



PROGETTO ESECUTIVO

Lavori di "Rigenerazione urbana del centro abitato di Ramacca, volto alla riduzione del fenomeno di marginalizzazione e degrado sociale, nonché al miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto sociale ed ambientale da attuare nei vicoli adiacenti del centro storico"

CUP: F12F22000310001 - CIG: 9569954FDB



Il Progettista:



AB2 Engineering
 Progettazione e Costruzione S.r.l.
 Uffici: Via Mons. Domenico Orlando
 n° 14 - 95126 CATANIA



Il Progettista indicato e Direttore Tecnico
Ing. Antonino BELPASSO

Il Progettista architettonico
Ing. Alessia LEANZA

Gruppo di lavoro:
Ing. Claudia GULLOTTO (C.S.P.)
Ing. Sergio BONFISSUTO
Dott. Geol. Alessio D'URSO

Il R.U.P.:

Geom. Salvatore SOTTOSANTI

Visti e approvazioni:

PROGETTO: RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI

ELABORATO

PROG.

REV.

ST

03

0

CARTELLA	N. GEN. ELAB.	FILE NAME	NOTE	SCALA			
PRO	047	ST.03_0					
1							
0	EMISSIONE			APRILE 2023	A.L.	C.G.	A.B.
REV.		DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

ST.03_0

Sommario

1. RESISTENZE DI PROGETTO DEI MATERIALI.....	3
1.1 RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO	3
1.2 RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL CALCESTRUZZO.....	3
1.3 MODULO ELASTICO DEL CALCESTRUZZO.....	4
1.4 COEFFICIENTE DI POISSON E COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA.....	4
1.5 RITIRO, VISCOSITA' E DURABILITA'	4
1.6 RESISTENZA DI PROGETTO DELL'ACCIAIO.....	5
1.7 MODULO ELASTICO DELL'ACCIAIO	5
1.8 RAPPORTO DI SOVRARESISTENZA	5
1.9 TENSIONE TANGENZIALE DI ADERENZA ACCIAIO-CALCESTRUZZO	6
2. VALORI DI RESISTENZA PER LE VERIFICHE STRUTTURALI	7
3. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE E PRELIEVO DEI CAMPIONI	7
3.1 CALCESTRUZZO.....	7
3.2 BARRE DI ACCIAIO	8

1. RESISTENZE DI PROGETTO DEI MATERIALI

Nelle strutture in cemento armato il peso dell'unità di volume del **calcestruzzo non armato** si assume pari a 24 kN/m^3 , mentre quello del **calcestruzzo armato** si assume pari a 25 kN/m^3 . In sede di progetto è stato adoperato un calcestruzzo **C28/35**, ($f_{ck} = 28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$; $R_{ck} = 35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$) sia per la paratia che per la trave di correa, e un acciaio per calcestruzzo armato del tipo **B450C** (acciaio ad aderenza migliorata), sia per l'armatura longitudinale a flessione che per quella trasversale a taglio o di ripartizione. Le caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio in sede progettuale sono desunte dalle formulazioni di cui al cap. 4.1.2 e 11 delle NTC 2018. Il Tabulato riporta i valori delle resistenze dei materiali, determinati sulla base delle formule di seguito indicate. Nelle verifiche di resistenza delle sezioni in **calcestruzzo non armato** o con **bassa percentuale di armatura** (es. muri di sostegno a gravità in cls) soggette a sollecitazioni di sforzo normale e/o momenti flettenti si deve trascurare la resistenza a trazione del calcestruzzo.

1.1 RESISTENZA DI PROGETTO A COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

Fissata la resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 giorni R_{ck} del cls, si calcola la resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni con la seguente espressione:

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck}$$

Il valore medio della resistenza cilindrica è dato dall'espressione (N/mm^2):

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

La resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo f_{cd} è data da:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

dove:

- α_{cc} è il coefficiente riduttivo, pari a 0,85, per le resistenze di lunga durata;
- γ_c è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo (pari a 1,5).

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a compressione va ridotta a $0,80 f_{cd}$. Il coefficiente γ_c può essere ridotto da 1,5 a 1,4 per produzioni continuative di elementi o strutture, soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valor medio) della resistenza non superiore al 10%.

1.2 RESISTENZA DI PROGETTO A TRAZIONE DEL CALCESTRUZZO

La resistenza media a trazione semplice (assiale) si assume pari a:

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

Il valore caratteristico della resistenza a trazione è dato da:

$$f_{ctk} = 0,70 \cdot f_{ctm}$$

La resistenza di progetto a trazione f_{ctd} vale:

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a trazione va ridotta a $0,80 f_{ctd}$. Per il coefficiente γ_c vale quanto detto prima per la resistenza a compressione

1.3 MODULO ELASTICO DEL CALCESTRUZZO

Per il modulo elastico si assume, in sede di progettazione, il valore (N/mm²):

$$E_{cm} = 22.000 \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{0,30}$$

1.4 COEFFICIENTE DI POISSON E COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può essere determinato per mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI EN 1770:2000. Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo è assunto pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, fermo restando che tale quantità dipende significativamente dal tipo di calcestruzzo considerato (rapporto inerti/legante, tipi di inerti, ecc.) e può assumere valori anche sensibilmente diversi da quello indicato.

1.5 RITIRO, VISCOSITA' E DURABILITA'

La **deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo** può essere determinata per mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo le norme UNI 6555:1973 e UNI 7086:1972, rispettivamente per calcestruzzi confezionati con inerti aventi dimensioni massime sino a 30 mm, od oltre 30 mm. In sede di progettazione, e quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni del § 11.2.10.6 delle NTC.

In sede di progettazione, se lo stato tensionale del calcestruzzo, al tempo $t_0 = j$ di messa in carico, non è superiore a $0,45 \times f_{ckj}$, il **coefficiente di viscosità**, a tempo infinito, è dedotto dalle Tabelle 11.2.VI e 11.2.VII del § 11.2.10 delle NTC.

Per garantire la **durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario** o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo. A tal fine, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, sono state fissate le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare

(composizione e resistenza meccanica), i valori del copriferro e le regole di maturazione. Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

1.6 RESISTENZA DI PROGETTO DELL'ACCIAIO

La resistenza di calcolo dell'acciaio f_{yd} è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

dove:

- γ_s è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio (assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore di 1,15);
- f_{yk} per l'armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (v. § 11.3.2 NTC 2018); per l'acciaio B450C si ha $f_{yk} = 4.400 \text{ kg/cm}^2 = 450 \text{ N/mm}^2$, per armature da precompressione è la tensione convenzionale caratteristica di snervamento data, a seconda del tipo di prodotto, da f_{pyk} (barre), $f_{p(0,1)k}$ (fili), $f_{p(1)k}$ (trefoli e trecce) (v. Tab. 11.3.VII NTC 2018).

1.7 MODULO ELASTICO DELL'ACCIAIO

Per il modulo elastico dell'acciaio si assume, in sede di progettazione, il valore:

$$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

1.8 RAPPORTO DI SOVRARESISTENZA

L'acciaio per calcestruzzo armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y,nom} = 450 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{t,nom} = 540 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

E deve rispettare i requisiti indicati nella Tab. 11.3.I-b delle NTC 2018.

La norma stabilisce, preliminarmente, i valori nominali della tensione di snervamento $f_{y,nom}$ e di rottura $f_{t,nom}$ che possono essere utilizzati nel calcolo delle strutture. Vengono quindi fissati i requisiti che gli acciai devono possedere per rispondere alle attese previste nel calcolo. Nella Tabella

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

ST.03_0

11.3.1.b delle NTC si stabilisce infatti che i valori caratteristici con frattile 5%, f_{yk} e f_{tk} , ottenuti mediante prove su un numero significativo di saggi, non siano inferiori ai rispettivi valori nominali fissati, ovvero 450 N/mm² e 540 N/mm². Per garantire le necessarie caratteristiche di duttilità, le NTC stabiliscono inoltre che:

- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di snervamento effettiva, riscontrata sulla barra, ed il valore nominale $(\frac{f_y}{f_{y,nom}})_k$ non sia superiore a 1,25;
- il valore caratteristico con frattile 10% del rapporto fra il valore della tensione di rottura e la tensione di snervamento $(\frac{f_t}{f_y})_k$ sia compreso fra 1,15 e 1,35;
- il valore caratteristico con frattile 10% dell'allungamento al massimo sforzo $(A_{gt})_k$ non sia inferiore al 7,5%.

Tutti i confronti di cui alla Tabella 11.3.1.b, basati sui valori caratteristici, sono quindi sostanzialmente demandati ai controlli che i laboratori ufficiali effettuano negli stabilimenti di produzione, sia in fase di qualificazione iniziale che di verifica periodica della qualità. I valori attesi nei controlli di cantiere sono invece definiti nel § 11.3.2.12 delle NTC. Al fine di garantire l'idoneità alla piegatura e, quindi, la necessaria lavorabilità agli acciai da c.a. la norma stabilisce che le barre debbano essere piegate a 90° e poi raddrizzate, con opportuni raggi di curvatura stabiliti in base al diametro della barra stessa, senza che, dopo la prova, le barre mostrino rotture o incrinature visibili "ad una persona con visione normale o corretta".

1.9 TENSIONE TANGENZIALE DI ADERENZA ACCIAIO-CALCESTRUZZO

La resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo f_{bd} vale:

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c}$$

dove f_{bk} è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$$f_{bk} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk}$$

in cui:

$\eta_1 = 1$ in condizioni di buona aderenza

$\eta_1 = 0,70$ condizione di non buona aderenza, quali nei casi di armature molto addensate, ancoraggi in zona tesa, ancoraggi in zone superiori di getto, in elementi strutturali realizzati con casseformi scorrevoli, a meno che non si adottino idonei provvedimenti.

$\eta_2 = 1$ per barre di diametro $\varphi \leq 32 \text{ mm}$

$$\eta = \frac{132-\varphi}{100} \text{ per barre di diametro superiore}$$

Per le regole di dettaglio si può fare utile riferimento alla sezione 8 della norma UNI EN 1992-1-1.

2. VALORI DI RESISTENZA PER LE VERIFICHE STRUTTURALI

Con le **NTC 2018**, le tensioni di compressione che insorgono nel calcestruzzo per effetto delle azioni di calcolo sotto la combinazione rara debbono essere minori dei seguenti limiti:

$$\sigma_C = 0,30 f_{ck} \text{ per calcestruzzo debolmente armato}$$

$$\sigma_C = 0,25 f_{ck} \text{ per calcestruzzo non armato}$$

Le verifiche a taglio si intendono soddisfatte quando le tensioni tangenziali massime valutate per combinazione rara siano inferiori al valore limite di seguito riportato:

$$\tau_C = 0,25 f_{ctk} \text{ per calcestruzzo debolmente armato}$$

$$\tau_C = 0,21 f_{ctk} \text{ per calcestruzzo non armato}$$

Con le **NTC 2018**, per le verifiche agli stati limite (v. capitolo 11) ci si riferisce alla resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo f_{cd} , alla resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo f_{ctd} e alla resistenza a trazione di progetto del cls non armato o debolmente armato f_{ct1d} data da:

$$f_{ct1d} = 0,85 \cdot f_{ctd}$$

3. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE E PRELIEVO DEI CAMPIONI

Per il calcestruzzo si fa riferimento al pt. 11.2.5 NTC 2018, mentre per le barre di acciaio al pt. 11.3.2.12

3.1 CALCESTRUZZO

Il direttore dei lavori dovrà fare prelevare, nel luogo di impiego degli impasti destinati all'esecuzione delle varie strutture, la quantità di calcestruzzo necessaria per la confezione di un gruppo di 2 provini con le modalità indicate al punto 2.3 della tabella U.N.I. 6125-72. La media delle resistenze a compressione dei due provini rappresenta la resistenza di prelievo R ; ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi ciascuno dei quali eseguiti su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea; risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 mc di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo (si può derogare dall'obbligo del prelievo giornaliero per costruzioni con meno di 100 mc di miscela omogenea, fermo restando il controllo di cui al punto precedente). Il processo dei provini va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori che provvede alla relazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle ineliminabili.

Verifiche:

Siano R_1, R_2, R_3 le tre resistenze di prelievo con $R_1 \mu R_2 \mu R_3$ e $R_m = (R_1 + R_2 + R_3)/3$.

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

ST.03_0

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_m > R_{ck} + 3,5 \text{ N/mm}^2 \quad (R_m > R_{ck} + 35 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$R_1 > R_{ck} - 3,5 \text{ N/mm}^2 \quad (R_1 > R_{ck} - 35 \text{ Kg/cm}^2)$$

Sarà cura della direzione lavori prescrivere ulteriori prelievi tutte le volte che le variazioni di qualità dei costituenti l'impasto possono provocare variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

3.2 BARRE DI ACCIAIO

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella Tabella seguente:

Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
A_{gt} minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C