

progetto architettonico - arch. ALINA FERRARI

progetto strutture - ing. PAOLO MILANI

progetto impianti meccanici - ing. STEFANO BERNARDI

COMUNE DI BOBBIO

committente:

COMUNE DI BOBBIO

progetto:

PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
COMPONENTE 1 - INVESTIMENTO 3.3: "PIANO DI
MESSA IN SICUREZZA DELL'EDILIZIA SCOLASTICA"
finanziamento Unione Europea - NEXT GENERATION

POLO SCOLASTICO ALTA VAL TREBBIA - LOTTO 01
EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E ADEGUAMENTO
SISMICO - EX SEMINARIO - CUP G33C23000040008

tavola:



UNIONE EUROPEA

02 pro

oggetto:

Relazione sui materiali

scala:

data:

aprile2023

Materiali

Le proprietà di progetto dei materiali sono state definite a partire dalle schede tecniche degli stessi e nel rispetto di quanto disposto nel D.M. 17/01/2018, capitoli 4,7 ed 11.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche dei materiali impiegati per la realizzazione degli elementi strutturali.

Le indicazioni tecniche per la scelta dei materiali sono riportate ai capitoli 4, 7 e 11 del D.M. 17/01/2018.

Si descrivono le caratteristiche meccaniche dei materiali distinguendo i materiali esistenti da quelli impiegati per le opere in progetto. Relativamente all'ossatura in c.a., costituente la struttura resistente, si osserva che il progetto viene redatto considerando, cautelativamente, i soli elementi di rinforzo realizzati. Vengono trascurate le armature presenti e si affida l'intera resistenza alle sole nuove armature di progetto. Materiali esistenti

Si premette che sulla base delle indagini integrative svolte, al fine di ottenere una conoscenza dell'edificio tale da poter eseguire, idoneamente, interventi strutturali sullo stesso, si è raggiunto un livello di conoscenza LC2 (esteso) al quale corrisponde un fattore di confidenza FC = 1.2.

i. Calcestruzzo

Si assume, vista l'epoca di realizzazione del fabbricato, e i risultati delle prove condotte ssu provini estratti in situ, un calcestruzzo tipo C16/20.

Si elencano di seguito le principali caratteristiche del calcestruzzo:

– Calcestruzzo classe C16/20 (telaio in c.a. esistente)

Modulo di elasticità normale	$E = 28607,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = 24,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione	$f_{tm} = 1,91 \text{ N/mm}^2$
Peso specifico	$w = 25,00 \text{ KN/m}^3$

La resistenza di calcolo cilindrica a compressione del cls a 28 giorni si calcola con la formula 4.1.4 riportata al § 4.1.2.1.1.1:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 16,00}{1,5} = 9,07 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$\alpha_{cc} = 0,85$ è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

$\gamma_c = 1,5$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

La resistenza caratteristica a trazione semplice (§ 11.2.10.2) risulta:

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,33 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza di calcolo a trazione semplice (formula 4.1.5 - §4.1.2.1.1.2):

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1,33}{1,5} = 0,89 \text{ N/mm}^2$$

In accordo con il § 11.2.10.4 del DM' 18, per il coefficiente di Poisson si può adottare, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

$$\nu = 0 \div 0,2$$

i. Acciaio per barre di armatura

Si assume, vista l'epoca di realizzazione del fabbricato, e i risultati delle prove condotte ssu provini estratti, un acciaio tipo Aq42.

Per quanto riguarda la caratterizzazione delle armature d'acciaio impiegate nelle strutture in cemento armato in opera, si sono consultate le normative vigenti all'epoca della realizzazione dell'edificio prima metà degli anni '60 del secolo scorso. Sulla base di una pubblicazione di Gerardo Mario Verderame, Paolo Ricci, Marilena Esposito e Filippo Carlo Sansiviero del Dipartimento di Ingegneria Strutturale dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, dal titolo: "LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEGLI ACCIAI IMPIEGATI NELLE STRUTTURE IN C.A. REALIZZATE DAL 1950 AL 1980", si ritiene che l'acciaio impiegato sia quello denominato AQ 42 (riportato negli elaborati grafici esecutivi originali).

Si riporta uno stralcio dell'articolo nel quale si mostra la frequenza di impiego delle diverse tipologie di acciaio presenti sul mercato in quegli anni.

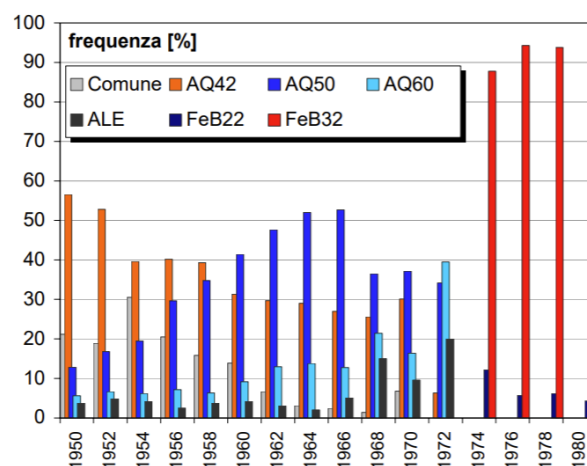


Figura 3. Percentuali di utilizzo dell'acciaio per le diverse categorie per ciascun anno esaminato

Di seguito si riportano le tipologie di acciai, con relative caratteristiche meccaniche, impiegati dagli inizi del '900 fino agli anni '80 del secolo scorso.

Tabella 1 - Evoluzione temporale delle principali indicazioni normative relative alla classificazione degli acciai di armatura

Normativa	R.D.L. n°2229/1939			LL.PP. n°1472/1957				D.M.30/05/1972					D.M. 30/05/1974			
Tipologia	liscio			liscio			a.m.	liscio		aderenza migliorata (a.m)			liscio		a.m.	
Denominazione	Dolce	Semi duro	Duro	Aq42	Aq50	Aq60		FeB22	FeB32	A38	A41	FeB44	FeB22	FeB32	FeB38	FeB44
Snervamento (kgf/mm ²)	≥ 23	≥ 27	≥ 31	≥ 23	≥ 27	≥ 31	/	≥22	≥32	≥38	≥41	≥44	≥22	≥32	≥38	≥44
Rottura (kgf/mm ²)	42-50	50-60	60-70	42 - 50	50 - 60	60-70	/	≥34	≥50	≥46	≥50	≥55	≥34	≥50	≥46	≥55
Allungamento (%)	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 20	≥ 16	≥ 14	≥ 12	≥24	≥23	≥14	≥14	≥12	≥24	≥23	≥14	≥12

Si riassumono, in forma tabellare, le caratteristiche del materiale.

	Aq. 42
Tensione di rottura f_{uk} [MPa]	420
Tensione di snervamento f_{yk} [MPa]	230
Tensione ammissibile σ_s [MPa]	140
Tensione di snervamento di progetto f_{yd} [MPa]	230
Modulo elastico E_s [MPa]	200000
Tensione di snervamento f_{yd} ridotta con il FC $f_{yd,FC}$ [MPa]	230
Coefficiente di Poisson [-]	0,3

Per la caratterizzazione del comportamento meccanico dell'acciaio si adotta il modello tensione-deformazione elastico-perfettamente plastico indefinito, dove per f_{yd} si assume la resistenza di progetto divisa per il fattore di confidenza $f_{yd,FC}$ (si veda al Paragrafo 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17/01/18). Si precisa che le armature degli elementi esistenti sono state trascurate nelle analisi e che quanto sopra è riportato ai fini di una completa caratterizzazione meccanica dei materiali strutturali.

II. Materiali nuovi

i. Calcestruzzo

Il calcestruzzo adottato per la realizzazione degli elementi in c.a. costituenti le strutture è della classe C25/30 e C28/35.

Si elencano di seguito le principali caratteristiche del calcestruzzo:

– Calcestruzzo classe C25/30 (plinti e pali di fondazione)

Modulo di elasticità normale	$E = 31475,81 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = 33,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione	$f_{tm} = 2,57 \text{ N/mm}^2$
Peso specifico	$w = 25,00 \text{ KN/m}^3$

La resistenza di calcolo cilindrica a compressione del cls a 28 giorni si calcola con la formula 4.1.4 riportata al § 4.1.2.1.1.1:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 25,00}{1,5} = 14,17 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$\alpha_{cc} = 0,85$ è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

$\gamma_c = 1,5$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

La resistenza caratteristica a trazione semplice (§ 11.2.10.2) risulta:

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,80 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza di calcolo a trazione semplice (formula 4.1.5 - §4.1.2.1.1.2):

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1,80}{1,5} = 1,20 \text{ N/mm}^2$$

In accordo con il § 11.2.10.4 del DM' 18, per il coefficiente di Poisson si può adottare, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

$$\nu = 0 \div 0,2$$

- Calcestruzzo classe C28/35 (rinforzi travi e pilastri e consolidamento solai):

Modulo di elasticità normale	$E = 32308,25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica media a compressione	$f_{cm} = 36,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a trazione	$f_{tm} = 2,83 \text{ N/mm}^2$
Peso specifico	$w = 25,00 \text{ KN/m}^3$

La resistenza di calcolo cilindrica a compressione del cls a 28 giorni si calcola con la formula 4.1.4 riportata al § 4.1.2.1.1.1:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 28,00}{1,5} = 15,87 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$\alpha_{cc} = 0,85$ è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

$\gamma_c = 1,5$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

La resistenza caratteristica a trazione semplice (§ 11.2.10.2) risulta:

$$f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,94 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza di calcolo a trazione semplice (formula 4.1.5 - §4.1.2.1.1.2):

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{1,94}{1,5} = 1,29 \text{ N/mm}^2$$

In accordo con il § 11.2.10.4 del DM' 18, per il coefficiente di Poisson si può adottare, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

$$\nu = 0 \div 0,2$$

ii. Acciaio per barre di armatura

Per le armature delle opere in c.a. si utilizza acciaio del tipo B450 C.

- Acciaio tipo B450 C controllato:

Modulo di elasticità	$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$
Tensione di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Allungamento percentuale dopo rottura	$A_t = 7,5 \%$

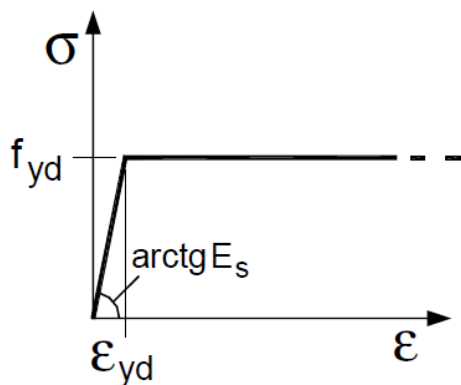
La resistenza di calcolo, f_{yd} , si calcola con la formula 4.1.6 riportata al § 4.1.2.1.1.3:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1,15} = 391,3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$\gamma_s = 1,15$ è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Il legame costitutivo tensione - deformazione considerato è quello elastico - perfettamente plastico riportato nella figura sottostante



1. Modello σ - ϵ per l'acciaio - Figura 4.1.2 b D.M. 17/01/2018

iii. Resina epossidica

Gli inghisaggi occorrenti al fissaggio alle strutture di piastre e profilati in acciaio saranno realizzati con la tecnica della iniezione di ancorante chimico con le seguenti resine:

- tipo HILTI HIT RE - 500 SD o equivalente;

Piacenza, lì 03/07/2023


IL TECNICO
Dott. Ing. Paolo Milani

