



Regione Calabria



COMUNE DI SAN DONATO DI NINEA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

LAVORI DI:

ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICI SCOLASTICI "L. CASELLA" IN LOC.
CUTURA - DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE CORPO A

COMMITTENTE : COMUNE DI SAN DONATO DI NINEA

TAVOLA : RELAZIONE SUI MATERIALI

PROGETTISTA e D.L.



R.T.P.
STUDIO DI INGEGNERIA
SPINELLI

R.U.P.

Geom. Mario De Marco

TAVOLA

ES 8

DATA: Novembre 2018

RELAZIONE SUI MATERIALI

PREMESSA

L'impiego dei materiali per la realizzazione delle strutture di fondazione ed in elevazione in cemento armato normale è subordinata alla qualità e alle caratteristiche meccaniche utilizzate nella relazione di calcolo.

La loro scelta sarà conforme alle prescrizioni indicate nelle **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI di cui al D.M. 17/01/2018 - G.U. 42 del 20 febbraio 2018, suppl. ordinario.**

Tutti i materiali strutturali di cui in seguito devono essere:

IDENTIFICATI univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili di cui alle NTC 2018;

QUALIFICATI sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure di cui alle NTC 2018;

ACCETTATI dal Direttore dei Lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

1. CALCESTRUZZO

1.1 Tipologia

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. dovranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1:2006. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, si dovranno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1:2006.

Per le strutture armate e non, sia in elevazione che in fondazione, si prescrive l'utilizzo di conglomerato cementizio per uso strutturale così come definito al paragrafo 4.1 delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Il conglomerato cementizio è identificato mediante la resistenza convenzionale a compressione uniassiale caratteristica misurata su cubi R_{ck} .

Per le strutture armate, si prescrive l'impiego delle seguenti tipologie di calcestruzzo:

1.1.1 Conglomerato cementizio

Tipo di struttura	Classe di resistenza f_{ck}/R_{ck}	Classe di consistenza	Classe di esposizione
Fondazione	C 25/30	S3	XC2
Elevazione	C 25/30	S3	XC1

1.2 Classe di esposizione

Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali secondo norma UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell' ambiente	ESEMPIO	Massimo Rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.	-	C 12/15	
2 Corrosione indotta da carbonatazione						
Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.						
2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in	0.60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0.60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0.55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0.50	C 32/40	
3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare						
5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti	0.55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenete cloruri (Piscine).	0.50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0.45	C 35/45	
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare						
4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0.50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	0.45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle marea.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0.45	C 35/45	
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *						
2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0.50	C 32/40	

3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0.50	C 25/30	3
2b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0.50	C 25/30	3
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai Sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0.45	C 28/35	3
6 Attacco chimico**						
5a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0.55	C 28/35	
4a 5b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0.50	C 32/40	
5c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di carico industriali.	0.45	C 35/45	
*) Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione: - moderato: occasionalmente gelato in condizione di saturazione; - elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione. **) Da parte di acque del terreno e acque fluenti.						

1.3 Componenti del conglomerato cementizio

1.3.1 Acqua

Per il confezionamento degli impasti deve impiegarsi esclusivamente acqua limpida, priva di sali e cloruri, non aggressiva, conformi alla *UNI EN 1008:2003*, in quantità tale da ottenere un impasto di buona lavorabilità e consistenza variabile tra fluido e plastico (S2-S5), ma comunque non inferiore ai 180 l/mc.

1.3.2 Legante idraulico

Per il confezionamento degli impasti devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, in particolare *L. 26/05/1965 n. 595* e *norma armonizzata EN 197-1* e dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme *EN 197-1* ed *EN 197-2*.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Il legante deve risultare costituito da cemento tipo 425 o superiori.

1.3.3 Aggregati.

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo *D.P.R. 246/93* e successivi decreti attuativi.

Per il confezionamento degli impasti deve essere utilizzata sabbia in quantità di $0.46 \div 0.57$ mc con grani assortiti di grandezza variabile da 0 a 7 mm e ghiaia o pietrisco in quantità di $0.65 \div 0.79$ mc con elementi assortiti di dimensioni fino a 30 mm.

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- a. il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO₃ da determinarsi con la procedura prevista dalla *UNI-EN 1744-1 punto 12*) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- b. il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con *UNI-EN 1744-1 punto 11*) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- c. non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla *UNI 8520-22*, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della *UNI 8520 parte 2*.

Gli inerti costituenti l'aggregato saranno provenienti da rocce non gessose prive di elementi gelivi e friabili, scevri di sostanze estranee quali materie organiche, melmose, terrose e di salsedine, avranno un'umidità del 2÷3% e conformi alla parte armonizzata della norma europea *UNI EN 12620*.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del *DPR n. 246/93* è indicato nella tabella seguente:

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo <i>UNI EN 12620-13055-1</i>	<i>Calcestruzzo strutturale</i>	2+

Il sistema 2+ (*certificazione del controllo di produzione in fabbrica*) deve essere eseguito così come specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del *DPR n. 246/93*.

Gli aggregati leggeri devono essere conformi alla parte armonizzata della *norma Europea UNI EN 13055*. Il sistema di attestazione della conformità è analogo al caso precedente.

1.3.4 Aggiunte

Eventuali aggiunte in quantità tale da non modificare negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio devono soddisfare i requisiti della norma *EN 450* e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla *UNI EN 206-1* punto 5.1.6 e punto 5.2.5 ed *UNI 11104* punto 4.2.

La conformità delle aggiunte alle relative norme dovrà essere dimostrata in fase di verifica preliminare delle miscele (controllo di conformità) e, in seguito, ogni qualvolta la D.L. ne faccia richiesta.

1.3.5 Additivi

Gli additivi per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma *UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5)*.

Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo.

E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati.

Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto.

Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative *UNI EN 206* e *UNI 11104*.

Di seguito viene proposto uno schema riassuntivo per le varie classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

Classi di additivo in funzione delle classi di esposizione

	Rck min	a/c max	WR/SF*	AE*	HE*	SRA*	IC*
X0	15	0,60					
XC1 XC2	30	0,60	X				
XF1	40	0,50	X		X	X	
XF2	30	0,50	X	X	X	X	X
XF3	30	0,50	X	X	X	X	
XF4	35	0,45	X	X	X	X	X
XA1 XC3 XD1	35	0,55	X			X	X
XS1 XC4 XA2 XD2	40	0,50	X			X	X
XS2 XS3 XA3 XD3	45	0,45	X			X	X

* WR/SF: fluidificanti/superfluidificanti, AE: Aeranti, HE: Acceleranti (solo in condizioni climatiche invernali), SRA: additivi riduttori di ritiro, IC: inibitori di corrosione.

Nell'esecuzione dei getti si prescrivono le seguenti norme:

1. Vibratura accurata di tutti i getti;
2. L'interruzione e la ripresa dei getti si effettuerà nelle zone non sollecitate;
3. Nel caso la temperatura scendesse al disotto di +1 °C o in presenza di venti particolarmente caldi, i getti dovranno essere interrotti.

1.4 Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 1.5 e 1.6 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (lavorabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste dal progettista.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di ¼ della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interfero ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

1.5 Rapporto acqua/cemento

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla relazione seguente:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Dove:

- a_{aggr} quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);
- a_{add} aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3l/m³) o le aggiunte minerali in forma di slurry;
- a_{gh} aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;
- a_m aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

Nella quale:

- c dosaggio per m³ di impasto di cemento;
- c_v dosaggio per m³ di impasto di cenere volante;

f_s dosaggio per m³ di impasto di fumo di silice;
 K_{cv} ; K_{fs} coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma *UNI-EN 206-1 ed UNI 11104*.

1.6 Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo posseda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta .

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla *UNI-EN 206-1* dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo sarà definita mediante il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (*UNI-EN 12350-2*) che definisce la classe di consistenza; I valori dell'abbassamento al cono sono rilevabili nella tabella seguente:

CLASSE DI CONSISTENZA	ABBASSAMENTO AL CONO DI ABRAMS (mm)	DENOMINAZIONE DI CONSISTENZA	CAMPO DI APPLICAZIONE
S1	Da 10 a 40	Umida	Cordoli, marciapiedi
S2	Da 50 a 90	Plastica	Forti pendenze
S3	Da 100 a 150	Semifluida	Scale, coperture inclinate rampe
S4	Da 160 a 210	Fluida	Muri, solai, travi pilastri
S5	Oltre 220	Superfluida	Strutture sottili, scarso interferro

Non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad **S4**.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere, a discrezione della D.L. :

- a. respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- b. accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto.

Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

1.7 Acqua di bleeding

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma *UNI 7122*.

1.8 Contenuto d'aria

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma *UNI EN 12350-7* basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato dalla Direzione Lavori in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti.

1.9 Posa in opera del conglomerato

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +1° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al

punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo (tabella 4.1).

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

1.10 Casseformi

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866.

Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

1.11 Stagionatura

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- a. la permanenza entro casseri del conglomerato;
- b. l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- c. l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- d. la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- e. la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- f. la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali. Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non cassate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni.

Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni.

2. ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- a. barre d'acciaio tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli tipo B450C ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- b. prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$ per il tipo B450C;
- c. reti elettrosaldate ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$) tipo B450C;

Tutti gli acciai utilizzati come armatura per cemento ordinario o precompresso devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende il processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme *UNI EN 9001* e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme *UNI EN 45012*.

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

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto. Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.6 e controllati con le modalità riportate ai punti 11.3.2.10, 11.3.2.11 e 11.3.3.5 delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Deve essere utilizzato acciaio per cemento armato laminato a caldo denominato B450C caratterizzato da:

Tipo di barre	Tipo di acciaio	$f_{y,nom}$ [N/mm ²]	$f_{t,nom}$ [N/mm ²]
Aderenza migliorata	B450C	450	540

Questo deve inoltre rispettare i requisiti di cui al punto 11.3.3.1 delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio. Ai fini della qualificazione dell'aderenza si osserverà quanto previsto al punto 11.3.2.10.4 – *Prove di Aderenza* – delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Sia le barre che le reti utilizzate devono soddisfare quanto previsto al punto 11.3.2.4 - *Caratteristiche dimensionali e di impiego* e al punto 11.3.2.5 – *Reti e Tralicci elettrosaldati* delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*, in particolare i nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la *UNI EN ISO 15630-2* pari al 25% della forza di snervamento della barra. Tale resistenza al distacco delle saldature del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore.

La saldabilità deve essere certificata mediante analisi chimica effettuata su colata e su prodotto finito controllando che il quantitativo di carbonio equivalente e la presenza di impurità sia contenuta nei limiti previsti al punto 11.3.2.76 – *Saldabilità* – Tabella 11.3.II delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura. I valori minimi da adottare devono essere conformi alle prescrizioni contenute nell'Eurocode EN 1992 – punto 8.3 – *Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate*.

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

Per tutto quanto non esplicitamente indicato nella presente relazione o riportato nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018* si rimanda alla *Circolare Esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 02/02/2009 n. 617* – “*Istruzione per l'applicazione delle <<Nuove Norme tecniche per le costruzioni>> di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 – G.U. n. 47 del 26/02/2009, supp. Ordinario n. 27.*”

4. CONTROLLI

4.1 *Conglomerato cementizio*

Il controllo di qualità del conglomerato viene eseguito in accordo con quanto previsto al punto 11.2.2 delle *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*. Il conglomerato deve essere prodotto in controllo di qualità con lo scopo di monitorare l'effettiva rispondenza delle caratteristiche meccaniche con quanto definito in sede di progetto.

Si eseguiranno in cantiere **Controlli di Accettazione** durante l'esecuzione dell'opera contestualmente al getto del relativo componente strutturale e successive **Prove complementari** a completamento delle prove di accettazione (se ritenuto utile e/o necessario dalla direzione lavori) eseguite presso laboratori ufficiali di cui *all'art. 59 del DPR n. 380/2001*.

Durante l'esecuzione dei getti saranno prelevati dagli impasti provini da sottoporre a prova. Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri ed alla presenza della Direzione Lavori, il calcestruzzo necessario per il confezionamento di un gruppo di 2 provini. La resistenza del prelievo sarà data dalla media delle resistenze a compressione dei due provini e tale valore costituisce valore di riferimento mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo si farà riferimento a quanto indicato nelle norme *UNI EN 12390-1* ed *UNI EN 12390-2*. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo si farà riferimento a quanto indicato nella *UNI EN 12390-4*.

Per costruzioni con meno di 1500 mc di getto, è possibile eseguire un controllo tipo A riferito ad un quantitativo di miscela omogeneo non maggiore di 300 mc.

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da 3 prelievi, ciascuno dei quali eseguiti su un massimo di 100 mc di getto di miscela omogenea. Risulterà pertanto un controllo di accettazione ogni 300 mc massimo di getto.

Per ogni giorno di getto andrà comunque effettuato almeno un prelievo (fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi è consentito derogare all'obbligo del prelievo giornaliero per getti inferiori a 100 mc).

Il controllo di accettazione è positivo e conseguentemente il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella 11.2.I del punto 11.2.5 – *Controllo di accettazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Qualora la resistenza dei provini prelevati durante il getto non soddisfi i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista in fase di progetto, e/o su richiesta della direzione lavori, potranno essere eseguite prove non distruttive, da non intendersi sostitutive dei controlli di accettazione, in accordo con il punto 11.2.6 – *Controllo della resistenza del calcestruzzo in opera delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

La direzione lavori si fa carico degli obblighi previsti al punto 11.2.5.3 – *Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

4.2 *Acciaio per calcestruzzo armato*

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle *UNI EN ISO 15630-1* e

Uni EN ISO 15630-2.

I controlli di accettazione in cantiere devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.4 – *Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita.

I valori minimi per quanto riguarda il controllo della resistenza e dell'allungamento, accertati in accordo al punto 11.3.2.3 – *Accertamento delle proprietà meccaniche delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, sono riportati al punto 11.3.2.10.3 – *Controlli nei centri di trasformazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/01/2018*.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato uniforme.

In caso contrario, salvo ulteriore indagine, il lotto deve essere respinto.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura della Direzione Lavori che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc. che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.