

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Septiembre ■ 2015



EDITADO POR EL INSTITUTO
MEXICANO DEL CEMENTO Y
DEL CONCRETO, A.C.

Industria de la Construcción

Concreto hidráulico-Determinación
del curado acelerado para el ensayo
a compresión de especímenes



73

SECCIÓN
COLECCIONABLE

Industria de la Construcción - Concreto hidráulico - Determinación del curado acelerado para el ensayo a compresión de especímenes

Industria de la Construcción-Concreto hidráulico-Determinación del curado acelerado para el ensayo a compresión de especímenes. NMX-C-290-ONNCCE-2010.

Usted puede usar la siguiente información para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, este documento no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma mexicana establece tres procedimientos para determinar el curado acelerado para el ensayo a compresión de especímenes de concreto hidráulico. Aplica bajo condiciones tendientes a acelerar el desarrollo de resistencia.

Los procedimientos son los siguientes:

- Método del agua tibia.
- Método del agua en ebullición.
- Método del curado autógeno.

Estos procedimientos proporcionan un indicador de la resistencia potencial del concreto hidráulico en un tiempo menor al usualmente requerido.

REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes normas mexicanas vigentes:

- NMX-C-083-ONNCCE:
Industria de la construcción - Concreto - determinación de la resistencia a la compresión.
- NMX-C-109-ONNCCE:
Industria de la construcción - Concreto hidráulico - Determinación del cabeceo de especímenes.
- NMX-C-159-ONNCCE:
Industria de la construcción - Concreto

- Elaboración y curado de especímenes en el laboratorio.

- NMX-C-160-ONNCCE:

Industria de la construcción - Concreto

- Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto.

- NMX-C-161-ONNCCE:

Industria de la construcción - Concreto fresco - Muestreo.

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales son las que imperan en el lugar al momento de efectuar el ensayo.

PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

Se muestrea el concreto de acuerdo con lo descrito en la Norma mexicana NMX-C-161-ONNCCE. Elaborar los especímenes en atención a lo indicado en las siguientes normas mexicanas NMX-C-159-ONNCCE y NMX-C-160-ONNCCE, y registrar la localización del lugar en que fue colocado el concreto hidráulico, así como la hora en que fueron elaborados los especímenes.

PROCEDIMIENTOS

1) Método del agua tibia "A"

La función primaria del agua tibia es la de servir como aislamiento para conservar el calor generado por la hidratación.

Equipo

Moldes: Deben cumplir con los requerimientos que se especifican en las normas mexicanas NMX-159-ONNCCE, NMX-C-160-ONNCCE. Debe cubrirse en el extremo del espécimen con una placa rígida para prevenir pérdidas de mortero cuando se sumerge en el agua. Las placas aseguradas en los extremos del molde deben impedir que existan fugas en el mortero.

Tanque de curado acelerado: El tanque puede ser de cualquier forma; de tamaño adecuado y que pueda albergar la cantidad suficiente para el número de especímenes a ensayar. Éstos se colocan de manera que quede un espacio libre de 50 mm, por lo menos entre los lados del espécimen, los lados del tanque y 100 mm por lo menos, entre cilindros adyacentes. Deben utilizarse termostatos y mecanismos de registro

para controlar la temperatura del agua. Por su parte, la placa que soporta los cilindros debe tener perforaciones de tamaño suficiente para no interferir con la circulación del agua.

Es conveniente que el tanque esté provisto de una tapa. También hay que verificar periódicamente el nivel del agua para mantenerlo a 100 mm por arriba del extremo superior de los cilindros, para lo cual es recomendable tener un vertedero, para controlar dicho nivel del agua (Fig. 1). Inmediatamente después de elaborar los especímenes, deben colocarse dentro del tanque de curado al momento de inmersión. Durante el periodo de curado, la temperatura del agua debe ser de 35°C, y debe regresar al intervalo mencionado en los siguientes 15 min.

La temperatura del agua de curado debe registrarse continuamente o medirse con un termómetro de máxima y mínima durante la fase de curado. Habrá que retirar los especímenes del tanque después de un periodo de curado de 23h 30 ± 0h 30 min; se desmoldan y se cabecean de inmediato.

Hay que proteger los especímenes con cualquier material que evite la pérdida de humedad para que se mantengan en condiciones de laboratorio hasta el ensayo.

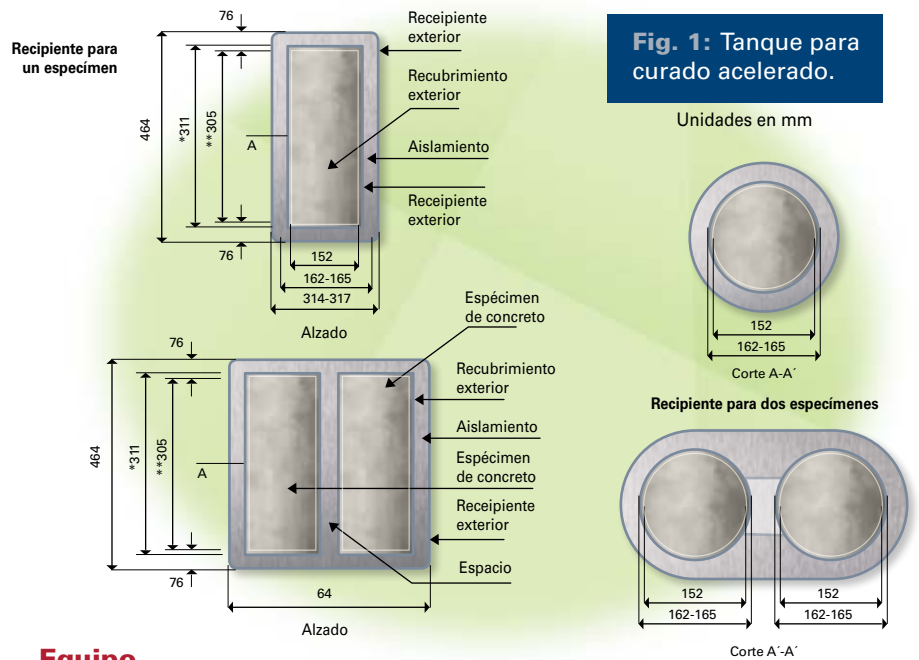
Cabeceo y ensayo de los especímenes

Los extremos de los especímenes que no estén planos dentro de una tolerancia de 0.05 mm, o que se aparten de la perpendicularidad con respecto al eje central en más de 0.5° deben prepararse como se indica en la norma mexicana NMX-C-109-ONNCCE.

Los especímenes no deben ensayarse antes de que transcurran 30 minutos después de cabecearlos. Los ensayos de resistencia de los especímenes deben efectuarse de acuerdo a lo indicado en la Norma mexicana NMX-C-083-ONNCCE, a la edad de 24 h ± 30 min.

2) Método del agua en ebullición "B"

Al almacenar los especímenes en agua en ebullición se acelera el proceso térmico y, por consiguiente, la madurez, además de evitar la pérdida de humedad.



Equipo

Moldes: Los requisitos para los moldes, son los mismos que se establecen en esta misma norma.

Tanque de curado acelerado: El tanque debe cumplir con los requisitos especificados en esta Norma. El uso del agua en ebullición hace necesario el empleo de equipo de seguridad para prevenir accidentes como resultado de fuga de vapor al momento de abrir la cubierta y de retirar los especímenes del agua en ebullición.

Curado inicial

Una vez elaborados los especímenes se conservan en las condiciones que indica la norma mexicana NMX-C-160-ONNCCE.

Curado acelerado

Habrán que colocar en el tanque los especímenes aún con sus moldes, después de transcurridas 23 ± h 30 min del colado. Durante la inmersión, la temperatura del agua debe recuperarse hasta el punto de ebullición dentro de los 15 minutos subsecuentes a la inmersión de los especímenes.

La temperatura de ebullición del agua varía de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar. No se consideran significativas las diferencias de resistencia debidas a diferencias de temperatura; sin embargo, las comparaciones con resultados obtenidos en áreas afectadas por este fenómeno deben correlacionarse de manera adecuada con las variaciones de temperatura.

Después de un periodo de curado de 3 h 30 min ± 5min, hay que retirar los especímenes del agua en ebullición; quitar las moldes y dejar enfriar por un lapso no menor de 1 h 30 min a la temperatura del laboratorio antes de ser cabeceados.

Cabeceo y ensayo de los especímenes

El cabeceo y ensayo de los especímenes debe efectuarse de acuerdo con lo que apunta esta norma líneas arriba, excepto que la edad para efectuar el ensayo debe ser 28 h 30 min \pm 15 min.

3) Método de curado autógeno "C"

Este procedimiento implica el almacenamiento de los especímenes en sus moldes dentro de recipientes térmicamente aislados, en los cuales la temperatura de curado se obtiene a partir del color de hidratación del cemento.

Equipo

Recipiente: El recipiente debe contar con aislamiento térmico que cumpla con los requisitos de retención del calor especificados en esta Norma. Este recipiente debe tener una cubierta exterior y un revestimiento interior para proteger el aislamiento de daños mecánicos; debe contar con un termómetro de máxima y mínima, el cual debe registrar la temperatura del medio donde se encuentra el espécimen y la capacidad para almacenar uno o dos especímenes.

Debe permanecer tapado durante el periodo especificado de curado. La Fig. 2 muestra las especificaciones que deben cumplir los recipientes.

Verificación de los requisitos de los moldes para los ensayos

Retención de calor:

Hay que colocar un molde impermeable con dimensiones internas de 300 mm de altura por 150 mm de diámetro dentro del recipiente de curado, y llenar con agua a 355 k (82° C) hasta 6 mm por debajo del borde. Hay que introducir un par termoelectrónico dentro del agua y medir su temperatura inicial con un potenciómetro eléctrico. Después de sellar el molde con una tapa o una bolsa de plástico, se debe cerrar el recipiente autógeno. Este último, al depositarse en un ambiente de aire inmóvil, también debe mantener la temperatura conveniente en el agua.

Impermeabilidad del empaque de sellado térmico:

Cuando se sumerge el recipiente de curado autógeno en agua a una profundidad de 150 mm por encima de la junta, entre las partes separables, no debe escapar aire a través del sello durante un periodo de 5 min.

Estabilidad del recipiente:

No deben aparecer agrietamientos, roturas o deformaciones del recipiente o en cualquier parte relacionada cuando se mantenga a una temperatura de 10° C, por un periodo de 72 h, ni ablandarse o deformarse cuando se mantenga a una temperatura ambiente de 60° C, por un periodo de 72 h.

PROCEDIMIENTO

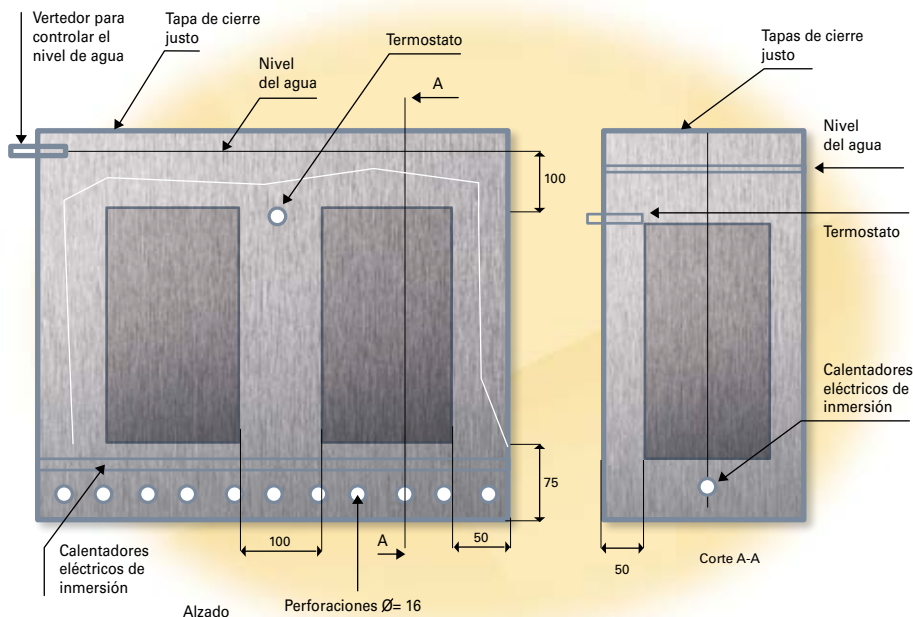
Curado:

Inmediatamente después de moldeados los especímenes, hay que cubrir el molde con una placa o tapa metálica firmemente asegurada y colocar dentro de una bolsa de polietileno (de la cual debe eliminarse la mayor cantidad posible de aire atrapado antes de cerrarla). La bolsa de polietileno debe tener la resistencia suficiente para soportar rasgaduras y servir de soporte para colocar y retirar el espécimen del recipiente autógeno. Habrá que anotar claramente en el exterior del recipiente la hora en que se elaboraron los especímenes del concreto fresco y el tiempo del moldeado con una aproximación de 15 min.

Se debe llenar el molde con el concreto, de acuerdo con las normas mexicanas NMX-C-159-ONNCCE y NMX-160-ONNCCE, el cual no debe ser sometido a vibracio-

Fig. 2: Recipientes para curado autógeno

(Dimensiones expresadas en mm)



nes o movimientos durante un periodo mínimo de 12 h después de haberlo moldeado; debe almacenarse al resguardo del sol, de preferencia a una temperatura de $21^{\circ}\text{C} \pm 6^{\circ}\text{C}$.

Habrá que retirar el espécimen del recipiente y quitar el molde a la edad de 48 h más 15 min, contados a partir del momento en que se moldea el espécimen. Dejar reposar por espacio de 30 min a la temperatura del laboratorio.

Cabeceo y ensayo de los especímenes

Los especímenes se deben preparar y ensayar de acuerdo con lo que anota esta norma, excepto que la edad para efectuar el ensayo debe ser $49\text{h} \pm 15\text{min}$.

RESULTADOS

Los requisitos de resistencia en las especificaciones y reglamentos vigentes no están basados en el resultado de los ensayos de especímenes sometidos a curado acelerado; por ello, los resultados obtenidos por estos métodos pueden emplearse con correlaciones adecuadas (mínimo recomendable, 30 valores), como indicadores para determinar la resistencia a edades posteriores.

Estas correlaciones deben realizarse antes del inicio de la obra para cada combinación de agregados, cemento y aditivo. Las variaciones de estos métodos son similares a las de los métodos tradicionales. Los resultados pueden utilizarse en el control de producción del concreto para efectuar ajustes a corto plazo.

Los factores que afectan las relaciones entre las resistencias medidas y aquellas del concreto en la obra, son los mismos que los que afectan los ensayos de resistencia convencionales.

INFORME

El informe debe incluir lo siguiente:

- Datos del proyecto del concreto $f'c$, revenimiento y TMA.
- Número de identificación.
- Diámetro y longitud del espécimen en mm.
- Área de la sección transversal en cm^2 .
- Carga máxima soportada en newtons (kg).
- Resistencia a la compresión calculada.

- Tipo de fractura.
- Defectos de los especímenes.
- Método de curado acelerado empleado.
- Resistencia estimada a la edad del proyecto.

PRECISIÓN

El coeficiente de variación en el laboratorio se ha determinado como el 3.6% para un par de especímenes colados de la misma mezcla. En consecuencia, los resultados de dos ensayos de resistencia adecuadamente conducidas en el mismo laboratorio en dos especímenes individuales elaborados con los mismos materiales, no deben diferir de su promedio en más del 10%.

El coeficiente de variación para ensayos efectuados en un laboratorio, en días diferentes de la misma mezcla, se ha determinado en 8.7% para el promedio de pares de especímenes elaborados preparados en dos días. En consecuencia, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente no deben diferir en más del 25% de su promedio. Cada resultado es el promedio de dos especímenes provenientes de la misma mezcla realizados en el mismo laboratorio y con los mismos materiales. **C**

Bibliografía:

ASTM C684-99(2003) *Standard Method of Making Accelerated Curing and Testing of Concrete Compression Test Specimens*.

Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no es equivalente con ninguna internacional por no existir referencia alguna en el momento de su elaboración.

Nota: Tomado de la Norma Mexicana NMX-C-290-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Determinación del curado acelerado para el ensayo a compresión de especímenes. Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, de México, DF.