

**NORMA
TÉCNICA
GUATEMALTECA**

NTG 51005 h34:2019

Aprobada 2019.01.25

**Método de ensayo para Estabilidad y Flujo Marshall de
Mezclas Asfálticas - D6927-15**



**Comisión Guatemalteca de Normas
Ministerio de Economía**

Calzada Atanasio Tzul 27-32, zona 12,
Segundo nivel, Guatemala,
Guatemala.
Teléfonos: +502 2247-2654 y 2656
Fax: +502 2247-2687

info-coguanor@mineco.gob.gt
www.mineco.gob.gt

Referencia número
ICS: 93.080.20

ÍNDICE

PROLOGO.....	3
1 ALCANCE	4
2 NORMAS DE REFERENCIA.....	4
3 TERMINOLOGÍA.....	5
4 USO Y SIGNIFICADO	5
5 EQUIPO	8
6 PROCEDIMIENTO.....	13
7 CALCULOS.....	14
8 REPORTE	15
9 PRECISIÓN.....	16
10 PALABRAS CLAVE.....	.17

PRÓLOGO

La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- es el Organismo Nacional de Normalización según el Decreto No.1523 del Congreso de la República del 15 de mayo de 1962, modificado por el Decreto No.78-2005 del 08 de diciembre de 2005.

COGUANOR es una entidad adscrita al Ministerio de Economía cuya misión es gestionar la normalización técnica y actividades conexas, para propiciar la obtención de productos y servicios de calidad, contribuyendo a mejorar la competitividad de las empresas y generar confianza entre los sectores involucrados.

La elaboración de normas a través de Comités Técnicos de Normalización garantiza la participación de todos los sectores interesados, dando transparencia a este proceso. En apoyo a las actividades productivas del país, el Comité Técnico de Normalización de Asfalto trabajó la norma *NTG 51005 h34:2018, de ensayo para Estabilidad y Flujo Marshall de Mezclas Asfálticas - D6927-15*

A continuación, se mencionan las entidades públicas y privadas que participaron en la elaboración y revisión de la presente norma:

Agregados de Guatemala S.A.	Ernesto Guevara
Asfaltos de Guatemala, S.A.	Dina Avellán José Luis Agüero Umattino
Pavimentos de Guatemala, S.A.	Pedro Luis Rocco
Asociación Guatemalteca de Contratistas de la Construcción	Hugo Guerra
Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos	José Istupe Alejandra Franco Randy Cermeño Faridi Gongora
Comisión Guatemalteca de Normas Cámara Guatemalteca de la Construcción Instituto del Asfalto de Guatemala	Héctor Herrera Gerson Chavarría Escobar Olga Pozuelos
Servicios de Ingeniería MCM de Guatemala, SA - SINERGIA	Erika Hurtado
Unidad Ejecutora de Conservación Vial- COVIAL	Edgar Marizuya
Uno Guatemala, S.A.	Gabriela Rodríguez

1 ALCANCE

1.1 Este método de ensayo abarca la medición de resistencia del flujo plástico para especímenes cilíndricos de mezclas asfálticas para pavimentación de 4plg (102mm) cargadas en dirección perpendicular al eje cilíndrico por medio del aparato Marshall. Este método de ensayo es para uso de mezclas asfálticas de gradación densa, con un tamaño máximo de agregado hasta 1plg (25 mm), (pasa el tamiz de 1plg (25mm)), preparadas con cemento asfáltico (modificado y no modificado), asfaltos líquidos, alquitrán y alquitrán de hule.

1.2 *Unidades* - Los valores establecidos en unidades libra-pulgada son considerados estándar. Los valores mostrados en paréntesis son conversiones matemáticas a unidades SI, únicamente para información y no son consideradas estándar.

1.3 Esta norma no pretende dar directrices sobre aspectos de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad de quien la emplee, establecer las medidas de seguridad y salubridad apropiadas, determinar la aplicación y las limitaciones regulatorias antes de su uso.

2 NORMAS DE REFERENCIA

2.1 Normas ASTM:

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

D1188 Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples

D2726 Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures

D3549 Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens

D3666 Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials

D6752 Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Automatic Vacuum Sealing Method

D6926 Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus

E2251 Specification for Liquid-in-Glass ASTM Thermometers with Low-Hazard Precision Liquids

3 TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones:

3.1.1 Mezcla de Laboratorio Compactada en Laboratorio (LMLC) mezcla asfáltica - Las muestras de mezcla asfáltica que son preparadas en laboratorio, pesando y mezclando cada componente, utilizando un aparato de compactación.

3.1.1.1 Discusión – LMLC Típicamente ocurre durante la fase de diseño de la mezcla asfáltica. Pueden ser usados los dispositivos de compactación de laboratorio como el Compactador Giratorio Superpave, Martillo Marshall, u otro dispositivo de compactación.

3.1.2 Mezcla de Planta Compactadas en Laboratorio (PMLC) mezcla asfáltica – Las mezclas asfálticas son fabricadas en una planta de producción, y muestreadas para su compactación, luego compactadas inmediatamente usando un aparato de compactación de laboratorio.

3.1.2.1 Discusión – PMLC Los especímenes son usualmente utilizados para ensayos de control de calidad. El enfriamiento sustancial no se le es permitido a la mezcla asfáltica y puede ser necesario colocar la mezcla en un horno de laboratorio para equilibrar la temperatura de compactación antes de moldearse. Pueden ser usados los dispositivos de compactación de laboratorio como el Compactador Giratorio Superpave, Martillo Marshall, u otro dispositivo de compactación.

3.1.3 Mezcla de Planta Recalentada Compactada en Laboratorio – (RPMLC) mezcla asfáltica – Son fabricadas en planta, muestreadas para su compactación, enfriadas a temperatura ambiente para luego recalentarlas en un horno y compactarlas utilizando un aparato de compactación.

3.1.3.1 Discusión – RPMLC Son usualmente utilizadas para pruebas de verificación y control de calidad. El tiempo de recalentado debe ser lo más corto posible para obtener una temperatura uniforme y así evitar el envejecimiento artificial de los especímenes. El acondicionamiento de mezcla asfáltica, temperatura de recalentado, y tiempo de recalentado deben ser definidos en una especificación aplicable. Pueden ser usados los dispositivos de compactación de laboratorio como el Compactador Giratorio Superpave, Martillo Marshall, u otro dispositivo de compactación.

4 USO Y SIGNIFICADO

4.1 Los valores de Estabilidad y Flujo Marshall junto con la densidad; vacíos de aire en la mezcla total, vacíos en el agregado mineral, vacíos rellenos con asfalto, son usados para el diseño y evaluación de mezclas asfálticas de laboratorio. También la estabilidad y flujo Marshall pueden ser utilizados para monitorear el proceso de producción de la mezcla asfáltica en planta.

Al igual, la estabilidad y flujo Marshall pueden ser utilizados para la evaluación de diferentes mezclas y los efectos de las condiciones bajo agua.

4.1.1 La Estabilidad y Flujo Marshall son características de la mezcla asfáltica determinadas a partir de pruebas de muestras compactadas de una geometría específica. El ensayo Marshall se puede realizar con dos diferentes tipos de equipo: (1) *Método A* – Usando un marco con un anillo de carga y medidor de carátula para la deformación o un medidor de flujo (Método Tradicional) o (2) *Método B* – Usando un aparato de registro de carga-deformación siendo un conjunto de una celda de carga y un transductor diferencial de variación lineal (LVDT por sus siglas en inglés) u otro dispositivo automático de registro (Método Automatizado).

4.1.2 Típicamente, la estabilidad Marshall es la carga de resistencia máxima obtenida durante una secuencia de carga de velocidad de deformación constante. Sin embargo, dependiendo de la composición y comportamiento de la mezcla, se ha observado un tipo de falla menos definida, como se ilustra en la Figura 1. Como método alternativo, la estabilidad Marshall puede ser también definida como la carga obtenida cuando la velocidad de carga aumenta, ésta empieza a decrecer de modo que la curva comienza a tomar un comportamiento horizontal, como se muestra en la parte inferior de la gráfica de la Figura 1. La magnitud de la Estabilidad Marshall varía con el tipo de agregado y su graduación, el tipo de bitumen, grado y cantidad. Varias entidades tienen criterios para la estabilidad Marshall.

4.1.3 El flujo Marshall es una medida de deformación (elástica más plástica) de la mezcla asfáltica determinada durante el ensayo de estabilidad. En ambos tipos de falla, el flujo Marshall es la deformación total de la muestra desde el punto donde la tangente proyectada de la parte lineal de la curva se intersecta en el eje x (deformación) hasta el punto donde la curva empieza a tener un comportamiento horizontal. Como se muestra en la Figura 1, este último punto usualmente corresponde a la estabilidad máxima. Sin embargo, como una alternativa cuando la condición de falla no está claramente definida, este puede ser seleccionado como el punto en la curva que es seis puntos de flujo o 0.01plg (1.5mm) a la derecha de la línea tangente. No hay valor ideal, pero hay límites aceptables. Si el flujo del contenido de ligante óptimo seleccionado está por encima del límite, la mezcla es considerada muy plástica o inestable, y si está por debajo es considerada muy quebradiza.

4.1.4 Los resultados de ensayo de la Estabilidad y Flujo Marshall son aplicables a mezclas asfálticas de graduación densa con tamaño máximo de agregado hasta 1plg (25mm) en tamaño. Para propósito de diseño de mezcla los resultados de ensayo de la Estabilidad y Flujo Marshall deben consistir en el promedio de mínimo tres muestras para cada incremento de contenido de ligante donde éste varía en 0.5% de incremento sobre el rango de contenido de ligante. El rango de contenido de ligante generalmente se selecciona con base a la experiencia y el historial de ensayos de los componentes de los materiales, pero podría implicar prueba y error para incluir el rango deseable de propiedades de mezcla.

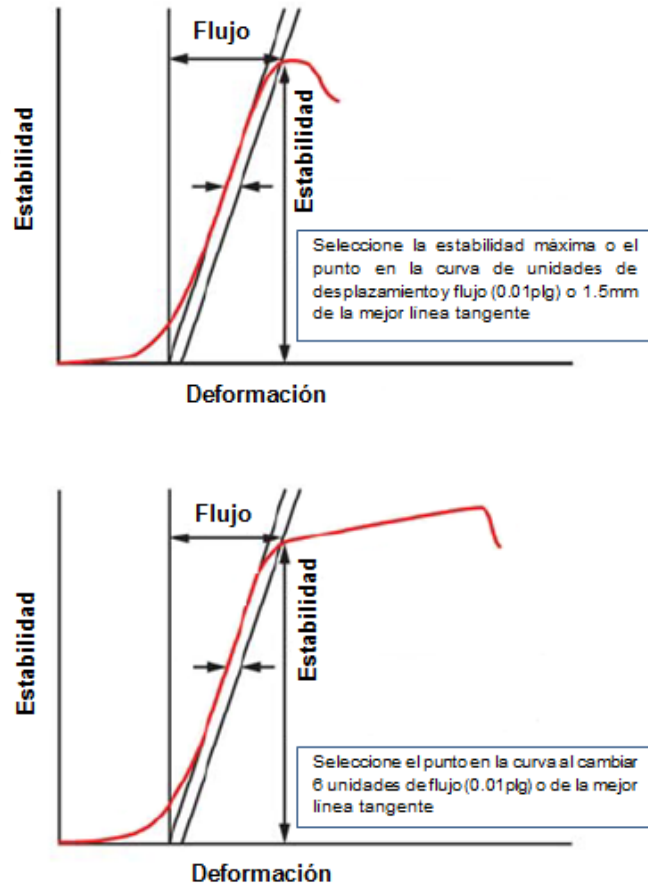


Figura 1 Determinación de flujo para dos tipos de falla en la muestra

Las mezclas de graduación densa generalmente mostrarán un máximo en la estabilidad dentro del rango del contenido de ligante ensayado. La estabilidad, flujo, densidad, vacíos de aire, vacíos llenos con ligante asfáltico, pueden graficarse contra contenido de ligante para permitir la selección de un contenido de ligante óptimo para la mezcla. Las propiedades de ensayo anterior también pueden ponderarse de manera diferente para reflejar una filosofía de diseño de una mezcla particular. Además, se puede requerir un diseño de mezcla para cumplir con los vacíos mínimos en el agregado mineral en función del tamaño máximo nominal del agregado en la mezcla.

4.1.5 Ensayos de laboratorio en campo de estabilidad y flujo Marshall sobre muestras hechas con la mezcla de planta compactada en laboratorio. (PMLC), las mezclas de la mezcla asfáltica pueden variar significativamente de los valores del diseño de laboratorio por las diferencias en el mezclado en planta, versus el mezclado en laboratorio. Esto incluye la eficiencia de mezclado y envejecimiento.

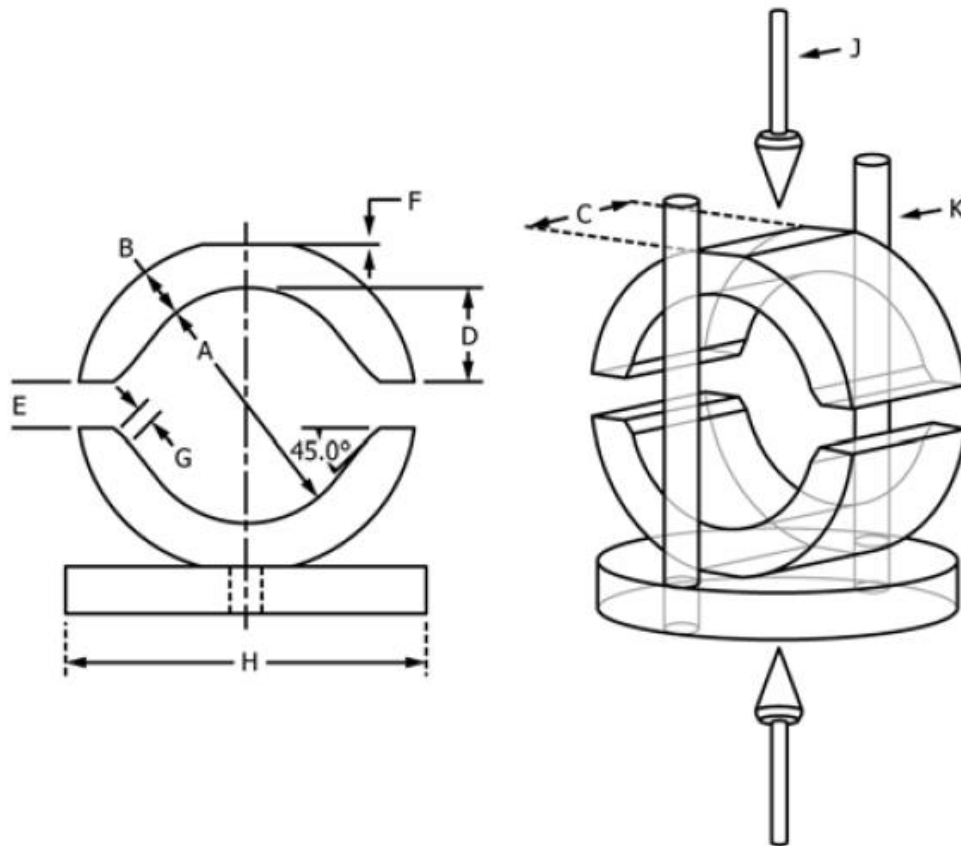
4.1.6 Las diferencias significativas en la estabilidad y flujo Marshall de un conjunto de ensayos con otro, o de un valor promedio de varios conjuntos de datos o muestras, preparadas desde la misma planta productora de mezcla, pueden indicar un mal muestreo, una técnica de ensayo incorrecta, cambios en la graduación, cambios en el contenido de ligante o un mal funcionamiento del proceso de la planta. La fuente de variación debería ser resuelta y el problema corregido.

4.1.7 Las muestras estarán usualmente preparadas usando la Practica D6926, pero también pueden ser preparadas utilizando otros tipos de procedimientos de compactación mientras la muestra satisfaga los requerimientos geométricos. Otros tipos de compactación pueden causar que las muestras tengan diferentes características de tensión deformación, que las muestras preparadas para la compactación por el impacto Marshall. La Estabilidad y Flujo Marshall puede también ser determinada usando núcleos de campo de pavimento in-situ para información o evaluación. Sin embargo, estos resultados no pueden ser comparados con los resultados de *Mezcla de Laboratorio Compactada en Laboratorio (LMLC)*, *Mezcla de Planta Compactadas en Laboratorio (PMLC)*, *Mezcla de Planta Recalentada Compactada en Laboratorio – (RPMLC)*, y no deben ser utilizadas para propósitos de especificación o aceptación. Una fuente de error en los ensayos de los núcleos de campo aumenta cuando el lado del núcleo no está liso o perpendicular a las caras del mismo. Dichas condiciones pueden crear concentraciones de esfuerzo en la carga y baja estabilidad Marshall.

NOTA 1: La calidad de los resultados producidos por esta norma, son dependientes en la competencia del personal que realiza el procedimiento y la capacidad, calibración, y mantenimiento del equipo utilizado. Las entidades que cumplen los criterios de la Especificación D3666 son generalmente consideradas capaces de realizar pruebas / muestreos / inspecciones / etc. Se advierte a los usuarios de esta norma que el cumplimiento con la especificación D3666 por sí sola no garantiza por completo los resultados confiables. Los resultados confiables dependen de varios factores; siguiendo las sugerencias de la especificación D3666 o alguna guía aceptable similar que proporcione un medio para evaluar y controlar algunos de esos factores.

5 EQUIPO

5.1 Mordaza – La mordaza de ensayo (Figura 2) consiste en acero fundido de segmentos cilíndricos superiores e inferiores de fundición gris o acero dúctil, acero fundido o tubos de acero templado. El segmento inferior debe ser montado en una base que tenga dos barras guías perpendiculares o postes que se extienden hacia arriba con mínimo ½ plg. (12.5mm) de diámetro. Las guías del segmento superior deberán dirigir los dos segmentos juntos, sin quedar ajustados y sin movimiento, en las barras de guía. La mordaza circular de ensayo con un bisel interior con dimensiones diferentes a las especificadas a la Figura 2 ha dado resultados diferentes de la mordaza estándar de ensayo.



	mm	plg
A	101.5 a 101.7	3.995 a 4.005
B	21.7 mínimo	0.855 mínimo
C	76.2 mínimo	3.0 mínimo
D	41.15 a 41.40	1.620 a 1.630
E	18.92 a 19.18	0.745 a 0.755
F	2.0 referencia	0.08 referencia
G	8.89 a 9.09	0.350 a 0.358
H	101.3 mínimo	3.990 mínimo
J	Fuerzas transmitidas a través de una superficie espiral y una plana.	
K	La geometría del sistema de guía debe estar apreciablemente libre de juego y de unión. Una prueba para ligar es levantar o bajar la cabeza con un buje guía.	

Figura 2 Dimensiones de la cabeza de prueba

5.2 Máquina de Carga de Compresión – La máquina de carga de compresión (Fig. 3) debe consistir en un tornillo montado en un marco de ensayo y deberá ser designado para una carga uniforme con movimiento vertical de 2.00 ± 0.15 plg/min (50 ± 5 mm/min). El diseño en la Figura 3 muestra que la energía puede ser suministrada por un motor eléctrico. Una máquina de ensayo de compresión mecánica o hidráulica puede ser utilizada para mantener la velocidad de carga en 2.00 ± 0.15 plg/min (50 ± 5 mm/min).

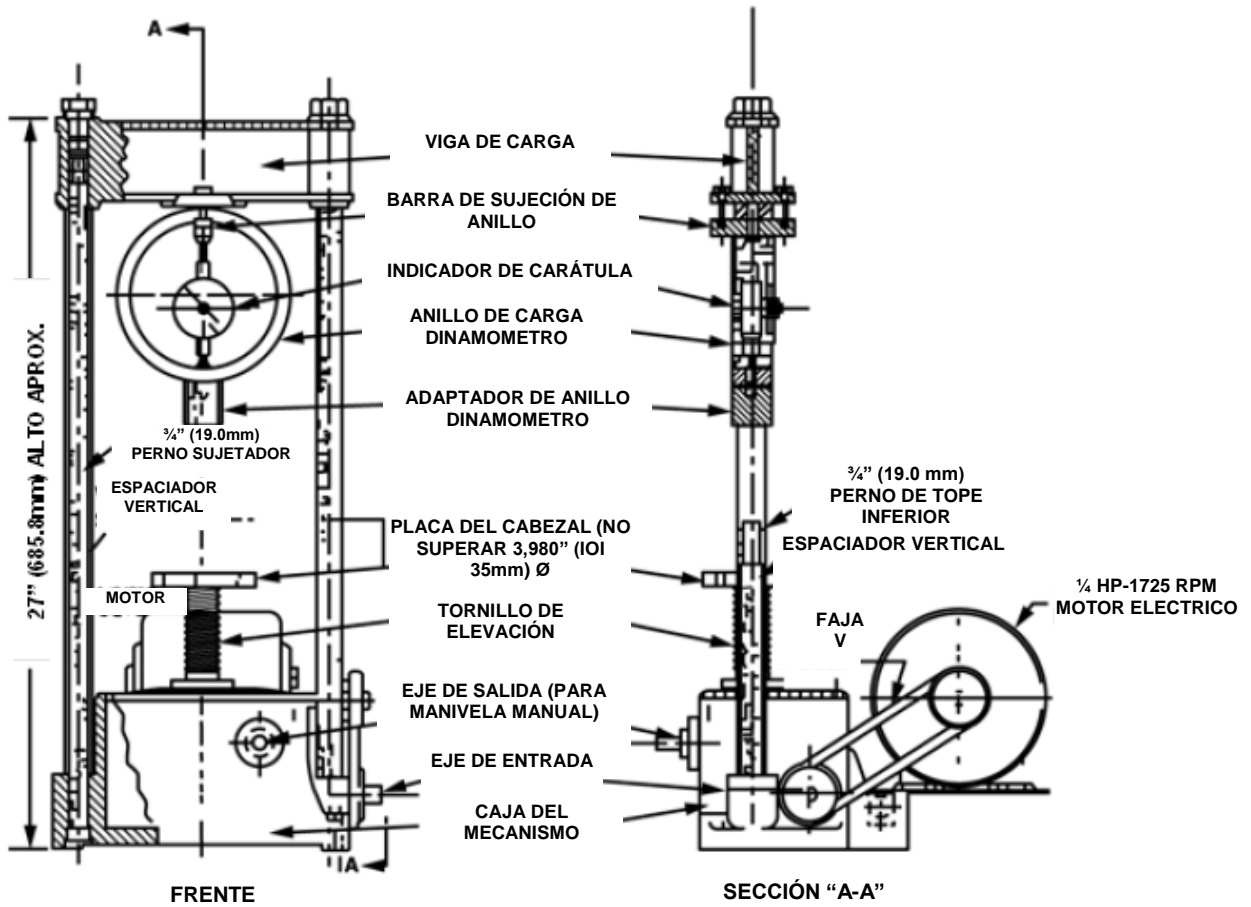


Figura 3 Máquina de Compresión

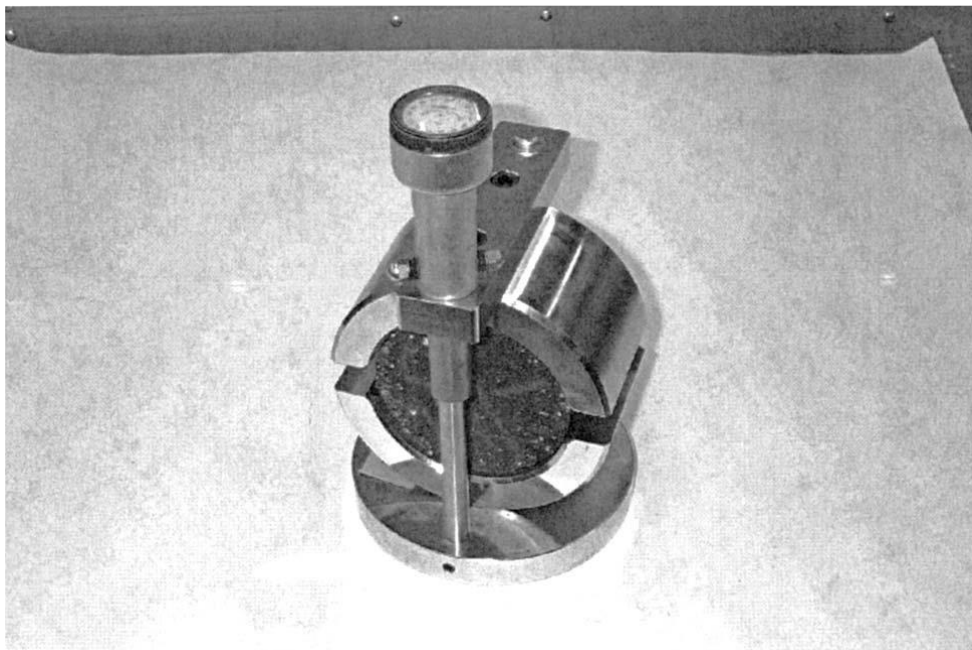


Figura 4 Ejemplo de Flujómetro (utilizado en Método A)



Figura 5 - Ejemplo de ensamblaje utilizando máquina de compresión con LVDT y trazador (típico del Método B)

5.3 Dispositivo Medidor de Carga – Como mínimo, es requerido el anillo dinamómetro con una calibración nominal de 5000lbf (20 kN) con un indicador de carátula para medir la deflexión del anillo para cargas aplicadas. El anillo de 5000lbf (20 kN), debe tener una sensibilidad mínima de 10lbf (50N). El indicador de carátula debe estar graduado en intervalos de 0.0001plg (0.0025mm) o más finos. El anillo dinamómetro debe estar sujeto al marco de ensayo (ver la barra de sujeción del anillo, figura 3) y un adaptador (ver el adaptador del anillo dinamómetro, figura 3) que deberá ser provisto para transmitir la carga a las mordazas. El anillo dinamómetro puede ser remplazado con una celda de carga conectada a un aparato de registro o computadora que muestre la carga-deformación con capacidad y sensibilidad proporcionadas cumpliendo con los requerimientos anteriores.

NOTA 2 – Un anillo dinamómetro de capacidad alta puede ser requerido para mezclas de alta estabilidad. Esto incluye mezclas con agregado de dureza alta, triturado y de gradación densa, así como mezclas hechas con ligantes muy rígidos.

5.4 Medidor de Flujo – El Medidor de flujo Marshall consiste en una manga guía y un calibrador (Fig. 4). El pin de activación del medidor debe deslizarse dentro de la manga guía con una fricción mínima y ésta deberá deslizarse libremente sobre el poste guía de la mordaza (ver Fig. 4). Estos puntos de resistencia de fricción deben ser revisados antes del ensayo. La graduación del medidor de flujo debe ser en intervalos de 0.01plg (0.25mm) o más finos. En lugar de un medidor de flujo, podrían utilizarse otros dispositivos como un indicador de carátula o un transductor diferencial de variación lineal (LVDT por sus siglas en inglés) conectados a un aparato de registro o computadora que muestre la carga-deformación. Estos dispositivos alternos deben ser capaces de indicar o mostrar el flujo (deformación) a la sensibilidad requerida. Estos dispositivos deben estar diseñados para medir y registrar el mismo movimiento relativo entre la parte superior de la guía y la parte superior de la mordaza.

5.5 Baño de Agua – El baño de agua debe tener una profundidad suficiente para mantener un nivel de agua a un mínimo de 1.25plg (30mm) sobre la parte superior de las muestras. El baño debe ser controlado termostáticamente, así como debe mantenerse la temperatura especificada del ensayo de $\pm 2^{\circ}\text{F}$ (1°C) en cualquier punto del tanque. El tanque debe tener un fondo falso perforado o equipado con una parrilla para apoyar las muestras a 2plg (50mm) sobre el fondo del baño y equipado con un circulador mecánico de agua.

5.6 Horno - Un horno capaz de mantener la temperatura especificada de ensayo $\pm 2^{\circ}\text{F}$ (1°C).

5.7 Baño de Aire – El baño de aire para mezclas que contengan ligantes asfálticos líquidos, deben ser controlados termostáticamente y deben mantener la temperatura del aire a $77 \pm 2^{\circ}\text{F}$ ($25 \pm 1^{\circ}\text{C}$).

5.8 Termómetros – La lectura de los dispositivos que miden la temperatura debe ser de 2°F (1°C) para chequear la temperatura del mezclado y compactación.

5.9 Termómetros Calibrados – Se utilizarán termómetros calibrados de líquido en vidrio, de rango adecuado con subdivisiones 0.2 ° F (0.1 ° C) o 0.5 ° F (0.2 ° C) que cumplan con los requisitos de la Especificación E2251 (Números de Termómetro ASTM S67F-03 o S67C-03; S65F-03 o S65C-03; S63F-03 o S63C-03; o equivalente). Alternativamente, pueden ser utilizados otros termómetros electrónicos, como por ejemplo termómetros de resistencia (RTD, PRT, IPRT) o de igual o mejor precisión.

6 PROCEDIMIENTO

6.1 Deberán ser ensayadas un mínimo de tres muestras de una mezcla dada. Estas deben tener el mismo tipo de agregado, calidad y gradación: el mismo tipo y cantidad de relleno mineral y la misma fuente, grado y cantidad de ligante. Adicionalmente las muestras deben tener la misma preparación, es decir, temperatura, enfriamiento y compactación.

6.2 Las muestras deben ser enfriadas a temperatura ambiente luego de la compactación. Durante el enfriamiento deben ser colocadas en una superficie lisa y plana. La gravedad específica de Bulk de cada muestra debe ser determinada por los métodos de ensayo D2726, D1188, o D6752. Las gravedades específicas de Bulk de las muestras replicadas para cada contenido de ligante deben coincidir dentro ± 0.020 de la media como se indica en la práctica D6926.

6.2.1 El espesor de las muestras se mide de acuerdo al Método de Ensayo D3549.

6.3 Las muestras pueden ser ensayadas tan pronto alcancen la temperatura ambiente. El ensayo debe ser completado dentro de las 24 horas después de la compactación. Llevar las muestras preparadas con cemento asfáltico, alquitrán o alquitrán de hule a la temperatura especificada por inmersión en el baño de agua de 30 a 40min, o colocar en el horno por 120 a 130 min. Mantener el baño o el horno a temperatura de $140 \pm 2^\circ\text{F}$ ($60 \pm 1^\circ\text{C}$) para cemento asfáltico, $120 \pm 2^\circ\text{F}$ ($49 \pm 1^\circ\text{C}$) para muestras de alquitrán de hule, y $100 \pm 2^\circ\text{F}$ ($38 \pm 1^\circ\text{C}$) para muestras de alquitrán. Llevar las muestras preparadas con asfaltos líquidos y colocarlos en un baño de aire por 120 a 130min. Mantener la temperatura del baño de aire a $77 \pm 2^\circ\text{F}$ ($25 \pm 1^\circ\text{C}$).

NOTA 3 – La variación de la temperatura afectará los resultados del ensayo. Una muestra de prueba con una termocopla puede ser utilizada para monitorear la temperatura.

6.3.1 Limpiar rigurosamente las barras de guía y las superficies dentro de los segmentos de los cabezales, previo a iniciar el ensayo. Lubricar las barras de guía de modo que los segmentos superiores de los cabezales se deslicen libremente sobre ellos. El cabezal de ensayo debe encontrarse a una temperatura de 70 a 100°F (20 a 40°C). Si es utilizado un baño de agua, limpiar el exceso de agua del interior de los segmentos de los cabezales.

6.3.2 Retire una muestra del agua, horno o baño de aire acondicionado (en el caso de un baño de agua, retire el exceso de agua con una toalla) y colóquela en el segmento inferior del cabezal de ensayo. Coloque el segmento superior del cabezal de ensayo sobre la muestra y coloque el ensamblaje completo en posición en la máquina de carga. Si se usa, coloque el medidor de flujo en posición sobre una de las barras de guía y ajústelo a cero mientras sostiene firmemente la manga contra el segmento superior del cabezal de ensayo. Sostenga la manga del medidor de flujo firmemente contra el segmento superior del cabezal de ensayo mientras la carga de ensayo está siendo aplicada.

6.4 El lapso de tiempo desde la remoción de las muestras de ensayo de baño de agua, hasta la determinación de la carga final, no debe exceder los 30 segundos. Aplique a la muestra una carga por medio del cabezal, a una velocidad constante de 2.00 ± 0.15 plg/min (50 ± 5 mm/min), hasta que se detenga el medidor de carátula o ésta empiece a disminuir.

6.5 Si se emplea el Método A, el flujo será la deformación registrada por el dial de deformación en el instante de la falla. Cuando se emplee el Método B, se detiene el ensayo en el instante en que la celda de carga indica que la velocidad progresiva de carga, la cual se ha dirigido con una velocidad de deformación constante, ha comenzado a decrecer. En este caso, el flujo Marshall es la deformación total de la muestra, desde el punto donde la tangente proyectada de la parte lineal de la curva corta el eje "x" (deformación), hasta el punto donde la curva se comienza a volver horizontal. Como se muestra en la Figura 1, la determinación del flujo suele corresponder a la estabilidad máxima; sin embargo, como una alternativa cuando la condición de falla no se puede establecer con precisión, el flujo se puede elegir como el punto sobre la curva que está 0.01 plg (1.5 mm) a la derecha de la tangente mencionada. El valor de flujo es usualmente medido en unidades de 0.01 plg (0.25mm); por ejemplo 0.12 plg (0.31mm) es medido como un flujo de 12. La estabilidad Marshall será la carga correspondiente al flujo. Este procedimiento puede requerir dos personas para realizar el ensayo y tomar nota de los datos, dependiendo del tipo de equipo y de la disposición de los indicadores de carátula. Dependiendo de la tabla de velocidades, el flujo Marshall podría ser leído directamente de la tabla carga-deformación o ser determinado luego convirtiendo la lectura de la tabla con un factor apropiado.

7 CÁLCULOS

7.1 Las muestras moldeadas en laboratorio deberán satisfacer el espesor requerido de 2.50 ± 0.10 plg (63.5 ± 2.5 mm). Las muestras dentro de la tolerancia del espesor pueden ser corregidas basadas en el volumen o espesor de la muestra. La estabilidad determinada en núcleos de campo con una gran variación en volumen o grosor también debe ser corregida. Sin embargo, los resultados con grandes correcciones deberán ser utilizados con precaución. Los factores de corrección (radios de correlación) son dados en la Tabla 1. El radio de correlación es usado de la siguiente manera.

$$A = B \times C$$

Dónde:

A = Estabilidad corregida

B = Medición de estabilidad (Carga) y

C = Radio de Correlación de la Tabla 1

Tabla 1 Factores de Corrección de Estabilidad

Volumen de Muestra, cm ³ B	Espesor de Muestra		Corrección Radio
	p/g.	mm	
200 to 213	1.00 (1)	(25.4)	5.56
214 to 225	1.06 (1 ^{1/16})	(27.0)	5.00
226 to 237	1.12 (1 ^{1/8})	(28.6)	4.55
238 to 250	1.19 (1 ^{1/4})	(30.2)	4.17
251 to 264	1.25 (1 ^{1/4})	(31.8)	3.85
265 to 276	1.31 (1 ^{1/8})	(33.3)	3.57
277 to 289	1.38 (1 ^{3/16})	(34.9)	3.33
290 to 301	1.44 (1 ^{1/2})	(36.5)	3.03
302 to 316	1.50 (1 ^{1/2})	(38.1)	2.78
317 to 328	1.56 (1 ^{5/16})	(39.7)	2.50
329 to 340	1.62 (1 ^{5/8})	(41.3)	2.27
341 to 353	1.69 (1 ^{11/16})	(42.9)	2.08
354 to 367	1.75 (1 ^{3/4})	(44.4)	1.92
368 to 379	1.81 (1 ^{13/16})	(46.0)	1.79
380 to 392	1.88 (1 ^{7/8})	(47.6)	1.67
393 to 405	1.94 (1 ^{15/16})	(49.2)	1.56
406 to 420	2.00 (2)	(50.8)	1.47
421 to 431	2.06 (2 ^{1/16})	(52.4)	1.39
432 to 443	2.12 (2 ^{1/8})	(54.0)	1.32
444 to 456	2.19 (2 ^{1/4})	(55.6)	1.25
457 to 470	2.25 (2 ^{1/4})	(57.2)	1.19
471 to 482	2.31 (2 ^{3/16})	(58.7)	1.14
483 to 495	2.38 (2 ^{3/8})	(60.3)	1.09
496 to 508	2.44 (2 ^{1/2})	(61.9)	1.04
509 to 522	2.50 (2 ^{1/2})	(63.5)	1.00
523 to 535	2.56 (2 ^{9/16})	(65.1)	0.96
536 to 548	2.62 (2 ^{5/8})	(66.7)	0.93
547 to 559	2.60 (2 ^{11/16})	(68.3)	0.89
560 to 573	2.75 (2 ^{3/4})	(69.8)	0.86
574 to 585	2.81 (2 ^{13/16})	(71.4)	0.83
586 to 598	2.88 (2 ^{7/8})	(73.0)	0.81
599 to 610	2.94 (2 ^{15/16})	(74.6)	0.78
611 to 626	3.00 (3)	(76.2)	0.76

A La estabilidad medida de una muestra multiplicada por el radio para el espesor de la muestra, es igual a la estabilidad corregida para una muestra de 2 1/2 p/g. (63.5 mm).

B La relación volumen-espesor se basa en un diámetro de muestra de 4 p/g. (101.6 mm).

8 REPORTE

8.1 El reporte deberá incluir la siguiente información:

8.1.1 Tipo de muestra ensayada (muestra mezclada en laboratorio, muestra mezclada en planta o núcleo de pavimento).

8.1.2 Si está disponible, la mezcla natural de asfalto, incluyendo el tipo y gradación de agregado, grado y contenido de ligante.

8.1.3 La gravedad específica de Bulk de la muestra, individual y promedio.

8.1.4 La altura de cada muestra de ensayo en pulgadas (milímetros) al más cercano 0.01 plg (0.25 mm).

8.1.5 Valores individuales y promedio de la estabilidad de Marshall (sin corregir y corregido si es necesario) a 10 lbf más cercano (50N).

8.1.6 Valor individual y promedio del flujo Marshall en unidades de 0.01 plg (0.25mm) o en unidades de mm directamente, donde Flujo (0,01 plg) = 4 x Flujo (mm), como también el método utilizado para determinar el flujo (máximo o compensación tangencial)

8.1.7 Temperatura de ensayo lo más cercano a 0.4°F (0.2 °C).

9 PRESIÓN

9.1 Los criterios para juzgar la aceptabilidad de los resultados de ensayo de Estabilidad y Flujo Marshall, son los siguientes:

9.1.1 *Estabilidad Marshall* – Los criterios para juzgar la aceptabilidad de los resultados de la prueba de estabilidad Marshall se dan en la siguiente tabla.

Se considera que un resultado de ensayo es el promedio de tres muestras ensayadas. El mayor rango aceptable de dos resultados de ensayo entre laboratorios, indican que este ensayo no puede ser utilizado por programas de aceptación del material que comparan los resultados entre laboratorios.

Texto y Tipo de índice	Coefficiente de Variación (% de la media) ^A	Rango aceptable de dos resultados (% de la media) ^A
Precisión dentro laboratorios	6	16
Precisión entre laboratorios	16	43

9.1.2 *Flujo Marshall* – Los criterios para juzgar la aceptabilidad de los resultados de la prueba de flujo Marshall se dan en la siguiente tabla. Se considera que un resultado de ensayo es el promedio de tres muestras ensayadas. El mayor rango aceptable de dos resultados de ensayo entre laboratorios, indican que este ensayo no puede ser utilizado por programas de aceptación del material que comparan los resultados entre laboratorios.

Texto y Tipo de índice	Coefficiente de Variación (% de la media) ^A	Rango aceptable de dos resultados (% de la media) ^A
Precisión dentro laboratorios	9	26
Precisión entre laboratorios	20	58

^A Estos números representan, respectivamente, los límites (1s%) y (D2s%), como se describen en la Práctica C670.

9.2 Las precisiones previamente mostradas están basadas en muestras compactadas con martillos mecánicos y manuales. También representan mezclas densamente gradadas con agregados calizos y grava, utilizando el valor máximo del método para determinar la estabilidad y flujo. También fueron utilizados diferentes ligantes de asfalto. Estos resultados no incluyen la aplicación de la limitación de densidad en el Método de Ensayo D6926.

NOTA 4: Los datos para esta declaración de precisión provienen de AASHTO Programa de laboratorio de referencia de materiales. Los datos utilizados fueron de AMRL Muestras de Competencia de Diseño Mezclas Asfálticas en Caliente 29 a 36. Los coeficientes de variación y rango aceptable de dos resultados son el promedio de los cuatro conjuntos de muestras de competencia. Esta información involucró resultados de prueba de entre 313 y 436 laboratorios que prueban muestras de 102 mm (4 plg) de diámetro preparado con 75 golpes y 3 a 5% de vacíos de aire. Estos resultados se dan en porcentaje para que se apliquen a varios niveles de estabilidad y flujo Marshall.

10. PALABRAS CLAVE

10.1 *Mezclas asfálticas; Marshall; flujo plástico; estabilidad*

xxx ULTIMA LINEA xxx