

RELAZIONE SUI MATERIALI (3)

Comune: Forlì (FC)

Proprietà: Comune di FORLÌ'

Oggetto: CONCESSIONE DELLA GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI DEGLI EDIFICI DEL COMUNE DI FORLÌ MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E DEGLI IMPIANTI: MIGLIORAMENTO SISMICO SCUOLA "LA RONDINE"

Data: 11/10/2022

Progettista:

CONCESSIONE DELLA GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI DEGLI EDIFICI DEL COMUNE DI FORLI' MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E DEGLI IMPIANTI: MIGLIORAMENTO SISMICO

SCUOLA "LA RONDINE"

RELAZIONE SUI MATERIALI (3)

11/10/2022

RELAZIONE SUI MATERIALI (3)

- RELAZIONE SUI MATERIALI

- ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI E LORO MODALITA' DI POSA IN OPERA

Per la realizzazione dei nuovi elementi in cemento armato verranno impiegati i seguenti materiali:

CEMENTO ARMATO

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1 RESISTENZE DEI MATERIALI

Calcestruzzo:

Classe calcestruzzo		C32/40
Coef. Riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	0.85
Resistenza cubica caratteristica	R_{ck}	40.00 N/mm ²
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	41.20 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica	f_{ck}	33.20 N/mm ²
Resistenza cilindrica di calcolo	f_{cd}	18.81 N/mm ²
Resistenza a trazione caratteristica	f_{ctm}	3.10 N/mm ²
Resistenza a trazione media	f_{ctk}	2.17 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	f_{ctd}	1.45 N/mm ²
Resistenza tangenziale di calcolo	f_{bd}	3.25 N/mm ²
Modulo di Young	E_c	33643 N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.50

Acciaio:

Tipo Acciaio		Fe B450C
Tensione di Rottura	f_k	450.0 N/mm ²
Tensione di snervamento	f_{yk}	540.0 N/mm ²
Resistenza di calcolo	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Modulo di Young	E_s	210000 N/mm ²
Coefficiente di sicurezza	γ_s	1.15

2 DEFORMAZIONE LIMITE DEI MATERIALI

Calcestruzzo:

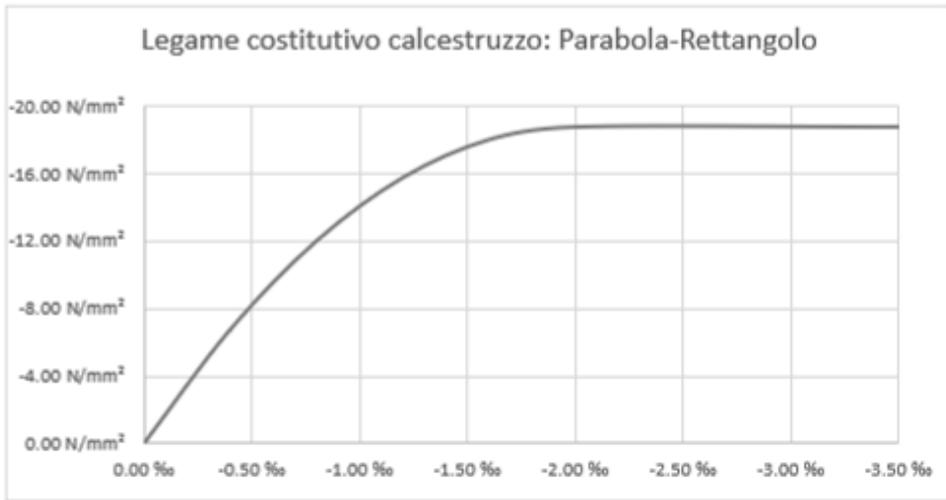
Deformazione limite del tratta parabolico	ϵ_{o2}	-2.00 ‰
Deformazione ultima (tratto rettangolare)	ϵ_{cu}	-3.50 ‰

Acciaio:

Deformazione allo snervamento	ϵ_{yd}	± 1.87 ‰
Deformazione ultima	ϵ_{ud}	± 67.50 ‰
Deformazione ultima	ϵ_{uk}	± 75.00 ‰
Rapporto di sovrarresistenza	k	1.20

3 LEGAMI COSTITUTIVI DI CALCOLO

Calcestruzzo: C32/40



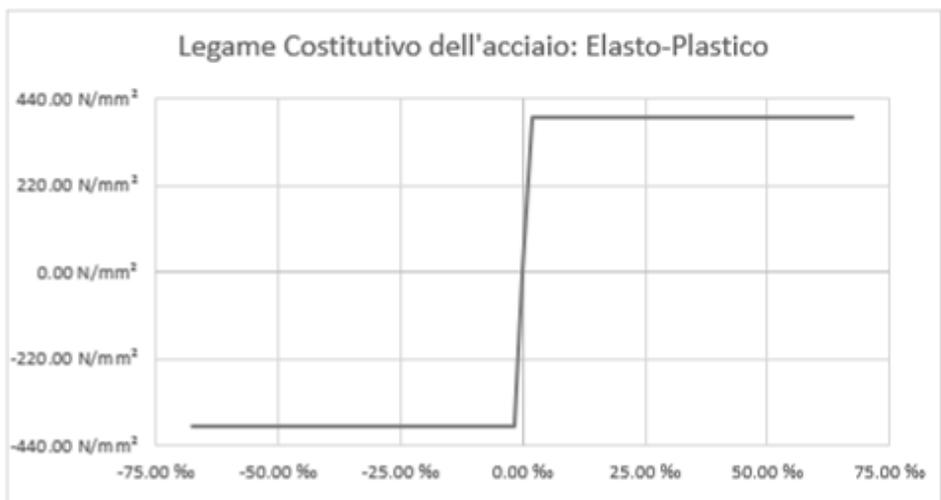
Tratto Parabolico

$$\sigma_c(\varepsilon_c) = 2 \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c2}} \left(\varepsilon_c - \frac{\varepsilon_c^2}{2\varepsilon_{c2}} \right) \quad \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

Tratto costante

$$\sigma_c(\varepsilon_c) = f_{cd} \quad \varepsilon_c > \varepsilon_{c2}$$

Acciaio: FeB450c



Tratto lineare

$$\sigma_s(\varepsilon_s) = E_s \varepsilon_s \quad \varepsilon_s \leq \varepsilon_{yd}$$

Tratto costante

$$\sigma_s(\varepsilon_s) = f_{yd} \quad \varepsilon_s > \varepsilon_{yd}$$

Analisi di durabilità e calcolo del copriferro

1.1 INTRODUZIONE

Una struttura durevole deve soddisfare i requisiti di attitudine al servizio, resistenza e stabilità durante la sua vita utile di progetto, senza presentare perdite significative di funzionalità né richiedere manutenzione straordinaria eccessiva.

La protezione richiesta per la struttura deve essere stabilita considerandone l'utilizzo previsto, la vita utile di progetto, il programma di manutenzione e le azioni.

1.2 REQUISITI DI DURABILITA'

Per la valutazione della vita utile di progetto richiesta dalla struttura, devono essere prese adeguate disposizioni al fine di proteggere ogni elemento strutturale dalle azioni ambientali.

I requisiti di durabilità devono essere presi in conto quando si considerano:

- La concezione della struttura;
- La scelta dei materiali;
- I dettagli costruttivi;
- L'esecuzione;
- Il controllo di qualità;
- Le verifiche;
- Particolari disposizioni (Per esempio utilizzo di acciaio inossidabile, rivestimenti, protezione catodica);

La vita utile di progetto richiesta dalla struttura coincide con la definizione di "vita nominale" specificata al paragrafo 2.4.1 delle NTC08.

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.1 e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE	V_N
Opere provvisorie	≤ 10 anni
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50 anni
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100 anni

Tabella 2.4.1 - Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

Per la struttura in esame si assume una vita utile di progetto: < 100 anni

Si riportano i seguenti requisiti della struttura:

- Classe di resistenza del calcestruzzo: C32/40
- Elemento dalla forma simile ad una soletta: no
- Controllo di qualità della produzione del calcestruzzo: si
- Tipologia di acciaio: ordinario

1.3 CONDIZIONE AMBIENTALE

Le condizioni di esposizione sono le condizioni chimiche e fisiche alle quali la struttura è esposta, in aggiunta alle azioni meccaniche.

Le condizioni ambientali sono classificate secondo il prospetto 4.1, basato sulla EN 206-1.

Si osserva che la composizione del calcestruzzo influenza sia la protezione delle armature, sia la resistenza del calcestruzzo agli attacchi.

La classe di esposizione che interessa la struttura è la seguente:

XC4	Corrosione indotta da carbonatazione
DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	
Ciclicamente bagnato asciutto	
Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	
Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2	

La scelta del calcestruzzo adeguatamente durevole per la protezione dell'armatura dalla corrosione e per la protezione del calcestruzzo dagli attacchi, richiede considerazioni sulla composizione del calcestruzzo. Questo può comportare una resistenza a compressione del calcestruzzo maggiore di quella richiesta dal progetto strutturale.

Pertanto per la struttura si richiede una classe di resistenza minima **C32/40**

1.4 CALCOLO DEL COPRIFERRO

Il copriferro è la distanza tra la superficie esterna dell'armatura (inclusi staffe, collegamenti e rinforzi superficiali, se presenti) più prossima alla superficie del calcestruzzo e la superficie stessa del calcestruzzo. Questa distanza dovrà essere maggiore o al massimo uguale al copriferro nominale di

Il copriferro nominale deve essere indicato sui disegni. Esso è definito nel modo seguente:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (1.4-1)$$

Dove " c_{nom} " è il valore nominale di progetto, " c_{min} " è il valore minimo del copriferro e " Δc_{dev} " è la tolleranza di esecuzione relativa al copriferro. Per le costruzioni ordinarie è assunta pari a 10mm, mentre nel caso di produzione in stabilimento con controlli molto rigorosi si assume 5mm.

Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro: **$\Delta c_{dev} = 5 \text{ mm}$**

Il valore minimo del copriferro è dato dal massimo valore contenuto nella parentesi:

$$c_{min} = \max(c_{min,b}, c_{min,det}, 10 \text{ mm}) \quad (1.4-2)$$

" $c_{min,b}$ " è il copriferro necessario alla trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza; esso è da assumersi pari al diametro della barra quando l'armatura è isolata e nel caso di armature raggruppate si dovrà uguagliare al diametro equivalente delle barre:

SCUOLA "LA RONDINE"
RELAZIONE SUI MATERIALI (3)

11/10/2022

$$\phi_{eq} = \phi \sqrt{n_s} \leq 55 \text{ mm} \quad (1.4 - 3)$$

Se la dimensione massima nominale dell'aggregato è maggiore di 32 allora "C_{min,b}" deve essere aumentato di 5mm.

Il numero di barre raggruppate è: 4

Il diametro equivalente delle barre 40 mm

Copriferro minimo per la trasmissione delle tensioni tangenziali di aderenza **C_{min,b} - 40 mm**

"C_{min,dur}" è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali, la sua determinazione è legata alla classe strutturale, parametro che tiene conto della vita nominale della struttura, e alla classe ambientale, parametri che tengono conto della degradazione a cui potrebbe essere sottoposto il manufatto a causa dell'esposizione ambientale; essi sono stabiliti attraverso le classi di esposizione

La classe strutturale di riferimento è la "S4" e sulla base delle indicazioni del prospetto 4.3N dell'Eurocodice 2, si definisce la classe strutturale per la costruzione in esame.

	Classi di esposizione			
	X0/ XC1	XC2/ XC3	XC4/ XD1/ XD2/ XS1	XD3/ XS2/ XS3
Vita utile nominale di 100 anni	Aumentare di 2 classi			
Classe di resistenza del calcestruzzo	≥ C32/40 Ridurre 1 classe	≥ C35/45 Ridurre 1 classe	≥ C40/50 Ridurre 1 classe	≥ C45/55 Ridurre 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe
Controllo di qualità speciale della produzione del	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe	Ridurre 1 classe

prospetto 4.3N - *Classificazione strutturale raccomandata*

Sulla base della precedente classificazione (pr. 4.3N) si adotta la seguente classe stru **S3**

Definita la classe strutturale il valore del copriferro minimo "C_{min,dur}" si ricava attraverso il prospetto 4.4N per acciai ad armatura ordinaria; ovvero al prospetto 4.5N per acciai da precompressione. Di seguito il valore ricavato dalla tabella:

Copriferro minimo per requisiti con riferimento alla durabilità: **C_{min,dur} - 25 mm**

Sulla base della formula 1.4-2 si definisce il copriferro minimo che soddisfi i requisiti di durabilità e trasmissione degli sforzi

Copriferro minimo adottato: **C_{min} - 40 mm**

Il copriferro nominale si ricava dalla formula 1.4-1, esso rappresenta il valore di progetto necessario per la definizione dell'altezza utile della sezione, riportato anche sui disegni strutturali.

Copriferro nominale: **C_{nom} - 45 mm**

Resoconto		
Classe strutturale e classe di esposizione	S3	XC4
Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro ΔC_{dev}	5 mm	
Copriferro minimo per garantire l'aderenza C_{min,b}	40 mm	
Copriferro minimo per garantire la durabilità C_{min,dur}	25 mm	
Copriferro minimo adottato C_{min}	40 mm	
Copriferro nominale C_{nom}	45 mm	

ACCIAIO PER CARPENTERIE

Si adotteranno i seguenti tipi di acciaio:

- Acciaio di carpenteria metallica S355.

laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]	f _{yk} [N/mm ²]	f _{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470

- Bullonerie classe 8.8

Classificazione secondo UNI EN ISO 898-1:2001					
	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Tensioni di snervamento e di rottura per le diverse classi					
Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f _{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f _{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

MATERIALI ESISTENTI

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti (murature, cls, acciaio) si veda il punto 2.1.0 e le verifiche locali della Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale.