



Calcestruzzo.

Sicurezza del prodotto e dei macchinari



Che cos'è e a cosa serve il calcestruzzo

Il calcestruzzo è il materiale da costruzione più diffuso: nel mondo ne viene prodotto un volume annuo di circa 2 miliardi di metri cubi, dei quali circa un centinaio di milioni in Italia. Tale materiale viene usato per la realizzazione di elementi strutturali nell'edilizia civile (pilastri, solai, travi), industriale (capannoni), stradale (ponti, viadotti) e ferroviaria (traversine). Il calcestruzzo è un conglomerato artificiale costituito da una miscela di materiale legante (cemento), acqua, aggregati (sabbia e ghiaia) con l'aggiunta di additivi che influenzano le caratteristiche fisiche e chimiche del prodotto sia fresco sia indurito.

Qualità e sicurezza del calcestruzzo

Il decreto ministeriale del 14.1.2008 (Norme tecniche per le costruzioni) prescrive che le quantità di calcestruzzo superiori ai 1.500 metri cubi debbano esser generate da impianti con processo industrializzato dotati di un sistema permanente di controllo interno della produzione, allo scopo di assicurare che il conglomerato risponda ai requisiti previsti e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego finale.

Dal punto di vista formale, ovvero della legislazione in vigore, la provenienza del prodotto da una centrale che abbia ottenuto la certificazione FPC (ossia "Factory Production Control") dovrebbe garantire di per sé che il prodotto sia stato confezionato secondo standard normativi e qualitativi adeguati. La certificazione FPC, infatti, riguarda il sistema di controllo della produzione che l'azienda fornitrice mette in atto per garantire che il prodotto con marcatura CE immesso sul mercato sia conforme alle caratteristiche prestazionali dichiarate.

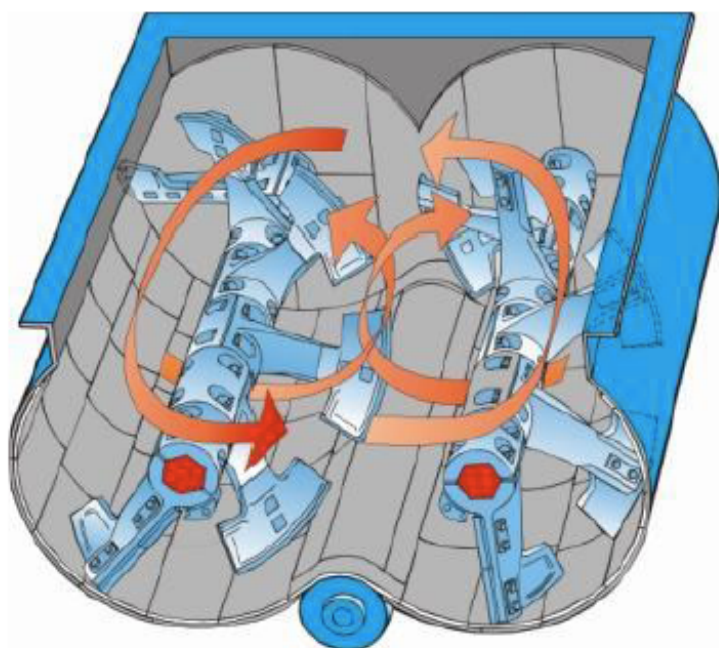
Tuttavia, se sul versante dei requisiti necessari per la certificazione del sistema di controllo (la cosiddetta automazione della centrale) c'è sufficiente chiarezza, le suddette Norme tecniche per le costruzioni non esplicitano quale sia il macchinario o la parte della centrale di betonaggio che debba garantire la mescolazione e quindi il confezionamento del prodotto finale. Esse determinano solo le caratteristiche che deve possedere il calcestruzzo in ragione dell'uso e dell'ambiente cui è destinato (R_{ck} , slump, classe di esposizione ecc.) definendo nel dettaglio le caratteristiche dei singoli componenti e la certificazione degli stessi. Il regolamento Ue 305 disciplina le percentuali minime di composizione, il numero minimo di aggregati, il loro diametro massimo e così via. Si tratta insomma di una norma molto esaustiva nella fase di definizione delle miscele, nella scelta dei componenti, nei risultati prestazionali che devono essere garantiti e nel controllo ad opera eseguita, ma piuttosto povera sul versante del confezionamento e della mescolazione del calcestruzzo. Di contro nei principali paesi europei l'utilizzo del mescolatore nella produzione industrializzata di calcestruzzo è estremamente diffuso. Ad esempio in Francia gli impianti certificati dall'ente nazionale di certificazione Afnor-Nf debbono necessariamente essere dotati di mescolatore e in Germania si ammette esplicitamente la migliore qualità del calcestruzzo prodotto con il mescolatore, secondo la norma nazionale DIN459-22.



Le fasi del ciclo del calcestruzzo prodotto con processo industrializzato consistono:

1. nel dosaggio delle varie componenti (inerti, cemento, acqua e additivi) all'interno delle vasche dell'impianto di betonaggio;
2. nella mescolazione, che avviene nel cuore dell'impianto grazie al mescolatore;
3. nel trasporto mediante le autobetoniere;
4. nella distribuzione che avviene mediante le pompe.

In Italia viene ancora consentita l'immissione del materiale a secco nell'autobetoniera, saltando il processo di mescolazione nell'impianto e svolgendolo, impropriamente, all'interno dell'autobetoniera, cioè di una macchina concepita per un'altra funzione, il trasporto del prodotto. Il risultato è che nel nostro paese l'85% del calcestruzzo viene ancora prodotto a secco e che spesso le autobetoniere scaricano miscele differenti tra inizio e fine botte. Gli inerti di dimensioni maggiori finiscono così in coda, mentre non è raro vedere nidi di ghiaia e palle di cemento non idratato.



Il cuore dell'impianto

Il mescolatore è costituito da una vasca di mescolazione cofanata, cioè chiusa, dove confluisce il materiale precedentemente dosato. Qui mediante l'azione di pale e bracci mossi da motori elettrici, componenti separati reagiscono chimicamente generando un impasto con il necessario grado di omogeneità necessario a garantire un'adeguata qualità del calcestruzzo.

Ciò compromette la qualità e la sicurezza del calcestruzzo perché è solo grazie all'azione del mescolatore che i componenti separati vengono miscelati omogeneamente garantendo che si sviluppino specifiche reazioni chimiche, come ad esempio l'idratazione del cemento che è alla base della resistenza e lavorabilità del conglomerato.

Ci sono molti aspetti che rendono il calcestruzzo premescolato, ovvero trattato mediante il mescolatore, più sicuro. Tra questi un elemento di grande rilevanza è la sua maggiore lavorabilità rispetto a quello prodotto con carico a secco. Ciò è dovuto alla maggiore omogeneità e diffusione della pasta cementizia passata attraverso l'azione del mescolatore. Tale incremento di lavorabilità può essere quantificato anche in una o due classi di consistenza.

Un'insufficiente lavorabilità del prodotto è alla base della diffusa, ma scorretta pratica dell'aggiunta a posteriori di acqua. In questo modo si altera in maniera incontrollata il rapporto acqua/cemento nella miscela, con il risultato di non poter più garantire le prestazioni iniziali del prodotto a livello di resistenza. Tali pratiche scorrette sono ancora più comuni nella fase di mescolazione realizzata in cantiere dove viene introdotta acqua all'interno delle autobetoniere con lo scopo di rendere il calcestruzzo più lavorabile da parte delle maestranze.

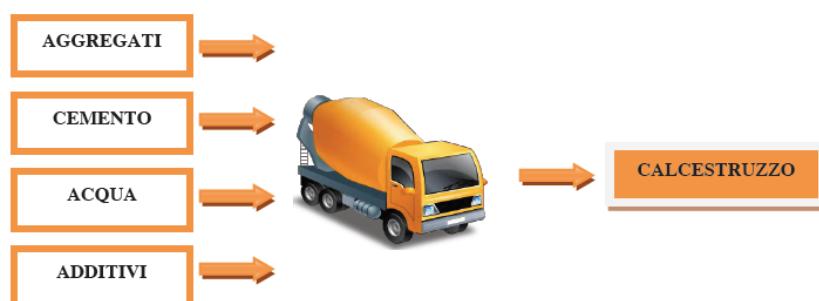
Le istituzioni, i produttori di calcestruzzo e i costruttori di macchine sono attivi ormai da molti anni sul fronte dell'informazione e sensibilizzazione degli operatori dei cantieri sottolineando con forza la necessità di non intervenire manualmente sul confezionamento del prodotto. Anche in conseguenza di tali azioni ormai nessuno mette più in dubbio la necessità di avere centrali con sistemi di controllo computerizzati che permettono la ripetibilità e rintracciabilità del processo, a prescindere dalla competenza ed esperienza del singolo impiantista. Tuttavia urge anche che sia ben chiaro che non si deve manipolare il prodotto una volta confezionato. Il calcestruzzo deve uscire dal mescolatore con le caratteristiche richieste e mantenerle durante la fase di messa in opera.

Le caratteristiche di omogeneità e costanza richieste al calcestruzzo proveniente da un processo industrializzato possono esser conseguiti mescolando il calcestruzzo in un'autobetoniera? La risposta è no.

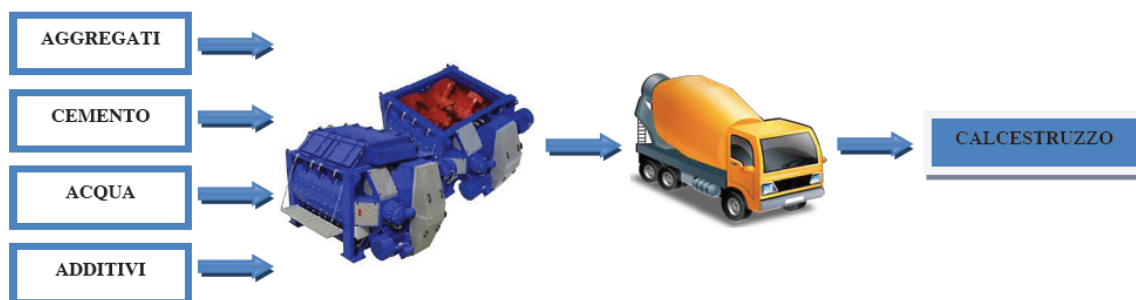
Secondo uno studio realizzato nel 2008 dall'Istituto italiano per il calcestruzzo sulla produzione a secco e mediante mescolatore, l'utilizzo di quest'ultima tecnologia è in grado di:



- garantire la **rispondenza delle resistenze** a compressione relative alla classe di resistenza (R_{ck}) richiesta dalle ricette (il 100% dei prelievi effettuati a 28 giorni ha rispecchiato abbondantemente la resistenza caratteristica richiesta; viceversa i casi esaminati di produzione a secco hanno raggiunto gli stessi valori medi solo nel 32% dei casi);
- favorire la completa **idratazione** del cemento, con il risultato di dotare il conglomerato di classi resistenza maggiore;
- offrire una migliore **lavorabilità** a parità di rapporto acqua/cemento e un maggiore mantenimento della stessa;
- garantire maggiore **omogeneità** del conglomerato;
- garantire **minor permeabilità**, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12390-8. Questo dato oltre ad essere proporzionale al minor rapporto acqua/cemento del calcestruzzo prodotto con mescolatore è anche proporzionale alla minor macroporosità dovuta ad una incompleta compattazione degli impasti;
- garantire una **percentuale minore d'aria inglobata** nel conglomerato poiché l'effetto della mescolazione favorisce una più completa dispersione delle parti finissime del cemento e degli agenti antischiuma (frangibolle) presenti solitamente negli additivi superfluidificanti, ottenendo una conseguente diminuzione dei vuoti all'interno degli impasti;
- garantire l'assoluta **ripetibilità delle ricette** (ovvero i diversi tipi d'impasti richiesti dal progetto). Quanto sopra esposto rende evidente quali siano i vantaggi in termini di sicurezza e durabilità del prodotto con benefici evidenti per le opere realizzate e la collettività. Basterebbe questo per giustificare la necessità dell'uso del mescolatore. A questa esigenza di tutela della sicurezza della collettività in termini di resistenza delle costruzioni, se ne aggiungono altre due: la tutela dell'ambiente e la convenienza economica.



Schema produttivo del calcestruzzo a secco



Schema produttivo del calcestruzzo con mescolatore

1. Maggiore rispetto dell'ambientale. L'utilizzo del mescolatore permette un utilizzo più efficiente del cemento ed evita l'utilizzo improprio dell'autobetoniera ai fini di mescolazione contribuendo in maniera sostanziale alla riduzione dell'emissione di anidride carbonica in linea con il piano di riduzione del 60% delle emissioni stabilito dall'Unione europea entro il 2050;
2. Convenienza economica. L'utilizzo del mescolatore, a fronte dell'investimento iniziale, permette ingenti risparmi grazie ad un impiego più efficiente degli ingredienti, al risparmio di carburante delle autobetoniere e alla minore usura delle stesse.

Quali misure possono aiutare a rendere il calcestruzzo più sicuro?

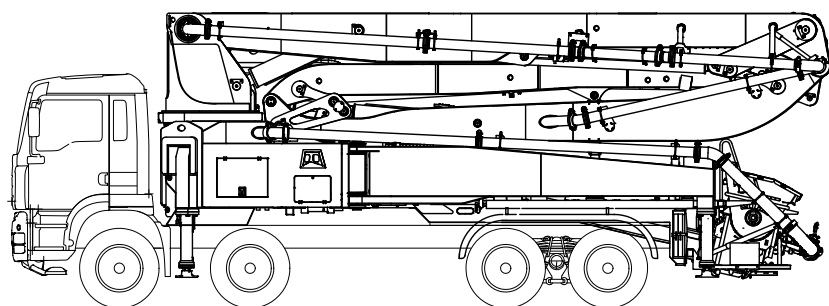
- Chi acquista calcestruzzo prodotto mediante processo industrializzato deve assicurarsi che il calcestruzzo abbia subito il processo di mescolazione all'interno dell'impianto.
- Per la produzione di calcestruzzo in quantità superiori ai 1.500 metri cubi le autorità pubbliche dovrebbero rendere obbligatorio l'uso del mescolatore o almeno, transitoriamente, incentivare al massimo la produzione di calcestruzzo sicuro mediante sgravi fiscali o crediti d'imposta per le imprese che acquistano mescolatori o che riconvertono gli impianti a secco in impianti dotati di mescolatore. Del resto in molti capitolati già si riconosce che non vi può esser garanzia di calcestruzzo sicuro senza la mescolazione all'interno della centrale di betonaggio. Ad esempio in un capitolato di Italferr (Gruppo Ferrovie dello Stato) del 2005-06 per la realizzazione della tratta alta velocità/alta capacità Milano-Genova si dice: "al fine di garantire un miglior controllo del rapporto acqua/cemento ed una corretta miscelazione dell'impasto, si raccomanda l'impiego di impianti di betonaggio con miscelatore".

Se si ammette, riguardo al calcestruzzo prodotto con impianti industrializzati, che la presenza del miscelatore sia garanzia di una qualità superiore, bisognerebbe andare tuttavia oltre la raccomandazione, imponendone l'obbligo. Si tratterebbe infatti di una misura che aiuterebbe a prevenire crolli e cedimenti che possono avere conseguenze drammatiche.

La sicurezza e le macchine per il calcestruzzo

Secondo i dati messi a disposizione da Inail sulla banca dati Infor.mo, gli incidenti mortali connessi con l'utilizzo di macchinari per il calcestruzzo dal 2002 al 2010 sono stati 62, con una media di circa 8 morti l'anno, cui si vanno ad aggiungere tutti i sinistri che non hanno comportato decessi.

Si tratta di eventi che necessitano risposte urgenti. L'industria italiana dei macchinari per il calcestruzzo è impegnata nello sviluppo di tecnologie sempre più sicure e di dispositivi che contribuiscono a minimizzare l'occorrere di incidenti. Ma anche le autorità pubbliche devono fare la loro parte.



Come aumentare la sicurezza sul lavoro per i macchinari per il calcestruzzo?

Le autorità pubbliche dovrebbero:

- ridurre i premi Inail per imprese che sottopongano i macchinari a verifiche periodiche annuali e che utilizzino dispositivi di sicurezza d'avanguardia;
- controllare la conformità alle normative vigenti delle macchine operanti nei cantieri;
- introdurre sanzioni adeguate per i soggetti inadempienti;
- estendere l'obbligatorietà della formazione (Accordo stato/regioni del testo unico 81/2008), al momento limitata alle pompe, anche alle altre tipologie di macchinari per il calcestruzzo qualora le statistiche d'infortunistica ne evidenzino la necessità;
- promuovere al livello europeo l'omogeneizzazione della validità dei certificati di idoneità all'utilizzo di macchinari per il calcestruzzo;
- istituire un'anagrafe obbligatoria di tutti i macchinari per le costruzioni quale strumento adeguato per permettere d'individuare posizione, caratteristiche, proprietà e tasso di obsolescenza di tali mezzi in tutto il ciclo di vita, consentendo alle autorità pubbliche una sorveglianza di mercato efficiente e alle forze dell'ordine il contrasto dei furti, permettendo altresì di varare in maniera mirata, al livello locale, misure di protezione dell'ambiente e di tutela della sicurezza.