



ANEJO 22º

Ensayos previos y característicos del hormigón

1 Ensayos previos

Este tipo de ensayos no serán necesarios, salvo en aquellos casos en los que no haya experiencia previa que pueda justificarse documentalmente del empleo de hormigones con los materiales, dosificación y proceso de ejecución que estuvieran previstos en la obra concreta.

El objetivo de los ensayos previos es demostrar mediante ensayos, que se efectuarán sobre hormigones fabricados en laboratorio, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones de resistencia y durabilidad que se le exigen en el proyecto.

Para su realización se fabricarán al menos cuatro series de probetas procedentes de amasadas distintas, de dos probetas cada una para su ensayo a 28 días de edad, por cada dosificación que se desee emplear en la obra, y operando de acuerdo a los métodos para la fabricación de probetas y para la realización de los ensayos de resistencia y de durabilidad recogidos en esta Instrucción.

En el caso de la resistencia a compresión, se deducirá a partir de los valores así obtenidos un valor de la resistencia media en el laboratorio f_{cm} , que deberá ser lo suficientemente grande como para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce los procesos de fabricación previstos para su empleo en la obra, la resistencia característica real en obra sea superior, con un margen suficiente, al valor de la resistencia característica especificada en el proyecto.

Los ensayos previos aportan información para estimar el valor medio de la propiedad estudiada pero son insuficientes para establecer la distribución estadística que sigue el hormigón de la obra. Dado que las especificaciones de esta Instrucción, o las adicionales recogidas en el proyecto, no se refieren generalmente a valores medios, como es el caso de la resistencia, es necesario adoptar una serie de hipótesis que permitan tomar decisiones sobre la validez o no de las dosificaciones ensayadas.

Generalmente, se puede admitir una distribución de tipo gaussiano, con una desviación típica poblacional o coeficiente de variación que debe ser función de los datos conocidos del control de producción de la instalación en la que se vaya a fabricar el hormigón. Obviando la variación que existe entre las poblaciones de hormigón de laboratorio y las fabricadas realmente para la obra, en el caso de la resistencia, puede exigirse al menos que;

$$\bar{x}_n \geq f_{ck} + 2\sigma$$

donde \bar{x}_n es la resistencia media de la muestra obtenida de los ensayos y f_{ck} es la resistencia característica especificada en el proyecto.

La desviación típica σ es un dato básico para poder realizar este tipo de estimaciones. Cuando no se conozca su valor correspondiente a la instalación de fabricación que vaya a emplearse, puede suponerse en una primera aproximación que:



$$\sigma = 4\text{N/mm}^2$$

La fórmula anterior se corresponde con unas condiciones medias de dosificación en peso, con almacenamiento separado y diferenciado de todos los materiales componentes y corrección de la cantidad de agua por la humedad incorporada a los áridos donde, además, las básculas y los elementos de medida se comprueban periódicamente y existe un control (de recepción o en origen) de las materias primas.

La información suministrada por los ensayos previos de laboratorio es muy importante para la buena marcha posterior de los trabajos, por lo que conviene que los conozca la Dirección facultativa. En particular, la confección de mayor número de probetas a edades inferiores a los 28 días puede resultar muy útil.

2 Ensayos característicos de resistencia

Este tipo de ensayos no serán necesarios, salvo que no que pueda justificarse documentalmente el empleo previo en otros casos, de hormigones con los materiales, dosificación y procesos de ejecución como los que están previstos para la obra. Tienen por objeto comprobar, antes del comienzo del suministro, que las características del hormigón que se va a colocar en la obra no son inferiores a las previstas en el proyecto.

Los ensayos se llevarán a cabo a los 28 días de edad sobre probetas procedentes de seis amasadas diferentes, para cada tipo de hormigón que vaya a emplearse en la obra. Se enmoldarán dos probetas por amasada, que se fabricarán, conservarán y ensayarán de acuerdo con los métodos indicados en esta Instrucción.

Para la resistencia a compresión, se calculará el valor medio correspondiente a cada amasada a partir de los resultados individuales de rotura, lo que permite obtener una serie de seis resultados medios:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_6$$

La Dirección facultativa aceptará la dosificación y el proceso de ejecución correspondiente, a los efectos de resistencia, cuando se cumpla que:

$$\bar{x}_6 - 0,8 \cdot (x_6 - x_1) \geq f_{ck}$$

En caso contrario, no se producirá la aceptación, debiendo el responsable de la central introducir las oportunas correcciones hasta que se logre cumplir las anteriores condiciones. Mientras tanto, se retrasará el comienzo del suministro del hormigón hasta que, como consecuencia de nuevos ensayos característicos, se llegue al establecimiento de una dosificación y un proceso de fabricación aceptable.

Puede resultar útil ensayar varias dosificaciones iniciales, pues si se prepara una sola y no se alcanza con ella el comportamiento adecuado, hay que comenzar de nuevo el proceso, con el consiguiente retraso para la obra.

3 Ensayos característicos de dosificación

Estos ensayos tienen por objeto comprobar, previamente al inicio del suministro del hormigón, que las dosificaciones a emplear son conformes con los criterios de durabilidad



establecidos en esta Instrucción. En el caso de que se efectúen también ensayos característicos de resistencia, podrán efectuarse simultáneamente con éstos.

Se realizarán series independientes de ensayos para cada uno de los tipos de hormigón cuyo empleo esté previsto en la obra, al objeto de caracterizar sus respectivas dosificaciones. Dichos ensayos serán, al menos, los de resistencia a compresión y los de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión. Asimismo, el Pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto o la Dirección facultativa podrán disponer la realización de otros ensayos para la determinación de características adicionales como, por ejemplo, la determinación de la velocidad de carbonatación o del coeficiente de difusión de iones cloruro cuando el proyecto incluya una estimación de la vida útil de la estructura, según el Anejo 9 de esta Instrucción.

Previamente al inicio del suministro, se procederá a la realización de tres series de cuatro probetas, procedentes de tres amasadas fabricadas en la central con la misma dosificación que se vaya a emplear en la obra. De cada serie, dos probetas se destinarán al ensayo de resistencia y otras dos al ensayo de profundidad de penetración de agua. La toma de muestras deberá realizarse en la misma instalación en la que va a fabricarse el hormigón durante la obra. La selección del momento para realizar la citada operación, así como la del laboratorio encargado de la fabricación, conservación y ensayo de estas probetas deberán ser previamente acordadas por el responsable de la recepción del hormigón, el suministrador del mismo y, en su caso, el constructor o el prefabricador.

Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 86.3 de esta Instrucción. Se elaborará un informe con los resultados obtenidos, tanto en los ensayos de resistencia como en los de determinación de la profundidad penetración de agua. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

Los valores medios de los resultados de los ensayos de profundidad de penetración de agua obtenidos para cada serie, se ordenarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- las profundidades máximas de penetración: $Z_1 \leq Z_2 \leq Z_3$
- las profundidades medias de penetración: $T_1 \leq T_2 \leq T_3$

Para su aceptación, el hormigón ensayado deberá cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:



Clase de exposición ambiental	Especificaciones para las profundidades máxima	Especificaciones para las profundidades medias
IIIc, Qc Qb (solo en el caso de elementos pretensados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 40 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 20 \text{ mm}$ $T_3 \leq 27 \text{ mm}$
IIIa, IIIb, IV, Qa, E, H, F, Qb (en el caso de elementos en masa o armados)	$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 50 \text{ mm}$ $Z_3 \leq 65 \text{ mm}$	$T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 30 \text{ mm}$ $T_3 \leq 40 \text{ mm}$
I, IIa, IIb (sin clase específica)	No requiere esta comprobación	No requiere esta comprobación

A partir de los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión, se determinarán los resultados medios para cada serie,

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3 \dots$$

La resistencia característica mínima compatible con los criterios de durabilidad se definirá aplicando una de las siguientes expresiones:

- en el caso de que se realicen simultáneamente ensayos característicos de resistencia, con seis series de probetas:

$$f_{c,dosif} = \bar{x}_6 - 0,80 \cdot (x_6 - x_1)$$

- en otro caso, con tres series de probetas:

$$f_{c,dosif} = \bar{x}_3 - 1,35 \cdot (x_3 - x_1)$$

donde \bar{x}_i es la resistencia media de un número "i" de series ensayadas.

La Dirección facultativa aceptará el inicio del suministro del hormigón cuando se cumplan, simultáneamente, las siguientes condiciones:

- el valor de $f_{c,dosif}$ no es inferior al valor correspondiente de la tabla 37.3.2.b,
- el valor de $f_{c,dosif}$ no es inferior al valor de f_{ck} establecido en el proyecto.

La Dirección facultativa aceptará el inicio del suministro del hormigón si el valor de $f_{c,dosif}$ no es inferior al valor de f_{ck} establecido en el proyecto, ni es inferior en más de 5 N/mm² respecto a la establecida en la tabla 37.3.2.b.



La Dirección facultativa podrá cambiar la especificación del hormigón pedido si el valor de $f_{c,dosif}$ se corresponde con una tipificación de resistencia, de la serie recomendada en 39.2, superior a la especificada en proyecto. El control de recepción de la resistencia, consecuentemente, se realizará conforme a la nueva especificación.

El laboratorio que ha efectuado los ensayos elaborará un certificado de la dosificación en el que constarán, al menos, los siguientes datos:

- acreditación del laboratorio,
- identificación de la central,
- designación tipificada del hormigón,
- en su caso, distintivo de calidad que posea el hormigón y referencia completa de la disposición por la que se ha efectuado su reconocimiento oficial,
- dosificación real del hormigón ensayado, incluida la identificación completa de las materias primas empleadas,
- resultados individuales de la resistencia a compresión obtenidos en los ensayos y valor calculado para $f_{c,dosif}$,
- resultados de la profundidad de penetración de agua obtenidos en los ensayos,
- en su caso, mención explícita de la conformidad del hormigón ensayado con las exigencias de este artículo,
- fecha de realización de los ensayos y período de validez del certificado, que no podrá ser superior a los seis meses desde aquélla.