



MANUAL DE CARRETERAS

VOLUMEN N° 8

ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE MUESTREO, ENSAYE Y CONTROL

EDICIÓN 2016

8.402.3 HORMIGONES: METODOS DE ENSAYE PARA COMPUESTOS LIQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA DE CURADO*

1.- Alcances y Campo de Aplicación. Este método se refiere a los ensayos que corresponde realizar a los compuestos líquidos formadores de membranas o láminas impermeables para curar el hormigón, en superficies verticales u horizontales.

* El Método 8.402.3 es una adaptación de la norma AASHTO T 155.

2.- Características Generales y Clasificación. Las características generales, formas en que se suelen clasificar y requisitos a que deben ajustarse los compuestos de curado por ensayar según este método, son los que se describen en el Método 8.401.2.

3.- Muestreo.

3.1 Cantidad por Muestrear. Tome la muestra de un número de envases o tambores igual al entero mayor más próximo a la raíz cúbica del número total de ellos, por cada partida de producto.

3.2 Forma de Extraer la Muestra.

- a) Si el producto se encuentra envasado en tambores, primeramente bata o mezcle bien el contenido, luego conforme la muestra extrayendo el líquido por terceras partes; un tercio desde el fondo, otro tercio desde el centro y el último tercio de la parte superior del tambor. Esta muestra se juntará con otra tomada de la misma forma desde otro tambor de la misma partida, de acuerdo a 3.1.
- b) Si el producto se encuentra en envases, primeramente bata el contenido y luego conforme la muestra mezclando el contenido de los envases de acuerdo a 3.1.

3.3 Identificación de las Muestras.

Selle e identifique todas las muestras.

3.4 Forma de Identificar las Muestras. Para la correcta identificación de muestras, especifique el tipo y clase del compuesto, así como también la forma en que se aplica y la dosis por m² de superficie de hormigón que corresponde colocar para el ensaye. Si no indica ni la dosis ni la forma de aplicación, se entenderá que el producto se aplica a razón de 0,2 l/m² con pistola.

4.- Métodos de Ensayes.

4.1 Retención de Agua. Efectúe el ensaye de retención de agua de acuerdo al procedimiento que se especifica en 5 "Ensaye de Retención de Agua".

4.2 Tiempo de Secado. Aplique el compuesto a un panel impermeable a la tasa especificada de aplicación y expóngalo al aire a $23 \pm 1^\circ\text{C}$, con una humedad relativa de $50 \pm 10\%$ y a una velocidad de 180 ± 5 m/min que cruce horizontalmente la superficie del panel de ensaye. Toque la película con el dedo empleando una presión moderada; considere que la película está seca cuando no está pegajosa y se siente firme.

4.3 Sedimentación a Largo Plazo. Para el ensaye de rutina use la norma ASTM D 1309; en casos discutibles use la norma ASTM D 869.

4.4 Contenido de No Volátiles. Ensaye de acuerdo con la norma ASTM D 1644, Método A.

5.- Ensayo de Retención de Agua.

5.1 Equipos.

- a) Moldes. Use moldes indeformables e impermeables de las siguientes dimensiones:
- parte superior abierta : 150 ± 3 mm de ancho.
 300 ± 3 mm de largo.
- fondo : 145 ± 3 mm de ancho.
 290 ± 3 mm de largo.
- profundidad interior : 50 ± 3 mm.
- b) Cámara de curado. La cámara debe proporcionar una temperatura de $38 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 5\%$.
- c) Balanzas. Una balanza con capacidad de 10 kg, con resolución de 1 g y una balanza con capacidad de 1 kg con resolución de 0,1 g.
- d) Equipo para aplicar el producto para curar:
- Una pistola rociadora operada por aire comprimido.
 - Una brocha suave de paleta de 25 mm.
 - Una bandeja metálica de igual área que la probeta en su parte superior, con bordes de 3 mm de altura.
 - Una varilla para compactar, de caucho, de 150 ± 13 mm de largo por 25 ± 3 mm de ancho y de 13 ± 3 mm de espesor.
 - Una regla de madera para enrasar la probeta.
 - Una revolvedora de mortero (opcional).

5.2 Preparación del Mortero de Ensayo.

- a) Componentes. Use cemento portland puzolánico corriente que cumpla con la NCh 148 y arena silicosa limpia, sin materia orgánica, que cumpla con la siguiente granulometría:

Tamaño de la Malla	Porcentaje retenido en peso
0,160 mm (N° 100)	98 ± 2%
0,315 mm (N° 50)	72 ± 5%
0,630 mm (N° 30)	2 ± 2%
1.25 mm (N° 16)	0%

- b) Dosificación. Determine las proporciones de cemento, agua y arena preparando una pasta de cemento con razón A/C = 0,4 en peso y agregue arena seca en cantidad suficiente para lograr un escurrimiento en la mesa de sacudidas de $35 \pm 5\%$.
- c) Mezcla de Prueba. Prepare una colada de prueba del mortero usando las siguientes cantidades:
- 600 g de cemento.
 - 240 ml de agua.
 - Arena saturada superficialmente seca, en cantidad suficiente para obtener un mortero que tenga el escurrimiento de $35 \pm 5\%$ indicado.

Nota 1: La cantidad de arena usada en la preparación de este mortero se determina a posteriori, restando de una cantidad inicial conocida de arena el peso de la arena que sobró después de preparado el mortero.

5.3 Procedimiento de Ensayo. Ejecute el ensayo sobre una mesa de sacudidas, cuya cubierta tenga un diámetro de $255 \pm 2,5$ mm y una altura de caída de $12,5 \pm 0,2$ mm.

Limpie cuidadosamente la cubierta de la mesa, dejándola seca, y luego coloque en el centro el molde para escurrimiento, el que deberá ser tronco – cónico, hueco, de metal, de 50 ± 1 mm de altura por 100 ± 2 mm de diámetro inferior interno y de 70 ± 1 mm de diámetro superior interno.

Coloque una capa de mortero en el molde, de unos 25 mm de espesor y pisonee 20 veces con un pisón especial que tenga una sección rectangular de 13 por 25 mm y un largo de 120 a 150 mm. La cara para pisonear debe ser plana y normal al largo del pisón; debe ser hecha de un material no absorbente, ni

abrasivo, ni quebradizo, tal como un compuesto de caucho que tenga una dureza Shore A de 80 ± 10 o un roble tratado para hacerlo no absorbente.

Nota 2: El tratamiento del roble consiste en sumergirlo en parafina sólida calentada a 200°C , durante 15 min.

Enseguida llene el molde con el resto del mortero y pisonee otras 20 veces para lograr un llenado uniforme; luego empareje la parte superior con el borde del molde, empleando una regla metálica y un movimiento de aserrado.

A continuación limpie la cubierta de la mesa alrededor del molde y espere 60 s después de terminado el llenado; luego levante el molde con cuidado, sáquelo y haga funcionar la mesa de sacudidas a un ritmo de 25 golpes en 15 s. Completados los 25 golpes, mida el diámetro medio que presenta el mortero sobre la mesa, para lo cual haga 4 medidas regularmente espaciadas en la circunferencia de la mesa y promédíelas.

El escurrimiento se expresa como el porcentaje del aumento promedio del diámetro de la base del mortero, respecto del diámetro primitivo.

Si el mortero de la colada de prueba produce un escurrimiento menor que el permitido, descarte la colada y confeccione otro con menos arena. Si, en cambio, se produjera un exceso de escurrimiento, devuelva el mortero al bolo y agréguele un poco de arena; repita el ensaye. Si el escurrimiento todavía resulta excesivo, descarte la colada y haga una nueva.

5.4 Moldeo de las Probetas. Llene el molde por mitades, compactando cada una con 50 golpes suaves; nivele la superficie de la probeta presionando con la palma de la mano, y luego, con la regla de madera. La superficie deberá quedar uniforme, densa y libre de huecos y grietas o fisuras.

Forme una canaleta en forma de "V" entre el molde y el mortero, de unos 3 mm de profundidad y de no más de 1,5 mm de ancho y rellénela con parafina sólida fundida, cuidando que la parafina no se extienda más de 6 mm sobre la superficie de la probeta.

5.5 Cantidad de Probetas. Para cada compuesto confeccione 3 probetas, como mínimo.

5.6 Almacenamiento de las Probetas. Inmediatamente después de moldear las probetas, péselas con aproximación de 1 g y colóquelas en la cámara de curado, dejando entre ellas un espacio libre, en todo sentido, de 150 a 175 mm, para la circulación del aire.

Si quedaran huecos en la cámara, llénelos con probetas usadas.

Coloque las probetas de un mismo compuesto en una misma bandeja.

El primer día permita que circule suficiente aire fresco en la cámara de manera de eliminar rápidamente los vapores del solvente.

5.7 Aplicación del Compuesto. Transcurridos 30 min. desde la confección del molde, retire los moldes de la cámara, péselos y aplíqueles el compuesto en la dosis y forma especificada.

Determine visualmente si el cubrimiento es el adecuado; controle la aplicación de la dosis por pesadas con aproximación a la décima de gramo; enseguida retorne la probeta a la cámara. Después de 3 h pese nuevamente la probeta para detectar cualquier pérdida inusual de peso; si esto sucede deseche la probeta.

Nota 3: Una idea aproximada del efecto del compuesto en el hormigón se obtendrá rayando con un cuchillo la superficie de la probeta de mortero, usado para el ensaye de retención de agua, no menos de 72 h después de su aplicación y comparando con la dureza superficial determinada en una muestra gemela que ha tenido un curado húmedo de aproximadamente la mitad del tiempo. Cualquier ablandamiento significativo de la superficie tratada con el compuesto detectado en esta comparación, será causa suficiente para rechazar el compuesto.

5.8 Duración del Ensaye. Transcurridas 72 h desde que se aplicó el compuesto, pese las probetas, salvo que existan otras indicaciones del fabricante del producto.

5.9 Corrección por Pérdida de Peso del Compuesto Líquido Durante el Ensaye. Para determinar cuanta es la cantidad de materia volátil que pierde el compuesto durante el ensaye, coloque la misma cantidad de compuesto que usó en el ensaye, en una bandeja metálica de igual área que la probeta y de 3 mm de altura en sus bordes. Coloque la bandeja con el compuesto en la cámara junto con las probetas y pésela cada vez que pese las probetas; su pérdida de peso representa la pérdida de masa del compuesto durante el ensaye y servirá para corregir el valor de la cantidad de compuesto empleada en la probeta.

5.10 Datos para el Cálculo de la Pérdida de Masa de Agua. Finalizado el tiempo especificado para el curado, pese la probeta con su molde y calcule la pérdida del agua del mortero, anotando las siguientes masas y medidas:

- a) Masa de la probeta después de sellar los bordes, (g).
- b) Masa de la probeta más el compuesto aplicado, (g).
- c) Masa del compuesto aplicado en la probeta, (g).
- d) Masa de la bandeja metálica antes de colocar el compuesto, (g).
- e) Masa de la bandeja con el compuesto, (g).
- f) Masa del compuesto líquido colocado en la bandeja, (g).
- g) Masa de la bandeja con el compuesto después de las horas de tratamiento en la cámara, (g).
- h) Pérdida de masa en la bandeja después del tratamiento, (g).
- i) Masa de la probeta con el molde después de las horas de tratamiento en la cámara, (g).
- j) Pérdida de la masa de la probeta, (g).
- k) Pérdida de masa de la probeta corregida por la pérdida de masa del compuesto de curado, (g).
- l) Área de la superficie del mortero de la probeta, (cm²).

5.11 Cálculo de la Pérdida de Masa de Agua. Expresé la pérdida de masa del agua del mortero como los gramos perdidos por cm² de superficie y calcule el promedio de los valores de las 3 o más probetas.

$$\text{Pérdida de Agua} = \frac{(b - i - h)}{l} \left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \right]$$

Si resultara una diferencia mayor de 0,025 g/cm² entre la probeta con la mayor pérdida de agua y aquella con la menor, el ensaye deberá repetirse con otras 3 o más probetas. En este caso el promedio se calculará sobre todos los valores obtenidos, incluyendo los del primer ensaye.

6.- Presentación de los Resultados. En el informe incluya los siguientes antecedentes:

- a) Nombre del fabricante, marca comercial, tipo y clase del producto.
- b) Marca y tipo de cemento usado.
- c) Fecha del muestreo, si procede, con indicación del lote representado por la muestra, y el lugar de muestreo del compuesto líquido.
- d) Método usado para aplicar el compuesto.
- e) Duración del ensaye.
- f) Resultado del ensaye, (g/cm²).