



IL QUADRO DELLA NORMATIVA TECNICA RIGUARDANTE LE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

Forlì 8 luglio 2014

Ing. Zampighi Colombo

czampighi@iol.it 337 610998

Introduzione

- Nel mondo esistono diversi sistemi per la gestione dei lavori che vengono ricondotti a due modelli prevalenti (latino e anglosassone).
- Il primo è ben rappresentato dalla Francia dove l'Amministrazione dello Stato partecipa attivamente alle attività di sviluppo della cultura tecnica del comparto delle costruzioni in cui il ruolo centrale è svolto dalle Imprese a cui sono affidate gran parte delle responsabilità secondo l'impostazione del Codice Napoleonico (come in Italia) .
- Nel dopoguerra a seguito del drammatico sviluppo del settore e del nascere di esigenze costruttive complesse specie nel campo delle infrastrutture (si pensi alle centrali nucleari) ci si rese conto che le Imprese non potevano da sole farsi completamente garanti dei risultati attesi e la Legge Spinetta affidò alle Assicurazioni il compito di surrogarle.

Introduzione

- Le Assicurazioni che disponevano da tempo di partner tecnici evoluti potenziarono il loro ruolo come Società di controllo nella gestione delle opere sia nella fase di progettazione sia in quella di realizzazione.
- Nel mondo anglosassone la legislazione non prevede responsabilità postume per l'Impresa che normalmente dopo un breve periodo di manutenzione successivo alla fine lavori viene esentata da gran parte degli oneri.
- Nel contempo il Direttore dei Lavori è il Responsabile del controllo dei lavori e dispone degli strumenti necessari ed efficaci per esercitare tale ruolo; l'Impresa non è autonoma nelle scelte operative.
- Il corpo della normativa tecnica è esaustivo e consente il dialogo costruttivo tra Società d'Ingegneria ed Imprese che comunque è necessariamente meno snello di quello presente nel modello latino.

Introduzione

- Purtroppo in Italia negli ultimi cinquant'anni gli attori più importanti (Stato, Professionisti e Imprese) non sono riusciti ad elaborare una strategia per mutuare i pregi di questi due modelli ed il sistema delle costruzioni nostrano, prima all'avanguardia nel mondo, è stato soggetto ad un progressivo degrado.
- L'introduzione, negli anni novanta, di modelli legislativi di gestione dei lavori pubblici di matrice europea, non alimentata da un tessuto legislativo/culturale e da una prassi operativa congruenti ha reso più evidenti le criticità già presenti ed in particolare l'insufficienza e quindi l'inefficacia di processi decisivi come la pianificazione e progettazione con conseguenti ricadute negative sulla realizzazione.

Introduzione

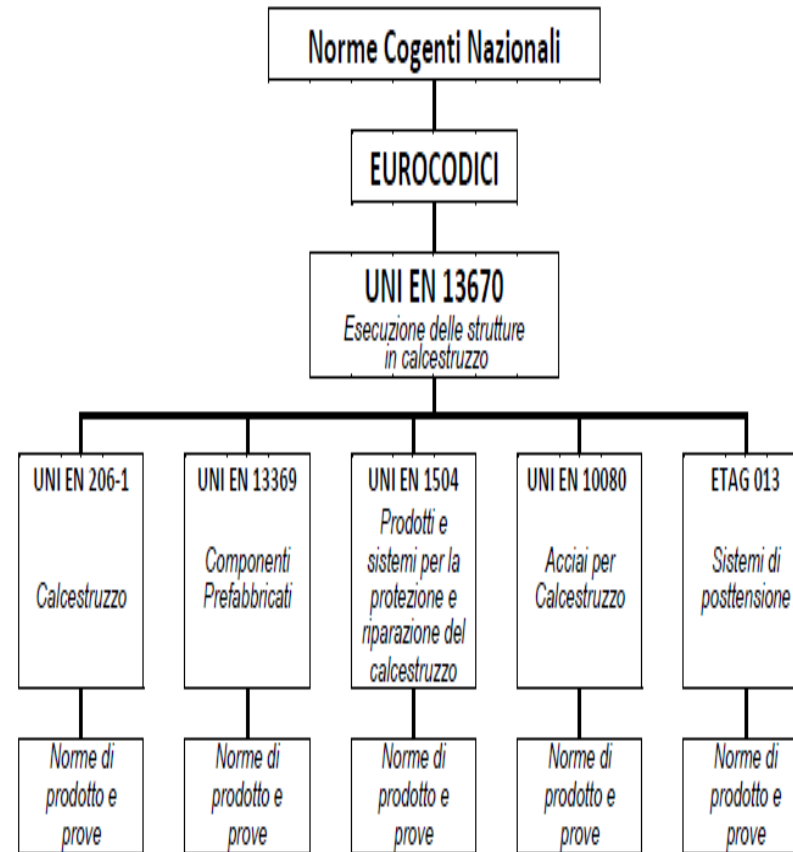
- Il Codice Civile e Sentenze assegnano responsabilità e possesso del cantiere all'Impresa
- Spesso il Responsabile di Procedimento non dispone di tutte le conoscenze e strumenti per esercitare la necessaria autorità
- Lo strumento delle garanzie bancarie è scarsamente utilizzato
- Nella prassi la Direzione Lavori ha scarsi strumenti per svolgere il proprio ruolo
- Questo seminario si propone di aiutare a colmare le lacune relative alla mancanza di conoscenza delle norme tecniche

Riferimenti alla normativa tecnica

- La legge 163 sugli appalti e relativo regolamento impongono che i documenti di gara riportino le specifiche d'esecuzione con univoci riferimenti alla normativa tecnica europea : requisito mai rispettato in Italia
- Il capitolato speciale , non indicato nelle NTC come documento progettuale , in Italia è quasi sempre non aderente , non aggiornato , non completo , non congruente con gli altri elaborati
- Le NTC trattano di progettazione , calcolo e dedicano un trafiletto (Par. 4.1.7) all'esecuzione citando la UNI EN 13670 : manca la chiara esplicitazione dei controlli in questa fase

Norme tecniche per le strutture in calcestruzzo

Gerarchia Norme



UNI EN 13670 (introduzione)

- La norma si applica alla realizzazione delle opere in calcestruzzo per consentire a queste di raggiungere i livelli di sicurezza e funzionalità previsti durante il ciclo di vita (vedi Eurocodici 0, 2 e 4) ed ha tre funzioni principali:
- Costituire il collegamento fra progettazione e costruzione;
- Fornire il riferimento normativo per quanto riguarda i requisiti tecnici per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo;
- Servire al progettista come checklist aperta per la redazione della documentazione grafica e prescrittiva necessaria (*execution specification*).

UNI EN 13670 (introduzione)

- E' previsto che i singoli stati producano degli allegati nazionali per aree di loro competenza quali ad esempio la competenza del personale ed il "*quality management*"; dettagli vengono forniti all'Annex H
- La norma traccia i contorni della struttura organizzativa necessaria per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo.

UNI EN 13670 (Capitolo 1 Scopo)

- La Norma si applica a strutture in opera e prefabbricate
- La Norma prevede che le “ execution specification “ (da predisporre da parte del Progettista) definiscano i requisiti specifici di ogni particolare struttura
- La Norma si applica a strutture permanenti e temporanee
- La Norma non copre i requisiti di produzione di calcestruzzo ed elementi prefabbricati

UNI EN 13670 (Capitolo 2 Riferimenti normativi)

- I riferimenti normativi esplicitamente riportati sono :
- EN 206-1 (ora sostituita dalla EN 206:2013)
- ETAG 013 e norme relative a materiali per i sistemi di precompressione
- ISO EN 17660-1-2 riguardanti le saldature di acciai d'armatura

UNI EN 13670 (Capitolo 3 Termini e definizioni)

- Vengono definiti termini specifici relativi alle tolleranze dimensionali e fra gli altri alcuni concetti importanti :
- Execution specification (Elaborati per l'esecuzione)
- Inspection (Controlli)
- Method statement (Procedure d'esecuzione)
- Quality plan (Piano Qualità)

UNI EN 13670 (Capitolo 4 Gestione dell'esecuzione)

- Si articola in 4 sottocapitoli :
- 4.1 Assunti
- 4.2 Documentazione
- 4.3 Gestione qualità
- 4.4 Azioni in caso di non conformità
- L'Annex A poi approfondisce gli aspetti relativi alla documentazione ed in particolare i contenuti delle “execution specification” con una checklist dettagliata
- L'Annex B fornisce dettagli sulla gestione delle classi d'esecuzione

UNI EN 13670 (Capitolo 4.1 Assunti)

- Innanzitutto la UNI EN 13670 parte da una serie di assunzioni date per scontate:
- Disponibilità di un progetto completo delle strutture; presenza di efficaci organizzazioni di controllo, supervisione e gestione operativa (*project management* e *site management*);
- Nel caso di utilizzo di prefabbricati: la disponibilità di un progetto completo in accordo alla normativa specifica e di un coordinamento di progetto efficace per quanto riguarda componenti prefabbricati e parti in opera; specifiche tecniche esaustive riguardanti i prefabbricati con particolare riferimento al montaggio; presenza di un “*erection management*” che gestisca le squadre di montaggio;

UNI EN 13670 (Capitolo 4.1 Assunti)

- Disponibilità delle necessarie risorse umane e materiali per realizzare i lavori nel rispetto della norma (a tal proposito la norma nota che in alcuni stati esistono requisiti particolari riguardo ai livelli di formazione, addestramento e professionalità di personale a cui vengono affidati compiti specifici);
- Rispetto da parte dell'Appaltatore delle leggi e normative riguardanti: la gestione per la qualità, la qualifica del personale, salute e sicurezza, ambiente;
- Uso della struttura ultimata conforme al progetto e messa in atto delle attività pianificate di ispezione e manutenzione necessarie a garantirne la vita prevista ed individuarne carenze o comportamenti inattesi.

UNI EN 13670 (Capitolo 4.2 Documentazione)

- Il Cap.4.2 della UNI EN 13670 e l'allegato A forniscono le necessarie informazioni riguardanti la documentazione necessaria per la gestione dell'esecuzione articolata in :
- ***specifiche d'esecuzione*** (*execution specifications*)
- ***piano qualità*** (*quality plan*)
- ***documentazione concernente l'esecuzione delle strutture*** (*execution documentation*)
- ***eventuali registrazioni specifiche*** (*special record documentation*)

UNI EN 13670 (Capitolo 4.2 Documentazione)

- Le specifiche d'esecuzione devono contenere:
- ***riferimento alla UNI EN 13670*** e relativo Allegato nazionale
- (quando disponibile)
- ***riferimento alle altre norme europee ed ETA pertinenti***
- ***riferimento alle norme cogenti e volontarie nazionali pertinenti***
- ***specifiche di progetto (project specification)***
- ***disegni e documentazione tecnica necessaria per l'esecuzione***
- Le specifiche di progetto possono essere assimilate alla parte riguardante l'esecuzione delle strutture nel capitolato speciale di cui ai par. 3a e 3b Art. 43 del Regolamento .

UNI EN 13670 (Capitolo 4.3 Quality Management)

- Per indirizzare la pianificazione nell'ambito del *Quality Management* la UNI EN 13670 individua tre classi d'esecuzione che sono correlate ai tre livelli di affidabilità di cui all'Annex B dell'Eurocodice EN 1990.
- Per ognuna delle tre classi (con criticità crescente) sono definiti i requisiti riguardanti i controlli su materiali e componenti, sull'esecuzione e quelli concernenti le registrazioni ad essi relativi.
- Prevede che la classe di esecuzione 1 debba essere utilizzata solo per opere per le quali in caso di carenze le conseguenze sono modeste o trascurabili; prevale la prassi dell'autocontrollo ; per le classi 2 e 3 tutti i controlli devono essere registrati nell'ambito di un sistema di controllo interno all'organizzazione dell'Appaltatore.

UNI EN 13670 (Capitolo 4.3 Quality Management)

- Per le strutture in classe d'esecuzione 2 devono essere previsti controlli sistematici relativi a calcestruzzo ed armature per gli elementi strutturali più importanti (pilastri e travi) e controlli spot sugli altri in relazione alla criticità di aspetti quali la capacità portante e la durabilità.
- Le strutture in precompresso non possono essere previste in classe d'esecuzione 1

UNI EN 13670 (Capitolo 4.3 Quality Management)

- Per la classe 3 devono essere effettuati controlli dettagliati per tutti i lavori che sono significativi per la capacità portante e la durabilità delle opere ed è previsto un controllo esterno (Direzione Lavori ed eventualmente terza parte indipendente) ; per le strutture in tale classe i controlli devono essere sistematici per tutti gli elementi e devono riguardare tutte le fasi operative significative: ispezione delle casseforme e strutture di sostegno, controlli sulle armature, pulizia prima dei getti, controlli sul calcestruzzo e relative operazioni di getto e maturazione, controlli su sistemi e operazioni di precompressione ed iniezione etc. ; per gli elementi prefabbricati le ispezioni devono riguardare sistematicamente gli appoggi e i giunti.

UNI EN 13670 (Capitolo 4.3 Quality Management)

- Per ogni punto/elemento oggetto di ispezione/controllo la documentazione di pianificazione (piano dei controlli) dovrebbe indicare:
- Requisiti da rispettare;
- Riferimenti a norme e specifiche d'esecuzione;
- Metodologia d'ispezione, monitoraggio e controllo
- Indicazione dell'ambito o elemento oggetto dell'ispezione/controllo;
- Frequenza;
- Criteri d'accettazione;
- Documentazione da produrre;
- Autore/responsabile;
- Eventuale coinvolgimento di altri intervenenti.

UNI EN 13670 (Capitolo 4.4 azioni in caso di n.c.)

- Quando i controlli evidenziano non conformità devono essere avviate azioni per assicurare le prestazioni della struttura come da progetto
- Devono essere condotti i accertamenti riguardo a:
- Implicazioni della non conformità
- Interventi necessari per rendere l'elemento strutturale accettabile
- La necessità di rigettare/demolire il componente e rimpiazzarlo con uno idoneo

UNI EN 13670 (Capitolo 5 Elementi di supporto e cassaforme)

- Si articola in 7 sottocapitoli :
- 5.1 Requisiti di base (Basic requirements)
- 5.2 Materiali (Materials)
- 5.3 Progettazione ed installazione degli elementi di supporto (Design and installation of falsework)
- 5.4 Progettazione ed installazione degli elementi delle cassaforme (Design and installation of formwork)
- 5.5 Cassaforme speciali (Special formwork)
- 5.6 Inserti nelle cassaforme ed incorpori (Inserts in formwork and embedded components)
- 5.7 Rimozione degli elementi di supporto e delle cassaforme (Removal of formwork and falsework)
- L'Annex C fornisce poi dettagli sui singoli capitoli

UNI EN 13670 (Capitolo 5.1 Requisiti di base)

- Elementi di supporto (falsework) e cassaforme (formwork) utilizzati devono essere progettati ed installati in modo da essere in grado di resistere a qualsiasi azione prevedibile nel corso della costruzione ed essere sufficientemente rigidi da garantire il rispetto delle tolleranze dimensionali e l'integrità degli elementi strutturali; la forma, funzione, aspetto e durabilità delle strutture permanenti non deve essere penalizzata.
- Sistemi, attrezzature, componenti e materiali di cui sopra devono rispettare le normative EN pertinenti (p.es le UNI EN 12812 e 12813 riguardanti le strutture di sostegno).

UNI EN 13670 (Capitolo 5.1 requisiti di base)

- L'Annex C richiama i principali Eurocodici pertinenti per il calcolo delle azioni EN 1990 e EN 1991-1-6 invitando a tener conto delle significative combinazioni di :
 - *Peso proprio*
 - *Pressioni sulle casseforme*
 - *Carichi dovuti alle attività di costruzione*
 - *Vento e neve*
 - *Azioni particolari quali le azioni sismiche che comunque normalmente non sono prese in considerazione per opere temporanee come falsework e formwork*
- Si sottolinea inoltre l'importanza del corretto controventamento (bracing)

UNI EN 13670 (Capitolo 5.2 Materiali)

- Non vengono poste limitazioni all'uso di materiali conformi alle norme europee e comunque in linea con i requisiti di cui al capitolo precedente e del Capitolo 8 relativo al calcestruzzo
- Si richiama specificatamente l'attenzione alla corretta scelta ed utilizzo dei disarmanti
- I materiali impiegati per le casseforme devono tenere conto della finitura superficiale richiesta (vedi Capitolo 8)

UNI EN 13670

(Capitolo 5.3 progettazione ed installazione degli elementi di supporto)

- Falsework : elementi e strutture di supporto destinati a sostenere temporaneamente le parti delle strutture in cls finché non sono autoportanti ed i relativi carichi di servizio .
- Quando previsto dalle “execution specification “ deve essere predisposto un “ method statement “ , idonea documentazione indicante i parametri di progetto , i metodi di montaggio e rimozione incluse le eventuali sottopuntellazioni : deve precisare i requisiti relativi alla movimentazione , fissaggio , premonte di progetto , carico , sbloccaggio , disarmo e rimozione
- Vengono indicati i criteri con cui evitare cedimenti , deformazioni e fessurazioni nel calcestruzzo

UNI EN 13670

(Capitolo 5.4 Progettazione ed installazione delle cassaforme)

- Formwork : (permanenti o temporanee) destinate a contenere il calcestruzzo e mantenerne la forma e le dimensioni previste finché necessario.
- Quando previsto dalle “execution specification “ deve essere predisposto un “ method statement “ , idonea documentazione indicante i metodi di supporto montaggio e rimozione : deve precisare i requisiti relativi alla movimentazione , aggiustamento , fissaggio , premonte di progetto , carico , sbloccaggio , disarmo e rimozione.
- Vengono date indicazioni per evitare deformazioni , perdite di fini e fessurazioni nel calcestruzzo e dettagli relativi alla gestione delle casseforme scorrevoli ; si analizzano problematiche specifiche quali la pulizia , la finitura superficiale del calcestruzzo e l'assorbimento d'acqua

UNI EN 13670

(Capitolo 5.6 Inserti nelle cassaforme ed incorpori)

- Inserti temporanei, barre , tubi e quant'altro simile da annegare nella sezione del calcestruzzo e componenti incorporati devono rispondere ai seguenti requisiti :
- Essere fissati saldamente per mantenere durante il getto la loro posizione ; essere protetti contro la corrosione e sufficientemente indeformabili ; consentire il necessario copriferro ; non indurre inaccettabili azioni sulle strutture; non pregiudicare la funzionalità e durabilità del membro strutturale ; non reagire in modo dannoso con acciaio e calcestruzzo (attenzione ad elementi zincati ed in alluminio e differenze di potenziale) ; non alterare la finitura superficiale del calcestruzzo ; non pregiudicare la corretta posa e compattazione del calcestruzzo

UNI EN 13670

(Capitolo 5.7 rimozione di elementi di supporto e cassaforme)

- Vengono forniti i requisiti relativi alle operazioni di disarmo ; in particolare vengono definiti i criteri con cui valutare se il calcestruzzo ha raggiunto le necessarie prestazioni
- Il disarmo non deve indurre sulle strutture urti , danni o sovraccarichi ; la sequenza di disarmo deve assicurare la stabilità del sistema “falsework and formwork”
- Nel caso di sottopuntellazioni e/o ripuntellazioni si deve predisporre un “method statement “
- La tempistica del disarmo deve tener conto del ruolo eventuale delle casseforme nel sistema di curing

UNI EN 13670 (Capitolo 6 Armature *lente*)

- Si articola in 5 sottocapitoli :
- 6.1 Generalità : i requisiti normativi valgono sia per armature lavorate in cantiere sia per quelle prefabbricate
- 6.2 Materiali
- 6.3 Taglio , piega , trasporto e stoccaggio
- 6.4 Saldature (Welding)
- 6.5 Posa e giunti (Joints and placing)
- L'Annex D fornisce poi dettagli sui capitoli 6.2 e 6.3

UNI EN 13670 (Capitolo 6.2 Materiali)

- Per gli acciai si rimanda alle normative nazionali ed europee rammentando che devono essere chiaramente identificabili
- Leggera ruggine superficiale è accettabile
- Le caratteristiche di ancoraggi e giunzioni meccaniche e di materiali diversi dagli acciai devono essere precisate nelle “execution specification”
- Acciai zincati devono essere passivati
- Vengono forniti dettagli relativi all'utilizzo dei distanziatori

UNI EN 13670

(Capitolo 6.3 Taglio , piega , trasporto e stoccaggio)

- Le operazioni di taglio, piegatura, trasporto, stoccaggio ed eventuale saldatura delle armature devono essere conformi a quanto indicato nelle “execution specification”
- Le armature non devono essere danneggiate durante la movimentazione e devono essere stoccate non a contatto col terreno
- Ampi dettagli vengono forniti riguardo ai requisiti per la piegatura ; in particolare la piegatura di barre a temperature inferiori a -5° deve essere soggetta a specifica procedura e relativa approvazione da parte della D.L.; La piegatura tramite riscaldamento non è permessa; la raddrizzatura delle barre non è permessa se non rispettando regole precise (fra le quali l'utilizzo di mandrini di diametro doppio di quello normalmente previsto)

UNI EN 13670 (Capitolo 6.4 saldature)

- Le saldature sono permesse su acciai classificati saldabili
- Le saldature strutturali (portanti) di armature fra di loro e con acciaio strutturale devono essere effettuate in accordo con la UNI EN ISO 17660-1.
- Le saldature non strutturali (non portanti) di armature fra di loro e con acciaio strutturale devono essere effettuate in accordo con la UNI EN ISO 17660-2.

UNI EN 13670 (Capitolo 6.5 Giunti/Posa)

- Le armature devono essere messe in opera secondo quanto prescritto negli elaborati esecutivi/costruttivi che devono indicare i dettagli dei ricoprimenti, passi, giunti, sovrapposizioni, lunghezze ancoraggi e disposizione planimetrica.
- Le armature devono essere fissate con legature o saldature puntuali in modo che la loro posizione finale rientri nelle tolleranze prestabilite dalla UNI EN 13670.
- Il ricoprimento deve essere quello nominale e deve essere applicato alla superficie esterna di tutte le armature (anche quelle di confezionamento)

UNI EN 13670 (Capitolo 6.5 Giunti/Posa)

- Nel caso gli elaborati indichino armatura “corrente” non più del 25% delle sovrapposizioni potrà essere posizionata in corrispondenza di una sezione e la distanza tra due sovrapposizioni adiacenti non dovrà essere inferiore alla lunghezza della sovrapposizione che dovrà essere indicata (regola non utilizzabile per armature strutturalmente rilevanti quali quelle per travi , pilastri etc.).
- Salvo diversa specificazione le sovrapposizioni fra due barre devono essere a contatto ed in travi e pilastri le due barre devono essere legate fra di loro.

UNI EN 13670 (Capitolo 7 Precompressione)

- Si articola in 6 sottocapitoli :
- 7.1 Generalità : i requisiti normativi valgono per :
- Sistemi di precompressione a cavi aderenti
- Sistemi di posttensione a cavi aderenti (con ETA valido in accordo a ETAG 013)
- Sistemi di posttensione a cavi non aderenti (con ETA valido in accordo a ETAG 013)
- 7.2 Materiali
- 7.3 Trasporto e stoccaggio
- 7.4 Posa dei cavi
- 7.5 Tesatura
- 7.6 Misure di protezione
- L'Annex E fornisce poi dettagli sui capitoli 7.3 , 7.4 , 7.5
- (vengono dettagliati i contenuti di un piano di tesatura) e 7.6

UNI EN 13670

(Capitolo 8 Attività relative al calcestruzzo)

- Si articola in 8 sottocapitoli :
- 8.1 Specifica del calcestruzzo
- 8.2 Attività preliminari
- 8.3 Consegna , ricevimento e movimentazione del calcestruzzo fresco
- 8.4 Posa e compattazione
- 8.5 Curing (maturazione) e protezione
- 8.6 Attività successive
- 8.7 Getto di strutture composite
- 8.8 Finitura superficiale
- L'Annex F fornisce poi dettagli sui singoli capitoli ed in particolare sulla posa dell'SCC , sulle “ curing classes “ e sulla finitura superficiale

UNI EN 13670

(Capitolo 8.1 Specifica del calcestruzzo)

- Viene confermato il riferimento alla EN 206-1 (ora EN 206:2013) per quanto riguarda le specifiche di prodotto .
- Si precisa che tali specifiche devono essere integrate da quelle riguardanti l'esecuzione e dai requisiti relativi alle modalità particolari d'esecuzione del progetto in questione
- In sede di redazione delle specifiche può essere necessario acquisire dal produttore/i di calcestruzzo la curva di sviluppo delle resistenze
- Vengono forniti dettagli relativi al Dmax degli aggregati in funzione di situazioni specifiche d'esecuzione .

UNI EN 13670

(Capitolo 8.2 attività preliminari)

- Quando previsto dalle “execution specification” deve essere predisposto un “concreting plan” (piano dei getti) e prove di qualifica (che devono essere completate e documentate prima di iniziare i getti)

Nota: esistono checklist predisposte per analizzare le problematiche relative alla pianificazione dei getti

- Tutti i lavori preparatori devono essere completati, ispezionati e documentati prima di iniziare il getto
- I giunti di costruzione devono essere predisposti secondo quanto indicato nelle “execution specification” (non in sezioni critiche) puliti e bagnati
- Le cassaforme devono essere pulite

UNI EN 13670

(Capitolo 8.2 Attività preliminari)

- Nel caso di getti a diretto contatto col terreno devono essere prese misure per evitare che il calcestruzzo si mescoli con questo : deve essere previsto un magro di pulizia di min 50 mm o il copriferro incrementato secondo quanto previsto dalla EN 1992-1-1
- Se c'è il rischio che pioggia o altro dilavino il calcestruzzo è necessario proteggere il getto
- Terreno , casseforme e altro a contatto con il getto devono essere al di sopra di 0°
- Quando la temperatura ambientale è bassa o alta occorre prendere opportune precauzioni
- Le “execution specification” devono definire le temperature che richiedono particolari precauzioni

UNI EN 13670

(Capitolo 8.3 Consegna , ricevimento e movimentazione del calcestruzzo fresco)

- Per tutte le classi d'esecuzione è previsto il controllo sistematico documentato dei “delivery ticket” (DDT) prima dello scarico durante il quale il calcestruzzo deve essere controllato visivamente ; nel caso di anomalie lo scarico deve essere fermato
- Le “execution specification” devono indicare le modalità di prelievo di campioni ; nel caso di SCC sono necessarie prove specifiche sul calcestruzzo fresco
- Durante il carico , trasporto e scarico e movimentazione si devono evitare alterazioni del calcestruzzo fresco quali segregazione , bleeding , perdita di fini o altro ; Il calcestruzzo fresco non deve entrare a contatto con leghe di alluminio

UNI EN 13670

(Capitolo 8.4 Posa e compattazione)

- Il calcestruzzo deve essere posato e compattato in modo tale da assicurare il ricoprimento di armature ed inserti e la necessaria resistenza e durabilità ; a tal fine particolari precauzioni devono essere prese nei cambi di sezione , in presenza di congestione di armature , in sezioni strette , in corrispondenza dei giunti di costruzione e di aperture ; la segregazione deve essere minimizzata
- Il ritmo di getto deve essere tale da evitare giunti freddi e non indurre assestamenti e pressioni eccessive ; precauzioni particolari in caso di finiture particolari
- Il calcestruzzo deve essere protetto in fase di getto da condizioni ambientali avverse

UNI EN 13670

(Capitolo 8.4 Posa e compattazione)

- Vengono fornite prescrizioni ed indicazioni relative alla posa e compattazione di :
- Calcestruzzi leggeri (attenzione al pompaggio)
- SCC (ampie raccomandazioni nell'Annex F)
- Calcestruzzo proiettato (EN 14487-1 e 2)
- Calcestruzzo da impiegare in casseforme scorrevoli (è necessaria la compatibilità dei dettagli esecutivi con le modalità costruttive)
- Calcestruzzo subacqueo (anche qui è indispensabile che le “execution specification” siano congruenti con le modalità operative)

UNI EN 13670

(Capitolo 8.5 Maturazione e protezione)

- “ Curing and protection “ sono indispensabili al fine di minimizzare il ritiro plastico, assicurare sufficiente resistenza superficiale e garantirne la durabilità contro condizioni ambientali avverse, gelo, vibrazioni, urti e danneggiamenti ; le tecniche principali impiegate sono le seguenti (utilizzate separatamente o in sequenza):
- Mantenere il calcestruzzo casserato;
- Coprire le superfici con teli con funzione di barriera vapore o con teli mantenuti costantemente bagnati;
- Mantenere le superfici visibilmente umide (p.es. irrorando costantemente con acqua);
- Applicare prodotti dedicati (curing compound) adeguatamente qualificati per l'uso specifico;
- Tecniche particolari per la maturazione accelerata.

UNI EN 13670

(Capitolo 8.5 Maturazione e protezione)

- Le metodologie utilizzate devono limitare la velocità di evaporazione del calcestruzzo ed evitare che la temperatura della superficie del calcestruzzo scenda sotto i 0 gradi prima che questo abbia acquisito una resistenza di 5 N/mm²; la durata delle procedure di maturazione applicate dipende dalla percentuale di resistenza che si intende raggiungere e dalle condizioni ambientali.
- Per definire la durata del trattamento di maturazione è necessario disporre/elaborare curve di sviluppo della resistenza in funzione delle condizioni ambientali ; si indicano i criteri/metodi per procedere a tale valutazione

UNI EN 13670

(Capitolo 8.5 Maturazione e protezione)

- Viene definito e sviluppato il concetto di classe di maturazione che deve essere prescritta nelle specifiche d'esecuzione.
- Sono previste quattro classi :
- La prima prevede un tempo di “curing “ di 12 ore
- Le altre tre indicano tre percentuali crescenti di resistenza (35% , 50% , 70%)
- L'Annex F fornisce per ognuna di queste ultime delle tabelle che incrociano durata del “curing “, temperatura superficiale del calcestruzzo e curva di sviluppo di resistenza (rapido , medio e lento)

UNI EN 13670

(Capitolo 8.5 Maturazione e protezione)

- La scelta della “ curing class “ dipende dalle classi d'esposizione , concrete mix , copriferro , condizioni climatiche e spessore degli elementi .
- Vengono fornite indicazioni per la gestione di cicli di maturazione accelerata .
- Viene approfondita la problematica di gestione dei curing compound
- Si analizza nel dettaglio la gestione del curing per calcestruzzi a basso bleeding (p.es. SCC) per evitare fessurazioni da ritiro plastico

UNI EN 13670

(Capitolo 8.6 Attività successive)

- Dopo il disarmo tutte le superfici delle strutture devono essere sottoposte ai pertinenti controlli in funzione della classe di esecuzione
- Le superfici delle strutture non devono essere danneggiate o alterate durante le attività di costruzione

UNI EN 13670

(Capitolo 8.7 Getto di strutture composite)

- Non vengono forniti dettagli specifici ; si rimanda ai requisiti della norma pertinenti per tali strutture

UNI EN 13670

(Capitolo 8.8 Finitura superficiale)

- Le “execution specification “ devono indicare i requisiti a cui devono rispondere le superfici del calcestruzzo casserate e non .Si distinguono a questo proposito:
- Finitura di base
- Finitura ordinaria
- Finitura liscia
- Finitura speciale
- Gli elaborati progettuali dovrebbero pertanto riportare i requisiti delle superfici esplicitandoli nel dettaglio con riferimento alla normativa esistente: per esempio la UNI CEN/TR 15739:2010.
- L'Annex F al punto F.8.8 fornisce i criteri con cui redigere le specifiche ed alla Tabella F.4 elenca le tipologie principali di finitura con pertinenti esempi

UNI EN 13670

(Capitolo 9 Esecuzione con componenti prefabbricati)

- Questo capitolo fornisce i requisiti relativi alle attività riguardanti elementi prefabbricati , coperti da norme di prodotto EN , a partire dalla loro presa in carico in cantiere :
- All'arrivo se prefabbricati in stabilimento esterno
- Dallo sforno se realizzati a piè d'opera
- Elementi non coperti da norme di prodotto EN realizzati in cantiere devono rispettare i requisiti (general) della UNI EN 13670

UNI EN 13670

(Capitolo 9 Esecuzione con componenti prefabbricati)

- In 6 sottocapitoli vengono definiti i requisiti relativi all'esecuzione di strutture con l'impiego di componenti prefabbricati ; vengono analizzate le fasi successive a quelle di produzione: movimentazione, stoccaggio, posa, aggiustamento, giunti, connessioni strutturali e lavori di completamento.
- Per quanto riguarda la produzione si conferma il riferimento alla UNI EN 13369 e alle norme specifiche di prodotto

UNI EN 13670

(Capitolo 10 Tolleranze dimensionali)

- Definizioni di cui al Cap.3
- Tolleranza : differenza fra il limite superiore e inferiore di una dimensione
- La tolleranza è un valore assoluto senza segno che viene comunque comunemente espresso come la somma delle deviazioni in più e in meno permesse
- Le tolleranze geometriche per i prefabbricati sono di tre tipi :
 - Tolleranze di produzione
 - Tolleranze di montaggio
 - Tolleranze di costruzione

UNI EN 13670

(Capitolo 10 Tolleranze dimensionali)

- Il capitolo 10 e l'Annex G della UNI EN 13670 trattano delle tolleranze dimensionali della struttura completa e colmano un vuoto normativo fornendo all'Appaltatore ed al D.L. strumenti efficaci per valutare la conformità di quanto realizzato specificando i requisiti dimensionali delle strutture compatibili con le assunzioni di cui all'Eurocodice EN 1992-1-1 e quindi del progetto strutturale.
- Il rispetto delle tolleranze dimensionali garantisce la resistenza meccanica della struttura nelle fasi temporanee e di servizio, la sua funzionalità e la compatibilità di ogni elemento con il resto della struttura e gli altri componenti non strutturali.

UNI EN 13670

(Capitolo 10 Tolleranze dimensionali)

- Sono previste due classi di tolleranza : la classe 1 è considerata “normale” e viene utilizzata di default mentre la classe 2 , più restrittiva , è prevista per le sezioni e le armature nell’eventualità si intenda ridurre il coefficiente di sicurezza di cui all’Annex A dell’Eurocodice EN 1992-1-1;2004
- Tutti i cantieri devono disporre di caposaldi di riferimento inamovibili dai quali trasferire assi e quote per il tracciamento e i controlli dimensionali.
- Vengono fornite chiare prescrizioni , corredate da figure esplicative , relative ai sistemi di riferimento (**Cap.10.2**) e alle deviazioni permesse rispetto alle dimensioni di progetto

UNI EN 13670

(Capitolo 10 Tolleranze dimensionali)

- *fondazioni* (Cap.10.3 e Figura G1) : quota e posizione in pianta
- *pilastrì e pareti/muri* (Cap. 10.4 e Figure 2 e G2) : vengono forniti i requisiti per posizione in pianta , luce libera fra elementi adiacenti e disassamenti in altezza (anche in caso di pluripiano)
- *travi e solai* (Cap.10.5 e Figure 3 e G3) : quote , interpiani , posizione in pianta , posizione rispetto ai supporti , disassamenti e dislivelli
- *sezioni ed in particolare copriferro e armature* (Cap.10.6 e Figure 4 e G4) : se più restrittive prevalgono quelle delle norme di prodotto
- *spigoli e allineamenti* (Cap.10.7 e Figura G5)
- *inserti e aperture* (Cap. 10.8 e Figura G6)
- Le tolleranze dimensionali (Classe 1) non sembrano particolarmente severe e appaiono in linea con quelle comunemente accettate .

UNI EN 13670

(Capitolo 10 Tolleranze dimensionali)

- La norma non fornisce requisiti per la combinazione di tolleranze di costruzione/montaggio e deformazioni strutturali : le tolleranze dimensionali previste sono valide per la situazione precedente al carico della struttura ed agli effetti di lungo periodo .
- Nella norma non vengono definite le tolleranze relative alle superfici di completo contatto tra elementi dove avviene la trasmissione dei carichi : queste devono essere definite nel capitolato speciale
- Nel caso sia necessario esplicitare requisiti speciali riguardo alle tolleranze dimensionali questi devono figurare nel capitolato speciale : in particolare se il Progettista decide di far applicare il cosiddetto “ box principle “ (principio della scatola) che richiede che tutti i punti della struttura finita siano nella loro posizione teorica con un definito margine in ogni direzione (valore raccomandato + 0 – 20 mm) .

Cenni alle altre norme (NTC , L.G. STC , EUROCODICI)

- Le norme cogenti nazionali sono le NTC entrate in vigore nel 2009 ed ora in fase di revisione ;vi vengono citate alcune Linee Guida pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale (STC) del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici :
- Linee Guida sui calcestruzzi strutturali ad alta resistenza
- Linee Guida sul calcestruzzo strutturale
- Linee Guida per la produzione il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato (2003) : tale documento che costituisce il riferimento per la certificazione FPC obbligatoria degli impianti è ora in fase di revisione

Cenni alle altre norme (NTC , L.G. STC , EUROCODICI)

- Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive (2008) Tali documenti riprendono parte dei contenuti delle norme UNI EN 206-1(ora aggiornata dalla UNI EN 206:2014) ed UNI EN 13670 che hanno ampia diffusione nel resto d'Europa dove rappresentano un aggiornamento marginale di norme esistenti da decenni
- Gli Annessi Tecnici Nazionali sono stati pubblicati solo di recente a fine luglio 2012 e consentono l'uso degli Eurocodici ampiamente utilizzati da tempo negli altri paesi europei.

Norme UNI EN

- La UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo – Parte 1 (ora UNI EN 206:2014) : Specificazione , prestazione , produzione e conformità è integrata dalla UNI 11104 che ne costituisce l'appendice nazionale
- Di recente sono state pubblicate le UNI 11417-1-2 che riguardano la durabilità delle opere in calcestruzzo e degli elementi prefabbricati in calcestruzzo che richiedono un'attenta lettura e dovrebbero essere ben conosciute da Progettisti e Direttori Lavori dal momento che la durabilità è tra i requisiti più importanti del calcestruzzo.
- All'interno della UNI EN 206-1:2006 (ora UNI EN 206:2014) sono richiamate tutte le norme di prodotto riguardanti i componenti oggetto della Direttiva 89/106 (ora rinforzata dal CPR entrato in vigore nel luglio del 2013) e soggetti a marcatura CE (tranne l'acqua)

Norme UNI EN

- La UNI EN 13369 Regole comuni per prodotti prefabbricati in calcestruzzo è la norma madre per questa famiglia di prodotti a cui appartengono :
- UNI EN 1168 Lastre alveolari
- UNI EN 12794 Pali di fondazione
- UNI EN 12843 Antenne e pali
- UNI EN 13224 Elementi nervati per solai
- UNI EN 13225 Elementi strutturali lineari
- UNI EN 13693 Elementi speciali per coperture
- UNI EN 13747 Lastre per solai
- UNI EN 13978-1 Garages prefabbricati
- UNI EN 14991 Elementi di fondazione
- UNI EN 14992 Elementi da parete
- UNI EN 15050 Elementi per ponti

Norme UNI EN

- La famiglia delle norme riguardanti la protezione e riparazione delle strutture in calcestruzzo contiene sei norme armonizzate
- (prevedenti la marcatura CE) di prodotto :
- UNI EN 1504-2
- UNI EN 1504-3
- UNI EN 1504-4
- UNI EN 1504-5
- UNI EN 1504-6
- UNI EN 1504-7
- Queste sono corredate da :
- UNI EN 1504-1
- UNI EN 1504-8
- UNI EN 1504-9
- UNI EN 1504-10

Altre Norme

- La UNI EN 10080 integra le prescrizioni delle NTC riguardanti gli acciai per calcestruzzo
- Interessanti anche le UNI EN ISO 17660-1 e 2 riguardanti le saldature di acciai per calcestruzzo
- L'ETAG 013 è il documento guida per il rilascio dell' omologazione tecnica europea (ETA) riguardante i sistemi di post tensione
- Analogamente l'ETAG 001 riguarda gli ancoraggi da utilizzare nel calcestruzzo

Altre Norme

- Sono poi disponibili norme esaurienti (non armonizzate) che riguardano i lavori geotecnici speciali
- UNI EN 1536 Pali trivellati
- UNI EN 1538 Diaframmi
- UNI EN 14679 Miscelazione profonda
- UNI EN 14199 Micropali
- UNI EN 12716 Jet grouting
- UNI EN 12715 Iniezioni
- UNI EN 12699 Pali eseguiti con spostamento del terreno
- UNI EN 1537 Tiranti d'ancoraggio
- Contengono dettagliate ed aggiornate specifiche di esecuzione e controllo