

Scheda n. 9

Controlli di accettazione – Controllo tipo B**§ 11.2.5 Controllo di accettazione**

Il Direttore dei lavori ha l'**obbligo** di eseguire controlli **sistematici** in corso d'opera per verificare la conformità del calcestruzzo messo in opera rispetto a quanto stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare.

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

- Controllo tipo A di cui al § 11.2.5.1
- Controllo tipo B di cui al § 11.2.5.2

◇ Condizioni

Il controllo tipo B è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla tabella 11.2.1, di seguito riportata:

1. Prima condizione $R1 \geq R_{ck} - 3,5$
2. Seconda condizione $RM \geq R_{ck} + 1,4 S$

dove: RM = resistenza media dei prelievi [N/mm²]

R1 = minore valore di resistenza dei prelievi [N/mm²]

S = scarto quadratico medio

Inoltre: Coefficiente di Variazione $S/RM \leq 0,15$

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 mc di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Nota: nel decreto precedente (del 1996), il controllo statistico era proposto in alternativa al controllo tipo A, mentre adesso diviene obbligatorio.

◇ § 11.2.5.2 – Controllo tipo B

Il controllo tipo B è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 mc di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 mc.

Risulta quindi:

<i>almeno un controllo di accettazione tipo B ogni 1500 mc</i>

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo R1 dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (S / RM) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.6. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.

◇ **Commenti**

Il controllo tipo B è più pericoloso di quello di tipo A, in quanto coinvolge un volume di calcestruzzo superiore, fino a 1500 mc contro i 300 del controllo tipo A; per questa ragione è necessario seguirlo con più attenzione.

Occorre anche osservare che la valutazione sommaria dei risultati condotta senza eseguire il calcolo può ingannare; può infatti succedere che la maggior parte dei prelievi siano più alti della media, ma le condizioni del controllo non risultino comunque verificate; inoltre non vi è sicurezza che la classe sia corretta fino all'ottenimento dell'ultimo risultato della serie dei 15 prelievi.

Molti direttori dei lavori che non eseguono i calcoli presentano al collaudo risultati non idonei pensando invece che lo siano.

◇ Esempio di calcolo

Consideriamo sia necessario verificare se il calcestruzzo ha classe 30:

Condizione da verificare: $R_{ck} 30 \text{ N/mm}^2$

Si abbiano le seguenti resistenze medie dei prelievi indicate sui certificati ufficiali di prova (ciascun numero della colonna (2) rappresenta la resistenza a compressione dei cubetti del prelievo espressa in N/mm^2):

Prelievo n (1)	R_m (2)	$R_m - RM$ (3)	$(R_m - RM)^2$ (4)
1	31,0	-4	16
2	26,0	-9	81
3	30,0	-5	25
4	42,0	+7	49
5	40,0	+5	25
6	38,0	+3	9
7	32,0	-3	9
8	36,0	+1	1
9	40,0	+5	25
10	28,0	-7	49
11	31,0	-4	16
12	33,0	-2	4
13	36,0	+1	1
14	38,0	+3	9
15	40,0	+5	25
(5) $RM = 35,0$			(6) 344

(1) *Prelievi in ordine di data*

(2) *Resistenza media di ciascun prelievo*

(3) *Differenza di ciascun prelievo dalla RM ovvero scarto dalla media*

(4) *Scarto dalla media elevato al quadrato*

(5) *Resistenza media di tutti i prelievi* $RM = \frac{31+26+30+\dots+40}{15} = 35,0$

(6) *Sommatoria degli scarti al quadrato* $\sum_{15}^1 (R_m - RM)^2 = 344$

Calcolo dello Scarto Quadratico Medio:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_n^1 (R_m - RM)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{344}{14}} = \sqrt{24,57} = 4,96$$

Calcolo del Coefficiente di Variazione:

$$\frac{S}{RM} = \frac{4,96}{35} = 0,141$$

Prima verifica

Dovrà risultare: $R1 \geq Rck - 3,5$

Nel nostro caso, $R1 = 26,0$ che è *minore* di $30 - 3,5 = 26,5$. Perciò la prima condizione non è verificata e la classe non è raggiunta.

$R1 = 26,0 < 26,5 \rightarrow$ condizione **NON verificata**

Seconda verifica

Dovrà risultare: $RM \geq Rck + 1.4 S$

Nel nostro caso, $RM = 35,0$ che è *minore* di $30 + (1,4 \times 4,96) = 36,94$.

$RM = 35,0 < 36,94 \rightarrow$ condizione **NON verificata**

In questo caso entrambe le condizioni risultano non verificate. Si osservi che, nonostante RM sia $35,0 \text{ N/mm}^2$ (ben superiore al valore di Rck 30), e che otto risultati siano superiori a 35, la classe non risulta comunque raggiunta.

◇ Calcolo della classe effettiva

La resistenza minima $R1$ risulta:

$$R1 = 26 \text{ N/mm}^2$$

Dalla prima condizione: $R1 \geq Rck - 3,5$, segue: $Rck \geq R1 + 3,5$. Eguagliando, si ottiene:

$$Rck = R1 + 3,5 = 26,0 + 3,5 = 29,5 \text{ N/mm}^2$$

Questo valore rappresenta la massima resistenza che consente il risultato minimo.

La resistenza media dei prelievi e lo scarto quadratico medio risultano:

$$RM = 35,0 \quad S = 4,96$$

Dalla seconda condizione: $RM \geq Rck + 1.4 S$, segue: $Rck \geq RM - 1,4 S$.

Eguagliando, si ottiene:

$$Rck = RM - 1,4 S = 35,0 - 1,4 \times 4,96 = 35,0 - 6,94 = 28,06 \text{ N/mm}^2$$

Dovendo risultare valide entrambe le condizioni,

la classe effettiva risulta essere $28,06 \text{ N/mm}^2$.

Infine, è importante notare che il coefficiente di variazione è nel limite accettabile. Si noti che a fronte di controlli negativi, il direttore dei lavori deve obbligatoriamente seguire e documentare una **procedura di verifica** riferita ai calcoli statici e alle strutture, di cui si tratterà in una delle schede successive.