



# Comune di Cave

## Città Metropolitana di Roma



REGIONE  
LAZIO

### REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRESIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23

...

*Fondo di cui all'art. 1, comma 140, della legge 11 dicembre 2016, n. 232*

## PROGETTO DEFINITIVO

### IL PROGETTISTA

Studio Ingegneria Maggi S.r.l.  
Il Direttore Tecnico  
Dr. Ing. Claudio MAGGI



PS.05

Relazione sui Materiali

SCALA:

1: 100

FORMATO:

A4

DATA:

Agosto 2020



**STUDIO INGEGNERIA MAGGI S.r.l.**

INGEGNERIA ARCHITETTURA IMPIANTISTICA URBANISTICA

Via Casavetere, 25 bis int. A 03014 Fiuggi (FR) tel-fax: 0775/504019



# **COMUNE DI CAVE**

CITTÀ METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE



**REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA  
SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO  
COMPENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE  
VENZI 23**

FONDO DI CUI ALL'ART. 1, COMMA 140, DELLA LEGGE 11 DICEMBRE 2016,  
N. 232

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PS.05 - RELAZIONE SUI MATERIALI**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI IMPIEGATI .....</b>	<b>6</b>
3.1	<b>CLASSI DI ESPOSIZIONE.....</b>	<b>6</b>
3.2	<b>CALCESTRUZZO PER LA FONDAZIONE CLASSE C 32/40 .....</b>	<b>6</b>
3.3	<b>CALCESTRUZZO PER LE OPERE IN ELEVAZIONE CLASSE C 25/30.....</b>	<b>6</b>
3.4	<b>ACCIAIO DA CARPENTERIA .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CALCESTRUZZO PER USO STRUTTURALE .....</b>	<b>8</b>
4.1	<b>CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO .....</b>	<b>8</b>
4.2	<b>PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO .....</b>	<b>8</b>
4.3	<b>COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO .....</b>	<b>9</b>
4.3.1	<b>Leganti .....</b>	<b>9</b>
4.3.2	<b>Aggregati.....</b>	<b>9</b>
4.3.3	<b>Aggiunte .....</b>	<b>9</b>
4.3.4	<b>Additivi.....</b>	<b>10</b>
4.3.5	<b>Acqua di impasto.....</b>	<b>10</b>
4.3.6	<b>Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo.....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. CON CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2 .....</b>	<b>11</b>
5.1.1	<b>Classe di esposizione .....</b>	<b>11</b>
5.1.2	<b>Classe di resistenza .....</b>	<b>11</b>
5.1.3	<b>Modalità di preparazione dei calcestruzzi.....</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....</b>	<b>13</b>
6.1	<b>TIPO DI ACCIAIO IMPIEGATO .....</b>	<b>13</b>
6.2	<b>CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO .....</b>	<b>14</b>
6.2.1	<b>Centri di trasformazione .....</b>	<b>14</b>
6.2.2	<b>Saldabilità .....</b>	<b>15</b>
6.3	<b>PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CEMENTO ARMATO.....</b>	<b>16</b>
6.3.1	<b>Controlli di accettazione in cantiere.....</b>	<b>16</b>
6.4	<b>ACCIAIO PER GETTI.....</b>	<b>18</b>
6.5	<b>CENTRI DI TRASFORMAZIONE.....</b>	<b>18</b>
6.6	<b>PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CARPENTERIA .....</b>	<b>19</b>

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	2

## 1 PREMESSA

La presente relazione sui materiali descrive i materiali ed i prodotti per uso strutturale con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

- Caratteristiche meccaniche dei materiali;
- Composizione e miscela dei calcestruzzi;
- Modalità di messa in opera e raccomandazioni esecutive.

Il presente documento riporta le caratteristiche dei materiali impiegati nel progetto definitivo denominato “Realizzazione di un nuovo corpo di fabbrica Scuola Secondaria di Primo Grado, presso l’Istituto Comprensivo “Via Giacomo Matteotti 11” in Viale Venzi 23”.

La presente relazione è stata svolta secondo il Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L’ISTITUTO COMPRENSIVO “VIA GIACOMO MATTEOTTI 11” IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	3

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche relative alle opere dell'intervento in esame sono state condotte secondo quanto prescritto dalle seguenti Normative:

- Legge n.1086 del 5 novembre 1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge 2/2/74 n. 64 “Provvedimenti per costruzioni con particolari prescrizioni per zone sismiche”.
- D.M. LL.PP. 11 Maggio 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche relative a: Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- Circ. Min LL.PP., 15 ottobre 1996, n. 252 “Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” di cui al D.M.LL.PP. 9 gennaio 1996”.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n°65/AA.GG. “Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996”.
- Ordinanza n° 3274 del 20 Marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Ordinanza n° 3379 del 5 Novembre 2004 “Disposizioni urgenti di Protezione civile”.
- Ordinanza n° 3431 del 3 Maggio 2005.
- Ordinanza n° 3452 del 1 Agosto 2005.
- Ordinanza n° 3467 del 13 Ottobre 2005.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO “VIA GIACOMO MATTEOTTI 11” IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	4

- D.M. del 14/09/2005 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- UNI EN 206-1, 2006, “Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI 11104, 2004, Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- D.M. del 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 Istruzioni per le applicazioni delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- D.G.R. della regione Lazio n. 387 del 22.05.2009 “Nuova classificazione sismica della regione Lazio”.
- D.G.R. della regione Lazio n. 835 del 03.11.2009 “Rettifica all'allegato 1 della D.G.R. 387/09”.
- Regolamento regione Lazio concernente “Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica .... omissis ” DGR n. 375 del 05.07.2016.
- Regolamento Regionale 14/2016 Regione Lazio “Regolamento regionale per lo snellimento e la semplificazione delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico e di repressione delle violazioni della normativa sismica. Abrogazione del Regolamento regionale 7 febbraio 2012, n. 2 (Snellimento delle procedure per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di prevenzione del rischio sismico) e successive modifiche”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO “VIA GIACOMO MATTEOTTI 11” IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	5

### 3 MATERIALI IMPIEGATI

Per la costruzione del nuovo edificio in c.a. saranno utilizzati i seguenti materiali con le caratteristiche meccaniche elencate:

#### 3.1 Classi di esposizione

Calcestruzzo per il magrone di sottofondazione

**Classe X0**

Calcestruzzo per la fondazione

**Classe XC2**

Calcestruzzo per le opere in elevazione

**Classe XC1**

#### 3.2 Calcestruzzo per la fondazione classe C 32/40

- Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità normale  $E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck}+8)/10)^{0.3} = 33642 \text{ N/mm}^2$
- Peso di volume  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche meccaniche calcestruzzo

- $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 33,20 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5 = 18,81 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctm} = 0,30 \cdot (f_{ck})^{(2/3)} = 3,10 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 2,17 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3,72 \text{ N/mm}^2$

#### 3.3 Calcestruzzo per le opere in elevazione classe C 25/30

- Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità normale  $E_{cm} = 22000 \cdot ((f_{ck}+8)/10)^{0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$
- Peso di volume  $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

Caratteristiche meccaniche calcestruzzo

- $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot f_{ck} / 1,5 = 14,11 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctm} = 0,30 \cdot (f_{ck})^{(2/3)} = 2,55 \text{ N/mm}^2$
- $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,79 \text{ N/mm}^2$
- $f_{cfm} = 1,2 \cdot f_{ctm} = 3,06 \text{ N/mm}^2$

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	6

### 3.4 Acciaio da carpenteria

- Tipo B450C
- Tensione di snervamento  $\sigma_{fa}$  449936 [kPa]
- Copriferro minimo: 50mm

Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata tipo FeB 450C laminato a caldo controllato in stabilimento.

#### Caratteristiche meccaniche dell'acciaio

- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico (secondo EC2)  $E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$
- Rapporto tra resistenza e tensione di snervamento  $1,13 \leq (f/f_y)_k \leq 1,35$
- Coefficiente di sicurezza parziale  $\gamma_s = 1.15$
- Tensione di Snervamento di calcolo  $f_{yd} = 391 \text{ MPa}$
- Deformazione di snervamento di calcolo  $\epsilon_{syd} = 1.96 \%$
- Deformazione limite allo SLU  $\epsilon_{ud} = 0.9\epsilon_{uk}$   $\epsilon_{syd} = 6.75\%$

Per le reti elettrosaldate si userà lo stesso acciaio B450 C.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare è stato adottato il modello elastico perfettamente plastico.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	7



## 4 CALCESTRUZZO PER USO STRUTTURALE

In questo paragrafo si riportano le prescrizioni comuni a tutti i calcestruzzi previsti in progetto.

### 4.1 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.
- *Controllo di produzione*; riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- *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.
- *Prove complementari*; sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Tutte queste fasi devono essere svolte ai sensi delle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

### 4.2 Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Il Direttore dei lavori dovrà ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo ai sensi della normativa vigente ed è tenuto a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi.

Devono comunque essere effettuate le prove di accettazione alle quali si è fatto riferimento in precedenza.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	8

### 4.3 Componenti del calcestruzzo

#### 4.3.1 Leganti

Devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

#### 4.3.2 Aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente tabella.

Specificativa Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

L'eventuale utilizzo di aggregati grossi provenienti da riciclo deve essere effettuato in conformità alle Norme Tecniche allegate al D.M. 2018.

Gli aggregati impiegati saranno comunque conformi alle norme UNI 8520-1:2015

#### 4.3.3 Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1:2012. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1:2009.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	9

#### 4.3.4 Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2012.

#### 4.3.5 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003.

#### 4.3.6 Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

I materiali e prodotti per uso strutturale, ai sensi delle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*, 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.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	10

## 5 ELEMENTI STRUTTURALI IN C.A. CON CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2

Gli elementi strutturali caratterizzati dalla classe di esposizione XC2 sono i seguenti:

- Pali in cemento armato a contatto con il terreno;
- Travi di coronamento sommitale alle palificate a contatto con il terreno;

Per la realizzazione di tali elementi si prevede un calcestruzzo avente le caratteristiche riportate in seguito:

### 5.1.1 Classe di esposizione

Il requisito di durabilità si ritiene soddisfatto se la struttura, sottoposta alle azioni tipiche dell'ambiente in cui si trova e soggetta ad ordinaria manutenzione, è in grado di continuare a fornire per tutta la vita utile del progetto le prestazioni per la quale è stata progettata e realizzata.

Al fine di garantire la durabilità delle strutture, la classe di resistenza del calcestruzzo è scelta in funzione dell'aggressività dell'ambiente secondo quanto prescritto nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206:2016 ed UNI 11104:2016.

Le condizioni ambientali di impiego degli elementi strutturali richiamati precedentemente ricadono nella classe XC2” corrosione per carbonatazione – prevalentemente acquoso o saturo d’acqua – raramente secco – “ da cui si fissano le caratteristiche del calcestruzzo secondo il seguente prospetto estrapolato dalle linee guida sopra citate:

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

UNI 11104:2016	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
						Acqua di mare			Cloruri provenienti da altre fonti									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30	C30/37	C32/40	C32/40	C35/45	C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45			
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	340	360	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)												b)	4,0 a)					
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno contenente solfiti nei limiti del prospetto 2 della all'acqua di mare adeguata resistenza ai UNI EN 206:2014, è richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfiti. c)		

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CEHR5 12390 -9, UNI CEHR5 15177 0 UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. 11 valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Dupper >20mm, per Dupper inferiori il limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Dupper tra 12 mm e 16 mm).

Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.

c) Cementi resistenti ai solfiti sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI9156 classifica i cementi resistenti ai solfiti in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza solfitica. La classe di resistenza solfitica del cemento deve essere prescritta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.

d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

### 5.1.2 Classe di resistenza

Alla luce di quanto esposto nel paragrafo che precede si adotterà comunque un calcestruzzo con classe di resistenza C32/40 le cui caratteristiche meccaniche sono riportate nella seguente tabella:

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	11

<b>CLS</b>	C 32/40	classe di resistenza
<b>R<sub>ck</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	40	resistenza cubica caratteristica
<b>f<sub>ck</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	33,20	resistenza cilindrica caratteristica
<b>f<sub>cd</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	18,81	resistenza cilindrica di progetto
<b>f<sub>cm</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	41,20	resistenza media cilindrica caratteristica
<b>f<sub>ctm</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	3,10	resistenza media a trazione semplice
<b>f<sub>ctk</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	2,17	resistenza caratteristica a trazione del cls
<b>f<sub>ctd</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	1,45	resistenza a trazione di progetto del cls
<b>E<sub>cm</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	33642,78	modulo elastico
<b>f<sub>bk</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	4,88	Tensione tangenziale caratt. di aderenza acciaio-cls
<b>f<sub>bd</sub>[N/mm<sup>2</sup>]</b>	3,25	Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cls di progetto
<b>s<sub>c</sub> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	19,92	Tensione massima di compressione nelle condizioni di esercizio per combinazione rara
<b>s<sub>c</sub> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	14,94	Tensione massima di compressione nelle condizioni di esercizio per combinazione quasi permanente

Per le opere realizzate con tale classe di resistenza si prevede una classe di consistenza del calcestruzzo S4 cui corrisponde uno Slump di 160-210mm. Il massimo diametro dell'inerte impiegato sarà pari a 25 mm e copriferro 50 mm per i pali in c.a. mentre per tutti gli altri elementi in c.a. 40 mm, salvo diverse indicazioni riportate nei disegni esecutivi.

### 5.1.3 Modalità di preparazione dei calcestruzzi

I calcestruzzi utilizzati saranno preparati utilizzando sabbia di fiume e ghiaia di cava. La sabbia sarà viva, assortita con grani di dimensioni fra 0 e 3mm, formata da elementi resistenti e no gelivi. La ghiaia conterrà elementi assortiti con elementi fino a 25mm resistenti, non gelivi e non friabili. Tutti gli elementi dovranno essere privi di impurità di tipo terroso, organico o salino (in particolare non dovranno essere presenti limo, argille, materie organiche, terreni vegetali, residui di carbone solfati ecc.)

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	12

## 6 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati e controllati con le modalità riportate nella normativa vigente.

### 6.1 Tipo di acciaio impiegato

Nel presente progetto è previsto l'utilizzo di acciaio saldabile per cemento armato B450C secondo UNI EN 10080:2005, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>

Il suddetto acciaio deve anche rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

Riguardo al diametro minimo del mandrino per evitare danni all'armatura vale quanto stabilito dalla Norma Uni EN 1992-1-1:2015.

Inoltre:

*Tensione caratteristica di snervamento ( $f_{yk}$ )*

*450 N/mm<sup>2</sup>*

*Coefficiente di sicurezza allo Stato Limite Ultimo del materiale ( $\gamma$ )*

*1.15*

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	13

Tensione caratteristica di rottura ( $f_{tk}$ )	540 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo ( $f_{yd}$ )	391.30 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di calcolo di aderenza acciaio-calcestruzzo ( $f_{bd}$ )	2.70 N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico normale ( $E$ )	210000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson ( $\nu$ )	0.30
Peso Specifico	7850 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente di dilatazione termica	12x10 <sup>-6</sup> °C

## 6.2 Caratteristiche dimensionali e di impiego

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti e per la documentazione di accompagnamento delle forniture valgono le indicazioni della normativa vigente.

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti esposti in precedenza.

### 6.2.1 Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, ad esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera.

Per le specifiche riguardanti le lavorazioni ivi eseguite si rimanda alle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

Si ricorda, comunque, che ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	14

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

### 6.2.2 Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata, e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito, devono soddisfare le limitazioni riportate nella tabella seguente dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	<i>C</i>	0,24	0,22
Fosforo	<i>P</i>	0,055	0,050
Zolfo	<i>S</i>	0,055	0,050
Rame	<i>Cu</i>	0,85	0,80
Azoto	<i>N</i>	0,014	0,012
Carbonio equivalente	$C_{eq}$	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di *C* dello 0,03% in massa, a patto che il valore del  $C_{eq}$  venga ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	15



### 6.3 Procedure di controllo per acciai da cemento armato

Le vigenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- 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.

Le tre forme di controllo indicate devono soddisfare le prescrizioni contenute nelle *Norme Tecniche allegata al D.M. 2018*; tuttavia, nel seguito, sono riportate alcune specifiche relative ai controlli di accettazione in cantiere, relative sia a barre e rotoli che a reti e tralicci elettrosaldati:

#### 6.3.1 Controlli di accettazione in cantiere

Barre e rotoli

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico descritte per i controlli sistematici in stabilimento, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

**Tabella:** Valori di accettazione per acciaio B450C

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	16

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti in normativa, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	17

Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Reti e tralicci elettrosaldati

Anche in questo caso i controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

## 6.4 Acciaio per getti

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare acciai conformi alla norma UNI EN 10293:2015.

Quando tali acciai debbano essere saldati, valgono le stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile.

## 6.5 Centri di trasformazione

Si definiscono Centri di trasformazione, nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica, i centri di produzione di lamiere grecate e profilati formati a freddo, i centri di prelaborazione di componenti strutturali, le officine di produzione di carpenterie metalliche, le officine di produzione di elementi strutturali di serie e le officine per la produzione di bulloni e chiodi.

Per le specifiche riguardanti le lavorazioni ivi eseguite si rimanda alle *Norme Tecniche allegate al D.M. 2018*.

Si ricorda, comunque, che ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- c) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- d) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	18

di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

## 6.6 Procedure di controllo per acciai da carpenteria

Le vigenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- 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.

Le tre forme di controllo indicate devono soddisfare le prescrizioni contenute nelle *Norme Tecniche allegata al D.M. 2018*; tuttavia, nel seguito, sono riportate alcune specifiche relative ai controlli di accettazione in cantiere.

I controlli in cantiere, demandati al Direttore dei Lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le indicazioni della vigente normativa, effettuando un prelievo di almeno 3 saggi per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.

Qualora la fornitura, di elementi lavorati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono disposizioni fornite dalle *Norme Tecniche allegata al D.M. 2018*.

Progetto	Elaborato	Revisione	Data	Pagina
REALIZZAZIONE DI UN NUOVO CORPO DI FABBRICA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO "VIA GIACOMO MATTEOTTI 11" IN VIALE VENZI 23	PS05		2020	19