

## ELABORACIÓN Y CURADO EN OBRA DE ESPECÍMENES DE CONCRETO PARA ENSAYO

INV E – 420 – 13

### 1 OBJETO

---

- 1.1** Esta norma cubre el procedimiento para elaborar y curar especímenes cilíndricos y en forma de vigas, de muestras representativas del concreto fresco de un proyecto de construcción.
- 1.2** El concreto usado para moldear los especímenes debe ser muestreado luego de que se hayan realizado todos los ajustes en la dosificación de la mezcla, incluyendo la incorporación del agua y de los aditivos. Esta norma no aplica a la elaboración de especímenes provenientes de concretos que no tengan un asentamiento medible o cuya forma deba ser diferente de la cilíndrica o de prisma cuadrangular.

### 2 IMPORTANCIA Y USO

---

- 2.1** Esta norma proporciona requerimientos estandarizados para preparar, curar, proteger y transportar especímenes de concreto para ensayo, bajo condiciones de obra.
- 2.2** Si los especímenes se elaboran y curan de manera estandarizada, como lo establece esta norma, los resultados de los ensayos de resistencia se podrán utilizar para los siguientes fines:
  - 2.2.1** Ensayos de aceptación para una resistencia especificada.
  - 2.2.2** Verificación de las proporciones de la mezcla para alcanzar una resistencia.
  - 2.2.3** Control de calidad.
- 2.3** Si los especímenes se elaboran y curan en la obra, como lo establece esta norma, los resultados se podrán utilizar para los siguientes propósitos:
  - 2.3.1** Determinar si la estructura se puede poner en servicio.

- 2.3.2 Comparación con los resultados de los ensayos de especímenes curados de manera normalizada o con los resultados de varios métodos de ensayos en obra.
- 2.3.3 Determinar la suficiencia del curado y de la protección al concreto en la estructura.
- 2.3.4 Determinar el tiempo requerido para la remoción de las formaletas.

### 3 EQUIPO

---

- 3.1 *Moldes (Generalidades)* – Los moldes para preparar los especímenes o las abrazaderas de los moldes que estén en contacto con el concreto deben estar hechos de acero, hierro forjado o cualquier otro material no absorbente, no reactivo con el concreto elaborado con cemento portland u otros cementos hidráulicos. Los moldes deben conservar sus dimensiones y forma bajo cualquier condición de uso. Los moldes deben ser herméticos durante su uso, verificándose por su capacidad para retener el agua que les sea vertida en su interior. Las condiciones para los ensayos de estanqueidad están dadas por los métodos de ensayo de la especificación ASTM C 470/C 470M para elongación, absorción y estanqueidad. Donde sea necesario, se debe usar un sellante adecuado tal como grasa viscosa, arcilla para modelar o cera microcristalina, para evitar fugas en las uniones. Se deben proporcionar los medios adecuados para sujetar firmemente las placas de base a los moldes. Antes de ser utilizados, los moldes reutilizables deben estar recubiertos ligeramente con aceite mineral o con un desmoldante no reactivo.
- 3.2 *Moldes cilíndricos* – Los moldes para preparar los especímenes de ensayo de concreto deben satisfacer los requerimientos de la especificación ASTM C 470/C 470M.
- 3.3 *Moldes para vigas* – Los moldes para vigas deben tener la forma y dimensiones requeridas para producir los especímenes estipulados en el numeral 4.2. Los costados, el fondo y los extremos deben ser perpendiculares entre sí, rectos, alineados y libres de alabeo. La máxima variación de la sección transversal nominal no debe exceder de 3 mm (1/8") para moldes con altura o ancho de 150 mm (6") o más. Los moldes deben producir especímenes no menores en más de 2 mm (1/16") de la longitud requerida en el numeral 4.2.
- 3.4 *Varilla apisonadora* – Una varilla de acero redonda, recta y lisa, con las dimensiones estipuladas en la Tabla 420 - 1 y con, al menos, un extremo

redondeado en forma de semiesfera del mismo diámetro que la barra. Su longitud debe ser por lo menos 100 mm (4") mayor que la altura del molde en el cual se está apisonando, pero no mayor de 600 mm (24") en total.

*Nota 1: Una varilla con longitud entre 400 y 600 mm (24 a 36"), cumple los requisitos de las normas INV E-404, INV E-405, INV E-406 e INV E-409.*

Tabla 420 - 1. Requisitos para la varilla apisonadora

DIÁMETRO DEL CILINDRO O ANCHO DE LA VIGA, mm (pulgadas)	DIÁMETRO DE LA VARILLA, mm (pulgadas)
< 150 (6)	$10 \pm 2$ ( $3/8 \pm 1/16$ )
$\geq 150$ (6)	$16 \pm 2$ ( $5/8 \pm 1/16$ )

- 3.5 Vibradores** – Se deben emplear vibradores internos, con una frecuencia de vibración de al menos 9000 vibraciones por minuto (150 Hz) mientras se encuentre funcionando dentro del concreto. El diámetro de un vibrador redondo no debe ser superior a una cuarta parte del diámetro del molde cilíndrico o a una cuarta parte del ancho del molde para viga. Los vibradores con otras formas deben tener un perímetro equivalente a la circunferencia de un vibrador redondo adecuado. La longitud total, considerando el eje y el elemento vibrador, debe exceder la profundidad máxima de la sección que se esté vibrando por lo menos en 75 mm (3"). La frecuencia de vibración se debe verificar periódicamente con un tacómetro de lengüeta vibratoria u otro dispositivo apropiado.

*Nota 2: Se debe consultar el ACI 309 para obtener más información sobre el tamaño y la frecuencia de los diferentes vibradores y sobre un método para verificar periódicamente su frecuencia.*

- 3.6 Mazo** – Se debe utilizar un mazo con cabeza de caucho o cuero con una masa de  $0.6 \pm 0.2$  kg ( $1.25 \pm 0.50$  lb).

- 3.7 Herramientas para llenar los moldes** – De tamaño suficientemente grande para que cada cantidad de concreto obtenida del recipiente de muestreo sea representativa, pero a la vez lo suficientemente pequeño para que el concreto no se derrame durante su colocación en el molde. Un cucharón resulta apropiado para colocar el concreto en un molde cilíndrico, mientras que para colocarlo en el molde para viga se pueden emplear una pala o un cucharón.

- 3.8 Herramientas para acabado** – Palustre o llana manual.

- 3.9** *Aparato para verificar el asentamiento* – El equipo para medir el asentamiento debe satisfacer los requerimientos de la norma INV E-404.
- 3.10** *Recipiente para muestreo* – El recipiente adecuado debe ser una bandeja de lámina metálica gruesa, una carretilla, o una superficie plana, limpia y no absorbente, de capacidad suficiente para permitir el mezclado fácil de la muestra completa con una pala o palustre.
- 3.11** *Equipo para medir el contenido de aire* – El equipo para medir el contenido de aire debe satisfacer los requerimientos de las normas de ensayo INV E-406 o INV E-409.
- 3.12** *Elementos para medir la temperatura* – Estos elementos deben cumplir con los requerimientos de la norma de ensayo INV E-423.

## 4 REQUISITOS DE ENSAYO

---

- 4.1** *Especímenes cilíndricos* – Los especímenes para determinar la resistencia a la compresión o a la tracción por hendimiento, deben ser cilindros moldeados y fraguados en posición vertical. El número y el tamaño de los moldes se deberán indicar en los documentos del proyecto. Su longitud deberá ser igual al doble del diámetro y éste debe ser, al menos, 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Si el tamaño máximo nominal del agregado es mayor de 50 mm (2"), la muestra de concreto se debe tamizar en húmedo como se describe en la norma INV E-401. Para los ensayos de aceptación de la resistencia especificada a la compresión, se deben utilizar especímenes cilíndricos de 150 × 300 mm (6 × 12") o de 100 × 200 mm (4 × 8") (nota 3).

*Nota 3: Cuando se requieran moldes con dimensiones en Sistema Internacional y no estén disponibles, se permite usar moldes de tamaño equivalente en unidades pulgada-libra.*

- 4.2** *Especímenes en forma de vigas* – Los especímenes para determinar la resistencia a la flexión del concreto deben ser vigas moldeadas y fraguadas en posición horizontal. El número necesario de moldes se deberá indicar en los documentos del proyecto. La longitud debe ser, por lo menos, 50 mm (2") mayor que tres veces la altura de la viga en la posición de ensayo. La relación ancho/altura en la posición de moldeo no debe exceder de 1.5. La viga estándar debe ser de 150 × 150 mm (6 × 6") en su sección transversal, y se debe usar para concreto con agregado grueso cuyo tamaño máximo nominal no exceda de 50 mm (2"). Cuando el tamaño máximo nominal del agregado grueso exceda de 50 mm (2"), la menor dimensión de la sección transversal de

la viga debe ser de, por lo menos, tres veces el tamaño máximo nominal del agregado. A menos que las especificaciones del proyecto lo requieran, las vigas elaboradas en obra no deben tener un ancho o altura menor de 150 mm (6").

- 4.3** *Técnicos de obra* – Los técnicos de obra que elaboren y curen las probetas para los ensayos de aceptación deben estar certificados de acuerdo con la normatividad vigente.

## 5 MUESTREO DEL CONCRETO

---

- 5.1** Las muestras utilizadas para elaborar los especímenes de ensayo bajo esta norma, se deben obtener de acuerdo con la norma INV E-401, a menos que se haya aprobado otro procedimiento.
- 5.2** Se debe registrar la identificación de la muestra con respecto a la localización del concreto muestreado y la hora de colocación.

## 6 ASENTAMIENTO, CONTENIDO DE AIRE Y TEMPERATURA

---

- 6.1** *Asentamiento* – El asentamiento de cada amasada de concreto con la que se elaboran los especímenes, se debe medir y registrar inmediatamente después de remezclarla en el recipiente, como se indica en la norma de ensayo INV E-404.
- 6.2** *Contenido de aire* – El contenido de aire se debe determinar y registrar de acuerdo con las normas de ensayo INV E-406 o INV E-409. El concreto utilizado en la determinación del contenido de aire no se debe emplear en la elaboración de especímenes de ensayo.
- 6.3** *Temperatura* – La temperatura se debe determinar y registrar de acuerdo con la norma de ensayo INV E-423.

*Nota 4: Algunas especificaciones pueden requerir la medición del peso unitario del concreto. En algunos proyectos puede ser deseable conocer el volumen de concreto producido por amasada. También, puede ser deseable disponer de información adicional sobre las mediciones del contenido de aire. La norma INV E-405 se utiliza para medir el peso unitario, el rendimiento y el contenido de aire por el método gravimétrico en mezclas de concreto fresco.*

## 7 MOLDEO DE LOS ESPECÍMENES

- 7.1** *Lugar para el moldeo* – El moldeo de los especímenes se debe realizar con la mayor rapidez posible, sobre una superficie rígida y nivelada, libre de vibraciones y de otras perturbaciones, en un sitio lo más cercano posible al lugar donde se van a almacenar.
- 7.2** *Moldeo de cilindros* – Se selecciona la varilla apisonadora adecuada según lo indicado en el numeral 3.4 y en la Tabla 420 - 1, o el vibrador adecuado según el numeral 3.5. Con la Tabla 420 - 2 se determina el método de consolidación, a menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, los requisitos de moldeo se determinan en la Tabla 420 - 3. Si la consolidación es por vibración, los requisitos de moldeo se determinan en la Tabla 420 - 4. Se elige la herramienta para llenar los moldes, de acuerdo con lo indicado en el numeral 3.7. Mientras se coloca el concreto en el molde, el cucharón se debe mover alrededor del perímetro de la abertura del molde para asegurar una distribución uniforme del concreto y minimizar la segregación. Cada capa de concreto se debe consolidar según se requiera. Al colocar la última capa, se debe agregar una cantidad de concreto tal, que permita mantener lleno el molde después de la consolidación.
- 7.3** *Moldeo de vigas* – Se selecciona la varilla adecuada del numeral 3.4 y la Tabla 420 - 1 o el vibrador apropiado en el numeral 3.5. Se determina en la Tabla 420 - 2 el método de consolidación, a menos que se haya especificado otro. Si el método de consolidación es por apisonado, los requisitos del moldeo se determinan con la Tabla 420 - 3. Si el método de consolidación es por vibración, los requisitos de moldeo se determinan con la Tabla 420 - 4. Se determina el número de penetraciones de la varilla por capa, considerando una penetración por cada  $14 \text{ cm}^2$  ( $2 \text{ pg}^2$ ) del área de la superficie de la viga. Empleando el cucharón o la pala se coloca el concreto en el molde en la altura requerida para cada capa. El concreto se debe colocar de manera uniforme en cada capa con un mínimo de segregación. Cada capa se debe consolidar según se requiera. Al colocar la última capa, se deberá agregar una cantidad de concreto tal, que permita mantener lleno el molde después de la consolidación.

Tabla 420 - 2. Requisitos sobre el método de consolidación

ASENTAMIENTO, mm (pulgadas)	MÉTODO DE CONSOLIDACIÓN
$\geq 25$ (1) < 25 (1)	Apisonado o vibración vibración

Tabla 420 - 3. Requisitos para el moldeo por apisonado

TIPO Y TAMAÑO DE LA PROBETA	N° DE CAPAS DE APROXIMADAMENTE IGUAL ALTURA	N° DE GOLPES DE VARILLA POR CAPA
<i>Cilindros:</i>		
Diámetro, mm (pulgadas)		
100 (4)	2	25
150 (6)	3	25
225 (9)	4	50
<i>Vigas:</i>		
Ancho, mm (pulgadas)		
150 a 200 (6 a 8)	2	Ver numeral 7.3
> 200 (> 8)	3 o más de igual altura, sin que ninguna exceda de 150 mm (6")	Ver numeral 7.3

Tabla 420 - 4. Requisitos para el moldeo por vibración

TIPO Y TAMAÑO DE LA PROBETA	N° DE CAPAS	N° DE INSERCIÓNES DEL VIBRADOR EN CADA CAPA	ESPESOR APROXIMADO DE LA CAPA, mm (pulgadas)
<i>Cilindros:</i>			
Diámetro, mm (pulgadas)			
100 (4)	2	1	½ de la altura del espécimen
150 (6)	2	2	½ de la altura del espécimen
225 (9)	2	4	½ de la altura del espécimen
<i>Vigas:</i>			
Ancho, mm (pulgadas)			
150 a 200 (6 a 8)	1	Ver numeral 7.4.2	Espesor del espécimen
> 200 (> 8)	2 o más	Ver numeral 7.4.2	Tan cerca de 200 (8) como sea posible

**7.4 Consolidación** – Los métodos de consolidación utilizados en esta norma son el apisonado y la vibración interna.

**7.4.1 Apisonado** – Se coloca el concreto en el molde en el número especificado de capas de aproximadamente igual volumen. Cada capa se apisona uniformemente sobre la sección transversal con el extremo redondeado de la varilla aplicando el número de penetraciones especificadas (Figura 420 - 1). La capa inferior se debe apisonar en todo su espesor. Al apisonarla, se deberá tener cuidado para no causar daño al fondo del molde. Para cada capa superior, se permite que la varilla penetre aproximadamente 25 mm (1") en la capa anterior. Después de que cada capa haya sido apisonada, se golpea ligeramente con el mazo el exterior del molde de 10 a 15 veces para cerrar cualquier orificio dejado durante el apisonado y para liberar las burbujas grandes de aire que hayan quedado atrapadas. Se debe utilizar la palma de la mano para golpear ligeramente los moldes cilíndricos desechables que sean susceptibles de daño si se golpean con el mazo. Después de golpear el molde, se elimina el excedente de concreto en los lados y extremos del molde en forma de viga empleando una llana manual u otra herramienta adecuada. Los moldes que no fueron llenados completamente, se deben ajustar con concreto representativo durante la consolidación de la capa superior. Se retira el exceso de concreto de los moldes sobrellenados.



Figura 420 - 1. Apisonado de una capa de un cilindro y de una viga

**7.4.2 Vibración** – Se debe mantener un periodo uniforme de vibración para cada tipo de concreto, vibrador y tipo de espécimen. La duración de la vibración requerida depende de la trabajabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador. Usualmente, se considera que se ha vibrado lo



suficiente cuando la superficie del concreto comienza a volverse suave y dejan de salir grandes burbujas de aire hacia la superficie. La vibración se debe continuar sólo lo suficiente para lograr una consolidación adecuada del concreto (Ver nota 5). Los moldes se deben llenar y vibrar en el número requerido de capas aproximadamente iguales. Todo el concreto de cada capa debe ser colocado en el molde antes de comenzar la vibración de esa capa. Durante la consolidación, se inserta suavemente el vibrador sin permitir que toque el fondo o las paredes del molde (Figura 420 - 2). Al terminar la consolidación de cada capa se retira cuidadosamente el vibrador para evitar que queden burbujas de aire dentro del espécimen. Cuando se vierta la última capa, se evitará sobrellenar el molde más de 6 mm ( $\frac{1}{4}$ ").



Figura 420 - 2. Vibración de una capa de un cilindro

*Nota 5: En general, no se requieren más de 5 segundos de vibración en cada inserción para consolidar adecuadamente un concreto con asentamiento mayor de 75 mm (3"). Se puede requerir más tiempo para un concreto con menor asentamiento, pero el tiempo de vibración rara vez excede de 10 segundos por inserción.*

**7.4.2.1 Cilindros** – El número de inserciones por capa está estipulado en la Tabla 420 - 4. Cuando se requiere más de una inserción por capa, se debe distribuir la inserción uniformemente en cada capa. Se permite que el vibrador penetre en todo el espesor de la capa a vibrar y se introduzca aproximadamente 25 mm (1") en la capa anterior. Después de que cada capa ha sido vibrada, se golpea ligeramente el exterior del molde unas 10 veces con el mazo, para cerrar cualquier orificio dejado por el vibrador y liberar cualquier burbuja de aire que pudiera haber quedado atrapada. Se debe utilizar la palma de la mano para golpear ligeramente los moldes desechables y de cartón que se puedan dañar si se golpean con el mazo.

**7.4.2.2 Vigas** – Se inserta el vibrador en intervalos que no excedan de 150 mm (6") a lo largo de la línea central en la dimensión mayor de la probeta. Para especímenes con ancho mayor a 150 mm (6") las inserciones se deben realizar de manera alternada a lo largo de dos líneas. Se debe permitir que la sonda del vibrador penetre aproximadamente 25 mm (1") en la capa anterior. Después de vibrar cada capa, se golpea suavemente el exterior del molde unas 10 veces con el mazo para cerrar los orificios que hayan quedado al vibrar y para liberar burbujas de aire atrapadas.

**7.5 Acabado** – El acabado se debe realizar con la manipulación mínima necesaria para producir una superficie plana y nivelada con el borde del molde y sin depresiones o proyecciones mayores de 3.3 mm (1/8").

**7.5.1 Cilindros** – Después de la consolidación, se termina la superficie enrasándola con la varilla apisonadora si el concreto lo permite (Figura 420 - 3), o con una llana o un palustre. Si se desea, se puede refrentar el cilindro recién elaborado con una capa delgada de pasta de cemento portland a la cual se le permite fraguar y curar con el espécimen (Ver la sección de materiales para refrentado en la norma INV E-403).



Figura 420 - 3. Enrase del cilindro con la varilla

**7.5.2 Vigas** – Después de la consolidación del concreto, se enrasa la superficie con una llana o palustre hasta la tolerancia requerida, para producir una superficie plana y nivelada (Figura 420 - 4).

**7.6 Identificación** – Los especímenes se deben marcar para facilitar su identificación y la del concreto que representan. Se debe emplear un procedimiento que no afecte la superficie superior del hormigón. No se deben marcar las tapas removibles. Al desmoldar, los especímenes de ensayo se deben marcar para conservar sus identidades.



Figura 420 - 4. Enrase de una viga con la llana

## 8 CURADO

**8.1** *Curado estándar* – El curado estándar es el método que se utiliza cuando los especímenes se elaboran y curan para los propósitos indicados en el numeral 2.2.

**8.1.1** *Almacenamiento* – En caso de que las probetas no se puedan moldear en el lugar donde recibirán el curado inicial, inmediatamente después del acabado se llevan a un lugar de curado inicial para almacenamiento. La superficie de apoyo sobre la que van a almacenar los especímenes debe estar nivelada con una tolerancia de 20 mm por metro ( $\frac{1}{4}$ " por pie). Si se mueven los cilindros elaborados con moldes desechables, se deberán levantar y sostener por su parte inferior, empleando una llana grande o algún otro dispositivo similar. Si la superficie superior del espécimen se daña durante el traslado al lugar de almacenamiento inicial, el acabado se deberá rehacer de inmediato.

**8.1.2** *Curado inicial* – Después del moldeo y del acabado, los especímenes se deben almacenar durante un período hasta de 48 horas, en un rango de temperatura entre 16 y 27° C (60 a 80° F) y en un ambiente húmedo para prevenir cualquier pérdida de humedad. Para las mezclas de concreto con una resistencia especificada de 40 MPa (6000 lbf/pg<sup>2</sup>) o más, la temperatura de curado inicial se debe encontrar entre 20 y 26° C (68 a 78° F). Se pueden emplear diferentes procedimientos para el curado inicial para mantener las condiciones de humedad y temperatura. Se debe utilizar un procedimiento adecuado o una combinación de procedimientos (nota 6). Todos los especímenes se deben proteger de los rayos directos del sol y de las fuentes de calor

radiante, en caso de que se usen. La temperatura de almacenamiento se debe controlar mediante aparatos de refrigeración o de calefacción, siempre que sea necesario. Se anota la temperatura usando un termómetro de máximas y mínimas. Si los moldes son de cartón, se deberá proteger la superficie externa, de manera que no quede en contacto con una arpillera húmeda u otras fuentes de agua.

*Nota 6: Se puede crear un ambiente húmedo satisfactorio para el curado inicial de los especímenes usando uno o más de los siguientes procedimientos: (1) los especímenes moldeados con tapas plásticas se pueden sumergir inmediatamente en agua saturada con hidróxido de calcio; (2) almacenarlos en estructuras o cajas de madera adecuadas; (3) colocarlos en pozos de arena húmeda; (4) cubrirlos con tapas plásticas removibles; (5) colocarlos dentro de bolsas de polietileno o (6) cubrirlos con láminas de plástico o placas no absorbentes, si se toman precauciones para evitar el secado y se emplean arpilleras húmedas en el recinto, aunque previniendo el contacto de la arpillera con las superficies de concreto. La temperatura del ambiente se puede controlar satisfactoriamente durante el curado inicial de los especímenes mediante uno o más de los siguientes procedimientos: (1) ventilación; (2) uso de hielo; (3) uso de aparatos con termostatos para frío y calor, o (4) uso de métodos de calefacción como estufas o bombillos. Se pueden emplear otros métodos adecuados siempre que se cumplan los requisitos de humedad y temperatura de almacenamiento. Para las mezclas de hormigón con una resistencia especificada de 40 MPa (6000 lbf/pg<sup>2</sup>) o más, el calor generado durante las primeras edades puede subir la temperatura por encima del valor requerido para el almacenamiento. La inmersión en agua saturada con hidróxido de calcio puede ser el método más fácil de mantener la temperatura de almacenamiento adecuada. Cuando los especímenes se van a sumergir en agua saturada con hidróxido de calcio, no se deben emplear moldes de cartón u otros que puedan sufrir expansión al ser sumergidos en agua. Los resultados de los ensayos de resistencia a edad temprana pueden ser menores cuando se almacena a 16° C (60° F) y mayores si se almacena a 27° C (80° F). Por otra parte, a edades mayores, los resultados pueden ser menores para temperaturas más altas de almacenamiento inicial.*

### 8.1.3 Curado final:

**8.1.3.1 Cilindros** – Al finalizar el curado inicial y dentro de los 30 minutos siguientes a la remoción de los moldes, los especímenes se deben curar manteniendo permanentemente agua libre en sus superficies a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  ( $73.5 \pm 3.5^\circ \text{F}$ ), usando tanques de almacenamiento de agua o cuartos húmedos que cumplan con los requisitos de la Especificación ASTM C 511, excepto cuando se refrenta con mortero de azufre e inmediatamente antes del ensayo. Cuando se refrenta con un compuesto de mortero de azufre, los extremos del cilindro deben estar suficientemente secos para evitar la formación de vapor o de bolsas de espuma de más de 6 mm ( $\frac{1}{4}$ " ) por debajo o en el refrentado, como se describe en la norma INV E-403. Durante un periodo que no exceda de 3 horas inmediatamente antes del ensayo, no se requiere de una temperatura normalizada de curado, siempre

que se mantenga la humedad libre en los cilindros y que la temperatura ambiente se encuentre entre 20 y 30° C (68 a 86° F).

**8.1.3.2 Vigas** – Las vigas se deben curar de la misma forma que los cilindros (ver numeral 8.1.3.1), con la excepción de que ellas se deben almacenar en agua saturada con hidróxido de calcio a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  ( $73.5 \pm 3.5^\circ \text{F}$ ) durante un período no menor de 20 horas antes del ensayo. Se debe evitar el secado de las superficies de la viga durante el lapso que transcurre entre el retiro del almacenamiento en agua y la finalización del ensayo.

*Nota 7: Cantidades relativamente pequeñas de superficie seca en los especímenes para ensayos de flexión, pueden inducir esfuerzos de tracción en las fibras extremas, que reducirán significativamente el valor de la resistencia a la flexión.*

**8.2 Curado en obra** – El curado en obra es el método de curado utilizado para los especímenes moldeados y curados como se indica en el numeral 2.3.

**8.2.1 Cilindros** – Los cilindros se deben almacenar en o sobre la estructura, tan cerca como sea posible del punto de descarga del concreto al que representan. Todas las superficies de los cilindros se deben proteger del ambiente de la misma manera o lo más parecido posible al concreto contenido en las formaletas. Los cilindros se deben mantener en las mismas condiciones de humedad y temperatura que prevalecen en la obra estructural. Los cilindros se deben ensayar en la condición de humedad resultante del tratamiento de curado especificado. Para satisfacer estas condiciones, los cilindros elaborados para determinar el instante en el que una estructura puede ser puesta en servicio, se deben retirar de los moldes al mismo tiempo en que se retiren las formaletas de la obra.

**8.2.2 Vigas** – Tan pronto como sea posible, las vigas se deben curar de la misma forma que el concreto en la estructura. Transcurridas  $48 \pm 4 \text{ h}$  después del moldeo, se trasladan las vigas moldeadas a su lugar de almacenamiento y se remueven de los moldes. Las vigas que representan losas de pavimento se almacenan colocándolas sobre el suelo, en la misma posición en que fueron moldeadas, con su cara superior hacia arriba. Los lados y los extremos de las vigas se deben cubrir con tierra o arena que debe mantenerse húmeda, dejando la cara superior expuesta al tratamiento de curado especificado. Los especímenes representativos del concreto de una estructura se

almacenan tan cerca como sea posible del elemento o elementos que representan, y se les deben proporcionar la misma protección contra la temperatura y el mismo ambiente húmedo que a la estructura. Al final del periodo de curado, se dejan las probetas en su lugar expuestas al medio ambiente, en igual forma que la estructura. Se retiran todas las vigas del almacenamiento de la obra y se introducen en agua saturada con hidróxido de calcio, a una temperatura de  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  ( $73.5 \pm 3.5^\circ \text{F}$ ) por un periodo de  $24 \pm 4 \text{ h}$  previo al instante del ensayo, para asegurar condiciones uniformes de humedad entre un espécimen y otro. Se deben observar las precauciones dadas en el numeral 8.1.3.2, para evitar el secado durante el lapso que transcurre entre la remoción de los especímenes del curado y el momento del ensayo.

- 8.3** *Curado del concreto estructural liviano* – Los cilindros de concreto estructural liviano se deben curar de acuerdo con la especificación ASTM C 330.

## 9 TRANSPORTE DE LOS ESPECÍMENES AL LABORATORIO

---

- 9.1** Antes de su transporte, los especímenes se deben curar y proteger como se especifica en la Sección 8. Los especímenes no se deben ser trasladar hasta, al menos, unas 8 horas después del fraguado inicial (Ver nota 8). Durante el transporte, los especímenes se deben proteger con un material de amortiguación adecuado que evite daños debido a las sacudidas. En tiempo frío, se deben proteger del congelamiento usando un material aislante adecuado. La pérdida de humedad durante el transporte se puede prevenir envolviéndolos en plástico, arpillera húmeda, rodeándolos con arena húmeda, o ajustando tapas plásticas en los moldes plásticos. El tiempo de transporte no debe exceder de 4 horas.

*Nota 8: El tiempo de fraguado se puede medir con el método de ensayo ASTM C 403.*

## 10 INFORME

---

- 10.1** Se debe entregar la siguiente información al laboratorio que ensayará los especímenes:

**10.1.1** Número de identificación.

**10.1.2** Ubicación del concreto representado por las muestras.

- 10.1.3** Día, hora y nombre del técnico que elaboró los especímenes.
- 10.1.4** Asentamiento, contenido de aire y temperatura del concreto; resultados de los ensayos y de cualquier otro ensayo realizado al concreto fresco, así como cualquier desviación en relación con los métodos normalizados de ensayo usados como referencia.
- 10.1.5** Método de curado. Para el método de curado normalizado, se debe mencionar el método de curado inicial, con las temperaturas máximas y mínimas, y el método de curado final. Para el método de curado en obra, se debe mencionar la ubicación del lugar de almacenamiento, la forma de protección, la temperatura y la humedad ambiente, y el tiempo transcurrido hasta el desmolde.

## 11 NORMAS DE REFERENCIA

---

ASTM C31/C31M – 12

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012