

MÉTODO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE ASFALTO DE MEZCLAS EN CALIENTE POR IGNICIÓN

INV E – 729 – 13

1 OBJETO

- 1.1** Este método de ensayo se refiere a la determinación del contenido de ligante asfáltico de mezclas asfálticas en caliente, mediante su remoción en un horno de ignición. La muestra se puede calentar por convección o por radiación directa.

Nota 1: Los agregados obtenidos al realizar este ensayo se pueden emplear para el análisis granulométrico (norma INV E-782). Se debe tener en cuenta, sin embargo, que las partículas de algunos agregados se pueden fragmentar a causa de la elevada temperatura a la cual son sometidas.

- 1.2** Esta norma reemplaza la norma INV E-729-07.

2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1** El ligante de la mezcla asfáltica se quema usando un horno de ignición aplicable a este método particular. El contenido de ligante asfáltico se calcula como la diferencia entre la masa inicial de la mezcla asfáltica y la masa residual del agregado, con ajustes por un factor de calibración. El contenido de asfalto se expresa como un porcentaje de la masa de la mezcla asfáltica libre de humedad. El método A se aplica cuando se empleen hornos con un sistema interno de pesaje automático, mientras que el método B se deberá emplear cuando el horno no disponga de dicho sistema.

3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1** Este método se puede usar para determinaciones cuantitativas del contenido de ligante asfáltico de mezclas asfálticas en caliente y de muestras de pavimentos para control de calidad, verificación del cumplimiento de una especificación y estudios de evaluación de mezclas. Este método no requiere el uso de solventes. Sobre los agregados obtenidos por este método de ensayo se pueden realizar análisis granulométricos de acuerdo con la norma INV E-782.

4 EQUIPO

- 4.1** *Balanza* – Con capacidad para pesar masas mayores de 200 g, con una tolerancia básica de $\pm 0.1\%$ y legible a 0.1 g.
- 4.2** *Canasta(s) portamuestras* – De tamaño adecuado para distribuir las muestras sobre ellas en una capa delgada, con el fin de permitir que el aire fluya a través y alrededor de las partículas. La muestra debe quedar completamente encerrada en una malla metálica, en una placa perforada de acero inoxidable o en otro material que resulte apropiado.
- Nota 2: Se ha determinado que resulta apropiada una malla metálica u otro material adecuado con aberturas máxima y mínima de 3.35 mm y 600 μm , respectivamente.*
- 4.3** *Recipiente de contención* – De tamaño suficiente para contener las canastas portamuestras, de manera que se puedan retener las partículas de agregado y el ligante asfáltico fundido que caen a través de la malla metálica.
- 4.4** *Aparato para el manejo del recipiente de contención y las canastas portamuestras* – Apropiado para insertar y remover del horno el recipiente de contención y las canastas portamuestras.
- 4.5** *Equipo misceláneo* – Espátulas, recipientes y cepillos de alambre, para preparar las mezclas y remover el agregado de las canastas y del recipiente de contención.
- 4.6** *Equipo de seguridad* – Guantes con cobertura aislante, resistentes hasta 580° C; anteojos de seguridad, chaqueta de manga larga de material no inflamable; superficie resistente al calor para colocar las canastas al extraerlas del horno; cámara protectora que rodee las canastas portamuestras durante los períodos de enfriamiento; etc.
- 4.7** *Hornos convencionales* – De convección o tiro forzado, para el secado de los agregados y las mezclas y para pre-calentar las mezclas antes del ensayo de ignición.
- 4.8** *Horno de ignición* – Como se describe en los numerales 7.1.1 y 10.1.1.

5 RIESGOS

- 5.1** Las temperaturas del horno de ignición, de la muestra, de las canastas y del recipiente de retención tras la remoción de la muestra, son muy altas. Por lo tanto, es imprescindible proceder con el más extremo cuidado al manejar estos elementos, por cuanto cualquier descuido se puede traducir en lesiones o quemaduras graves o en un incendio. La muestra, las canastas y el recipiente de contención se deben colocar dentro de una jaula de seguridad y no se debe permitir su enfriamiento cerca de materiales propensos a ignición a las temperaturas usadas en este ensayo. Para seguir todas las precauciones, se deberán atender al pie de la letra las instrucciones contenidas en el manual del fabricante del horno.

6 MUESTREO

- 6.1** Se obtienen muestras del agregado de acuerdo con la norma INV E-201.
- 6.2** Se obtienen muestras de la mezcla asfáltica en caliente recién elaborada, de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-731.
- 6.3** *Preparación de los especímenes de ensayo:*
- 6.3.1** Si la mezcla no es suficientemente blanda para ser aflojada con una espátula o un palustre, se coloca sobre una bandeja grande plana en un horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) hasta que sea manejable. La muestra se debe cuartear de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-776
- 6.3.2** El tamaño de la muestra de ensayo depende del tamaño máximo nominal del agregado y su masa deberá estar de acuerdo con los requerimientos de la Tabla 729 - 1 (nota 3).

Nota 3: Cuando la masa de la muestra de ensayo excede la capacidad del equipo usado, se puede dividir y ensayar en porciones apropiadas. Los resultados se deberán combinar adecuadamente para calcular el contenido de ligante a partir del promedio ponderado de las masas de las diferentes porciones

Tabla 729 - 1. Tamaño de la muestra

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO, mm (pg.)	MASA MÍNIMA DE LA MUESTRA, kg
4.75 (No. 4)	0.5
9.5 (3/8)	1.0
12.5 (1/2)	1.5
19.0 (3/4)	2.0
25.0 (1)	3.0
37.5 (1 ½)	4.0

- 6.4** Se obtienen muestras del cemento asfáltico, de acuerdo con la norma INV E-701.

MÉTODO DE ENSAYO A

7 EQUIPO

- 7.1** En adición a los elementos mencionados en la Sección 4, se requieren los siguientes:

7.1.1 *Horno de ignición* – Un horno de ignición de circulación forzada de aire, que calienta las muestras por convección o radiación directa. El horno de convección debe ser capaz de mantener la temperatura a 580° C o más y debe poseer un sistema interno de pesaje que pueda medir masas iguales o mayores a 2500 g. La cámara del horno debe tener capacidad suficiente para alojar muestras de 2500 g o más. El horno debe tener incorporado un sistema de registro de datos, de manera que la pérdida de masa de la muestra se registre automáticamente con una exactitud de 0.1 g, y que los valores se desplieguen en una pantalla durante el ensayo. Se considera que el ensayo se ha terminado cuando la diferencia entre lecturas consecutivas de pérdida de masa no es mayor de 0.01 % respecto de la masa de ensayo, durante tres intervalos consecutivos de 1 minuto. El equipo debe suministrar los resultados del ensayo en una etiqueta impresa. El horno deberá disponer de un sistema para reducir las emisiones a un nivel aceptable. Así mismo, debe estar ventilado hacia una campana o hacia el exterior y, cuando está correctamente instalado, no se deben percibir olores que escapan hacia el laboratorio. El horno debe tener un ventilador

capaz de empujar el aire a través del horno para acelerar el ensayo y reducir el escape de humos al laboratorio. Su puerta debe estar equipada con un dispositivo que impida abrirla durante la ejecución del ensayo de ignición.

- 7.1.2 Filtros** – Cuando se requieran, se emplearán filtros del tipo especificado por el fabricante del horno.

8 CALIBRACIÓN

- 8.1** Los resultados del ensayo pueden ser afectados por el tipo de agregado en la mezcla, debido a que diferentes agregados pierden masa en grados variables durante la prueba de ignición. Los resultados también se pueden ver afectados por la presencia de aditivos o modificadores en la mezcla. Por lo tanto, para optimizar la exactitud de los resultados, se debe establecer un factor de calibración mediante el ensayo de tres muestras de calibración para cada tipo de mezcla. La calibración de debe llevar a cabo sobre una muestra preparada de mezcla asfáltica, la cual también deberá llevar aditivos o modificadores, si las mezclas de ensayo los contienen.
- 8.2** Se obtienen muestras del agregado gradado que se va a emplear en la mezcla en caliente, de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.1. La muestra debe tener, aproximadamente, la misma masa y granulometría que las que se van a usar para el ensayo de la mezcla en caliente (numeral 9.1).
- 8.3** Se obtienen muestras del cemento asfáltico que se va a emplear en la mezcla en caliente, de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.4.
- 8.4** Se secan las muestras de agregado en el horno convencional a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{F}$) hasta masa constante.
- 8.4.1** Si el horno es de convección, se ajusta la temperatura a $540 \pm 5^\circ\text{C}$ para calibración usando mezclas.
- 8.4.2** Si el horno es de radiación directa, se ajusta el perfil de quemado en el modo DEFAULT (por defecto).
- 8.5** Se calientan los agregados, el asfalto y los recipientes y elementos para mezclar, a una temperatura aproximada de 150°C .

- 8.6** Antes de mezclar las muestras de calibración, se requiere una mezcla inicial de “embadurnamiento” (mezcla “butter”), para acondicionar el equipo de mezclado. Se remueve y descarta esta mezcla del recipiente de mezclado mediante raspado, dejando una capa uniforme de residuo de mezcla asfáltica.

Nota 4: Esta mezcla “butter” previene que las mezclas de calibración sean sesgadas por mezcla asfáltica residual retenida en el recipiente de mezclado.

- 8.7** Se preparan tres muestras de calibración con el contenido de cemento asfáltico de diseño (P). Si se van a usar, se incorporarán también los aditivos y/o los modificadores.
- 8.8** Se determina y registra la masa de la(s) canasta(s) portamuestras y del recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g.
- 8.9** Se distribuye uniformemente la muestra sobre la canasta (Figura 729 - 1).



Figura 729 - 1. Muestra en la canasta

- 8.10** Se determina y registra la masa de la muestra más la canasta portamuestras (o canastas) y del recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g. A partir de este valor se puede determinar la masa inicial de la muestra (M_i).
- 8.11** Se coloca el conjunto en el horno de convección (Figura 729 - 2) y se calienta la muestra de calibración a $540 \pm 5^\circ C$, o en el horno de radiación directa en el modo DEFAULT, hasta que el cambio de masa durante tres intervalos consecutivos de 1 minuto no exceda de 0.01 % respecto de la masa de inicial de la muestra.
- 8.12** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_L). Esta masa se obtiene inmediatamente en registro impreso o en pantalla.

8.13 Se calcula el factor de calibración (F_C), con la ecuación:

$$F_C = \left[\frac{M_I - M_L}{M_I} \times 100 \right] - P \quad [729.1]$$

- Donde: M_I : Masa total de la mezcla de calibración antes de la ignición;
 M_L : Masa total de la mezcla de calibración después de la ignición;
P: Porcentaje real de cemento asfáltico respecto de la masa total de la muestra.

8.14 Se repiten los pasos 8.8 a 8.13 con otras dos muestras de calibración. El factor de calibración por aplicar será el promedio de los tres factores de calibración obtenidos.



Figura 729 - 2. Canastas y recipiente de contención en el horno

8.15 Ajustes de la temperatura de calibración:

8.15.1 Si el factor promedio de calibración excede de 1.0 % para un horno de convección, la temperatura de ensayo se debe reducir a $482 \pm 5^\circ C$ y se repiten los pasos 8.2 a 8.14. Se deberá usar luego el factor de calibración obtenido a $482 \pm 5^\circ C$, aún si éste excede de 1.0 %.

8.15.2 En el caso de los hornos de radiación directa, el perfil de quemado DEFAULT se debe usar para la mayor parte de las mezclas. El operador puede seleccionar los perfiles OPTION 1 u OPTION 2 para optimizar el ciclo de quemado. OPTION 1 está diseñado para agregados con factor de corrección mayor de 1.0 %, mientras OPTION 2 está previsto para mezclas que no se queman completamente en el modo DEFAULT.

- 8.16** La temperatura o el perfil de quemado para ensayar mezclas asfálticas en caliente al cual se hace referencia en el numeral 9.3, deben corresponder a la misma temperatura o al mismo perfil de quemado elegidos para ensayar las muestras de calibración.

9 PROCEDIMIENTO

- 9.1** Se obtiene una mezcla asfáltica de acuerdo con la Sección 6. Su masa debe ser, aproximadamente, la misma empleada durante la calibración (numeral 8.2).
- 9.2** Se seca en el horno la muestra de mezcla asfáltica en caliente hasta masa constante a una temperatura de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ ($221 \pm 9^\circ\text{F}$) o se determina el contenido de humedad de acuerdo con la norma INV E-755 u otro método aceptable.
- 9.3** Se ajustan la temperatura del horno o el perfil de quemado de acuerdo con la Sección 8. Las muestras se pueden colocar en el horno de ignición a temperaturas significativamente menores, ya que el horno calentará muy rápidamente hasta la temperatura deseada, una vez que la muestra se comience a quemar. Es probable que la temperatura del horno aumente durante la fase de ignición del ensayo.
- 9.4** Se pesa y registra la masa de la canasta portamuestras y del recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g.
- 9.5** Se distribuye uniformemente la muestra en la canasta portamuestras (Figura 729 - 1).
- 9.6** Se pesa y se registra la masa total de la muestra, más la(s) canasta(s) y el recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g. Se calcula y se registra la masa inicial de la muestra (M_B).
- 9.7** Se coloca el conjunto en el horno (Figura 729 - 2) y se calienta la muestra de ensayo a la temperatura especificada hasta que la diferencia entre medidas consecutivas de pérdidas de masa no exceda de 0.01 % de M_B . El punto debe ser determinado automáticamente por el sistema de almacenamiento de datos del horno.
- 9.8** El sistema de almacenamiento de datos del horno debe medir y registrar automáticamente la masa del agregado de la muestra luego de la ignición (M_A), con aproximación a 0.1 g. La masa se debe obtener inmediatamente

después de terminados los ensayos, sustrayendo de la masa inicial de la muestra (M_B) la pérdida de masa medida por el horno.

- 9.9** El contenido de cemento asfáltico corregido será calculado automáticamente por el sistema de registro de datos del horno, con la expresión:

$$\% \text{ CA} = \left[\frac{M_B - M_A}{M_B} \times 100 \right] - F_C \quad [729.2]$$

Donde: CA: Contenido de cemento asfáltico, medido como porcentaje respecto de la masa de la muestra de mezcla asfáltica en caliente, seca al horno;

M_A : Masa total del agregado remanente luego de la ignición;

M_B : Masa de la muestra de mezcla asfáltica en caliente antes de la ignición;

F_C : Factor de calibración obtenido en la Sección 8 e ingresado en el sistema de almacenamiento de datos del horno.

MÉTODO DE ENSAYO B

10 EQUIPO

- 10.1** En adición a los elementos mencionados en la Sección 4, se requieren los siguientes para el método de ensayo B:

10.1.1 Horno de ignición – Un horno de ignición capaz de mantener la temperatura a 580°C y equipado con un ventilador que arrastre aire a través del horno para acelerar el ensayo y reducir el escape de humo hacia el laboratorio. La cámara del horno debe tener capacidad suficiente para alojar muestras de 2500 g o más. El horno deberá disponer de un sistema para reducir las emisiones a un nivel aceptable. Así mismo, debe estar ventilado hacia una campana o hacia el exterior y, cuando está correctamente instalado, no se deben percibir olores que escapen hacia el laboratorio. Su puerta debe estar equipada con un dispositivo que impida abrirla durante la ejecución del ensayo de ignición.

10.1.2 Filtros – Cuando se requieran, se emplearán filtros del tipo especificado por el fabricante del horno.

11 CALIBRACIÓN

- 11.1** Los resultados del ensayo puede ser afectados por el tipo de agregado en la mezcla, debido a que diferentes agregados pierden masa en grados variables durante la prueba de ignición. Los resultados también se pueden ver afectados por la presencia de aditivos o modificadores en la mezcla. Por lo tanto, para optimizar la exactitud de los resultados, se debe establecer un factor de corrección mediante el ensayo de tres muestras de calibración para cada tipo de mezcla. La calibración de debe llevar a cabo sobre una muestra preparada de mezcla asfáltica, la cual también deberá llevar aditivos o modificadores, si las mezclas de ensayo los contienen.
- 11.2** Se obtienen muestras del agregado mezclado que se va a emplear en la mezcla en caliente, de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.1. La muestra debe tener, aproximadamente, la misma masa y granulometría que las que se van a usar para ensayar la mezcla en caliente (numeral 12.1)
- 11.3** Se obtienen muestras del cemento asfáltico que se va a emplear en la mezcla en caliente, de acuerdo con lo indicado en el numeral 6.4.
- 11.4** Se secan las muestras de agregado en el horno convencional a $110 \pm 5^\circ\text{ C}$ ($230 \pm 9^\circ\text{ F}$) hasta masa constante.
- 11.5** Se ajusta la temperatura del horno a $540 \pm 5^\circ\text{ C}$ para calibración usando mezclas.
- 11.6** Se calientan los agregados, el asfalto y los recipientes y elementos para mezclar, a una temperatura aproximada de 150° C .
- 11.7** Antes de mezclar las muestras de calibración, se requiere una mezcla inicial (mezcla “butter”) para acondicionar el equipo de mezclado. Se remueve y descarta esta mezcla del recipiente de mezclado mediante raspado, dejando una capa uniforme de residuo de mezcla asfáltica.

Nota 5: Esta mezcla “butter” previene que las mezclas de calibración sean sesgadas por mezcla asfáltica residual retenida en el recipiente de mezclado.

- 11.8** Se preparan tres muestras de calibración con el contenido de cemento asfáltico de diseño (P). Si se van a usar, se incorporarán también los aditivos y/o los modificadores.
- 11.9** Se determina y registra la masa de la canasta portamuestras (o canastas) y del recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g.
- 11.10** Se distribuye uniformemente la muestra sobre la bandeja (Figura 729 - 1).
- 11.11** Se determina y registra la masa de la muestra más la canasta portamuestras (o canastas) y el recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g. A partir de este valor se determina la masa inicial de la muestra (M_I).
- 11.12** Se coloca el conjunto en el horno (Figura 729 - 2) y se calienta la muestra de calibración a $540 \pm 5^\circ\text{C}$, durante un período mínimo de 45 minutos.
- 11.13** Se remueve la muestra del horno y se permite su enfriamiento durante 10 minutos o más.
- 11.14** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_L).
- 11.15** Se vuelve a colocar la muestra en el horno.
- 11.16** Luego de que el horno alcance la temperatura de referencia, se calienta la muestra de calibración durante 15 minutos.
- 11.17** Se remueve la muestra del horno y se permite su enfriamiento durante 10 minutos o más.
- 11.18** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_L).
- 11.19** Se repiten los pasos 11.15 a 11.18 hasta que el cambio en la masa medida no exceda de 0.01 % respecto de la masa de inicial de la muestra (M_I).
- 11.20** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_L).
- 11.21** Se calcula el factor de calibración (F_C), con la ecuación:

$$F_C = \left[\frac{M_I - M_L}{M_I} \times 100 \right] - P \quad [729.3]$$

Donde: M_I : Masa total de la mezcla de calibración antes de la ignición;

M_L : Masa total de la mezcla de calibración después de la ignición;

P: Porcentaje real de cemento asfáltico respecto de la masa total de la muestra.

11.22 Se repiten estos pasos con otras dos muestras de calibración. El factor de calibración por aplicar será el promedio de los tres factores de calibración obtenidos.

11.23 La temperatura para ensayar mezclas asfálticas en caliente al cual se hace referencia en el numeral 12.3, debe ser la misma temperatura elegida para ensayar las muestras de calibración.

12 PROCEDIMIENTO

12.1 Se obtiene una mezcla asfáltica de acuerdo con la Sección 6. Su masa debe ser, aproximadamente, la misma empleada durante la calibración (numeral 11.2).

12.2 Se seca en el horno la muestra de mezcla asfáltica en caliente hasta masa constante a una temperatura de $105 \pm 5^\circ C$ ($221 \pm 9^\circ F$) o se determina el contenido de humedad de acuerdo con la norma INV E-755 u otro método aceptable.

12.3 Se ajusta la temperatura del horno a $540 \pm 5^\circ C$. Las muestras se pueden colocar en el horno de ignición a temperaturas significativamente menores, ya que el horno calentará muy rápidamente hasta la temperatura deseada una vez que la muestra comience a quemarse. Es probable que la temperatura del horno aumente durante la fase de ignición del ensayo.

12.4 Se pesa y registra la masa de la canasta portamuestras y del recipiente de contención, con aproximación a 0.1 g.

12.5 Se distribuye uniformemente la muestra en la canasta portamuestras (Figura 729 - 1).

- 12.6** Se pesa y se registra la masa total de la muestra, canasta(s), bandeja de retención, y protecciones de las canastas, con aproximación a 0.1 g. Se calcula y se registra la masa inicial de la muestra (M_B).
- 12.7** Se coloca el conjunto en el horno (Figura 729 - 2) y se calienta la muestra de ensayo a $540 \pm 5^\circ C$ (Figura 729 - 2), durante un período mínimo de 45 minutos.
- 12.8** Se remueve la muestra del horno y se permite su enfriamiento durante 10 minutos o más.
- 12.9** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_A).
- 12.10** Se vuelve a colocar la muestra en el horno.
- 12.11** Luego de que el horno alcance la temperatura de referencia, se calienta la muestra de calibración durante 15 minutos.
- 12.12** Se remueve la muestra del horno y se permite su enfriamiento durante 10 minutos o más.
- 12.13** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_A).
- 12.14** Se repiten los pasos 12.10 a 12.13 hasta que el cambio en la masa medida no exceda de 0.01 % respecto de la masa de inicial de la muestra (M_B).
- 12.15** Se determina y registra la masa de la muestra luego de la ignición, ajustada a 0.1 g (M_A).

Nota 6: Los pasos 12.10 a 12.15 pueden resultar innecesarios si durante la calibración de la mezcla se demuestra que la masa constante se alcanza calentando la muestra en el horno una sola vez. El tipo y la masa de la muestra de ensayo deben ser razonablemente parecidos a los de la muestra de calibración.

- 12.16** El contenido de cemento asfáltico corregido se calcula con la expresión:

$$\% CA = \left[\frac{M_B - M_A}{M_B} \times 100 \right] - F_C \quad [729.4]$$

Donde: CA: Contenido de cemento asfáltico, medido como porcentaje respecto de la masa de la muestra de mezcla asfáltica en caliente seca al horno;

M_A : Masa total del agregado remanente luego de la ignición;

M_B : Masa de la muestra de mezcla asfáltica en caliente antes de la ignición;

F_C : Factor de calibración obtenido en la Sección 11.

13 INFORME

13.1 Se debe presentar la siguiente información:

13.1.1 Método de ensayo utilizado (A o B).

13.1.2 Identificación del agregado y del tipo de mezcla.

13.1.3 Datos de calibración.

13.1.4 Masa de la muestra asfáltica antes y después de la ignición.

13.1.5 Contenido corregido de ligante asfáltico (redondeado a 0.01 %).

13.1.6 Granulometría del agregado (si se determinó).

14 PRECISIÓN Y SESGO

14.1 *Precisión:*

14.1.1 *Repetibilidad* – La desviación estándar de un solo operador determinando el contenido de asfalto por este método es 0.04 %; por lo tanto, los resultados de dos ensayos adecuadamente realizados por el mismo operador sobre porciones de una misma muestra no deben diferir en más de 0.11 %.

14.1.2 *Reproducibilidad* – La desviación estándar entre varios laboratorios determinando el contenido de asfalto sobre porciones iguales de una misma muestra fue 0.06 %; por lo tanto, los resultados de dos ensayos adecuadamente realizados en diferentes laboratorios sobre porciones de una misma muestra no deben diferir en más de 0.17 %.

Nota 7: Las declaraciones de precisión que se presentan en el numeral 14.1 se basan en ensayos realizados por cuadruplicado con cuatro tipos agregados, con la participación de 12 laboratorios. Los cuatro agregados presentaban bajos valores de absorción (su absorción de agua osciló entre 0.5 y 0.8 %).

Nota 8: Las declaraciones de precisión son aplicables al método A, con mezclas elaboradas en el laboratorio (no se emplearon mezclas elaboradas en planta). La precisión del método B no se ha determinado.

14.2 Sesgo – El sesgo para este método de ensayo no ha sido determinado.

15 NORMAS DE REFERENCIA

ASTM D 6307 – 10

ANEXO A (Informativo)

EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CALIBRACIÓN

A.1 Datos:

A.1.1 Porcentaje de asfalto con el cual se elaboró la muestra de calibración (P) = 5.00 %.

A.1.2 Masa original de la muestra de calibración (M_I) = 2506.9 g.

A.1.3 Masa de la muestra de calibración luego de ser quemada en el horno de ignición (M_L) = 2372.0 g.

A.2 Cálculos:

A.2.1 Factor de calibración:

$$F_C = \left[\frac{M_I - M_L}{M_I} \times 100 \right] - P = \left[\frac{2506.9 - 2372.0}{2506.9} \times 100 \right] - 5.00 = 0.38$$

A.2.2 Este factor se promedia con los obtenidos con las otras dos muestras de calibración.

**ANEXO B
(Informativo)****EJEMPLO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ASFALTO DE UNA
MUESTRA DE ENSAYO****B.1 Datos:**

- B.1.1** Factor de calibración promedio = 0.33
- B.1.2** Masa inicial de la muestra, la canasta y el recipiente de contención = 5290.7 g
- B.1.3** Masa de la canasta y el recipiente de contención = 2930.1 g
- B.1.4** Masa de la muestra, la canasta y el recipiente de contención luego de la primera ignición = 5150.7 g
- B.1.5** Masa de la muestra, la canasta y el recipiente de contención luego de una ignición adicional de 15 minutos = 5150.5 g

B.2 Cálculos:

- B.2.1** Masa inicial de la muestra (M_B) = $5290.7 - 2930.1 = 2360.6$ g
- B.2.2** Masa de la muestra después de la primera ignición = $5150.7 - 2930.1 = 2220.6$ g
- B.2.3** Masa de la muestra después de la ignición adicional = $5150.5 - 2930.1 = 2220.4$ g
- B.2.4** Cambio de masa de la muestra entre la primera ignición y la ignición adicional:

$$\frac{2220.6 - 2220.4}{2220.6} \times 100 = 0.009 \%$$

- B.2.5** Como la diferencia es menor de 0.01 %, la masa final de la muestra (M_A) será 2220.4 g
- B.2.6** Determinación del contenido de asfalto de la muestra:

$$\% CA = \left[\frac{M_B - M_A}{M_B} \times 100 \right] - F_C = \left[\frac{2360.6 - 2220.4}{2360.6} \times 100 \right] - 0.33 = 5.61 \%$$