Comune di Medesano
Provincia di Parma

Committente

Comune di Medesano
Piazza Marconi, 6 - 43014 Medesano (PR)

Oggetto

INTERVENTO DI CONSOLIDAMENTO E MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA MATERNA DI SANT'ANDREA BAGNI (PR) - CUP: H23B24000010004



ELABORATO **S.2**	*SERIE ELABORATI* PROGETTO ESECUTIVO	*DATI GENERALI* *file* S.02 - RELAZIONE MATERIALI.odt *luogo e data* Parma, 16 luglio 2024 *collaboratori* Ing. Letizia Villa *timbro e firma* **IL PROGETTISTA** Ing. Alessandro Zaccarini
SCALA --	*TITOLO ELABORATO* Relazione sui materiali	

REVISIONI		
1	__/__/____	
2	__/__/____	
3	__/__/____	
4	__/__/____	

Ing. Alessandro Zaccarini
ingegnere civile
Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • Sede Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • Cell 340 7007607 • email info@alessandrozaccarini.com • PEC alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • C.F. ZCC LSN 72T11 G337D • P.IVA 02633040346

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Indice generale

Relazione sui materiali **2**
Norme di riferimento **2**
Livelli di conoscenza della struttura oggetto di indagine **3**
Rilievo geometrico-strutturale **3**
Esame della documentazione disponibile 3
Sopralluoghi volti alla conoscenza delle strutture 3
Quadro fessurativo e/o di degrado e di dissesto strutturale 4
Definizione delle proprietà dei materiali **5**
Struttura esistente in elevazione **5**
Muratura di piano seminterrato 6
Muratura di piano rialzato e successivi piani 6
Calcestruzzo delle opere di fondazione esistenti 7
Calcestruzzo dei cordoli di copertura esistenti e dei solai in laterocemento esistenti 7
Acciaio dei solai in laterocemento esistenti 7
Legno delle travi di copertura esistenti 8
Opere in c.a. di progetto **9**
Parametri meccanici dell'acciaio in barre per nuove opere in c.a. 9
Parametri meccanici del conglomerato cementizio armato per nuove opere in c.a. 9
Opere in acciaio di progetto **9**
Parametri meccanici della bulloneria strutturale 10
Opere di rinforzo dei solai esistenti in laterocemento 10

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Relazione sui materiali

Norme di riferimento

Relativamente agli aspetti strutturali, le analisi progettuali di cui alla presente relazione sono state svolte con costante riferimento ai seguenti documenti normativi:

- D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018, "Nuove norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sul S.O. n. 8 della Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 *(di seguito denominato NTC 2018)*;
- Circolare C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019, n. 7, "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" *(di seguito denominata CIRCOLARE 7/2019);*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, CNR-DT 200 R1/2013 - "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati. Materiali, strutture di c.a. e di c.a.p., strutture murarie", 10 ottobre 2013 – versione del 15 maggio 2014;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, "Linee Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti", approvate dal D.P. n. 293 del 29/05/2019;
- Ordinanza n. 55 del 24 aprile 2018, "Disciplina per la delocalizzazione temporanea delle attività economiche o produttive e dei servizi pubblici danneggiati dal sisma eseguiti e conclusi in data anteriore a quella di entrata in vigore del decreto legge n. 189 del 2016. Modifiche alle ordinanze n. 24 del 12 maggio 2017, n. 39 dell'8 settembre 2017 e n. 51 del 29 marzo 2018. Proroga del termine di cui all'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, e s.m.i. Termine per il deposito delle schede AeDES", e relativo Allegato 1, "Regolarizzazione di uno spettro ottenuto con gli studi di MS3" *(di seguito denominata Ordinanza P.C.M. n. 55/2018)*.

Le modalità di posa in opera dei materiali da utilizzarsi per le opere di nuova realizzazione dovranno essere conformi a quanto previsto dalle suddette normative cogenti e dalle norme in esse richiamate.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Livelli di conoscenza della struttura oggetto di indagine

In esito al rilievo geometrico-strutturale che ha riguardato l'intera unità strutturale, si può riassumere che:

- il rilievo geometrico degli elementi strutturali principali, svolto mediante rilievo celerimetrico in sito, è stato esteso a tutti gli elementi strutturali principali che costituiscono le opere in elevazione e di fondazione;
- la qualificazione dei materiali costituenti le opere in elevazione e di fondazione è stata svolta unicamente a vista senza la esecuzione di indagini e prove di laboratorio.

Per quanto sopra, il livello di conoscenza raggiunto per la struttura in oggetto e per tutti i materiali che la costituiscono è LC1.

Rilievo geometrico-strutturale

Esame della documentazione disponibile

La documentazione esaminata e disponibile agli atti del Comune di Medesano è la seguente:

Documento	Progetto di intervento di ristrutturazione del piano seminterrato per la realizzazione della seconda sezione di scuola materna di S.Andrea Bagni.
Tecnici/Redattori	--
Data redazione	Marzo 2000
Tipo di elaborati	Tavole grafiche in formato DWG.
Note	Elaborati grafici architettonici di buon dettaglio che si prestano come buona base per la redazione di un dettagliato rilievo geometrico-strutturale. Non sono presenti tavole strutturali o elaborati grafici che consentano la conoscenza dello schema strutturale dell'edificio e/o dei dettagli strutturali.

Sopralluoghi volti alla conoscenza delle strutture

Nel maggio 2013 è iniziata la campagna di rilievo della tipologia strutturale, degli schemi strutturali e dei dettagli costruttivi, oltre che degli eventuale quadro fessurativo presente e relativo stato di dissesto.

All'epoca si erano evidenziate solamente alcune fessurazioni che riguardavano il piano terreno/seminterrato nel fronte est.

Ad oggi il rilevo geometrico-strutturale è stato completato ed ha interessato la intera parte in elevazione della struttura e le opere di mediante n. 1 saggio con escavatore meccanico.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Quadro fessurativo e/o di degrado e di dissesto strutturale

Durante il corso degli anni nei quali sono stati effettuati diversi sopralluoghi al fine di monitorare a vista il quadro fessurativo presente, si è evidenziato un importante quadro fessurativo in evoluzione che interessa prevalentemente la porzione sud dell'edificio ed in particolare il prospetto sud.

In esisto ai sopralluoghi svolti il 18 ottobre e 20 ottobre 2023 si è rilevato, da parte dello scrivente, che la evoluzione dello stato di dissesto che riguarda il paramento murario del fronte sud ed i maschi murari su di esso incidenti, con particolare riferimento al cantonale sud-est, non garantiscono la permanenza di condizioni di stabilità statica e di adeguata capacità sismica delle porzioni dello stabile coinvolte. Tale condizione ha portato alla interruzione del servizio scolastico nell'edificio, trasferendo le attività scolastiche, in via temporanea, in altra collocazione.

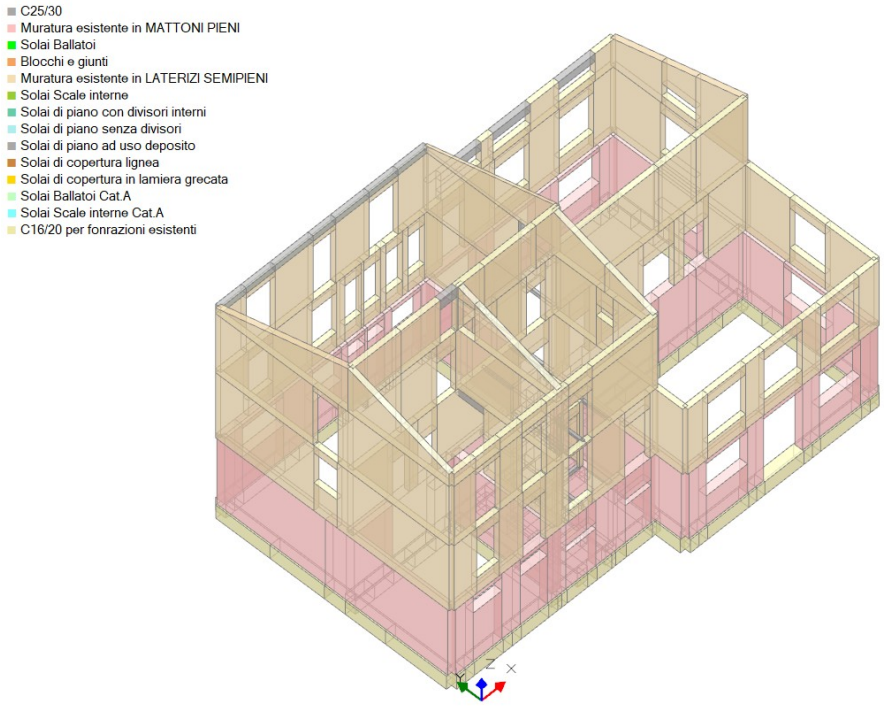
Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Definizione delle proprietà dei materiali

Struttura esistente in elevazione

Come già anticipato, per tutte le opere esistenti il livello di conoscenza raggiunto per la struttura in oggetto e per tutti i materiali che la costituiscono è LC1.



In riferimento alla figura soprastante ed in esito al rilievo geometrico-strutturale svolto, la struttura esistente si ritiene costituita dai seguenti materiali:

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Muratura di piano seminterrato

Generale	
Nome	Muratura esistente in MATTONI PIENI
Riferimento	NTC 2018, Tab. C8.5.I
Tipologia	Mattoni pieni e malta di calce
Condizioni	Standard
Fattore di Confidenza	1.35
Moduli elastici	
Valori	Medi
E	1500
G	500
Resistenze	
Valori	Minimi
f,m	2.600
f,tm	0.260
f,hm	1.300
τ,0	0.050
f,vm0	0.130
Altre proprietà meccaniche	
w	18.00
α	0.000010
f,b	10.000
μ	0.577
φ	1.000

Muratura di piano rialzato e successivi piani

Generale	
Nome	Muratura esistente in LATERIZI SEMIPIENI
Riferimento	NTC 2018, Tab. C8.5.I
Tipologia	Mattoni semipieni con malta cementizia
Condizioni	Standard
Fattore di Confidenza	1.35
Moduli elastici	
Valori	Medi
E	4550
G	1138
Resistenze	
Valori	Minimi
f,m	5.000
f,tm	0.500
f,hm	2.500
τ,0	0.080
f,vm0	0.200
Altre proprietà meccaniche	
w	15.00
α	0.000010
f,b	10.000
μ	0.577
φ	1.000

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Calcestruzzo delle opere di fondazione esistenti

Calcestruzzo ordinario		U.M.	Tipo di cls C16/20
	α_{cc}		0,85
Fattore di confidenza	FC		1,35
Coefficiente di sicurezza	γ_c		1,5
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	FC · γ_c		2,03
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	MPa	24,096
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0,83\ R_{ck}$	MPa	20
Resistenza cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	MPa	28,000
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc}\ f_{ck} / \gamma_c$	MPa	8,395
Resistenza di calcolo a compressione (getti piani sp. < 50 mm)	$f_{cd'} = 0,80\ f_{cd}$	MPa	6,716
Resistenza indefinita di progetto a compressione	$f_{c1} = 0,85\ f_{cd}$	MPa	7,136
Resistenza indefinita di progetto per compressione centrata	$f'_{c1} = 0,8\ f_{c1}$	MPa	5,709
Resistenza media a trazione (EC2 - D.M. 17/01/2018)	$f_{ctm} = 0,30\ f_{ck}^{2/3}$	MPa	2,210
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 0,27\ R_{ck}^{2/3}$	MPa	2,253
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctmf} = 1,2\ f_{ctm}$	MPa	2,703
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk} = f_{ctm'} = 0,7\ f_{ctm}$	MPa	1,547
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctm'} = 1,3\ f_{ctm}$	MPa	2,874
Resistenza a trazione di progetto	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	MPa	0,764
Modulo elastico secante (D.M. 17/01/2018)	$E_{cm} = 22000\ (f_{cm}/10)^{0,3}$	MPa	29.961,951
Modulo elastico secante (EC2)	$E_{cm} = 9500\ (f_{ck} + 8)^{1/3}$	MPa	28.847,595
Modulo elastico istantaneo tangente all'origine (D.M. 9/1/1996)	$E_c = 5700\ R_{ck}^{1/2}$	MPa	27.980,200
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo non fessurato)	v		0,2
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo fessurato)	v		0,0
Modulo di elasticità tangenziale (E_{cm} da EC2)	$G = E_{cm} / [2(1+v)]$	MPa	12.019,831
Coefficiente di dilatazione termica		1/°C	0,000010

Calcestruzzo dei cordoli di copertura esistenti e dei solai in laterocemento esistenti

Calcestruzzo ordinario		U.M.	Tipo di cls C25/30
	α_{cc}		0,85
Fattore di confidenza	FC		1,35
Coefficiente di sicurezza	γ_c		1,5
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	FC · γ_c		2,03
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	MPa	30,120
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0,83\ R_{ck}$	MPa	25
Resistenza cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	MPa	33,000
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc}\ f_{ck} / \gamma_c$	MPa	10,494
Resistenza di calcolo a compressione (getti piani sp. < 50 mm)	$f_{cd'} = 0,80\ f_{cd}$	MPa	8,395
Resistenza indefinita di progetto a compressione	$f_{c1} = 0,85\ f_{cd}$	MPa	8,920
Resistenza indefinita di progetto per compressione centrata	$f'_{c1} = 0,8\ f_{c1}$	MPa	7,136
Resistenza media a trazione (EC2 - D.M. 17/01/2018)	$f_{ctm} = 0,30\ f_{ck}^{2/3}$	MPa	2,565
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 0,27\ R_{ck}^{2/3}$	MPa	2,614
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctmf} = 1,2\ f_{ctm}$	MPa	3,137
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk} = f_{ctm'} = 0,7\ f_{ctm}$	MPa	1,795
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctm'} = 1,3\ f_{ctm}$	MPa	3,334
Resistenza a trazione di progetto	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	MPa	0,887
Modulo elastico secante (D.M. 17/01/2018)	$E_{cm} = 22000\ (f_{cm}/10)^{0,3}$	MPa	31.475,806
Modulo elastico secante (EC2)	$E_{cm} = 9500\ (f_{ck} + 8)^{1/3}$	MPa	30.471,576
Modulo elastico istantaneo tangente all'origine (D.M. 9/1/1996)	$E_c = 5700\ R_{ck}^{1/2}$	MPa	31.282,814
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo non fessurato)	v		0,2
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo fessurato)	v		0,0
Modulo di elasticità tangenziale (E_{cm} da EC2)	$G = E_{cm} / [2(1+v)]$	MPa	12.696,490
Coefficiente di dilatazione termica		1/°C	0,000010

Acciaio dei solai in laterocemento esistenti

I solai in laterocemento esistenti hanno armatura costituita da barre lisce per le quali si ipotizza la tipologia FeB32K.

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Acciaio da armatura		U.M.	Barre lisce
			FeB32K
Fattore di confidenza	FC		1,35
Coefficiente di sicurezza	γ_s		1,15
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	$FC \cdot \gamma_s$		1,55
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	MPa	490
Tensione caratteristica di snervamento	f_{sk}	MPa	315
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$	MPa	202,899
Modulo elastico	E_s	GPa	206
Deformazione al limite elastico	$e_{yd} = f_{sd} / E_s$	‰	0,985

Legno delle travi di copertura esistenti

Le travi di copertura esistenti sono costituite da legno lamellare che si ipotizza di classe GL24h, considerato che è il legno lamellare più comunemente reperibile anche durante l'epoca di intervento. Alle proprietà meccaniche di resistenza sotto indicate è comunque da applicare il fattore di confidenza FC = 1,35 relativo al livello di conoscenza LC1.

Legno lamellare incollato (EN 14080:2013)		U.M.	Omogeneo
			GL24h
	γ_M		1,45
Massa volumica caratteristica	$\rho_{g,k}$	Kg/mc	385
Massa volumica media	$\rho_{g,mean}$	Kg/mc	420
Resistenza caratteristica a flessione parallela	$f_{m,g,k}$	MPa	**24**
Resistenza caratteristica a trazione parallela	$f_{t,0,g,k}$	MPa	19,2
Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare	$f_{t,90,g,k}$	MPa	0,5
Resistenza caratteristica a compressione parallela	$f_{c,0,g,k}$	MPa	**24**
Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare	$f_{c,90,g,k}$	MPa	2,5
Resistenza caratteristica a taglio e torsione	$f_{v,g,k}$	MPa	3,5
Resistenza caratteristica a taglio trasversale (rolling shear)	$f_{r,g,k}$	MPa	1,2
Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,g,mean}$	MPa	11500
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,g,05}$	MPa	9600
Modulo elastico perpendicolare medio	$E_{90,g,mean}$	MPa	300
Modulo elastico perpendicolare caratteristico	$E_{90,g,05}$	MPa	250
Modulo elastico tangenziale medio	$G_{g,mean}$	MPa	650
Modulo elastico tangenziale caratteristico	$G_{g,05}$	MPa	540
Modulo di taglio trasversale medio	$G_{r,g,mean}$	MPa	65
Modulo di taglio trasversale caratteristico	$G_{r,g,05}$	MPa	54

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Opere in c.a. di progetto

Per tutte le nuove opere in c.a. di progetto (opere di sottofondazione e rinforzo con intonaco armato) si utilizzeranno i seguenti materiali:

- calcestruzzo di classe di resistenza C25/30 in classe di esposizione XC2;
- acciaio ad aderenza migliorata per c.a. di classe B450C;
- betoncino ad alta resistenza per intonaco armato come da prescrizioni della D.L.

Parametri meccanici dell'acciaio in barre per nuove opere in c.a.

Acciaio da armatura		U.M.	Tipo di acciaio B450C
Fattore di confidenza	FC		1
Coefficiente di sicurezza	γ_s		1,15
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	$FC \cdot \gamma_s$		1,15
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	MPa	540
Tensione caratteristica di snervamento	f_{sk}	MPa	450
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_s$	MPa	391,304
Modulo elastico	E_s	GPa	206
Deformazione al limite elastico	$e_{yd} = f_{sd} / E_s$	‰	1,900

Parametri meccanici del conglomerato cementizio armato per nuove opere in c.a.

Calcestruzzo ordinario		U.M.	Tipo di cls C25/30
	α_{cc}		0,85
Fattore di confidenza	FC		1
Coefficiente di sicurezza	γ_c		1,5
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	$FC \cdot \gamma_c$		1,5
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	MPa	30,120
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0,83\ R_{ck}$	MPa	25
Resistenza cilindrica media	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	MPa	33,000
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc}\ f_{ck} / \gamma_c$	MPa	14,167
Resistenza di calcolo a compressione (getti piani sp. < 50 mm)	$f_{cd'} = 0,80\ f_{cd}$	MPa	11,333
Resistenza indefinita di progetto a compressione	$f_{c1} = 0,85\ f_{cd}$	MPa	12,042
Resistenza indefinita di progetto per compressione centrata	$f'_{c1} = 0,8\ f_{c1}$	MPa	9,633
Resistenza media a trazione (EC2 - D.M. 17/01/2018)	$f_{ctm} = 0,30\ f_{ck}^{2/3}$	MPa	2,565
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 0,27\ R_{ck}^{2/3}$	MPa	2,614
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctmf} = 1,2\ f_{ctm}$	MPa	3,137
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk} = f_{ctm'} = 0,7\ f_{ctm}$	MPa	1,795
Resistenza caratteristica a trazione (frattile 95%)	$f_{ctm'} = 1,3\ f_{ctm}$	MPa	3,334
Resistenza a trazione di progetto	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	MPa	1,197
Modulo elastico secante (D.M. 17/01/2018)	$E_{cm} = 22000\ (f_{cm}/10)^{0,3}$	MPa	31.475,806
Modulo elastico secante (EC2)	$E_{cm} = 9500\ (f_{ck} + 8)^{1/3}$	MPa	30.471,576
Modulo elastico istantaneo tangente all'origine (D.M. 9/1/1996)	$E_c = 5700\ R_{ck}^{1/2}$	MPa	31.282,814
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo non fessurato)	v		0,2
Coefficiente di Poisson (calcestruzzo fessurato)	v		0,0
Modulo di elasticità tangenziale (E_{cm} da EC2)	$G = E_{cm} / [2(1+v)]$	MPa	12.696,490
Coefficiente di dilatazione termica		1/°C	0,000010

Opere in acciaio di progetto

Per tutte le opere in acciaio di progetto (cerchiature, cinture e catene) si utilizzano i seguenti materiali:

- acciaio per opere di carpenteria metallica di classe di resistenza S275;
- eventuale bulloneria strutturale e barre tirafondo in classe 8.8, dadi in classe 8 (gli insiemi di bulloneria strutturale dovranno riportare marchiatura "SB").

Ing. Alessandro Zaccarini

Uffici Via Martiri Liberazione 36 - 43126 Parma • *Sede* Via Tiziano Vecellio 12 - 43124 Parma
Tel 0521 983977 • *Cell* 340 7007607 • *email* info@alessandrozaccarini.com • *PEC* alessandro.zaccarini@ingpec.eu
Albo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 1758A • *C.F.* ZCC LSN 72T11 G337D • *P.IVA* 02633040346

Le proprietà meccaniche dei materiali sopra elencati sono le seguenti:

Acciaio strutturale laminato a caldo (UNI EN 10025-2) da carpenteria strutturale		U.M.	Tipo di acciaio Fe430/S275 t ≤ 40 mm	Tipo di acciaio Fe430/S275 40 < t ≤ 80 mm
Fattore di confidenza	FC		1	1
Coefficiente di sicurezza	γ_a		1,05	1,05
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	FC · γ_a		1,05	1,05
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	MPa	430	410
Tensione caratteristica di snervamento	f_{sk}	MPa	275	255
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_a$	MPa	261,905	242,857
Modulo elastico	E_s	GPa	210	210
Coefficiente di Poisson	v		0,3	0,3
Modulo di elasticità tangenziale	$G = E_s / [2(1+v)]$	MPa	80.769,231	80.769,231

Acciaio strutturale laminato a caldo (UNI EN 10025-2) per le connessioni		U.M.	Tipo di acciaio Fe430/S275 t ≤ 40 mm	Tipo di acciaio Fe430/S275 40 < t ≤ 80 mm
Fattore di confidenza	FC		1	1
Coefficiente di sicurezza	γ_v		1,25	1,25
Coefficiente di sicurezza corretto con fattore di confidenza	FC · γ_v		1,25	1,25
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	MPa	430	410
Tensione caratteristica di snervamento	f_{sk}	MPa	275	255
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{sd} = f_{sk} / \gamma_v$	MPa	220,000	204,000
Modulo elastico	E_a	GPa	210	210
Coefficiente di Poisson	v		0,3	0,3
Modulo di elasticità tangenziale	$G = E_s / [2(1+v)]$	MPa	80.769,231	80.769,231

Parametri meccanici della bulloneria strutturale

Bulloni (NTC2008 – Tabelle 11.3.XII.a,b)			Normali			Ad alta resistenza	
Classe del dado			4	5	6	8	10
Classe della vite			4.6	5.6	6.6	8.8	10.9
Tensione di snervamento	f_{yb}	MPa	240	300	480	649	900
Tensione di rottura	f_{tb}	MPa	400	500	600	800	1000
Coefficiente per resistenza a taglio [NTC2008 – (4.2.57-4.2.58)]	c		0,6	0,6	0,5	0,6	0,5

Opere di rinforzo dei solai esistenti in laterocemento

Le opere di rinforzo dei solai in laterocemento esistenti verranno eseguite mediante l'applicazione di fibrocompositi (FRP) in nastri di tessuto unidirezionale di fibre di carbonio aventi i seguenti parametri meccanici:

Classe	Natura della fibra	Modulo elastico a trazione nella direzione delle fibre [GPa]	Resistenza a trazione nella direzione delle fibre [MPa]
350/2800C	Carbonio	350	2800
500C	Carbonio	500	2000

Parma, 16 luglio 2024

Il Progettista
Ing. Alessandro Zaccarini