



## Comune di Castel Maggiore

Via Matteotti 10, Castel Maggiore (BO)

### OGGETTO:

## PROGETTO DEFINITIVO

PINQUA ID 264 | PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMENTO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"  
Comune di Castel Maggiore ID 884: nuove  
forme di residenzialità per utenti deboli.  
Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

CUP G78I21000290001

### INDIRIZZO:

Immobile sito in via Matteotti n° 12, Castel Maggiore (BO)  
comprese le aree esterne tra via Amendola e via Turati a est del Municipio

### COMMITTENTE:

**Comune di Castel Maggiore**

Via Matteotti 10 - 40013 Castel Maggiore (BO)

### RUP:

**Geom. Lucia Campana**

Responsabile del 3° Settore LLPP e Ambiente

### TAVOLA:

## STRUTTURE

Relazione sui materiali

## PROGETTISTI

### PROGETTO ARCHITETTONICO

Ing. Marco Guidotti - baustudio

### PROGETTO STRUTTURALE

Ing. Matteo Grilli - Marchingegno

### PROGETTO IMPIANTO MECCANICO

P.I. Davide Guidotti - MEP Studio

### PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

P.I. Daniele Franchini

### PROGETTO ACUSTICO

Ing. Riccardo Ragni

### COORD. PER LA SICUREZZA CSP

Ing. Matteo Grilli - Marchingegno

## REVISIONI

REV	DATA	AUTORE	VERIFICA	APPROVATO DA
00	13/7/23	Chiara Brunetti	Matteo Grilli	Matteo Grilli
COMMENTI: prima emissione				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				

## FASE DI PROGETTO

Progetto Definitivo

SCALA

ELABORATO N.

- **STR.RM**



## INDICE

---

1	Relazione sui materiali	4
1.1	Materiali esistenti	4
1.1.1	Livelli di conoscenza e fattori di confidenza	4
1.1.2	Caratterizzazione meccanica dei materiali in opera	4
1.2	Materiali nuovi ad uso strutturale	5
2	Accettazione dei materiali	8
2.1	Acciaio da carpenteria	8
2.1.1	Classe di esecuzione (EXC)	9
2.1.2	Controlli di accettazione in cantiere	10
2.1.3	Saldature	10
2.2	Calcestruzzo	11

# 1 Relazione sui materiali

## 1.1 Materiali esistenti

### 1.1.1 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Si ritiene raggiunto il livello di conoscenza **LC1** in quanto sono state realizzate rilievi visivi dei materiali e verifiche sugli spessori; il corrispondente fattore di confidenza è **FC=1,35**. Per maggiori approfondimenti si rimanda al §2.6 della presente relazione.

### 1.1.2 Caratterizzazione meccanica dei materiali in opera

#### MURATURA

Per poter valutare correttamente le caratteristiche della muratura si fa riferimento alla Tab. C8.5.I della Circolare. La tabella riporta infatti indicazioni sui possibili valori dei parametri meccanici identificati attraverso il rilievo degli aspetti costruttivi, considerando la presenza di particolari condizioni quali: una malta di calce di modeste caratteristiche, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte, muratura non consolidata.

Dalle indagini condotte, la struttura portante è della tipologia in mattoni pieni e malta di calce.

**Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.**

Tipologia di muratura	$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$w$ (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Per il livello di conoscenza LC1 si adottano i seguenti valori caratteristici:

**Resistenze:** valore medio dell'intervallo

$$f_m = 3,45 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_m = 0,09 \text{ N/mm}^2$$

**Moduli elastici:** valore medio dell'intervallo

$$E_m = 1500 \text{ N/mm}^2$$

$$G_m = 500 \text{ N/mm}^2$$



## 1.2 Materiali nuovi ad uso strutturale

### NUOVA MURATURA IN MATTONI PIENI

La nuova muratura sarà realizzata in mattoni pieni e malta di calce.

Il valore delle resistenze meccaniche della muratura può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite le Tab. 11.10.VI e Tab. 11.10.VIII delle NTC2018. La resistenza del blocco/mattone si desume dalla scheda tecnica del mattone UNI pieno Porotherm.

Un mattone UNI ha le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Resistenza caratteristica a compressione // base  $f_{bk} = 23 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica a compressione // testa  $f_{bk} = 8,5 \text{ N/mm}^2$

#### Stima della resistenza caratteristica a compressione

La resistenza a compressione si desume dalla tabella 11.10.VI delle NTC2018 a partire dalla resistenza a compressione dell'elemento e del tipo di malta. Entrando in tabella con una malta M2,5 e una resistenza a compressione // base pari a  $20 \text{ N/mm}^2$  si ottiene una resistenza della muratura pari a  $6,1 \text{ N/mm}^2$ .

**Tab. 11.10.VI** – Valori di  $f_k$  per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in  $\text{N/mm}^2$ )

Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2

#### Stima della resistenza caratteristica a taglio

La resistenza a taglio si desume dalla tabella 11.10.VIII delle NTC2018 a partire dal tipo di elementi e dal tipo di malta. Entrando in tabella con un elemento in laterizio e la malta M2,5 si ottiene una resistenza a taglio pari a  $0,20 \text{ N/mm}^2$ .

**Tab. 11.10.VIII** – Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali  $f_{vk0}$  (valori in  $\text{N/mm}^2$ )



**PROGETTO DEFINITIVO**

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

STR.RM – Relazione sui materiali

Elementi per muratura	F <sub>vk0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
	Malta ordinaria di classe di resistenza data	Malta per strati sottili	Malta alleggerita
Laterizio	M10-M20 0,30	0,30	0,15
	M2,5-M9 0,20		
	M1-M2 0,10		
Silicato di calcio	M10-M20 0,20	0,20	0,15
	M2,5-M9 M1- 0,15		
	M2 0,10		
Calcestruzzo vibrocompresso Calcestruzzo areato autoclavato Pietra artificiale e pietra naturale a massello	M10-M20 0,20	0,20	0,15
	M2,5-M9 M1- 0,15		
	M2 0,10		

Stima dei moduli di elasticità secanti

In mancanza di determinazione sperimentale, i moduli di elasticità secanti si desumono dal §11.10.3.4 delle NTC2018.

- Modulo di elasticità normale secante  $E=1000 f_k = 1000 \cdot 8 = 8000 \text{ N/mm}^2$
- Modulo di elasticità tangenziale secante  $G=0.4 E = 0.4 \cdot 8000 = 3200 \text{ N/mm}^2$

**CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE**

- classe di resistenza: C28/35
- classe di consistenza S4
- classe di esposizione XC3
- diametro massimo dell'aggregato: 25mm
- massimo rapporto acqua-cemento: 0.6
- copriferro minimo: 40mm

**CALCESTRUZZO PER SCALA ESTERNA - FONDAZIONI**

- classe di resistenza: C32/40
- classe di consistenza S4
- classe di esposizione XC4
- diametro massimo dell'aggregato: 25mm

**Polo Progetti Società Cooperativa**

Via San Donato, 85 – 40127, Bologna (BO) – tel. 051-0216964

www.polooprogetti.it

e-mail: info@poloprogetti.it - pec: poloprogetti@pec.polooprogetti.it

REA BO-511459 Albo Coop. n° A 232377

P.IVA/CF. 03337921203

## PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

STR.RM – Relazione sui materiali

- massimo rapporto acqua-cemento: 0.6
- copriferro minimo: 40mm

### CALCESTRUZZO PER CORDOLI

- classe di resistenza: C20/25
- classe di consistenza S4
- classe di esposizione XC1
- diametro massimo dell'aggregato: 25mm
- massimo rapporto acqua-cemento: 0.6
- copriferro minimo: 40mm

### ACCIAIO PER BARRE D'ARMATURA

- tipo di acciaio: B450C ad aderenza migliorata
- tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 450$  Mpa
- tensione di rottura caratteristica  $f_{tk} \geq 540$  Mpa
- allungamento  $A_{gt,k} \geq 7,45\%$

### ACCIAIO PER PROFILATI METALLICI

Le strutture in carpenteria metallica saranno realizzate in acciaio tipo “S 275” avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di rottura a trazione ( $t \leq 40$  mm)

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di snervamento ( $t \leq 40$  mm)

$$f_{tk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

Modulo di Young

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di Poisson

$$\nu = 0.3$$

Modulo di elasticità trasversale

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} = 81000 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di espansione termica lineare ( $t < 100^\circ\text{C}$ )

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Densità

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

### SALDATURA

La saldatura deve essere effettuata in conformità ai requisiti della parte pertinente della serie EN ISO 3834 o della serie EN ISO 14554, seconda dei casi. Secondo le classi di esecuzione si applicano le seguenti parti della serie EN ISO 3834:

EXC1 – EN ISO 3834-4 “Requisiti di qualità elementare”



**Polo Progetti Società Cooperativa**

Via San Donato, 85 – 40127, Bologna (BO) – tel. 051-0216964

www.pologetti.it

e-mail: info@poloprogetti.it - pec: poloprogetti@pec.pologetti.it

REA BO-511459 Albo Coop. n° A 232377

P.IVA/CF. 03337921203

EXC2 – EN ISO 3834-3 “Requisiti di qualità di riferimento”

EXC3 ed EXC4 – EN ISO 3834-2 “Requisiti di qualità completi”.

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all’arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2011. È ammesso l’uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

La saldatura deve essere eseguita con procedure qualificate utilizzando una specifica della procedura di saldatura (WPS) in conformità della serie EN ISO 15609, della EN ISO 14555, EN ISO 15620 o della serie EN ISO 17660, come pertinente. La specifica e la qualificazione delle procedure di saldatura devono essere in conformità alla EN ISO 15607.

### **ACCIAIO PER BARRE FILETTATE DI ANCORAGGIO**

Le barre di ancoraggio saranno realizzate con acciaio di classe 8.8.

## **2 Accettazione dei materiali**

### **2.1 Acciaio da carpenteria**

---

L’acciaio da carpenteria utilizzato per le strutture metalliche deve essere prodotto con un sistema permanente di controllo interno della produzione. Il controllo di accettazione si basa sull’acquisizione e verifica della documentazione di identificazione e qualificazione dei materiali, nonché mediante eventuali prove di accettazione, quando opportuno, secondo le procedure di cui al cap.11.1 NTC2018.

Qualora la fornitura di elementi lavorati provenga da un Centro di trasformazione o da un fabbricante di elementi marcati CE, il Direttore dei Lavori si accerta che il suddetto Centro di trasformazione o il fabbricante sia in possesso di tutti i requisiti previsti dalla norma, tramite l’acquisizione dei certificati di conformità, dove risultano chiaramente identificabili i profili utilizzati in cantiere e riconducibili alle singole bolle di trasporto, e le relative dichiarazioni di prestazione.

A testimonianza di tale sistema di gestione della qualità, l’acciaio deve presentare la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011 o, in alternativa, qualora sia fornito da un Centro di trasformazione, deve essere qualificato secondo una procedura, indicata nel DM 17/01/18 alla quale succede il rilascio dell’attestato di qualificazione per gli acciai da parte del Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici. In particolare i profilati normalizzati previsti nel progetto devono essere provvisti obbligatoriamente di Marcatura CE.

Come indicato al §4.2 “Costruzioni in acciaio” i requisiti per l’esecuzione di strutture di acciaio, al fine di assicurare un adeguato livello di resistenza meccanica e stabilità, di efficienza e di durata, devono essere



conformi alle UNI EN 1090-2:2011, “Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio”, per quanto non in contrasto con le presenti norme.

### 2.1.1 Classe di esecuzione (EXC)

Con l’entrata in vigore della norma armonizzata UNI EN 1090-2:2018, il contenuto dell’Annex B “Guida per la determinazione delle classi di esecuzione” è stato spostato nell’EC3 (UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014, Annex C – Table C.1) ed il processo di determinazione della classe EXC è stato semplificato come segue:

Sono state eliminate le categorie di produzione (PC): strutture bullonate e saldate sono considerate ugualmente affidabili.

Rimangono le Classi di Conseguenze (CC) - prospetto B.1 UNI EN 1990/2006

Classe di conseguenza	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate di impianti sportivi Edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (es. sale da concerti) Ponti Ferroviari etc...
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici Edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (es. edificio di uffici) Edifici industriali
CC1	Conseguenze basse per perdite di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (es. serre) Magazzini per sostanze non pericolose e nei quali l'accesso del personale sia assolutamente limitato

Vengono introdotte nel processo di classificazione le Classi di Affidabilità (RC) - prospetto B.2 UNI EN 1990/2006 – definite attraverso il concetto di indice di affidabilità (in realtà le classi di affidabilità corrispondono alle classi di conseguenze)

Le categorie di servizi (SC) figurano come tipi di carico. L’Eurocodice definisce due tipi di carico:

- Quasi statico e/o classe di duttilità sismica DCL
- Soggette a fatica (vedi EN 1993-1-9) e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH

Nel caso in esame, le strutture in acciaio sono state progettate con azioni di tipo pseudo-statico (§ 2.5.1.2. NTC 2018: “azioni dinamiche rappresentabili mediante un’azione statica equivalente”).

**Tabella 1** – Determinazione delle classi di esecuzione secondo UNI EN 1993-1-1:2005/A1:2014 (tab. C.1 Appendice C)

Classi di Affidabilità (RC) o Classi di Conseguenze (CC)	Tipo di carico	
	Quasi-statico e/o classe di duttilità sismica DCL ( <sup>1</sup> )	Soggette a fatica ( <sup>2</sup> ) e/o classe di duttilità sismica DCM o DCH ( <sup>1</sup> )
RC3 o CC3	EXC3( <sup>3</sup> )	EXC3( <sup>3</sup> )
RC2 o CC2	EXC2	EXC3
RC1 o CC1	EXC1	EXC2

(<sup>1</sup>) Classi di duttilità definite in EN 1998-1; DCL=bassa, DCM=media, DCH=alta.  
 (<sup>2</sup>) Vedi EN 1993-1-9.  
 (<sup>3</sup>) Per strutture nelle quali il superamento degli stati limite di servizio ed ultimi porti a conseguenze giudicate particolarmente onerose, può essere specificata la classe EXC4.

Pertanto la classe di esecuzione di cui alle strutture metalliche oggetto della presente relazione di calcolo è EXC2.

### 2.1.2 Controlli di accettazione in cantiere

Il direttore dei lavori deve effettuare i seguenti controlli da eseguirsi presso un laboratorio specializzato:

3 prove ogni 90 tonnellate di acciaio da carpenteria; il numero dei campioni, prelevati e provati nell’ambito della stessa opera, non può comunque essere inferiore a tre. Per una quantità di acciaio da carpenteria non superiore a 2 tonnellate, il numero dei campioni da prelevare è individuato dal Direttore dei Lavori, che terrà conto anche della complessità della struttura.

(Lunghezza campioni: min 40-50cm, prove da effettuare: trazione e resilienza)

Nota: 3 campioni ogni classe di resistenza dell’acciaio (S235, S275, ...) e ogni diverso stabilimento che li produce.

Per il controllo di accettazione dei risultati delle prove di laboratorio si fa riferimento alle tabelle al cap. 4.2.1.1. “acciaio laminato” delle NTC2018.

### 2.1.3 Saldature

Le saldature saranno sottoposte a CONTROLLI NON DISTRUTTIVI finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2014 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L’entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635. Nel capitolo 9 “selezione del metodo di prova” sono indicati i

requisiti per la selezione dei metodi di prova per vari tipi di materiali e di saldature. I metodi di prova sono i seguenti:

- Esame a correnti indotte
- Controlla magnetoscopico
- Esame con liquidi penetranti
- Controllo radiografico
- Esame ad ultrasuoni
- Esame visivo

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712:2012 almeno di secondo livello.

## **2.2 Calcestruzzo**

---

### LEGANTI

Nelle opere oggetto delle presenti norme 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), purché idonei all’impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595. È escluso l’impiego di cementi alluminosi. L’impiego dei cementi richiamati all’art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta. Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato. Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte, da norme armonizzate europee e fino alla disponibilità di esse, da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad eventuali altre specifiche azioni aggressive.

### 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.

### ADDITIVI

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

### ACQUA DI IMPASTO

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

### IMPASTI

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell’impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il



quantitativo di acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell’acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L’ impiego degli additivi dovrà essere subordinato all’ accertamento dell’assenza di ogni pericolo di aggressività. L’ impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

### CONTROLLI

Il calcestruzzo, secondo quanto previsto dalle Norme tecniche vigenti, deve essere prodotto da impianti dotati di un sistema di controllo permanente della produzione, certificato da un organismo terzo indipendente riconosciuto. E compito della DL accertarsi che i documenti di trasporto indichino gli estremi della certificazione. Nel caso in cui il calcestruzzo sia prodotto in cantiere occorre che, sotto la sorveglianza della DL, vengano prequalificate le miscele da parte di un laboratorio ufficiale (di cui all’art.59 del DPR 380/2001). Dovranno essere previsti i controlli di cui al par.11.2 e segg. Del D.M.17/1/2018.

#### CONTROLLO TIPO A (par. 11.2.5.1)

- minimo 3 prelievi costituiti da 2 provini ciascuno
- il prelievo è effettuato dal DL o suo incaricato
- l’impresa deve avvertire la DL dell’esecuzione del getto almeno con 48 ore di anticipo.

I calcestruzzi devono provenire da impianti certificati UNI EN ISO 9001:2000. Al DL deve essere preliminarmente trasmessa copia della certificazione UNI EN ISO 9000.

### CLASSE DI RESISTENZA

I calcestruzzi dovranno essere conformi alla UNI EN 206-1 e UNI 11104. La classe di resistenza è stata definita in conformità alle Norme tecniche e alla norma UNI EN 206-1: il primo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cilindrica ( $f_{ck}$  per le Norme tecniche e  $f_{ck, cyl}$  per le norme europee) mentre il secondo termine definisce la resistenza caratteristica a compressione cubica ( $R_{ck}$  per le Norme tecniche e  $f_{ck, cube}$  per le norme europee). Le resistenze soddisfano i valori minimi previsti dalla norma UNI 11104 per l’ambiente in cui è previsto che debbano lavorare i vari elementi strutturali.

### CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE

La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture di fondazione, tiene conto della possibile conseguente presenza di cloruri provenienti da acqua nella falda. La classe di esposizione ambientale prevista per le strutture in elevazione tiene conto del clima e del rischio di carbonatazione in regime bagnatoasciutto, tipico della zona in cui è sito l’edificio. Le classi di esposizione ambientale hanno determinato la scelta delle caratteristiche minime dei calcestruzzi, la dimensione del copriferro e la verifica dello stato limite di deformazione riportata nella relazione di calcolo allegata.

### CLASSE DI CONSISTENZA

Le classi di consistenza sono state stabilite ipotizzando l’utilizzo della pompa. Nel caso che, per motivi legati all’operatività, venga richiesto di utilizzare una classe di consistenza diversa da quella prescritta, può venire autorizzata dalla DL e annotata sull’apposito registro di cantiere, adducendo le motivazioni della variazione. Il mantenimento della consistenza deve essere garantito per un tempo di almeno due ore dalla fine del carico



dell'autobetoniera e comunque non meno di un'ora dall'arrivo dell'autobetoniera in cantiere, tempo in cui l'impresa deve completare lo scarico. Il fornitore di calcestruzzo e l'impresa devono programmare il getto in modo che il produttore cadenzi le consegne per dare il tempo necessario all'impresa di poter mettere in opera il materiale. Sono da evitare interruzioni di getto superiori a un'ora.

### COPRIFERRO

I valori dei copriferri sono stati stabiliti secondo la norma UNI EN 1992-1-1 (sezione 4), in funzione delle classi di esposizione ambientali. Si ricorda che il valore del copriferro è misurato dal filo esterno delle staffe, per cui se verranno utilizzati distanziatori fissati alle barre longitudinali occorrerà sommare al valore fornito anche il diametro delle staffe e il raggio della barra. Le tolleranze di esecuzione dei copriferri sono quelle previste dalla norma EN 13670:2008: è stata considerata una tolleranza  $\Delta c_{dev}$  di 10 mm, come proposto dalla norma UNI EN 1992-1-1.

### MESSA IN OPERA

L'esecuzione dell'opera deve essere conforme alla norma EN13670:2008. A tal fine è stata prevista la classe di esecuzione 1 e la classe di tolleranza 1. In particolare si raccomanda di utilizzare casseforme di resistenza, rigidità, tenuta e pulizia adeguate per ottenere superfici regolari e prive di difetti superficiali che possano incidere pesantemente sulla capacità del copriferro di proteggere le armature, soprattutto per la presenza dell'ambiente marino in cui verrà costruita la struttura. Per quello che riguarda la messa in opera (tolleranze, giunzioni, assemblaggio) e piegatura (temperatura minima, diametro dei mandrini, ecc.) delle armature, occorre attenersi alle prescrizioni riportate nel capitolo 6 della norma EN13670:2008.

I lavori di preparazione ai getti dovranno essere contemplati, ispezionati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione. Le superfici che vengono a contatto con il calcestruzzo fresco non devono avere una temperatura inferiore a 0°C finché questo abbia superato la resistenza a compressione di 5MPa. Se la temperatura ambientale è prevista al di sotto di 0°C o al di sopra di 30°C al momento del getto o nel periodo di maturazione, occorre prevedere precauzioni per la protezione del calcestruzzo, come specificato nel paragrafo successivo. Il calcestruzzo deve essere compattato a rifiuto in modo che le armature vengano adeguatamente incorporate nella matrice cementizia, l'elemento strutturale assuma forma imposta dalle casseforme e la superficie del getto sia priva di difetti superficiali. Allo scopo occorre utilizzare vibratori ad ago da inserire ed estrarre verticalmente ogni 50 cm circa, facendo attenzione a non toccare le armature e ad inserire il vibratore ad una profondità tale da coinvolgere gli strati inferiori precedentemente vibrati. Per la scelta delle classi di consistenza, la durata della vibrazione sarà relativamente bassa, soprattutto nei getti dei solai e della platea. Maggior cura richiederà la compattazione del calcestruzzo gettato nei pilastri, nelle pareti e nei nodi trave-pilastro.

### STAGIONATURA

Il calcestruzzo, dopo il getto, deve essere protetto contro la veloce evaporazione dell'acqua, dal gelo, dagli agenti atmosferici. Nei getti verticali, la stagionatura consiste nel mantenimento delle casseforme, per i getti orizzontali nell'applicazione di teli di plastica per il tempo necessario fissato dalle tabelle sotto riportate. Per la platea di fondazione, per le piastre di piano (soprattutto in corrispondenza del perimetro e della grondina di marcapiano, si prescrive una classe di stagionatura 3, per i pilastri è sufficiente una classe di stagionatura



**PROGETTO DEFINITIVO**

**Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3**

**Intervento denominato “L’Unione fa la Città”**

**COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio**

STR.RM – Relazione sui materiali

2. Eccetto che nel periodo invernale, e consentito utilizzare agenti antievaporanti, facendo attenzione ad evitare le riprese di getto. In questo periodo, si prescrive l’utilizzo di teli di plastica, in modo da proteggere il getto, oltre che dall’evaporazione dell’acqua, anche dalle basse temperature. Nel periodo invernale, si consiglia di richiedere al fornitore di calcestruzzo un prodotto con bassi tempi di indurimento, in modo da accorciare i tempi di stagionatura.



**Polo Progetti Società Cooperativa**

Via San Donato, 85 – 40127, Bologna (BO) – tel. 051-0216964

[www.pologetti.it](http://www.pologetti.it)

e-mail: [info@poloprogetti.it](mailto:info@poloprogetti.it) - pec: [poloprogetti@pec.pologetti.it](mailto:poloprogetti@pec.pologetti.it)

REA BO-511459 Albo Coop. n° A 232377

P.IVA/CF. 03337921203