

# COMUNE DI SELLERO

Provincia di Brescia



**Progetto:**

**Definitivo/esecutivo**

**REALIZZAZIONE DI NUOVO PARCHEGGIO IN VIA SAURITI  
NOVELLE.**

**Contenuto:**

**RELAZIONE SUI MATERIALI IMPIEGATI**

**Committente:**

**COMUNE DI SELLERO**

Via P.za Donatori di Sangue n° 1 25050 .

Tel: 0364-637009 -

Fax: 0364-637207.

e-mail : [info@comune.sellero.bs.it](mailto:info@comune.sellero.bs.it)

				Scala:
				Tavola n°:
0				
Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	
<b>STUDIO dott. Ing. Fabio A. Fanetti</b> 25048 Sonico Bs Via Tonolini n° 2 tel/fax: 0364/75028 e-mail: <a href="mailto:fabio@studiofanetti.it">fabio@studiofanetti.it</a> pec.: <a href="mailto:fabioangelo.fanetti@ingpec.eu">fabioangelo.fanetti@ingpec.eu</a>				<b>Progettista</b> 

## INDICE

01. PREMESSA.....	2
02. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	2
02.1. CALCESTRUZZO .....	2
02.2. MISCELA CEMENTIZIA.....	6
02.3. ACCIAIO PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA .....	6
02.4. ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI .....	13
03. LAVORABILITA' DELL'IMPASTO .....	14
04. DURABILITA' .....	15
05. PRESCRIZIONI PER LE SALDATURE DA ESEGUIRE IN CANTIERE .....	17

## **01. PREMESSA**

La presente relazione si riferisce ai materiali da utilizzare nei lavori per la realizzazione di nuovo parcheggio in Via Sauriti – Mapp. 209-210 al foglio n.6.

Nelle parti in cemento armato delle opere progettate tutti i materiali, corrispondenti alle prescrizioni di legge, saranno della migliore qualità e saranno lavorati a perfetta regola d'arte. Tutti i materiali e i manufatti saranno sottoposti alle prove prescritte dalla legislazione vigente presso uno dei laboratori autorizzati, al fine di ottenere la massima garanzia sulla stabilità delle opere. L'esito favorevole delle prove non esonererà l'appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano nelle opere finite i prescritti requisiti. I materiali aventi le caratteristiche appresso specificate garantiscono la sicurezza e la durabilità dell'opera, come previsto dalla norma tecnica vigente (D.M. 17.01.2018 § 11.2.)

## **02. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni". Questi sono identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione. Nello specifico delle opere in oggetto si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali, per i quali viene data descrizione delle caratteristiche meccaniche d'interesse.

### **02.1. CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo è costituito da un aggregato di inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco) legati da una pasta cementizia, composta da acqua e cemento. Oltre ai componenti normali, è consentito l'uso di aggiunte (ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice) e di additivi chimici (acceleranti, ritardanti, aeranti, ecc.), in conformità a quanto previsto al paragrafo 11.2.9 del D.M. 17/1/2018.

Nella formazione degli impasti, i vari componenti dovranno risultare intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa e durante il getto si dovrà procedere ad idonea azione di vibratura.

#### Cemento

La fornitura del cemento sarà effettuata con l'osservanza delle condizioni e modalità di cui all'art. 3 della legge 26/5/1965 n. 595. Verrà impiegato cemento conforme alla norma armonizzata UNI EN 197. Il cemento dovrà essere conservato esclusivamente in locali coperti, asciutti e privi di correnti

d'aria. Se fornito in sacchi, questi non vanno mai tenuti all'aperto, ma conservati in ambienti asciutti e chiusi, lasciando sempre delle intercapedini fra il piano di appoggio e il terreno. E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi per i quali siano prescritte adeguate proprietà di resistenza ai solfati e/o al dilavamento o ad altre azioni aggressive.

### Aggregati

Sono idonei alla produzione del 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.

L'attestazione della conformità di tali aggregati deve essere effettuata ai sensi del DPR n. 246/93. Inoltre, gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali, dei requisiti chimico-fisici aggiuntivi, rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, secondo quanto prescritto dalle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005. Ad ogni modo, la dimensione massima dell'inerte sarà commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non dovrà superare: la distanza minima tra due ferri contigui ridotta di 5 mm, 1/4 della dimensione minima della struttura e 1/3 del copriferro.

### Sabbia

La sabbia dovrà essere prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; dovrà essere costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; dovrà essere aspra al tatto e senza lasciare traccia di sporco; dovrà essere esente da cloruri e scevra di materie terrose, argillose, limacciose e polvulorenti; non dovrà contenere fibre organiche.

### Ghiaia e pietrisco

La ghiaia dovrà essere formata da materiali resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua ed al gelo, gli elementi dovranno essere pulitissimi ed esenti da cloruri e da materiali polverulenti; dovranno essere esclusi elementi a forma di ago e di piastrelle.

Il pietrisco e la graniglia dovranno provenire dalla spezzatura di rocce silicee, basaltiche, porferee, granitiche e calcaree, rispondenti in genere ai requisiti prescritti per pietre naturali nonché a quelli prescritti per la ghiaia al precedente punto. Dovrà essere escluso il pietrisco proveniente dalla frantumazione di scaglie di residui di cave. E' consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio.

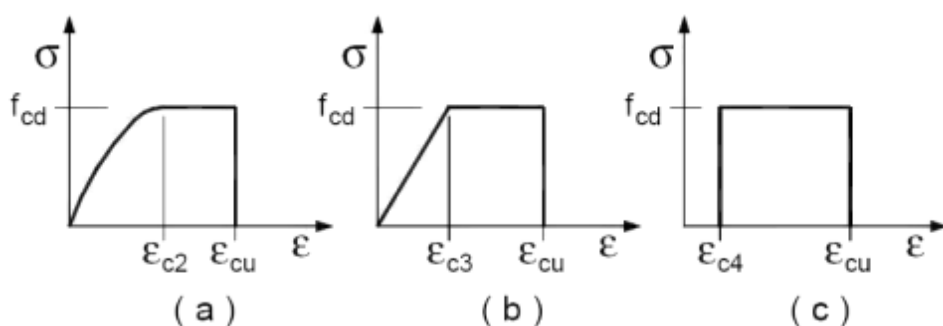
### Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa quella di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008:2003. L'acqua dovrà essere dolce, limpida non aggressiva e priva di terre. Non dovranno essere impiegate acque eccessivamente dure o ricche di solfati o cloruri; acque di rifiuto, anche se limpide, se provenienti da fabbriche di qualsiasi genere; acque contenenti argilla, humus, limo; acque contenenti residui grassi, oleosi o zuccherini; acque piovane. Inoltre, dato che l'eccesso di acqua costituisce causa fondamentale della riduzione di resistenza del conglomerato, nella determinazione della qualità dell'acqua, per l'impasto si dovrà tenere conto anche di quella contenuta negli inerti.

### Additivi e aggiunte

Oltre ai componenti normali (cemento, acqua, sabbia e ghiaia) è ammesso l'utilizzo di prodotti chimici come additivi al calcestruzzo. Essi, aggiunti solitamente in piccole quantità, hanno lo scopo di migliorare una o più prestazioni. A seconda della loro specifica funzione, gli additivi possono essere classificati in varie tipologie: acceleranti, ritardanti, aeranti, inibitori di corrosione, battericidi, idrofobizzanti, anti-ritiro, fluidificanti e superfluidificanti. In particolare, i fluidificanti, ad esempio, migliorano la lavorabilità dell'impasto, evitando di dover aumentare la quantità d'acqua; gli acceleranti e i ritardanti, rispettivamente, accelerano e ritardano la presa del calcestruzzo in opera; gli aeranti introducono aria, migliorando la resistenza al gelo. L'uso degli additivi deve essere fatto con attenzione, seguendo le indicazioni del fornitore. E' importante precisare che un uso scorretto, specie con riferimento alle quantità, può comportare effetti secondari negativi. Gli additivi chimici, utilizzati per migliorare una o più prestazioni del calcestruzzo, devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2. Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea UNI EN 450-1. Per quanto riguarda invece l'impiego bisogna fare riferimento alle norme UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004. I fumi di silice, infine, devono soddisfare i requisiti della norma europea UNI EN 13263-1.

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo

La deformazione massima  $\epsilon_{c \max}$  è assunta pari a 0.0035.

Per il calcestruzzo preconfezionato o confezionato in opera per strutture armate si richiedono le seguenti caratteristiche:

<b><i>CALCESTRUZZO STRUTTURALE PER OPERE DI FONDAZIONE</i></b>	
Nome: C25/30	Tipologia del materiale: calcestruzzo
Classe di resistenza: C25/30	Descrizione: calcestruzzo strutturale
<b><i>Caratteristiche</i></b>	
Densità $\rho$ : 2500 kg/m <sup>3</sup>	Modulo Elastico $E_{cm} = 22000 \times ((f_{ck} + 8)/10)^{0.3} = 31475,8 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck}$ : 30 N/mm <sup>2</sup>	Coefficiente di Poisson $\nu$ : 0.20
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione $f_{ck}$ : 25 N/mm <sup>2</sup>	Coefficiente correttivo per la resistenza a comp. $\alpha_{cc}$ : 0.85
Resistenza a compressione di progetto $f_{cd}$ : $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14.17 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo $\gamma_c$ : 1.5
<b><i>Disposizioni</i></b>	
Classe di lavorabilità: S4	Diametro degli aggregati: $\varnothing \leq 25 \text{ mm}$
Classe di esposizione: XC2	

<b>CALCESTRUZZO STRUTTURALE OPERE VERTICALI ED ORIZZONTALI</b>	
Nome: C25/30	Tipologia del materiale: calcestruzzo
Classe di resistenza: C25/30	Descrizione: calcestruzzo strutturale
<b>Caratteristiche</b>	
Densità $\rho$ : 2500 kg/m <sup>3</sup>	Modulo Elastico $E_{cm} = 22000 \times ((f_{ck} + 8)/10)^{0.3} = 31475,8 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck}$ : 30 N/mm <sup>2</sup>	Coefficiente di Poisson $\nu$ : 0.20
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione $f_{ck}$ : 25 N/mm <sup>2</sup>	Coefficiente correttivo per la resistenza a comp. $\alpha_{cc}$ : 0.85
Resistenza a compressione di progetto $f_{cd}$ : $\alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 14.17 \text{ N/mm}^2$	Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo $\gamma_c$ : 1.5
<b>Disposizioni</b>	
Classe di lavorabilità: S4	Diametro degli aggregati: $\varnothing \leq 25 \text{ mm}$
Classe di esposizione: XC4	

## 02.2. MISCELA CEMENTIZIA

Per la miscela cementizia (boiacca) da utilizzare nella realizzazione dei micropali e dei tiranti si richiedono le seguenti caratteristiche:

<b>MISCELA CEMENTIZIA PER MICROPALI</b>	
Nome: Miscela cementizia	Descrizione: miscela cementizia per iniezione
Tipologia del materiale: cemento	
<b>Caratteristiche</b>	
Cemento tipo: 425	Rapporto acqua/cemento: $\leq 0.5$

Resistenza caratteristica cubica a compressione $R_{ck}$ : 30 N/mm <sup>2</sup>	Con additivo fluidificante antiritiro
---	---------------------------------------

### 02.3. ACCIAIO PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con il D.M. 17 gennaio 2018.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

Particolare attenzione va posta alla lavorazione delle armature: il diametro del mandrino, su cui avviene la piegatura, deve essere maggiore di 6 volte il diametro della barra.

Occorre garantire un adeguato interfero tra le barre, con un minimo di 2.5 cm, qualora se ne ravvisi la necessità, il direttore dei lavori ordinerà il raggruppamento delle barre a coppie garantendo un interfero minimo di 4 cm, oppure si disporranno più registri.

Il copriferro minimo non deve essere inferiore a 2 cm per travi e pilastri e 0,8 cm per solette e setti.

Tutti gli acciai oggetto delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17 gennaio 2018, siano essi destinati a utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o a utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

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

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della direttiva 89/106/CE, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.



Il Servizio tecnico centrale della Presidenza del Consiglio superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La procedura di qualificazione del prodotto prevede:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001
- incaricato dal Servizio tecnico centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio tecnico centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio tecnico centrale provvede al rilascio dell'Attestato di qualificazione al produttore e inserisce il produttore nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio tecnico centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di qualificazione.

La qualificazione ha validità cinque anni.

#### Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

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

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo; ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la

marcatatura 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.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio tecnico centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

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

Qualora, sia presso gli utilizzatori sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatatura del prodotto, è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio tecnico centrale.

In tal 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.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio tecnico centrale.

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 possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato e il laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio tecnico centrale.

#### I controlli e la documentazione di accompagnamento

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione di acciaio, anche se parte di un'unica fornitura, devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del produttore rilasciato dal Servizio tecnico centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione; in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda a eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un direttore tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.3 del D.M. 17 gennaio 2018.

Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle UNI EN ISO 15630-1 e UNI EN ISO 15630-2.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10^\circ\text{C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

La prova di piegamento e raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$  piegando la provetta a  $90^{\circ}$ , mantenendola poi per 30 minuti a  $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^{\circ}$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### Caratteristiche dimensionali

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 o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

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

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.3. delle Norme tecniche di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

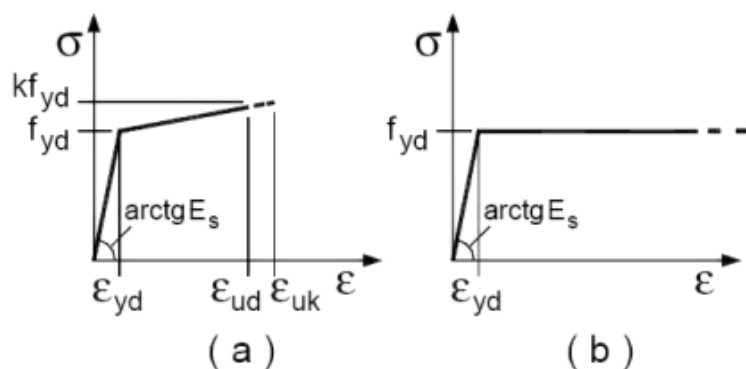
Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.3. delle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

### Barre

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\varnothing$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm. Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).



Dovranno essere presentati alla D. L. i certificati relativi alle prove di laboratorio, come prescritto dalle vigenti norme e più specificatamente i risultati relativi al controllo delle tensioni di snervamento e di rottura.

L'acciaio per c.a. ad aderenza migliorata deve avere le seguenti caratteristiche:

<b>ACCIAIO PER C.A. AD ADERENZA MIGLIORATA</b>	
Nome: Acciaio B450C	Descrizione: acciaio per calcestruzzo armato
Tipologia del materiale: acciaio	
<b>Caratteristiche</b>	
Densità $\rho$ : 7850 kg/m <sup>3</sup>	Resistenza di progetto $f_{yd}$ : $f_{y,nom} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$
Tensione nominale di snervamento $f_{y,nom}$ : 450 N/mm <sup>2</sup>	Modulo Elastico $E_s$ : 200000 N/mm <sup>2</sup>
Tensione nominale di rottura $f_{t,nom}$ : 540 N/mm <sup>2</sup>	Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio $\gamma_s$ : 1.15

#### 02.4. ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI

<b>ACCIAIO PER ARMATURA MICROPALI</b>	
Nome: Acciaio S355	Descrizione: acciaio per armatura micropali

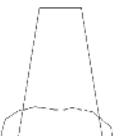



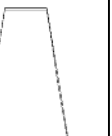
Tipologia del materiale: acciaio	
<b>Caratteristiche</b>	
Densità $\rho$ : 7850 kg/m <sup>3</sup>	Resistenza di progetto a flessione $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 338.10 \text{ N/mm}^2$
Tensione nominale di snervamento $f_{yk}$ : 355 N/mm <sup>2</sup>	Resistenza di progetto a taglio $f_{yd} = f_{yk} / (3^{1/2} \times \gamma_{M0}) = 195.20 \text{ N/mm}^2$
Tensione nominale di rottura $f_{tk}$ : 510 N/mm <sup>2</sup>	Modulo Elastico $E_s$ : 210000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio $\gamma_{M0}$ : 1.05	

### 03. LAVORABILITA' DELL'IMPASTO

La lavorabilità, ovvero la facilità con cui viene mescolato l'impasto, varia in funzione del tipo di calcestruzzo impiegato, dipende dalla granulometria degli inerti, dalla presenza o meno degli additivi ed aumenta in relazione al quantitativo di acqua aggiunta. Inoltre, la lavorabilità aumenta al diminuire della consistenza, che rappresenta il grado di compattezza dell'impasto fresco.

La classe di consistenza del calcestruzzo da utilizzare viene fissata in base all'esigenza che l'impasto rimanga fluido per il tempo necessario a raggiungere tutte le parti interessate dal getto, senza che perda di omogeneità ed in modo che, a compattazione avvenuta, non rimangano dei vuoti. Il calcestruzzo viene quindi classificato, a seconda della sua consistenza, sulla base dell'abbassamento al cono, definito Slump ed identificato da un codice (da S1 a S5), che corrisponde ad un determinato intervallo di lavorabilità, espresso mediante la misura dello Slump, in mm. La lavorabilità cresce all'aumentare del numero che indica la classe.

Considerare, ad esempio, un calcestruzzo con classe di consistenza S3, caratterizzato da uno slump compreso tra 100 e 150 mm, significa che, se sottoposto alla prova di abbassamento del cono (slump test), il provino troncoconico di calcestruzzo fresco, appena sformato, subisce un abbassamento compreso in quell'intervallo.

Classi di consistenza del calcestruzzo				
				
<b>S5</b>	<b>S4</b>	<b>S3</b>	<b>S2</b>	<b>S1</b>

Classe di Consistenza	Slump (mm)	Applicazioni
S1 (Terra umida)	10 - 40	pavimenti messi in opera con vibro finiture
S2 (Terra plastica)	50 - 90	strutture circolari (silos, ciminiera)
S3 (semi fluida)	100 - 150	strutture non armate o poco armate
S4 (fluida)	160 - 210	strutture mediamente armate
S5 (super fluida)	oltre 210	strutture fortemente armate con ridotta sezione e/o complessa geometria

La scelta della classe di consistenza del calcestruzzo è legata alla lavorabilità che ci si aspetta dall'impasto per il tipo di opera che si deve andare a realizzare.

Per la quasi totalità delle opere in calcestruzzo armato gettato in casseforme, ci si aspetta una lavorabilità che ricada tra la classe di consistenza semi-fluida (S3) e quella super fluida (S5). Per l'opera in esame, in base ai criteri esposti, si è scelto di adottare un calcestruzzo appartenente alla Classe di Consistenza S4.

#### 04. DURABILITA'

La scelta dei materiali costituenti gli elementi strutturali è fatta anche in base alle condizioni ambientali nelle quali gli elementi in calcestruzzo armato saranno esposti in fase di costruzione e di esercizio dell'opera. Nella presente sezione si valutano pertanto le classi di esposizione dei calcestruzzi e i limiti di apertura delle fessure tali da conseguire i requisiti di durabilità richiesti.

##### Classi di esposizione ambientale

Ai fini della durabilità dei materiali si è fatto utile riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004, come previsto al par. 11.2.11 delle vigenti Norme tecniche. Le classi di esposizione relative all'opera in esame, in funzione delle condizioni ambientali presunte, sono riportate di seguito:

**Classi 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

2 Corrosione indotta da carbonatazione		
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

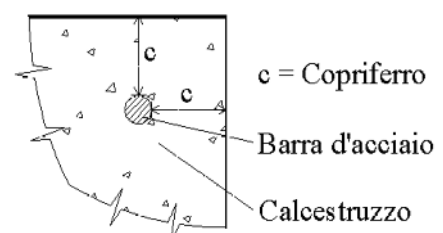
5 Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza sali disgelanti		
Qualora il calcestruzzo bagnato sia esposto ad un attacco significativo dovuto a cicli di gelo/disgelo, l'esposizione sarà classificata come segue:		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di 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

Figura 1: Norma UNI EN 206-1:2006 - Norma UNI 11104:2004

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, invece, distinguono le condizioni ambientali in ordinarie, aggressive e molto aggressive, e definiscono, per ciascuna condizione, le corrispondenti classi di esposizione, come di seguito indicato in tabella:

Condizioni ambientali	Classi di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3,
Aggressive	XC4, XD1, XS1
Molto Aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3

Per ciascuna delle suddette classi di esposizione è richiesto il rispetto di alcuni vincoli, espressi sotto forma di rapporto acqua cemento ( $a/c$ ), dosaggio di cemento e spessore minimo del copriferro. All'accentuarsi dell'intensità dell'attacco dell'ambiente esterno, oltre ad incrementare il quantitativo di cemento nell'impasto (riducendo quindi il rapporto acqua-cemento), è necessario aumentare lo spessore di calcestruzzo che ricopre le armature. Tale ricoprimento di calcestruzzo, generalmente definito copriferro è necessario per proteggere sia le barre di acciaio dai fenomeni di corrosione e dagli attacchi degli agenti esterni e, soprattutto, per assicurare una adeguata trasmissione delle forze di aderenza. Lo spessore del copriferro viene





dimensionato in funzione della aggressività dell'ambiente esterno, della classe di resistenza del calcestruzzo e della vita nominale della struttura.

## **05. PRESCRIZIONI PER LE SALDATURE DA ESEGUIRE IN CANTIERE**

Di seguito si specificano le prescrizioni relative alle prove ed ai controlli sulle saldature secondo quanto previsto dalle NTC 2018 al § 11.3.4.5. I saldatori impiegati nei procedimenti semiautomatici e manuali devono essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 da parte di un Ente Terzo. La saldatura impiegata in cantiere è di tipo manuale ed è eseguita con elettrodi basici omologati secondo UNI 5132. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base. Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici. Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti. L'entità e il tipo di tali controlli, in aggiunta a quello visivo al 100% e dimensionale, sono metodi di superficie in cui vengono impiegati liquidi penetranti o polveri magnetiche.

### Esame visivo

Sia le Norme tecniche delle costruzioni, sia la norma EN 1090 prevedono che i controlli visivi vengano fatti sul 100% delle saldature e si usano per rilevare difetti superficiali come ad esempio la mancanza di allineamento. Questi esami consentono di rilevare solo difetti macroscopici superficiali; sono però un ottimo strumento per pianificare eventuali metodi strumentali di indagine da applicare. (Rif. UNI EN ISO 17637:2011, EN 970).

### Controllo con liquidi penetranti, metodo diretto

Questo controllo rileva la presenza di difetti di tipo superficiale. Il liquido penetra per capillarità all'interno delle fessure, successivamente viene richiamato in superficie utilizzando particolari polveri che lasciano una traccia cromatica. Prima di applicare il liquido si deve procedere alla pulizia della superficie, meccanica (spazzolatura, sabbiatura, getti d'acqua ad alta pressione) o chimica (prodotti adeguati). Dopo la pulizia si procede all'asciugatura e all'applicazione del liquido penetrante attraverso nebulizzazione, pennello, umettazione o immersione. A seconda del materiale da analizzare varia il tempo di penetrazione. Si rimuove il liquido in eccesso e si applica il rilevatore. Il metodo è economico e facile da utilizzare, ma presenta diversi limiti: non è adatto in caso di superfici difficilmente accessibili, rileva solo difetti superficiali non chiusi. Inoltre se il difetto è troppo grande il lavaggio asporta il liquido penetrante e l'interpretazione dei risultati non è univoca. Con questo

metodo è possibile rilevare cricche, sovrapposizioni, piegature e mancate fusioni affioranti. (Rif. UNI EN ISO 3452-1, EN 571-1).

#### Controllo magnetoscopico, metodo diretto

Con questo metodo si possono rilevare difetti superficiali o poco profondi, sia aperti che chiusi. Non è applicabile a materiali porosi ed è poco sensibile a difetti sferici. Il pezzo viene opportunamente magnetizzato e cosparso con una polvere magnetica: secca per la ricerca di difetti poco profondi, umida per difetti superficiali. Quando c'è una imperfezione/difetto, questo causa un'interruzione delle linee di flusso magnetico, con la conseguente disposizione della polvere lungo la geometria del difetto. È un metodo più affidabile rispetto ai liquidi penetranti e meno influenzato dalla manualità dell'operatore. (Rif. UNI EN ISO 17638, EN 1290).