



COMUNE DI PARMA
SETTORE LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI

responsabile unico del procedimento
geom. MARCO FERRARI

progetto strutturale
S&O INGEGNERIA S.R.L.



progetto architettonico
ing. SARA MALORI

computo metrico
geom. LUIGI CAMPANINI

coordinamento sicurezza in progettazione
ing. SARA MALORI



SCUOLA PRIMARIA "ULISSE CORAZZA"

I Stralcio: Interventi di miglioramento sismico

PROGETTO ESECUTIVO

revisione	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
00	mag 2016	emissione	L. Monardi	P. Oddi	M. Ferrari
01					
02					
03					
04					
05					

titolo elaborato:

Relazione sui materiali utilizzati

TAVOLA:

serie	numero
S	R3.0
formato	A4
scala	
file:	SR3-0.dwg

Relazione sui materiali

SOMMARIO

1	Introduzione	2
2	Elenco dei materiali impiegati	3
2.1	Struttura esistente	3
2.2	Nuove strutture	4
2.2.1.	Calcestruzzo per pali di fondazione	4
2.2.2.	Calcestruzzo per basamento setti controventanti	4
2.2.3.	Acciaio per armature B450C	4
2.2.4.	Acciaio per carpenteria metallica controventi	5
2.2.5.	Bulloni controventi	5
2.2.6.	Acciaio per carpenteria metallica tettoia	6
2.2.7.	Bulloni tettoia	6
2.2.8.	Acciaio per barre di precompressione Dywidag	6
2.2.9.	Acciaio per dissipatori elasto-viscosi	6
3	Qualità dei componenti e prescrizioni per la messa in opera	7
3.1	Cemento Armato	7
3.1.1.	Qualità dei componenti del calcestruzzo	7
3.1.2.	Prescrizioni per il disarmo del calcestruzzo	7
3.1.3.	Provini da prelevare in cantiere	7
3.2	Carpenteria metallica	8
3.2.1.	Prescrizioni per la saldatura	8
3.2.2.	Provini da prelevare in cantiere	8
3.3	Precompressione esterna	10
3.4	Dissipatori elasto-viscosi	11
4	Valori di calcolo per calcestruzzo E acciaio	12

Relazione sui materiali

1 INTRODUZIONE

La presente relazione, redatta ai sensi del capitolo 10 delle Nuove Norme Tecniche, riporta le caratteristiche che dovranno presentare i materiali che saranno impiegati per gli interventi strutturali da svolgersi presso il plesso scolastico "Ulisse Corazza" sito in Parma, via Fratelli Bandiera.

La soluzione esecutiva che, ad oggi, riesce a coniugare l'obiettivo primario di incrementare significativamente la resistenza alle azioni sismiche della struttura portante della Scuola, con la necessità di recare il minor numero di disagi al regolare svolgimento dell'attività didattica, consiste **nel realizzare delle strutture nuove di rinforzo esterne, capaci di contrastare gli spostamenti laterali indotti dalle azioni sismiche**, e di contenerli entro un limite massimo tale, ritenuto accettabile e sopportabile dalle strutture portanti esistenti della Scuola.

Più precisamente, sono stati previsti dei **telai metallici spaziali**, da realizzarsi in adiacenza alla struttura portante esistente, che, opportunamente controventati e collegati alla medesima, come detto, ne limiteranno gli spostamenti laterali per effetto del moto sismico alla base.

Tale strategia di rinforzo, **intende perseguire che il maggior numero (se tutti non sarà possibile) degli elementi portanti esistenti, possano sopportare lo scuotimento sismico senza collassare**, e di intervenire, ove necessario, con interventi localizzati di rinforzo, in tutti quegli elementi portanti che invece non riuscissero a superare, con le proprie capacità resistenti, l'incremento dello stato di sollecitazione interno per effetto del sisma, anche se ridotto per il contributo irrigidente dei setti.

Relazione sui materiali

2 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI**2.1 Struttura esistente**

Per quanto riguarda le caratteristiche della struttura esistente e la campagna delle indagini svolte si rimanda alla relazione RG04.

Per il dimensionamento delle strutture, la definizione del drift ammissibili di piano, si sono assunte le seguenti caratteristiche dei materiali esistenti:

Calcestruzzo per elementi verticali	$R_d =$	10 MPa
<i>fattore di conoscenza (LC3)</i>		1.0
<i>fattore di sicurezza</i>	$\gamma_c =$	1.5
<i>resistenza di progetto</i>	$f_{cd} =$	6.7 MPa
Calcestruzzo per orizzontamenti	$R_d =$	15 MPa
<i>fattore di conoscenza (LC3)</i>		1.0
<i>fattore di sicurezza</i>	$\gamma_c =$	1.5
<i>resistenza di progetto</i>	$f_{cd} =$	10.0 MPa
Acciaio per c.a.	Aq42	
<i>tensione di snervamento</i>	$f_{yk} =$	290 MPa
<i>fattore di conoscenza (LC3)</i>		1.0
<i>fattore di sicurezza</i>	$\gamma_c =$	1.15
<i>resistenza di progetto</i>	$f_{yd} =$	252 MPa

Per quanto riguarda invece le verifiche finali, si sono considerate le effettive resistenze medie effettive ottenute dalle prove diverse a seconda dei piani (l'indagine ha evidenziato anche una disomogeneità dei getti durante l'esecuzione dei lavori).

Relazione sui materiali

2.2 Nuove strutture**2.2.1. Calcestruzzo per pali di fondazione**

• Classe di resistenza	25/30	
• Resis. compr. di calcolo f_{cd}	141,60	daN/cm ²
• Resis. media a trazione f_{ctm}	26,00	daN/cm ²
• Modulo Elastico Normale E_c	314.750	daN/cm ²
• Coeff. di Poisson	0,20	

Il Calcestruzzo dovrà possedere **Classe di Esposizione XC2**, adatta per ambienti bagnati e raramente secchi.

In accordo con la norma UNI EN 206-1, si prescrive inoltre:

• Rapporto massimo acqua/cemento	0,6
• Contenuto minimo di cemento	280 kg/m ³
• Diametro massimo dell'inerte	30 mm
• Classe di consistenza	S4
• Copriferro	6,0 cm

2.2.2. Calcestruzzo per basamento setti controventanti

• Classe	28/35	
• Resis. compr. di calcolo f_{cd}	164,60	daN/cm ²
• Resis. media a trazione f_{ctm}	28,30	daN/cm ²
• Modulo Elastico Normale E_c	325.880	daN/cm ²
• Coeff. di Poisson	0,20	

Il Calcestruzzo dovrà possedere **Classe di Esposizione XC2**, adatta per ambienti bagnati e raramente secchi

In accordo con la norma UNI EN 206-1, si prescrive inoltre:

• Rapporto massimo acqua/cemento	0,50
• Contenuto minimo di cemento	280 kg/m ³
• Diametro massimo dell'inerte	20 mm
• Classe di consistenza	S4
• Copriferro	4,0 cm

2.2.3. Acciaio per armature B450C

L'acciaio impiegato nelle armature deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14/01/2008 le quali specificano le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

L'acciaio deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

$f_{y,Nom}$ 450 N/mm²

$f_{t,nom}$ 540 N/mm²

e deve rispettare i requisiti indicati nella Tabella 11.3.lb delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni:

Relazione sui materiali

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{v\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_v/f_{vnom})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gr})_k$	$\leq 1,25$	10.0
	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 ϕ	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 ϕ	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 ϕ	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 ϕ	

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella 11.3.II delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni:

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

2.2.4. Acciaio per carpenteria metallica controventi

- Classe S 355 JR
- Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk} 3.550 daN/cm²
- Resistenza caratteristica di rottura f_{tk} 5.100 daN/cm²
- Modulo Elastico E 2.100.000 daN/cm²
- Coefficiente di Poisson 0,3
- Densità 7.850 daN/m³

2.2.5. Bulloni controventi

- Bulloni ad alta resistenza 10.9
- Tensione di snervamento f_{yb} 800 N/mm²
- Tensione di snervamento f_{tb} 1000 N/mm²

Relazione sui materiali

2.2.6. Acciaio per carpenteria metallica tettoia

• Classe	S 275 JR	
• Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	2.750	daN/cm ²
• Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	4.300	daN/cm ²
• Modulo Elastico E	2.100.000	daN/cm ²
• Coefficiente di Poisson	0,3	
• Densità	7.850	daN/m ³

2.2.7. Bulloni tettoia

• Bulloni ad alta resistenza	8.8	
• Tensione di snervamento f_{yb}	640	N/mm ²
• Tensione di snervamento f_{tb}	800	N/mm ²

2.2.8. Acciaio per barre di precompressione Dywidag

• Qualità:	Y 1050H (UNI EN 10025 e 10083-2)	
• Tipologia barre:	18WR a filettatura continua	
• Diametro nominale	ϕ 17.5 mm	
• Tensione di snervamento f_{yk}	≥ 950 N/mm ²	
• Tensione di rottura f_{tk}	≥ 1050 N/mm ²	
• Tensione massima di tesatura:	204 kN	
• Allungamento a rottura A_s	≥ 5 %	
• Modulo Elastico E	2.000.000	daN/cm ²
• Coefficiente di Poisson	0,3	
• Densità	7.850	daN/m ³

2.2.9. Acciaio per dissipatori elasto-viscosi

• Classe	Fe NCD3 bonificato	
• Resistenza caratteristica di snervamento f_{yk}	7.850	daN/cm ²
• Resistenza caratteristica di rottura f_{tk}	9.800	daN/cm ²
• Modulo Elastico E	2.100.000	daN/cm ²
• Coefficiente di Poisson	0,3	
• Densità	7.800	daN/m ³

3 QUALITÀ DEI COMPONENTI E PRESCRIZIONI PER LA MESSA IN OPERA

3.1 Cemento Armato

3.1.1. Qualità dei componenti del calcestruzzo

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 20 mm, resistenti e non gelivi, friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche devono essere accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose, né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

3.1.2. Prescrizioni per il disarmo del calcestruzzo

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; lo stesso dovrà essere autorizzato e concordato con la Direzione Lavori.

Indicativamente il disarmo delle strutture in cls (basamento dei setti controventanti) dovrà avvenire non prima di 4 - 5 giorni dalla data del getto.

3.1.3. Provini da prelevare in cantiere

Dovranno essere eseguiti controlli di tipo A secondo quanto riportato al punto 11.2.5 del D.M. 14 gennaio 2008.

Per ogni giorno e comunque ogni 100 m³ di getto dovrà essere eseguito almeno un prelievo.

Lo stesso prelievo va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale e dispone l'identificazione del provino mediante sigle, etichettature ecc.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Relazione sui materiali

3.2 Carpenteria metallica**3.2.1. Prescrizioni per la saldatura**

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai requisiti prescritti dal § 11.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco può farsi utile riferimento alla norme UNI 5132:1974.

Per gli altri procedimenti di saldatura devono essere impiegati i fili, flussi o gas di cui alle prove di qualifica del procedimento.

Le caratteristiche dei materiali di apporto (tensione di snervamento, tensione di rottura, allungamento a rottura e resilienza) devono, salvo casi particolari precisati dal progettista, essere equivalenti o migliori delle corrispondenti caratteristiche delle parti collegate.

3.2.2. Provini da prelevarsi in cantiere

Secondo la recente normativa, sugli acciai da carpenteria è necessario prevedere tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

Tutti gli acciai devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Relazione sui materiali

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

Controlli in cantiere sugli acciai da carpenteria

- Prelievo per ogni lotto (spedizione: 30t) di tre saggi (in genere si considerano gli spessori, minimo medio e massimo - un campione per tipo);
- Il D.L. deve accertarsi che il Centro di Lavorazione abbia i requisiti previsti dal punto 11.3.1.7 delle Norme Tecniche (Deposito presso STC);
- Il D.L. stabilisce con il Direttore Tecnico del Centro di lavorazione i saggi da effettuare;
- Il D.L. deve sottoscrivere la richiesta delle prove, da effettuarsi presso un laboratorio autorizzato, con determinazione di f_y , f_t , A (all. a rottura) e resilienza.

Relazione sui materiali

Controlli sulle saldature (in conformità al punto 11.3.4.5 del D.M. 14.01.2008)

- I saldatori devono essere qualificati secondo UNI EN 287-1:2004;
- Le procedure di saldatura (WPS) devono essere qualificate in accordo alle norme UNI EN ISO 15613 o UNI EN ISO 15614;
- Il centro di lavorazione deve essere qualificato in conformità alle UNI EN 3834;
- Collaudatore e D.L. definiscono l'entità dei controlli (%) ed il tipo, in aggiunta a quello visivo (liquidi penetranti, polveri magnetiche, ultrasuoni, raggi X).

Documenti da presentare da parte dell'acciaieria (Prodotti marcati CE)

- DDT (destinatario, data di spedizione, tipologia del prodotto, classe dell'acciaio e colata);
- Certificato di Controllo Mod. 3.1 (riportante i dati di marcatura, le colate spedite con caratteristiche chimiche e meccaniche sui prelievi interni);
- Su richiesta: Dichiarazione di conformità alla direttiva prodotti da costruzione (timbrata in originale, con data di spedizione e destinatario) e Certificato del sistema di controllo di produzione.

Documenti da presentare da parte del centro di trasformazione (Prodotti marcati CE)

- DDT riportante gli estremi dell'attestato rilasciato dal STC. (viene fornita, in genere, anche la copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal STC);
- Dichiarazione di aver eseguito le prove interne con l'indicazione dei giorni in cui è stata effettuata la lavorazione dell'acciaio fornito;
- Il collaudatore deve riportare nel collaudo anche gli estremi del Centro di Trasformazione.

3.3 Precompressione esterna

La tesatura va eseguita contemporaneamente per entrambe le barre concorrenti sulla stessa piastra (eventualmente utilizzando martinetti in serie); partire dalla campata centrale e procedere simmetricamente verso l'esterno.

Seguire accuratamente le specifiche di tesatura delle barre Dywidag che qui si riassumono brevemente:

1. Serrare a mano il dado conico della barra da tesare.
2. Misurare la sporgenza di filettatura (presa martinetto) l iniziale e riportare il valore nel protocollo di tesatura.
3. Avvitare il manicotto dello stelo completamente, (manicotto per stelo già predisposto per la lunghezza di presa).
4. Infilare il martinetto con il pistone completamente rientrato. Avvitare a mano il dado per stelo.
5. Tesatura: Mettere in pressione avvitando continuamente il dado conico e controllando la corsa del pistone (50mm). Se l'allungamento previsto è superiore alla corsa massima, serrare il dado, far

Relazione sui materiali

rientrare il pistone, riavvitare il dado per stelo; ripetere il procedimento di tesatura sino al raggiungimento della pressione richiesta, quindi serrare il dado con l'apposito cricchetto.

Tensioni di tesatura (per ogni singola barra 18WR):

Barre sul perimetro esterno: 200 kN - Allungamento previsto: 93 mm

Barre interne: 150 kN - Allungamento previsto: 71 mm

6. Con le barre ancora in tensione, inserire i cunei in tutte le piastre all'interno dell'edificio situate lungo il percorso della barra, dando qualche punto di saldatura agli stessi sulle nervature delle piastre.
7. Togliere il martinetto e lo stelo, misurare la sporgenza di filettatura I e riportare il valore nel protocollo di tesatura.

Solo al termine della tesatura si potrà posizionare il dissipatore elasto-viscoso, secondo la sua specifica tecnica.

3.4 Dissipatori elasto-viscosi

I dispositivi dovranno essere prodotti secondo i disegni approvati e consegnati assemblati. E' responsabilità dell'Appaltatore assicurarsi che il materiale ricevuto sia immagazzinato con cura, ad esempio proteggendolo da sporco, umidità, calore e qualsiasi altro tipo di danneggiamento. Il luogo di stoccaggio dovrà pertanto essere riparato, pulito e asciutto.

Per spostare i dispositivi quando sono imballati bisogna utilizzare i pallets, sollevandoli mediante appositi mezzi meccanici (per es. gru, carrelli elevatori, ecc).

La movimentazione del singolo dispositivo deve essere attuata, invece, utilizzando un'idonea imbracatura.

I dispositivi non devono essere smontati in cantiere per evitare il possibile inserimento di sporcizia tra le superfici di scorrimento, perdite di fluido ed eventuali danneggiamenti delle valvole; qualora si renda necessaria tale operazione, essa deve essere eseguita da un tecnico della Ditta fornitrice o sotto la sua diretta supervisione.

Prima dell'installazione dei dispositivi va controllata la corrispondenza fra le loro dimensioni principali (altezza, larghezza, lunghezza) e quelle riportate sui disegni approvati. Devono essere eseguiti, inoltre, i seguenti controlli (i quali devono essere eventualmente registrati in una scheda):

- a) Danneggiamenti visibili, con particolare riguardo al circuito idraulico (se presente), ai soffietti parapolvere e alla protezione anticorrosiva. La natura e l'estensione di ogni danno dovranno essere registrate;
- b) Pulizia del dispositivo con particolare riferimento alle superfici di scorrimento visibili (se presenti);
- c) Solidità e fissaggio delle staffe di trasporto (o di analoghi sistemi di fissaggio temporaneo) se presenti;
- d) Entità della preregolazione qualora sia stata richiesta.

Il primo dispositivo sarà installato alla presenza di un tecnico della Ditta fornitrice.

In ogni caso il cilindro del dispositivo dovrà essere ruotato in modo tale che il circuito fluidodinamico e le eventuali valvole non siano mai posizionati al di sotto del piano orizzontale medio del dispositivo. La posizione ideale dei tappi di sfiato è quella verticale così come previsto in progetto.

Relazione sui materiali

4 VALORI DI CALCOLO PER CALCESTRUZZO E ACCIAIO

Si riassumono nel seguito i valori di calcolo adottati in conformità con i paragrafi 4.1.2 e 11.2.10 e del D.M. 14 Gennaio 2008.

Calcestruzzo C25/30		
Resistenza cubica a compressione	R_{ck}	30 N/mm ²
Resistenza cilindrica a compressione	f_{ck}	24.90 N/mm ²
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	32.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14.11 N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	f_{ctk}	1.79 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	f_{ctd}	1.19 N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	f_{cfm}	3.07 N/mm ²
Modulo elastico	E_{cm}	31,45 N/mm ²
Calcestruzzo C28/35		
Resistenza cubica a compressione	R_{ck}	35 N/mm ²
Resistenza cilindrica a compressione	f_{ck}	29.05 N/mm ²
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	37.05 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	16.46 N/mm ²
Resistenza media a trazione	f_{ctm}	2.83 N/mm ²
Resistenza a trazione	f_{ctk}	1.98 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	f_{ctd}	1.32 N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	f_{cfm}	3.40 N/mm ²
Modulo elastico	E_{cm}	32,58 N/mm ²
Acciaio B450 C		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540 N/mm ²
Tensione di progetto a rottura	f_{td}	398 N/mm ²
Acciaio S275		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	275 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	430 N/mm ²
Resistenza a trazione di progetto	f_{yd}	262 N/mm ²
Acciaio S355		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	355 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	510 N/mm ²
Resistenza a trazione di progetto	f_{yd}	338 N/mm ²
Acciaio Y 1050H (barre precomprese)		
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	950 N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	1050 N/mm ²
Tensione di tesatura iniziale massima	f_{yd}	840 N/mm ²