

## Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale: Andrea Dari traccia una prima analisi

09/10/2017

Andrea Dari

Dopo nove anni il Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LLPP rinnova le LINEE GUIDA sul CALCESTRUZZO STRUTTURALE.

La prima novità è che il documento si sdoppia. Il Documento che nel 2008 era intitolato “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.” si divide in due documenti:

- [LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE](#)
- [LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA](#)

La divisione è utile, perché permette anche concettualmente di poter suddividere quello che avviene prima e durante la realizzazione dell’opera e dopo, quando l’opera è conclusa, e potrebbero insorgere delle problematiche.

### Perché delle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale?

Ce l’ho spiega il Servizio Tecnico Centrale già nelle generalità del documento: “*Nel contesto di un’azione normativa tesa a migliorare la sicurezza strutturale, nonché l’affidabilità dei materiali e dei relativi sistemi costruttivi non poteva mancare una Linea Guida sulla messa in opera del calcestruzzo strutturale. Il documento ha l’obiettivo di evitare errori riconducibili a procedure improprie che possano pregiudicare le attese, in termini di resistenza e di durabilità, alla base del progetto. Il documento illustra ed esamina l’insieme delle lavorazioni e dei processi finalizzati ad una corretta messa in opera, intendendo con tale accezione l’insieme delle specifiche operazioni di movimentazione, getto, compattazione e maturazione, atte a realizzare un calcestruzzo strutturale con le caratteristiche di resistenza e di durabilità previste dal progetto.*

*Il documento proposto tocca, quindi, aspetti fondamentali per la sicurezza delle opere, nella utilizzazione di un materiale versatile e, per questo, a volte manipolato con eccessiva confidenza trascurando i necessari accorgimenti.*

*Le Linee Guida sono documenti tecnici a carattere monografico con finalità informative e divulgative che concretizzano altresì un’azione normativa di indirizzo, sviluppata su contenuti tecnico-scientifici, di ausilio a progettisti ed operatori del settore delle costruzioni.*

*L’azione divulgatrice delle Linee Guida in questione assume poi particolare importanza se si tiene conto dell’innovativo indirizzo “prestazionale” assunto dalle più recenti normative tecniche. Come è noto, una norma prestazionale fissa gli obiettivi ovvero i requisiti finali dell’opera, lasciando maggiore spazio e responsabilità alle figure professionali incaricate della progettazione e realizzazione dell’opera. In tal senso, infatti, le Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti prevedono l’impiego di calcestruzzo a prestazione garantita, limitando l’utilizzo a composizione richiesta a casi particolari, casi in cui il progettista si assuma la responsabilità? delle prestazioni.”*

Un supporto utile quindi, che non ha il connotato della cogenza, ma che in sede contrattuale e di contenzioso ha comunque una sua specifica e importante funzione.

### **A cosa si applicano**

Le Linee Guida **si applicano prevalentemente al calcestruzzo per uso strutturale, armato e non, ordinario e precompresso, usualmente impiegato nelle costruzioni.**

Nel documento però non ci sono parti specifiche riguardanti alcuni importanti calcestruzzi speciali ad oggi molto diffusi, come il calcestruzzo fibrorinforzato o il calcestruzzo autocompattante. È un peccato perché visto l'occasione dell'aggiornamento, sarebbe stato interessante avere maggiori indicazioni per questi due prodotti che stanno rivoluzionando il modo di costruire in calcestruzzo.

### **Le novità principali**

Della divisione abbiamo già detto. Scorrendo il sommario del primo documento scopriamo delle novità.

Innanzitutto è stato introdotto **un nuovo capitolo: “4. Gestione della qualità”**

Nel testo si richiama che la supervisione e l'ispezione dell'opera possa essere effettuata in base a quanto previsto nella norma UNI EN 13670-2010. Si ricorda infatti che tale norma utilizza, per le verifiche, tre classi di esecuzione, per le quali la severità aumenta da 1 a 3. La classe di esecuzione può essere riferita alla struttura completa, a componenti della struttura oppure ai materiali e alle tecnologie costruttive e deve essere dichiarata nella specifica di esecuzione.

Per quanto riguarda l'ispezione di materiali e prodotti (materiali per impalcature di sostegno, puntellamenti e/o attrezzature provvisorie di supporto, una , acciaio per armature, precompressione degli elementi del sistema, calcestruzzo fresco, premiscelato o miscelato in sito, elementi prefabbricati), per completezza di informazione, **le Linee Guida riprendono i primi tre prospetti della UNI EN 13670:2010:**

- il prospetto 1, dove vengono indicati tipo e modalità dei controlli in funzione della classe di esecuzione;
- il prospetto 2, dove vengono indicati gli argomenti per l'ispezione dell'esecuzione e i requisiti da verificare in funzione della classe di esecuzione;
- il prospetto 3, dove, infine, viene indicato tipo e documentazione dell'ispezione, sempre in funzione della classe di esecuzione.

**Prospetto 1 - UNI EN 13670:2010 Ispezione di materiali e prodotti.**

| Argomento   | Classe di esecuzione 1  | Classe di esecuzione 2                             | Classe di esecuzione 3 |
|---|---|--|------------------------|
| Materiali per impalcature di sostegno, puntellamenti e/o attrezzature provvisionali di supporto. Casseforme <sup>a)</sup>   | In conformità ai punti 5.1 e 5.5 della UNI EN 13670:2010  |  |                        |
| Acciaio per armatura <sup>a)</sup>  | In conformità al punto 6.2 della UNI EN 13670:2010  |  |                        |
| Precompressione dei componenti del sistema <sup>a)</sup>  | Da non utilizzare in questa classe  | In conformità al punto 7.2 della UNI EN 13670:2010 |                        |
| Calcestruzzo fresco <sup>a) c)</sup><br>Premiscelato o miscelato in sito  | In conformità ai punti 8.1 e 8.3 della UNI EN 13670:2010<br>Al ricevimento del calcestruzzo premiscelato deve essere presentata una bolla di consegna |  |                        |
| Altri elementi <sup>a) b)</sup>   | In conformità alla specifica di esecuzione  |  |                        |
| Elementi prefabbricati <sup>a)</sup>  | In conformità ai punti 9.2 e 9.3 della UNI EN 13670:2010  |  |                        |
| Rapporto di ispezione   | Non richiesto   | Richiesto  |                        |
| <p>a) I prodotti che recano la marcatura CE o certificati da un organismo di certificazione approvato devono essere controllati rispetto alla bolla di consegna e visivamente. In caso di dubbio, si deve effettuare una ulteriore ispezione per controllare che il prodotto sia conforme alla specifica. Gli altri prodotti devono essere sottoposti a ispezione e a prove di accettazione come definito nella specifica di esecuzione.</p> <p>b) Per esempio, elementi come componenti di acciaio inglobati ecc.</p> <p>c) Se si utilizza il calcestruzzo prescritto, le proprietà pertinenti necessitano di essere controllate mediante prove.</p> |   |  |                        |

**Prospetto 2 - UNI EN 13670:2010 Argomenti per l'ispezione dell'esecuzione.**

| Argomento   | Classe di esecuzione 1  | Classe di esecuzione 2  | Classe di esecuzione 3 |
|---|---|---|------------------------|
| Materiali per impalcature di sostegno, puntellamenti e/o attrezzature provvisionali di supporto. Casseforme | Secondo i requisiti di cui al punto 5 della UNI EN 13670:2010   |   |                        |
| Elementi inglobati  | Secondo i requisiti di cui al punto 5.6 della UNI EN 13670:2010 |   |                        |
| Armature ordinarie  | Secondo i requisiti di cui al punto 6 della UNI EN 13670:2010   |   |                        |
| Armature da precompressione   | Da non utilizzare in questa classe                              | Secondo i requisiti di cui al punto 7 della UNI EN 13670:2010 |                        |
| Trasporto in cantiere e getto e maturazione del calcestruzzo  | Secondo i requisiti di cui al punto 8 della UNI EN 13670:2010   |   |                        |
| Montaggio di elementi prefabbricati di erezione   | Secondo i requisiti di cui al punto 9 della UNI EN 13670:2010   |   |                        |

|                               | Classe di esecuzione 1                    | Classe di esecuzione 2   | Classe di esecuzione 3  |
|-------------------------------|---|--|---|
| Tipo di ispezione             | Ispezione visiva e misurazione a campione | Ispezione visiva e misurazioni sistematiche e regolari delle opere principali  | Ispezione visiva<br>Ispezione dettagliata di tutte le opere che sono significative per la capacità portante e la durabilità della struttura |
| Parte che svolge l'ispezione  | Autoispezione                             | Autoispezione<br>Ispezione in conformità alle procedure del costruttore<br>Possibili requisiti aggiuntivi secondo la specifica di esecuzione | Autoispezione<br>Ispezione in conformità alle procedure del costruttore<br>Requisiti aggiuntivi secondo la specifica di esecuzione          |
| Ambito                        | Tutte le opere                            | Oltre all'ispezione, ci deve essere un'ispezione sistematica e regolare delle opere  | Oltre all'ispezione, ci deve essere un'ispezione sistematica e regolare delle opere   |
| Rapporto di ispezione         | Non richiesto                             | Richiesto  |   |
| Geometria come da costruzione | Non richiesto                             | Secondo la specifica di esecuzione   |   |

**Molto ampliato anche il paragrafo sulle Cassaforme**, a cominciare dalla classificazione, dove si è scesi un maggiore dettaglio:

- casseforme verticali, modulari, componibili e non, corredate o non da componenti per le fasi del ciclo di costruzione per il corretto impiego in sicurezza delle stesse attrezzature provvisorie e da sistemi o componenti di puntellamento per la realizzazione fondazioni superficiali, muri, pareti, pilastri pile, spalle, pulvini, ecc.;
- casseforme orizzontali e/o inclinate, modulari o non, corredate o non da sistemi o componenti di puntellazione e/o di impalcature di sostegno e da componenti per il corretto impiego in sicurezza per la realizzazione di elementi edilizi orizzontali e/o inclinati;
- casseforme «dedicate» a specifiche realizzazioni, componibili o non, costituite da attrezzature provvisorie atte a contenere ed a sostenere il calcestruzzo durante il getto e la maturazione del calcestruzzo;
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali;
- casseforme a ripresa (dette anche rampanti), i cui dispositivi di sospensione sono ancorati al calcestruzzo precedentemente messo in opera, atte a realizzare strutture verticali, mediante il loro progressivo innalzamento tramite la movimentazione e il sollevamento delle stesse attrezzature provvisorie con apparecchi di sollevamento (gru, autogru, ecc.) o auto- sollevanti con meccanismi idraulici;
- casseforme scorrevoli, per realizzare opere che si sviluppino in altezza con continuità del ciclo di costruzione e produttivo;
- casseforme per manufatti prefabbricati in calcestruzzo;
- casseforme per gallerie e condotte;
- casseforme per specifiche metodologie costruttive per realizzare ponti, viadotti, infrastrutture, ecc. (attrezzature provvisorie per costruire archi in c.a. e strutture

a travata reticolare composta acciaio-calcestruzzo collaborante, attrezzature provvisionali dette «carri varo» per singole travi o conci di travata, attrezzature provvisionali traslabili per la costruzione di impalcati composti in acciaio e c.a. collaborante, attrezzature provvisionali per la costruzione di impalcati a sbalzi successivi per getto in opera, attrezzature provvisionali per la costruzione di impalcati a sbalzi successivi per assemblaggio di conci prefabbricati, casseforme supportate da centine auto-varanti e carri varo per travature prefabbricate o conci di travata in c.a., costruzioni per estrusione di impalcati con tronconi prefabbricati di calcestruzzo o gettato in opera, tramite spinta di traslazione longitudinale degli stessi conci);

- casseforme per opere portuali;
- casseforme per opere idrauliche (dighe, canali, ecc.).

Sappiamo che al documento ha contribuito anche il geom. Marco Tramaioni, che considero il maggior esperto in Italia sul tema delle casseforme e delle opere provvisionali, e la sua mano si vede.

Particolare enfasi viene dedicata al fatto che **le casseforme e le attrezzature provvisionali di sostegno/puntellamento debbano essere progettate**, ricordando che debba essere considerata non solo la capacità di supportare effettivamente le sollecitazioni applicate durante l'esecuzione delle opere, ma anche di lasciare alle opere la libertà? di deformazione eventualmente necessaria in corso di esecuzione.

Considerato che molte delle caratteristiche e delle performance della struttura in calcestruzzo dipendono dalle casseforme, e la pochezza di documentazione disponibile in Italia sul tema, è un bene che il Servizio Tecnico Centrale abbia voluto ampliare questa parte.

In questo capitolo si parla anche di **Armature, ma solo quelle tradizionali**. Come abbiamo già detto purtroppo il tema delle fibre non è trattato in questa revisione del documento. Ovviamente la novità è il riferimento alle nuove regole riguardanti il **processo di sagomatura delle armature per c.a.:** *“I processi di sagomatura adottati, sia nel Centro di Trasformazione che in cantiere, devono essere eseguiti in coerenza con quanto riportato nel Cap. 6 e nell’Allegato D della Norma UNI EN 13670:2009.”* Sul tema della piegatura è considerato con maggiore attenzione anche il problema della curvatura delle armature. Per assicurare il rispetto di quanto previsto sul diametro minimo dei mandrini da utilizzare in fase di sagomatura, bisogna prevedere per i lati risultanti dalla piegatura, come indicato in Figura 3, le lunghezze minime riportate nella successiva Tabella 5.2. Non basta, Per assicurare il rispetto di quanto previsto sul diametro minimo dei mandrini da utilizzare in fase di sagomatura, bisogna prevedere per i lati risultanti dalla piegatura, come indicato in Figura 3.

**Tabella 5.1 - Diametro minimo dei mandrini di piegatura.**

| $\Phi$ barra o rotolo in mm | Diametro del mandrino di piegatura (D in mm) |
|-----------------------------|--|
| $\leq 16$                   | 4 volte                                      |
| $> 16$                      | 7 volte                                      |

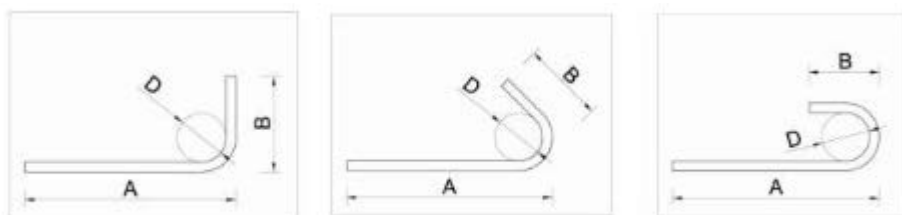


Figura 3: Sagome tipo.

Nel Capitolo “**6. Trasporto, messa in opera e compattazione del calcestruzzo**” è stato inserito un nuovo paragrafo: “**6.3.1 Fornitura del calcestruzzo**”. All’interno di questo paragrafo viene specificato che “*Il mezzo di consegna deve essere scelto tenendo in considerazione le caratteristiche del calcestruzzo allo stato fresco, l’elemento da realizzare e di altre informazioni riguardanti la logistica del cantiere quali la distanza tra il punto d’arrivo del mezzo e quello di getto, le condizioni climatiche, la conformazione delle casseforme e del cantiere, le attrezzature di compattazione disponibili e la durata, ovvero il tempo, prevista del ciclo di messa in opera del calcestruzzo. Tali informazioni devono essere fornite dall’impresa esecutrice al produttore di calcestruzzo.*”

Si tratta di un **chiarimento importante per quanto riguarda la definizione delle responsabilità**: è l’impresa che si deve assumere l’onere di valutare con quali procedure e mezzi procedere alla consegna del calcestruzzo. Il paragrafo poi è ricco di ulteriori informazioni e indicazioni.

All’interno del Capitolo 6 è stato introdotto anche un altro nuovo paragrafo: “**6.4.2 Grado di Compattazione**”. Nel testo si evidenzia come **il grado di compattazione, che e? funzione del tempo di vibrazione in relazione alla lavorabilità? del calcestruzzo, abbia una notevole influenza sulla resistenza meccanica dello stesso calcestruzzo in opera**. E si riporta anche un utile diagramma di valutazione del rapporto traguardo di compattazione e resistenza finale.

Aggiunta una precisazione a inizio capitolo: “*Il calcestruzzo, dopo essere stato confezionato presso l’impianto di betonaggio e? trasportato in cantiere per la realizzazione delle strutture dove, nella fase di messa in opera, viene gettato nelle casseforme e compattato per ottenere le tipologie di finitura e classe d’aspetto della superficie del calcestruzzo prescritte nelle Specifiche progettuali e di Capitolato tecnico.*” Quindi la confezione del calcestruzzo deve avvenire prima dell’inizio del trasporto.

Tra i chiarimenti inseriti in questa revisione anche uno sulla garanzia delle prestazioni, in particolare per i calcestruzzi a **COMPOSIZIONE RICHIESTA**: E’ opportuno rammentare che per il calcestruzzo a composizione richiesta il prescrittore deve assicurare, mediante adeguata documentazione di supporto, che la specifica del calcestruzzo sia conforme ai principi generali della UNI EN 206 e che la composizione specificata consenta di raggiungere le prestazioni desiderate allo stato fresco ed indurito. Il produttore di calcestruzzo è quindi tenuto a garantire quanto contenuto nelle

prescrizioni pertanto, **nel caso di calcestruzzo a composizione richiesta, il produttore non può fornire alcuna garanzia in merito alle prestazioni (da UNI 11104:2016).**

Poche differenze nei paragrafi successivi. Segnaliamo però un'aggiunta tra le indicazioni relative **al getto in clima caldo.**

In condizioni normali, durante le operazioni di getto **la temperatura del calcestruzzo fresco non dovrebbe superare 30-32°C e tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni, tenendo conto della maggiore quantità di calore di idratazione prodotto.** Le Linee Guida ricordano che esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo di acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Tuttavia, l'impiego dell'acqua fredda o del ghiaccio per abbassare la temperatura del calcestruzzo nei climi caldi e ridurre la perdita di lavorabilità, non è un'operazione semplice. Può essere utile, in tal caso, il ricorso agli additivi superfluidificanti, agli additivi ritardanti o agli additivi superfluidificanti di tipo ritardante che non incidono tanto sull'abbassamento della temperatura quanto sui tempi di presa e maturazione del calcestruzzo.

Si tratta di una prescrizione importante e difficile da rispettare nella comune pratica. Innanzitutto perché gli impianti non sempre sono dotati di sistemi di gestione del ghiaccio. Poi perché vi sono zone d'Italia in cui il clima non è particolarmente "amichevole" per mantenere queste temperature. I silos del cemento sono esposti al sole, così come le tramogge e le autobetoniere, a volte il cemento arriva ancora caldo (soprattutto per le centrali più vicine agli impianti di produzione), l'acqua non sempre è fredda a sufficienza, i mezzi arrivano in cantiere e devono sostare sotto il sole ... insomma sarebbe bello che la direzione lavori si occupasse di questo problema della temperatura del cls fresco, ma abbiamo la sensazione che ciò avvenga solo in cantieri speciali.

## **I Pavimenti Industriali**

Altra importantissima novità è l'**introduzione di un nuovo capitolo**, su un tema non considerato nella versione precedente delle Linee Guida: "**8. Prescrizioni relative all'esecuzione di pavimentazioni in calcestruzzo**". Il capitolo evidenzia, fin dalle prime battute, che si fa utile riferimento al documento CNR "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Pavimentazioni di Calcestruzzo ROMA – CNR 16 ottobre 2014"

Lo spazio dedicato alle Pavimentazioni Industriali dalle Linee Guida è molto ampio (9 pagine) con un sommario che tocca praticamente tutti punti chiave della realizzazione:

- 8.1 Pianificazione delle operazioni
- 8.2 Condizioni ambientali
- 8.3 Documentazione tecnico/contrattuale
- 8.4 Preparazione e tolleranze nella massicciata
- 8.5 Fasi operative dell'esecuzione
  - 8.5.1 Isolamento strutture verticali e spiccati verticali
  - 8.5.2 Barriera vapore/scorrimento
  - 8.5.3 Posa armatura (reti, fibre, barrotti)
  - 8.5.4 Fornitura del calcestruzzo a piè d'opera
  - 8.5.5 Sequenza campiture di posa
  - 8.5.6 Posa in opera calcestruzzo
  - 8.5.7 Applicazione strato di usura
- 8.6 Protezione e stagionatura

## 8.7 Giunti

### 8.7.1 Riempimenti e sigillature

## 8.8 Tipo finitura

## 8.9 Influenza delle condizioni ambientali sulla posa del calcestruzzo

## 8.10 Protezione del lavoro eseguito

## 8.11 Impiantistica

## 8.12 Impianti di riscaldamento/raffrescamento a pavimento

Non mi soffermo in questo primo articolo ad analizzare questa parte del documento perché sarà oggetto di un articolo indipendente.

### **I controlli sul calcestruzzo indurito**

L'altro volume "LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA".

Il sommario riprende quanto già contenuto nella versione del 2008, con una importante precisione sulle finalità delle Linee Guida, che fanno riferimento a due diverse fattispecie:

*"a) il caso in cui, con riferimento al Capitolo 11 delle vigenti Norme tecniche per le costruzioni, sia necessario verificare l' idoneità di un calcestruzzo messo in opera in relazione ai requisiti richiesti alla struttura, ovvero alla resistenza caratteristica prevista in progetto. In tale fattispecie l'obbiettivo è quindi solo quello di verificare l' accettabilità del calcestruzzo messo in opera controllando che la resistenza caratteristica strutturale in opera sia non inferiore ad una percentuale prestabilita della resistenza caratteristica potenziale prevista in progetto (attualmente, tale percentuale, come nel seguito precisato, è pari a 0,85 Rck). Per questo caso, si fa riferimento al successivo paragrafo 3.2.*

*b) il caso in cui, con riferimento al Capitolo 8 delle vigenti Norme tecniche per le costruzioni, sia necessario determinare il valore della resistenza media del cls da utilizzare ai fini della valutazione della sicurezza di una struttura esistente. In tale caso gli aspetti specifici sono riportati al successivo paragrafo 3.3."*

Introdotta anche un Glossario, che considerato quanto sia dibattuto questo argomento, è sicuramente utile e qui riprendiamo:

- "Rc Valore della resistenza misurata mediante prova di compressione su un cubetto prelevato all'atto del getto, confezionato secondo le indicazioni della UNI EN 12390 e maturato in condizioni standard (resistenza potenziale cubica)
- fc Valore della resistenza misurata mediante prova di compressione su un cilindro standard (d=15 cm; h=30 cm) prelevato all'atto del getto e maturato in condizioni standard (resistenza potenziale cilindrica)
- Rck Valore caratteristico di Rc
- fck Valore caratteristico di fc
- Rc, is Resistenza cubica stimata all'interno della struttura (resistenza strutturale cubica)
- fc, is Resistenza cilindrica stimata all'interno della struttura (resistenza strutturale cilindrica) Rck, is Valore caratteristico della Rc, is
- fck, is Valore caratteristico della fc, is
- fcarota (h/d=2) Valore della resistenza misurata su una carota estratta dalla struttura avente h/d=2 fcarota (h/d=1) Valore della resistenza misurata su una carota estratta dalla struttura avente h/d=1"

Rispetto al precedente documento **si sono persi i paragrafi dedicati ai Difetti superficiali, all'analisi delle loro cause e ai rimedi.** Un peccato perché si trattava di un utile compendio. Probabilmente si è voluto evitare che l'analisi delle problematiche



relative al calcestruzzo possa venire affrontato in modo semplicistico sulla base di un breve trattato. In ogni caso a titolo personale lo trovavo un utile riferimento. Stesso ragionamento per i difetti fessurativi.

### **Criteri di accettazione**

Cambia l'approccio delle Linee Guida sui criteri di accettazione. Nel vecchio documento si dava un criterio generale, mentre nel nuovo si entra in un maggiore dettaglio in funzione della numerosità del campione e del tipo di analisi e del metodo di prova.

Per esempio viene data maggiore attenzione **al problema della forma della carota**. Le linee Guida infatti ricordano che la resistenza alla compressione, determinata su carota, è penalizzata dalla riduzione in quota parte del contributo proveniente dagli aggregati presenti sulla superficie laterale della carota. Tale effetto, a parità di diametro del provino, viene minimizzato per calcestruzzi di classe di resistenza elevata e si riduce al crescere della dimensione massima degli aggregati presenti. **Questa riduzione di resistenza deve essere considerata nel calcolo della resistenza strutturale, tramite l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo detto Fattore di disturbo  $F_d$** . Dall'esame della letteratura esistente sull'argomento si è riscontrato che il valore di  $F_d$  decresce all'aumentare della resistenza  $f_{carota}$  rilevata sulla specifica carota. Si suggerisce quindi di adottare i valori riportati nella Tabella

*Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ( $h/d=1$ ;  $d=100$  mm)*

| $f_{carota}$ [N/mm <sup>2</sup> ] | 10   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $F_d$                             | 1.10 | 1.09 | 1.08 | 1.06 | 1.04 | 1.00 |

Riguardo il fattore di conversione resistenza cubica/resistenza cilindrica 0,83 - che le norme tecniche vigenti utilizzano in ambito progettuale nel passaggio fra i due valori - è opportuno precisare che, da specifici studi effettuati, anche mediante una campagna di prove opportunamente realizzata sul territorio nazionale e coordinata da un Gruppo di Lavoro opportunamente nominato in ambito Osservatorio del Calcestruzzo, è stato dimostrato come tale fattore di conversione presenti un rilevante margine di variabilità in relazione ai diversi tipi di calcestruzzo. Per tale motivo, come già accennato, si raccomanda, in accordo con la UNI EN 12504-1, di utilizzare carote con rapporto:

**$f_{carota}$  [N/mm<sup>2</sup>]  $h/d=1$  (eventualmente  $h/d=2$ );**

è comunque fortemente sconsigliato l'impiego di carote caratterizzate da un rapporto  $h/d$  intermedio.

Importante che le Linee Guida ricordino che nel caso di prove che vengano effettuate ai fini della valutazione della capacità di strutture esistenti, si ricorda che, ai sensi della Circolare n. 617, "Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive".

Alcune modifiche sostanziali sono riportate nel capitolo riguardante la stima delle caratteristiche meccaniche in opera mediante la velocità di propagazione di micro-impulsi (ultrasonici).

Le procedure per l'esecuzione della prova sono descritte dalla norma UNI EN 12504-4 ("Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici") e rispetto al 2008 sono cambiate alcune formule.

Anche il capitolo dedicato al metodo SONREB è stato aggiornato e arricchito di informazioni e indicazioni

## **Conclusioni**

Il calcestruzzo strutturale è il materiale più utilizzato in Italia (e al mondo) per costruire. Ne segue che le normative italiane dedichino molto spazio alla regolamentazione della progettazione, alla produzione, alla messa in opera, al controllo e collaudo. Il calcestruzzo è ampiamente trattato nelle norme tecniche, e i documenti collegati, nelle Istruzioni CNR, nelle Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale e dalle norme CEN e UNI. Purtroppo però continuiamo a vedere casi di strutture che si ammalarono velocemente, di cantieri dove si aggiunge acqua prima del getto, di cubetti abbandonati in cantiere ...

**Il settore non ha quindi un problema di regolamentazione e normazione, ma più di controllo.** Ma il controllo richiede risorse che ad oggi l'organo tecnico di riferimento italiano non ha. Al Servizio Tecnico Centrale è affidato l'incarico di controllare laboratori, centri di lavorazione, istituti di certificazione, applicazione di marcatura ce, ... ma la struttura è composta da un numero davvero risibile di persone. Forse, invece di disperdere preziose risorse in progetti di pura comunicazione come Casa Italia o Italia Sicura sarebbe più opportuno concentrarle su un unico organo. Ma questo è un altro argomento. Quindi Buona lettura a tutti delle Linee Guida.