



# COMUNE DI CASTAGNETO CARDUCCI

AMPLIAMENTO DELLA EX SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO IN FRAZ. DONORATICO, PIAZZALE EUROPA

CODICE ELABORATO

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO:

**PS.03.R2**

RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI



Elaborati descrittivi	ED	
Stato attuale	SA	
Sistemazioni esterne	SE	
Progetto Architettonico	AR	
Progetto Strutturale	PS	●
Impianto Prevenzione Incendi	PI	
Impianto Idrico Sanitario	ID	
Impianti Termomeccanici	IM	
Impianti Elettrici e Speciali	IE	

PROGETTISTI:



ING. FERDINANDO CARDELLA

CODE	SCALA
	-
	DATA
	<b>APRILE 2022</b>
NOME FILE	
<b>PS.03.R2.dwg</b>	

REV.	DATA	OGGETTO
00	23/04/2022	EMISSIONE VARIANTE



## INDICE:

<b>A. CRITERI AMBIENTALI MINIMI</b>	<b>3</b>
A.1. PREMESSA	3
A.2. VERIFICA SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI	3
<b>B. CALCESTRUZZO</b>	<b>6</b>
B.1. MODULO ELASTICO	7
B.2. CALCESTRUZZO PER GETTI DI PULIZIA	7
B.3. CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE	7
B.4. CALCESTRUZZO PER TRAVI E PILASTRI	8
B.5. CALCESTRUZZO SOLAI	8
B.6. CALCOLO DEL COPRIFERRO PER LA STRUTTURA IN ESAME	9
<b>C. ACCIAIO</b>	<b>10</b>
C.1. ACCIAIO PER ARMATURA ORDINARIA	10
C.2. STRUTTURE SECONDARIE - ACCIAIO PER CARPENTERIA	10
<b>D. PROCEDURE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE</b>	<b>12</b>
D.1. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO	12
D.2. CONTROLLI SULL'ACCIAIO	15
D.3. RIEPILOGO	17

## A. CRITERI AMBIENTALI MINIMI

### A.1. PREMESSA

Negli ultimi anni molti studi hanno approfondito la questione ambientale nel settore dell'edilizia fornendo al progettista utili criteri progettuali applicabili al fine di ridurre l'impatto ambientale. Anche il legislatore ha fornito un'importante indicazione in merito introducendo i Criteri Ambientali Minimi (CAM) Edilizia. Tali criteri secondo il legislatore, introdotti con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.16 del 21 gennaio 2016 e successivamente modificato con Decreto del 11 gennaio 2017, consentono alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione degli edifici, considerati in un'ottica di ciclo di vita.

### A.2. VERIFICA SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI EDILIZI

Allo scopo di ridurre l'impatto ambientale sulle risorse naturali, di aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti e di quanto previsto dalle specifiche norme tecniche di prodotto, il progetto di un edificio deve prevedere il rispetto dei criteri relativi ai componenti edilizi.

#### A.2.1. *Disassemblabilità*

Il 100% dei componenti edilizi costituenti gli elementi strutturali è sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva per essere successivamente riciclato e riutilizzato.

#### A.2.2. *Materia recuperata o riciclata*

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per tutti gli elementi strutturali è pari al 15%.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

### A.2.3. Calcestruzzi

I calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto minimo di materiale riciclato (secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti).

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

L'uso degli aggregati grossi provenienti da riciclo, è consentito secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III delle NTC, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 11.2.III**

<b>Origine del materiale da riciclo</b>	<b>Classe del calcestruzzo</b>	<b>percentuale di impiego</b>
Demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	≤ C45/55	fino al 15%
da calcestruzzi > C45/55	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

### A.2.4. Laterizi

I laterizi usati per muratura e solai devono avere un contenuto di materiale riciclato (secco) di almeno il 10% sul peso del prodotto.

Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;

- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

#### A.2.5. *Ferro, acciaio*

Per gli usi strutturali deve essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- Acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.
- Acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Tipo III, conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.

## B. CALCESTRUZZO

Per l'esecuzione delle opere strutturali sono richiesti calcestruzzi a prestazione garantita, come definiti e prescritti dalla norma UNI EN 206-1:2006 e s.m.i.

La classificazione dei calcestruzzi prescritti per la realizzazione delle opere di cui alla presente Relazione segue le prescrizioni di cui alla UNI EN 206-1 citata e le istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della UNI EN 206-1 di cui alla UNI 11104, e in particolare quanto relativo a:

- Classi di esposizione riferite alle azioni dell'ambiente (par. 4.1, Prospetti 1 e 2 della UNI EN 206-1 e par. 3.1 della UNI 11104), per quanto riguarda i rischi di corrosione del cls, indicati come segue:
  - assenza di rischio di corrosione (sigla **X0**)
  - corrosione indotta da carbonatazione (sigla **XC** seguita da un numero)
  - corrosione indotta da cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare (sigla **XD** seguita da un numero)
  - corrosione indotta da cloruri provenienti dall'acqua di mare (sigla **XS** seguita da un numero)
  - corrosione indotta da cicli di gelo/disgelo (sigla **XF** seguita da un numero)
  - corrosione indotta da attacco chimico da parte del suolo e dell'acqua del terreno (sigla **XA** seguita da un numero).
- Classi di consistenza riferite al calcestruzzo fresco indicate come segue:
  - mediante abbassamento al cono (slump): **S1÷S5**
  - mediante il metodo Vébé: **V0÷V4**
  - mediante la misura della compattabilità: **C0÷C4**
  - mediante la misura dello spandimento: **F1÷F6**
- Classi riferite alla dimensione massima dell'aggregato:  $D_{max}$
- Classi di resistenza a compressione riferite al calcestruzzo indurito, indicate come segue:
  - classi di resistenza a compressione per calcestruzzo normale e pesante, indicate con **C** seguito dai valori di resistenza caratteristica cilindrica e cubica minima (es. C25/30)
  - classi di resistenza a compressione per calcestruzzo leggero, indicate con **LC** seguito dai valori di resistenza caratteristica cilindrica e cubica minima (es. LC25/28)
- Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero (par. 4.3.2, Prospetto 9 della UNI EN 206-1), indicate come segue:
  - classificazione del cls leggero in base alla massa volumica: **D** seguita da 2 numeri.

## B.1. MODULO ELASTICO

In accordo al par. 11.2.10.3 delle NTC 2008, si assume per il modulo elastico il risultato della seguente espressione:

$$E_{cm} = 22.000 \times (f_{cm}/10)^{0,3}$$

dove:  $f_{cm} = f_{ck} + 8$  [par. 11.2.10.1 - NTC]

Nei successivi paragrafi viene specificato il rispettivo valore di ogni calcestruzzo utilizzato.

## B.2. CALCESTRUZZO PER GETTI DI PULIZIA

Per i getti di pulizia nell'edificio, quali le piastre di soletto, verrà utilizzato un calcestruzzo non armato (magrone) di classe di esposizione X0, definita come "per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico".

La norma UNI 11104 (Prospetto 4) prescrive per tale classe di esposizione una resistenza a compressione minima C12/15.

Classe di Resistenza **C12/15**

la resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$

$$f_{cd} = 0,85 \times 12 / 1,5 = 6,8 \text{ N/mm}^2$$

Classe di Esposizione X0

## B.3. CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Classe di Resistenza **C25/30**

la resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$

$$f_{cd} = 0,85 \times 25 / 1,5 = 14,17 \text{ N/mm}^2$$

Classe di Esposizione XC2

Classe di Consistenza S5

Dimensione max aggregati 25 mm

Copriferro minimo 40 mm

Modulo elastico  $f_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$   $E_{cm} = 22.000 \times [(24,9+8)/10]^{0,3} = 31.447 \text{ N/mm}^2$

Questa tipologia di calcestruzzo sarà additivata, in fase di confezionamento, con appositi prodotti per l'ottenimento di una impermeabilizzazione e protezione chimica integrale per cristallizzazione delle strutture



in calcestruzzo fin dal principio, nella fase di esecuzione dei getti. Si otterrà così una struttura in calcestruzzo impermeabile all'acqua ed agli agenti contaminanti da qualsiasi direzione provengano, con un aumento della protezione del calcestruzzo e delle armature ed un incremento della durabilità del calcestruzzo stesso.

#### B.4. CALCESTRUZZO PER TRAVI E PILASTRI

Classe di Resistenza		<b>C28/35</b>
la resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	
$f_{cd} = 0,85 \times 28 / 1,5 =$		15,87 N/mm <sup>2</sup>
Classe di Esposizione		XC3
Classe di Consistenza		S4
Dimensione max aggregati		20 mm
Copriferro minimo		40 mm
Modulo elastico	$f_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 22.000 \times [(29,05+8)/10]^{0,3} = 32.588 \text{ N/mm}^2$

#### B.5. CALCESTRUZZO SOLAI

Classe di Resistenza		<b>C28/35</b>
la resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	
$f_{cd} = 0,85 \times 28 / 1,5 =$		15,87 N/mm <sup>2</sup>
Classe di Esposizione		XC3
Classe di Consistenza		S4
Dimensione max aggregati		20 mm
Copriferro minimo		40 mm
Modulo elastico	$f_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$	$E_{cm} = 22.000 \times [(29,05+8)/10]^{0,3} = 32.588 \text{ N/mm}^2$

**B.6. CALCOLO DEL COPRIFERRO PER LA STRUTTURA IN ESAME**

Si esplicita di seguito il calcolo del copriferro effettuato per ciascuna tipologia di calcestruzzo indicata.

**B.6.1. Calcestruzzo travi di fondazione**

- Classe di resistenza C 25/30
- Classe di esposizione XC2
- Classe di consistenza S5

In base alle indicazioni delle NTC 2008:		
Elementi a trave:	$C_{\min} \leq C < C_0$	Copriferro Min = 25 mm [Tab C4.1.IV]
Tolleranza di posa pari a 10 mm (produzione sottoposta a controllo di qualità con verifica dei copriferri)		
$Copriferro = (25 + 10) \text{ mm} = 35 \text{ mm}$		

Per il calcestruzzo di fondazione, si assume un copriferro pari a 40 mm.

**B.6.2. Calcestruzzo in elevazione – Travi e pilastri**

- Classe di resistenza C 28/35
- Classe di esposizione XC3
- Classe di consistenza S4

In base alle indicazioni delle NTC 2008:		
Elementi a trave:	$C_{\min} \leq C < C_0$	Copriferro Min = 25 mm [Tab C4.1.IV]
Tolleranza di posa pari a 5 mm (produzione sottoposta a controllo di qualità con verifica dei copriferri)		
$Copriferro = (25 + 5) \text{ mm} = 30 \text{ mm}$		

Per il calcestruzzo in elevazione (travi e pilastri), si è assunto un copriferro pari a 35 mm.

**C. ACCIAIO****C.1. ACCIAIO PER ARMATURA ORDINARIA**

Tipo di acciaio in barre ad aderenza migliorata	<b>B450C</b>		
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq$	$f_{y\ nom} =$	450 N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq$	$f_{t\ nom} =$	540 N/mm <sup>2</sup>

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento  $f_{yk}$  ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:  $\gamma_s = 1.15$  coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$  tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio

Allungamento  $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

per barre aventi:	$\Phi < 12 \text{ mm}$	$D = 4 \Phi$
	$12 \text{ mm} \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$	$D = 5 \Phi$
	$16 \text{ mm} < \Phi \leq 25 \text{ mm}$	$D = 8 \Phi$
	$25 \text{ mm} < \Phi \leq 40 \text{ mm}$	$D = 10 \Phi$

(\*) Il diametro  $\Phi$  è quello della barra tonda liscia equipesante.

**C.2. STRUTTURE SECONDARIE - ACCIAIO PER CARPENTERIA**

È previsto l'utilizzo di acciaio appartenente a uno dei tipi previsti dalle norme delle serie UNI EN 10025 (laminati), UNI EN 10210 (tubi senza saldatura), UNI EN 10219-1 (tubi saldati), come prescritto al par. 11.3.4 delle NTC.

**C.2.1. Acciaio Tipo S235 J0**

Per le strutture in acciaio (colonne, travi, scale, strutture secondarie per sostegno tamponamenti) si utilizza un acciaio tipo **S235 J0**. Le relative caratteristiche di resistenza sono (Tab. 11.3.IX - NTC):

- resistenza allo snervamento:  $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

- resistenza ultima:	$f_{tk} = 360 \text{ MPa}$
Coefficiente di Poisson:	$\nu = 0.3$
Densità	$\rho = 7850 \text{ daN/m}^3$
Modulo Elastico:	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80.769 \text{ N/mm}^2$
Resilienza a 0°C	$> 27 \text{ J}$

### C.2.2. Bulloneria

Nelle unioni bullonate vengono previsti bulloni di classe 8.8 per i quali si assumono le seguenti resistenze di calcolo (Tab. 11.3.XII.a – NTC):

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella precedente sono riportate di seguito (Tab. 11.3.XII.b – NTC):

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	240	300	480	649	900
$f_{tb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	400	500	600	800	1000

## D. PROCEDURE E CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di accettare tutti i materiali di uso strutturale con le procedure prescritte dalle Norme Tecniche (par. 11.1) che prevedono:

- prima del loro impiego la verifica documentale: il Direttore dei Lavori deve accertarsi prima dell'impiego che tutti i materiali per uso strutturale previsti, siano identificati e qualificati e quindi che siano in possesso delle certificazioni che ne attestino origine e caratteristiche;
- al momento della posa in opera i controlli sperimentali di accettazione: mediante prelievo dei materiali il Direttore dei Lavori è in grado di accertare la conformità alle prescrizioni del progetto del prodotto realmente fornito e posto in opera.

L'esito positivo della verifica documentale e dei controlli sperimentali permettono al D.L. di accettare lo specifico materiale.

### D.1. CONTROLLI SUL CALCESTRUZZO

Nel calcestruzzo i controlli di qualità (NTC 2008, par 11.2.2) si articolano secondo le seguenti fasi:

- *Valutazione preliminare della resistenza*: il costruttore deve preventivamente effettuare prove di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo (ovvero confezionata con la stessa miscela e prodotta con medesime procedure) al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto; tale miscela sarà controllata a mezzo delle prove di accettazione dal D.L.
- *Controllo di produzione*: controlli da eseguire sul cls durante la sua produzione
- *Controllo di accettazione*

L'opera o parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata fino a che la non conformità non sia stata rimossa dal costruttore; questo deve procedere (NTC 2008, par. 11.2.5.3) ad una verifica delle caratteristiche mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine; in caso di conferma di non conformità deve essere condotto il controllo teorico e/o sperimentale, sulla base della resistenza a compressione ridotta, della sicurezza della struttura interessata dalla miscela di cls non conforme; in caso di risultati non ancora soddisfacenti di può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento o demolire l'opera.

#### D.1.1. *Prelievo di campioni in cls*

Un prelievo di campioni in calcestruzzo consiste in due provini (cubetti 150x150x150 mm) di miscela omogenea, cioè prodotti con medesime procedure (stessa classe di resistenza, consistenza e diametro massimo dell'inerte);

#### D.1.2. *Controllo di accettazione*

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di accertare la conformità alle prescrizioni del progetto strutturale della miscela omogenea di calcestruzzo fornita e posta in opera che consiste nel:

- Prelievo dei provini in cantiere, che può essere effettuato dal D.L. o da un suo incaricato di fiducia delegato (NTC 2008, par. 11.2.4);
- Invio dei provini al laboratorio autorizzato per determinarne le caratteristiche;
- Elaborazione con le modalità di controllo (tipo A o B) dei risultati certificati delle prove.

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

- Volume cls fino a 1500 m<sup>3</sup> → TIPO A
- Volume cls maggiore di 1500 m<sup>3</sup> → TIPO B

#### D.1.3. Controllo di accettazione di Tipo A

Il controllo di accettazione di tipo A è illustrato al par. 11.2.5.1 delle NTC 2008 e consiste:

- **per < 100 m<sup>3</sup>** di miscela omogenea:

devono essere eseguiti **3 Prelievi** (sei cubetti) con eventuale deroga giornaliera (non tutti i giorni – par. 11.2.5 – Circ. NTC).

- **per > 100 m<sup>3</sup> fino a 300 m<sup>3</sup>** di miscela omogenea:

devono essere eseguiti **almeno 3 Prelievi** (sei cubetti), di cui:

1 Prelievo (2 cubetti) ogni 100 m<sup>3</sup>, e almeno

1 Prelievo (2 cubetti) ogni giorno di getto.

- **per > 300 m<sup>3</sup> fino a 1500 m<sup>3</sup>** di miscela omogenea:

devono essere eseguiti **3 Prelievi (sei cubetti) ogni 300 m<sup>3</sup>** (1 prelievo per ogni 100 m<sup>3</sup> o per ogni sua frazione).

Se il getto deve avvenire in numero di giorni **maggiori di 15** allora si deve procedere ad ulteriori prelievi giornalieri, tanti quanti sono i giorni in eccesso a 15.

#### D.1.4. Controllo di accettazione di Tipo B

Il controllo di accettazione di tipo B è illustrato al par. 11.2.5.2 delle NTC 2008 e consiste:

- **per > 1500 m<sup>3</sup>** di miscela omogenea

deve essere eseguito: **1 Prelievo** (2 cubetti) ogni 100 m<sup>3</sup>, tenendo presente che va comunque eseguito almeno **1 Prelievo** (2 cubetti) per ogni giorno di getto.

*D.1.5. Controllo di accettazione positivo*

Il controllo di accettazione è positivo, ed il quantitativo di cls accettato, quando risultano verificate le seguenti disuguaglianze (Tab. 11.2.I – NTC 2008):

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
miscela omogenea $\leq 1500 \text{ m}^3$	miscela omogenea $>1500 \text{ m}^3$
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$
numero minimo prelievi: 3	numero minimo prelievi: 15

dove  $R_m$  = resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>)

$R_1$  = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>)

$s$  = scarto quadratico medio

Nel caso in oggetto si ricade sempre nei controlli di **Tipo A** poiché le quantità delle miscele omogenee di calcestruzzo risultano:

C25/30	[ $R_{ck}$ 30]	(zattera fondazioni)	$\approx 50 \text{ m}^3$
C25/30	[ $R_{ck}$ 30]	(costola fondazioni)	$\approx 34 \text{ m}^3$
C28/35	[ $R_{ck}$ 35]	(pilastri P.T.)	$\approx 12 \text{ m}^3$
C28/35	[ $R_{ck}$ 35]	(travi e solaio Copertura)	$\approx 28,12+22.31+10.16 \text{ m}^3$

Dal momento in cui ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi (6 cubetti), siano:  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  le tre resistenze medie di prelievo:

$$R_1 = (R_{1.1} + R_{1.2}) / 2$$

$$R_2 = (R_{2.1} + R_{2.2}) / 2$$

$$R_3 = (R_{3.1} + R_{3.2}) / 2$$

dove  $R_{1.1}$ ,  $R_{1.2}$ ,  $R_{2.1}$ ,  $R_{2.2}$ ,  $R_{3.1}$  e  $R_{3.2}$  rappresentano le resistenze a compressione di ciascun provino; per convenzione tali valori medi vengono ordinati in senso crescente:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il valore della resistenza media  $R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3$

Il controllo di accettazione risulta positivo quando risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

#### D.1.6. Determinazione numero controlli di accettazione – Tipo A

Per la determinazione del numero dei controlli di accettazione si procede ad una stima dei giorni necessari per i getti. Tale ipotesi è basata sulla previsione di utilizzare una pompa con portata pari a 50 m<sup>3</sup>/h e botti da 10 m<sup>3</sup> per il conferimento della miscela in cantiere, e sulle stime temporali per le attività di getto riportate sul cronoprogramma.

MISCELA OMOGENEA	CORPO	QUANTITA' [m <sup>3</sup> ]	GIORNI DI GETTO	NUMERO PRELIEVI
C25/30 [R <sub>ck</sub> 30]	Zattera Fondazioni	50	1	2 (4 cubetti)
C25/30 [R <sub>ck</sub> 30]	Costola Fondazioni	34	1	2 (4 cubetti)
C28/35 [R <sub>ck</sub> 35]	Pilastri P.T.	12	1	2 (4 cubetti)
C28/35 [R <sub>ck</sub> 35]	Copertura-Travi e solaio quota 3,93	30	1	2 (4 cubetti)
C28/35 [R <sub>ck</sub> 35]	Copertura-Travi e solaio quota 6,13	18	1	2 (4 cubetti)

#### D.1.7. Controlli sul calcestruzzo fresco

Sul calcestruzzo fresco (miscela nella quale non si siano ancora iniziati a verificare il fenomeno di presa) possono essere eseguite delle prove direttamente in cantiere con metodologie rapide e semplici che consentono di acquisire informazioni sulla qualità del materiale fornito prima dei tradizionali 28 giorni di stagionatura.

Tra i diversi metodi per valutare la consistenza del calcestruzzo fresco si cita quello maggiormente adoperato nella pratica: la prova di abbassamento del **cono di Abrams o slump-test**; questa prova, tramite l'osservazione e la misura del tempo e dei mm dell'abbassamento permette di valutare la plasticità e quindi la lavorabilità, del calcestruzzo nonché la classe di consistenza.

#### D.2. CONTROLLI SULL'ACCIAIO

Il par. 11.3.1 delle NTC 2008 prevede tre forme di controllo obbligatorie per tutti i tipi di acciaio:

- in stabilimento di produzione (da eseguirsi sui lotti di produzione)
- nei centri di trasformazione (da eseguirsi sulle forniture)



- di accettazione in cantiere (da eseguirsi sui lotti di spedizione)

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione (impianto esterno al produttore e/o al cantiere che riceve dal produttore di acciaio gli elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili) devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in maniera inequivocabile il centro di trasformazione stesso; il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare la richiamata documentazione e ad eseguire i controlli di accettazione.

#### D.2.1. Controlli di accettazione per barre e rotoli

Tali controlli sono obbligatori e devono essere effettuati dal Direttore dei Lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della sua messa in opera (par. 11.3.2.10 – NTC); **devono essere eseguiti su ciascun lotto di spedizione (30 tonnellate o frazione), proveniente da uno stesso stabilimento, in ragione di n.3 spezzoni del medesimo diametro e per 3 diametri diversi con prove di trazione, allungamento e piegamento ed eventualmente di aderenza e di composizione chimica.**

Se il marchio di identificazione e la documentazione di accompagnamento evidenziano la provenienza del materiale da più stabilimenti, i controlli dovranno essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori delle caratteristiche meccaniche di ciascun campione dello stesso diametro devono essere compresi tra i seguenti valori (Tab. 11.3.VI – NTC)

Caratteristiche	Valore limite	
	acciaio B450C	acciaio B450A
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	425 N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	572 N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6.0%	≥ 2.0%
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	$f_t / f_y \geq 1,03$
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	assenza di cricche

Nel caso in oggetto si fa riferimento ai valori limite dell'**Acciaio B450C**, essendo questo l'unico utilizzato come Acciaio per c.a.; le barre utilizzate hanno diametro  $\Phi 8$ ,  $\Phi 10$ ,  $\Phi 12$ ,  $\Phi 16$  e  $\Phi 20$  e considerando un quantitativo di circa 110 tonnellate, si individuano n. 4 lotti di spedizione, per cui il numero di spezzoni da prelevare nel singolo lotto di spedizione dovranno essere pari a 9 (3 spezzoni del medesimo diametro e per 3 diametri diversi).

*D.2.2. Controlli di accettazione su reti e tralicci elettrosaldati*

Anche in questo caso i controlli sono obbligatori e valgono le medesime procedure delle barre, con le opportune modifiche delle verifiche dei requisiti (par. 11.3.2.11 – NTC).

Il prelievo interessa n.3 saggi ricavati da **3 diversi pannelli nell'ambito di ciascun lotto di spedizione con prove di trazione ed allungamento e di distacco del nodo, oltre alle verifiche dimensionali.**

*D.2.3. Controlli in cantiere per prodotti laminati*

Gli acciai laminati per la realizzazione di strutture metalliche e per strutture composte hanno documentazione di accompagnamento delle forniture simile a quelle per gli acciai per c.a.; dai prodotti laminati dovranno essere prelevati i saggi per la preparazione di provette per le prove di laboratorio.

I controlli in cantiere devono essere eseguiti in presenza dal Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia e consistono nel prelievo per ogni lotto di spedizione (max 30 tonnellate) di **almeno 3 saggi, di cui uno sullo spessore minimo ed uno sullo spessore massimo, da cui ricavare le provette per le prove di trazione ed allungamento, di resilienza oltre che per la composizione chimica.**

## D.3. RIEPILOGO

*D.3.1. Prelievo di campioni in cls*

Un prelievo di campioni in calcestruzzo consiste in due provini (cubetti 150x150x150 mm) di miscela omogenea, cioè prodotti con medesime procedure (stessa classe di resistenza, consistenza e diametro massimo dell'inerte). Il cantiere in questione, avendo una quantità di calcestruzzo inferiore ai 1500 m<sup>3</sup>, rientra nel controllo di accettazione di **tipo A** (illustrato al par. 11.2.5.1 delle NTC 2008), in base al quale devono essere eseguiti i seguenti prelievi.

MISCELA OMOGENEA	CORPO	QUANTITA' [m <sup>3</sup> ]	GIORNI DI GETTO	NUMERO PRELIEVI
<b>C25/30</b> [R <sub>ck</sub> 30]	Zattera Fondazioni	49	1	2 (4 cubetti)
<b>C25/30</b> [R <sub>ck</sub> 30]	Costola Fondazioni	35	1	2 (4 cubetti)
			<b>TOTALE CUBETTI</b>	<b>8 cubetti</b>
<b>C28/35</b> [R <sub>ck</sub> 35]	Pilastri P.T.	15	1	2 (4 cubetti)
<b>C28/35</b> [R <sub>ck</sub> 35]	Copertura-Travi e solaio quota 3,93	30	1	2 (4 cubetti)
<b>C28/35</b> [R <sub>ck</sub> 35]	Copertura-Travi e solaio quota 6,13	18	1	2 (4 cubetti)

			<b>TOTALE CUBETTI</b>	<b>12 cubetti</b>
--	--	--	---------------------------	-------------------

I cubetti per le prove di rottura a compressione e determinazione della massa, compresa la rettifica meccanica dei provini, dovranno avere dimensioni 150x150x150 mm.

Se il getto si dovesse protrarre per più giorni rispetto al programma ipotizzato, il prelievo deve avvenire per ogni giorno di getto, a coppie di cubetti, come verrà indicato dalla DL.

#### D.3.2. Controlli di accettazione per barre di armatura

Tali controlli sono obbligatori e devono essere effettuati dal Direttore dei Lavori entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e comunque prima della sua messa in opera (par. 11.3.2.10 – NTC); devono essere eseguiti su ciascun lotto di spedizione (30 tonnellate o frazione), proveniente da uno stesso stabilimento, in ragione di n.3 spezzoni del medesimo diametro e per 3 diametri diversi con prove di trazione, allungamento e piegamento ed eventualmente di aderenza e di composizione chimica. Nel caso in oggetto si fa riferimento ai valori limite dell'Acciaio B450C, essendo questo l'unico utilizzato come Acciaio per c.a.; le barre utilizzate hanno diametro  $\Phi 8$ ,  $\Phi 10$ ,  $\Phi 16$ , considerando un quantitativo di circa 10 tonnellate e considerando i tempi di realizzazione, si individuano n. 2 lotti di spedizione, per cui il numero di spezzoni da prelevare saranno i seguenti:

il numero di spezzoni di barre da portare a laboratorio dovrà essere:

**n. 2x4= 8 spezzoni di lunghezza 1,20 m per barre  $\Phi 20$  B450C**

**n. 2x4= 8 spezzoni di lunghezza 1,20 m per barre  $\Phi 16$  B450C**

**n. 2x4= 8 spezzoni di lunghezza 1,00 m per barre  $\Phi 10$  B450C**

**n. 2x4= 8 spezzoni di lunghezza 1,00 m per barre  $\Phi 8$  B450C**

per le prove di: trazione, piegamento a freddo e verifiche dimensionali

#### D.3.3. Controlli in cantiere per prodotti laminati

Essendo i prodotti laminati prodotti con sistema permanente di controllo della produzione in stabilimento per assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito e dotati obbligatoriamente di marcatura CE, i controlli verteranno sull'accertamento di tale requisito.

Resta comunque facoltà della DL provvedere al prelievo di campioni in cantiere per l'esecuzione di prove di laboratorio.