

EL CONTROL DEL HORMIGÓN CON LA EHE-08

1. Introducción

En el presente documento, se pretende describir la sistemática a seguir para realizar el control del hormigón en obra según lo indicado en la actual Instrucción EHE-08 y en el programa de control que debe tener la obra (art. 79.1), que son de obligado cumplimiento para las obras de edificación que han comenzado a partir de diciembre de 2009, y en las obras de ingeniería civil que lo hagan a partir de diciembre de 2011.

2. Documentación del control del hormigón

La Instrucción EHE-08 indica en su articulado (artículos 79 y 86) y anejos (número 21 y 22), la documentación que el suministrador de hormigón debe presentar a la Dirección Facultativa o al Constructor, previo al suministro, durante el mismo, y una vez acabado éste.

Cabe destacar la aparición en este punto de dos nuevos documentos obligatorios, que son el Certificado de dosificación (previo al suministro) y el Certificado de suministro (al finalizar el mismo).

3. Fabricación, conservación y rotura de las probetas y otros ensayos

El control del hormigón se realizará siguiendo las series de normas UNE-EN 12350 y UNE-EN 12390, sobre probetas cilíndricas de 15x30 cm o sobre cúbicas de 15x15 cm (o incluso de 10x10 cm en hormigones de alta resistencia).

La Instrucción indica en su artículo 86.3.2, la responsabilidad del constructor de asegurar que la conservación de las probetas se realice en todo momento entre 15 y 35°C, protegidas del viento, del asoleo directo y de los golpes.

En el caso de que puedan producirse en obra otras condiciones ambientales, el Constructor deberá habilitar un recinto en el que puedan mantenerse las referidas condiciones (artículo 86.3.2 de la Instrucción EHE-08).

4. Control estadístico del hormigón

En general, el control de conformidad del hormigón en obra se realizará mediante un control estadístico. Únicamente se admite un control de conformidad no estadístico en obras donde el nivel de control sea del cien por cien (se analizan TODAS las amasadas suministradas, y el hormigón es aceptable si al menos el 95% de los resultados son superiores a la resistencia característica solicitada), o donde se realice un control indirecto (se controla sólo la docilidad del hormigón como criterio de aceptación, por lo que queda restringido a condiciones muy concretas).

El control estadístico se fundamenta en la evaluación de las resistencias de una muestra que se extrae de una población mayor, que es la suministrada. Para ello, es necesario establecer la

definición de lotes en nuestro hormigón, y de las amasadas que controlaremos dentro de cada uno de esos lotes. Adicionalmente se fija en dos el número de determinaciones de resistencia (probetas) a ensayar por cada amasada (camión), y siempre referido a los 28 días de edad.

La definición de lotes nos va a permitir una evaluación individual estadística de cada uno de ellos, que será de esta forma aceptado o rechazado. Los criterios para esta definición aparecen en el artículo 86.5.4.1 de la Instrucción, y el resultado dependerá en gran medida de que el hormigón posea Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (DOR) o no.

En caso de optar por el control estadístico, tanto los lotes en que se divida la obra, como el número de amasadas a controlar dentro de cada lote (N, artículo 86.5.4.1), estarán definidos en el programa de control que tiene que existir en toda obra previo a su inicio, siempre según el artículo 79.1 de la Instrucción.

Una vez disponemos de los resultados de las probetas ensayadas, la Instrucción nos proporciona ahora los siguientes criterios de aceptación:

a. Caso 1: Hormigón con D.O.R.

Es un criterio de identificación, en el que cada resultado obtenido (x_i) debe ser igual o superior al característico solicitado f_{ck} :

$$x_i \geq f_{ck}$$

Caso de no ser así en algún caso, se requerirá al menos que se supere el 90% de f_{ck} , siempre que además se cumpla que:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - 1,645s \geq 0,9f_{ck}$$

Siendo la media, la de los 15 últimos valores obtenidos en el control de producción incluido el defectuoso, y la desviación típica la certificada (la debe proporcionar el Suministrador en caso de necesidad)

b. Caso 2: Hormigón sin D.O.R. hasta 36 amasadas controladas

En este caso el criterio de aceptación viene indicado por la fórmula

$$\bar{x} - K_2 r_n \geq f_{ck}$$

donde:

r_n : Recorrido muestral, calculado como el valor mayor de los resultados del lote menos el valor menor ($x_n - x_1$)

y K_2 una constante que se extrae de la tabla 86.5.4.3.b

	AMASADAS CONTROLADAS POR LOTE (N)			
	3	4	5	6
k_2	1,02	0,82	0,72	0,66

- c. Caso 3: Hormigón sin D.O.R. con 37 o más amasadas controladas
Para este tercer caso, la fórmula que aplica es

$$x_{(1)} - K_3 s_{35} \geq f_{ck}$$

donde:

$x_{(1)}$: valor menor de los resultados del lote

s_{35} : desviación típica muestral de las últimas 35 amasadas y K_3 una constante que se extrae de la tabla 86.5.4.3.b

	AMASADAS CONTROLADAS POR LOTE (N)			
	3	4	5	6
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43

5. Decisiones derivadas del control y ensayos de información complementaria

En el caso de existir un rechazo de un lote en cualquiera de los criterios anteriores, la EHE-08 (Art. 86.7.3.1) proporciona un procedimiento ordenado y gradual de medidas para decidir la aceptación, refuerzo o demolición definitiva de los elementos afectados.

Al margen de lo anterior, en el caso de hormigones con DOR, se determina que los 6 lotes posteriores al afectado deben ser reducidos en su tamaño, pasando a tener el que sería preceptivo en ausencia de DOR.

El procedimiento a seguir en caso de encontrar alguna no conformidad con el criterio de aceptación que se haya utilizado en cada caso sería:

1. Ensayos de información complementaria (por iniciativa de Dirección Facultativa, Constructor o Suministrador del hormigón).
 - Haber fabricado probetas de las amasadas, pero manteniéndolas en condiciones ambientales de curado similares a las que tiene el hormigón en la obra.
No parece que este procedimiento pueda arrojar información concluyente cuando encontremos valores inferiores a los esperados.
 - Rotura de probetas testigo. Es conveniente acordar entre las partes los lugares de extracción, el tamaño de los testigos (se recomiendan los diámetros de 100 mm.) y el número a extraer. En el artículo 86.8 de la Instrucción, en su apartado de comentarios, existe una referencia clara a la disminución de resistencia que presentan los testigos extraídos de un elemento frente a la real de este, y que cuantifica en un 10%.
Durante el año 2009, se produjo la publicación de la norma UNE-EN 13791, en la que aparecen criterios para evaluar la resistencia a compresión in situ en estructuras de hormigón. Con esta Norma se pueden interpretar tanto los

resultados de testigos obtenidos, como los ensayos no destructivos que hayan podido realizarse.

- Métodos no destructivos. La EHE-08 permite expresamente el uso de estos métodos (esclerometría y ultrasonidos) siempre que se utilicen junto con testigos, y debidamente relacionados con éstos.

2. Estudio de la seguridad real a partir de los resultados obtenidos (por iniciativa de Dirección Facultativa, Constructor o Suministrador del hormigón).

Si se confirma con los resultados del apartado anterior que la resistencia característica estimada se encuentra por debajo de la resistencia característica especificada, se debe realizar un recálculo de la seguridad estructural de los elementos que forman parte del lote, tomando como resistencia la "in situ" obtenida como resultado de los ensayos de información complementaria.

3. Realización de pruebas de carga (por iniciativa de la Dirección Facultativa)

6. Conclusiones

La aplicación de los nuevos criterios supone un incremento de la fiabilidad estructural y, naturalmente, puede hacer que algunos hormigones que eran aceptados con la instrucción anterior (EHE) no lo sean con la nueva EHE-08 y viceversa. Esto sería debido al control de la dispersión y a la desaparición del 0,9 que multiplicaba antiguamente a la resistencia característica. No es el caso de los hormigones en posesión de un D.O.R., ya que la conformidad se garantiza previamente al suministro y su identificación en obra será tan sencilla como inmediata en la mayoría de los casos.

Con estos nuevos criterios estadísticos y, sobre todo, con la influencia capital que adquiere la dispersión en el cálculo de las resistencias estimadas en los lotes, hay que tener muy presente que valores de resistencia que aparentemente puedan parecer buenos por elevados, pueden llevar a lotes defectuosos si tienen una dispersión elevada. Este hecho debería ser tenido en cuenta por las partes implicadas y, al menos, sería aconsejable que las tomas de hormigón realizadas para sancionar el lote se hicieran en un plazo temporal lo más breve posible, con objeto de tener la información en ese menor tiempo posible.

Por último, y como idea final, recordar que una regla sencilla para conocer si un lote es o no aceptable dentro del caso 2 que describe la Instrucción -que entendemos que va a ser el caso más habitual en hormigones convencionales (resistencias 20, 25 y 30)- es restar a la media obtenida de las tres resistencias en el lote, la diferencia entre la mayor y la menor, y compararla con la característica.