



## PROGRAMMA OPERATIVO COMPLEMENTARE (P.O.C.) 2014 - 2020

ATTUAZIONE DELIBERAZIONE CIPE N. 54 / 2016

Deliberazione Giunta Regione Campania n. 113 del 26.03.2019

BENEFICIARIO ATTUAZIONE OPERAZIONE

### CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.conorziovelia.com

**Id. 261\_1 - C.U.P. E21B04000330006. Ripristino viabilità e collegamenti del bacino della diga di Piano della Rocca. INTERVENTO DI COMPLETAMENTO**

Fattibilità tecnico economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

### L - PROGETTO STRUTTURALE

Relazione sui materiali

Sigla progressiva	<b>L 0 1 2</b>	Scala	-	Cod. elaborato	<b>O S 0 0 P S R R E 1 2</b>
-------------------	----------------	-------	---	----------------	------------------------------

Data prima emissione del documento	Revisione	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>12/2020</b>		data	data	data	data	data
		---	---	---	---	---

Riferimento archivio digitale	N. 036.2020/Ve.Ing.
-------------------------------	---------------------

<b>RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO</b>	
<b>Ing. Marcello Nicodemo</b> Consorzio di Bonifica "Velia" Loc. Piano della Rocca - 84060 - Prignano Cilento (SA) Tel. 0974.837206 - Pec: consorziovelia@pec.it Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1931 dal 16.04.1984	
<b>PROGETTAZIONE</b>	
<b>VELIA INGEGNERIA E SERVIZI SRL</b> Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA) Tel. 0974/837206 fax 0974/837154 - Pec: veliaingegneria@pec.it <b>Ing. Gaetano Suppa - Direttore Tecnico</b> Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983	
<b>GEOLOGIA</b>	
<b>RTP TRONCARELLI - VENOSINI - ROSSI</b> <b>Dott. Geol. Roberto Troncarelli</b> (mandataria) - P.IVA 01400050560 <b>Dott. Geol. Andrea Venosini</b> (mandante) Legale Rappresentante Geoven di Venosini Andrea - P.IVA 02110500697 <b>Dott. Geol. Giuseppe Rossi</b> (mandante) Legale Rappresentante Geolab di Giuseppe Rossi - P.IVA 02308670690	



## RELAZIONE SUI MATERIALI

### Sommario

Premessa.....	2
Normativa di riferimento.....	2
Calcestruzzo.....	3
Acciai per armatura a barre e reti elettrosaldate per le opere in c.a.....	8
Acciaio per profilati galleria e micropali.....	9
Trefoli di tiranti per geotecnica.....	9
Acciai da precompressione per il cemento armato precompresso.....	10
Specifiche calcestruzzo.....	11
Controlli di qualità.....	11
Valutazione preliminare della resistenza.....	11
Prelievo dei campioni.....	11
Controllo di accettazione.....	12
Controllo tipo A.....	12
Controllo di tipo B.....	12
Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo.....	13
Controlli della resistenza in opera.....	14
Specifiche acciaio.....	16
Controlli.....	16
Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione.....	16
Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati.....	18
Forniture e documentazione di accompagnamento.....	20
Centri di trasformazione.....	20
Acciaio per cemento armato B450C.....	22
Accertamento delle proprietà meccaniche.....	22
Caratteristiche dimensionali e di impiego.....	23
Specifiche per gli elementi prefabbricati.....	24
Specifiche per le malte dei giunti strutturali.....	25
Criteri ambientali minimi.....	26



## **Premessa**

Oggetto del presente elaborato è la relazione sui materiali delle opere previste nell'ambito del progetto esecutivo **“Ripristino viabilità e collegamenti del bacino della diga di Piano della Rocca” - Intervento di completamento**

## **Normativa di riferimento**

Il presente progetto è stato redatto in conformità alla vigente normativa nazionale riportata sinteticamente nel seguito:

- L. 5/11/1971 n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e da struttura metallica.
- L. 2/2/1974 n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le costruzioni.
- EC8 UNI ENV 1998-5 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
- UNI 7087 Calcestruzzo - Determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo
- UNI 8520-2 Aggregati per confezione di calcestruzzi
  
- UNI 8981-1 Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Definizioni ed elenco delle azioni aggressive
- UNI 8981-4 Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per migliorare la resistenza al gelo e disgelo
- UNI 8981-5 Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per prevenire la corrosione delle armature
- UNI 8981-7 Durabilità delle opere e dei manufatti di calcestruzzo - Istruzioni per la progettazione, la confezione e messa in opera del calcestruzzo
- UNI EN197-1 Cemento - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo - Definizioni, requisiti e controllo di qualità
- UNI EN 12390-1 Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e casseforme
- UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo
- UNI EN 13055-1 Aggregati leggeri - Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta per iniezione

In conformità alle disposizioni regolamentari vigenti indicate in precedenza si è prevista l'adozione dei materiali descritti nei successivi paragrafi



## Calcestruzzo

Il calcestruzzo utilizzato in opera sarà di tipo normale avente massa volumica, dopo essiccazione a 105 °C, compresa fra 2000 e 2600 kg/mc. Dovrà essere garantita, unitamente alla resistenza, la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio. Pertanto, nel caso di calcestruzzi a "prestazione garantita" (UNI EN 206-1), dovranno essere rispettate anche le prescrizioni relative alla composizione ed alle caratteristiche del conglomerato fresco ed indurito, nonché quant'altro esplicitamente o implicitamente contenuto nella documentazione tecnica di progetto.

Per i soli calcestruzzi di soффondazione (indicati anche come "magroni"), è possibile produrre miscele a dosaggio con Rck 15 N/mm<sup>2</sup>.

I materiali impiegati per il confezionamento del calcestruzzo sono: aggregato di inerti (sabbia e ghiaia o pietrisco), pasta di cemento (cemento e acqua) ed eventuali additivi. Tali materiali dovranno rispettare quanto indicato nelle normative di riferimento sopra elencate.

**Durabilità** - Vista la collocazione delle opere e le sue caratteristiche costruttive, nonché la situazione ambientale nella quale si troverà a svolgere la sua funzione, si ritiene opportuno assegnare al conglomerato ai sensi delle UNI 11104 e UNI EN 206-1 la classe di esposizione - XC2 in quanto abbiamo un ambiente di esposizione del tipo bagnato, raramente secco essendo strutture di fondazione e strutture contenenti liquidi.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si richiamano le 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.

**Classe di consistenza**- Saranno utilizzabili calcestruzzi con le seguenti classi di consistenza misurata con la prova di abbassamento del cono di Abrams, secondo la norma UNI EN 12350-2.

Classe	Abbassamento (mm)	Utilizzo	Prescrizioni
<b>S2</b>	50 - 90	Magroni getti con particolare pendenza	Carico ridotto Non pompabile
<b>S3</b>	100 - 150	Muri – fondazioni - pali	Pompabile
<b>S4</b>	160 - 210	Elevazioni spalle e pile	Pompabile

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo anche conto dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua/cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività. L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. L'impasto, quando non esplicitamente indicato, si intende dotato di almeno 16 cm di slump misurato al cono di Abrams come da normativa.



**Aggregati di inerti** - Si utilizzeranno aggregati di massa volumica normale compresa fra 2000 e 3000 kg/mc. Gli inerti in genere dovranno corrispondere ai requisiti prescritti dalla normativa vigente e dalle UNI EN 12620. Dovrà essere attentamente analizzata la possibilità di insorgenza di reazioni tipo "ASR" (alcalisilice), prendendo tutti i provvedimenti e le precauzioni indicate nella UNI EN 206-1, nella UNI 8520/22:2002 e nella UNI 8981-8:1999.

**Cementi** - I cementi devono rispettare le norme, le indicazioni, le caratteristiche e le prescrizioni contenute nella UNI EN 197/01 e nelle normative Legge 26/05/1965 n. 595 e DM 03/06/1968 "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi". CEMENTO: Tipo 32.5 R o 42.5 R

**Acqua** - L'acqua di impasto dovrà ottemperare alle prescrizioni della UNI EN 1008:2003 o presentare, in alternativa, un tenore di sali disciolti minore dello 0.2% in peso. Per le acque non provenienti dai normali impianti di distribuzione di acqua potabile, si dovrà stabilirne l'idoneità mediante gli esami necessari per rilevare la presenza di sostanze con influenza negativa sui fenomeni di presa e indurimento del calcestruzzo, nonché sulla durabilità. L'acqua dovrà essere comunque limpida, incolore, inodore e sotto agitazione non dovrà dare luogo a formazione di schiume persistenti.

**Additivi** - Gli additivi dovranno corrispondere alle prescrizioni delle UNI 7110:1972, UNI EN 934-2:2002, UNI 10765:1999, UNI EN 480-8:1998, UNI EN 480-10:1998. Gli additivi eventualmente utilizzati dovranno migliorare e potenziare le caratteristiche finali dei manufatti ed essere impiegati secondo le precise prescrizioni del produttore che dimostrerà, con prove di un Laboratorio Ufficiale da sottoporre al giudizio del Direttore dei Lavori, di rispondere ai requisiti richiesti ed alle disposizioni vigenti.

**Casseri** - Saranno metallici o in legno. Se in legno saranno muniti di paraspigoli e bagnati fino a totale saturazione e dovranno risultare particolarmente rigidi.

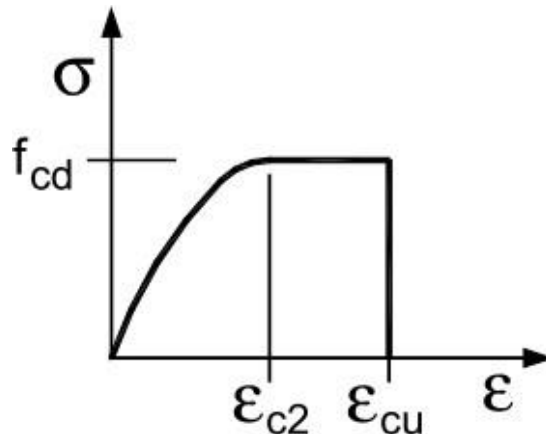
**Getto** - A strati successivi dello spessore di 15 cm ed altezza di caduta minore di 2 metri. Nel caso di impiego di vibratori meccanici il loro utilizzo sarà limitato alla sola costipazione e compattazione del getto.

L'operazione di getto dovrà compiersi prima che inizi il processo di presa che mediamente avviene dopo 2 ore la preparazione per temperature  $t = 15 + 20$  °C. Il conglomerato comunque non verrà posto in opera a temperature inferiori ai 0 °C, salvo il ricorso ad additivi antigelo o ad opportune precauzioni quali il riscaldamento dell'acqua di impasto o degli inerti. Il getto deve avvenire in maniera tale che il conglomerato possa avvolgere perfettamente le armature metalliche e riempire completamente le casseforme. Per evitare segregazione nell'effettuare il riempimento dei casseri con versamento da una certa altezza, rimpasto dovrà essere guidato in modo da sboccare verticalmente a poca altezza sul livello del getto e alla massima distanza possibile dalle pareti delle casseforme.

**Disarmo** - Non prima delle 48 ore per le sponde dei casseri di travi e pilastri; 15 giorni per sostegni provvisori (puntelli) di solette e travi.

**Calcestruzzo** - Il calcestruzzo potrà essere confezionato con processo industrializzato in uno stabilimento esterno o in cantiere secondo quanto indicato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni 2018 al paragrafo 11.2 e 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; si indicano le seguenti caratteristiche del calcestruzzo in funzione delle caratteristiche statiche e di esposizione ambientale richieste.

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è stato adottato un modello  $\sigma$ - $\epsilon$  parabola rettangolo illustrato nella figura seguente.



Fig\_1 Diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo

- Per le deformazioni del modello  $\sigma$ - $\epsilon$  sono stati assunti i seguenti valori:  $\epsilon_{c2} = 0.20\%$
- $\epsilon_{cu} = 0.35\%$

Nel seguito si riportano le principali caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzato per le diverse opere

### Galleria naturale

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| • Calcestruzzo strutturale (rivestimento definitivo):   | C28/35                  |
| o Classe di esposizione XC4 Norma UNI EN 206-1  |                         |
| • Calcestruzzo magro:   | C12/15                  |
| • Calcestruzzo riempimento:   | C12/15                  |
| <hr/>   |                         |
| • Calcestruzzo spruzzato (Rivestimento provvisorio)   | C20/25                  |
| o Spritz-beton fibrorinforzato:   |                         |
| ▪ resistenza media su carote $h/\phi=1$   | a 48 ore 13 MPa         |
| ▪ resistenza media su carote $h/\phi=1$   | a 28 gg $\geq 25$       |
| MPa   |                         |
| o dosaggio in fibre con basso contenuto di carbonio   | $\geq 30$ Kg/mc         |
| o in filo di acciaio trafilato a freddo   | $\phi \geq 0.7$ mm      |
| o resistenza a trazione   | $f_{yk} \geq 800$ MPa   |
| o assoenergia assorbita (prove di punzonamento piastre)   | $\geq 500$ joule        |
| <hr/>   |                         |
| • Vetoresina fronti di scavi galleria   |                         |
| o perforazione a secco diametro $\geq 100$ mm   |                         |
| o n° 3 piatti $> 40$ mm sp. 6mm ad aderenza migliorata ottenuta o con riporto di sabbia quarzosa polimerizzata a caldo o con impronta negativa sul profilo strutturale, collegati al contorno di un tubo in PE PN10 |                         |
| o densità   | $\geq 1.9$ t/mc         |
| o resistenza a trazione   | $f_{yk} \geq 1.000$ MPa |
| o contenuto in vetro  | $\geq 60\%$             |



- Miscela cementizie per iniezioni a bassa pressione
  - Resistenza caratteristica: ≥ 30 MPa
  - Cemento (Min. Rck 25/30) 42.5R
  - Rapporto a/c: 0.5 ≥ 0.7
  - Fluidificante: 1 -2% di peso del cemento

## Viadotti

### Spalle

- Calcestruzzo Pali C25/30
  - Classe di esposizione XC2
- Calcestruzzo Fondazione C28/35
  - Classe di esposizione XC2
- Calcestruzzo Opere Elevazione: C28/35
  - Classe di esposizione XC2

### Pila: Plinto, Fusto, pulvino

- Calcestruzzo Micropali C25/30
  - Classe di esposizione XC2
- Miscela cementizie per iniezioni a bassa pressione
  - Resistenza caratteristica: ≥ 30 MPa
  - Cemento (Min. Rck 25/30) 42.5R
  - Rapporto a/c: 0.5 ≥ 0.7
  - Fluidificante: 1 -2% di peso del cemento

### Plinto in Fondazione:

- Classe di resistenza C28/35
  - Classe di esposizione XC2

### Fusto Pila, Pulvini:

- Classe di resistenza C32/40
- Classe di esposizione XC4

### Impalcati:

- Predalles (fornitura industriale da stabilimento) C28/35
  - Classe di esposizione XC4
- Travi principali (fornitura industriale da stabilimento) C45/55
  - Classe di esposizione XC4

## Muri su pali

- Calcestruzzo Pali C25/30
  - Classe di esposizione XC1
- Calcestruzzo fondazione ed elevazione C25/30
  - Classe di esposizione XC1



### **Muri a mensola**

- |   |        |
|---|--------|
| • Calcestruzzo fondazione ed elevazione | C25/30 |
| ○ Classe di esposizione                 | XC1    |

### **Palificate**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| • Calcestruzzo Pali e Cordoli              | C25/30                    |
| ○ Classe di esposizione                    | XC1                       |
| • Miscela cementizie per iniezioni tiranti |                           |
| ○ Resistenza caratteristica:               | ≥ 30 MPa                  |
| ○ Cemento                                  | (Min. Rck 25/30) 42.5R    |
| ○ Rapporto a/c:                            | 0.5 ≥ 0.7                 |
| ○ Fluidificante:                           | 1 -2% di peso del cemento |

### **Berlinesi provvisorie per fronte galleria e scavi in sicurezza viadotti**

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| • Calcestruzzo Micropali e Cordoli                     | C25/30                    |
| ○ Classe di esposizione                                | XC1                       |
| • Miscela cementizie per iniezioni micropali e tiranti |                           |
| ○ Resistenza caratteristica:                           | ≥ 30 MPa                  |
| ○ Cemento  | (Min. Rck 25/30) 42.5R    |
| ○ Rapporto a/c:  | 0.5 ≥ 0.7                 |
| ○ Fluidificante:                                       | 1 -2% di peso del cemento |

I tiranti in genere, sia di palificate che di berlinesi che per gli infilaggi in galleria, consentono la realizzazione di diverse modalità di iniezione e/o cementazione, in funzione delle modalità di assemblaggio dei medesimi. In particolare si distinguono le seguenti modalità operative :

- iniezione a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10\text{bar}$ ), in fase unica (IGU)
  - iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.)
  - iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40\text{bar}$ ), ripetuta e selettiva (I.R.S.)
- *Iniezione a bassa pressione ( $p_{max} \leq 10\text{ bar}$ ), in fase unica (IGU)*  
 La cementazione dell'ancoraggio avviene, in unica fase, con l'impiego di tubi di iniezione ( $\phi 16 \times 20\text{mm}$ ) e tubi di fiato ( $\phi 12 \times 16\text{mm}$ ), contraddistinti in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore
  - *Iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.)*  
 La cementazione dell'ancoraggio avviene in fasi successive : L'iniezione primaria ( $p_{max} \leq 10\text{bar}$ ) viene eseguita con l'impiego di tubi di iniezione e sfiato ( $\phi 16 \times 20\text{mm}$ ), relativi alle modalità di assemblaggio dei tiranti, in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore. La 'post-iniezione', ad alta pressione ( $p_{max} \leq 55\text{ bar}$ ), ripetuta (I.R.) può essere effettuata, trascorse alcune ore dall'esecuzione dell'iniezione primaria (6-12ore max), con l'ausilio di un tubo valvolato ( $\phi 15 \times 21\text{mm}$ ) posizionato (a mezzo nastratura), esternamente al fascio di trefoli (e passante all'interno del sacco otturatore ove questo sia previsto). Il tubo è dotato di valvole di iniezione ( $i=33-150\text{cm}$ ), con tappo a bocca foro. L'iniezione ripetuta di miscela cementizia in pressione, operando da boccaforo, consente di creare sbulbature





sulla camicia cementizia precedentemente realizzata e migliorare l'effetto di aderenza bulbo-terreno. Terminata ogni fase di iniezione il tubo può essere 'lavato' (rimuovendo il tappo dell'elemento cieco di ritorno a boccaforo), al fine di poter ripetere, più volte, se necessario/previsto, l'operazione di iniezione ad alta pressione.

- *Iniezione ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40$  bar), ripetuta e selettiva (I.R.S.)*

La cementazione dell'ancoraggio avviene in fasi successive: L'iniezione primaria ( $p_{max} \leq 10$  bar) viene eseguita tramite la valvola di fondo del tubo PVC valvolato ( $d.=27 \times 33.3$  mm) posto in posizione coassiale rispetto al fascio di trefoli e con l'impiego di tubi di sfiato ( $\varnothing 12 \times 16$  mm), in relazione alla presenza, o meno, di un eventuale sacco otturatore. La 'post-iniezione', ad alta pressione ( $p_{max} \leq 40$  bar), ripetuta e selettiva (I.R.S.) può essere effettuata, trascorse alcune ore dall'esecuzione dell'iniezione primaria (6-12 ore max), per mezzo delle valvole predisposte sul tubo valvolato ( $\varnothing 27 \times 33,3$  mm), con interasse  $i=33-150$  cm. L'iniezione ripetuta di miscela cementizia in pressione, operando in modo selettivo, valvola per valvola, con l'impiego di packer 'a doppio pistoncino' consente di creare sbulbature sulla camicia cementizia precedentemente realizzata e migliorare l'effetto di aderenza bulbo-terreno.

### **Acciai per armatura a barre e reti elettrosaldate per le opere in c.a.**

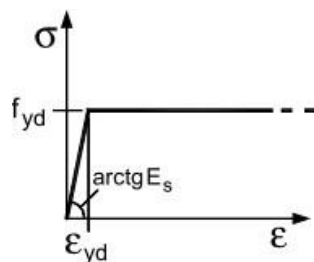
L'acciaio impiegato per la realizzazione dei getti in opere di tutte le opere di c.a. è del tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

$$f_{y\text{nom}} = 450 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t\text{nom}} = 540 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza di calcolo dell'acciaio ( $f_{yd}$ ) è riferita alla tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio ed è ottenuta dividendo quest'ultima per un coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio ( $\gamma_s$ ) pari a 1.15:

$$f_{yd} = 391 \text{ N/mm}^2$$

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è stato adottato un modello  $\sigma$ - $\epsilon$  elastico perfettamente plastico indefinito illustrato nella figura seguente.



Fig\_2 Diagramma tensione-deformazione dell'acciaio

Per il modulo elastico dell'acciaio si è fatto riferimento al seguente valore:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

da cui si ricava il seguente valore della deformazione di snervamento dell'acciaio da utilizzare nei calcoli:

$$\epsilon_{yd} = 0.20\%$$



### Acciaio per profilati galleria e micropali

Si riportano le caratteristiche meccaniche dell'acciaio strutturale:

- S235 utilizzato per i tubi dei micropali delle berlinesi

Acciaio laminato a caldo, per profilati, barre, larghi piatti, lamiere secondo	UNI EN 10025-2	S235
Tensione di snervamento $t \leq 40\text{mm}$	$f_{yk}$	235 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di rottura a trazione $t \leq 40\text{mm}$	$f_{tk}$	360 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento $40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$	$f_{yk}$	215 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di rottura a trazione $40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$	$f_{tk}$	410 N/mm <sup>2</sup>

- S275 utilizzato centine metalliche

Acciaio laminato a caldo, per profilati centine IPN, barre, larghi piatti, lamiere secondo	UNI EN 10025-2	S275
Tensione di snervamento $t \leq 40\text{mm}$	$f_{yk}$	275 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di rottura a trazione $t \leq 40\text{mm}$	$f_{tk}$	430 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento $40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$	$f_{yk}$	255 N/mm <sup>2</sup>
Tensione di rottura a trazione $40\text{mm} < t \leq 80\text{mm}$	$f_{tk}$	470 N/mm <sup>2</sup>

### Trefoli di tiranti per geotecnica

Sono realizzati impiegando trefolo in acciaio armonico da 0,6" tipo c.a.p. reperibile normalmente sul mercato italiano ed avente le seguenti caratteristiche tecniche: -

- Tipo trefolo 0,6" standard
- N° fili 7
- Diametro nominale 15,2 mm
- Sezione nominale  $139 \pm 3 \text{ mm}^2$
- Massa nominale  $1085 \pm 25 \text{ g/ml}$
- Tensione nominale di rottura  $f_{ptk} \geq 1.860 \text{ Mpa}$
- Tensione nominale di snervamento  $f_{p(1)k} \geq 1.670 \text{ Mpa}$
- Allungamento  $\geq 3,5\%$
- Modulo elastico  $200.000 \pm 5\% \text{ MPa} - f_{p1k} / f_{ptk} = 0,85-0,95 \text{ 5.2}$
- Testate metalliche di ancoraggio



La testata metallica di ancoraggio trasmette il carico applicato dal tirante alla struttura di contrasto.

E' costituita da

- dispositivi di bloccaggio
- piastra di appoggio
- sottopiastra di ripartizione

Detto elemento consente di realizzare ancoraggi da 2 a 8 trefoli, con la possibilità di applicare, pertanto, forze e presollecitazioni variabili da 300 a 1200kN in condizione di esercizio. Il tensionamento dei trefoli deve avvenire simultaneamente, con impiego di specifica attrezzatura di tipo oleodinamico, dotata da 2 a 8 martinetti

Dispositivo di bloccaggio. E' l'elemento che consente di vincolare il trefolo alla piastra di appoggio e, conseguentemente, di attuare il trasferimento del carico dal trefolo alla piastra medesima.

#### Istruzione operativa tiranti a trefoli di tipo temporaneo

Il bloccaggio è costituito dall'insieme costituito da una bussola (con sede interna troncoconica) e da una terna di morsetti (cunei).

I due diversi componenti sono realizzati con l'impiego dei seguenti materiali :

- bussola  $\diamond$  acciaio C43 ('+C' - per tempra superficiale -  $Al \geq 8\%$ ) - (Rif. UNI 10083-1)
- cunei  $\diamond$  acciaio 11SMnPb30 ('+C' - automatico A.V./ S. limitato -  $Al \geq 8\%$ ) - (Rif. UNI 10277-1)

Piastra di appoggio. E' l'elemento che distribuisce il carico alla struttura da contrastare ed è dimensionata per il trasferimento del carico in relazione a direzione di tiro ortogonale, superficie d'appoggio omogenea e carico assiale centrato.

Nella fattispecie le geometrie realizzate garantiscono idonei coefficienti di sicurezza, rispetto al massimo tiro di esercizio, ove sia garantito l'appoggio della piastra al sottostante supporto (omogeneo, stabile ed adeguatamente resistente), in relazione ad una corona circolare perimetrale di larghezza 30-35mm rispetto al diametro esterno della piastra medesima.

Per la realizzazione, in uno con le travi di contrasto viene impiegato il seguente materiale:

- Acciaio S355.J2 ( $Al \geq 17\%$ ) - (rif. Norma UNI 10025-2)

### **Acciai da precompressione per il cemento armato precompresso**

Vengono utilizzati acciai ad alta resistenza (acciai armonici), che presentano pertanto elevati valori di allungamento al limite elastico, necessari per contenere le perdite. Essi presentano comportamento altamente fragile caratterizzato da una elevata resistenza in assenza o quasi di snervamento. Per tale motivo si adotta la convenzione di utilizzare il valore della tensione allo 0.2% di deformazione residua o all'1% di deformazione sotto carico in sostituzione della tensione di snervamento. Tale tipologia di acciai può arrivare a resistenze dell'ordine di 1500-1800 MPa.

Per predalles e travi si utilizza acciaio armonico con armatura precompressa trefoli 7 fili con caratteristica di resistenza  $\geq 1.900$  MPa



## Specifiche calcestruzzo

### Controlli di qualità

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le 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. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al §11.2.5.

### 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.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari.

Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

### Prelievo dei campioni

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al

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



Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

### Controllo di accettazione

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

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B.

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

**Tabella 1 – Limiti controlli di accettazione**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )

Ove:  $R_{cm28}$  = resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>);  $R_{c,min}$  = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>);  
 $s$  = scarto quadratico medio

**Tabella 1 – Limiti controlli di accettazione**

### Controllo tipo A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 mc. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100m<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.

### Controllo di tipo B

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

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

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.



Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s/R_m$ ) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7.

Infine, la resistenza caratteristica  $R_{ck}$  di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo  $R_{c,min}$  dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

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

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un 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.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentirne l'identificabilità e la rintracciabilità.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun 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.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

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 delle prestazioni misurate.

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

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad 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 nel successivo § 11.2.6. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

### **Controlli della resistenza in opera**

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione. Nel caso in cui:

- a) le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure
- b) sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo, oppure
- c) sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, oppure
- d) si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non sono, in ogni caso, sostitutive dei controlli di accettazione, ma potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ,  $R_{ckis}$  o  $f_{ckis}$ ) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto  $R_{ck}$  o  $f_{ck}$ . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di



carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.





## Specifiche acciaio

### Controlli

Le vigenti norme tecniche per le costruzioni D.M. 17.01.2018 prevedono 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. A tale riguardo si definiscono:
  - Lotti di produzione: si riferiscono a 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) 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 volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

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

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche 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.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

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.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);

indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;

- 1) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 2) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 3) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 4) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del Laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 5) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 6) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto



finito;

7) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);

8) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001;

9) nel caso in cui il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione europea, copia della nomina, mediante mandato scritto, del mandatario.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso.

Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale potrà effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della Verifica Documentale Preliminare unitamente al risultato della Verifica Ispettiva saranno oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al produttore. In caso di esito positivo il Produttore potrà proseguire nella Procedura di Qualificazione del Prodotto. In caso negativo saranno richieste al Produttore le opportune azioni correttive che dovranno essere implementate.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto continua con:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del DPR

n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante secondo le procedure di cui al §11.3.1.4;

- 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 DPR 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 pubblicamente disponibile;

- 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 5 (cinque) anni.

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile 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.

Ogni prodotto deve essere marchiato 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 marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé 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, differenti possono essere i sistemi di marchiatura 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. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli. Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare 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.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate. La mancata marchiatura, 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 marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura 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.

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. 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 presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

### **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 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.

Ogni prodotto deve essere marchiato 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 marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione. Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé 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, differenti possono essere i sistemi di marchiatura 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. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli. Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marciare 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.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate. La mancata marchiatura, 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 marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura 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.

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. 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 presenti Norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

### **Forniture e documentazione di accompagnamento**

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla Norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

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

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

### **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 per Norma.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione, vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni tali da compromettere le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti originari previste dalle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001.

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 presenti Norme, 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. I controlli devono essere effettuati secondo le disposizioni riportate nel seguito per ciascuna tipologia di acciaio lavorato.



Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Il Direttore Tecnico dello stabilimento, nominato dal Centro di Trasformazione, dovrà essere abilitato all'esercizio di idonea professione tecnica. I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando le tipologie di prodotti trasformati, l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione deve inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso; il sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1. Nella dichiarazione di attività al Servizio Tecnico Centrale deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali. Il Servizio Tecnico Centrale, con il rilascio del relativo Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

I centri di trasformazione sono tenuti a comunicare ogni variazione rispetto a quanto dichiarato in sede di presentazione della denuncia di attività. Il Servizio Tecnico Centrale provvede ad aggiornare l'elenco della documentazione necessaria ad ottenere l'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", in base ai progressi tecnici ed agli aggiornamenti normativi che dovessero successivamente intervenire.

I Centri di Trasformazione devono far eseguire da laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 le prove indicate negli specifici paragrafi relativi a ciascun prodotto in acciaio (§11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2) e devono comunicare al Servizio Tecnico Centrale le eventuali variazioni apportate al processo di produzione depositato.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati, proveniente da un Centro di trasformazione, deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", 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 di cui ai paragrafi specifici relativi a ciascun prodotto (§ 11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2), fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3;
- c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del §

11.3.1.5 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.



Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Il Centro di trasformazione fornisce copia della documentazione di cui ai precedenti punti b) e c) in caso di richiesta delle competenti autorità di vigilanza. E' prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione" qualora il Servizio Tecnico Centrale accerti difformità fra i documenti forniti e l'attività effettivamente svolta, la non veridicità delle dichiarazioni prestate oppure la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica. I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale.

### 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:

$f_y$ nom	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_t$ nom	540 N/mm <sup>2</sup>

Deve inoltre rispettare i requisiti di cui alla tabella seguente.

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\leq 1,25$	10.0
	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° 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 $\phi$	

### Accertamento delle proprietà meccaniche

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

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

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f(0,2)$ . La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5 \text{ °C}$  piegando la provetta a  $90^\circ$ , mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ °C}$  e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno  $20^\circ$ . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.



### **Caratteristiche dimensionali 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;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7.

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 delle barre e dei rotoli vale quanto indicato al § 11.3.1.4. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture di acciaio provenienti dallo stabilimento di produzione o da un distributore intermedio, vale quanto indicato al § 11.3.1.5; per quanto riguarda i prodotti pre-sagomati o pre-assemblati vale quanto indicato al § 11.3.1.7. Tutti i prodotti sono caratterizzati dal diametro della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>. Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 il diametro delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm. L'uso di acciai forniti in rotolo è ammesso, esclusivamente per impieghi strutturali, per diametri non superiori a 16 mm per gli acciai B450C e diametri non superiori a 10 mm per gli acciai B450A.

L'acciaio in rotoli deve essere utilizzato direttamente per sagomatura e assemblaggio ed esclusivamente da un Centro di Trasformazione di cui al § 11.3.1.7 oppure da un fabbricante per la produzione di reti o tralicci elettrosaldati di cui al § 11.3.2.5. Non è consentito altro impiego di barre d'acciaio provenienti dal raddrizzamento di rotoli.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali si fa riferimento a quanto previsto nella UNI EN 10080:2005.





## **Specifiche per gli elementi prefabbricati**

Nella struttura in esame le componenti prefabbricate non derivano da una produzione seriale reperibile sul mercato, ma sono da ritenersi elementi costruttivi di produzione occasionale destinati alla composizione di un'opera puntuale a seguito di una specifica ordinazione e progettazione eseguita in base alla vigente normativa di settore e sotto il controllo e la responsabilità dei soggetti incaricati della sicurezza dell'esecuzione delle opere di costruzione designati ai sensi delle normative nazionali applicabili.

In base all'ultimo comma dell'art. 11.8.1 "Generalità" delle N.T.C. 2018, gli elementi costruttivi di produzione occasionale devono essere comunque realizzati attraverso processi sottoposti ad un preciso ed univoco sistema di controllo della produzione. Pertanto, lo Stabilimento, gli Impianti ed i relativi controlli di produzione dovranno sottostare ai requisiti minimi ed alle condizioni generali previste ai punti 11.8.2 e 11.8.3.

Inoltre le opere dovranno sottostare ad un preciso protocollo di produzione che verrà concordato tra

D.L. e Responsabile Tecnico dello stabilimento di Produzione, dal quale dovranno chiaramente emergere tutte le procedure relative ai controlli qualitativi, dimensionali e prestazionali dei materiali e degli elementi che saranno oggetto della produzione.

Tutti i prodotti utilizzati nel presente appalto, dovranno rispettare quanto dettato dalle NTC-2018 cap11 in materia di DoP ed eventualmente di marcatura CE.

Inoltre, gli elementi non realizzati in opera dovranno essere posizionati con la massima precisione secondo quanto indicato negli elaborati progettuali. I mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Le tolleranze relative alle dimensioni principali degli elementi prefabbricati dovranno essere conformi a quanto indicato dalla UNI EN 13225. Le misurazioni dovranno essere eseguite secondo il punto 5.2 della EN 13369:2018. Tutti i riferimenti normativi da rispettare sono riportati nel capitolato speciale d'appalto.



## Specifiche per le malte dei giunti strutturali

Per la corretta posa in opera dei giunti strutturali tra gli impalcati verrà impiegata una malta del tipo "resinifip malta E440" sintetica epossipoliuretana, tricomponente, elastica per riempimenti ad elevato spessore e forti sollecitazioni meccaniche.

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche degli appoggi ed il loro dimensionamento statico si rimanda ai particolari costruttivi e alla relazione specifica di verifica di idoneità strutturale e sismica.

Essa viene impiegata quale materiale ausiliario di riempimento, anche per elevati spessori, con caratteristiche di elevata resistenza a sollecitazioni meccaniche di forte intensità e frequenza.

Tale malta è sintetica, indurente a temperatura ambiente, il cui legante base è di natura epossipoliuretana additivata con elastomeri liquidi e bitumi compatibili ed è stata specificamente progettata per la posa in opera di giunti di dilatazione stradali, in viadotti, ponti, cavalcavia e sovrappassi.

Il materiale è formato da base e induritore in forma liquida che vengono miscelati con inerti quarziferi di opportuna curva granulometrica per confezionare un impasto di consistenza plastica facilmente applicabile. Il prodotto indurito si trasforma in un materiale compatto, tenace, di ottime proprietà meccaniche, resistente all'aggressione chimica, con caratteristiche dielettriche.

Le prestazioni minime che dovranno essere garantite sono:

### Caratteristiche

Temperatura di applicazione	+ 5 ÷ + 35°C
Rapporto di miscelazione A:B:C (in peso)	2:3:25
Peso specifico (dei tre componenti miscelati) UNI 7092	2 ± 0,05 kg/dm <sup>3</sup>
Pot-life EN ISO 9514 ( a 23°C)	≥ 120 minuti
Prestazioni	
Adhesion tester: adesione per strappo cls/cls UNI EN 24624 min. 80%	≥4 MPa rottura cls
Resistenza a flessione UNI EN 12190	≥ 16 MPa
Resistenza a compressione UNI EN 12190	≥ 10 MPa
Modulo elastico secante a compressione UNI 6556	150 ÷ 200 MPa
50 cicli di gelo e disgelo RILEM CDC/2, perdita in peso	≤ 0,10 mg/mm <sup>2</sup>
Assorbimento d'acqua UNI 7699	≤ 0,05 %
Ritiro lineare UNI 6687/73	≤ 300 µm/m



## **Criteri ambientali minimi**

Ai fini del rispetto dei criteri ambientali minimi CAM di cui al D.M.17.10.2017, come previsto all'art.34, del D.lgs. 50/2016 l'appaltatore dovrà rispettare le seguenti prescrizioni, valutate in considerazione della specificità e delle condizioni ambientali in cui è inserita l'opera:

- Calcestruzzi confezionati in cantiere, preconfezionati ed elementi prefabbricati in cls; I calcestruzzi, sia quelli confezionati in cantiere, preconfezionati e utilizzati per la realizzazione degli elementi prefabbricati, dovranno, compatibilmente con i limiti imposti dalle specifiche norme tecniche, essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato pari al 5% sul peso di prodotto. Tale percentuale, dovrà essere dimostrata dall'Appaltatore, tramite una dichiarazione ambientale di prodotto tipo III (EPD) oppure una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa.
- Ghisa, ferro e acciaio;  
per gli usi strutturali, dovrà essere utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato, pari al 70% se acciaio prodotto con l'utilizzo di forno elettrico, pari al 10% se acciaio prodotto da ciclo integrale. Tale percentuale, dovrà essere dimostrata dall'Appaltatore, tramite una dichiarazione ambientale di prodotto tipo III (EPD) oppure una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa.