



Città di Castel Maggiore (Bologna)

3° Settore LL.PP. e Ambiente
Servizio Lavori Pubblici
Tel.051/63.86.749 -Fax 051/63.86.800
lavori.pubblici@comune.castel-maggiore.bo.it
comune.castelmaggiore@cert.provincia.bo.it

PROGETTO ESECUTIVO REALIZZAZIONE POLO SICUREZZA IN VIA NERUDA - VIA UNGARETTI

<i>Progettista architettonico:</i>	Masiello Ing. Nicola	<i>Collaboratori:</i>	Capone Ing. Carmine Calanca P.I.E. Simonetta Alboni P.A. Gilberto Tolomelli Ing. j. Claudio
<i>Progettista e D.L. strutture:</i>	Giovannini Ing. Paolo sgLab s.a.s. - Bologna	<i>Collaboratori:</i>	Dalmonte Ing. Cristian sgLab s.a.s. - Bologna
<i>Progettista e D.L. imp. elettrici:</i>	Rivizzigno Ing. Marcello L studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Piamonti Per. Ind. Alessio
<i>Progettista e D.L. imp. meccanici:</i>	Rivizzigno P.I. Niccola studio Rivizzigno - Forlì	<i>Collaboratori:</i>	Bacalu Per. Ind. Jan
<i>Coord. sicurezza progettazione:</i>	Masiello Ing. Nicola		
<i>RUP:</i>	Campana Geom. Lucia		

Oggetto:

PROGETTO STRUTTURALE RELAZIONE SUI MATERIALI

Scala:

Data: gennaio 2017

Revisione: 02

Elaborato n.:

ST-RM

INDICE

1. CEMENTO ARMATO	2
2. DURABILITÀ DEL CALCESTRUZZO.....	2
2.1. Copriferro	2
2.2. Classe di resistenza	4
2.3. Contenuto di cemento	4
2.4. Rapporto a/c	4
3. ACCIAIO STRUTTURALE	4

1. CEMENTO ARMATO

- Calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni C 28/35:

resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2 = 350 \text{ kg/cm}^2$
resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29,1 \text{ N/mm}^2 = 291 \text{ kg/cm}^2$
modulo elastico ($E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3}$):	$E_{cm} \approx 32.600 \text{ N/mm}^2 = 326.000 \text{ kg/cm}^2$

- Acciaio per cemento armato normale B450C:

tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 = 4.500 \text{ kg/cm}^2$
tensione caratteristica di rottura:	$f_{yt} = 540 \text{ N/mm}^2 = 5.400 \text{ kg/cm}^2$

- classe di esposizione (fondazioni: XC2 – elevazioni: XC1)
- classe di consistenza del calcestruzzo fresco S4 (slump 0,16-0,21 m)
- rapporto acqua/cemento: $a/c \leq 0,55$
- contenuto in cemento: $\geq 320 \text{ kg/m}^3$
- aggregati non gelivi
- dimensione massima aggregato: 32 mm (19 mm per solette)

2. DURABILITÀ DEL CALCESTRUZZO

I criteri in base ai quali si definisce la **durabilità del calcestruzzo** fanno riferimento al contenuto di cemento, al rapporto a/c ed allo spessore del copriferro. Questi criteri sono comuni a tutte le normative riguardanti la durabilità: all'aumentare dell'intensità dell'attacco si aumenta il contenuto minimo di cemento, si riduce il rapporto a/c, si aumenta lo spessore del copriferro.

2.1. Copriferro

Indicando con c_{nom} il valore nominale di progetto, con c_{min} il valore minimo del copriferro e con Δc_{dev} la tolleranza di esecuzione, il copriferro nominale di progetto è dato da:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Se non si prescrivono controlli di qualità in cantiere che comportino la misura dei copriferri, il valore raccomandato di Δc_{dev} è 10 mm.

Il valore minimo del copriferro è dato da:

$$c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm})$$

essendo $c_{min,b}$ il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature e $c_{min,dur}$ il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali (durabilità). Il valore di $c_{min,b}$ è da assumersi pari al diametro della barra: nel caso in esame il massimo diametro prevedibile per le barre più esterne è sempre inferiore a $c_{min,dur}$, per cui $c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = c_{min,dur}$.

Il valore di $c_{min,dur}$ è funzione della classe strutturale e della classe ambientale e si ricava dalla tabella 4.4N dell'Eurocodice 2.

Tab. 4.4 N - Copriferro minimo richiesto (mm)

Classe strutturale	Classi di esposizione ambientale in accordo con il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

La classe strutturale da prendere normalmente a riferimento per gli edifici è la S4 (vita media di progetto della struttura 50 anni). A partire dalla classe strutturale di progetto della struttura, per il dimensionamento del copriferro minimo può farsi riferimento ad altre classe strutturali qualora sussistano le condizioni riportate nella tabella 4.3N.

Tab. 4.3N - Classe Strutturale

Criteri	Classi di esposizione ambientale in accordo con il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita di progetto di 100 anni	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2	Incrementa la classe di 2
Classe di resistenza	≥C30/37 Riduci classe di 1	≥C30/37 Riduci classe di 1	≥C35/40 Riduci classe di 1	≥C40/50 Riduci classe di 1	≥C40/50 Riduci classe di 1	≥C40/50 Riduci classe di 1	≥C45/55 Riduci classe di 1
Parti strutturali con geometria a piastra	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1
Speciali controlli di qualità sui calcestruzzi	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1	Riduci classe di 1

Nel caso in esame, quindi, la classe strutturale va incrementata di 2 (vita di progetto di 100 anni) e, per le sole parti strutturali con geometria a piastra (rampe e pianerottoli delle scale), ridotta di 1. La classe strutturale da considerare è pertanto la S6 (S5 per le parti strutturali con geometria a piastra). Ne consegue che il valore di $c_{min,dur}$ è:

- $c_{min,dur}$ = 25 mm per la classe di esposizione XC1 (elevazioni);
- $c_{min,dur}$ = 20 mm per la classe di esposizione XC1 (elevazioni – geometria a piastra);
- $c_{min,dur}$ = 35 mm per la classe di esposizione XC2 (fondazioni).

Il valore minimo del copriferro è quindi:

- $c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = 25 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC1 (elevazioni);
- $c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = 20 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC1 (elevazioni – geometria a piastra);

- $c_{min} = \text{MAX} (c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}) = 35 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC2 (fondazioni).

Il **copriferro nominale di progetto** vale pertanto:

- $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC1 (**elevazioni**);
- $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 30 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC1 (**elevazioni – geometria a piastra**);
- $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 45 \text{ mm}$ per la classe di esposizione XC2 (**fondazioni**).

2.2. Classe di resistenza

Per le classi di esposizione XC1 e XC2, la minima **classe di resistenza del calcestruzzo** indicata per le costruzioni normali ($V_N = 50$ anni) dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 (prospetto 4, riportato a lato) è C25/30.

Allo scopo di garantire la durabilità necessaria per la costruzione in esame, avente vita nominale di 100 anni, si è

opportunamente adottata, sia per le fondazioni, sia per le elevazioni, la classe **C28/35**.

	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione			
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	
Minima classe di resistenza ^{*)}	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300	320	340	
Contenuto minimo in aria (%)					
Altri requisiti					

2.3. Contenuto di cemento

Per le classi di esposizione XC1 e XC2, il valore limite del minimo **contenuto di cemento** indicato per le costruzioni normali ($V_N = 50$ anni) dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 (prospetto 4, riportato sopra) è 300 kg/m³.

Allo scopo di garantire la durabilità necessaria per la costruzione in esame, avente vita nominale di 100 anni, si è opportunamente aumentato tale valore a **320 kg/m³**.

2.4. Rapporto a/c

Per le classi di esposizione XC1 e XC2, il valore limite del massimo **rapporto a/c** indicato per le costruzioni normali ($V_N = 50$ anni) dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104 (prospetto 4, riportato sopra) è 0,60.

Allo scopo di garantire la durabilità necessaria per la costruzione in esame, avente vita nominale di 100 anni, si è opportunamente ridotto tale valore a **0,55**.

3. ACCIAIO STRUTTURALE

- Acciaio da carpenteria S275:

tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2 = 2.750 \text{ kg/cm}^2$$

tensione caratteristica di rottura:

$$f_{yt} = 430 \text{ N/mm}^2 = 4.300 \text{ kg/cm}^2$$