

VISCOSIDAD SAYBOLT DE ASFALTOS (ASTM D-88)

1. OBJETO

- 1.1** Este método hace referencia a los procedimientos empíricos para determinar la viscosidad Saybolt Universal o Saybolt Furol de productos del petróleo a temperaturas especificadas entre 21° y 99° C (70° y 210° F). Se incluye un procedimiento especial para productos parafinados.

Nota 1.- Los métodos INV E - 715 y ASTM D445 y D2170 se prefieren para determinar la viscosidad cinemática. Ellos requieren muestras más pequeñas, menor tiempo de ejecución y proporcionan mayor precisión. La viscosidad cinemática se puede convertir a Saybolt mediante las tablas de la Norma ASTM D 2161. Se recomienda que los índices de viscosidad se calculen a partir de la viscosidad cinemática y no de Saybolt.

- 1.2** Los valores dados en unidades SI, deben ser tomados como norma. Los valores en paréntesis son de información solamente.
- 1.3** Esta norma no involucra las debidas precauciones de seguridad que se deben tomar para la manipulación de materiales y equipos aquí descritos, ni establece pautas al respecto para el desarrollo de cada proceso en términos de riesgo y seguridad industrial. Es responsabilidad del usuario, establecer las normas apropiadas con el fin de minimizar los riesgos en la salud e integridad física, que se puedan generar debido a la ejecución de la presente norma y determinar las limitaciones que regulen su uso.

2. USO Y SIGNIFICADO

- 2.1** Este método es útil para caracterizar ciertos productos del petróleo, como un medio para establecer la uniformidad de los embarques y de las fuentes de suministro.
- 2.2** La determinación de la viscosidad Saybolt de materiales a temperaturas mayores, es cubierta por la norma ASTM E-102.

3. DEFINICIONES

- 3.1** *Viscosidad Saybolt Universal* – Es el tiempo en segundos, corregido, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio universal calibrado bajo condiciones específicas. El valor de la viscosidad se informa en segundos Saybolt Universales (SSU) a una temperatura especificada.
- 3.2** *Viscosidad Saybolt Furol* – Es el tiempo en segundos, corregido, durante el cual fluyen 60 ml de muestra a través de un orificio Furol calibrado bajo condiciones específicas. El valor de la viscosidad se informa en segundos Saybolt Furol (SSF) a una temperatura especificada.

-
- 3.3** La palabra Furol es una contracción de las palabras "Fuel and road oils" (aceites y combustibles para carreteras).
 - 3.4** La viscosidad Saybolt Furol es, aproximadamente, 1/10 de la viscosidad Saybolt Universal, y es recomendada para la caracterización de los productos del petróleo tales, como el combustible (Fuel-oil) y otros materiales residuales, que tengan viscosidades Saybolt Universales mayores de 1000 segundos .

4. RESUMEN DEL MÉTODO

Consiste en determinar el tiempo en segundos que demora en fluir 60 ml de muestra, a través de un orificio calibrado, medido bajo condiciones cuidadosamente controladas. El tiempo obtenido se corrige por un factor que depende de la abertura del orificio, el cual es reportado como la viscosidad de la muestra a la temperatura de ensayo.

5. EQUIPO

- 5.1** *Viscosímetro Saybolt* (Figura 1) – El viscosímetro se deberá construir de metal no corrosivo, con las dimensiones mostradas. La punta del orificio, Furol o Universal, se puede fabricar como una parte sustituible. Debe tener una tuerca en el extremo inferior del mismo para asegurarla en el baño. Se debe contar con un corcho u otro medio para evitar el flujo de la muestra antes de iniciar el ensayo. Una pequeña cadena o una cuerda se puede unir al corcho para facilitar su remoción.
- 5.2** *Baño* (Figura 6) – Es un recipiente con un líquido, en el cual se introduce el viscosímetro, con el fin de garantizar una posición vertical del mismo, y proporcionar un aislamiento térmico, provisto con una espiral controlada termostáticamente, que calienta o enfriá el baño para que esté dentro de los valores medios especificados en la Tabla 2. Los calentadores y la espiral se deben colocar a una distancia mínima de 75 mm (3") del viscosímetro. Debe contar con dispositivos para mantener el líquido del baño al menos a 6 mm (0.25") por encima del borde del rebosadero de flujo. (Figura 1)
- 5.3** *Un tubo en forma de pipeta* – Diseñado como el de la Figura 2.
- 5.4** *Un soporte para termómetro* – Igual o similar al mostrado en la Figura 3.
- 5.5** *Un termómetro para el viscosímetro Saybolt* – De los que se indican en la Tabla 1, para la lectura de la temperatura de la muestra, que debe cumplir los requerimientos de la norma ASTM E-1.

Tabla 1.- Termómetros ASTM para Viscosidad Saybolt

Temperatura de Ensayo °C (°F)	Termómetro ASTM No	Termómetros	
		Rango °C (°F)	Subdivisiones °C (°F)
21.1 (70)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
25.0 (77)	17C (17F)	19 a 27 (66 a 80)	0.1 (0.2)
37.8 (100)	18C (18F)	34 a 42 (94 a 108)	0.1 (0.2)
50.0 (122)	19C (19F)	49 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
54.4 (130)	19C (19F)	19 a 57 (120 a 134)	0.1 (0.2)
60.0 (140)	20C (20F)	57 a 65 (134 a 148)	0.1 (0.2)
82.8 (180)	21C (21F)	79 a 87 (174 a 188)	0.1 (0.2)
98.9 (210)	22C (22F)	95 a 103 (204 a 218)	0.1 (0.2)

- 5.6** *Termómetros para el baño* – De los que se usan en el viscosímetro o de otro tipo, pero de precisión similar.
- 5.7** *Embudo con filtro* (Figura 4) – Equipado con tamices intercambiables de 850 µm (No.20), 150 µm (No.100) y 75 µm (No.200). También, se pueden emplear embudos con filtro de diseño adecuado.
- 5.8** *Matraz receptor* – Como el que se muestra en la Figura 5.
- 5.9** *Cronómetro* – Graduado en décimas (1/10) de segundo y con aproximación a 0.1%, cuando se realiza el ensayo durante un período de 60 minutos. Se pueden aceptar cronómetros eléctricos si son operados en un circuito de frecuencia controlada.

6. MUESTREO

El muestreo del material se deberá efectuar de acuerdo con la norma INV E – 701.

7. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

- 7.1** Para obtener la precisión deseada, se debe usar una punta con orificio Universal para lubricantes y destilados con tiempos de flujo mayores de 32 segundos. Para líquidos con tiempos de flujo superiores a 1000 segundos, no es conveniente usar este orificio.
- 7.2** Se debe usar una punta con orificio Furol para materiales residuales con tiempos de flujo superiores a 25 segundos, para lograr la precisión deseada. (ver también Sección 3.4).
- 7.3** Se limpia completamente el viscosímetro con un solvente apropiado de baja toxicidad; enseguida, se extrae todo solvente de la galería del viscosímetro. Así mismo, se limpia el matraz.

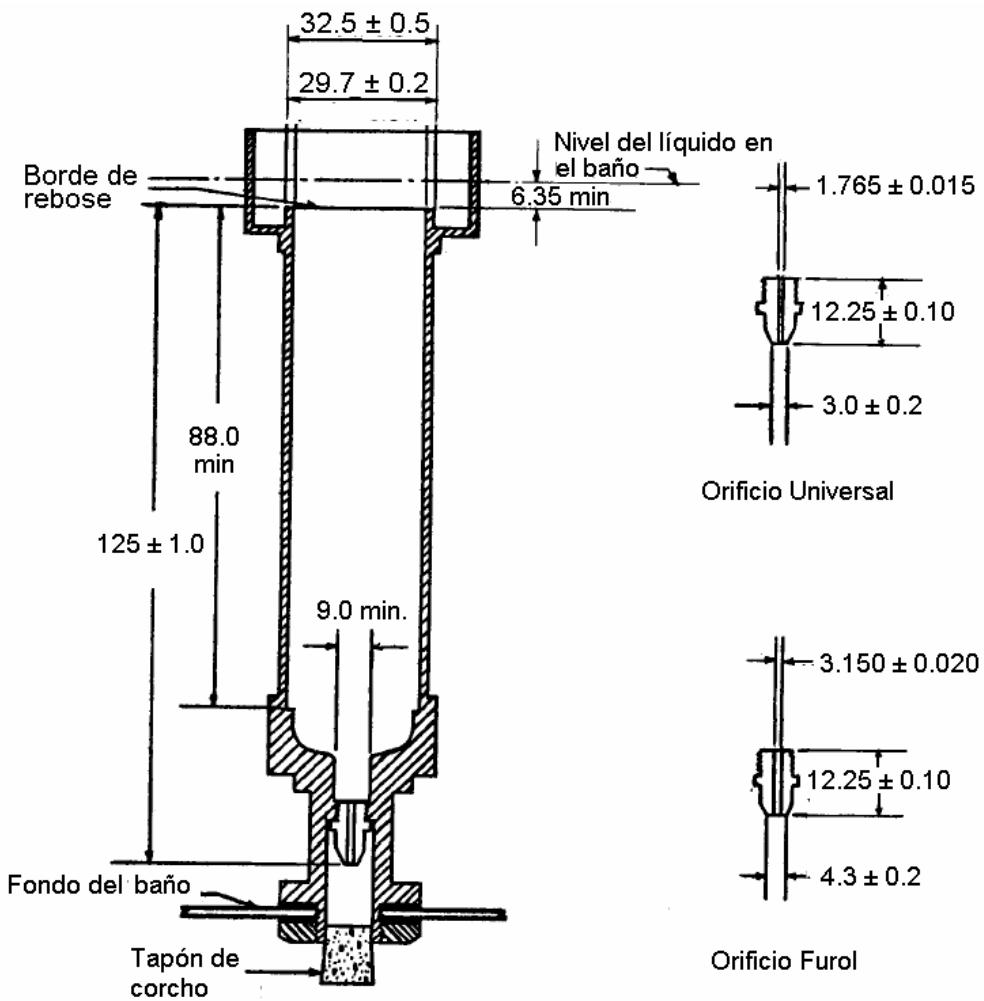


Figura 1. Viscosímetro Saybolt con orificio Universal y Furol (dimensiones en mm)

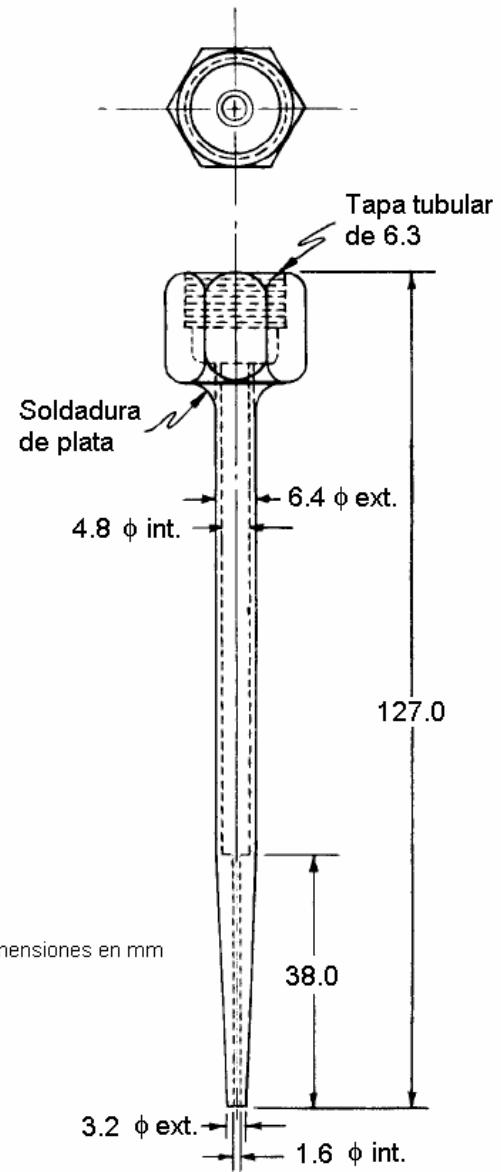


Figura 2. Tubo en forma de pipeta para usarlo con el viscosímetro Saybolt

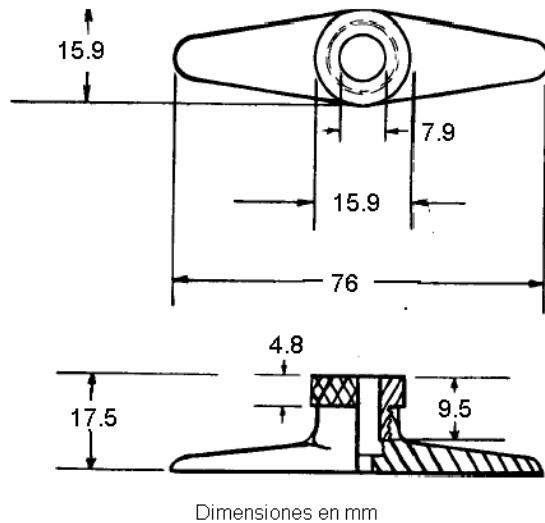


Figura 3. Soporte para termómetro

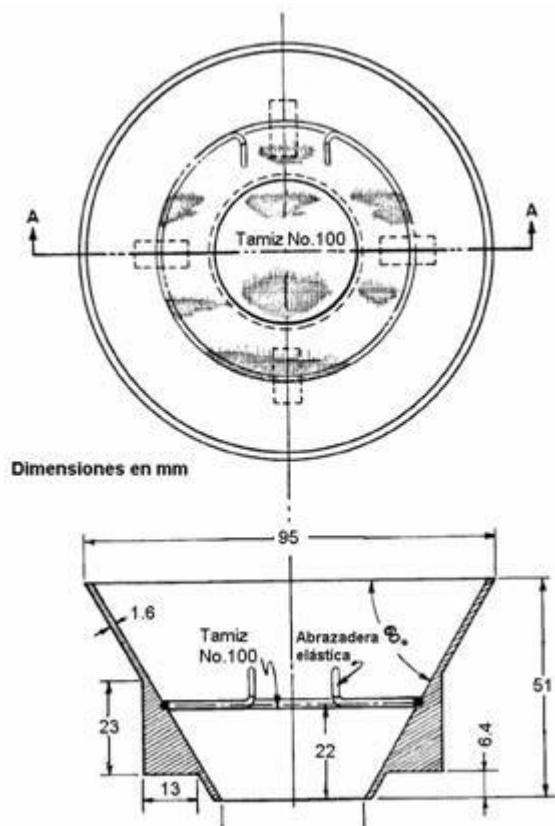
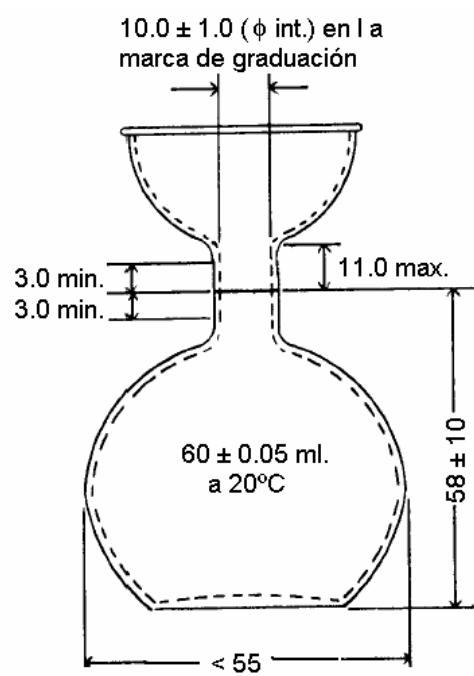


Figura 4. Embudo filtrador para usarlo con el viscosímetro Saybolt



Dimensiones en mm

Figura 5. Matraz recibidor

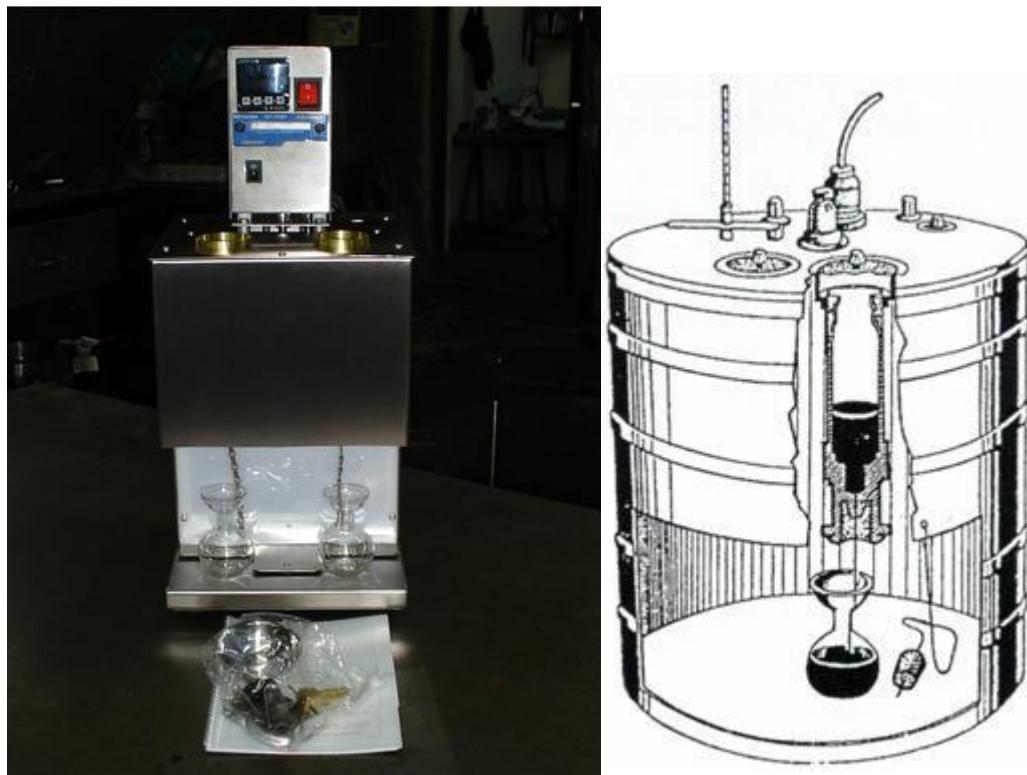


Figura 6. Conjunto baño viscosímetro durante el ensayo

Nota 2- El émbolo suministrado comúnmente con el viscosímetro nunca deberá emplearse para limpieza, ya que puede dañar el borde de rebose y las paredes del viscosímetro.

- 7.4 Se monta verticalmente el viscosímetro en el baño y se verifica el alineamiento con un nivel de burbuja colocado sobre el plano de la galería.
- 7.5 Se coloca el viscosímetro y el baño en un lugar donde se eviten corrientes de aire, cambios bruscos de temperatura ambiente, polvo o vapores que puedan contaminar la muestra.
- 7.6 Se coloca el matraz recibidor debajo del viscosímetro, de tal manera que su marca quede entre 100 y 130 mm (4" a 5") por debajo del fondo del tubo del viscosímetro, y que la descarga de material apenas toque el cuello del matraz.
- 7.7 Se llena el baño hasta una altura de 6 mm ($\frac{1}{4}$ ") por encima del borde de rebose del viscosímetro, con el líquido adecuado, escogido de acuerdo a las indicaciones de la Tabla 2, para la temperatura de ensayo.

Tabla 1.- Líquido del baño recomendado

Temperatura de ensayo °C (°F)	Líquido del baño recomendado	Diferencia máxima de temperatura * °C (°F)	Control de funcionamiento de la temperatura del baño °C (°F)
21.1 (70)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.05 (0.10)
25.0 (77)	Agua	± 0.05 (0.10)	± 0.05 (0.10)
37.8 (100)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.15 (0.25)	± 0.05 (0.10)
50.0 (122)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.20 (0.35)	± 0.05 (0.10)
54.4 (130)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.30 (0.50)	± 0.05 (0.10)
60.0 (140)	Agua o Aceite de Viscosidad 120 – 150 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.50 (1.00)	± 0.05 (0.10)
82.2 (180)	Agua o Aceite de Viscosidad 300 – 370 SSU a 37.8°C (100°F)	± 0.80 (1.50)	± 0.05 (0.10)
98.9 (210)	Agua o Aceite de Viscosidad 330 – 370 SSU a 37.8°C (100°F)	± 1.10 (2.00)	± 0.05 (0.10)

* Diferencia máxima permisible entre las temperaturas del baño y la muestra al tiempo de ensayo.

- 7.8 Se produce la agitación y control térmico adecuado para el baño, de manera que la muestra de ensayo en el viscosímetro no varíe en más de ± 0.05° C (± 0.10° F) después de alcanzar la temperatura escogida para el ensayo.
- 7.9 No se deben efectuar medidas de viscosidad por debajo del punto de rocío de la atmósfera de la habitación.
- 7.10 Para ensayos de calibración y referencia, se debe mantener la temperatura ambiente de laboratorio entre 20° y 30° C (68° y 86° F) y se registra la temperatura real. Sin embargo, temperaturas ambiente hasta de 37.8° C (100° F), causarán errores en exceso del 1%

8. CALIBRACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

- 8.1** Se calibra el viscosímetro Saybolt Universal por períodos no mayores de 3 años, midiendo el tiempo de flujo a 37.8° C (100° F) de un aceite de viscosidad normal, siguiéndo el procedimiento dado en la Sección 8. La Tabla 2 indica los aceites de viscosidad normal que más se usan.

Tabla 2. - Aceites de Viscosidad Saybolt.

Aceite de viscosidad normal	SSU a 37.8°C (100°F)	SSU a 98.9°C (210°F)	SSU a 50.0°C (122°F)
S3	36	---	---
S6	46	---	---
S20	100	---	---
S60	290	---	---
S200	930	---	---
S600	---	150	120

- 8.2** El tiempo de flujo del aceite de viscosidad normal deberá ser igual al valor certificado de la viscosidad Saybolt. Si el tiempo de escurrimiento difiere del valor certificado en más de 0.2%, se calcula un factor de corrección, F, para el viscosímetro así:

$$F = \frac{V}{t}$$

Donde

V = valor certificado de viscosidad Saybolt del aceite de viscosidad normal, y

t = tiempo de flujo medido a 37.8° C (100° F) en segundos.

Nota 3.- Si la calibración se basa en una viscosidad normal que tenga un tiempo de flujo entre 200 y 600 segundos, el factor de corrección se aplica a todos los niveles de viscosidad, a todas las temperaturas.

- 8.3** Se calibra el viscosímetro Saybolt Furol a 50° C (122° F) de la misma manera que se indicó arriba, empleando un aceite de viscosidad normal que tenga un tiempo mínimo de flujo de 90 segundos.
- 8.4** No se deberán emplear para ensayos de referencia, viscosímetros de orificios que requieren correcciones mayores del 1.0%

9. PROCEDIMIENTO

- 9.1** Se obtiene y controla la temperatura del baño para que sea la escogida para el ensayo.

-
- 9.1.1** Las temperaturas normales de ensayo para medir viscosidades Saybolt Universal son 21.1, 37.8, 54.4 y 98.9° C (70, 100, 122 y 210° F).
 - 9.1.2** Las temperaturas de ensayo para medir viscosidades Saybolt Furol son 25.0, 37.8, 50.0 y 98.9° C (77, 100, 122 y 210° F).
 - 9.1.3** Otras temperaturas de ensayo que se emplean son 60.0° y 82.2° C (140° y 180° F).
- 9.2** Se inserta un tapón de corcho, que tenga una cuerda unida para removerlo fácilmente, dentro de la cámara de aire en el fondo del viscosímetro. El corcho se deberá ajustar suficientemente, para evitar el escape de aire, lo cual se evidencia por la ausencia de aceite sobre el corcho cuando éste se retira más tarde.
- 9.3** Si la temperatura escogida para el ensayo está por encima de la temperatura ambiente, el ensayo se puede apresurar calentando previamente la muestra en su recipiente original, no más de 1.7° C (3° F) por encima de la temperatura de ensayo. Nunca se debe precalentar la muestra dentro de los 28° C (50° F) cercanos a su punto de llama, puesto que las pérdidas por volatilidad, pueden alterar su composición.
- 9.4** Se agita bien la muestra y se tamiza a través del embudo filtrador con malla de alambre de 150 µm (No.100), forzándola a caer directamente dentro del viscosímetro, hasta que el nivel quede por encima del borde de rebose.
- 9.5** Para los asfaltos líquidos, que se usan en carreteras y que tienen componentes altamente volátiles, como los de curado rápido y medio, no debe permitirse el precalentamiento en un recipiente abierto.

El siguiente procedimiento de precalentamiento se debe seguir para obtener resultados uniformes a temperaturas por debajo de 93° C (200° F)

- 9.5.1** Para obtener una muestra representativa, se calienta ésta en el recipiente original a una temperatura cercana a los 50° C (122° F) revolviéndola y agitándola. Se sondea la parte inferior del recipiente con una varilla, para tener la certeza de que todo el material ceroso está en solución.
- 9.5.2** Se vierten 100 ml dentro del frasco Erlenmeyer de 125 ml, se tapa suavemente con el tapón de corcho o goma.
- 9.5.3** Se sumerge el frasco en el baño con agua en ebullición por 30 minutos.
- 9.5.4** Se mezcla adecuadamente, se saca del baño y se tamiza la muestra a través de la malla de 75 µm (No 200) directamente en el viscosímetro por medio de un embudo filtrante, hasta que rebose el nivel del borde. Se debe completar el ensayo de viscosidad dentro de una hora después del precalentamiento.

El material se deberá vaciar dentro del viscosímetro a temperatura ambiente, si el material es demasiado viscoso para vaciarlo a esta temperatura, se debe precalentar tal como se describe en la Sección 9.5.1.

Para ensayos por encima de la temperatura ambiente, se permite durante el período de calentamiento un mayor diferencial de temperatura que el indicado en la Tabla 2, pero la temperatura del baño se debe ajustar dentro de los límites prescritos, antes del minuto final de agitación, minuto en el cual la temperatura de la mezcla debe permanecer constante.

- 9.6** Se agita la muestra dentro del viscosímetro con el termómetro de viscosidad instalado sobre su soporte (Figura 3). Se realiza un movimiento circular, girando entre 30 y 50 rpm en un plano horizontal. Cuando la temperatura de la mezcla permanezca constante a la temperatura de ensayo $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ (0.10°F), durante 1 minuto de agitación continua, se retira el termómetro.

Nota 4.- Nunca se debe intentar ajustar la temperatura sumergiendo cuerpos calientes o fríos en la muestra, ya que esta forma de tratamiento térmico puede afectar la muestra y la precisión del ensayo.

- 9.7** Se introduce inmediatamente la punta de la pipeta extractora (Figura 2) dentro de la galería, y se aplica succión para extraer material, hasta que su nivel en la galería llegue por debajo del borde de rebose. No se debe tocar el borde del rebose con la pipeta; la altura de carga efectiva de la muestra se podría reducir.
- 9.8** Se debe cerciorar que el matraz se halle en la posición adecuada; se hala el corcho del viscosímetro usando el cordel que tiene unido. Se pone en el mismo instante a funcionar el cronómetro, y se detiene en el instante en que el fondo del menisco de material alcance la marca de graduación en el frasco recibidor. Se anota el tiempo de flujo en segundos, con aproximación a 0.1 segundos .

10. CÁLCULOS

Se multiplica el tiempo de flujo por el factor de corrección para el viscosímetro (Sección 8.2).

11. INFORME

- 11.1** Se informa el tiempo de flujo corregido como la viscosidad Saybolt Universal o Furol del material, a la temperatura a la cual se hizo el ensayo.
- 11.2** Se informan los valores con aproximación al segundo para valores superiores a 200 SSU o SSF y con aproximación a 0.1 segundos para resultados inferiores a 200 SSU o SSF.

12. PRECISIÓN Y TOLERANICAS

Los resultados presentados no deben diferir en más de:

-
- 11.1** *Repetibilidad* – Los ensayos realizados por duplicado por un mismo operador y equipo, sobre una misma muestra, se consideran satisfactorios si no difieren del valor medio en más de 1% .
 - 11.2** *Reproducibilidad* – Los ensayos realizados en distintos laboratorios con diferentes operadores y equipos sobre una misma muestra , se consideran satisfactorios si no difieren del valor medio en más del 2%.

13. NORMAS DE REFERENCIA

AASHTO T 72 – 97 (2001)

ASTM D 88 – 94 (1999)