

R.T.P.

**STUDIO DI INGEGNERIA ING. MARCO POLI - STUDIO INGEGNERIA GUIDETTI-SERRI
STUDIO DI INGEGNERIA ING. FAUSTO VIESI - GEOL. ARRIGO GIUSTI**



Provincia di Reggio Emilia

Corso Garibaldi n. 59 - 42121 Reggio nell'Emilia



LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA SUPERIORE DI 2° GRADO "I.T.L. EINAUDI" DI CORREGGIO - 1° LOTTO

CUP: C46F19000150001



Finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile unico procedimento:
Arch. Raffaele Aliperti

Progettisti:

R.T.P.

**STUDIO DI INGEGNERIA ING. MARCO POLI - STUDIO INGEGNERIA GUIDETTI-SERRI
STUDIO DI INGEGNERIA ING. FAUSTO VIESI - GEOL. ARRIGO GIUSTI**

ELABORATO ST.01.02

RELAZIONE SUI MATERIALI

AGOSTO 2022

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	CONTROLLATO	APPROVATO
00	AGO. 2022	PROGETTO ESECUTIVO	ING. M. GIACOPELLI	ING. FAUSTO VIESI	ING. MARCO POLI

INDICE

3	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	2
3.1	Premessa.....	2
3.2	Elenco dei materiali impiegati e valori di calcolo.....	5
3.3	Condizioni ambientali	12
3.4	Copriferro e Interferro.....	13

3 RELAZIONE SUI MATERIALI

3.1 Premessa

Nella presente relazione vengono descritte le proprietà fisiche e meccaniche adottate nella modellazione delle strutture oggetto del presente progetto definitivo.

Ai sensi del paragrafo § C8A.1.B.3 le proprietà dei materiali esistenti sono state modellate tenendo in considerazione il "Livello di Conoscenza - LC" adottato in relazione alle informazioni ad oggi in possesso. In stretto accordo con la Committenza, al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla vigente normativa in merito alle costruzioni esistenti, è stata eseguita anche una campagna di indagine sugli elementi strutturali esistenti. La campagna sperimentale è stata eseguita dal laboratorio LIFE Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l. (relazione dettagliata contenente i risultati delle prove effettuate allegata alla relazione di calcolo) e va ad integrare i risultati del Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l. di Parma (PR) per la fase di valutazione della vulnerabilità sismica del Novembre 2016.

Per la valutazione del LC idoneo si è fatto riferimento alla tabella di seguito riportata:

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure <i>esaustive</i> verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure <i>esaustive</i> prove in-situ	Tutti	1.00

La geometria è stata definita attraverso disegni di carpenteria e un rilievo ex novo completo mentre si sono eseguite "*esaustive verifiche in-situ*" per quanto riguarda i dettagli costruttivi ed "*esaustive prove in situ*" per quanto riguarda le proprietà dei materiali.

Come riportato nella verifica di vulnerabilità sismica, per l'individuazione e identificazione degli elementi resistenti, sono stati classificati n°20 elementi primari pilastri e n°14 elementi primari travi.

Di seguito un riassunto del numero di indagini in situ e di prove sui materiali necessari per ricavare il livello di conoscenza LC3.

Lotto I (anno 1966)	DEFINITI NELLA VERIFICA SISMICA		Sup. Piano (m ²)	VERIFICA SISMICA (PROVE GIÀ ESEGUITE)				Tab. C8.5.IV - Tab. C.8.5.V ESAAUSTIVE VERIFICHE IN SITU (50%)		Tab. C8.5.IV - Tab. C.8.5.V PROVE ESTESE IN SITU	
	Elemento Primario Pilastrì (n°)	Elemento Primario Travi (n°)		Saggi Pilastrì (n°)	Saggi Travi (n°)	Carote CIs (n°)	Spezzoni (n°)	Elemento Primario Pilastrì (n°)	Elemento Primario Travi (n°)	Carote CIs (n°)	Spezzoni (n°)
Piano Terra	20	14	500	0	4	1	1	10	7	6	3
Piano Primo	20	14	500	2	2	1	1	10	7	6	3
Piano Secondo	20	14	500	1	1	1	1	10	7	6	3
TOTALE				3	7	3	3	30	21	18	9
Prove Progetto - Prove Verifica Sismica (n°)								27	14	15	6
*** Riduzione 50%										7	3
Prove da Eseguire (n°)								27	14	8	3

*** come da C8.5.4.2 delle NTC18, le prove distruttive sui materiali possono essere sostituite, non più del 50%, con almeno il triplo di prove NON distruttive

Nel definire l'esatto numero di indagini si è tenuto conto di quanto già eseguito durante la valutazione di vulnerabilità sismica. Le prove in situ sono state sostituite in parte con almeno il triplo di prove NON distruttive (indagini sclerometriche, rilievo paco metrico).

Il livello di confidenza adottato per i materiali esistenti è quindi LC3 a cui corrisponde un FC=1,00.

Secondo quanto prescritto nel paragrafo §C8.7.2.4 in merito alle verifiche da eseguire sugli elementi strutturali, le resistenze dei materiali devono essere differenziate a seconda che si stia indagando un meccanismo duttile (verifica in termini di resistenza nei confronti della flessione / pressoflessione) o un meccanismo fragile (ovvero la rottura per taglio negli elementi sismoresistenti verticali), come definito di seguito.

Tabella C8.4 – Valori delle proprietà dei materiali e criteri di analisi e di verifica della sicurezza

		Modello Lineare		Modello Non Lineare	
		Domanda	Capacità	Domanda	Capacità
Tipo di elemento o meccanismo (e/m)	Duttile / Fragile	Accettazione del Modello Lineare (ML) (per il controllo dei valori di $\rho_i = D_i/C_i$)		Dall'analisi. Usare i valori medi nel modello.	In termini di deformazione. Usare i valori medi <u>divisi</u> per il FC.
		Dall'analisi. Usare i valori medi dei moduli nel modello.	In termini di resistenza. Usare i valori medi.		
	Duttile	Verifiche (se il ML è accettato)			
		Dall'analisi.	In termini di deformazione. Usare i valori medi <u>divisi</u> per il FC.		
	Fragile	Verifiche (se il ML è accettato)			In termini di resistenza. Usare i valori medi <u>divisi</u> per il FC e per il coefficiente parziale.
		Se $\rho_i \leq 1$, dall'analisi.	In termini di resistenza. Usare i valori medi <u>divisi</u> per il FC e per il coefficiente parziale.		
	Se $\rho_i > 1$, dall'equilibrio con la resistenza degli e/m duttili. Usare i valori medi <u>moltiplicati</u> per FC.				

In virtù del livello di conoscenza adottato, ovvero LC3 con un fattore di confidenza pari a 1.00, si riportano di seguito i parametri di calcolo delle caratteristiche meccaniche:

- ✓ Per le verifiche degli elementi/meccanismi duttili:

$$\text{valore di calcolo } f_{cdm_duttile} = \frac{f_{cm}}{FC} = \frac{f_{cm}}{1.00}$$

- ✓ Per le verifiche degli elementi/meccanismi fragili:

$$\text{valore di calcolo } f_{cdm_fragile} = \frac{f_{cm}}{FC \cdot \gamma_M} = \frac{f_{cm}}{1.00 \cdot \gamma_M}$$

Per quanto riguarda i materiali di nuova fornitura, ai sensi del paragrafo 11.1 delle NTC questi materiali devono essere identificati, qualificati e soprattutto accettati dal Direttore dei Lavori, prima della loro fornitura e posa in opera, e qualsiasi variazione delle caratteristiche tecniche minime sopra indicate, dovrà essere preventivamente concordata con la Direzione dei Lavori.

3.2 Elenco dei materiali impiegati e valori di calcolo

Di seguito sono indicati i materiali adottati per l'esecuzione degli interventi sull'edificio.

MATERIALI IN PROGETTO:

➤ Calcestruzzo per fondazioni

C25/30

Classe strutturale
 Classe di esposizione:
 Classe di resistenza minima del c.l.s.:
 Contenuto minimo di cemento:
 Rapporto massimo a/c:
 Massimo diametro inerti:
 Lavorabilità, Slump Pali di Fondazione:
 Lavorabilità, Slump:

S4
 XC2
 C25/30;
 300 kg/m³;
 0.60;
 20 mm;
 S5;
 S4/S5;

Caratteristiche meccaniche del c.l.s.:

Resistenza Caratteristica Cubica a Compressione
 Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione Teorica
 Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione di Calcolo
 Resistenza media a trazione
 Resistenza Caratteristica a Trazione
 Modulo Elastico
 Coefficiente di Poisson
 Coefficiente di dilatazione termica
 Resistenza di calcolo a compressione del cls
 $\alpha_{cc} = 0.85$, coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata;
 $\gamma_c = 1.50$, coeff. parziale di sicurezza relativo al cls.

$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ctk} = 1.79 \text{ N/mm}^2$;
 $E = 31'475.8 \text{ N/mm}^2$;
 $\nu = 0.20$;
 $\alpha = 1 \times 10^{-5}$;
 $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$;

Resistenza di calcolo a trazione del cls
 $\gamma_c = 1.50$, coeff. parziale di sicurezza relativo al cls.

$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$;

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cls

$f_{ctd} = 1.19 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$;
 $f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk}$;

$\eta = 1$ per $\phi \leq 32\text{mm}$;

$f_{bk} = 4.02 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{bd} = 2.685 \text{ N/mm}^2$;

In zona di cls teso od armature molto addensate la resistenza di aderenza va ridotta ulteriormente di 1.5:

$f_{bd}^{red} = 1.79 \text{ N/mm}^2$

➤ Calcestruzzo in elevazione

C32/40

Classe strutturale
 Classe di esposizione:
 Classe di resistenza minima del c.l.s.:
 Contenuto minimo di cemento:
 Rapporto massimo a/c:
 Massimo diametro inerti:
 Lavorabilità, Slump:

S4
 XC4
 C32/40;
 300 – 340 kg/m³;
 0.50;
 22 mm;
 S4/S5.

Caratteristiche meccaniche del c.l.s. :

Resistenza Caratteristica Cubica a Compressione
 Resistenza Caratteristica Cilindrica a Compressione di Calcolo
 Resistenza media a trazione
 Resistenza Caratteristica a Trazione
 Modulo Elastico
 Coefficiente di Poisson

$R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ctm} = 3.024 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ctk} = 2.117 \text{ N/mm}^2$;
 $E = 33346 \text{ N/mm}^2$;
 $\nu = 0.20$;

Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1 \times 10^{-5}$;
Resistenza di calcolo a compressione del cls	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$;
$\alpha_{cc} = 0.85$, coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata;	
$\gamma_c = 1.50$, coeff. parziale di sicurezza relativo al cls.	
Resistenza di calcolo a trazione del cls	$f_{cd} = 18,13 \text{ N/mm}^2$;
$\gamma_c = 1.50$, coeff. parziale di sicurezza relativo al cls.	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$;
Tensione tangenziale di aderenza acciaio-cla	$f_{ctd} = 1.41 \text{ N/mm}^2$;
$\eta = 1$ per $\phi \leq 32\text{mm}$;	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$;
In zona di cla teso od armature molto addensate la resistenza di aderenza va ridotta ulteriormente di 1.5:	$f_{bk} = 2,25 \eta f_{ctk}$;
	$f_{bk} = 4,763 \text{ N/mm}^2$;
	$f_{bd} = 3,176 \text{ N/mm}^2$;
	$f_{bd} = 2,117 \text{ N/mm}^2$
➤ Geomalta minerale fibrorinforzata per rinforzo estradossale solai 1°-2° piano	
Classe strutturale	R4
Resistenza a compressione a 28 gg	109 N/mm ²
Resistenza a trazione a 28 gg	7,0 N/mm ²
Modulo elastico a compressione a 28 gg	35000 N/mm ²
Fibre di acciaio	
Lunghezza	13 mm
Diametro	0,2 mm
Resistenza a trazione	3100 N/mm ²
Modulo elastico	200000 N/mm ²
➤ Acciaio per armature da cemento armato	
<i>Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:</i>	
Tipo di acciaio	B450C;
Tensione nominale di snervamento	$f_{y,nom.} = 450 \text{ N/mm}^2$;
Tensione nominale di rottura	$f_{t,nom.} = 540 \text{ N/mm}^2$;
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,k.} \geq f_{y,nom.}$;
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,k.} \geq f_{t,nom.}$
Rapporto $(f_t/f_y)_k$	$1.15 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1.35$;
Rapporto $(f_y/f_{y,nom.})_k$	$(f_y/f_{y,nom.})_k \leq 1.25$;
Allungamento	$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$;
Tensione di calcolo dell'acciaio	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$;
$\gamma_c = 1.15$, coeff. parziale di sicurezza relativo all'acciaio	$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$
➤ Acciaio per carpenteria metallica	
<i>Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:</i>	
Tipo di acciaio	S275J0;
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{y,k.} 275 \text{ N/mm}^2$;
Tensione caratteristica di rottura	$f_{t,k.} 430 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E = 2.1 \times 10^5 \text{ (N/mm}^2)$
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.300$
Modulo di elasticità tangenziale	$G = 80769 \text{ (N/mm}^2)$
Peso specifico	$P_s = 78.5 \text{ (kN/m}^3)$
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5} \text{ (1/}^\circ\text{C)}$
Coefficienti parziali di sicurezza	$\gamma_{M0} = 1.05$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

➤ *Bulloneria:*

Classe 8.8

➤ *Ancoraggio Chimico:*

Resina Epossidica tipo HILTI HIT-RE 500 V3

Tutti i materiali di nuova fornitura devono rispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/18.

MATERIALI ESISTENTI:

I risultati delle prove di laboratorio eseguiti nella fase di verifica di vulnerabilità sismica da parte del Laboratorio Geotecnologico Emiliano S.r.l. di Parma (PR) sono stati uniti e mediati insieme a quelli ricavati da LIFE Laboratori Ingegneria Ferrara s.r.l. nella fase di progetto di adeguamento sismico:

LOTTO I					
V E R I F I C A S I S M I C A	Sigla	Posizione	CALCESTRUZZO		
	C1	Piano Terra	f _{c1}	20.1	Mpa
	C2	Piano 1°	f _{c2}	15.3	Mpa
	C3	Piano 2°	f _{c3}	19.1	Mpa
			ACCIAIO		
	B1	Piano Terra	f _{y1}	377	Mpa
			f _{u1}	497.9	Mpa
	B2	Piano 1°	f _{y2}	416.3	Mpa
			f _{u2}	572.4	Mpa
	B3	Piano 2°	f _{y3}	379.6	Mpa
			f _{u3}	532.6	Mpa
LABORATORIO GEOTECNOLOGICO EMILIANO s.r.l.					
A D E G U A M E N T O S I S M I C O	Sigla	Posizione	CALCESTRUZZO		
	101	Piano Terra	f _{c1}	16.8	Mpa
	102	Piano Terra	f _{c2}	16.5	Mpa
	103	Piano 1°	f _{c3}	8.1	Mpa
	104	Piano 1°	f _{c4}	17	Mpa
	105	Piano 2°	f _{c5}	8.4	Mpa
	106	Piano 2°	f _{c6}	10.1	Mpa
	107	Piano 1°	f _{c7}	9.4	Mpa
	108	Piano Terra	f _{c8}	18.9	Mpa
			ACCIAIO		
	102	Piano Terra	f _{y1}	317.8	Mpa
			f _{u1}	457.6	Mpa
	102	Piano Terra	f _{y2}	406.7	Mpa
			f _{u2}	548.2	Mpa
	103	Piano 1°	f _{y3}	291	Mpa
			f _{u3}	434.7	Mpa
LIFE - LABORATORI INGEGNERIA FERRARA s.r.l.					

LOTTO I		
CALCESTRUZZO		
f_{cm}	14.5	Mpa
$E_{calcolo}$	24603.47	Mpa
$E_{calcolo} / 2$	12301.73	Mpa
$E_{fessurato}$	17500	Mpa
$G_{fessurato}$	7292	Mpa
incremento	29.70	%
ACCIAIO		
f_{y1}	364.7	Mpa
f_{u1}	507.2	Mpa



I valori sperimentali di f_c , f_y e f_u vengono mediati tra di loro.

L'analisi svolta è di tipo lineare e, non avendo svolto delle specifiche analisi, risulta logico considerare il cls fessurato nella condizione sismica di Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV vista la notevole entità dell'evento sismico di progetto. In definitiva, applicando quanto indicato nelle NTC, potremmo considerare un modulo elastico E_{SLV} del cls in fase fessurata al minimo pari a $\frac{1}{2} \cdot 24603 \text{ MPa}$ cioè 12301 MPa. Considerare un E di valore basso non risulta cautelativo in quanto la struttura subisce delle azioni sismiche inferiori al caso di un E elevato. La maggior deformabilità infatti porta ad avere un periodo più elevato con un'ordinata dello spettro di risposta presumibilmente più bassa, conseguentemente diminuiscono anche le azioni sismiche sulla struttura e sui vari elementi resistenti. Si riscontra che il modulo di elasticità determinato sulla base di carichi applicati a velocità non trascurabile (quale quelli

derivanti da azioni sismiche) è mediamente più elevato di quello determinato sotto azioni quasi-statiche. In particolare la formula $E_{cm}=22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3}$, fornisce valori in genere sottovalutati dell'ordine del 30-40%. Nel caso SLV il calcestruzzo si considera in fase fessurata, partendo da un valore di $E=12301\text{MPa}$ si decide di considerare un E_{SLV} pari a 17500MPa . In pratica si considera un incremento di E del 30% in modo da tenere in conto la velocità di applicazione delle azioni sismiche.

➤ Calcestruzzo esistente

ClS Lotto I

Caratteristiche meccaniche del cls :

Resistenza Cilindrica Media
 Resistenza Media a Trazione
 Resistenza a Trazione Caratteristica $f_{ct,k} = 0,7 \cdot f_{ctm}$
 Modulo Elastico

$f_{cm} = 14,50 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ct,m} = 0,828 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ct,k} = 0,5796 \text{ N/mm}^2$;
 $E = 24603,47 \text{ N/mm}^2$;

nella modellazione si farà riferimento al modulo elastico

$E_{SLV} = 17500 \text{ N/mm}^2$;

Coefficiente di Poisson

$\nu = 0.20$;

Coefficiente di dilatazione termica

$\alpha = 1 \times 10^{-5}$;

Resistenza di calcolo a compressione del cls

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$;

α_{cc} = coeff. riduttivo per le resistenze di lunga durata = 1.00;

γ_c = coeff. parziale di sicurezza relativo al cls = 1.00 per le verifiche sui meccanismi duttili;
 = 1.50 per le verifiche sui meccanismi fragili.

Resistenza di calcolo meccanismi duttili:

$f_{cd} = 14.5 \text{ N/mm}^2$;

Resistenza di calcolo meccanismi fragili:

$f_{cd} = 9.67 \text{ N/mm}^2$;

Resistenza di calcolo a trazione del cls

$f_{ct,d} = f_{ct,k} / \gamma_c$;

γ_c = coeff. parziale di sicurezza relativo al cls = 1.00 per le verifiche sui meccanismi duttili;
 = 1.50 per le verifiche sui meccanismi fragili.

Resistenza di calcolo meccanismi duttili:

$f_{ct,d} = 0.5796 \text{ N/mm}^2$;

Resistenza di calcolo meccanismi fragili:

$f_{ct,d} = 0.3864 \text{ N/mm}^2$;

Per le verifiche degli elementi/meccanismi duttili: valore di calcolo $f_{c,d_duttile} = \frac{f_{cm}}{FC} = f_{cm}$

The screenshot displays a software window titled 'Tipo di materiale: Cls 1966 (D.R.1939)'. It contains several tabs: 'Generale', 'Calcestruzzo', 'Acciaio da Carpenteria', 'Acciaio per Armature', 'Legno', and 'XLam'. The 'Calcestruzzo' tab is active, showing input fields for various material properties. On the right, there is a graph of the stress-strain relationship (Legame costitutivo) showing a parabolic-rectangular curve. Below the graph, there are checkboxes for 'Modifica legame costitutivo' and 'Verifiche SLE'. At the bottom, there are buttons for 'OK', 'Annulla', 'Applica', and '?'. The 'Generale' tab is also visible, showing fields for 'Nome del Materiale', 'Materiale Isotropo', 'Materiale Ortotropo', and various material constants like 'mod. Elas', 'Alfa', 'v', 'G', and 'Peso Specif.'.

Per le verifiche degli elementi/meccanismi fragili: valore di calcolo $f_{c,d_fragile} = \frac{f_{cm}}{FC \cdot \gamma_M} = \frac{f_{cm}}{1.00 \cdot 1.5}$

Materiali

Nome del Materiale: Cls 1966 (D.R. 1939) 21

☒ Materiale Isotropo ☐ Materiale Ortotropo

mod. Elas daN/cm²: 175000
 Alfa 1/°C: 1e-05
 v: 0.2
 G daN/cm²: 72916.666666
 Peso Specif. daN/m³: 2500

☐ Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Calcestruzzo

Database materiali...

Elimina Rinomina Salva Chiudi

Tipo di materiale: Cls 1966 (D.R.1939)

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria Acciaio per Armature Legno XLam

fc 145 daN/cm² α_{ce} 1 ☒ Materiale esistente
 fctm 8.2800557 daN/cm² fct 5.7960389 daN/cm² α_{ct} 1
 fm 145 daN/cm² FC 1

Legame costitutivo del ~Parabola Rettangolo

SLU comp γ_M 1.5 SLU traz γ_M 1.5 SLU Eccez γ_M 1
 Coeff.per pressofless. 1 x fcd

fcd 96.66666666 daN/cm²
 fctd 3.8640259933 daN/cm²

ϵ_{yd} 0.002
 ϵ_{ud} 0.0035

Resist.traz.per Pushover ☒ Auto FT 28.559149 daN/cm²

Verifiche SLE
☐ No resist. comp ☒ No resist. traz
☒ Aggiorna prop. meccaniche

Parametri verifiche DM'18

OK Annulla Applica ?

➤ Acciaio per armature da c.a.

Acciaio Lotto I

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio :

Tensione media di snervamento
 Tensione nominale di rottura
 Tensione di calcolo dell'acciaio
 Coeff. parziale di sicurezza relativo all'acciaio
 Tensione di calcolo meccanismi duttili:
 Tensione di calcolo meccanismi fragili:

$f_{ym} = 364.7 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{tm} = 507.2 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ym,d} = f_{ym} / (\gamma_s \cdot FC)$;
 $\gamma_c = 1.15$;
 $f_{ym,d} = 364.7 \text{ N/mm}^2$;
 $f_{ym,d} = 317.1 \text{ N/mm}^2$;

Per le verifiche degli elementi/meccanismi duttili: valore di calcolo $f_{y,d_duttile} = \frac{f_{ym}}{FC} = f_{ym}$

Materiali

Nome del Materiale: Aq60 1

☒ Materiale Isotropo ☐ Materiale Ortotropo

mod. Elas daN/cm²: 2000000
 Alfa 1/°C: 1.2e-05
 v: 0.3
 G daN/cm²: 769230.76923
 Peso Specif. daN/m³: 7850

☐ Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Acciaio per Armature

Database materiali...

Elimina Rinomina Salva Chiudi

Tipo di materiale: Aq60

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria Acciaio per Armature Legno XLam

fyk 3647 daN/cm² fu 5072 daN/cm² ☐ Materiale esistente
☐ Aderenza Migliorata ϵ_{ad} 0.01
 fm 3647 daN/cm² FC 1

Legame costitutivo del ~Bilatera Acciaio

Verifiche SLU
 SLU comp γ_M 1 SLU traz γ_M 1 SLU Eccez γ_M 1
 fd 3647 daN/cm²
 fd 3647 daN/cm²

Modifica legame costitutivo

Verifiche SLE
☐ No resist. comp ☐ No resist. traz
☒ Aggiorna Prop.Meccaniche

OK Annulla Applica ?

Per le verifiche degli elementi/meccanismi fragili: valore di calcolo $f_{y,d_fragile} = \frac{f_{ym}}{FC \cdot \gamma_M} = \frac{f_{ym}}{1.00 \cdot 1.15}$

Materiali

Nome del Materiale: Aq60 1

☒ Materiale Isotropo ☐ Materiale Ortotropo

mod. Elas daN/cm² 2000000

Alfa 1/°C 1.2e-05

v 0.3

G daN/cm² 769230.76923

Peso Specif. daN/m³ 7850

☐ Parametri secondo Normativa

Database materiali...

Tipo di materiale: Aq60

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria **Acciaio per Armature** Legno XLam

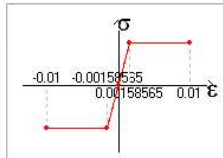
f_{yk} 5647 daN/cm² f_u 5072 daN/cm² ☐ Materiale esistente

☐ Aderenza Migliorata E_{ud} 0.01 Legame costitutivo del ~Bilatera Acciaio

f_m 3647 daN/cm² FC 1

Verifiche SLU

SLU comp	SLU traz	SLU Eccez
γ _M 1.15	γ _M 1.15	γ _M 1
f _d 3171.3043478 daN/cm ²	f _d 3171.3043478 daN/cm ²	



Modifica legame costitutivo

Verifiche SLE

☐ No resist. comp ☐ No resist. traz

☒ Aggiorna Prop. Meccaniche

OK Annulla Applica ?

3.3 Condizioni ambientali

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, possono essere suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in funzione della classe di esposizione.

<u>Condizioni ambientali</u>	<u>Classe di esposizione</u>
Ordinarie	X0, XC1, XC2 , XC3, XF1
Aggressive	XC4 , XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4.

FIGURA 2.2

Classi di esposizione																		
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione			Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco 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	0,45		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		C28/35	C32/40	C32/40	C35/45		C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30		C28/35	C28/35	C32/40	C35/45
Minimo contenuto di cemento (kg/m³)	-	300		320	340	340	360		320	340	360	320	340		360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 ^{a)}					
Altri requisiti												Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo				È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati ^{b)}		

*) Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, 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 7087, per la relativa classe di esposizione.

b) Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Prospetto 4 estratto dalla UNI 11104 in cui vengono elencati i requisiti minimi del calcestruzzo per ciascuna classe di esposizione ambientale.

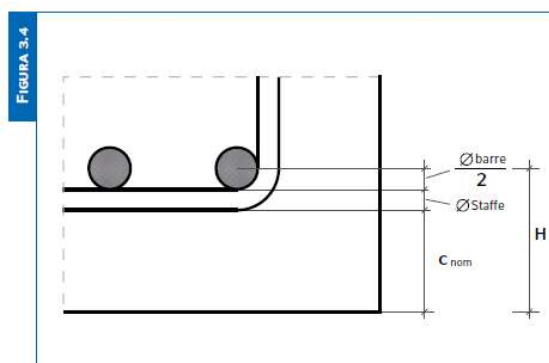
Le armature si distinguono in due gruppi:

- *armature sensibili;*
- *armature poco sensibili.*

Gli acciai ordinari da c.a. appartengono al gruppo delle armature poco sensibili alla corrosione.

3.4 Copriferro e Interferro

L'armatura resistente deve essere protetta da un adeguato ricoprimento di calcestruzzo. Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo, copriferro, deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione.



Calcolo della misura del distanziale da posizionare sulle barre longitudinali in funzione della dimensione delle armature e del copriferro c_{nom}

Nel caso in esame si adotta un copriferro minimo non minore di **40 mm** per le armature principali.

FIGURA 3.2	Requisito Ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)						
	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	Classe strutturale	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1
							XD3 / XS2 / XS3
	S1	10	10	10	15	20	25
	S2	10	10	15	20	25	30
	S3	10	10	20	25	30	35
	S4	10	15	25	30	35	40
	S5	15	20	30	35	40	45
	S6	20	25	35	40	45	50

Prospetto 4.4N estratto dalla UNI EN 1992-1-1_[N4] che prescrive i valori del copriferro minimo $c_{min,dur}$ con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080.

Il presente elaborato risulta costituito da n° 13 pagine numerate progressivamente (escluso il frontespizio).

Reggio Emilia, 03/08/2022

Il tecnico incaricato

(Mandatario in RTP)

Ing. Marco Poli