



**COMUNE DI VIMODRONE**

(Provincia di Milano)

**SETTORE LAVORI PUBBLICI**

**LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E  
ADEGUAMENTO NORMATIVO CENTRO SPORTIVO DI  
VIA PIO LA TORRE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE SUI MATERIALI  
OPERE STRUTTURALI**

*COMMITTENTE: Comune di Vimodrone*

*R.U.P.: Arch. Carlo Tenconi*

*PROGETTISTA :*



Studio De Martino

*Dott. Arch. Giuseppe De Martino*

Dicembre 2018

## Indice

1.	PREMESSA .....	3
1.1	Generalità .....	3
2.	CALCESTRUZZO .....	4
2.1	Specifiche per il Calcestruzzo.....	4
2.2	Controlli di Qualità del Calcestruzzo.....	4
2.3	Valutazione Preliminare della Resistenza.....	4
2.4	Prelievo dei Campioni .....	4
2.5	Controllo di Accettazione .....	5
2.6	Controllo della Resistenza del Calcestruzzo in Opera .....	7
2.7	Prove Complementari .....	7
2.8	Prescrizioni relative al Calcestruzzo Confezionato con Processo Industrializzato .....	7
2.9	Componenti del Calcestruzzo .....	8
2.10	Prescrizioni Specifiche per il Calcestruzzo Strutturale.....	10
3.	ACCIAIO .....	12
3.1	Prescrizioni Comuni a tutte le Tipologie di Acciaio.....	12
3.2	Acciaio per Cemento Armato .....	14

# RELAZIONE SUI MATERIALI

## 1. PREMESSA

La presente “Relazione sui Materiali” è funzionale alla realizzazione delle opere di fondazione asservite alla nuova tribuna del campo sportivo di via Pio La Torre in Comune di Vimodrone, Provincia di Milano.

Il presente elaborato tecnico viene redatto nel rispetto di quanto prescritto dal capitolo 10, § 10.1 del D.M. 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” (nel seguito NTC) emesso in ossequio alle leggi 05.11.1971, n. 1086, e 02.02.1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l’Edilizia di cui al D.P.R. 06.06.2001, n. 380, e art. 5 del decreto legge 28.05.2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della legge 27.07.2004, n. 186 e ss. mm. ii, e in conformità a quanto esplicitato al capitolo 11 delle NTC stesse.

N.B.: Si precisa che nell’ambito del presente documento ogni rimando a §§ di legge deve intendersi riferito, ove non diversamente specificato, alle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

### 1.1 Generalità

I materiali e i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere previste dal presente progetto, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

A tal fine occorre che i materiali e prodotti per uso strutturale risultino:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare, per quanto attiene all’identificazione e qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi<sup>1</sup> :

A) Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su GUUE. Al termine del periodo di coesistenza il loro impiego nelle opere è pertanto possibile soltanto se in possesso della Marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE “Prodotti da costruzione” (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n. 246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499;

B) Materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle NTC. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) Materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnico Europeo (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all’Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

A eccezione dei materiali per uso strutturale in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche, a condizione che garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto dalle NTC. *(Tale equivalenza dovrà essere accertata attraverso procedure all’uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore).*

Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE, dovranno essere forniti al Direttore dei Lavori il Certificato, ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea, ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo (per quanto applicabile), al fine di consentire l’accettazione da parte di quest’ultimo, una volta accertato il possesso della marcatura per ogni diverso prodotto, e verificata la corrispondenza dei prodotti stessi alle tipologie, classi e/o famiglie previsti dalla documentazione esibita.

---

<sup>1</sup> I casi A, B, C, del presente § corrispondono al § 11.1 delle NTC.

Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, dovranno essere forniti al Direttore dei Lavori Attestato di Qualificazione (caso B) o Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, onde consentirne l'accettazione.

## 2. CALCESTRUZZO

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo attengono al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso di cui al § 4.1 delle NTC.

### 2.1 Specifiche per il Calcestruzzo

La prescrizione dei diversi calcestruzzi prevista dagli elaborati di progetto è caratterizzata almeno da classe di resistenza, classe di consistenza e diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica  $f_{ck}$  e cubica  $R_{ck}$  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 150X50 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra).*

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.

### 2.2 Controlli di Qualità del Calcestruzzo

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire il rispetto delle prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza: Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto;
- Controllo di produzione: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso;
- Controllo di accettazione: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali;
- Prove complementari: Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

### 2.3 Valutazione Preliminare della Resistenza

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto, a tal fine si rammenta che il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, ancorchè di quest'ultimo sarà ordinato il controllo da parte del Direttore dei Lavori secondo le procedure di cui al § 11.2.5 delle NTC.

### 2.4 Prelievo dei Campioni

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

La media delle resistenze a compressione dei due provini prelevati rappresenta la "Resistenza di Prelievo".

Il Direttore dei Lavori potrà in ogni caso prescrivere ulteriori prelievi, rispetto al numero minimo, in tutte le circostanze in cui variazioni di qualità, e/o provenienza dei costituenti dell'impasto, possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo ci si attiene a quanto indicato dalle 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.

## 2.5 Controllo di Accettazione

Il Direttore dei Lavori ordina l'esecuzione di 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 viene eseguito su miscele omogenee, e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, in:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1 delle NTC;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2 delle NTC.

Il controllo di accettazione è positivo, e il quantitativo di calcestruzzo accettato, se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tab. 11.2.I seguente.

**Tabella 11.2.I**

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.	

### 2.5.1 Controllo di tipo “A”

Il controllo di tipo “A” viene eseguito nel caso in cui il quantitativo di miscela omogenea sia non maggiore di 300 m<sup>3</sup>.

Ogni controllo di accettazione di tipo “A” consiste di tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, ne consegue pertanto un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto.

Per ogni giorno di getto deve essere comunque effettuato almeno un prelievo, tuttavia, 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.

### 2.5.2 Controllo di tipo “B”

Il controllo di tipo “B” è un controllo di tipo statistico, e viene eseguito nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, è riferito a una definita miscela omogenea, e viene eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo.

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

### 2.5.3 Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione deve essere eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori, o di tecnico di sua fiducia, che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; *(la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale).*

Si precisa che la domanda di prove al laboratorio dovrà necessariamente essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori, e contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Il Direttore dei lavori si riserva di incaricare delle predette operazioni un tecnico di sua fiducia, ferma restando la sua personale responsabilità attribuita dalla legge.

**Circa i tempi di consegna dei campioni al laboratorio prove è opportuno che detta consegna in laboratorio avvenga intorno al 28° giorno di maturazione.**

Nel caso in cui la consegna dovesse avere luogo prima del 28° giorno, il laboratorio dovrà provvedere alla corretta conservazione dei campioni.

Viceversa, ancorché la resistenza  $R_{ck}$  sia convenzionalmente definita come “resistenza a 28 giorni di stagionatura”, preso atto del fatto che, in ogni caso, alcuni giorni o settimane di ritardo non possono influire in modo significativo sui risultati dei controlli di accettazione, ove le prove non possano essere eseguite esattamente al 28° giorno di stagionatura, occorrerà che le stesse siano comunque eseguite, salvo motivati casi particolari, entro un termine ragionevole non superiore a “qualche settimana” dal prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale, in tal caso, pertanto, il laboratorio effettua le prove ma, in luogo del Certificato ufficiale valido ai sensi della Legge n.1086/71, rilascia un semplice Rapporto di prova.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Qualora il numero dei campioni di calcestruzzo consegnati in laboratorio sia inferiore a sei, il laboratorio potrà effettuare le prove e rilascerà il richiesto Certificato, ma vi apporrà una nota con la quale segnalerà al Direttore dei lavori che “il numero di campioni provati non è sufficiente per eseguire il controllo di Tipo “A” previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1 delle NTC.

“L'opera” o “la parte di opera” non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata, finché la non conformità non sia stata definitivamente rimossa dal costruttore, il quale a tal fine dovrà procedere a una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori, e conformemente a quanto indicato al § 11.2.6 delle NTC.

Qualora anche gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si procederà a un controllo teorico, e/o sperimentale, della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Nel caso in cui i risultati della predetta indagine risultassero “non soddisfacenti” si renderà necessario alternativamente:

- a) dequalificare l’opera;
- b) eseguire lavori di consolidamento;
- c) demolire l’opera stessa.

I “controlli di accettazione” del calcestruzzo sono obbligatori e il collaudatore incaricato provvederà nell’ambito delle operazioni di collaudo a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa.

Il collaudatore incaricato, qualora quanto sopra esplicitato non risultasse possibile, procederà a ordinare l’esecuzione di prove capaci di attestare le caratteristiche del calcestruzzo, applicando la medesima procedura prevista per i casi in cui non risultano rispettati i limiti fissati dai “controlli di accettazione”.

## 2.6 Controllo della Resistenza del Calcestruzzo in Opera

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, o ancora si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere a una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non potranno, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione.

Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale).

Potrà pertanto essere considerato “accettabile” un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, comunque non inferiore all’85% del valore medio definito in fase di progetto.

Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si farà riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005, nonché 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.

## 2.7 Prove Complementari

Le “prove complementari” potranno essere ordinate dal Direttore dei Lavori, o dal collaudatore, al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza di particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo seguito dovrà risultare del tutto uguale a quello dei controlli di accettazione.

Le “prove complementari” non possono essere sostitutive dei “controlli di accettazione” che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni precedenti.

I risultati di tali prove potranno tuttavia venire utilizzati dal Direttore dei Lavori, e/o dal collaudatore, per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera qualora non risultino rispettate le previsioni di progetto con il “controllo di accettazione”.

## 2.8 Prescrizioni relative al Calcestruzzo Confezionato con Processo Industrializzato

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture, e tecniche organizzate, sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo, così come disciplinato dalle NTC, devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle NTC, e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all’impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il sopra citato “sistema di controllo” deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 09.05.2003 n. 156.

**I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.**

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, e certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

**Il Direttore dei Lavori verifica quanto sopra indicato, e rifiuta eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; fermo restando il necessario recepimento di copia della certificazione del controllo di processo produttivo prima dell'inizio della fornitura.**

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3 delle NTC.

## 2.9 Componenti del Calcestruzzo

### 2.9.1 Leganti

Nelle opere previste dal presente progetto, così come prescritto dalle NTC, devono essere impiegati esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - da una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero da 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.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C, della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora il calcestruzzo possa risultare esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte da norme armonizzate europee, e fino alla disponibilità di esse da norme nazionali, adeguate proprietà di resistenza ai solfati, e/o al dilavamento, o a eventuali altre specifiche azioni aggressive, e ciò indipendentemente dal fatto che tali indicazioni risultino contenute e previste dagli elaborati di progetto.

### 2.9.2 Aggregati

Gli aggregati idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale devono essere 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 indicato nella seguente Tab. 11.2.II.

**Tabella 11.2.II**

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+
--	--------------------------	----

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III seguente, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA alla norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 11.2.III**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	% di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	= C8/10	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ C30/37	≤ 30%
	≤ C20/25	fino al 60%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	≤ C45/55	fino al 15%
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe da calcestruzzi > C45/55	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Quandanche non riportato nelle prescrizioni di progetto, si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati dovranno rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

I controlli di accettazione, che il Direttore dei Lavori potrà ordinare, saranno finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV, con l'applicazione dei "metodi di prova" indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

**Tabella 11.2.IV – Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica semplificata
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Dimensione per il filler
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck ≥ C50/60)

Le apposite prescrizioni sui materiali devono in ogni caso intendersi, quandanche non specificamente riportato negli elaborati di progetto, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati, conformi a quanto previsto dalle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005.

### 2.9.3 Aggiunte

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, a condizione che tali aggiunte non determinino un peggioramento delle caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego di queste ultime si dovrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

## 2.9.4 Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

## 2.9.5 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

## 2.9.6 Miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzo

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il produttore di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

# 2.10 Prescrizioni Specifiche per il Calcestruzzo Strutturale

## 2.10.1 Strutture di fondazione e interrato

Questa tipologia di elementi strutturali è sottoposta in servizio ad un'aggressione relativamente blanda se i terreni con i quali vengono in contatto non contengono sostanze aggressive ed, in particolar modo, solfati e pirite.

Il processo di corrosione delle armature può essere ritenuto trascurabile a condizione che, ovviamente, si provveda a garantire per le armature un sufficiente copriferro, e l'assenza di zone interessate da difetti di posa in opera e compattazione quali vespai e nidi di ghiaia.

La norma UNI 11104 inquadra questa tipologia di strutture nella classe di esposizione XC2, per le quali si richiede che il conglomerato possieda una classe di resistenza caratteristica minima C25/30, e un dosaggio di cemento non inferiore a 300 Kg/m<sup>3</sup>. Inoltre, in accordo con gli Eurocodici per queste strutture occorrerà prevedere un copriferro di 30 o 40 mm rispettivamente per opere in c.a. o in c.a.p.

Se le strutture di fondazione sono invece a contatto con terreni contenenti solfati, le prescrizioni per il calcestruzzo diventano molto più restrittive, per l'azione fortemente aggressiva esercitata da queste sostanze nei confronti del conglomerato. In presenza di solfati l'aggressione diventa possibile se il tenore (in termini di SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) risulta superiore a 2000 mg/kg, e sarà tanto maggiore quanto più elevata è la concentrazione di queste sostanze nel terreno.

La norma UNI 11104 in queste situazioni raccomanda l'impiego di calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica variabile da C28/35 a C38/45 per tenori di solfato crescenti da 2000 a 24000 mg/kg, dosaggi di cemento non inferiori a 320 kg/m<sup>3</sup> e l'impiego di cementi resistenti ai solfati in accordo alla UNI 9156.

2.10.1.1 Calcestruzzo destinato alla realizzazione di strutture di fondazione (plinti, cordoli, pali, travi rovesce, paratie, platee) e muri interrati a contatto con terreni non aggressivi

<b>Specifiche di Capitolato</b>	<b>Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture di fondazione in classe di esposizione XC2 (UNI 11104), <math>R_{ck}</math> 30 N/mm<sup>2</sup>, Classe di consistenza S4/S5 o slump di riferimento 230 mm <math>\pm</math> 30 mm, <math>D_{max}</math> 32 mm, CI 0.4</b>
---------------------------------	--

### 2.10.1.1.1 Campo di validità

Le prescrizioni riportate nella presente scheda sono rivolte alle strutture di fondazione, e ai muri interrati in contatto con terreni non aggressivi, e attengono a strutture che ricadono in Classe 1 di Vita Utile in accordo alle NTC. Le prescrizioni sono inoltre rivolte a plinti di piccole dimensioni (altezza non superiore a 1,5 m, a platee di fondazione e muri di spessore non superiore a 60-80 cm).

### 2.10.1.1.2 Avvertenze

Prima di procedere all'utilizzo delle presenti prescrizioni è opportuno eseguire un'analisi chimica del terreno tesa ad accertare la eventuale presenza di solfati. Questa esigenza diventa stringente soprattutto quando si debbono fondare opere su terreni agricoli (o nelle vicinanze) in quanto la probabilità che i solfati siano presenti risulta elevata a causa dell'utilizzo dei fertilizzanti (ad esempio, a base di solfato d'ammonio).

#### 2.10.1.1.3 Prescrizioni per gli ingredienti utilizzati per il confezionamento del conglomerato

A1) Acqua di impasto conforme alla UNI-EN 1008111

A2) Additivo superfluidificante conforme ai prospetti 3.1 e 3.2 o superfluidificante ritardante conforme ai prospetti 11.1 e 11.2 della norma UNI-EN 934-2

A3) Additivo ritardante (eventuale solo per getti in climi molto caldi) conforme al prospetto 2 della UNI-EN 934-2

A4) Aggregati provvisti di marcatura CE conformi alle norme UNI-EN 12620 e 8520-2. Assenza di minerali nocivi o potenzialmente reattivi agli alcali (UNI-EN 932-3 e UNI 8520-2) o in alternativa aggregati con 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.

A5) Cemento conforme alla norma UNI-EN 197-1

A6) Eventuali ceneri volanti e fumi di silice conformi rispettivamente alla norma UNI-EN 450 e UNI-EN 13263 parte 1 e 2.

#### 2.10.1.1.4 Prescrizioni per il calcestruzzo

B1) Calcestruzzo a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

B2) Classi di esposizione ambientale: XC2

B3) Rapporto a/c max: 0,60

B4) Classe di resistenza a compressione minima: C(25/30)

B5) Controllo di accettazione: tipo A (tipo B per volumi complessivi di calcestruzzo superiori a 1500 m<sup>3</sup>)

B6) Dosaggio minimo di cemento: 300 Kg/m<sup>3</sup>

B8) Diametro massimo dell'aggregato: 32 mm (Per interferri inferiori a 35 mm utilizzare aggregati con pezzatura 20 mm)

B9) Classe di contenuto di cloruri del calcestruzzo: Cl 0,4

B10) Classe di consistenza al getto S4/S5 oppure slump di riferimento  $23 \pm 3$  cm

B11) Volume di acqua di bleeding (UNI 7122): < 0,1%

#### 2.10.1.1.5 Prescrizioni per la struttura

C1) Copriferro minimo: 30 mm (40 per opere in c.a.p). Per getti controterra su terreno preparato: copriferro minimo 40 mm. Per getti controterra su terreno non preparato: copriferro minimo 70 mm

C2) Controllo dell'esecuzione dell'opera ( $R_{ck}$  minima in opera valutata su carote  $h/d=1$ ):  $C(x/y)_{opera} > 0,85$   $C(x/y) \geq 25,5$  N/mm<sup>2</sup>

C3) Scassero oppure durata minima della maturazione umida da effettuarsi mediante ricoprimento della superficie non casserata con geotessile bagnato ogni 24 ore (o con altro metodo di protezione equivalente): 7 giorni.

C4) Acciaio B450C conforme al D.M. 14.01.08

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche

Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995 - D. Lgs. 241/2000
* = prove periodiche annuali ** = controllo per colata	

### 3. ACCIAIO

#### 3.1 Prescrizioni Comuni a tutte le Tipologie di Acciaio

##### 3.1.1 Controlli

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo attengono all'acciaio per usi strutturali e prevedono, ai sensi delle NTC, tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui *lotti di produzione*;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle *forniture*;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

Dove si intende:

*Lotti di produzione*: si riferiscono alla produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione), generalmente si riferisce ai forni di fusione, ha come grandezza di riferimento la "colata", e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

*Forniture*: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

*Lotti di spedizione*: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica soluzione, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

##### 3.1.2 Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

Tutti gli acciai "per usi strutturali", siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere "qualificati".

Tutti gli acciai "per usi strutturali", devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento, che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

In tal senso la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento, del prodotto finito, e la "qualifica", possono venir garantiti:

- a) mediante la marcatura CE, ai sensi del DPR n. 246/93 di recepimento della direttiva 89/106/CEE, ove applicabile (ad esempio laminati e profilati delle serie IPE, HE, UPN ecc. devono essere provvisti obbligatoriamente di Marcatura CE);
- b) attraverso la qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, con la procedura indicata dalle NTC (il Servizio Tecnico Centrale rilascia all'acciaieria, per ciascuno stabilimento, un apposito Attestato di qualificazione, valido 5 anni, individuato da un numero progressivo, riportante il nome dell'azienda, lo stabilimento, i prodotti qualificati, ed il marchio).

##### 3.1.3 Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

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

La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Permane inoltre l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marchiare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marchiatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, ecc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto, è precisa responsabilità degli utilizzatori l'essere in grado di documentarne la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale, e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione, e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non potranno assumere valenza ai sensi delle NTC e di ciò ne verrà fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

**In tal caso il materiale non può essere utilizzato** (si precisa che il Laboratorio incaricato verificandosi tale circostanza dovrà provvedere, ai sensi di legge, ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale).

### 3.1.4 Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, provenienti dallo stabilimento di produzione, devono essere accompagnate:

A) nel caso in cui sussista l'obbligo della Marcatura CE

- da copia della Dichiarazione di conformità CE, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.

B) nel caso in cui non sussista l'obbligo della Marcatura CE

- dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- dal documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, alle colate, al destinatario.

*n.b. - Gli stabilimenti di produzione di acciai qualificati, caso B, non sono tenuti ad allegare alle forniture copia dei Certificati rilasciati dal Laboratorio incaricato che effettua i controlli periodici di qualità. Si precisa infatti, al riguardo, che i predetti Certificati non sono significativi ai fini della fornitura, trattandosi di documenti riservati al Servizio Tecnico Centrale per i controlli semestrali nell'ambito del mantenimento e rinnovo della qualificazione. Tali Certificati, peraltro, non possono sostituire i Certificati relativi alle prove effettuate a cura del Direttore dei Lavori, che devono essere rilasciati dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 nell'ambito dei controlli obbligatori di cantiere.*

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

**Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, provvederà a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.**

### 3.1.5 Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5 delle NTC.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso.

I centri di trasformazione sono identificati, ai sensi delle NTC, come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenuti ad effettuare una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche, sia meccaniche che geometriche, del materiale originario.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Il Direttore dei Lavori si riserva di richiedere che all'attestazione di cui sopra sia allegata copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

**Il Direttore dei Lavori provvederà a verificare quanto sopra, e a rifiutare eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione.** *(della documentazione di cui sopra prenderà atto il collaudatore, che riporterà, nel Certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato).*

## 3.2 Acciaio per Cemento Armato

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2, e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11, delle NTC.

### 3.2.1 Acciaio per cemento armato B450C

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

**Tabella 11.3.Ia**

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

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

**Tabella 11.3.Ib**

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a $90^\circ$ e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12 \text{ mm}$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\phi$	

Ove per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3 delle NTC.

I valori attesi nei controlli di cantiere sono definiti nel § 11.2.10.1 delle NTC.

Al fine di garantire la necessaria lavorabilità agli acciai da cemento armato le NTC stabiliscono che le barre debbano essere piegate a  $90^\circ$  e poi raddrizzate, con opportuni raggi di curvatura fissati in base al diametro della barra stessa, senza presentare rotture, cricche o altre alterazioni.

### 3.2.2 Caratteristiche dimensionali e di impiego

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 (per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il Costruttore e la Direzione lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge attribuisce a ciascuno);
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7 delle NTC.

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.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4 delle NTC.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 delle NTC.

Le barre sono caratterizzate dal diametro " $\phi$ " della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7,85 \text{ kg/dm}^3$ .

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1 delle NTC, possono essere impiegati in barre di diametro  $\phi$  compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 delle NTC il diametro  $\phi$  delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\phi \leq 16 \text{ mm}$  per B450C e fino a  $\phi \leq 10 \text{ mm}$  per B450A.

### 3.2.3 Reti e tralicci elettrosalati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosalati 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 costituiti con acciaio B450C (§ 11.3.2.1 delle NTC) gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$ .

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A (§ 11.3.2.2 delle NTC) gli elementi base devono avere diametro  $\phi$  che rispetta la limitazione:  $5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$ .

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$\phi_{\min} / \phi_{\max} \geq 0,6 \quad (11.3.11 \text{ delle NTC})$$

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata:

- a) dallo stesso stabilimento che produce il filo o le barre impiegate per le reti e/o i tralicci;
- b) da un produttore che utilizza materiale di base proveniente da altro stabilimento qualificato;
- c) da un produttore che utilizza elementi semilavorati e nel proprio processo di lavorazione, conferisce al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

Nel caso a) le reti e/o i tralicci vengono prodotti generalmente nello stesso stabilimento che produce il filo o le barre impiegate e quindi la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base; qualora la produzione di reti e/o tralicci avvenga in altri stabilimenti, sempre della stessa azienda ma dislocati in località diverse, alla marchiatura di base può essere aggiunto un segno di riconoscimento che consenta di individuare l'acciaieria di base ma di distinguere gli eventuali diversi stabilimenti di produzione di reti o tralicci.

Nel caso b) il produttore utilizza acciai qualificati ma di un'altra azienda, quindi deve provvedere, ove possibile, ad apporre su ogni pannello o traliccio una apposita marchiatura che identifichi il produttore medesimo. La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, se si utilizza una propria marchiatura aggiuntiva di identificazione, questa deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo. Laddove invece non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto di base e del produttore. In questo caso il Costruttore al momento della fornitura deve verificare la presenza della predetta etichettatura, ed il Direttore dei Lavori al momento dell'accettazione si farà carico di rilevarne i dati, e fornirli al collaudatore che ne farà cenno nel Certificato di collaudo. In caso di assenza dell'etichettatura il Direttore dei lavori rifiuterà la fornitura.

Nel caso c) il produttore, nel proprio processo di lavorazione finalizzato anche a conferire al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma, può apporre sugli elementi base costituenti le reti o i tralicci, una propria marchiatura, ricadendo quindi, per quanto attiene l'identificazione, nel caso a). Diversamente, valgono tutte le disposizioni di cui al caso b).

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al § 11.3.2.11 delle NTC.

Nel caso c), oltre al prodotto finito, rete o traliccio, la qualificazione deve comprendere anche le procedure per il trattamento del semilavorato.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

### 3.2.4 Centri di trasformazione

Si definisce Centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, ad esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera.

Il Centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC.



### 3.2.5 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – barre e rotoli

#### 3.2.5.1 Controlli di accettazione in cantiere.

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, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2 delle NTC.

**Il campionamento viene generalmente effettuato su tre diversi diametri, opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni, marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, 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.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3 delle NTC, 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 11.3.VI – Valori di accettazione**

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ 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	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 2,0\%$	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

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

*N.B. - Con riferimento alla citata Tabella 11.3.VI delle NTC, è opportuno precisare che i valori del rapporto rottura/snervamento ( $f_t/f_y$ ), determinati sui singoli campioni hanno significato solo indicativo, in quanto i valori caratteristici indicati dalle NTC nelle Tabelle 11.3.Ib e 11.3.Ic vengono verificati nell'ambito dei controlli di stabilimento su un numero significativo di campioni. E' tuttavia opportuno che tale valore venga riportato nei certificati rilasciati dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, poiché, con riferimento al § 4.1.2.1.2.3 delle NTC, quando il progettista abbia adottato il modello costitutivo a) della relativa Figura 4.1.2, utilizzando un valore del rapporto di sovrarresistenza  $k = (f_t/f_y)_k$  maggiore di 1,15 il Direttore dei lavori deve accertare, mediante le previste prove di cantiere e, se necessario, anche mediante prove aggiuntive, che il valore caratteristico del rapporto  $f_t/f_y$  risulti non inferiore a quello stabilito dal progettista.*

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 sarà 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.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 delle NTC, potrà recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni verrà effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo si assicurerà, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, provvedendo inoltre a sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

**La domanda di prove al Laboratorio autorizzato sarà sottoscritta dal Direttore dei Lavori e conterrà indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.**

**In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle NTC e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.**

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle NTC e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### 3.2.5.2 Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo *Beam-test* da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$\tau_m \geq 0,098 \cdot (80 - 1,2 \phi) \quad (11.3.15 \text{ delle NTC})$$

$$\tau_r \geq 0,098 \cdot (130 - 1,9 \phi) \quad (11.3.16 \text{ delle NTC})$$

essendo:

$\phi$  il diametro della barra in mm;

$\tau_m$  il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01, 0,1 ed 1 mm;

$\tau_r$  la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo  $5 \leq \phi \leq 10$  mm;

- uno nell'intervallo  $12 \leq \phi \leq 18$  mm;

- uno pari al diametro massimo.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004,

- il valore dell'area relativa di nervatura  $f_r$ , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura  $f_p$ , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, deve risultare compreso entro i limiti di seguito riportati:

- per  $5 \leq \phi \leq 6 \text{ mm}$   $f_r$  ovvero  $f_p \geq 0,035$ ;
- per  $\phi > 12 \text{ mm}$   $f_r$  ovvero  $f_p \geq 0$ ,
- per  $6 \leq \phi \leq 12 \text{ mm}$   $f_r$  ovvero  $f_p \geq 0,040$ ; 056.

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

### 3.2.6 Procedure di controllo per acciai da cemento armato ordinario – reti e tralicci elettrosaldati

#### 3.2.6.1 Controlli di accettazione in cantiere.

I controlli sono obbligatori e devono essere effettuati su tre saggi ricavati da tre diversi pannelli, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di accettazione non soddisfi i requisiti previsti nelle norme tecniche relativamente ai valori di snervamento, resistenza a trazione del filo, allungamento, rottura e resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti.

Un ulteriore risultato negativo comporta il prelievo di nuovi saggi secondo la procedura di cui al § 11.3.2.11.4 delle NTC.

Vimodrone, Dicembre 2018

**Il progettista**  
**Ing. Paolo DEMICHELIS**  
Via L.W. Manzone n. 101 - 13100 Vercelli  
Ordine degli Ingegneri della Provincia Vercelli n. A 861