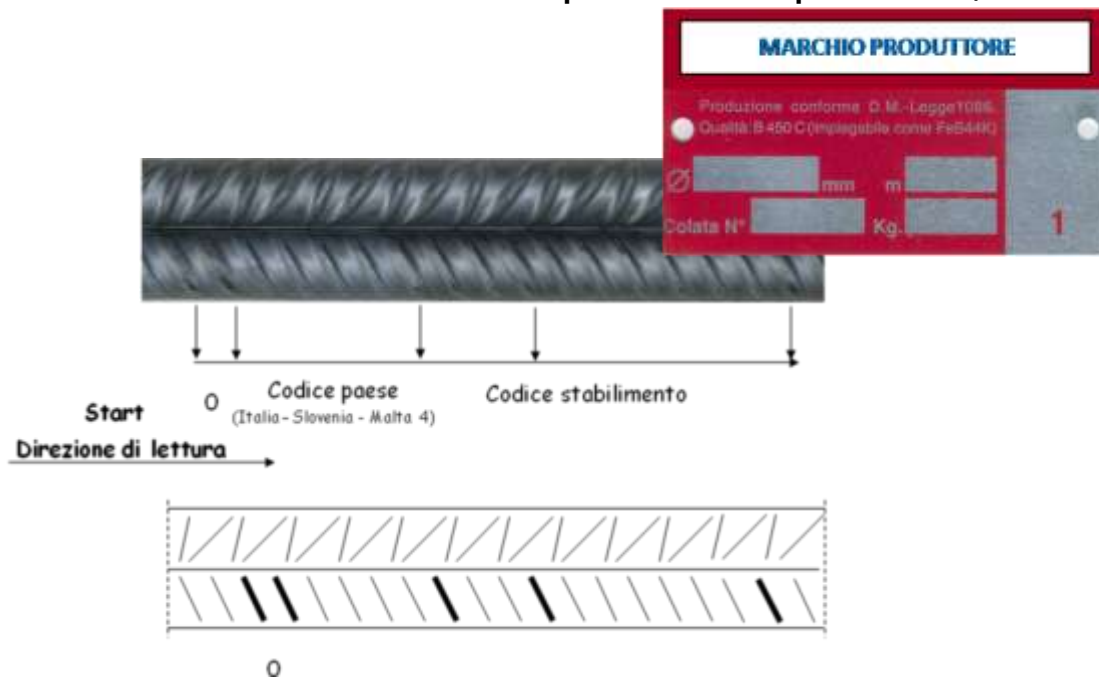
PRESCRIZIONE DI CAPITOLATO:

- Fornitura e posa di acciaio qualità B450C presagomato secondo EN 13670;
- Fornitura e posa di acciaio qualità B450C presagomato secondo EN 13670 con procedure di tracciabilità e di controllo in stabilimento predisposte in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2008 e certificato da parte di organismo terzo indipendente.

11.3.1.5 FORNITURA DI ACCIAIO PER C.A.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare che tutte le forniture siano accompagnate da:

- ddt e copia dell' **Attestato di Qualificazione**;
- **etichetta** su ogni fascio di barre;
- **marchio di laminazione** impresso sul prodotto;



11.3.1.5 FORNITURA DI ACCIAIO PER C.A.

marchio di laminazione impresso sul prodotto:

PAESE	NR. IDENTIFICATIVO PAESE
Austria, Repubblica Ceca, Germania, Polonia, Repubblica Slovacca	1
Belgio, Olanda, Lussemburgo, Svizzera	2
Francia, Ungheria	3
Italia, Malta, Slovenia	4
Inghilterra, Irlanda, Islanda	5
Danimarca, Estonia, Finlandia, Lettonia, Lituania, Norvegia, Svezia	6
Portogallo, Spagna	7
Cipro, Grecia	8
Altri Paesi	9

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE (BARRE)

Il **Direttore dei Lavori deve vigilare** che (§ 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008):

- il materiale utilizzato sia qualificato;
- vengano effettuate le prove di accettazione secondo quanto disposto dal § 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- nella preparazione delle armature venga rispettato quanto previsto dalla EN 13670 e che i macchinari presenti in cantiere siano adeguati alle lavorazioni da eseguire;
- le operazioni di piegatura e di saldatura non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto (EN 13670);
- in caso di saldature ci siano le abilitazioni dei macchinari e del personale nei confronti delle norme europee di riferimento (EN 17660-2).

VIGILANZA SULLA PREPARAZIONE DELL'ARMATURA

Il sottoscritto ing. **Alberto Bianchi**, iscritto all'ordine degli ingegneri, al n° 999, in qualità di Direttore dei Lavori di:

Cantiere : Vicenza, via stretta
Tipologia : Case a schiera

DICHIARA

che il materiale di seguito elencato è stato utilizzato per la seguente destinazione:

Parte d'opera : Fondazioni

Il materiale è stato sagomato in cantiere dalla ditta: **Costruzioni Generali srl**

Il materiale è costituito da acciaio in barre per cemento armato tipo B450C, destinato agli elementi strutturali di seguito riportati.

Riepilogo materiale per Elemento			
Elemento	Peso (kg)	N°Pezzi	Ø utilizzati
elevazione	440	50	14
fondazione	192	50	14
fondazione + elevazione	120	30	12
Totale:	752	130	12, 14

Le acciaierie produttrici del materiale sopra indicato sono le seguenti:

Riepilogo materiale per diametro e acciaieria			
Ø	Peso(kg)	Acciaieria 1	Acciaieria 2
12	120	Alfa Acciai	Ferriere Nord
14	632	Riva Acciaio	
Totale:	752		

Il materiale è stato ricevuto in cantiere in data 10/09/2010, i provini sono stati inviati al laboratorio in data 16/09/2010.

Durante la sagomatura, la Direzione dei Lavori certifica che:

- In cantiere sono presenti i mandrini di diametro 48, 56 mm
- Il mandrino utilizzato per le pieghe è conforme alle specifiche di esecuzione riportate all'interno del progetto esecutivo e comunque rispettoso della norma EN 13670;
- La temperatura dell'aria, durante le operazioni di sagomatura, è sempre stata superiore ai 5° C;
- Le piegature sono state eseguite in una unica operazione;
- Non è stato utilizzato acciaio in rotoli.

Si allega inoltre:

- Attestati di qualificazione delle acciaierie produttrici dell'acciaio utilizzato;
- Prove di accettazione secondo quanto disposto dall'art. 11.3.2.10.4 del D.M. 14/01/2008;
- (opzionale in caso di saldature sulle barre in cantiere) Prove sulle saldature e abilitazione del personale nei confronti delle norme europee di riferimento (EN 13670-2).

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE:

FORNITURE DI PRESAGOMATO

In caso di forniture di armature presagomate e/o preassemblate, il D.L. deve verificare preliminarmente il possesso dei requisiti di cui al §11.3.1.7 delle NTC.

In particolare:

- ❑ gli estremi dell'**Attestato di Denuncia dell'Attività** di Centro di Trasformazione;



ATTESTATO DI DENUNCIA DELL'ATTIVITA' DI CENTRO DI TRASFORMAZIONE

N. *xy/09*

In conformità al DM 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" si attesta che la Ditta:

ANSFER

per il proprio stabilimento di:

Via Tal dei Tali 44 - 00100 CITTA' (RM)

ha depositato presso il Servizio Tecnico Centrale la documentazione inerente il possesso dei requisiti richiesti dalla norma per la lavorazione dell'acciaio finalizzata alla:

SAGOMATURA FERRO PER C.A.

Ogni confezione del prodotto lavorato è riconducibile alla Ditta di cui sopra, con tutte le informazioni utili ad individuare la commessa, attraverso la seguente etichetta:



**ASSOCIAZIONE
PRESAGOMATORI
ACCIAIO PER
CEMENTO ARMATO**

Prodotto in Italia
Stabilimento di CITTA'
Via Tal dei Tali 44 - 00100 CITTA' (RM)
Tel 0115-498788 - fax 0115-887038

Il presente attestato di deposito ha il solo obiettivo di identificare il Centro di Trasformazione. In tal senso l'attestato di deposito non è finalizzato a certificare la concreta idoneità tecnica del prodotto di lavorazione alle diverse utilizzazioni cui può essere destinato e non può trasferire la responsabilità del Centro di Trasformazione e del progettista al Servizio Tecnico Centrale, restando nella responsabilità delle figure suddette ogni specifica applicazione del prodotto. Il presente attestato ha validità sino a che le condizioni iniziali, sulla base delle quali è stato rilasciato, non subiscano modifiche significative.

Roma, 20.04.2009

 **A DIRIGENTE DEL SERVIZIO TECNICO CENTRALE**
Antonio LUCCHESI

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 gennaio 2008
in materia di norme tecniche per le costruzioni
Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 gennaio 2008
in materia di norme tecniche per le costruzioni
Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 gennaio 2008
in materia di norme tecniche per le costruzioni

Via Nomentana, 2 - 00101 Roma
Tel. 06.4412.4101 - Fax 06.4426.7381

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE (PRESAGOMATO)

In analogia con quanto previsto per le barre (§ 11.3.1.5), nel caso il presagomato provenga da un centro di trasformazione non accreditato, il Direttore dei Lavori deve rifiutare il materiale. Qualora il materiale fosse sottoposto a prove (§ 11.3.2.10.4), il laboratorio deve indicare eventuali mancanze nel certificato di prova, in modo tale che non possa essere utilizzato per gli usi previsti dal nuovo Testo sulle Costruzioni.

11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE:

FORNITURE DI PRESAGOMATO

Inoltre il D.L. deve verificare che ogni fornitura in cantiere sia accompagnata da ddt :

- ❑ gli estremi dell'Attestato di Denuncia ed il logo o marchio del Centro di Trasformazione;
- ❑ l'indicazione dei giorni nei quali l'acciaio presagomato è stato lavorato;
- ❑ la **Dichiarazione** inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione nei giorni di produzione.

[illegible]

Cosa si intende per stabilimento?

Il D.M. del 14/01/2008 al punto 11.3.1.4 chiarisce:
“Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.”

Pertanto lo stabilimento da dove proviene l'acciaio presagomato è il Centro di Trasformazione.

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.2 ACCIAIO PER C.A. E ARMATURE

FERRIERA



CENTRO DI TRASFORMAZIONE



Marchio di laminazione

Attestato di Qualificazione

25 prelievi / colata

3 spezzoni / lotto di spedizione
/ 30t

Cartellino identificativo

Attestato di Denuncia Attività

3 spezzoni / giorno di lavoraz.

3 spezzoni / lotto di spedizione
/ 30t

IDENTIFICAZIONE

QUALIFICAZIONE

CONTROLLI IN STABILIMEN.

CONTROLLI IN CANTIERE

FERRIERA

CENTRO DI
TRASFORMAZIONE

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto ad effettuare 1 controllo di accettazione su ogni lotto di spedizione (max. 30 ton.) per ciascun fornitore e prodotto:

- redige **verbale di prelievo**
- identifica i provini prelevati (**3 spezzoni di uno stesso Ø** scelto nel lotto di spedizione)
- invia ad un Laboratorio Ufficiale sottoscrivendo la **richiesta prove**

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

Nel caso di **fornitura di presagomato** la D.L. ha due possibilità di **PRELIEVO**:

- 1) **Prelievo in cantiere:** il prelievo viene effettuato direttamente dalla armature, pertanto occorre specificare negli esecutivi di cantiere la necessità di avere barre aggiuntive o più lunghe del necessario.
- 2) **Prelievo presso il Centro di Trasformazione:** in tal caso i prelievi vengono effettuati dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione secondo le disposizioni impartite dal Direttore dei Lavori, in presenza.

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.2.10.4 VERBALE DI PRELIEVO E RICHIESTA PROVE LAB. UFF.



VERBALE DI PRELIEVO ACCIAIO PER C.A. in accordo al D.M. 14.01.2008
richiesta ufficiale prove

DATI GENERALI

Cantiere:		VERBALE N°:	
Impresa:		DATA:	
Direttore dei Lavori:		DIA / LC N°:	
Incaricato al prelievo:		Rif. Pratica:	

DATI CONTENUTI SUL DOCUMENTO DI TRASPORTO DI APPROVVIGIONAMENTO

Informazioni generali			
DDT n°:		Lotto di spedizione:(max 30 ton)	
Data di consegna:		Prodotto/acciaio/classe:	
Provenienza materiale (definisce la colonna da prendere in esame)			
Proveniente da Ferriera o commerciante intermedio	☐	Proveniente da Centro di Trasformazione	☐
Produttore:		Centro di Trasformazione:	
Ferriera:		n° Att. di Denuncia Attività:	
n° Att. di Qualificazione:		Giorni di lavorazione acciaio:	
n° colata (n° lotto):		Dichiar. esecuz. prove interne:	☐
Note sul prodotto			

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

DATI PRELIEVO

I controlli di accettazione sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna e comunque prima della messa in opera, riguardano 3 spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ogni lotto di spedizione di un prodotto di uno stesso stabilimento.

Prelievo	Luogo prelievo	Ø nominale	N° progr. spezzone barra/altro	Sigla / identificazione campione (a cura del DL)	Struttura relativa al prelievo (fond., pilastro, trave..)	Stabilimento (Fonderia o Centro di Trasformazione)	Tipo di Acciaio	Identificazione campioni (a cura Lab.Aut.)
1	Cantiere CdT ☐		1					
			2					
			3					
2	Cantiere CdT ☐		1					
			2					
			3					

PROVE RICHIESTE

BARRE C.A.	
TRAZIONE secondo normativa UNI EN 15630-1:2004 ☐	PIEGAMENTO secondo UNI EN 15630-1:2004 ☐
RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI	
TRAZIONE E DISTACCO DEI NODI ELETTROSALDATI secondo normativa UNI EN 15630-2:2004 ☐	
ULTERIORI PROVE	
Trattamento di invecchiamento artificiale (per acciaio proveniente da rotoli, reti e tralici) ☐	Altro: ☐

Il presente verbale viene redatto in duplice copia

Letto approvato e sottoscritto

	Nome e Cognome	Firma
L'incaricato al prelievo:		
Per la Direzione Lavori:		

Ai sensi dell'articolo 11.2.5.3 del D.M. del 14/01/2008, il presente VdP costituisce formale richiesta per l'effettuazione delle prove a compressione e l'emissione dei relativi certificati conformi alla Legge 1086/71, D.P.R. 380/01 e Circolare 7617/10. Il certificato prove dovrà essere inviato al seguente indirizzo:

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

DL _____	Lab.Aut. _____	Fornitore/i _____	
Stabilimento/i di _____	verbale di prelievo nr. _____		data _____

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE ACCIAIO DA C.A.

Accettazione secondo D.M. 14.01.2008

Caratteristica	Standard	Cond.	Valore	Dimensione	Note
f_{ymin}	450	$\geq$	425	N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_{ymax}	540	$\leq$	572	N/mm ²	[450(1.25+0.02)] N/mm ²
$A_{gt,min}$	7,5	$\geq$	6	%	per B450C
$A_{gt,min}$	2,5	$\geq$	2	%	per B450A
rottura/snervamento	1,15	$f_t/f_y \geq$	1,13		per B450C
rottura/snervamento	1,35	$f_t/f_y \leq$	1,37		per B450C
rottura/snervamento	1,05	$f_t/f_y \geq$	1,03		per B450A
piegamento/raddrizz.	Assenza cricche		Assenza cricche		per tutti

NR. PREL	IDENTIFICAZIONE			ELEMENTO STRUTTURALE	DOC. ACCOMPAG.		diametro nominale	VALORI MISURATI					
	TIPO	ID	DATA		MARCHIO	ADR		f_y	f_t	f_t/f_y	$A_{gt}\%$	piega	
1	B450C	s1	12/06/03	fondazioni T1	SISMIC	000/00-CA	16	572	650	1,14	8,4	ok	ACCETTATO
		s2	12/06/03	fondazioni T2				445	576	1,29	10,2	ok	ACCETTATO
		s3	12/06/03	fondazioni T3				430	568	1,32	8,9	ok	ACCETTATO

11.3.2.10.4 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Tabella 11.3.VI delle NTC		
Caratteristica	Valore	Note
f_{ymin}	425 N/mm ²	(450 - 25) N/mm ²
f_{ymax}	572 N/mm ²	[450(1,25+0,02)] N/mm ²
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	B450A
f_t/f_y	$1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$	B450C
f_t/f_y	$1,03 \leq f_t/f_y$	B450A
Piega	Assenza cricche	B450C e B450A

11.3.2.10.4 VERBALE DI PRELIEVO E RICHIESTA PROVE LAB. UFF.

Etichettatura elettronica: cioè un sistema di tracciabilità in grado di garantire, alla Direzione dei Lavori, che il campione prelevato in un Centro di Trasformazione per i controlli di accettazione in cantiere appartiene alla fornitura considerata.

Tracciabilità assoluta: cioè indicare per ogni singolo pezzo sagomato la specifica provenienza (acciaieria, macchinario di produzione).

Controllo sistematico: attraverso il campionamento dell'acciaio utilizzato, garantire la prova di tutto l'acciaio utilizzato nel Centro di Trasformazione.

CONTROLLI IN CANTIERE COSA MI ASPETTO?

- Completezza e coerenza del progetto delle armature;
- Possesso dei mandrini serie Renard;
- Tolleranze delle armature;
- Tolleranze della posa;
- Dimensione delle pieghe;
- Verifica rispetto interferro;
- Verifica coerenza interferro – dimensione max aggregato cls;
- Verifica sovrapposizione nei nodi;
- Campionamento delle prove giornaliere;
- Verifica della tracciabilità;
- Utilizzo delle imbraghe di sicurezza;
- Confezionamento del materiale di consegna.

Cap.4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

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

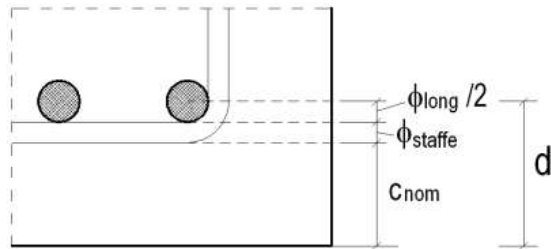


NTC 11.2.1 “Specifiche per il calcestruzzo a prestazione”

➡ Classe di esposizione ambientale del calcestruzzo (UNI 11104)

➡ Classe di resistenza caratteristica a compressione (NTC 4.1)

➡ Copriferro (EC2)



➡ Classe di Consistenza (UNI EN 206-1)
si prescrive la lavorabilità al momento del getto



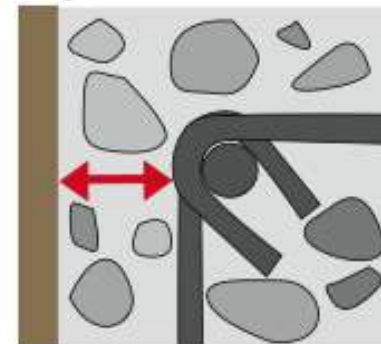
➡ Diametro max degli aggregati (regole pratiche):

$$D_{max} \leq \text{if} - 5\text{mm}$$

$$D_{max} \leq 1,3 \text{ cf}$$

$$D_{max} \leq 1/4 \text{ sez min}$$

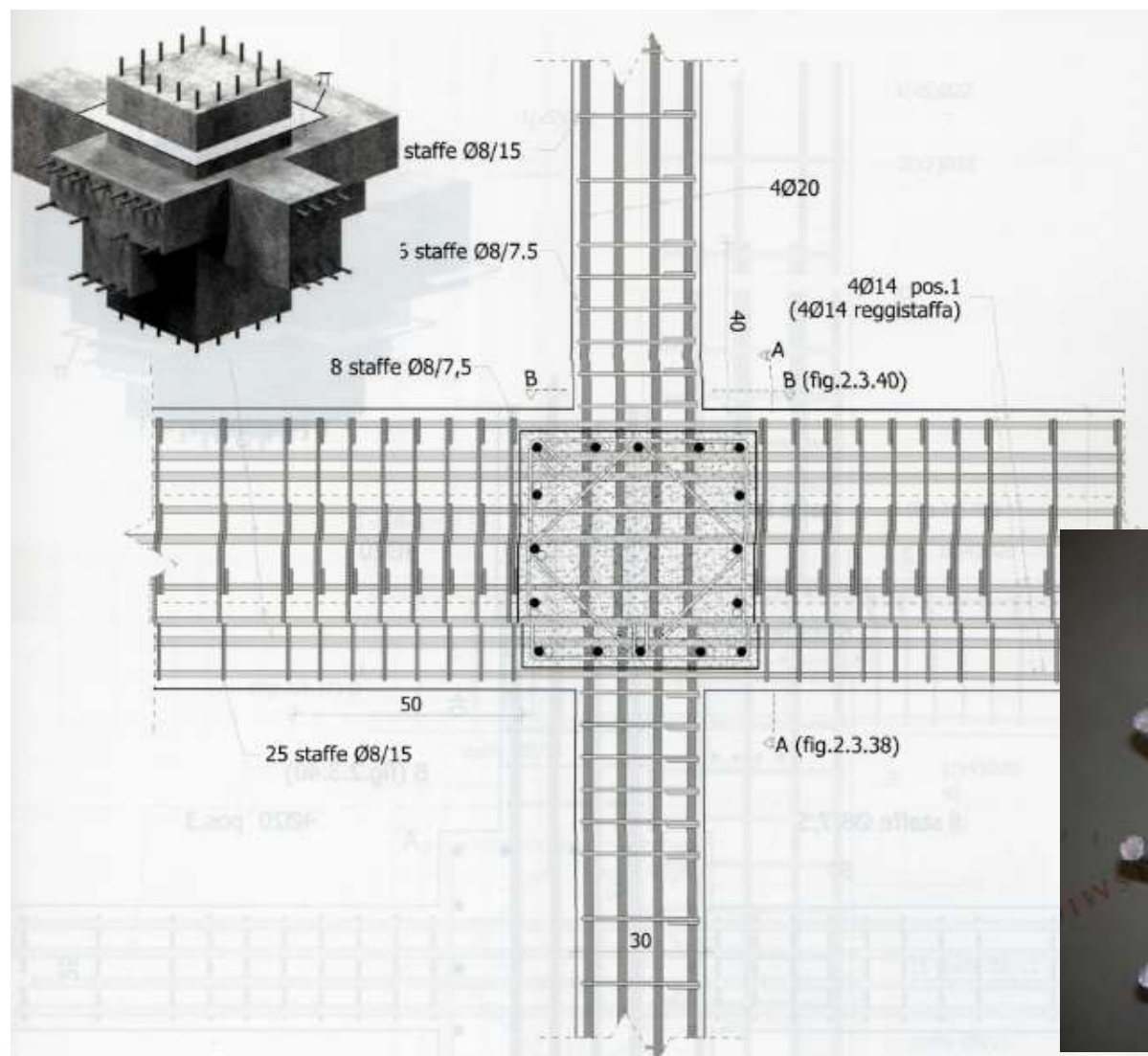
max 32 mm [8 12 16 20 22 32 40 63 mm] serie previste dalla EN 12620



➡ Regole di maturazione e procedura di posa in opera

Cap.4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO

ESECUTIVI DI CANTIERE



11.2.1 SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

Viene espressamente richiamata la UNI EN 206-1

Prevede due sole possibilità di specifica (**non cumulabili** fra loro):

- Calcestruzzo a prestazione (garantita)
- Calcestruzzo a composizione (richiesta)

Alle due diverse possibilità corrispondono responsabilità evidentemente molto diverse!!

LA PRESCRIZIONE DEL CALCESTRUZZO

6.2 Specifica del calcestruzzo a prestazione garantita

6.2.2 Requisiti di base

La specifica deve contenere:

- a) una richiesta di conformità alla EN 206-1;
- b) la classe di resistenza a compressione;
- c) le classi di esposizione;
- d) la dimensione massima nominale dell'aggregato;
- e) la classe di contenuto in cloruri.
- h) la classe di consistenza oppure, in casi speciali, un valore di riferimento per la consistenza

Requisiti aggiuntivi

- il contenuto d'aria;
- lo sviluppo della resistenza;
- lo sviluppo di calore;
- la resistenza alla penetrazione all'acqua;
- la resistenza alla trazione indiretta;
- il valore di ritiro;
- ecc.....

LA PRESCRIZIONE DEL CALCESTRUZZO

6.3 Specifica del calcestruzzo a composizione richiesta

6.3.2 Requisiti di base

La specifica deve contenere:

- a) una richiesta di conformità alla EN 206-1;
- b) il dosaggio di cemento;
- c) il tipo e la classe di resistenza del cemento;
- d) il rapporto acqua/cemento o la consistenza espressa come classe o, in casi speciali, come valore di riferimento; rispetto a qualsiasi valore limite richiesto.
- e) il tipo, le categorie e il contenuto massimo di cloruri nell'aggregato;
- f) la dimensione massima nominale dell'aggregato;
- g) il tipo e la quantità di additivo o di aggiunta, se impiegati;
- h) se vengono impiegati additivi, o aggiunte, la provenienza di tali componenti e del cemento, in sostituzione delle caratteristiche non altrimenti definibili.

Requisiti aggiuntivi

- la provenienza di alcuni componenti;
- i requisiti aggiuntivi per gli aggregati;
- la temperatura del calcestruzzo;
- ecc....

QUALE CLASSE DI CONSISTENZA?



QUALE CLASSE DI CONSISTENZA?



Cap.4.1 COSTRUZIONI DI CALCESTRUZZO



parte 1. GENERALITA'

- a. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI
- b. CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO
- c. QUALIFICA DELLE MISCELE
- d. MESSA IN OPERA E STAGIONATURA
- e. CONTROLLI IN CANTIERE

parte 2. SCHEDE TECNICHE

- STRUTTURE DI FONDAZIONE E INTERRATE
- STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN CLIMI TEMPERATI
- STRUTTURE IN ELEVAZIONE IN CLIMI RIGIDI
- STRUTTURE A TENUTA IDRAULICA
- STRUTTURE IN AMBIENTE MARINO
- INFRASTRUTTURE STRADALI
- STRUTTURE MASSIVE
- STRUTTURE FACCIAVISTA
- CALCESTRUZZO SPRUZZATO PER GALLERIE
- PAVIMENTAZIONI IN CALCESTRUZZO
- CALCESTRUZZI SPECIALI: SCC e ALTA RESISTENZA

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo di qualità si articola nelle seguenti fasi:

- **Valutazione preliminare della resistenza** (responsabilità D.L. e costruttore)
- **Controllo di produzione** (responsabilità produttore)
- **Controllo di accettazione** (responsabilità D.L.)
- **Eventuali prove complementari** (responsabilità D.L.)

E' previsto un ulteriore controllo a valle del processo dei controlli di qualità:

- **Eventuale Controllo della resistenza in opera** (responsabilità D.L./collaudatore)

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

TABELLA RIEPILOGATIVA DEI CONTROLLI SUL CLS

COSA	CHI	QUANDO	DOVE
<i>Valutazione preliminare della resistenza</i>	<i>Costruttore e D.L.</i>	<i>Prima dell'inizio dei getti</i>	<i>Impianto/ Lab. Aut.</i>
<i>Controllo di produzione</i>	<i>Produttore</i>	<i>Durante la fornitura</i>	<i>Impianto</i>
<i>Controllo di accettazione</i>	<i>D.L.</i>	<i>Durante la fornitura</i>	<i>Prelievo a piè d'opera, prove in Lab. Aut.</i>
<i>eventuale Controllo complementare</i>	<i>D.L.</i>	<i>Durante la fornitura</i>	<i>Prelievo a piè d'opera, prove in Lab. Aut.</i>
<i>eventuale Controllo della resistenza in opera del calcestruzzo</i>	<i>Collaudatore / D.L. e Costruttore</i>	<i>A strutture ultimate</i>	<i>Prove in situ</i>

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

Valutazione preliminare della resistenza

“Serve a determinare, prima dell’inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto”.

11.2.3 *Valutazione preliminare della resistenza*

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, **al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto**.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori.

La qualifica del calcestruzzo

Valutazione preliminare della resistenza

Dossier di qualifica

- **Certificato FPC** (obbligatorio per legge)
- **Marcatura CE** per tutti i componenti in uso all'impianto, (obbligatorio per legge)
- **Scheda tecnica dell'impianto** di produzione
- Relazione sul **tipo di organizzazione** per la produzione e consegna del calcestruzzo
- Descrizione del sistema di **gestione della progettazione**
- Descrizione del sistema di **controllo della produzione** con statistiche

Sono implicitamente escluse la dichiarazione del mix design e la verifica degli effettivi dosaggi del carico

La qualifica del calcestruzzo

Valutazione preliminare della resistenza

Il certificato FPC

Ogni anno l'Istituto di certificazione controlla il mantenimento dei requisiti:
VISITA DI MANTENIMENTO



CERTIFICATO DEL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE IN FABBRICA

numero certificato

Si certifica che la

Produzione e distribuzione di calcestruzzo preconfezionato

operata da

NOME PRODUTTORE

nell'impianto di

NOME IMPIANTO

rispetta le prescrizioni della

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
(D.M. 14/01/2008)

Questo certificato rimane valido fino a quando non siano significativamente modificate le condizioni stabilite nelle specificazioni tecniche richiamate o le condizioni di produzione nella fabbrica od il controllo della produzione di fabbrica stesso.

ICMQ è Organismo autorizzato con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Decreto n. 177/AA del 28/05/2008

Emissione corrente 21/04/2008

Pagina 1 di 1

La qualifica del calcestruzzo

Valutazione preliminare della resistenza

Prove di qualifica del calcestruzzo all'impianto

(**facoltative** per calcestruzzi con classe di resistenza $\leq$ C45/55)

(**obbligatorie** per calcestruzzi con classe di resistenza $>$ C45/55)

Le prove di qualifica su un lotto di calcestruzzo (all'impianto di produzione) hanno l'unico scopo di verificare la **capacità di ottenere le prestazioni** previste nel capitolato e nel contratto commerciale

**Sono implicitamente escluse la dichiarazione del mix design e
la verifica degli effettivi dosaggi del carico**

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Controllo di produzione

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.

La fornitura del calcestruzzo

Il controllo di conformità

Controllo di produzione

“Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso”

La prova in contraddittorio per il **controllo della conformità** è un'attività volontaria con la quale si verifica la rispondenza delle prestazioni/caratteristiche del calcestruzzo ai requisiti del contratto fra l'impresa e il fornitore di calcestruzzo.

La sua valenza è quindi **esclusivamente di natura contrattuale** e il contraddittorio si svolge fra l'impresa e il fornitore di calcestruzzo.

Queste prove con i relativi provini non hanno niente a che vedere, e non devono essere sostitutive, con quelle di accettazione previste dalle NTC che sono di competenza e responsabilità del Direttore dei Lavori

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- **Controllo di accettazione**

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.

11.2.5 Controllo di accettazione

NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA

LEGGE 5-11-1971, n. 1086 (G.U. 21-12-1971, n. 321)

Art. 3. (Responsabilità)

Il direttore dei lavori e il costruttore, ciascuno per la parte di sua competenza, hanno la responsabilità della rispondenza dell'opera al progetto, dell'osservanza delle prescrizioni di esecuzione del progetto, della qualità dei materiali impiegati, nonché, per quanto riguarda gli elementi prefabbricati, della posa in opera.

Art. 6. (Relazione a struttura ultimata)

A strutture ultimate, entro il termine di sessanta giorni, il direttore dei lavori depositerà al genio civile una relazione, in duplice copia, sull'adempimento degli obblighi di cui all'art. 4, esponendo:

- a) i certificati delle prove sui materiali impiegati emessi da laboratori di cui all'art. 20;
 - b) per le opere in conglomerato armato precompresso, ogni indicazione inerente alla tesatura dei cavi ed ai sistemi di messa in coazione;
 - c) l'esito delle eventuali prove di carico, allegando le copie dei relativi verbali firmate per copia conforme.
- Delle due copie della relazione, una sarà conservata agli atti del genio civile e l'altra, con l'attestazione dell'avvenuto deposito, sarà restituita al direttore dei lavori che provvederà a consegnarla al collaudatore unitamente agli atti indicati nel quarto comma dell'art. 4.

11.2.5 Controllo di accettazione

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A
- controllo di tipo B

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi ≥ 15)
Ove: R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm ²); R_l = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm ²); s = scarto quadratico medio.	

11.2.5.1 Controllo di tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m^3 . Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m^3 di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m^3 massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m^3 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.

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione tipo A

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq R_{ck} - 3.5 \text{ N/mm}^2$$

3 prelievi (1 ogni 100 m³)

Esempio 1:

C25/30 ($R_{ck}30$) $\rightarrow R_m \geq 33,5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$

Resistenza provino	Resistenza prelievo	Controllo di accettazione			
		Rm		R1	
34,2	35,1	37,8	OK	35,1	OK
36,1					
38,4	37,0				
35,6					
40,4	41,4				
42,5					

Accettato

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione tipo A

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq R_{ck} - 3.5 \text{ N/mm}^2$$

3 prelievi (1 ogni 100 m³)

Esempio 2:

C25/30 (R_{ck}30) → $R_m \geq 33,5 \text{ N/mm}^2$ $R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$

Resistenza provino	Resistenza prelievo	Controllo di accettazione			
		Rm		R1	
28,9	29,5	32,6	NO	29,5	OK
30,2					
31,6	32,8				
34,1					
35,5	35,6				
35,8					

Non accettato

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione tipo A

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq R_{ck} - 3.5 \text{ N/mm}^2$$

3 prelievi (1 ogni 100 m³)

Esempio 3:

C25/30 ($R_{ck}30$) $\rightarrow R_m \geq 33,5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$

Resistenza provino	Resistenza prelievo	Controllo di accettazione			
		Rm		R1	
24,6	25,4	34,1	OK	25,4	NO
26,2					
39,4	38,1				
36,9					
37,4	38,7				
40,1					

Non accettato

11.2.5.2 Controllo di tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione **tipo B**

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4 \text{ s N/mm}^2 \quad R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ N/mm}^2$$

15 prelievi sui 1500 m³

Esempio 1:

$$\text{C25/30 (Rck30)} \rightarrow R_m \geq 36,5 \text{ N/mm}^2 \quad R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$$

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione tipo B

$R_m \geq R_{ck} + 1,4 \text{ s N/mm}^2$ $R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ N/mm}^2$ minimo 15 prelievi

Esempio:

C25/30 ($R_{ck}30$) → $R_m \geq 36,5 \text{ N/mm}^2$ $R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$ $CV (s/R_m) \leq 0,30$

Resistenza prelievo	Rm	s	sx1,4	Controllo di accettazione					
				Rm		R1		CV	
34,6	37,5	4,7	6,7	37,5	OK	29,0	OK	0,13	OK
36,8									
41,0									
38,0									
36,9									
45,1									
34,6									
42,4									
31,7									
43,7									
35,4									
39,0									
32,6									
29,0									
41,9									

Accettato

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controllo di accettazione tipo B

$R_m \geq R_{ck} + 1,4 \text{ s N/mm}^2$ $R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ N/mm}^2$ minimo 15 prelievi

Esempio:

C25/30 ($R_{ck}30$) → $R_m \geq 36,7 \text{ N/mm}^2$ $R_1 \geq 26,5 \text{ N/mm}^2$ $CV (s/R_m) \leq 0,30$

Resistenza prelievo	Rm	s	sx1,4	Controllo di accettazione					
				Rm		R1		CV	
34,6	35,8	4,8	6,8	35,8	NO	29,0	OK	0,14	OK
32,8									
39,0									
38,0									
36,9									
45,1									
34,6									
39,3									
31,7									
43,7									
29,4									
39,0									
32,6									
29,0									
31,9									

Non accettato

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE TIPO B

Criterio di accettazione calcestruzzo secondo D.M. 14.01.2008: $R_m \geq R_{ck} + 1,4 \cdot s$ [N/mm²]; $R_1 \geq R_{ck} - 3,5$ [N/mm²]; $CV \leq 0,3$

Inserire la R_{ck} di progetto e i valori nelle celle colorate. Alcuni dati sono reperibili dal certificato di prova emesso dal Lab. Aut. in accordo al punto 11.2.5.3 delle NTC

															Rck _{prog} [N/mm²]		30													
N° PREL.	ID	ELEMENTO STRUTTURALE	CERTIFICATO FPC		DATA DEL PRELIEVO	DATA ESECUZIONE PROVA	MASSA VOLUMICA [kg/dm³]	VOLUME DI GETTO [m³]	RESISTENZA PROVINO [N/mm²]	RESISTENZA DI PRELIEVO [N/mm²]	Rm 15 prelievi [N/mm²]	s [N/mm²]	1,4*s [N/mm²]	Cv [s/Rm]	VALORI CALCOLATI CRITERI DI ACCETTAZIONE															
			N°	DATA DI EMISSIONE											Rm	R1	CV													
1	a1	fondazioni T1	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,3	90	38,4	38,8	36,8	4,8	6,7	0,13	36,8	ACCETTATO	28,0	ACCETTATO	0,13	ACCETTATO										
	a2								2,3												39,1									
2	b1	fondazioni T1	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	80	32,4	32,8																				
	b2								2,2												33,1									
3	c1	fondazioni T1	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	110	39,0	39,0																				
	c2								2,2												39,0									
4	d1	Trave rovescia T2	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,1	60	38,0	38,0																				
	d2								2,1												38,0									
5	e1	Trave rovescia T2	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	150	36,9	36,9																				
	e2								2,2												36,8									
6	f1	Trave rovescia T2	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,3	40	44,2	45,1																				
	f2								2,3												45,9									
7	g1	Trave rovescia T3	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	80	34,3	34,6																				
	g2								2,2												34,8									
8	h1	Trave rovescia T4	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	110	39,6	39,3																				
	h2								2,2												38,9									
9	i1	Trave rovescia T5	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,4	120	31,1	31,7																				
	i2								2,4												32,2									
10	j1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	70	43,5	44,2																				
	j2								2,2												44,8									
11	m1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,0	80	27,9	28,0																				
	m2								2,0												28,1									
12	n1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	90	39,0	39,0																				
	n2								2,2												39,0									
13	o1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	250	33,2	32,6																				
	o2								2,2												31,9									
14	p1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,3	90	40,1	40,7																				
	p2								2,3												41,2									
15	q1	pilino	008	01/01/10	01/04/11	03/05/11	2,2	80	32,1	31,9																				
	q2								2,2												31,7									
16																														
17																														
18																														
19																														
								1500									ACCETTATO													
																	CONTROLLO			ACCETTATO										

C11.2.5 *Controllo di accettazione*

Si conferma e si ribadisce l'obbligo, da parte del **Direttore dei Lavori**, di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

C11.2.5.3 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

In questo paragrafo la norma fornisce una serie di prescrizioni comuni sia ai controlli di Tipo A che di Tipo B, utili ai fini di una corretta esecuzione dei controlli di accettazione. **In primo luogo 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 cls nella fase di getto, provvedendo:**

- 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.

C11.2.5.3 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Delle predette operazioni (PRELIEVO) il Direttore dei Lavori può incaricare un tecnico di sua fiducia, **ferma restando tuttavia la personale responsabilità ad esso attribuita dalla Legge**

TECNICO DI FIDUCIA DL	PRO	CONTRO
Collaboratore dello studio	imparzialità	inesperienza?
Impresa	esperienza?	parzialità
Fornitore di calcestruzzo	esperienza	parzialità
Laboratorio Autorizzato	esperienza e imparzialità	
...		

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Controlli di conformità

Controlli di accettazione

Grande confusione di ruoli e responsabilità, aggravato spesso dall'assenza di un'importante figura professionale (DL)

E' stata finora prassi, e lo è tuttora, utilizzare in tutto o in parte il Controllo di Conformità come Controllo di Accettazione tanto che nel gergo quotidiano con il termine 'prelievi in contraddittorio' si intendono, in realtà, i 'prelievi di accettazione' effettuati dal fornitore di calcestruzzo, su richiesta dell'impresa.

Questo modo di operare è assolutamente contrario alla legge e allo spirito che la anima (controllo della sicurezza delle strutture)

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Camera dei Deputati – Interrogazione a risposta scritta n. 4- 12646 presentata dall'On. Maurizio Turco (PD) l'11 Luglio 2011.

MAURIZIO TURCO, BELTRANDI, BERNARDINI, FARINA COSCIONI, MECACCI e ZAMPARUTTI. - *Al Ministro della giustizia, al Ministro delle Infrastrutture e dei trasporti.* - Per sapere - premesso che:

scopo di tale DDL è quello di «promuovere una inchiesta parlamentare per approfondire e acquisire maggiori conoscenze sull'utilizzo di calcestruzzo depotenziato e di altri materiali di qualità scadente e non conformi ai capitolati di appalto nella realizzazione di opere infrastrutturali ed edifici pubblici» e capire perché il sistema attuale di controllo non escluda l'uso di calcestruzzo o altri materiali non idonei;

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Camera dei Deputati – Interrogazione a risposta scritta n. 4- 12646 presentata dall'On. Maurizio Turco (PD) l'11 Luglio 2011.

MAURIZIO TURCO, BELTRANDI, BERNARDINI, FARINA COSCIONI, MECACCI e ZAMPARUTTI. - *Al Ministro della giustizia, al Ministro delle Infrastrutture e dei trasporti.* - Per sapere - premesso che:

le norme tecniche per le costruzioni (da ultimo il decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008) prescrivono, da sempre, un numero minimo di cogenti e puntuali controlli con precisi adempimenti da parte dei direttori dei lavori e dei collaudatori per la verifica, in cantiere, delle forniture dei materiali con funzione strutturale mediante prelievi di campioni ed invio ai laboratori di cui all'articolo 59 del decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 «testo unico dell'edilizia»;

la quasi totalità dei certificati rilasciati dai laboratori ufficiali forniscono valori di resistenza compatibili con i valori progettuali poiché, spesso, i campioni inviati ai laboratori, non sono fedelmente rappresentativi dei materiali in opera;

gran parte delle pratiche di collaudo depositate presso le sedi del genio civile o degli altri uffici preposti non sono conformi a quanto richiesto dalle norme tecniche;

11.2.2 CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Prove complementari

Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

C11.2.7 Prove complementari

Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non possono però essere sostitutive dei “controlli di accettazione” che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni precedenti.

I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera qualora non sia rispettato il “controllo di accettazione”.

Verifica delle prestazioni richieste a progetto (capitolato)

La fornitura del calcestruzzo

Verifica del documento di trasporto (DdT)

Informative minime (obbligatorie)

- Certificazione FPC
- Classe di resistenza
- Classe di esposizione
- Classe di consistenza o di spandimento
- Classe contenuto in cloruri
- D. max aggregati
- Quantità consegnata (m³)
- Orario di confezione
- Orario di arrivo in cantiere
- Orario di inizio scarico
- Orario di fine scarico

Informative aggiuntive

- Altre prestazioni o caratteristiche previste nel capitolato/contratto

Il DdT deve essere firmato e accettato da personale responsabile dell'impresa.

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Calcestruzzo fresco

- Campionamento (UNI EN 12350-1)
- Abbassamento al cono (UNI EN 12350-2)
- Spandimento SCC (UNI EN 12350-8)
- Tempo di efflusso SCC (UNI EN 12350-9)
- Scorrimento confinato SCC (UNI EN 12350-12)
- Confezione provini per prove di resistenza (UNI EN 12390-2)
- Temperatura del calcestruzzo
- Massa volumica (UNI EN 12350-6)
- Contenuto d'aria (UNI EN 12350-7)
- Tempi di inizio e fine presa (UNI 7123)
- Contenuto d'acqua (UNI 11201)
- Acqua essudata (UNI 7122)

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Calcestruzzo fresco

- Abbassamento al cono (UNI EN 12350-2)
- Spandimento SCC (UNI EN 12350-8)
- Tempo di efflusso SCC (UNI EN 12350-9)
- Scorrimento confinato SCC (UNI EN 12350-12)
- Confezione provini per prove di resistenza (UNI EN 12390-2)
- Temperatura del calcestruzzo
- Massa volumica (UNI EN 12350-6)
- Contenuto d'aria (UNI EN 12350-7)
- Tempi di inizio e fine presa (UNI 7123)
- Contenuto d'acqua (UNI 11201)
- Acqua essudata (UNI 7122)

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Calcestruzzo indurito

- Prova di resistenza a compressione (UNI EN 12390-3)
- Determinazione del ritiro idraulico (UNI 11307)
- Profondità della penetrazione d'acqua su pressione (UNI 12390-8)
- Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390-6)
- Resistenza a flessione (UNI EN 12390-5)

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Calcestruzzo indurito

- Prova di resistenza a compressione (UNI EN 12390-3)
- Determinazione del ritiro idraulico (UNI 11307)
- Profondità della penetrazione d'acqua su pressione (UNI 12390-8)
- Resistenza a trazione indiretta (UNI EN 12390-6)
- Resistenza a flessione (UNI EN 12390-5)

Istruzioni per il prelievo dei provini

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Campionamento (UNI EN 12350-1)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di consistenza

prospetto 3

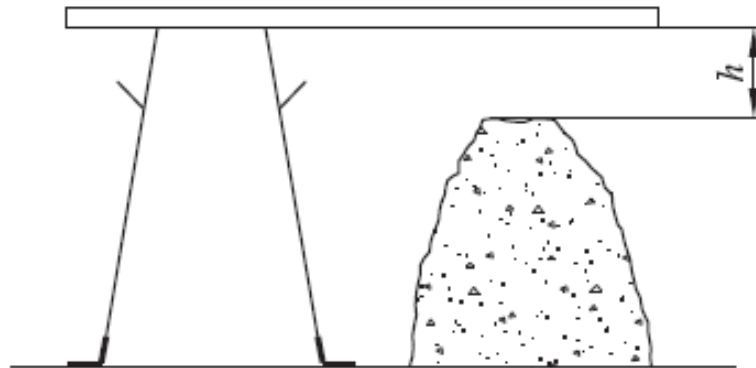
Classi di abbassamento al cono (slump)

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 ¹⁾	≥220

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di consistenza

figura 1 Misurazione dell'abbassamento



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di consistenza (UNI EN 12350-2)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di spandimento (SCC)

Classi di consistenza

Per l'SCC si applicano le classi di consistenza seguenti:

prospetto

1

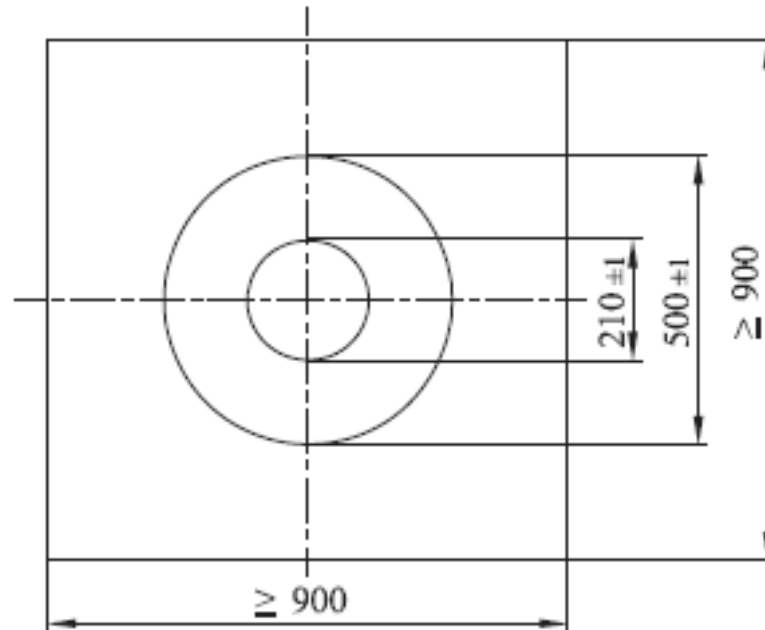
Classi di spandimento SF

Classe	Spandimento in mm ^{a), b)} (valori limite dei singoli lotti)
SF1	da 550 a 650
SF2	da 660 a 750
SF3	da 760 a 850
a) La specificazione di una classe di spandimento può essere sostituita da un valore di riferimento. b) La classificazione non è applicabile a calcestruzzo con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm.	

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di spandimento (SCC)

figura 1 **Piastra di base**
Dimensioni in millimetri



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica della classe di spandimento (SCC) (UNI EN 12350-8)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica dello scorrimento confinato con anello a J (SCC)

Classi di capacità di attraversamento - Anello J

Classe	Altezza all'interno e all'esterno dell'anello J (mm) ^{a) b)} (valori limite dei singoli lotti)
PJ1	≤ 10 con 12 barre d'armatura
PJ2	≤ 10 con 16 barre d'armatura
a)	La specificazione di una classe di capacità di attraversamento può essere sostituita da un valore massimo alternativo.
b)	La classificazione non è applicabile a calcestruzzo con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 40 mm.

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica dello scorrimento confinato con anello a J (SCC) (UNI EN 12350-12)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

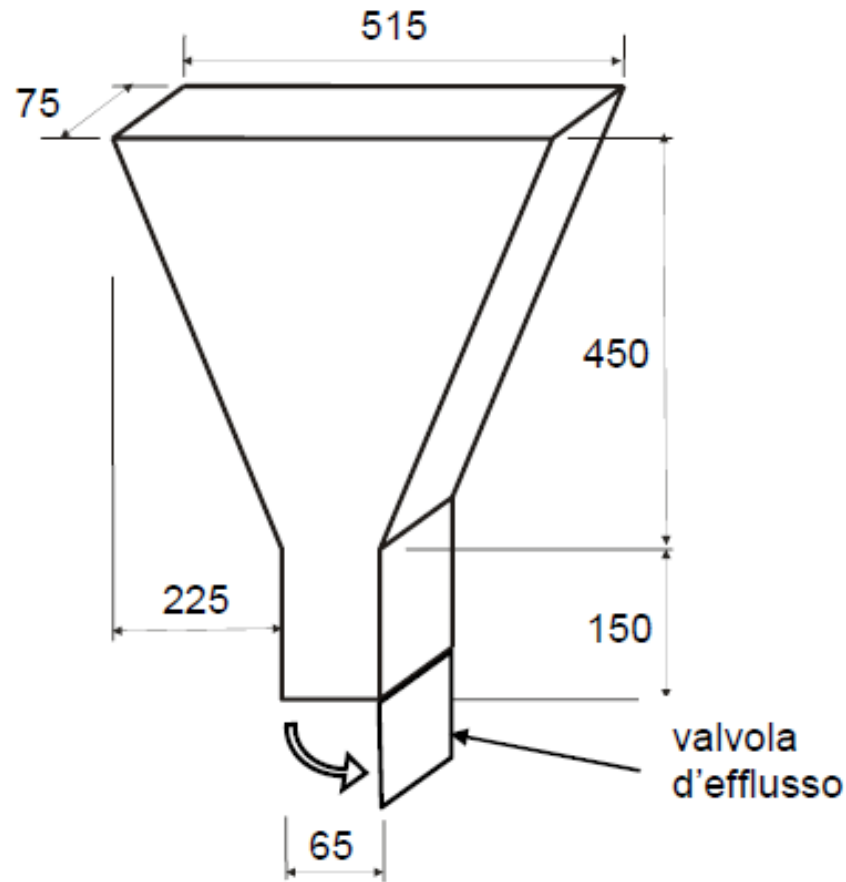
Verifica del tempo di efflusso (SCC)

Classi di viscosità - Imbuto a V

Classe	Tempo di efflusso dall'imbuto a V (s) ^{a), b)} (valori limite dei singoli lotti)
VF1	< 9,0
VF2	da 9,0 a 25,0
a) La specificazione di una classe di viscosità può essere sostituita da un valore di riferimento. b) La classificazione non è applicabile a calcestruzzo con dimensione massima dell'aggregato maggiore di 22,4 mm.	

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica del tempo di efflusso (SCC)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Verifica del tempo di efflusso (SCC) (UNI EN 12350-9)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Confezione dei provini (UNI EN 12390-2)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere

Confezione e identificazione dei provini (UNI EN 12390-2)



Le prove sul calcestruzzo in cantiere



VERBALE DI PRELIEVO CALCESTRUZZO in accordo al D.M. 14.01.2008
verbale di prova calcestruzzo fresco – richiesta ufficiale prove

DATI GENERALI

Cantiere:		VERBALE N°:	
Impresa:		DATA:	
Direttore dei Lavori:		DIA / LC N°:	
Incaricato al prelievo:		Rif. Pratica:	

DATI CONTENUTI SUL DOCUMENTO DI TRASPORTO

Fornitore:		Impianto:		FPC - n° certificato:	
DDT n°:		Classe di resistenza (f_{ck}/R_{ck}):			
Autobetoniera:		Classi di esposizione:			
Pompa:		Classe di consistenza:			
Quantitativo m³:		Dmax aggregato:			
Ora di inizio carico:		Contenuto in cloruri:			
Ora di arrivo in cantiere:		Contenuto di aria % (per XF2-XF3-XF4):			
Ora di inizio scarico:		Classe - tipo di cemento:			
Ora di fine scarico:					

Le prove sul calcestruzzo in cantiere

DATI PRELIEVO

Ora prelievo:		Prelievo effettuato da:	☐ Direttore Lavori	Tipo di casseforme	☐ PVC	
Temperatura ambiente:			☐ Delegato D.L.		☐ Acciaio	
Temperatura ds:			☐ Lab. Autorizzato		☐ Polistirolo	
Abbassamento al cono di Abrams:		mm	UNI EN 12350-2	Tipo di assestamento:		
V-Funnel (solo per SCC):		s	UNI EN 206-9	☐ Vibratore interno (120Hz)		
Slump Flow:		mm	UNI EN 206-9	☐ Tavola vibrante (40Hz)		
Massa volumica:		Kg/m ³	UNI EN 12350-6	☐ Pestello di acciaio (Ø16mm)		
Acqua essudata (opzionale):		cm ³ / cm ²	UNI 7122	☐ SCC: autocompattante		
Contenuto di aria (per XF2-XF3-XF4):		%	UNI EN 12350-7	Condizioni di maturazione dei provini:		
Note:						☐ In cantiere
						☐ In laboratorio
RESOCONTO PRELIEVO	Struttura relativa al prelievo (Fond., Solaio., Pilastri, etc)	Zona Piano	n° prelievo contrasse provini	n° prelievi		
Il calcestruzzo prelevato viene utilizzato per la realizzazione di				di cui n°:	cubetti	
					cilindri	
				di cui n°	Al laboratorio	
					In cantiere	

Il presente verbale viene redatto in duplice copia

Letto approvato e sottoscritto

	Nome e Cognome	Firma
L'incaricato al prelievo:		
Per la Direzione Lavori:		

Ai sensi dell'articolo 11.2.5.3 del D.M. del 14/01/2008, il presente VdP costituisce formale richiesta per l'effettuazione delle prove a compressione e l'emissione dei relativi certificati conformi alla Legge 1086/71, D.P.R. 380/01 e Circolare 7617/10. Il certificato prove dovrà essere inviato al seguente indirizzo:

NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA



4.1.7 ESECUZIONE

Tutti i progetti devono contenere la descrizione delle specifiche di esecuzione in funzione della particolarità dell'opera, del clima, della tecnologia costruttiva.

In particolare il documento progettuale deve contenere la descrizione dettagliata delle cautele da adottare per gli impasti, per la maturazione dei getti, per il disarmo e per la messa in opera degli elementi strutturali. Si potrà a tal fine fare utile riferimento alla norma UNI EN 13670-1: 2001 “Esecuzione di strutture in calcestruzzo – Requisiti comuni”.

NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLPP MESSA IN OPERA

- T° di getto (T° superficiale cls e T° ambiente) T°_{cls} ($5^{\circ}\text{C} \div 33^{\circ}\text{C}$)
- casseforme: caratteristiche, pulizia e trattamento, disarmo



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

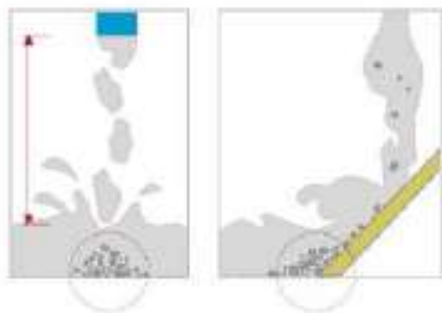
- tempo max di trasporto: (60' ÷ 90') max 120'

DESCRIZIONE DEL PRODOTTO			
<i>Calcestruzzo a prestazione garantita</i>	<i>Classe di consistenza</i>	<i>Diametro massimo (Dmax)</i>	<i>Classe di esposizione</i>
C 25/30	S 4	32 mm	XC2
<i>Quantità consegnata</i>	<i>Classe di contenuto in cloruri</i>	<i>Certificazione impianto</i>	
8.0 m³	Cl 0.4	Ente certificatore - N° certificato	
ORARI DI TRASPORTO			
<i>Ora di carico</i>	<i>Ora di arrivo in cantiere</i>	<i>Ora di inizio scarico</i>	<i>Ora di fine scarico</i>
15.30	16.00	16.15	16.40

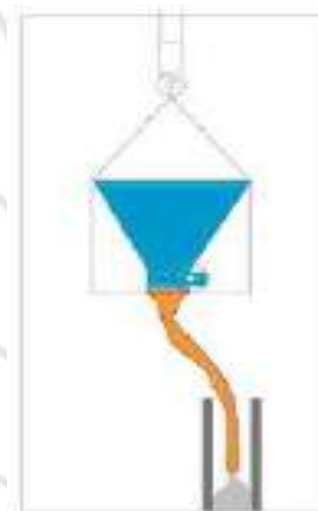
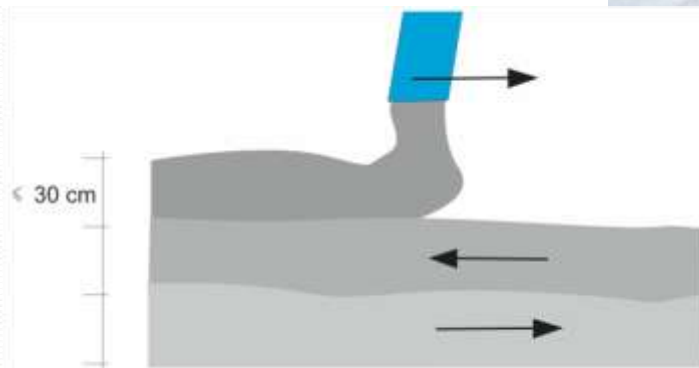
NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

- sistema di getto e $h_{\max}$ caduta libera (50 cm)



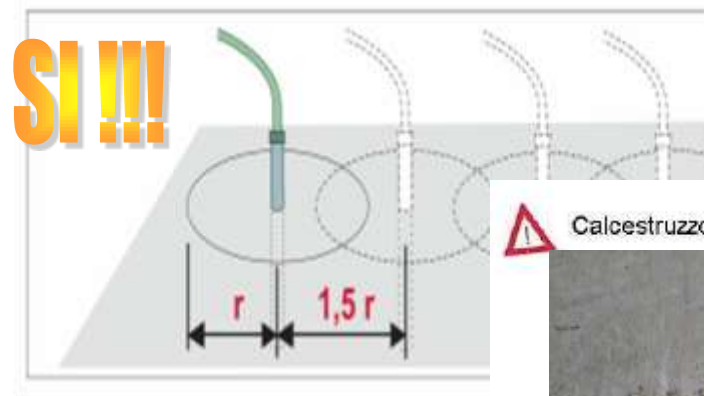
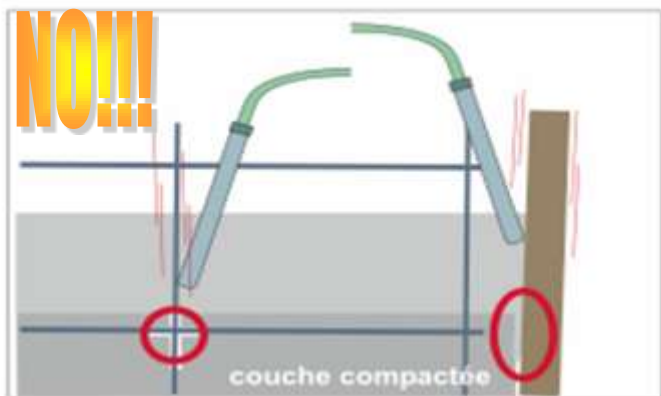
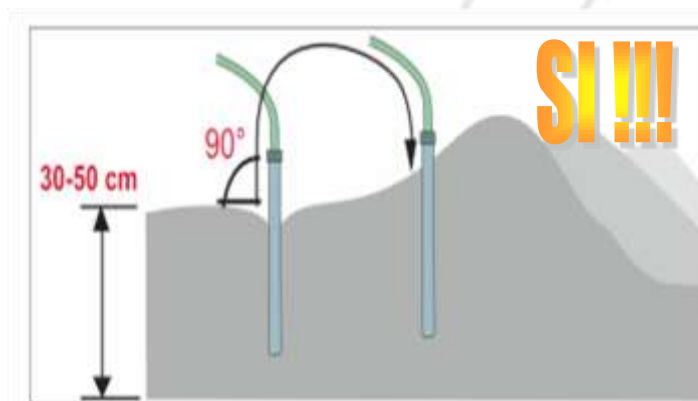
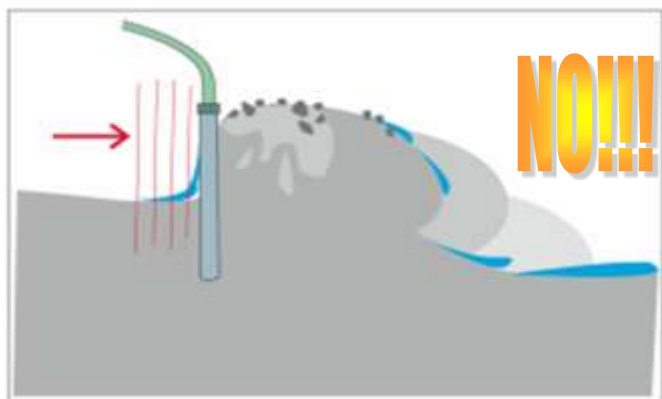
⚠ Segregazione



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

- sistemi per la compattazione a rifiuto ($S_4 \Rightarrow 10''$)



Calcestruzzo non compattato



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

SCC: non richiede di essere vibrato!!



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

SCC: non richiede di essere vibrato!!



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLPP MESSA IN OPERA

Difetti di compattazione del calcestruzzo

CLS ORDINARIO



NIDI DI GHIAIA

CLS SCC



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

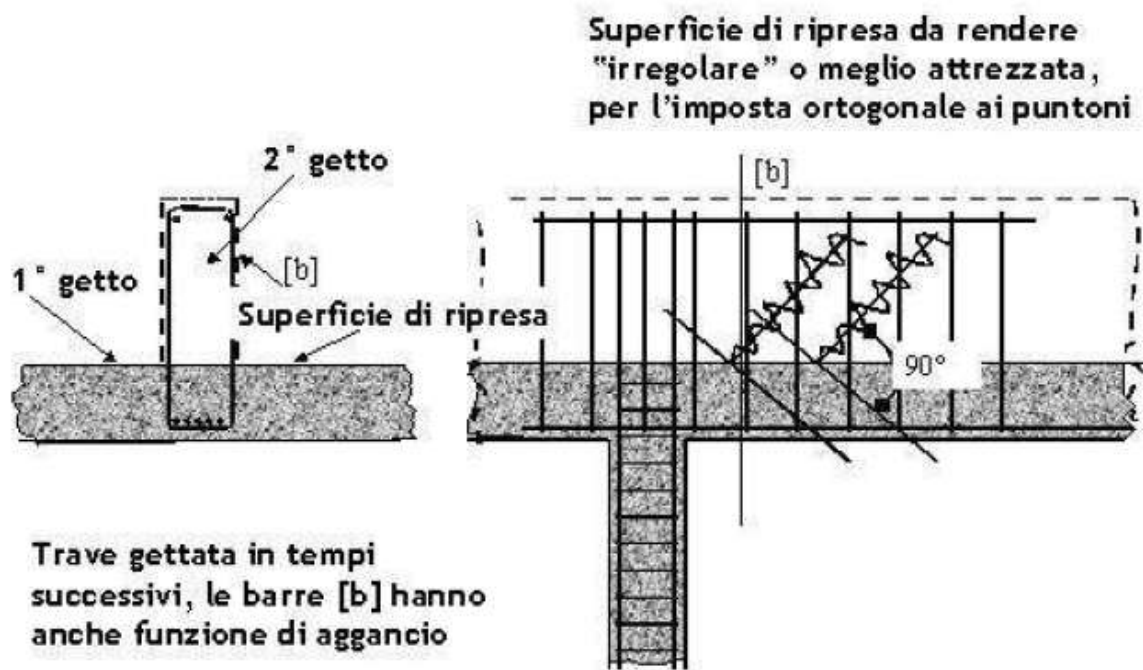
SCC: Precauzioni progettuali e di getto



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

- tolleranze esecutive (verticalità $H < 3,00\text{m} \Rightarrow \pm 6\text{mm}$)
- riprese di getto (scarifica del cls...)



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

- bleeding o essudazione ($<0,1\%$)



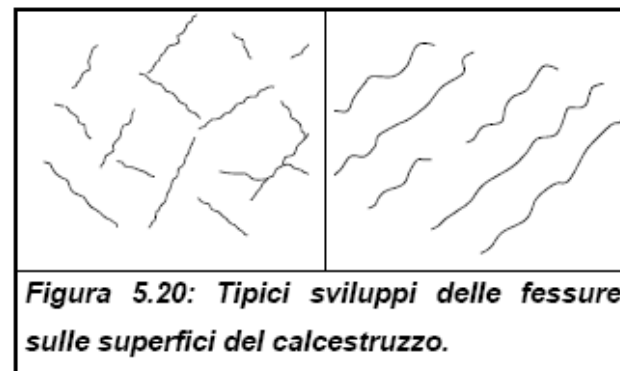
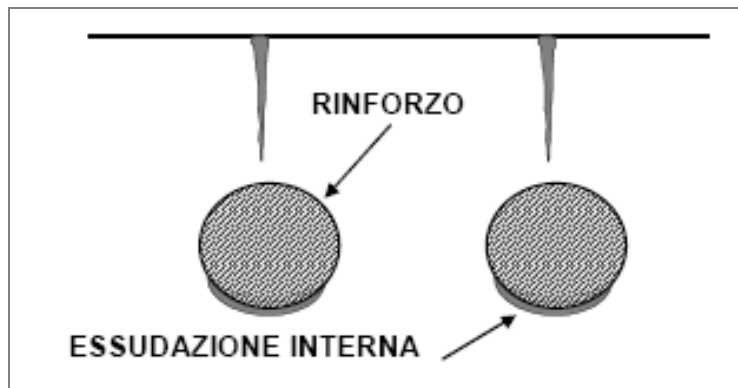
NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

- assestamento plastico
- ritiro (sulle pavimentazioni $S < 600 \mu\text{m}$)

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

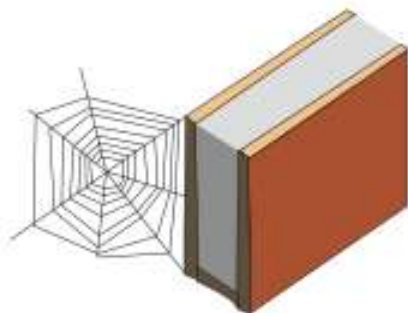
$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$



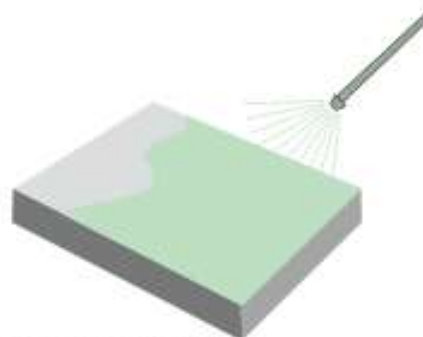
NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA

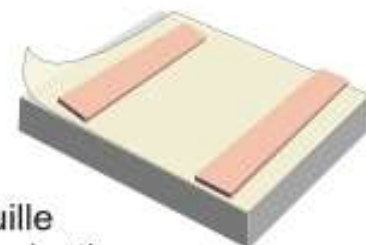
après la mise en place du béton:



délai de décoffrage
suffisamment long



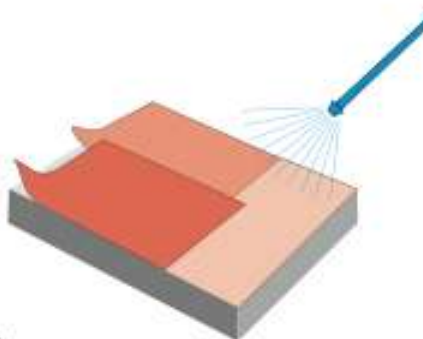
“curing compound”



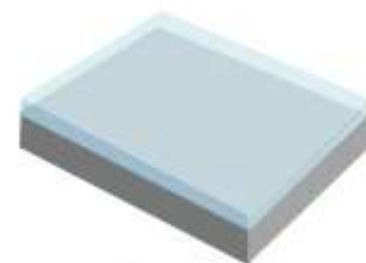
feuille
de plastique



ne pas abîmer
la surface
du béton



toiles,
couvertures humides



mettre sous eau

Classe di resistenza del calcestruzzo	$\leq C25/30$		$> C25/30$	
Esposizione della struttura	All'interno	All'esterno	All'interno	All'esterno
Periodo di esecuzione dei getti	Aprile-Settembre		Aprile-Settembre	
	3	7	3	5
Periodo di esecuzione dei getti	Ottobre-Marzo		Ottobre-Marzo	
	7	10	5	7

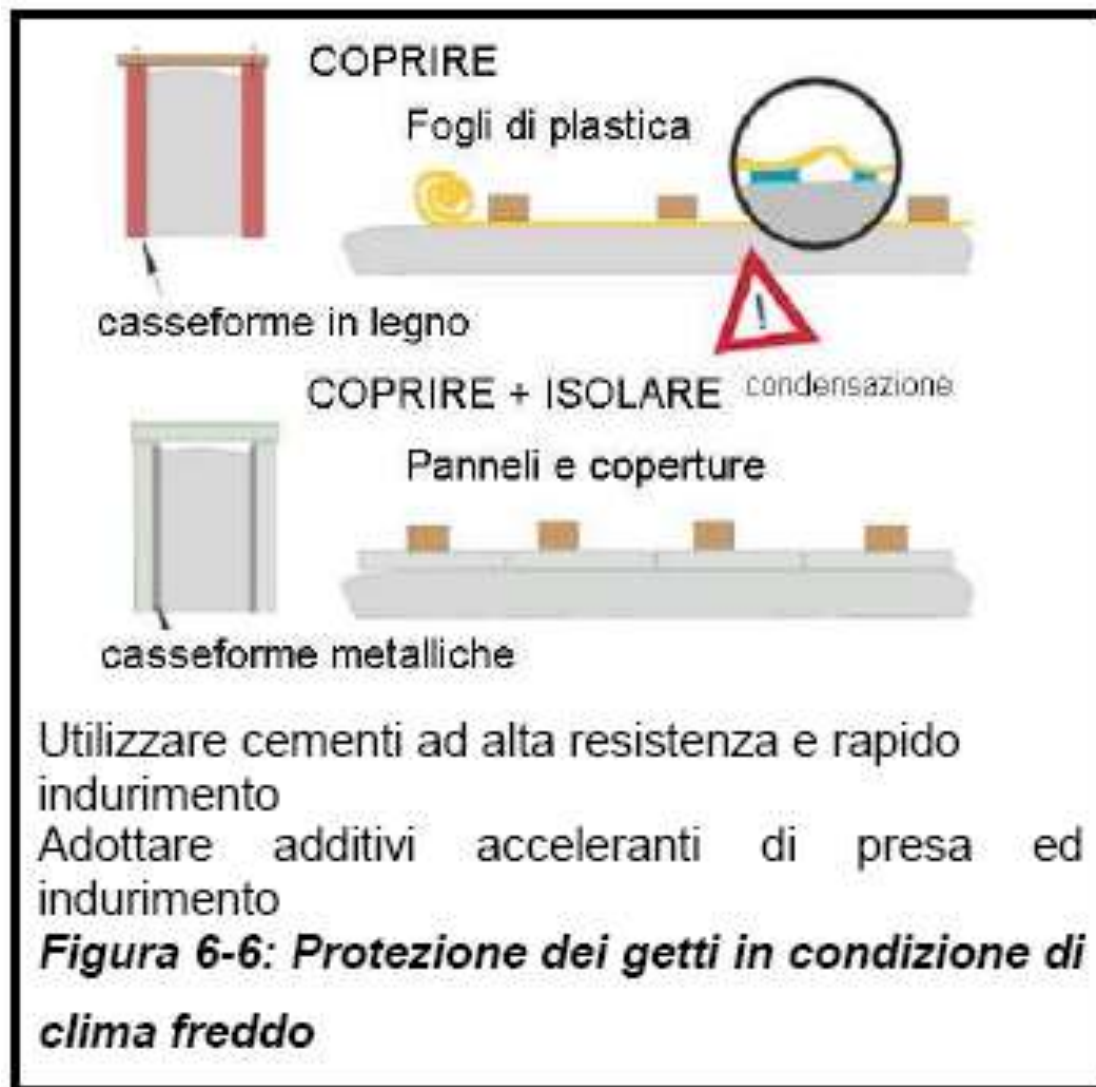
NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA



NTC 4.1.7 “Esecuzione delle opere di calcestruzzo”

Rif. UNI EN 13670-1 e LG CSLLP MESSA IN OPERA



La fornitura del calcestruzzo

Le correzioni della consistenza

La fornitura del calcestruzzo



*Presidenza del Consiglio Superiore
dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale*

LINEE GUIDA SUL CALCESTRUZZO
PRECONFEZIONATO

La fornitura del calcestruzzo

Le correzioni della consistenza

5.3. Movimentazione del calcestruzzo

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello di impiego, dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare che si verifichi la segregazione dei vari componenti dell' impasto o il deterioramento dell' impasto stesso.

5.3.1. Con autobetoniera

Durante il trasporto e successivamente, in caso di attesa dello scarico, la betoniera deve rimanere costantemente in movimento.

In linea di massima, in relazione alle condizioni ambientali, salvo che non vengano previste idonee misure (quali la aggiunta di additivi ritardanti), il calcestruzzo dovrà essere messo in opera entro 2 h dal momento in cui è stata introdotta l'acqua nella miscela (corrispondente all'ora di carico della autobetoniera). A tal fine il Documento di Trasporto (DDT) dovrà riportare l'ora di consegna convenuta e la durata prevista delle operazioni di getto.

Tipo e quantità di ogni eventuale aggiunta di acqua e/o additivi che dovesse essere effettuata in fase preliminare alla consegna, sotto la responsabilità del produttore, deve essere prevista in produzione, non alterare le prestazioni prescritte ed, essere registrata sul documento di trasporto. Non sono ammesse aggiunte di acqua o additivi alla consegna.

Le autobetoniere dovranno essere soggette a manutenzione programmata e tenute in buone condizioni operative, in modo che le proprietà del calcestruzzo non ne vengano negativamente influenzate.

La fornitura del calcestruzzo

Gli effetti negativi delle aggiunte d'acqua



La fornitura del calcestruzzo

Gli effetti negativi delle aggiunte d'acqua

10 m ³					
R_{ck} litri acqua	25	30	35	40	45
50	23	28	33	38	44
100	21	26	32	37	42
150	19	24	30	35	41
200	17	22	28	34	39
250	15	20	26	32	38
300	12	18	24	30	36

I prelievi di calcestruzzo in cantiere

Conservazione dei provini (UNI EN 12390-2)

Lasciare i provini nella cassaforma per almeno 16 h, ma non oltre 3 giorni, proteggendoli da urti, vibrazioni e disidratazione, alla temperatura di $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ [oppure $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ nei climi caldi].

Una volta rimossi dalla cassaforma conservare i provini fino al momento della prova in acqua alla temperatura di $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$, oppure in ambiente a $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ed umidità relativa $\geq 95\%$.



I prelievi di calcestruzzo in cantiere

Maturazione dei provini (UNI EN 12390-2)



NO

I prelievi di calcestruzzo in cantiere

Maturazione dei provini (UNI EN 12390-2)



SI

Le prove in laboratorio sul calcestruzzo indurito

Resistenza alla compressione (UNI EN 12390-3)



Le prove in laboratorio sul calcestruzzo indurito

Resistenza alla compressione (UNI EN 12390-3)



Le prove in laboratorio sul calcestruzzo indurito

Resistenza a flessione (UNI EN 12390-5)



Le prove in laboratorio sul calcestruzzo indurito

Determinazione del ritiro (UNI 11307)



11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

QUANDO EFFETTUARLO?

- Quando **non sono soddisfatti i criteri di accettazione**;
- In caso di **dubbi sulla qualità** e rispondenza **del calcestruzzo** ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela;
 - in caso di **dubbi sulla messa in opera e maturazione del calcestruzzo**;
- Ogni volta che si rivela necessario **valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo** precedentemente messo in opera.

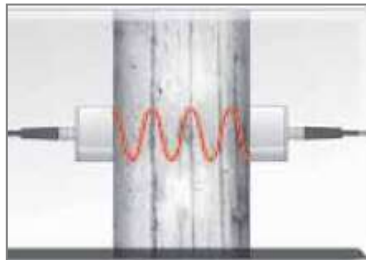
11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

COME EFFETTUARLO?

- Attraverso prove distruttive, non distruttive o semi-distruttive



UNI EN 12504-1



UNI EN 12504-4



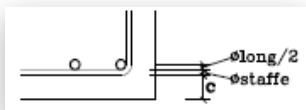
UNI EN 12504-2



UNI EN 12504-3

- Al § 11.2.6 si introduce il principio fondamentale che:

“il valore medio della **resistenza in opera** ($R_{cm\ str}$) è generalmente **inferiore** al valore medio della **resistenza dei prelievi** in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio ($R_{cm\ pot}$)”



Resistenza di progetto (prog)



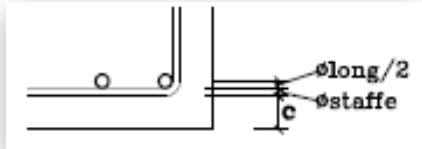
Resistenza cubetti (pot)



Resistenza in opera (str)

Quale resistenza?

Esempio per un cls C25/30



Resistenza prog

$$fcd = 0,85 fck/\gamma_c$$

$$fcd = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14$$



Resistenza pot

$$R_{cm\ pot} \geq R_{ck} + 3,5$$

$$R_{cm\ pot} = 30 + 3,5 = 33,5$$

$$f_{cm\ pot} = 33,5 \cdot 0,83 = 28$$

Si osserva che $f_{cm\ pot} = 2 fcd$



Resistenza str

$$f_{cm\ str} \geq 0,85 f_{cm\ prog}$$

$$f_{cm\ str} = 0,85 \cdot (25 + 8) = 28$$

Si osserva che $f_{cm\ str} = 2 fcd$

$$R_{cm\ str} = 0,85 \cdot (30 + 10) = 34$$

11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

“è accettabile un valore medio della resistenza strutturale ($f_{cm\ str}$) non inferiore all’85% del valore medio definito in fase di progetto ($f_{cm\ prog}$)”

$$f_{cm\ str} \geq 0,85 f_{cm\ prog}$$

$$f_{cm\ prog} = f_{ck} + 8$$

$$R_{cm\ prog} = R_{ck} + 10$$

CRITICITA'

controlli della resistenza del calcestruzzo in opera

Tuttavia la **Circolare Ministeriale** e le **Linee Guida Ministeriali sulla valutazione della resistenza in opera** ammettono valori caratteristici, ovvero il più piccolo dei valori definiti dalle espressioni sotto:

$$f_{ck \text{ opera}} \geq 0,85 f_{ck \text{ prog}}$$

RESPONSABILITA'
DELL'IMPRESA

con nr. carote* ≥ 15 :

$$f_{ck \text{ opera}} \geq f_{cm \text{ opera}} - 1,48 s$$

$$f_{ck \text{ opera}} \geq f_{cmin \text{ opera}} + 4$$

*equivalenti prove non distruttive



con nr. carote* compreso tra 4-14:

$$f_{ck \text{ opera}} \geq f_{cm \text{ opera}} - k$$

$$f_{ck \text{ opera}} \geq f_{cmin \text{ opera}} + 4$$

METODO	RISULTATI
$f_{cm \text{ str}} \geq 0,85 f_{cm \text{ prog}}$	si osserva che $f_{cm \text{ str}} = 2 f_{cd}$
$f_{ck \text{ str}} \geq 0,85 f_{ck \text{ prog}}$	si osserva che $f_{ck \text{ str}} = 1,5 f_{cd}$

CONTROLLO DELLA RESISTENZA IN OPERA MEDIANTE CAROTAGGI

in accordo al C11.2.6 Circolare Esplicativa nr. 617 del 2 febbraio 2009 e alle Linee Guida edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito

Collaudabilità calcestruzzo se: $f_{ck\ str} \geq 0,85 f_{ck\ prog}$

se $h/d=1$: $R_{ck\ str} \geq 0,85 R_{ck\ prog}$

dove $f_{ck\ str}$ è il valore minimo tra i due:

- a) $f_{cm\ str} - k*s$ con $k=1,48$
- b) $f_{c\ min\ str} + 4$

Inserire i valori nelle celle color ocra. Alcuni dati sono reperibili sul certificato di prova emesso dal Lab. Aut. in accordo al punto 11.2.5.3 delle NTC

$f_{ck\ prog}$ [N/mm ²]	25
$R_{ck\ prog}$ [N/mm ²]	30

NR. PREL	IDENTIFICAZIONE		ELEMENTO STRUTTURALE	CARICO DI ROTTURA [N/mm ²]	MASSA VOLUMICA (N/m ³)	h [mm]	D [mm]	h/D	coefficiente di correzione*	RESISTENZA PROVINO [N/mm ²]	VALORI CALCOLATI [N/mm ²]			VERIFICA	
	ID	DATA									s [N/mm ²]	$f_{cm\ str} - 1,48*s$	$f_{c\ min\ str} + 4$	$f_{ck\ str}$	$0,85 f_{ck\ prog}$
1	c1	04/05/11	basamento B1	32,8	21380	200	100	2	1,00	32,8	3,6	24,2	25,9	24,2	21,3
2	c2	04/05/11		34,5	20970				1,00	34,5					
3	c3	04/05/11		32,8	21980				1,00	32,8					
4	c4	04/05/11		30,1	20200				1,00	30,1					
5	c5	04/05/11		32,6	21910				1,00	32,6					
6	c6	04/05/11		21,9	20010				1,00	21,9					
7	c7	05/05/11		29,8	22010				1,00	29,8					
8	c8	05/05/11		28,1	20820				1,00	28,1					
9	c9	05/05/11		29,5	21910				1,00	29,5					
10	c10	06/05/11		22,4	20480				1,00	22,4					
11	c11	06/05/11		29,5	20970				1,00	29,5					
12	c12	07/05/11		30,1	20200				1,00	30,1					
13	c13	07/05/11		32,6	21910				1,00	32,6					
14	c14	07/05/11		26,9	21980				1,00	26,9					
15	c15	07/05/11		29,8	22010				1,00	29,8					
16															
17															
18															
19															

ESITO CONTROLLO

COLLAUDABILE

Cap.11 MATERIALI E PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

C11.2.6 Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera

SONREB



Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della Correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lento	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie (1)	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona Riguarda tutto lo spessore	Moderata (2)
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

Grazie per l'attenzione

Ing. Gianfranco Albani

g.albani@progettoconcrete.it

+ 39 3351090669