

Ing. Gaetano Zupo  
Via A. De Gasperi, 2  
87040 Marano Marchesato (CS)



**COMUNE DI CASTROLIBERO**  
Municipio: Via XX settembre 87040 Castrolibero (CS)

*Completamento e messa a norma del Campo di Calcio a 5  
in località Centro Storico*

**PROGETTO ESECUTIVO**

*Elaborato n°: 19*

**RELAZIONE SUI MATERIALI**

*Visti e Pareri:*

**Committente:**

*Amministrazione Comunale  
di Castrolibero*

**Progettista:**

*Ing. Gaetano Zupo*

## INDICE

<b>1.</b>	<b>SCOPO</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>STANDARDS E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>CLASSI DI RESISTENZA CARATTERISTICA DEI MATERIALI</b>	<b>3</b>
4.1.	Calcestruzzo	3
4.2.	Acciaio di armatura	6
4.3.	Impiego delle classi di calcestruzzo ed acciaio	6
<b>5.</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERALI</b>	<b>7</b>
5.1.	Calcestruzzo	7
5.2.	Acciai di armatura	7
5.3.	Additivi per calcestruzzi	8
<b>6.</b>	<b>PRELIEVI IN CANTIERE</b>	<b>9</b>
6.1.	Acciai di armatura	9
6.2.	Calcestruzzo per getti	9
<b>7.</b>	<b>CONTROLLI DI ACCETTAZIONE</b>	<b>10</b>
7.1.	Generalità	10
7.2.	Acciaio per armature	10
7.3.	Resistenza caratteristica del calcestruzzo	11
<b>8.</b>	<b>CONTROLLO DELLA CONSISTENZA</b>	<b>12</b>
8.1.	Prescrizioni particolari	12
<b>9.</b>	<b>LAVORAZIONE E POSA DELL'ACCIAIO DI ARMATURA</b>	<b>14</b>
<b>10.</b>	<b>FORMAZIONE DELLE CASSEFORME DI GETTO</b>	<b>14</b>
<b>11.</b>	<b>MODALITA' DI CONFEZIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO</b>	<b>16</b>
11.1.	Confezionamento del calcestruzzo	16
11.2.	Trasporto del calcestruzzo	16
11.3.	Getto del calcestruzzo	17
<b>12.</b>	<b>ACCIAI LAMINATI PER STRUTTURE COMPOSTE</b>	<b>19</b>

## **1. SCOPO**

La presente specifica definisce le classi di resistenza, le modalità di confezionamento ed esecuzione per la realizzazione di calcestruzzi armati.

## **2. ABBREVIAZIONI E DEFINIZIONI**

In questa specifica sono utilizzate le seguenti abbreviazioni e definizioni:

### **Appaltatore**

Impresa assuntrice dei lavori di costruzione delle opere indicate nei documenti contrattuali.

### **ASTM**

American Standard Testing Material - Specifica standard di controllo dei materiali definita da organizzazione di standardizzazione degli Stati Uniti.

### **Capitolato tecnico di Appalto**

Documento tecnico nel quale sono riportate tutte le indicazioni e prescrizioni tecniche per la realizzazione delle opere.

### **Committente**

Società che stipula il contratto con l'impresa assuntrice dei lavori.

### **Direttore dei lavori**

indica la persona preposta al controllo e alla congruità dei lavori nominato dalla Committente e prevista dalla legislazione vigente.

### **D. Lgs**

Decreto Legislativo della Repubblica Italiana.

### **D. M.**

Decreto Ministeriale.

### **ISO**

International Standard Organization - Organismo internazionale di standardizzazione di metodi e procedure.

### **Laboratorio Ufficiale**

Indica un laboratorio scelto dall'Appaltatore e accettato dalla Committente presso il quale saranno eseguiti tutti i controlli fisici previsti per l'accettazione dei calcestruzzi, eseguiti in accordo alla normativa vigente.

### **Rappresentante della Committente/Supervisione Lavori**

Indica la persona autorizzata dalla Committente a rappresentarlo e che L'Appaltatore può consultare in qualsiasi momento nell'ambito delle prerogative previste dal Contratto.

## Specifica

Documento tecnico contenente le prescrizioni relative alle attrezzature, alle metodologie ed alle misurazioni durante la realizzazione delle opere in appalto.

## UNI

Organismo Nazionale Italiano per la standardizzazione di metodi e procedure.

### 3. STANDARDS E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

La presente specifica fa riferimento alla documentazione contrattuale, alle prescrizioni della Supervisione Lavori ed alle seguenti normative:

D. Lgs. 81/08 e s.m.i.

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

DM 14.01.2008

Norme tecniche sulle costruzioni.

Circolare 02.02.2009 n. 617

Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al D.M. 14/01/08.

Tutte le norme UNI vigenti.

### 4. CLASSI DI RESISTENZA CARATTERISTICA DEI MATERIALI

#### 4.1. Calcestruzzo

Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, questo viene titolato ed identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa.

Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della tabella riportata di seguito

**CLASSE DI RESISTENZA**

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica $f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Resistenza caratteristica cubica $R_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Tipo di calcestruzzo
C8/10	8	10	NON STRUTTURALE (Magrone)
C12/15	12	15	
C16/20	16	20	ORDINARIO (Fondazioni e paramento)
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	

C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	
C50/60	50	60	
C55/67	55	67	
C60/75	60	75	ALTE PRESTAZIONI
C70/85	70	85	
C80/95	80	95	
C90/105	90	105	
C100/115	100	115	

## CLASSE DI ESPOSIZIONE

Denominazione della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione
<b>1 Assenza di rischio di corrosione o attacco</b>		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Per calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa
<b>2 Corrosione indotta da carbonatazione</b>		
Nel caso in cui il calcestruzzo contenente armature o inserti metallici sia esposto all'aria e all'umidità, l'esposizione sarà classificata nel modo seguente: 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.		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità relativa dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia

XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
<b>3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare</b> Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con acqua contenente cloruri, inclusi i sali antigelo, con origine diversa dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue: Nota In riferimento alle condizioni di umidità vedere anche sezione 2 del presente prospetto.		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi
<b>4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare</b> Qualora il calcestruzzo contenente armature o altri inserti metallici sia soggetto al contatto con cloruri presenti nell'acqua di mare oppure con aria che trasporta sali derivanti dall'acqua di mare, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde oppure alla marea	Parti di strutture marine
<b>5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti</b> Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
<b>6 Attacco chimico</b> Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite nel prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo. Nota Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è: <ul style="list-style-type: none"> <li>- al di fuori dei limiti del prospetto 2;</li> <li>- in presenza di altri aggressivi chimici;</li> <li>- in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche;</li> <li>- in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del prospetto 2.</li> </ul>		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2	

XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2	

#### 4.2. Acciaio di armatura

L'acciaio per cemento armato da utilizzare è B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$f_{y \text{ nom}}$ 450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$ 540 N/mm <sup>2</sup>

#### 4.3. Impiego delle classi di calcestruzzo ed acciaio

Le classi dei materiali sono riportate sui disegni di progetto.

## 5. PRESCRIZIONI GENERALI

### 5.1. Calcestruzzo

Le caratteristiche dei materiali, il dosaggio degli stessi, il rapporto acqua/cemento, dovranno essere quelli previsti dalle norme vigenti (D.M. del 14.01.2008 e normativa UNI); inoltre devono essere rispettate le seguenti indicazioni:

- L'acqua deve essere limpida e dolce e non deve contenere percentuali dannose di sali ed altre sostanze che possano compromettere le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo;

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN1008: 2003.

- Gli inerti (sabbia, ghiaia e pietrisco) devono provenire da fiume o da cava o comunque dalla disaggregazione naturale o dalla frantumazione di rocce compatte, non gelive e di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea e devono essere puliti ed esenti da limo od altro materiale che possa compromettere le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo.

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicata nella seguente tabella.

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

- I leganti idraulici da impiegarsi sono quelli previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo devono risultare da prove eseguite in conformità alle indicazioni delle presenti norme sulle strutture di cemento armato ordinario o precompresso.

Nei calcoli statici non può essere considerata né una classe di resistenza del calcestruzzo inferiore a C20/25 né una classe di resistenza superiore a C60/75; per i calcestruzzi con aggregati leggeri, la cui densità non può essere inferiore a 1800 kg/m<sup>3</sup>, le classi limite sono LC20/22 e LC55/60.

### 5.2. Acciai di armatura

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti.

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

Le barre di acciaio per l'armatura metallica devono avere le caratteristiche prescritte dalla legislazione vigente, in particolare le barre devono essere prive di difetti apparenti, quali screpolature, sbavature, bruciature e risultare pulite da tutte quelle sostanze (oli, grassi, terra) che possono modificare le caratteristiche meccaniche o non favorire l'aderenza del calcestruzzo.

Il tipo e la classe dell'acciaio, sono riportati sui disegni di progetto.

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci gli elementi base devono avere diametro  $\Phi$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$ .

### **5.3. Additivi per calcestruzzi**

Gli additivi che eventualmente venissero impiegati per la preparazione dei calcestruzzi, devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

L'uso di qualunque tipo di additivo deve essere concordato con la Committente per il tramite del Rappresentante della Committente.

## **6. PRELIEVI IN CANTIERE**

### **6.1. Acciai di armatura**

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, 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 ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Se il marchio e la documentazione di accompagnamento non sono sufficienti a dimostrare la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento, i controlli dovranno essere estesi anche agli altri diametri del lotto.

### **6.2. Calcestruzzo per getti**

Le modalità di controllo devono essere eseguite in conformità a quanto prescritto dalla legislazione vigente (DM 14.01.2008).

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150'150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di

durabilità delle opere.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

## **7. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE**

### **7.1. Generalità**

I controlli di accettazione degli acciai di armatura e dei calcestruzzi devono essere eseguiti in conformità a quanto prescritto dalla legislazione vigente (D.M. 14.01.2008).

### **7.2. Acciaio per armature**

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, 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:

Tabella – Valori di accettazione

<b>Caratteristica</b>	<b>Valore limite</b>	<b>NOTE</b>
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	≥ 6,0%	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	≥ 2,0%	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

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

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

### 7.3. Resistenza caratteristica del 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
- controllo di tipo B

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella seguente:

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_m \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck} + 1,4 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_1$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

#### Controllo di accettazione di tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

Siano  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  le tre resistenze di prelievo, con  $R_1 \leq R_2 \leq R_3$

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

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

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

in cui:

$$R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3$$

Controllo di accettazione di tipo B (solo per quantità di calcestruzzo > 1500 m<sup>3</sup>)

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R<sub>1</sub> dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.



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

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4 S$$

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

Essendo:

R<sub>m</sub> = la resistenza media dei 15 o più prelievi;

R<sub>1</sub> = il valore minore dei 15 o più prelievi;

S = lo scarto quadratico medio, così calcolato:

$$S = (\sum (R_m - R_{ck_i})^2 / (n-1))^{1/2}$$

## 8. CONTROLLO DELLA CONSISTENZA

### 8.1. Prescrizioni particolari

Alla bocca di uscita dell'impianto di betonaggio o dell'automezzo di trasporto, deve essere prelevato un quantitativo di calcestruzzo da immettere in una forma metallica tronco conica con le basi aperte, munita di maniglie laterali.

Questo cono deve presentare le seguenti caratteristiche:

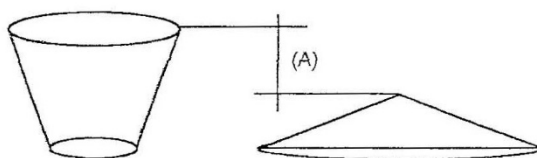
- Diametro della base minore pari a cm 10;
- Diametro della base maggiore pari a cm 20;

- Altezza pari a cm 30.

Il campione rappresentativo deve essere gettato nella forma in quattro strati successivi approssimativamente di uguale altezza, uniformemente costipati con uno spezzone di barra tonda; la superficie nella base a diametro maggiore deve essere livellata con la cazzuola.

La quantità massima d'acqua ammissibile nell'impasto normalmente deve essere tale per cui estratta la forma, il mucchio di conglomerato risultante avrà un abbassamento (A) che deve essere compreso tra i valori riportati nella tabella seguente:

I valori di cui sopra devono essere verificati quando il calcestruzzo è utilizzato per il getto delle seguenti strutture:



Tipo di struttura	Abbassamento(A)	
	Min (mm)	Max (mm)
Platee e piastre di fondazione	75	125
Plinti	75	125
Travi rovesce	75	125
Piedistalli e selle di sostegno apparecchiature	75	125
Strutture snelle fuori terra per fabbricati civili ed industriali	75	125
Solai misti e solette	75	125
Cunicoli e ponticelli	75	125
Vasche interrate e fuori terra collettori di fognature e pozzetti	75	125
Punti fissi a sostegno di tubazioni	75	125
Muri di contenimento	75	125
Pavimentazioni	75	125
Pali prefabbricati centrifugati o non	50	75
Basamenti di compressori e turbine	50	75
Strutture tozze in generale	50	75

Basamenti di pompe	50	75
Pali battuti	100	160
Pali trivellati	130	150

Il controllo del contenuto d'acqua deve essere effettuato in fase iniziale di confezionamento del calcestruzzo ed anche quando il contenuto di acqua iniziale proprio degli inerti ha subito sensibili variazioni; deve comunque essere sempre corrispondente nel suo globale a quello definito nelle prove preliminari.

## **9. LAVORAZIONE E POSA DELL'ACCIAIO DI ARMATURA**

Devono essere eseguiti in conformità a quanto prescritto dalla legislazione vigente tutte le lavorazioni, giunzioni, piegature, copriferro ed interferro, e rispettate anche le relative tolleranze ( vedi tabella).

Le armature metalliche devono essere tagliate e sagomate secondo i disegni di progetto. Per gli acciai ad aderenza migliorata non devono essere realizzati i ganci.

Lo spessore minimo di ricoprimento dei calcestruzzo a "contatto terreno" sulle barre dell'armatura metallica, riferito al filo esterno della sbarra più sporgente, deve essere pari a 40 mm per terreni non aggressivi ed a 75 mm per terreni aggressivi.

La Committente si riserva il diritto di variare tali valori, in accordo alle specifiche ed ai disegni di progetto.

Le barre devono essere legate tra di loro con filo di ferro cotto in tutti i punti di intersezione, affinché costituiscano una gabbia rigida, idonea a conservare l'esatta posizione senza alcuna torsione o deformazione sia durante che successivamente al getto dei calcestruzzo.

Allo scopo di assicurare il mantenimento degli spessori di ricoprimento prescritti sino a getto ultimato, fra l'estradosso dei ferri più esterni della gabbia e la faccia interna più adiacente della cassaforma, devono essere inseriti degli appositi distanziatori in calcestruzzo prefabbricati oppure in materia plastica il cui tipo deve essere preventivamente approvato dalla Committente.

## **10. FORMAZIONE DELLE CASSEFORME DI GETTO**

Le casseforme possono essere realizzate in legno e/o in ferro in relazione alla convenienza e disponibilità dell'Appaltatore.

Le casseforme devono essere dimensionate in modo da sopportare il peso delle strutture da realizzare, il carico del personale che opera durante il getto e di tutte le attrezzature e mezzi sia mobili sia fissi da adibire durante le operazioni di getto, oltre a sopportare tutti gli altri eventuali carichi e spinte conseguenti.

Devono essere montate in modo che durante le operazioni di riempimento con calcestruzzo, non siano soggette a deformazioni di piani e di allineamenti rispetto a quelli di progetto; devono inoltre essere atte a permettere il primo disarmo, fermi restando in opera i puntelli necessari, come numero ed ubicazione, sino al completamento della maturazione.

Particolare cura deve essere osservata durante la progettazione, il montaggio ed il disarmo delle casseforme e relative opere di sostegno, per strutture con ampie luci o carichi e comunque con spiccate caratteristiche strutturali.

Nella realizzazione delle casseforme in legname, le superfici di contatto con il getto devono permettere l'ottenimento di una parete regolare, priva di risalti e/o dentelli, senza alcun rientro e/o dislivello.

Le tavole devono combaciare tra di loro al fine di evitare dispersioni di biacca durante le vibrazione del calcestruzzo ed ottenere superfici come precedentemente

indicato.

Nell'armatura della parete non è ammesso l'impiego di distanziatori a contrasto in legno da lasciare incorporati nel calcestruzzo; tali contrasti devono essere realizzati con barre di ferro alle cui estremità siano presenti dei blocchetti di calcestruzzo al fine di non fare affiorare il ferro a getto finito.

Sono ammessi distanziatori in plastica il cui tipo deve essere preventivamente approvato dalla Committente.

I getti devono essere realizzati con angoli smussati, ottenibile con il di opportuni inserti di plastica (25 mm di spessore) opportunamente sagomati.

Durante il montaggio delle casseforme si deve avere cura di predisporre gli esatti livelli, le quote e gli allineamenti, le ubicazioni, le opportune cassette per il posizionamento di vani di alloggiamento e di ancoraggio, di fori ed in genere di tutte le luci necessarie orizzontali e verticali, sia passanti che a foro cieco, sia in fondazione che nello spiccato, opportunamente posizionati per il ricevimento di attrezzature, per il montaggio di impianti, sia definitivi che provvisori.

Le cassette in legno o metallo realizzate anche con tubi circolari e/o quadrangolari in PVC o cemento per la formazione delle sedi di ancoraggio (tasche) per bulloni, tiranti, tirafondi, carpenterie, ecc., devono essere lubrificate esternamente con disarmante, al fine di facilitare la loro estrazione a calcestruzzo indurito.

Devono essere altresì munite dei fori di passaggio per i bardotti trasversali di ancoraggio degli inserti, nonché, ove necessario, dei tappi di fondo.

Dopo l'esecuzione e prima della posa degli ancoraggi, le sedi così realizzate devono essere pulite; in caso contrario devono essere riempite con materiale soffice facilmente eliminabile (ad esempio polistirolo espanso, ecc.) al fine di evitare che l'acqua eventualmente in esse raccolta gelando possa sgretolare e/o incrinare il calcestruzzo.

Il disarmo dei getti deve essere effettuato a maturazione avvenuta; deve essere condotto con cura e con tutte le precauzioni, senza urti, scosse od improvvise sollecitazioni. La struttura deve essere sottoposta alle tensioni di progetto con adeguata progressione.

Prima delle operazioni di disarmo delle strutture o di parti di esse, si dovrà controllare nel diario dei getti eseguiti, le condizioni climatiche in cui sono avvenuti i getti ed il periodo della loro maturazione.

E' inoltre necessario verificare, prima del disarmo, la resistenza del calcestruzzo mediante prove da realizzare con apparecchio sclerometrico, anche se dette prove non sono da considerare determinanti.

Le strutture o parti di esse non devono normalmente essere disarmate se non sono decorsi a partire dalla data di ultimazione del getto, almeno il numero dei giorni indicati per ciascun tipo di struttura secondo quanto indicato dalla legislazione vigente.

La durata della maturazione del calcestruzzo e le conseguenti date di disarmo devono essere esclusivamente riferite a condizioni di getto e maturazione normali, in caso contrario devono essere opportunamente protratte nel tempo.

Oltre alle precauzioni precedentemente indicate in sede di disarmo, si deve avere cura di evitare spigolature e danni alla superficie dei getti.

A disarmo completo devono essere rimossi dalla superficie dei getti tutti gli elementi o parti delle casseforme, nonché tutti i ferri sporgenti che sono serviti da tiranti, agganci provvisori od altro.

Qualsiasi danno od irregolarità delle superfici, sia dovuto al getto, sia al disarmo, purché di limitata entità, deve essere accuratamente eliminato con malta di cemento dello stesso tipo impiegato per il getto, in modo da non far risultare

disuniformità di colore.

## **11. MODALITA' DI CONFEZIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO**

### **11.1. Confezionamento del calcestruzzo**

Il confezionamento del calcestruzzo deve essere di norma effettuato con mezzo meccanico.

Può essere ammesso il confezionamento manuale solo per piccoli quantitativi e previa autorizzazione della Committente.

I mezzi per il confezionamento del calcestruzzo devono essere in ogni caso adeguati all'entità delle opere da realizzare ed ai relativi programmi di esecuzione, considerato altresì che deve essere assicurata la regolarità delle operazioni di getto di ogni singola struttura.

Quando la temperatura dell'aria scende al di sotto di valori non compatibili con la buona riuscita dei getti e della loro maturazione, qualora dai programmi operativi non sia permessa l'interruzione della produzione, si devono impiegare in sede di confezionamento del calcestruzzo, additivi antigelo, secondo il dosaggio, le modalità, i limiti di temperature minime sopportabili ed i tempi minimi entro cui il prodotto è effettivamente operante, secondo le modalità contenute nella scheda tecnica del produttore che deve essere consegnata in copia al Rappresentante della Committente.

L'impiego di tali prodotti non deve in alcun modo compromettere i limiti di resistenza richiesti al calcestruzzo di una determinata classe.

In ogni caso l'Appaltatore non può procedere all'esecuzione di impasti e di getti a temperature, comprese le prevedibili temperature notturne, inferiori a + 4°C, se non su precisa autorizzazione scritta del Rappresentante della Committente.

L'Appaltatore deve sottoporre alla preventiva approvazione della Committente il programma e le modalità di esecuzione dell'impasto, del getto e della protezione dello stesso durante la presa.

Per i calcestruzzi da impiegarsi per getti di masselli attorno a canalizzazioni per cavi elettrici o di strumentazione, copertura di cunicoli o cavi interrati, pavimentazioni poste sopra percorsi di cavi, su richiesta della Committente, gli impasti dovranno essere colorati in rosso.

Tale colorazione è normalmente ottenuta miscelando in sede di confezionamento del calcestruzzo, ossidi di ferro in polvere in quantità pari a 5 kg/m<sup>3</sup> di impasto.

### **11.2. Trasporto del calcestruzzo**

Il trasporto del calcestruzzo sui luoghi di getto deve essere effettuato con mezzi idonei e rapidi, atti ad evitare la segregazione degli inerti dagli altri componenti l'impasto.

Il tempo intercorrente dal momento del carico del calcestruzzo sul mezzo di trasporto al momento relativo allo scarico nel luogo di getto, non deve essere superiore ai 15 minuti salvo che il mezzo di trasporto non sia dotato di betoniera rotante.

Il calcestruzzo deve essere scaricato all'interno del getto, qualunque sia l'attrezzatura usata (dumpers, tramogge, canali in lamiera, benne, ecc.) da una altezza inferiore ad 1,50 m.

Il calcestruzzo può anche essere convogliato al luogo del getto con tubi dove la miscela è spinta con pompe meccaniche; previa autorizzazione della Committente ed in relazione alle capacità del mezzo di spinta può essere autorizzato l'uso di un

additivo fluidificante; in alternativa può essere autorizzata una variazione del rapporto acqua/cemento, purché non vengano modificate le caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche del calcestruzzo.

### **11.3. Getto del calcestruzzo**

Prima dell'inizio del getto si deve verificare che:

L'armatura metallica corrisponda esattamente al progetto, per numero, posizione e diametro delle barre, per le loro piegature, giunzioni, sfalsamenti, sovrapposizioni, interdistanze, ricoprimenti, legamenti ed inoltre che il fissaggio delle gabbie, sia tale da garantire la stabilità della loro posizione durante il getto del calcestruzzo,

Sia stata effettuata una accurata pulizia delle casseforme eliminando qualsiasi traccia di corpo estraneo;

Nelle casseforme siano stati esattamente predisposti tutti gli inserti come precedentemente indicato;

Siano state predisposte secondo esatte quote, allineamenti, posizionamenti, tutte le parti quali bulloni, tirafondi, manicotti, piastre, tubazioni e simili, sia su strutture verticali che orizzontali e sia sotto che fuori terra, necessarie al futuro montaggio di impianti ed attrezzature di qualsiasi genere, sia definitivi che provvisori;

Sia stata effettuata, specie in clima caldo o con temperature elevate, una abbondante e ripetuta bagnatura delle casseforme e degli altri manufatti (laterizi, cementi o simili) da incorporare nel getto;

Sia stata effettuata, specie in clima caldo o con temperature elevate, l'eliminazione di tutti gli eventuali difetti dovuti alla deformazione e fessurazione delle tavole conseguenti alle variazioni di temperatura;

Siano stati montati gli opportuni mezzi ed attrezzature mobili e fissi per il sollevamento, il trasporto, la distribuzione, la vibratura del calcestruzzo, in quantità adatte alla produzione prevista, tale da permettere il getto del calcestruzzo senza soluzione di continuità e tale che in corso d'opera non ne conseguano urti, scosse od altro che possano compromettere la stabilità dei getti e la loro maturazione;

Nel caso di getti di notevole entità della durata complessiva di più giorni, siano stati predeterminati i limiti dei getti giornalieri in corrispondenza ai punti di ripresa più idonei in funzione della loro entità e delle caratteristiche dimensionali e statiche delle opere.

A tale scopo l'Appaltatore dovrà presentare alla preventiva approvazione della Committente, un preciso programma di esecuzione dei getti e delle posizioni di interruzione e riprese.

La Committente si riserva il diritto di fornire particolari prescrizioni o tempistica di realizzazione dei getti senza che l'Appaltatore possa presentare obiezioni a tali indicazioni.

Il calcestruzzo deve essere posto nelle casseforme e distribuito in strati successivi dello spessore massimo di cm 30 e costipato mediante vibratori, avendo cura di non provocare alcuno spostamento al complesso dell'armatura metallica e che anche ogni minima parte del getto (angoli, spigoli, al di sotto di cassette, ecc.) sia riempita e costipata sino all'affioramento di un velo di biacca in superficie.

L'avanzamento del getto deve procedere con continuità a sezione piena, in senso verticale ed orizzontale, in modo che nessuna delle superfici di contatto delle sezioni di calcestruzzo in getto, abbia minimamente iniziato il processo fisico-chimico della maturazione.

Questa norma deve essere osservata fino al termine del getto di ogni singola unità strutturale od almeno sino ai limiti predeterminati della ripresa.

Per il rispetto di tale norma, la capacità di confezionamento, trasporto e getto dei calcestruzzi deve essere, se necessario, temporaneamente incrementata rispetto alla media generale, in particolare per getti di notevole entità o con spiccate caratteristiche strutturali.

La superficie orizzontale dei getti deve essere perfettamente piana e finita a frattazzo grosso; le superfici a contatto con le casseforme, a disarmo avvenuto, devono presentarsi lisce con piani uniformi e aspetto compatto completamente uniformi nei colore ed esenti da vuoti, nidi, sbavature e segregazione di inerti.

I calcestruzzi di norma devono essere vibrati ed in particolare nei casi in cui il rapporto acqua/cemento è inferiore a 0,45 e nei casi in cui sono adottati calcestruzzi ad elevate caratteristiche meccaniche.

La vibratura dei calcestruzzi deve essere effettuata entro i primi 15 minuti dal momento del getto mediante vibratori ad ago elettrici od azionati ad aria compressa aventi normalmente una frequenza compresa tra 8000 \_ 12000 vibrazioni al minuto, tenuto presente che la frequenza delle vibrazioni è determinata in funzione della granulometria degli inerti e della quantità di ferro di armatura metallica posta nel getto.

Le riprese dei getti non previste dal progetto e dal programma precedentemente approvato dalla Committente, devono di norma essere evitate; qualora si rendessero necessarie, devono essere preventivamente approvate dalla Committente ed eseguite, di regola, in senso normale alla direzione degli sforzi di compressione, con esclusione delle zone di massimo momento flettente.

Le superfici di contatto, oggetto della ripresa, devono essere accuratamente scalpellate, lavate e bagnate con boiacca di cemento.

Quando il getto dei calcestruzzi è effettuato in presenza di acqua si devono utilizzare i metodi più idonei ad impedirne il dilavamento ed a garantirne un buon costipamento.

Durante e/o dopo il getto dei calcestruzzi si deve curare in particolare che:

Nessuna struttura o parte di essa, sia soggetta al passaggio diretto di operatori, mezzi d'opera ed attrezzature prima che il getto abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione;

Le condizioni climatiche per eccesso di caldo o di gelo non provochino interruzioni e danni anche solo superficiali, al processo fisico- chimico di maturazione.

In caso di freddo intenso i getti e le superfici interessate, devono essere protetti con teli auto riscaldanti, tavole, sabbia, fonti di calore erogate da apparecchiature opportunamente ubicate e di adeguata potenza e con ogni altra attrezzatura e protezione idonea allo scopo e devono essere effettuati, preferibilmente, nelle ore meno fredde della giornata.

Il complesso di tali opere provvisorie non dovrà essere rimosso sino a che il processo di maturazione abbia esaurito in gran parte il proprio ciclo.

In caso di caldo intenso, i getti devono essere effettuati con una protezione dall'azione del calore e del vento, con mezzi idonei a provocare una sufficiente diminuzione di temperatura, sia sulla superficie dei getti, sia nelle zone di lavoro.

Inoltre tutte le superfici, dei getti ultimati, non appena raggiunta una consistenza tale da non essere dilavati, devono essere abbondantemente e ripetutamente bagnate più volte e particolarmente nelle ore più calde della giornata.

Sia sempre aggiornato e dettagliato, a cura dell'Appaltatore, il diario dei getti specificando per ogni struttura o parte di essa, le data di inizio e fine, il tipo di calcestruzzo impiegato, le condizioni climatiche perduranti dall'inizio del getto sino alla fine della normale maturazione.

Copia di tale diario deve essere giornalmente consegnata alla Committente.

## 12. ACCIAI LAMINATI PER STRUTTURE COMPOSTE

Per la realizzazione di strutture composte si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025-2. Tutta la carpenteria dovrà essere zincata a caldo secondo UNI 1461.

L'acciaio tipo S235 dovrà essere rispondente ai seguenti requisiti:

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2 S 235	235	360	215	360

### Saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001.

### Bulloni

Le caratteristiche dei bulloni utilizzati sono quelli riportati nella tab.1 e tab. 2 seguenti:

	NORMALI	AD ALTA RESISTENZA
VITE	6.8	8.8
DADO	6	8

Tab. 1

DENOMINAZIONE	MATERIALE VITE	MATERIALE DADO	TRATTAMENTO
Vite: M8x40 -6.8 Dado: M8 -6 Secondo UNI EN 15048 -1: 2007	Classe 6.8 secondo UNI EN ISO 898-1: 2013	Classe 6 secondo UNI EN ISO 898-2: 2012	CADMIATURA
Vite: M10x30 -6.8 Dado: M10 -6 Secondo UNI EN 15048 -1: 2007			
Vite: M12x35 -8.8 Dado: M12 -8 Secondo UNI EN 14399 -3: 2005	Classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898-1: 2013	Classe 8 secondo UNI EN ISO 898-2: 2012	
Vite: M16x45 -8.8 Dado: M16 -8 Secondo UNI EN 14399 -3: 2005			

Tab. 2

Le tensioni di snervamento  $f_{yb}$  e di rottura  $f_{tb}$  delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella soprastante sono riportate nella tabella che segue:

Classe	6.8	8.8
$f_{yb}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	480	649
$f_{tb}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	600	800

\_\_\_\_\_