

LE FORNITURE DI C. A.
Linee guida per le imprese di costruzione



La principale finalità di Progetto Concrete è la diffusione della conoscenza delle Norme Tecniche per le Costruzioni, con particolare riguardo a tutto ciò che riguarda la prescrizione, la posa in opera ed il controllo del calcestruzzo armato.

Interlocutori diretti di questa attività sono tutti gli attori, pubblici e privati, che a diverso titolo intervengono nel processo decisionale e produttivo che va dalla decisione di costruire un'opera in calcestruzzo armato alla sua effettiva realizzazione.

In questo contesto l'impresa edile assume un'importanza decisiva sia per la scelta del fornitore sia per le fasi della posa in opera, della stagionatura e dei controlli.

Partendo da questa constatazione Progetto Concrete ha sempre prestato grande attenzione al mondo delle imprese e, al suo interno, a quello dell'ANCE in particolare.

Il ruolo dell'Associazione Nazionale Costruttori Edili può, infatti, essere determinante per l'affermazione di iniziative come Progetto Concrete.

La sua articolazione sul territorio consente, infatti, un capillare contatto con le imprese di diversa dimensione con una presentazione autorevole che rassicuri sulla logica assolutamente tecnica del nostro Progetto.

Le Linee Guida rispondono proprio a questo scopo: offrire le informazioni tecniche che le imprese devono tener presenti quando hanno a che fare con forniture di calcestruzzo armato.

Si tratta di vere e proprie "istruzioni per l'uso" che in una logica di grande semplicità supportano l'impresa di costruzione nelle fasi:

- dell'ordinativo delle forniture*
- dei compiti da svolgere prima dei lavori e durante l'esecuzione dei getti*
- dei controlli da attivare prima e dopo il getto*

Un manuale, quindi, il cui uso operativo sono certo si dimostrerà molto utile.

Andrea Bolondi

Coordinatore di Progetto Concrete



INTRODUZIONE

Il d.m. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) nasce con una vocazione prestazionale segnando un punto di cambiamento rispetto al passato attraverso l'introduzione di criteri di progettazione e di realizzazione volti ad accrescere la qualità e la sicurezza delle opere. Con le Norme Tecniche del 2008 si apre un nuovo panorama per il settore edile, meglio definito più oltre, al quale anche le imprese si devono adeguare, consapevoli delle responsabilità che il legislatore ha voluto attribuire loro. Tra i nuovi compiti e le nuove responsabilità attribuite dal Decreto vi sono importanti novità che richiedono alle Imprese Edili una maggiore consapevolezza nella scelta, nell'impiego e nel controllo dei materiali e delle tecnologie connesse all'utilizzo del cemento armato. Il presente documento è stato concepito con lo scopo di facilitare il ruolo dell'impresa nei confronti dei suoi fornitori, affinché vengano rispettate le disposizioni contenute nelle suddette norme, segnatamente al capitolo 4 "Costruzioni civili e industriali" e capitolo 11 "Materiali e prodotti per uso strutturale".

Le presenti Linee Guida sono suddivise in due sezioni separate: una riguarda gli aspetti dell'approvvigionamento del calcestruzzo, alla luce delle importanti novità che regolano il settore, l'altra tocca gli aspetti più squisitamente tecnici relativi alla qualità della posa in opera e della stagionatura e ai controlli.



Le novità introdotte rispetto alla normativa precedente

Per il calcestruzzo la novità più rilevante riguarda la qualificazione introdotta dalle Norme Tecniche per le Costruzioni in analogia alla Direttiva 89/106/CE.

La prima importante innovazione riguarda gli impianti di confezionamento del calcestruzzo, i quali sono suddivisi in due tipologie:

- **impianti di tipo industrializzato**
- **impianti temporanei di cantiere**



IMPIANTI DI TIPO INDUSTRIALIZZATO

Gli impianti di **tipo industrializzato**, interni o esterni al cantiere, devono possedere la certificazione del Sistema di Controllo del Processo (**certificazione FPC**) ai sensi del d.m. 14.01.2008.

A tal fine gli impianti devono produrre il calcestruzzo secondo quanto indicato nelle "Linee Guida per la Produzione, il Trasporto ed il Controllo del Calcestruzzo Preconfezionato" edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il rispetto delle Linee Guida deve essere garantito da uno degli Istituti di Certificazione abilitati allo scopo dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici tramite il rilascio di un certificato detto FPC (Factory Production Control).

ATTENZIONE: si precisa che il calcestruzzo di tipo strutturale può essere prodotto solo da impianti dotati di certificazione FPC. Il certificato va acquisito dalla Direzione Lavori prima dell'inizio di ogni fornitura e gli estremi della certificazione devono essere riportati in ogni bolla di trasporto relativa al calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le forniture non conformi.

Un elemento fondamentale da tenere presente è che il certificato FPC (che si riferisce al singolo impianto e *non* al fornitore) non va assolutamente confuso con il Sistema di Gestione della Qualità aziendale predisposto secondo le ISO 9001, che è invece rilasciato su base volontaria.

Le regole di cui sopra, riguardano non solo gli impianti di calcestruzzo preconfezionato ma anche gli impianti temporanei di cantiere che producono al loro interno **più di 1500 m³** di miscela omogenea e sono per questo considerati, a tutti gli effetti, impianti di tipo industrializzato.

IMPIANTI TEMPORANEI DI CANTIERE

Qualora l'impresa decida di installare in cantiere un impianto non industrializzato per piccole produzioni (individuate nella norma inferiori a 1500 m³ di miscela omogenea) la miscela sarà confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore stesso.

Il costruttore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà effettuare idonee prove preliminari di studio per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Il costruttore dovrà altresì far avere alla Direzione dei Lavori, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza e di tutte le caratteristiche prescritte dal progettista per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo.

DURABILITÀ DELLE OPERE IN C.A.

La nuova normativa introduce degli aspetti innovativi per quanto concerne l'impiego del cemento armato. Già nel capitolo 2 viene introdotto il concetto di **durabilità dell'opera** come requisito essenziale al pari della stabilità e della resistenza.

Alla luce del concetto di durabilità anche i calcestruzzi vengono riclassificati in accordo alle più recenti normative europee, come la UNI EN 206-1 e la UNI 11104 attraverso le c.d. **classi di esposizione ambientale**.

Scompare definitivamente il calcestruzzo a dosaggio in ragione dei calcestruzzi a prestazione garantita in accordo alla UNI EN 206-1, con una nuova classificazione secondo classi di **resistenza caratteristica**.

Le classi di resistenza sono rappresentate dalla sigla Cx/y dove x è la resistenza cilindrica (fck) e y la resistenza cubica (Rck). Pertanto Rck 30 corrisponde alla classe C25/30.

È consentito l'impiego di calcestruzzo per uso strutturale fino alla classe C70/85 (Rck 85) senza la necessaria autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture (Benestare Tecnico) richiesta in passato per resistenze superiori a Rck 55.

Le imprese devono quindi attenersi alle indicazioni fornite dal progettista e dalla Direzione dei Lavori per quanto concerne l'impiego di materiali e sistemi costruttivi, per quanto riguarda il calcestruzzo occorre riconoscere e saper ordinare non solo

le **classi di esposizione** e le **classi di resistenza**, ma anche la **classe di consistenza** e la **dimensione massima dell'aggregato**, prescrizioni che il progettista deve obbligatoriamente indicare negli elaborati di progetto.

Oltre alle caratteristiche del calcestruzzo il Decreto richiede tra le specifiche progettuali anche quelle relative all'esecuzione delle opere. Utili indicazioni, a tale scopo, vengono fornite dalle Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulla messa in opera del calcestruzzo strutturale (ed. febbraio 2008).

Come si vedrà meglio nella "Sezione Qualità e Controlli", l'Impresa deve curare la messa in opera e la stagionatura del calcestruzzo affinché la resistenza media del calcestruzzo indurito misurata in cantiere non risulti inferiore all'85% della resistenza media di progetto.

Per quanto riguarda l'acciaio per armatura, il d.m. 14.01.2008 esclude definitivamente l'impiego del FeB44k, a favore del **B450C** prodotto sotto forma di barre, rotoli e reti elettrosaldate. Come il resto dei materiali strutturali, anche gli acciai devono essere marchiati all'origine e accompagnati dall'**Attestato di Qualificazione** rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.



SEZIONE COMMERCIALE

Questa sezione ha come obiettivo quello di fornire le utili indicazioni a coloro che in un'impresa edile si occupano di approvvigionamenti materiali e forniture (buyers).

Occorre innanzitutto analizzare attentamente il capitolato, prima di effettuare l'offerta, confrontandosi sempre con chi si occupa della direzione tecnica e operativa di cantiere con il duplice scopo di verificare la correttezza delle prescrizioni e di accordarsi sull'impegno delle risorse tecniche necessarie (mezzi, attrezzature, fornitori, uomini, ecc.).



Come si ordina il calcestruzzo

E' utile ribadire che l'impresa deve impiegare esclusivamente materiali strutturali che sono stati qualificati dal produttore e accettati dal Direttore dei Lavori in accordo al cap.11 del d.m. 14.01.2008.

L'impresa è tenuta a rispettare le prescrizioni fornite dal progettista. Per il calcestruzzo, il d.m. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) richiede al progettista la prescrizione di alcune caratteristiche minime e inderogabili, che individuano il c.d. **calcestruzzo a prestazione garantita**:

- **classe di esposizione ambientale** (es. XC4);
- **classe di resistenza caratteristica** a compressione (es. C32/40);
- **classe di consistenza** al getto (es. S5);
- **dimensione massima degli aggregati** (es. 32 mm).

Oltre alle caratteristiche minime sopra riportate il progettista ne potrebbe assegnare ulteriori, come il tipo di cemento, il contenuto d'aria nel calcestruzzo, il grado di gelività degli aggregati, e così via.

L'ordine della fornitura deve tenere in conto tutte le indicazioni fornite in sede progettuale. E' utile a tal scopo verificare con la Direzione dei Lavori la conformità delle caratteristiche dichiarate con le prescrizioni progettuali del capitolato. Quest'ultimo normalmente diviene parte integrante del contratto d'appalto. Pertanto l'impresa è tenuta a verificarne i contenuti. L'ufficio commerciale, nel caso riscontri incongruenze tra classi di esposizione ambientale e resistenze, piuttosto che tra classi di consistenza e modalità di getto previste, deve immediatamente contattare la Direzione dei Lavori, che si occuperà di risolvere tutte le criticità.

Per facilitare l'impresa nella lettura dei suddetti parametri si riportano (in fondo al documento) gli stralci delle norme di riferimento, la UNI EN 206-1 e la UNI 11104, relativi alle classi di esposizione.

L'ordine deve comprendere anche i mezzi e i sistemi più idonei allo scarico e alla posa del calcestruzzo in opera, come l'eventuale impiego delle betonpompe. In questo caso il fornitore può consigliare la migliore soluzione per raggiungere le velocità di scarico e le altezze di getto prescritte nel capitolato.

È altresì opportuno verificare il computo metrico dei volumi di getto in modo da ordinare il corretto quantitativo di calcestruzzo.

Quali sono i documenti che l'impresa deve richiedere

Con le Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al d.m. 14.01.08, è richiesto che gli impianti di calcestruzzo prodotto con processo industrializzato siano dotati della **certificazione FPC** (vedere introduzione) e che la Direzione dei Lavori acquisisca tale documento prima dell'inizio di ogni fornitura per poi allegarlo alla documentazione di collaudo. Pertanto l'impresa, prima dell'inizio dei lavori, deve:

- **verificare** che l'impianto (o gli impianti) di produzione del calcestruzzo sia dotato del **certificato FPC**, acquisirne una copia per ogni impianto e consegnarla alla Direzione dei Lavori;
- **consegnare alla Direzione dei Lavori** anche la copia delle certificazioni di conformità (marcatura CE) degli ingredienti utilizzati per il confezionamento del calcestruzzo, che può richiedere al proprio fornitore;
- **richiedere** al produttore il **dossier di qualifica della miscela**, solo nel caso di impiego di calcestruzzi con resistenza superiore a C45/55. Se è previsto l'utilizzo di calcestruzzi ad alta resistenza, ovvero di classi superiori a C70/85, la norma richiede necessariamente l'autorizzazione preventiva del Ministero delle Infrastrutture (Benestare Tecnico);
- per l'acciaio da c.a., **acquisire copia dell'Attestato di Qualificazione** rilasciato ai produttori dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, in ragione di una per ogni stabilimento di produzione e prodotto (barre, rotoli, reti, tralicci) consegnando il tutto alla Direzione dei Lavori.

ALLEGATI NORMATIVI***Durabilità calcestruzzo: classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali (UNI 11104 - Prospetto 1)***

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
1. Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo e disgelo, o attacco chimico. calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto	<p>interno di edifici con umidità relativa molto bassa.</p> <p>calcestruzzo non armato all'interno di edifici.</p> <p>calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva.</p> <p>calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.</p>
2. Corrosione indotta da carbonatazione (caso in cui il calcestruzzo contiene armature o inserti metallici ed esposto all'aria ed all'umidità)		
XC1	asciutto o permanentemente bagnato	<p>interni di edifici con umidità relativa bassa.</p> <p>calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.</p>
XC2	bagnato, raramente asciutto	<p>parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni.</p> <p>calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.</p>
XC3	umidità moderata	calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	ciclicamente asciutto e bagnato	<p>calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido.</p> <p>calcestruzzi a vista in ambienti urbani.</p> <p>superfici a contatto con l'acqua non compresa nella classe xc2.</p>
3. Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	umidità moderata	calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi di acqua contenente cloruri.

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
XD2	bagnato, raramente asciutto	calcestruzzo armato o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (es. piscine).
XD3	ciclicamente asciutto e bagnato	calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4. Corrosione indotta da cloruri presenti dall'acqua di mare		
XS1	esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare	calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità' del mare.
XS2	permanentemente sommerso	calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
5. Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1	moderata saturazione di acqua, in assenza di agente disgelante	superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.
XF2	moderata saturazione di acqua in presenza di agente disgelante	elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come xf1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.
XF3	elevata saturazione di acqua in assenza di agente disgelante	superfici orizzontali in edifici dove l'acqua puo' accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.
XF4	elevata saturazione di acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare	superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
6. Attacco chimico		
XA1	ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	contenitori di fanghi e vasche di decantazione.
XA2	ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	contenitori e vasche per acque reflue. elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.
XA3	ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. contenitori di foraggi, mangimi e liquami provenienti dall'allevamento animale. torri di raffreddamento di fumi e gas di scarico industriali.

Durabilità calcestruzzo: valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo (Prospetto 4 della norma UNI 11104)

	NESSUN RISCHIO DI CORROSIONE DELLE ARMATURE	CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DALLA CARBONATAZIONE				CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI				ATTACCO DAI CICLI DI GELO/DISGELO				AMBIENTE AGGRESSIVO PER ATTACCO CHIMICO			
		CORROSIONE DELLE ARMATURE INDOTTA DAI CLORURI				CLORURI PROVENIENTI DA ALTRE FONTI				XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1								XD2
MASSIMO RAPPORTO a/c	X0	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
MINIMA CLASSE DI RESISTENZA	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C28/35	C28/35	C32/40	C35/45	
MINIMO CONTENUTO IN CEMENTO (Kg/m ³)		300	320	340	340	360	360	320	340	360	320	340	360	320	340	360	
CONTENUTO MINIMO IN ARIA (%)												3,0 (a)					
ALTRI REQUISITI																	È RICHIESTO L'IMPIEGO DI CEMENTI RESISTENTI AI SOLFATI (b)

(a) QUANDO IL CALCESTRUZZO NON CONTIENE ARIA AGGIUNTA, LE SUE PRESTAZIONI DEVONO ESSERE VERIFICATE RISPETTO AD UN CALCESTRUZZO AERATO PER IL QUALE È PROVATA LA RESISTENZA AL GELO/DISGELO, DA DETERMINARSI SECONDO UNI 7087, PER LA RELATIVA CLASSE DI ESPOSIZIONE.

(b) QUALORA LA PRESENZA DI SOLFATI COMPORTI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE XA2 E XA3 È ESSENZIALE UTILIZZARE UN CEMENTO RESISTENTE AI SOLFATI SECONDO LA UNI 9156.

Misura della lavorabilità: classi di abbassamento al Cono di Abrams (SLUMP)

CLASSE	ABBASSAMENTO AL CONO IN mm
S1	10 ÷ 40
S2	50 ÷ 90
S3	100 ÷ 150
S4	160 ÷ 210
S5	≥ 220
CLASSE	SPANDIMENTO*
SF1	550-650 mm
SF2	660-750 mm
SF3	760-850 mm

* Per calcestruzzi autocompattanti SCC la lavorabilità è individuata attraverso le classi di spandimento (SF). La norma UNI 11040 (Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli) individua una SF corrispondente a 600mm di spandimento mentre le Linee Guida europee per il calcestruzzo autocompattante individuano tre classi di spandimento: SF1 (550-650 mm), SF2 (660-750 mm), SF3 (760-850 mm).



SEZIONE QUALITÀ E CONTROLLI

Questa sezione si propone l'obiettivo di fornire utili indicazioni a coloro che in un'impresa edile si occupano della direzione tecnica operativa, della qualità e dei controlli in cantiere dei materiali e della esecuzione delle opere.



I controlli prima del getto

Prima del getto è necessario verificare con l'ufficio commerciale il tipo di calcestruzzo richiesto e i sistemi più idonei per il getto. In caso di difformità è utile segnalarla alla Direzione dei Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Prima di autorizzare l'arrivo del calcestruzzo in cantiere, l'impresa deve controllare che tutte le operazioni che precedono il getto siano completate e, in tal senso, vengono forniti alcuni accorgimenti ai fini dell'ottimizzazione del cantiere.

ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E ATTREZZATURE

- assicurarsi che siano predisposte le opportune aree di sosta e manovra dei mezzi per consentire tutte le operazioni di getto in sicurezza;
- assicurarsi di avere tutte le attrezzature e gli strumenti necessari al completamento delle operazioni di messa in opera (tubo getto, vibratori, stagge, etc.) in relazione alla velocità di esecuzione prevista in sede progettuale;

CASSERATURE E ARMATURA

- impiegare esclusivamente casseri previsti nel progetto o nella prescrizione della Direzione dei Lavori, assicurarsi che la cassaforma preparata sia indeformabile ed atta a contenere la spinta del calcestruzzo, verificare giunti, guarnizioni, modanature e applicare il disarmante più idoneo, ovvero autorizzato dalla Direzione dei Lavori, previa pulizia delle superfici a contatto con il materiale;
- nel caso di utilizzo di casseri di legno e/o elementi in laterizio bagnare a rifiuto tutte le superfici che saranno a contatto col calcestruzzo per evitare la sottrazione di acqua dallo stesso;
- posare l'armatura secondo le disposizioni progettuali avendo cura di garantire il copriferro prescritto attraverso l'ausilio di idonei distanziali. Verificare le sovrapposizioni, le lunghezze di ancoraggio, il passo delle staffe e le strutture di supporto impiegate;

- predisporre quanto è previsto nei disegni esecutivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, apparecchi sismo-resistenti, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvias, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

È sempre opportuno comunicare alla Direzione dei Lavori data e ora del presunto inizio di ciascun getto con un preavviso di almeno 24 ore, nonché pianificare le forniture in collaborazione con la Direzione dei Lavori stessa, anche in relazione alle condizioni meteorologiche.

I controlli durante il getto

Durante le operazioni di getto è importante controllare che le prescrizioni di capitolato relative alla messa in opera vengano rispettate. In particolare, ***l'impresa è responsabile del rispetto della classe di consistenza prescritta*** dal progettista, pertanto deve astenersi nella maniera più assoluta dalle aggiunte di acqua o altri materiali nell'impasto a piè d'opera.

VERIFICA DOCUMENTO DI TRASPORTO

All'arrivo delle autobetoniere in cantiere devono essere ***controllate le prescrizioni riportate sul Documento di trasporto (ddt)*** affinché eventuali difformità vengano segnalate al Direttore dei Lavori. Altresì deve essere verificata la presenza dell'estremo della ***certificazione FPC dell'impianto*** (numero del certificato e nome dell'Ente certificatore).

In linea di massima, in relazione alle condizioni ambientali, salvo che non vengano previste dal produttore idonee misure (quali l'aggiunta di additivi ritardanti), il calcestruzzo dovrà essere messo in opera entro 2 ore dal momento in cui è stata introdotta l'acqua nella miscela. A tal fine il ddt dovrà contenere l'indicazione dell'ora di carico dell'autobetoniera.

A titolo esemplificativo si riportano le informazioni che devono essere riportate sul ddt, per le quali è importante verificare la conformità alle specifiche progettuali.

DESCRIZIONE DEL PRODOTTO			
Calcestruzzo a Prestazione	Classe di Consistenza	Diametro Massimo (Dmax)	Classe di Esposizione
Rck 30 N/mm ²	S4	32 mm	XC2
Quantità Consegnata		Classe di Contenuto in Cloruri	Certificazione Impianto
8.0 mc	Cl 0.4		Ente Certificatore n° certificato
ORARI DI TRASPORTO			
Ora di Carico	Ora di Arrivo in Cantiere	Ora di Inizio Scarico	Ora di Fine Scarico
15:30	16:00	16:10	16:40

Il ddt deve essere firmato (Cognome e Nome leggibili) da persona autorizzata dall'impresa. Con la firma si intende **ricevuto** il prodotto e **accettato** quanto dichiarato dal produttore sul documento.

VERIFICA DELLA QUALITÀ DELLE FORNITURE

I controlli del calcestruzzo in cantiere rappresentano il momento più importante nella realizzazione di un'opera, per le conseguenze che comportano in termini di qualità del costruito e di responsabilità in caso di contestazioni.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono due tipi di controlli: i **controlli di accettazione** e i **controlli di conformità** delle miscele (c.d. patto commerciale).

I primi sono obbligatori perché definiscono la sicurezza dell'opera. **La responsabilità** di tali controlli è attribuita dal d.m. 14.01.2008 **interamente alla Direzione dei Lavori**.

I secondi sono facoltativi, e servono all'impresa per verificare le **condizioni di fornitura** pattuite contrattualmente col produttore. Per questo vengono effettuati in contraddittorio con quest'ultimo.

I controlli di accettazione possono essere delegati dalla Direzione dei Lavori ad un tecnico di sua fiducia, ma solo per quanto concerne le operazioni di prelievo e conservazione dei provini, infatti la responsabilità di tali controlli rimane comunque del Direttore dei Lavori.

Questi controlli sono fondamentali per la **collaudabilità dell'opera**, pertanto è fondamentale eseguirli nel rispetto della normativa e del **principio della terzietà**.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo impiegato, nel:

- controllo di **tipo A** di cui al § 11.2.5.1 del d.m. 14.01.2008;
- controllo di **tipo B** di cui al § 11.2.5.2 del d.m. 14.01.2008.

La Direzione dei Lavori deve provvedere alla redazione del verbale di prelievo e disporre l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, e tutto il necessario per la tracciabilità dei campioni, attendendosi scrupolosamente alle regole per il loro confezionamento e la loro conservazione.

La sottoscrizione della domanda di prove al Laboratorio Autorizzato da parte della Direzione dei Lavori deve essere subordinata alla redazione del verbale di prelievo. Tale domanda deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo e il riferimento al verbale.

I controlli di conformità sulle forniture avvengono, invece, in contraddittorio tra il fornitore e l'impresa. Pertanto attraverso il Servizio Tecnologico messo a disposizione dal fornitore si procede alla verifica delle principali proprietà del calcestruzzo fresco richieste dal capitolato in accordo alle normative di settore.

Tra le caratteristiche oggetto di controllo la più importante è sicuramente la consistenza del calcestruzzo a bocca di betoniera, che deve essere valutata attraverso la prova di abbassamento al cono di Abrams. Tale tecnica, la più diffusa in Italia per il controllo della consistenza del calcestruzzo, consi-

ste nell'introdurre il calcestruzzo in un tronco di cono d'acciaio (diametro inferiore 200 mm, diametro superiore 100 mm, altezza 300 mm) che, a riempimento avvenuto, viene sollevato. L'abbassamento della focaccia rispetto all'altezza iniziale prende il nome di slump.

Un'altra caratteristica oggetto di controllo può essere il contenuto d'aria, nel caso di calcestruzzi aerati, attraverso l'impiego del porosimetro, uno strumento in grado di misurare la quantità d'aria presente nella miscela. Anche l'omogeneità della miscela e la quantità di acqua essudata (bleeding), sono caratteristiche di facile determinazione.

I controlli di conformità possono interessare anche le proprietà del calcestruzzo indurito. Infatti è possibile richiedere le prove a compressione per valutare la resistenza a 1,2,3,7 giorni, per esigenze esecutive di cantiere oppure per valutare il ritiro o la viscosità del calcestruzzo.

Una volta accertate le proprietà del calcestruzzo, l'impresa si impegna a riconoscere al fornitore quanto stabilito commercialmente.

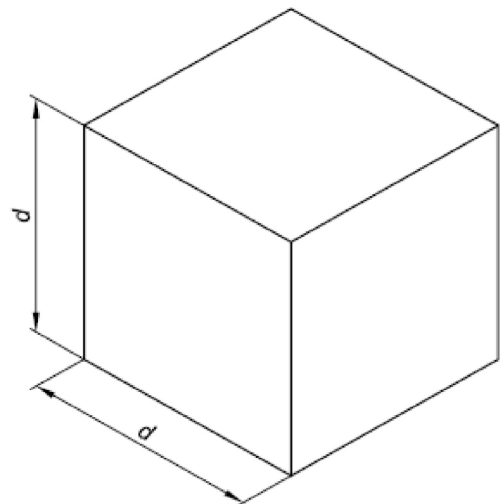
Pertanto **l'alterazione del calcestruzzo in cantiere da parte dell'impresa** durante le operazioni di getto non solo **pregiudica la qualità e la sicurezza dell'opera**, ma potrebbe **originare** delle **implicazioni legali**, essendo l'impresa responsabile della qualità del calcestruzzo dopo la consegna in cantiere.

PROCEDURA PER IL CONFEZIONAMENTO DEI PROVINI:


Per la confezione dei provini è preferibile utilizzare cubiere in PVC o in acciaio conformi alla Norma UNI 12390-1, aventi spigoli di 150 mm.

Fasi del prelievo:

1. miscelare il calcestruzzo in autobetoniera in cantiere almeno 4-5 minuti con tamburo al massimo dei giri;
2. prelevare il campione dopo aver preventivamente scaricato circa 1/3 del volume totale di carico della betoniera, all'uscita della canale, in più fasi, in quantità pari al doppio di quella necessaria per le prove;



3. omogeneizzare in una carriola il materiale prima della confezione;
4. inumidire gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola, ecc.) prima di utilizzarli;
5. pulire e trattare le casseforme prima del riempimento con idoneo disarmante;
6. compattare il calcestruzzo a rifiuto per evitare segregazione o comparsa di acqua superficiale con uno dei seguenti mezzi:
 - pestello di compattazione metallico a sezione circolare (\varnothing 16 mm lunghezza 60 cm);
 - vibratore interno da laboratorio con diametro non superiore a 40 mm (Attenzione: non utilizzare mai il vibratore da cantiere!);
 - tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz;
7. togliere il calcestruzzo in eccesso dalla cassaforma livellando accuratamente la superficie del provino;
8. identificare il provino annegando sulla superficie un'etichetta indelebile che riporti:
 - a) n. verbale di prelievo;
 - b) tipo calcestruzzo;
 - c) data del getto;
 - d) cliente;
 - e) ubicazione getto;
 - f) n. documento di trasporto;
 - g) firma del DL e dell'incaricato al prelievo;

CARTELLINO IDENTIFICAZIONE CALCESTRUZZO 	VERB. PREL. _____ N° DDT _____
	TIPO CLS _____ DATA _____
	CANTIERE _____ FIRME _____
	CLIENTE _____
	10990A

9. lasciare il calcestruzzo nella cassaforma per almeno 16 h, ma non oltre 3 giorni, proteggendolo da urti, vibrazioni e disidratazione, alla temperatura di circa 20 °C;
10. conservare i provini, una volta rimossi dalla cassaforma, in recipienti colmi d'acqua alla temperatura di 20 °C, oppure in ambiente a circa 20 °C ed umidità controllata maggiore del 95%, quindi consegnarli al Laboratorio incaricato prima del 28° giorno di maturazione.

Di solito i laboratori di prova dispongono di locali adatti alla maturazione dei cubetti, con temperatura e umidità controllate, e pertanto è consigliabile conservarli anche presso tali strutture.

CONTROLLO DELLA POSA IN OPERA:

E' altresì importante, per non pregiudicare la qualità del calcestruzzo fresco, verificare il rispetto dei tempi di getto. A tal proposito un controllo sistematico sui tempi di arrivo in cantiere delle autobetoniere, l'inizio e la fine delle operazioni di scarico consentono, coerentemente con le indicazioni progettuali, di ottenere un soddisfacente risultato.

Le regole per l'esecuzione delle opere vengono fornite dal progettista in accordo al punto 4.1.7 del d.m. 14.01.2008, utilizzando come riferimento la UNI EN 13670 o le Linee Guida del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulla messa in opera del calcestruzzo strutturale (ed. febbraio 2008).

Tra gli aspetti tecnici che maggiormente condizionano la qualità finale del calcestruzzo indurito, si annoverano il rispetto dell'**altezza massima di caduta libera** (di solito limitata a 50-70 cm) e i **tempi minimi di vibrazione**.

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 - 30
S2	20 - 25
S3	15 - 20
S4	10 - 15
S5	5 - 10
F6	0 - 5
SCC	<i>Non necessita compattazione</i>

E' fondamentale che l'impresa si attenga scrupolosamente al capitolato rispettando le **temperature di getto**, soprattutto in climi freddi e caldi, le modalità di stesa e vibrazione del calcestruzzo fresco, per non inficiare la qualità finale del conglomerato.

I controlli dopo il getto

Immediatamente dopo il getto, occorre adempiere alle prescrizioni relative alla maturazione del calcestruzzo, un'operazione decisiva per il corretto sviluppo delle resistenze del conglomerato e per mitigare gli effetti del ritiro idraulico.

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; si precisa che la **corretta esecuzione della stagionatura** (condotta in accordo alle indicazioni progettuali e alle eventuali specifiche della Direzione dei Lavori) resta **onere esclusivo dell'impresa**.

In assenza di indicazioni specifiche sulla stagionatura, si raccomanda di maturare il calcestruzzo per almeno 3 giorni consecutivi applicando sulle superfici libere prodotti antievaporanti, mediante bagnatura con acqua o coprendo le porzioni con teli impermeabili o geotessuti mantenuti umidi.

Trascorsi i tempi previsti per legge ed al raggiungimento delle resistenze previste dal progettista, verificate con opportune prove complementari (d.m. 14.01.2009 paragrafo 11.2.7), la Direzione dei Lavori autorizza il disarmo della struttura.

Durante il disarmo è necessario evitare che gli elementi subiscano colpi, sovraccarichi e deterioramenti.

I carichi sopportati da ogni centina devono essere rilasciati gradatamente, in modo tale che gli elementi di supporto contigui non siano sottoposti a sollecitazioni brusche ed eccessive.

Il disarmo deve avvenire gradatamente adottando i provvedimenti necessari ad evitare brusche sollecitazioni ed azioni dinamiche, e non deve avvenire

re prima che la resistenza del calcestruzzo abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

SULLA RESISTENZA IN OPERA

E' fondamentale chiarire le relazioni tra **resistenza di progetto**, **resistenza potenziale** e **resistenza in opera** introdotte dal d.m. 14.01.2008, al fine di individuare le responsabilità dei vari attori del processo edilizio.

La resistenza di progetto è definita dal progettista e pertanto è sua la responsabilità di definirla correttamente.

La resistenza potenziale è quella dei cubetti, la cui responsabilità è attribuita dalla Legge al Direttore dei Lavori.

La resistenza in opera, è la resistenza effettiva (reale) dell'elemento realizzato, può essere valutata dal Direttore dei Lavori o dal collaudatore attraverso prove sulla struttura effettuate in contraddittorio con l'impresa, la quale è responsabile della messa in opera del calcestruzzo, ovvero degli effetti di tali operazioni sulla resistenza in opera.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni fissano un valore oltre il quale la resistenza del calcestruzzo in opera non è più accettabile.

In particolare al par. 11.2.6 si considera collaudabile un'opera che raggiunge almeno l'85% della resistenza media di progetto.

Questa importante novità, attribuisce all'impresa una responsabilità di non poco conto che riguarda tutti gli aspetti finora enunciati sul calcestruzzo: dall'importanza dell'ordine, alla messa in opera fino alla sua maturazione.



SCHEDA SINTETICA PER IMPRESE EDILI

PRIMA DI INIZIARE I LAVORI

- 1) Impiegare esclusivamente calcestruzzi provenienti da impianti dotati di **Certificazione FPC ai sensi del d.m. 14.01.2008.**
- 2) Richiedere copia del **certificato FPC** per il calcestruzzo e copia dell'**Attestato di Qualificazione** per l'acciaio da c.a.
- 3) Ordinare il calcestruzzo nella quantità definita dal computo metrico indicando:
 - classe di esposizione ambientale (X..)**
 - classe di resistenza caratteristica minima a compressione (Cx/y)**
 - classe di consistenza (S..)**
 - diametro massimo dell'aggregato (Dmax)**
 - e gli eventuali requisiti aggiuntivi richiesti nel capitolato.

DURANTE L'ESECUZIONE DEI GETTI:

- 4) Avisare la Direzione dei Lavori prima di iniziare ciascun getto, con un pre-avviso di almeno 24 ore, e verificare assieme alla stessa DL se le condizioni climatiche sono idonee all'esecuzione dei getti.
- 5) Verificare sul documento di trasporto la congruenza con le specifiche progettuali e segnalare alla Direzione dei Lavori eventuali non conformità (resistenza, lavorabilità, tempo di trasporto, etc.), accettare la fornitura se è conforme alle specifiche progettuali siglando il ddt per mano di persona autorizzata.
- 6) Non aggiungere acqua o altro materiale al calcestruzzo fresco in cantiere.

7) Controllare la conformità della fornitura in contraddittorio col fornitore:

	PROCEDURA	FREQUENZA
BOLLA D'ACCOMPAGNAMENTO	esame visivo	ogni fornitura
CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO FRESCO	cono di Abrams UNI EN 12350-2	Ad ogni prelievo e comunque ogni volta che sorgano dubbi sulla corrispondenza tra la classe di consistenza ordinata e quella effettivamente fornita
CONTENUTO D'ARIA	porosimetro UNI EN 12350-7	Per i calcestruzzi aerati In concomitanza con la prova della consistenza
OMOGENEITA' DEL CALCESTRUZZO FRESCO	esame visivo	ogni fornitura
TEMPI DI TRASPORTO E SCARICO, TEMPERATURE	esame visivo del DDT	ogni fornitura
MARCHIATURA ACCIAIO	esame visivo	ogni fornitura

8) Pulire i casseri, applicare il disarmante e i distanziali per garantire il copri-ferro di progetto.

9) Rispettare l'altezza massima di caduta libera del calcestruzzo.

10) Costipare il calcestruzzo e provvedere alla stagionatura del getto secondo le prescrizioni progettuali.

TERMINATA LA FASE DI GETTO

11) Proseguire nella cura della stagionatura delle strutture.

12) Disarmare solo previa autorizzazione della Direzione dei Lavori, facendo uso di tutti gli accorgimenti atti a non arrecare danni agli elementi strutturali.



Finito di stampare nel mese di ottobre 2009
presso la Ferpenta Editore srl
per conto di EdilStampa srl
Via Guattani, 24 - 00161 Roma
Tel. 06.84567458