



COMUNE DI SANTA FLAVIA

Città Metropilitana di Palermo

Progetto esecutivo

Riqualificazione urbana e rifunzionalizzazione ad uso pubblico delle aree di “Piano Stenditore”

Tav. 7.2 - Relazione sui materiali

Il Progettista:

Il Progettista
(Arch. Giuseppa Nasca)



Il Sindaco:

Il R.U.P.

Il RUP
(Geom. Maurizio Calderone)



16/11/2018 (rev. 1)

1	PREMESSA	2
2	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI	2
2.1	Calcestruzzo per platea di fondazione	2
2.2	Calcestruzzo per setti in c.a. in elevazione	2
2.3	Dosatura dei materiali	3
2.4	Qualità dei componenti	3
2.5	Prescrizioni per gli inerti	3
2.6	Acciaio per armature c.a.	4
3	CONTROLLI DI ACCETTAZIONE	5
3.1	Premessa	5
3.2	Controlli sul calcestruzzo	5
3.3	Controlli sull'acciaio per c.a.	5
4	LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO	6
4.1	Verifiche ed operazioni preliminari alla messa in opera del calcestruzzo	6
4.2	Trasporto del calcestruzzo fresco	6
4.3	Messa in opera del calcestruzzo	7
4.4	Riprese di getto	7
4.5	Compattazione del calcestruzzo	7
4.6	Stagionatura e protezione del calcestruzzo	8
4.7	Disarmo	8
5	FATTORE DI STRUTTURA q	9

RELAZIONE SUI MATERIALI

Ai sensi del Cap. 10 del D.M. 17/01/2018

1 PREMESSA

La presente relazione viene redatta al fine di individuare le caratteristiche meccaniche dei materiali adottati per la realizzazione dell'opera.

Inoltre serve a giustificare la scelta del valore del fattore di struttura, ricavato in questo caso in funzione dei materiali.

2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

In conformità alle disposizioni regolamentari vigenti sono stati previsti i materiali di seguito descritti.

Calcestruzzo:

- Cemento: tipo CEM II/A-LL 32,5 R conforme a UNI EN 197/1
- Aggregati: obbligo di marcatura CE conforme a UNI EN 12620
- Acqua: conforme a UNI EN 1008
- Additivi: conforme a UNI 7101

2.1 Calcestruzzo per platea di fondazione

- classe di esposizione XC2
- classe di resistenza C25/30
- rapporto acqua/cemento max 0,60
- contenuto cemento min 300 kg/m³
- diametro inerte max 16 mm
- classe di consistenza S4

2.2 Calcestruzzo per setti in c.a. in elevazione

- classe di esposizione XC2
- classe di resistenza C25/30
- rapporto acqua/cemento max 0,60
- contenuto cemento min 300 kg/m³
- diametro inerte max 16 mm
- classe di consistenza S3

2.3 Dosatura dei materiali

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 300 è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto)

Sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 325	300 kg/m ³

2.4 Qualità dei componenti

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 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno 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.

2.5 Prescrizioni per gli inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

2.6 Acciaio per armature c.a.

- barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450 C
- f_{yk} tensione caratteristica di snervamento: ≥ 450 MPa
- f_{tk} tensione caratteristica di rottura: ≥ 540 MPa
- Allungamento totale al carico massimo $Agt \geq 7\%$
- Rapporto $f_t / f_y = 1,13 \leq R_m / R_e \leq 1,35$

3 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

3.1 Premessa

Tutti i materiali e i prodotti per uso strutturale devono essere qualificati dal produttore secondo le modalità indicate nel capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 14 gennaio 2008. E' onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, acquisire e verificare la documentazione di qualificazione.

3.2 Controlli sul calcestruzzo

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1 del D.M. 17/01/2018
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2 del D.M. 17/01/2018

Nel caso in oggetto rientriamo nel controllo di tipo A che è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

3.3 Controlli sull'acciaio per c.a.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4 del D.M. 17/01/2018.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 del D.M. 17/01/2018.

4 LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

4.1 Verifiche ed operazioni preliminari alla messa in opera del calcestruzzo

Prima di iniziare la messa in opera del calcestruzzo è necessario compiere le operazioni e verifiche riguardanti almeno: le casseforme, le strutture di supporto e le armature metalliche.

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere progettate e realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

Per quanto concerne le barre di acciaio, i dispositivi di raccordo e di ancoraggio devono essere conformi alle norme vigenti. La superficie delle armature deve essere esente da ruggine e da sostanze che possono deteriorare le proprietà dell'acciaio o del calcestruzzo o l'aderenza fra loro.

Per evitare i possibili danni indotti dall'ossidazione dei ferri ordinari d'armatura possono essere utilizzate barre d'armatura in acciaio inossidabile, barre protette con zincatura (galvanizzate) o ricoperte con uno strato di vernice protettiva.

Le armature devono essere messe in opera secondo le posizioni, le prescrizioni e le indicazioni dei disegni e dei documenti progettuali. In tal senso è opportuno che il progetto contenga un apposito elaborato riportante la distinta dei ferri di armatura.

Devono inoltre essere rispettate:

- le tolleranze di posizionamento definite nella documentazione progettuale
- lo spessore del copriferro specificato.

4.2 Trasporto del calcestruzzo fresco

Il trasporto del calcestruzzo, dal sito di confezione al luogo d'impiego, deve essere effettuato con mezzi adeguati ad evitare la segregazione o il danneggiamento del conglomerato.

I sistemi più utilizzati per il trasporto del calcestruzzo sono: l'autobetoniera, la benna, l'autocarro cassonato e il nastro trasportatore.

Per ogni carico di calcestruzzo si predispone un documento che, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, deve contenere:

- la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico)
- la classe d'esposizione ambientale
- la classe di resistenza caratteristica
- il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura
- il rapporto a/c, se prescritto
- la dimensione massima dell'aggregato
- la classe di consistenza
- i metri cubi trasportati

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- la classe di resistenza caratteristica
- i metri cubi trasportati

4.3 Messa in opera del calcestruzzo

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme.

Per assicurare la migliore riuscita del getto, la messa in opera del calcestruzzo richiede una serie di verifiche preventive che riguardano, oltre che le casseforme e i ferri d'armatura, anche l'organizzazione e l'esecuzione delle operazioni di getto, di protezione e di stagionatura del calcestruzzo.

4.4 Riprese di getto

Per quanto possibile, i getti devono essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare le riprese e conseguire la necessaria continuità strutturale. Per ottenere ciò è opportuno ridurre al minimo il tempo di ricopertura tra gli strati successivi, in modo che, mediante vibrazione, si ottenga la monoliticità del calcestruzzo. Qualora siano inevitabili le riprese di getto, è necessario che la superficie del getto su cui si prevede la ripresa, sia lasciata quanto più possibile corrugata, alternativamente la superficie deve essere scalfita (e pulita dai detriti), in modo da migliorare l'adesione con il getto successivo. L'adesione può essere migliorata con specifici adesivi per ripresa di getto (resine), o con tecniche diverse che prevedono l'utilizzo d'additivi ritardanti o ritardanti superficiali da aggiungere al calcestruzzo o da applicare sulla superficie.

4.5 Compattazione del calcestruzzo

Quando il calcestruzzo fresco è versato nella cassaforma, contiene molti vuoti e tasche d'aria racchiusa tra gli aggregati grossolani rivestiti parzialmente da malta. Il volume di tale aria, che si aggira tra il 5 ed il 20 %, dipende dalla consistenza del calcestruzzo, dalla dimensione della cassaforma, dalla distribuzione e dall'addensamento delle barre d'armatura e dal modo con cui il calcestruzzo è stato versato nella cassaforma.

Se il calcestruzzo indurisse in questa condizione risulterebbe disomogeneo, poroso, poco resistente e scarsamente aderente alle barre d'armatura. Per raggiungere le proprietà desiderate, il calcestruzzo deve essere compattato.

La compattazione è il processo mediante il quale le particelle solide del calcestruzzo fresco si serrano tra loro riducendo i vuoti. Tale processo può essere effettuato mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.

4.6 Stagionatura e protezione del calcestruzzo

Dopo la messa in opera e la compattazione, il calcestruzzo deve essere stagionato e protetto dall'essiccamento in modo da:

- evitare l'interruzione dell'idratazione
- ridurre il ritiro in fase plastica e nella fase iniziale dell'indurimento (1 , 7 gg)
- far raggiungere un'adeguata resistenza meccanica alla struttura
- ottenere un'adeguata compattezza e durabilità della superficie
- migliorare la protezione nei riguardi delle condizioni climatiche (temperatura, umidità, ventilazione)
- evitare vibrazioni, impatti, o danneggiamenti sia alla struttura che alla superficie, ancora in fase di indurimento.

La stagionatura comprende i processi durante i quali il calcestruzzo fresco sviluppa gradualmente le sue proprietà per effetto della progressiva idratazione del cemento. La velocità di idratazione dipende dalle condizioni climatiche d'esposizione e dalle modalità di scambio d'umidità e calore tra il calcestruzzo e l'ambiente.

4.7 Disarmo

Il disarmo comprende le fasi che riguardano la rimozione delle casseforme e delle strutture di supporto; queste non possono essere rimosse prima che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza sufficiente a:

- sopportare le azioni applicate
- evitare che le deformazioni superino le tolleranze specificate
- resistere ai deterioramenti di superficie dovuti al disarmo.

Durante il disarmo è necessario evitare che la struttura subisca colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

5 FATTORE DI STRUTTURA q

Il fattore di struttura (q) è un fattore di riduzione che permettere di ottenere gli spettri di progetto (riferiti ad un oscillatore elementare a comportamento anelastico) da quelli degli spettri di risposta elastici (riferiti ad un oscillatore elementare a comportamento elastico lineare), definito per la determinazione delle azioni sismiche in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite ultimi al fine del progetto o della verifica di una struttura.

Pertanto è un procedimento semplificato che viene offerto dalla normativa per determinare gli spettri di progetto.

Il fattore q viene definito in funzione dei materiali e delle tipologie strutturali e tiene conto tra l'altro:

della dissipazione di energia anelastica

della ridistribuzione delle tensioni

della perdita di energia dovuta alla diffusione dello smorzamento nel terreno di fondazione.

Può essere definito come il valore per il quale dividiamo la forza massima per ottenere la forza al limite di snervamento

$$q = \frac{F_{MAX}}{F_y}$$

Introducendo la “**duttilità richiesta**” μ , definendola come il rapporto tra lo spostamento ultimo e lo spostamento al limite di snervamento

$$\mu = \frac{X_u}{X_y}$$

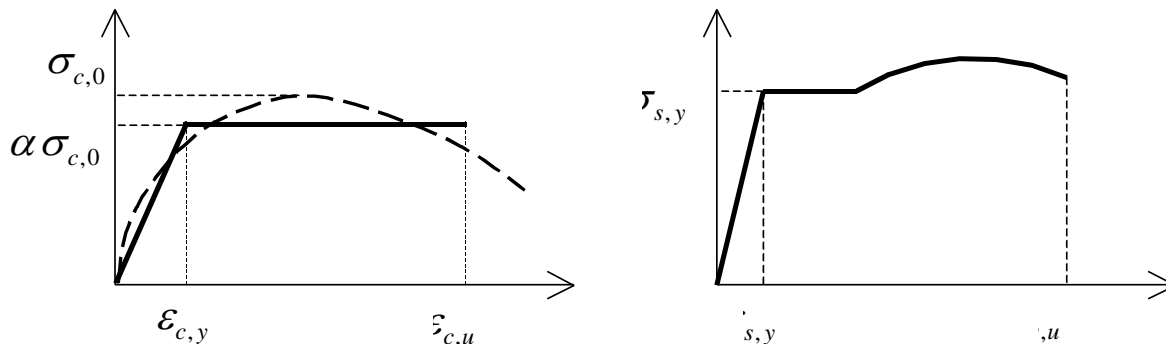
dopo alcuni passaggi matematici otteniamo un'espressione che mette in relazione la duttilità strutturale con il fattore di struttura:

$$q^2 = 2\mu - 1$$

$$q = \sqrt{2\mu - 1}$$

La duttilità disponibile di una sezione inflessa è generalmente espressa come rapporto tra la curvatura ultima e la curvatura di primo snervamento (condizione al limite elastico

dell'acciaio teso). Per valutare i criteri che concorrono ad aumentare la duttilità delle sezioni in c.a. è necessario valutare innanzitutto la duttilità dei materiali base considerando i diagrammi tensione-deformazione.



Per i materiali la duttilità viene definita in termini di deformazione come rapporto tra la deformazione al limite elastico e quella ultima (convenzionale):

$$\mu_{\varepsilon_c} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cy}} \quad ; \quad \mu_{\varepsilon_s} = \frac{\varepsilon_{su}}{\varepsilon_{sy}}$$

Per avere un comportamento duttile di una sezione in c.a. bisogna sfruttare la duttilità dell'acciaio teso, in modo tale che la crisi avvenga per il raggiungimento della deformazione ultima dell'acciaio e non del lembo compresso di calcestruzzo.

Per cui considerando il diagramma costitutivo convenzionale dell'acciaio, nel caso specifico acciaio Fe B 38k, si ha:

f_{yk} = valore caratteristico della tensione di snervamento = 375 MPa

f_{yd} = tensione di calcolo di snervamento = $f_{yk}/1,15 = 326$ MPa

ε_{yd} = deformazione al limite elastico = $f_{yd}/E_s = 326/206.000 = 0,0016$ (0,16%)

ε_{su} = deformazione ultima convenzionale = 0,0100 (1,00%)

da cui ricaviamo una duttilità dell'acciaio $\mu_s = \varepsilon_{su}/\varepsilon_{yd} = 6,25$, da cui ricaviamo il fattore di struttura:

$$q = \sqrt{2\mu - 1} = \sqrt{2 * (6,25 - 1)} = 3,24$$

valore maggiore al valore scelto in fase di progetto pari a $q = 2,40$.

Si deduce che il valore utilizzato in sede di progetto permette di raggiungere il grado di sicurezza che ci si era preposto.