

## Qual è la temperatura massima ammissibile del calcestruzzo fresco ?

Colombo Zampighi

La UNI EN 206-1 al punto 5.2.8 prescrive che il calcestruzzo fresco non abbia una temperatura inferiore ai 5°C gradi.

Prevede inoltre che quando è necessario un requisito riguardo alla temperatura massima questa debba essere specificata fornendo anche la tolleranza.

Le Linee Guida STC\* per la messa in opera del calcestruzzo strutturale del febbraio 2008 al punto 6.2 Getti in clima caldo recitano:

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco, che di quello indurito. Infatti provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto ed una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata
- bassa umidità relativa
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda)
- forte irraggiamento solare
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua;
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera;
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi;
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico;
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo;
- maggior ritiro per perdita di acqua;
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno);
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione;
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione;
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

La temperatura del calcestruzzo viene di norma misurata alla consegna nell'ambito dei controlli di accettazione e poi tende ad aumentare; come e quando rilevare la temperatura durante le operazioni di getto non è univocamente chiaro.

Il limite indicato nelle succitate Linee Guida potrebbe comunque risultare non sufficientemente conservativo per situazioni e strutture particolari (es. pavimenti).

Il Fascicolo 65 du CCTG Cahier des clauses techniques generales Exécution des ouvrages en béton armé ou précontraint francese prescrive che quando la temperatura del calcestruzzo rischia di superare i 32°C al momento della messa in opera

del calcestruzzo , devono essere approntate le più stringenti metodologie di curing complementari a quelle normalmente previste e ben sintetizzate al Par. 8.5 della UNI EN 13670 .

La mancanza di sufficiente attenzione alla corretta maturazione e protezione del calcestruzzo dopo la posa in opera rappresenta una carenza diffusa in molti cantieri italiani nonostante le condizioni atmosferiche non sempre favorevoli.

La maggiorparte dei fenomeni fessurativi è dovuta ad eccessivo ritiro per mancanza di adeguate condizioni di maturazione.

Le specifiche di capitolato a tale riguardo sono raramente dettagliate e quasi mai rispettate.

La maturazione naturale è sufficiente solo in condizioni di bassa evaporazione superficiale del calcestruzzo .

La problematica di fondo è limitare la fessurazione del calcestruzzo dalle 16 alle 72 ore dopo il getto; prescrivere una temperatura massima è necessario al fine di controllare i fenomeni fessurativi nelle fasi iniziali di indurimento del calcestruzzo causati da bruschi cambi di temperatura.

Tali fenomeni possono essere limitati riducendo la temperatura iniziale del calcestruzzo , utilizzando cementi con basso calore d'idratazione (es. pozzolanici) , raffrescando il calcestruzzo nelle primissime ore dopo il getto irrorandolo con acqua e gettando di notte o molto presto la mattina.

Senza entrare nel merito di tecniche più sofisticate ( e costose ) il metodo più semplice ed efficace per ridurre la temperatura del calcestruzzo è condizionare gli aggregati mantenendoli all'ombra e/o innaffiandoli: per ogni 2°C in meno per sabbia e ghiaia si riduce la temperatura del calcestruzzo di più di 1°C .

In conclusione il particolare contesto italiano, in presenza di temperature ambientali superiori ai 28°C , induce a prescrivere per strutture normali :

- a) monitoraggio della temperatura del calcestruzzo alla consegna ( normalmente circa 3-5°C più alta di quella dell'aria )
- b) Utilizzo di cementi tipo III o IV per getti massivi
- c) utilizzo sistematico di specifiche metodologie di maturazione
- d) non superare la temperatura di 30°C del calcestruzzo alla consegna
- e) definizione chiara delle tolleranze e dei meccanismi per eventuali deroghe

(\*) : Le Linee Guida STC sono attualmente in fase di revisione