


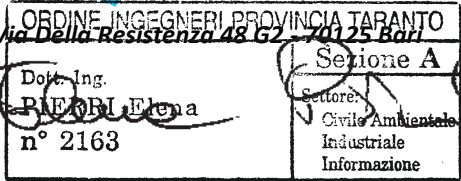

Regione: PUGLIA		Provincia: TARANTO		Comune: GINOSA	
---------------------------	---	------------------------------	---	--------------------------	---

**Fondi decreto n°1 del 19 dicembre 2014 del Commissario
Delegato ex O.C.D.P.C. n°173/2014**



PROGETTO ESECUTIVO

ULTERIORI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA SUL COSTONE DI VIA MATRICE

Titolo: RELAZIONE SUI MATERIALI		Progettisti:  GEO TECNOLOGIE S.R.L.
Elaborato: C	Scala: -	 Dott. Ing. PIROBILI Elena n° 2163
Data: NOVEMBRE 2019	Codice:	Revisione:  INGEGNERE GIANFRANCO LEANDRO Sez. 10.284 al CIVILE AMBIENTALE



1	GENERALITÀ	2
2	ACQUA DI IMPASTO	4
2.1	Quantita' di Acqua Di Impasto	4
3	LEGANTI.....	5
4	AGGREGATI.....	6
4.1	Sabbia.....	6
4.2	Ghiaia	6
4.3	Pietrisco – Graniglia	7
4.4	Attestazione della conformità	7
4.5	Marcatura ce.....	8
4.6	Controlli d'accettazione	8
4.7	Verifiche sulla qualità.....	9
5	AGGIUNTE	9
5.1	Ceneri volanti.....	10
5.2	Microsilice	10
6	ADDITIVI.....	11
6.1	Additivi acceleranti.....	12
6.2	Additivi ritardanti	12
6.3	Additivi antigelo	13
6.4	Additivi fluidificanti e superfluidificanti	13
6.5	Additivi aeranti	14
7	ACCIAIO	14
7.1	Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati	16
7.2	Controlli e documentazione di accompagnamento	17
8	CARATTERISTICHE MECCANICHE PER IL CALCESTRUZZO E L' ACCIAIO	19
8.1	Deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio acciaio nelle verifiche agli s.l.u.	19



1 GENERALITÀ

Nelle parti in cemento armato e nelle iniezioni 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 (DM 2018 paragrafo 11.2.) La durabilità dell'opera è intesa come capacità di conservazione delle caratteristiche fisicomeccaniche delle strutture per tutta la vita di servizio prevista in progetto senza dover far ricorso ad interventi di manutenzione straordinaria per la sua vita utile. In tale ottica, di concerto con il committente, si è stabilita una vita utile di 50 anni e con riferimento alla norma UNI 11104 (prospetto 1) si sono stabilite le seguenti classi di esposizione ambientale:

- fondazioni: classe XC2 (ambiente bagnato raramente asciutto);
- pali fondazione: classe XC2 (ambiente bagnato raramente asciutto);

Per tali classi di esposizioni la suddetta norma fissa nel prospetto 4 i seguenti requisiti minimi, sufficienti in presenza di un adeguato copriferro, per il cls utilizzato per le travi di collegamento e per i pali di fondazione, per le iniezioni:

- CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE "CALCESTRUZZO XS1- Rck 45 N/ mm2"
"(Consistenza S4; Dmax=31,5 mm):
 - Resistenza caratteristica su cubi (controllo di tipo A) : Rck = 45N/mm2
 - Resistenza caratteristica su cilindri (controllo di tipo A) : fck = 35 N/mm2
 - Ritiro igrometrico standard con U.R. = 50% a 6 mesi : 420 µm/m
 - Modulo Elastico dinamico a 28 giorni : 38 kN/mm2
 - Deformazione viscosa all'infinito (per sollecitazione unitaria di compressione di 1 N/mm2) : 60 µm/m



- Permeabilità a 28 giorni, penetrazione di acqua sotto pressione 5 atm) secondo UNI 12390-8:2002 : 10 mm

Riscaldamento in condizioni adiabatiche : 38 °C

Acciaio per armature e pali: acciaio laminato a caldo denominato B450C avente le caratteristiche riportate nel DM 14/01/2008. Il copriferro minimo nominale da garantire è pari 3,5 cm.

Acciaio per armatura micropali: profilato tubolare Fe510 diam 139.70 spessore 10



2 ACQUA DI IMPASTO

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose, priva di materie terrose e non aggressiva. L'acqua, a discrezione della direzione dei lavori, in base al tipo di intervento o uso, potrà essere trattata con speciali additivi per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. È vietato l'impiego di acqua di mare. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008 come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.

Caratteristica	Prova	Limiti di accettabilità
Ph	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto solfati		SO ₄ ⁻ minore 800 mg/litro
Contenuto cloruri		Cl minore 300 mg/litro
Contenuto acido solfidrico		minore 50 mg/litro
Contenuto totale di sali minerali		minore 3.000 mg/litro
Contenuto di sostanze organiche		minore 100 mg/litro
Contenuto di sostanze solidese spese		minore 2.000 mg/litro

Non potranno essere impiegate:

- a) le acque eccessivamente dure o aventi alto tenore di solfati o di cloruri, gessose e salmastre;
- b) le acque di rifiuto, anche se limpide, provenienti da fabbriche chimiche in genere, da aziende di prodotti alimentari, da aziende agricole, da concerie o altre aziende industriali;
- c) le acque contenenti argille, humus e limi;
- d) le acque contenenti residui grassi, oleosi e zuccherini;
- e) le acque piovane prive di carbonati e bicarbonati che potrebbero favorire la solubilità della calce e quindi impoverire l'impasto.

2.1 Quantita' di Acqua Di Impasto

Fermo restando quanto disposto con il D.M. 30 maggio 1974 e ritenuto che l'eccesso d'acqua costituisce causa fondamentale della riduzione di resistenza del conglomerato, nella determinazione della quantità d'acqua per l'impasto sarà tenuto conto anche di quella eventualmente contenuta negli inerti.



La consistenza del conglomerato, nel caso gli elementi non superino i 30 mm ed il rapporto acqua-cemento sia superiore a 0.5, sarà determinata in cantiere con il metodo del cono di Abrams.

3 LEGANTI

Nelle opere strutturali oggetto delle Norme tecniche approvate dal D.M. 2018 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965, n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197, dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2. È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge n. 595/1965, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta. In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento della calce). I sacchi per la fornitura dei cementi devono essere sigillati e in perfetto stato di conservazione. Se l'imballaggio fosse manomesso o il prodotto avariato, il cemento potrà essere rifiutato dalla direzione dei lavori e dovrà essere sostituito con altro idoneo. Se i leganti sono forniti sfusi, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce. La qualità del cemento potrà essere accertata mediante prelievo di campioni e la loro analisi presso laboratori ufficiali. L'impresa dovrà disporre in cantiere di silos per lo stoccaggio del cemento che ne consentano la conservazione in idonee condizioni termoigrometriche. L'attestato di conformità autorizza il produttore ad apporre il marchio di conformità sull'imballaggio e sulla documentazione di accompagnamento relativa al cemento certificato. Il marchio di conformità è costituito dal simbolo dell'organismo abilitato seguito da:

- a) nome del produttore e della fabbrica ed eventualmente il loro marchio o i marchi di identificazione;
- b) ultime due cifre dell'anno nel quale è stato apposto il marchio di conformità;
- c) numero dell'attestato di conformità;
- d) descrizione del cemento;
- e) estremi del decreto.



Ogni altra dicitura deve essere stata preventivamente sottoposta all'approvazione dell'organismo abilitato.

4 AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose e argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato o alla conservazione delle armature.

4.1 Sabbia

La sabbia sarà prelevata esclusivamente da fiumi e da fossi; sarà costituita da elementi prevalentemente silicei, di forma angolosa e di grossezza assortita; sarà aspra al tatto senza lasciare traccia di sporco; sarà esente da cloruri e scevra di materiali terrosi, argillosi, limacciosi o polverulenti; non conterrà fibre organiche, sostanze friabili o comunque eterogenee. Saranno soltanto tollerate materie finissime o argillose fino al 2% del peso dell'aggregato oltre a quanto stabilito dal D.M. 30 maggio 1974; la corrispondenza granulometrica della sabbia potrà essere quella eventualmente migliore che risulterà da dirette esperienze sui materiali impiegati.

4.2 Ghiaia

La ghiaia sarà formata da elementi resistenti, inalterabili all'aria, all'acqua e al gelo; gli elementi saranno pulitissimi, esenti da materiali polverulenti; saranno esclusi elementi a forma di ago o di piastrelle. Oltre a rispondere ai requisiti richiesti dal D.M. 30 maggio 1974, la composizione dell'aggregato ghiaia sabbia potrà essere anche quella eventualmente migliore che risulterà da esperienza diretta sui materiali impiegati. Ad ogni modo la dimensione massima della ghiaia sarà commisurata, per l'assestamento del getto, ai vuoti tra le armature e tra i casseri e le armature, tenendo presente che il diametro massimo dell'inerte non supererà 0.6-0.7 cm della distanza minima tra due ferri contigui e sarà sempre inferiore ad $\frac{1}{4}$ della dimensione minima della struttura.



4.3 Pietrisco – Graniglia

Il pietrisco e la graniglia proverranno dalla frantumazione di rocce silicee basaltiche, porfidiche, granitiche o calcaree rispondenti, in generale, ai requisiti prescritti per le pietre naturali nonché a quelli prescritti per la ghiaia. Sarà escluso il pietrisco proveniente dalla frantumazione di scaglie di residui di cave.

4.4 Attestazione della conformità

I sistemi di attestazione della conformità degli aggregati, infatti, prevedono due livelli: - livello di conformità 4, che prevede lo svolgimento del Controllo di Produzione da parte del produttore; - livello di conformità 2+, che comporta l'intervento di un Organismo notificato certificante il Controllo svolto dal produttore. Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993, è indicato nella tabella 1

Tabella 1 – Sistemi di attestazione della conformità

Specifica tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Aggregati per calcestruzzo	Calcestruzzo strutturale	2+
UNI EN 12620-13055	Uso non strutturale	4

Il sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensivo della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica. Il sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla tabella 2 a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica, di cui ai prospetti HI, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.



Tabella 2 – Limiti dell'utilizzo del materiale da riciclo

Origine del materiale da riciclo	R _{ck} del calcestruzzo [N/mm ²]	Percentuale di impiego
Demolizioni di edifici (macerie)	<15	fino al 100%
Demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **UNI EN 13055**; il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella tabella 1.

4.5 Marcatura ce

Gli aggregati che devono riportare obbligatoriamente la marcatura CE sono riportati nel seguente prospetto:

	Norme di riferimento
Aggregati per calcestruzzo	EN 12620
Aggregati per conglomerati bituminosi e finiture superficiali per strade, aeroporti e altre aree trafficate	EN 13043
Aggregati leggeri - Parte 1: Aggregati leggeri per calcestruzzo, malta e malta da iniezione/boiaccia	EN 13055-1
Aggregati grossi per opere idrauliche (<i>armourstone</i>) - Parte 1	EN 13383-1
Aggregati per malte	EN 13139
Aggregati per miscele non legate e miscele legate utilizzati nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade	EN 13242
Aggregati per massicciate ferroviarie	EN 13450

La produzione dei prodotti sopraelencati deve avvenire con un livello di conformità 2+, certificato da un Organismo notificato.

4.6 Controlli d'accettazione

Gli eventuali controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del direttore dei lavori, come stabilito dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008, devono essere finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella tabella 3, insieme ai relativi metodi di prova.



Tabella 3 - Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografica semplificata	EN 932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN 933-1
Indice di appiattimento	EN 933-3
Dimensione per il filler	EN 933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN 933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo $R_{ck} \geq C50/60$)	EN 1097-2

4.7 Verifiche sulla qualità

La direzione dei lavori potrà accertare in via preliminare le caratteristiche delle cave di provenienza del materiale per rendersi conto dell'uniformità della roccia, dei sistemi di coltivazione e di frantumazione, prelevando dei campioni da sottoporre alle prove necessarie per caratterizzare la roccia nei riguardi dell'impiego.

Il prelevamento di campioni potrà essere omesso quando le caratteristiche del materiale risultano da certificato emesso in seguito a esami eseguiti da amministrazioni pubbliche, a seguito di sopralluoghi nelle cave, e i risultati di tali indagini siano ritenuti idonei dalla direzione dei lavori.

Il prelevamento dei campioni di sabbia normalmente deve avvenire dai cumuli sul luogo di impiego, diversamente può avvenire dai mezzi di trasporto ed eccezionalmente dai silos. La fase di prelevamento non deve alterare le caratteristiche del materiale e in particolare la variazione della sua composizione granulometrica e perdita di materiale fine. I metodi prova possono riguardare l'analisi granulometrica e il peso specifico reale.

5 AGGIUNTE

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla UNI EN 206-1 e dalla UNI 11104. I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.



5.1 Ceneri volanti

Le ceneri volanti, costituenti il residuo solido della combustione di carbone dovranno provenire da centrali termoelettriche in grado di fornire un prodotto di qualità costante nel tempo e documentabile per ogni invio, e non contenere impurezze (lignina, residui oleosi, pentossido di vanadio, ecc.) che possano danneggiare o ritardare la presa e l'indurimento del cemento. Particolare attenzione dovrà essere prestata alla costanza delle loro caratteristiche che devono soddisfare i requisiti delle UNI EN 450 del settembre 1995. Il dosaggio delle ceneri volanti non deve superare il 25% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto A/C. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di ceneri praticata non comporti un incremento della richiesta di additivo, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di ceneri maggiore dello 0,2%.

5.2 Microsilice

Silice attiva colloidale amorfa, costituita da particelle sferiche isolate di SiO₂ con diametro compreso tra 0,01 e 0,5 micron ottenuta da un processo di tipo metallurgico, durante la produzione di silice metallica o di leghe ferro-silicio, in un forno elettrico ad arco. La silica fume può essere fornita allo stato naturale ottenendola dai filtri di depurazione sulle ciminiere delle centrali a carbone oppure come sospensione liquida di particelle con contenuto secco di 50% in massa. Si dovrà porre particolare attenzione al controllo in corso d'opera del mantenimento della costanza delle caratteristiche granulometriche e fisicochimiche. Il dosaggio della silica fume non deve comunque superare il 7% del peso del cemento. Detta aggiunta non sarà computata in alcun modo nel calcolo del rapporto a/c. Se si utilizzano cementi di tipo I potrà essere computata nel dosaggio di cemento e nel rapporto a/c una quantità massima di tale aggiunta pari all'11% del peso del cemento. Nella progettazione del mix design e nelle verifiche periodiche da eseguire, andrà comunque verificato che l'aggiunta di microsilice praticata non comporti un incremento della richiesta dell'additivo maggiore dello 0,2%, per ottenere la stessa fluidità dell'impasto privo di silica fume.



6 ADDITIVI

L'impiego di additivi, come quello di ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nel mix design della miscela di conglomerato cementizio, preventivamente progettata.

Gli additivi per impasti cementizi si intendono classificati come segue:

- fluidificanti;
- aeranti;
- ritardanti;
- acceleranti;
- fluidificanti-aeranti;
- fluidificanti-ritardanti;
- fluidificanti-acceleranti;
- antigelo-superfluidificanti.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea **EN 934-2**. L'impiego di eventuali additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

Gli additivi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- devono essere opportunamente dosati rispetto alla massa del cemento;
- non devono contenere componenti dannosi alla durabilità del calcestruzzo;
- non devono provocare la corrosione dei ferri d'armatura;
- non devono interagire sul ritiro o sull'espansione del calcestruzzo;
- in tal caso si dovrà procedere alla determinazione della stabilità dimensionale.

Gli additivi da utilizzarsi, eventualmente, per ottenere il rispetto delle caratteristiche delle miscele in conglomerato cementizio potranno essere impiegati solo dopo valutazione degli effetti per il particolare conglomerato cementizio da realizzare e nelle condizioni



effettive di impiego. Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del calcestruzzo fresco.

Per le modalità di controllo e di accettazione il direttore dei lavori potrà far eseguire prove o accettare l'attestazione di conformità alle norme vigenti.

6.1 Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare a un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche. Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento; in caso di prodotti che non contengono cloruri tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente diluito. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo quanto previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti; la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123. In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

6.2 Additivi ritardanti

Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della direzione dei lavori, per:

- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti;



- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo. In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

6.3 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto prima dell'uso esso dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante: l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e delle norme UNI vigenti; la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123. Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni; la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

6.4 Additivi fluidificanti e superfluidificanti

Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della direzione dei lavori.

L'additivo superfluidificante di prima additivazione e quello di seconda additivazione dovranno essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di



progettazione del mix design e di prequalifica della miscela. Dopo la seconda aggiunta di additivo sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo; la direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento. Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento. In generale per quanto non specificato si rimanda alla UNI EN 934-2.

La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante: la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla UNI 8020; l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti; la prova di essudamento prevista dalla UNI 7122.

6.5 Additivi aeranti

Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della direzione dei lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La direzione dei lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante: la determinazione del contenuto d'aria secondo la UNI 6395; l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo secondo previste dal paragrafo 11.2. del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI vigenti; prova di resistenza al gelo secondo la UNI 7087; prova di essudamento secondo la UNI 7122; Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

7 ACCIAIO

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle Norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 gennaio 2008. 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.

PROGETTO ESECUTIVO

Rel. C - Relazione sui materiali



Occorre garantire un adeguato interferro 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 interferro 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. 14 gennaio 2008, 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. 14 gennaio 2008 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

PROGETTO ESECUTIVO

Rel. C - Relazione sui materiali



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.

7.1 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 11 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 marcatura 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 marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio tecnico centrale e deve comunicare tempestivamente



eventuali modifiche apportate. La mancata marcatura, 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 marcatura 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. 14 gennaio 2008 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

7.2 Controlli e 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: 12 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. 14 gennaio 2008. Il direttore dei lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C, deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

Tabella 21.1 – L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C

	Caratteristiche
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom} [N/mm^2]$
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\ nom} [N/mm^2]$
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,13$ $\leq 1,35$
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7\ %$
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	
$\varnothing < 12\text{mm}$	4 \varnothing
$12 \leq \varnothing \leq 16\text{ mm}$	5 \varnothing
per $16 < \varnothing \leq 25\text{ mm}$	8 \varnothing
per $25 < \varnothing \leq 50\text{ mm}$	10 \varnothing



8 CARATTERISTICHE MECCANICHE PER IL CALCESTRUZZO E L'ACCIAIO

Per il calcestruzzo e l'acciaio si assumeranno i seguenti valori del Modulo Elastico longitudinale e del Modulo a Taglio.

$$E = 5700 \times \sqrt{R_{ck}} \quad (\text{N/mm}^2) \quad \nu = 0 \div 0.20 \quad (0.2 \text{ cls non fessurato}) \quad G = \frac{E}{2 \times (1 + \nu)}$$

	CLASSE CLS				
	kg/cmq				
	Rck				
	250	300	350	400	450
Modulo elastico E (kg/cmq)	285.000	312.205	337.220	360.500	382.370
coefficiente di poisson ν (compreso tra 0 ÷ 0.2)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Modulo a Taglio G (kg/cmq)	129.550	141.915	153.285	163.865	173.805

Le caratteristiche meccaniche dell'acciaio saranno conformi alle Norme tecniche vigenti (cfr. D.M. 14/01/2008 paragrafo 11.2)

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELL'ACCIAIO	
	TIPO DI ACCIAIO
	B450C
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} N/mm ²	≥ 450
Tensione caratteristica di rottura f_{tk} N/mm ²	≥ 540
$(f_t / f_y)_k$	≥ 1,13
$(f_y / f_{y \text{ nom}})_k$	≤ 1,35
Allungamento $(A_{gt})_k$	≥ 7%
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: barre con diametro Φ fino a 12 mm: diametro D	4 Φ
barre con diametro Φ oltre 12 mm fino a 16 mm: diametro D	5 Φ
barre con diametro Φ oltre 16 mm fino a 25 mm: diametro D	8 Φ
barre con diametro Φ oltre 25 mm fino a 50 mm: diametro D	10 Φ

8.1 Deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio acciaio nelle verifiche agli s.l.u.

Ai fini delle verifiche di resistenza agli stati limite si adottano le seguenti deformazioni massime stabilite dalle Norme Tecniche Vigenti :



- deformazione massima conglomerato cementizio compresso, per flessione semplice e composta con l'asse neutro che interseca la sezione si assume pari $c_u = 0,35\%$;
- nel caso di compressione semplice si assume una deformazione massima del conglomerato cementizio compresso variabile tra $c_2 = 0,2\%$ e $c_u = 0,35\%$;
- per l'acciaio è ammesso il valore massimo $u_d = 0,9 \cdot u_k$ ove u_k è la deformazione corrispondente al picco di tensione, cautelativamente si assume $u_k = 1\%$