



UAGro

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

**LABORATORIO
MATERIALES**

MANUAL DE PRACTICAS

ELABORO

ING. JONATHAN PERALTA HERNANDÉZ

REVISÓ

M.en C. EDGARDO SOLÍS CARMONA

DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

CORRECTOR DE TEXTOS

Dr. SEVERINO FELICIANO MORALES

SUB DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL ESCOLAR

M.en A.C. MARICARMEN ALARCÓN ALARCÓN

DOCENTE DE LA FACULTA DE INGENIERÍA

2018



MP.1. MUESTREO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

Muestreo: Consiste en obtener una porción representativa del volumen de emulsión asfáltica en estudio y se lleva a cabo en material almacenado en uno o en varios depósitos, o durante la maniobra de carga y descarga; el muestreo incluye además de las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

EQUIPO:

1. Un **muestreador**, formado por un recipiente metálico o de vidrio, convenientemente lastrado, provisto de un tapón de corcho que pueda retirarse desde el exterior mediante una cadena o un cordel.
2. **Recipientes** con capacidad mínima de 5 litros, para contener la muestra y transportarla.
3. **Cajas de madera** con aserrín o viruta u otro material que permita el embalaje de las muestras y ser transportadas sin alterarse o dañarse.
4. **Etiquetas** para identificación de las muestras.
5. En caso de no contar con el recipiente metálico, se permite realizar el muestreo con un recipiente de vidrio que estará sujeto al extremo de una varilla metálica o de madera, o bien a otro cordel, en tal forma que estando tapado y con la boca hacia arriba pueda sumergirse hasta la profundidad deseada. Ver figura

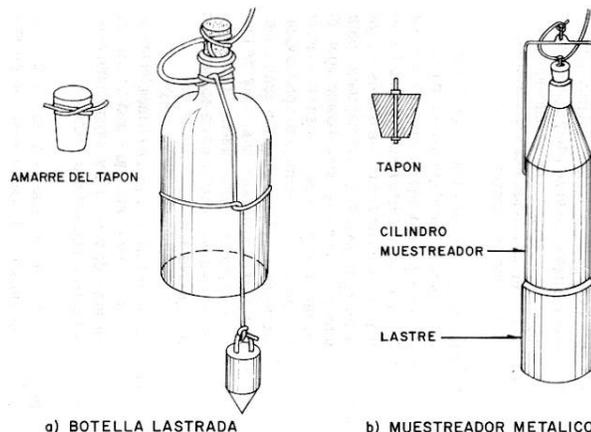


Figura 1.1. Tipos de muestreadores para asfalto.

**PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:**

- 1°. Con el muestreador perfectamente seco y limpio se extraen tres porciones de emulsión asfáltica, tomando cada una de la parte media de los tercios superior, medio e inferior del contenido, respectivamente. La cantidad necesaria en una muestra es aproximadamente de 4 litros.

- 2°. Para muestrear Emulsión Asfáltica almacenada en un solo depósito como tanque, fosa o carro-tanque, se observarán previamente las condiciones en que se encuentra dicho material, y en caso de que existan cantidades apreciables de impurezas como sedimentos, agua libre, espuma, etc., se estimará el volumen de éstas y de ser necesario, se tomaran muestras de dichas impurezas para su identificación.



3°. Durante las maniobras de carga y descarga de los vehículos de transporte o de aplicación de la emulsión asfáltica, el muestreo se efectúa directamente en el conducto de descarga tomando 3 muestras parciales, cada una en un recipiente de 2 litros de capacidad y de boca ancha, obteniendo una muestra al iniciarse la maniobra, otra a la mitad y la última al finalizar dicha maniobra.

- 4°. Las tres muestras obtenidas a distintas profundidades se depositan en diferentes recipientes con objeto de analizar cada una y determinar si existe heterogeneidad en el material; solo en el caso de que vaya a ser homogeneizado se mezclarán para formar una muestra integral.
- 5°. Envasar las muestras en recipientes de volumen adecuado, que podrán ser de lámina o de vidrio, siendo importante cumplir con los siguientes aspectos: se tendrá especial cuidado en que las muestras no se contaminen de polvo u otras materias extrañas y que los recipientes estén perfectamente limpios y secos antes de ser llenados. Al envasar las muestras, los recipientes deberán quedar llenos y perfectamente tapados, con objeto de evitar pérdidas del contenido y no se usarán en ningún caso tapones de hule.
- 6°. Identificar las muestras por medio de tarjetas que se fijan en los envases, en las cuales se anotarán los siguientes datos claramente escritos: Remitente, tipo de emulsión asfáltica, uso a que se destina, obra, lugar de muestreo, nivel a que tomó la muestra, observaciones y fecha y hora del muestreo.
- 7°. Se deberán anotar todos los datos anteriores, así como todas las observaciones que se consideren necesarias, en una libreta de campo.
- 8°. Transportar las muestras al laboratorio para su análisis, se empacarán debidamente y al llegar a este se registrarán asignándoles un número de identificación para su ensaye; no es conveniente conservar las muestras en el laboratorio durante más de un mes, antes de ser ensayadas.

**OBJETIVO:**

Controlar su consistencia mediante sus características de flujo a las temperaturas de 25 y 50 grados centígrados, pudiéndose realizar esta prueba a otras temperaturas con objeto de estudiar la susceptibilidad al calor de las emulsiones asfálticas. La prueba consiste fundamentalmente en determinar el tiempo que tardan en pasar 60 c.c. de emulsión asfáltica a través de un orificio Furol, instalado en un tubo de viscosidad Saybolt y en posición vertical bajo condiciones de carga especificada

EQUIPO:

- 1) Viscosímetro Saybolt-Furol con accesorios como (tapa metálica, tapones, etc.)
- 2) Matraz de vidrio, con capacidad de $60 \pm 0,05 \text{ cm}^3$, aforado a la temperatura de 20°C , con la marca de aforo en el cuello.
- 3) Malla del No. 20, ($850 \mu\text{m}$ de abertura) o tela de alambre con la misma abertura, para filtrado.
- 4) Dos termómetros de inmersión total, uno con rango de 15 a 30°C y otro de 45 a 65°C , ambos con aproximación de $0,1^\circ\text{C}$.
- 5) Parrilla eléctrica de 20 cm de diámetro aproximadamente, con capacidad de 1200 W, provista de control termostático.
- 6) Cronómetro con aproximación de un segundo.
- 7) Vaso de precipitado, de vidrio refractario y 400 cm^3 de capacidad.
- 8)

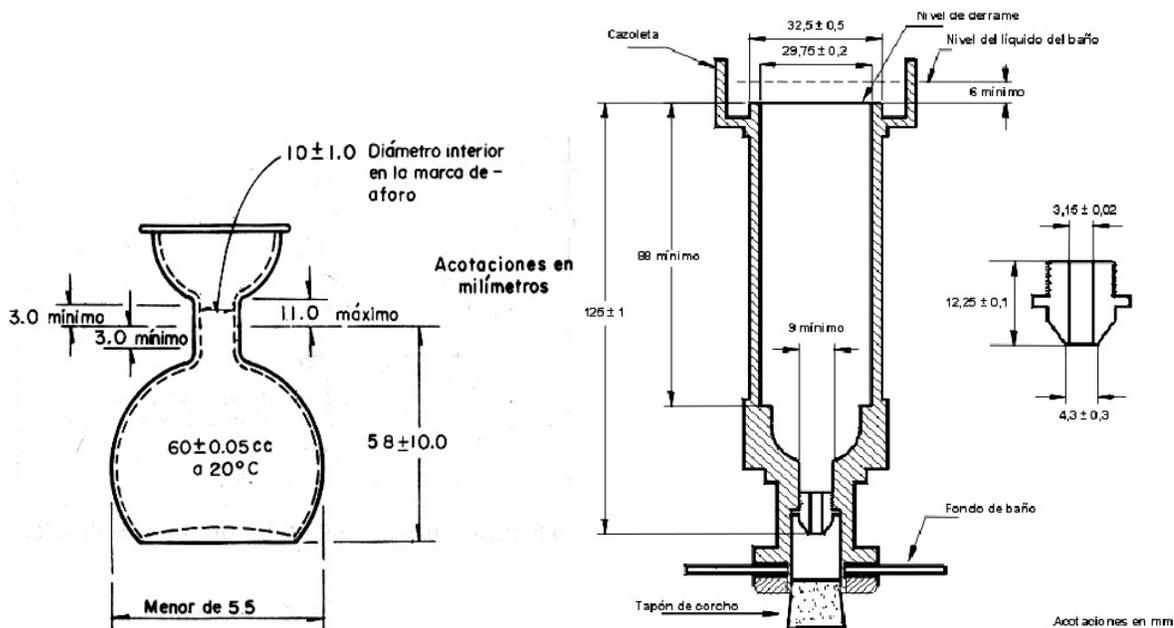


Figura 2.1.- Matraz aforado y tubo de viscosidad Saybolt y boquilla con orificio Furol

IMPORTANTE:

€ Cuando se prueben emulsiones asfálticas, el baño se llenará con agua.



€ La preparación de la muestra de emulsión asfáltica por probar se homogeneiza mediante agitación moderada, evitando la formación de burbujas de aire y se vierten de ella 100 cm³ en el vaso de precipitado

PROCEDIMIENTO (CON AGUA):

- 1°. Se llena el baño del viscosímetro con agua.
- 2°. Se limpia el tubo de viscosidad con xilol o petróleo diáfano y se seca perfectamente antes de utilizarlo.
- 3°. Una vez limpiado el tubo de viscosidad, se le inserta el tapón de corcho en su parte inferior, de manera que penetre de 6 a 9 mm, cuidando que ajuste herméticamente para evitar pérdidas de la muestra de prueba.
- 4°. Dependiendo de la temperatura a la que se realice la prueba, se calienta el baño del viscosímetro y la muestra de la emulsión asfáltica como se indica a continuación:

Para prueba a 25°C

Se ajusta el baño a una temperatura de 25°C. A continuación se coloca en éste, durante 30 min, el vaso de precipitado que contiene la muestra de emulsión asfáltica de manera que su fondo quede abajo del nivel del agua aproximadamente 5 cm y se agita periódicamente su contenido, con movimientos circulares del termómetro a razón de aproximadamente 60 revoluciones por minuto, evitando la formación de burbujas. Transcurrido el lapso mencionado se procede como se indica en el paso 5° de este procedimiento.

Para prueba a 50°C

Se ajusta el baño a una temperatura de $60 \pm 3^\circ\text{C}$. A continuación se coloca en éste, el vaso de precipitado que contiene la muestra de emulsión asfáltica de manera que su fondo quede abajo del nivel del agua aproximadamente 5 cm y se agita periódicamente su contenido, con movimientos circulares del termómetro a razón de aproximadamente 60 revoluciones por minuto, evitando la formación de burbujas. En las condiciones mencionadas se mantiene la muestra hasta que alcance una temperatura de $51,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$ y se procede como se indica en el paso siguiente.

- 5°. Se vierte en el tubo de viscosidad la muestra de emulsión asfáltica calentada como se indica en el paso 4° de este procedimiento, filtrándola a través de la malla N° 20 o la tela de alambre, previamente entibiada y seca, hasta que la emulsión asfáltica se derrame en la cazoleta; se coloca la tapa y se inserta el termómetro a través del orificio central de la misma.
- 6°. Se agita la muestra continuamente con el termómetro, dándole a éste un movimiento circular y evitando movimientos verticales que pudieran provocar la formación de burbujas, teniendo cuidado de no golpear el fondo del tubo de viscosidad para no presionar la emulsión a través del orificio de la boquilla; se ajusta la temperatura del baño hasta que la muestra alcance la temperatura de prueba y se establezca el equilibrio térmico.
- 7°. Cuando la temperatura de la muestra permanezca constante durante 1 min de agitado continuo, con una discrepancia no mayor de $0,1^\circ\text{C}$ respecto a la temperatura de prueba, se retira la tapa para verificar que la muestra dentro de la cazoleta no llegue al nivel de derrame y se vuelve a colocar la tapa.



8°. Inmediatamente después se coloca el matraz debajo del tubo de viscosidad, se retira el tapón de corcho y simultáneamente se pone en marcha el cronómetro, el cual se detiene en el momento en que la muestra alcance la marca de aforo de 60 cm³ del matraz y se registra el tiempo medido. El lapso desde que se inicia el llenado del tubo de viscosidad hasta que empiece el llenado del matraz no debe ser mayor de 15_min.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA (CON ACEITE):

- 1°. Llenar el baño del viscosímetro con aceite SAE 40 para la temperatura del baño a 60 ± 3 °C a la cual se efectúa la prueba.
- 2°. Se limpia el tubo de viscosidad con xilol o con petróleo diáfano y se seca perfectamente antes de utilizarlo. Para facilitar esta limpieza después de cada prueba, se llena con aceite el tubo del viscosímetro, se vacía y enseguida se llena con xilol.
- 3°. Se calienta el baño del viscosímetro a una temperatura ligeramente inferior a la seleccionada para efectuar la prueba; a continuación se vierte al tubo de viscosidad la muestra de emulsión preparada, filtrándola en la malla, previamente entibiada y seca, hasta que la emulsión derrame en la cazoleta; se coloca la tapa y se inserta el termómetro a través del orificio central de la misma.
- 4°. Se agita la muestra continuamente con el termómetro, dándole a este un movimiento circular y evitando movimientos verticales que pudieran provocar la formación de burbujas, teniendo cuidado de no golpear el fondo del tubo de viscosidad para no presionar la emulsión a través del orificio de la boquilla; se ajusta la temperatura del baño, hasta que la muestra alcance la temperatura de prueba y se establezca el equilibrio térmico.
- 5°. Cuando la temperatura de la muestra permanezca constante durante un minuto de agitado continuo, con una discrepancia no mayor de 0.3 °C respecto a la temperatura de prueba, se retiran la tapa y el anillo de desplazamiento para verificar que la muestra dentro de la cazoleta no llegue al nivel de derrame y se vuelve a colocar la tapa.
- 6°. Inmediatamente después se coloca el matraz debajo del tubo de viscosidad, se retira el tapón de corcho y simultáneamente se pone en marcha el cronómetro, el cual deberá detenerse en el momento en que la muestra alcance la marca de aforo de 60 c.c. del matraz y se registra el tiempo medido con el cronómetro. El tiempo transcurrido desde que se inicia el llenado del tubo de viscosidad hasta que empiece el llenado del matraz No será mayor de 15 minutos.
- 7°. Se reporta como viscosidad Saybolt-Furol de la muestra, el tiempo en segundos que tarda en llenarse el matraz con el material asfáltico, hasta la marca de aforo, debiendo indicarse también la temperatura de prueba.



CALCULOS Y RESULTADOS:

€ Se reporta como viscosidad Saybolt-Furol de la muestra, el tiempo en segundos que tarda en llenarse el matraz con la emulsión asfáltica hasta la marca de aforo, indicando también la temperatura de prueba.

En donde:

V_{dw} =Volumen correspondiente al nivel superior del destilado, (cm³)

V_w =Volumen correspondiente al nivel superior del agua depositada en la probeta, (cm³)

S_e =Densidad relativa de la muestra de prueba, adimensional

γ_o =Densidad del agua, considerada igual a 1 g/ cm³

PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, deben observarse las siguientes precauciones:

- ◆ Verificar que la tapa del alambique quede perfectamente ajustada.
- ◆ Regular la cantidad de calor para controlar la espuma producida durante la destilación, de manera que no alcance la parte superior del alambique.



MP.3. RESIDUO POR DESTILACIÓN

OBJETIVO: Efectuar la destilación de una muestra de emulsión asfáltica, hasta una temperatura máxima de 260°C, para separarla en residuo asfáltico, agua y disolventes. En el residuo asfáltico se realizan otras pruebas que ayudan a identificar la emulsión. Cuando se requiera también identificar los disolventes, se separa de ellos una porción representativa de tamaño suficiente para su posterior análisis.

EQUIPO:

1. Alambique cilíndrico de aleación de aluminio fierro, con la forma y dimensiones especificadas.
2. Quemador anular de gas, de 127 mm de diámetro interior, con perforaciones en el contorno interior.
3. Unidad de condensación integrada por un adaptador, un tubo de conexión con camisa de lámina y refrigerante recto provisto de camisa metálica, todos ellos adaptados para conectarse como se muestra en la Figura 2 de este procedimiento.
4. Probeta de vidrio, de 100 cm³ de capacidad y con graduaciones a cada 1 cm³.
5. Dos termómetros de inmersión total con rango de -2 a 300°C y aproximación de 1°C.
6. Mechero de gas del tipo Bunsen.
7. Malla No. 50 (de 300 μm) de abertura.
8. Balanza con capacidad mínima de 3500 gr y aproximación 0.1 gr.
9. Espátula de níquel y 20 cm de longitud.
10. Paquete de papel impregnado con aceite.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

De la muestra de emulsión asfáltica, obtenida de acuerdo al método de muestreo, se toma una muestra de prueba de $200 \pm 0,1$ g colocándola en el alambique previamente tarado, incluyendo su tapa, abrazadera, termómetros y demás accesorios y se registra la masa total del conjunto (W_i). Se ajusta perfectamente la tapa del alambique utilizando su tornillo de presión y colocando, entre ésta y el alambique, el empaque de papel impregnado con aceite.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

- 1°. Colocar los termómetros en la tapa del alambique, introduciéndolos en los orificios respectivos, con su correspondiente tapón de corcho ajustado y sujetándolos de tal manera que el bulbo de uno de ellos quede a 6 mm del fondo del alambique y el bulbo del otro quede aproximadamente a 165 mm de dicho fondo.
- 2°. Ensamblar el equipo como se muestra en la Figura 2 de este procedimiento.
- 3°. Conectar el alambique con el refrigerante y colocar el quemador anular de gas a una distancia de 15 cm del fondo del alambique,
- 4°. Encender el quemador, ajustando a flama baja y se registra la hora en la que se inicie la aplicación de calor; también se aplica suficiente calor con el mechero Bunsen al tubo de conexión para evitar la condensación de agua en éste. Se vigila que no se registren cambios bruscos de temperatura en el termómetro superior, ya que esto indicaría que la



espuma producida alcanzó la parte superior del alambique; en este caso será necesario disminuir la aplicación de calor para controlar dicha espuma.

- 5°. Cuando la temperatura de la muestra de prueba pueda ser leída en el termómetro más bajo, lo que ocurre aproximadamente a 215°C, se baja el quemador anular al nivel del fondo del alambique y se eleva la temperatura de la muestra hasta 260°C, manteniendo esta temperatura durante un lapso de 15 min.
- 6°. Inmediatamente después suspender la aplicación de calor, registrando el tiempo total transcurrido desde que se inició su aplicación, se desconecta el alambique, se determina su masa con todos sus accesorios, se agrega a esta masa 1,5 g para compensar la flotación del alambique caliente y se registra como W_f .
- 7°. El tiempo total que dure la destilación debe ser de 60 ± 15 min. Se leen en la escala de la probeta y se registran, el nivel superior del destilado (V_w) y el nivel superior del agua (V). Los diferentes niveles se definen al ocurrir la separación del disolvente y el agua, por su diferencia de densidad.
- 8°. Finalmente, si el residuo va a emplearse para efectuar otras pruebas, se destapa el alambique, se homogeneiza su contenido con la espátula y se vierte a través de la malla N°50, en los moldes o recipientes apropiados para efectuar las pruebas requeridas. En caso de ser necesario analizar o identificar el destilado, éste se colocará en recipientes adecuados que impidan su alteración.

CÁLCULOS:

- € En esta prueba se calcula y reporta: El residuo de la destilación, expresado como el porcentaje del peso original del muestra, empleando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ de Residuo Asfáltico} = \frac{200 - (W_i - W_f)}{200} \times 100$$

En donde:

- W_i = Masa del alambique y sus accesorios más la masa inicial de la muestra de prueba, (g)
 W_f = Masa del residuo asfáltico, más la masa del alambique y sus accesorios calientes, más la corrección por temperatura, (g)

- € El contenido del agua obtenida en la destilación, expresado como por ciento de la masa inicial de la muestra de prueba, se determina empleando la expresión:

$$\% \text{ Contenido de Agua } (C_w) = \frac{V_w S_e \gamma_o}{200} \times 100$$

En donde:

- V_w = Volumen del agua obtenida en la destilación, (cm³)
 S_e = Densidad relativa de la muestra de prueba, adimensional
 γ_o = Densidad del agua, considerada igual a 1 g/ cm³

- € El contenido de disolventes obtenido en la destilación, expresado como por ciento de la masa inicial de la muestra de prueba, se determina empleando la expresión:

$$\% \text{ Contenido de disolvente } (C_d) = \frac{(V_{dw} - V_w) S_e \gamma_o}{200} \times 100$$

Elaboró: M. en C. Alfredo Cuevas Sandoval



En donde:

V_{dw} =Volumen correspondiente al nivel superior del destilado, (cm³)

V_w =Volumen correspondiente al nivel superior del agua depositada en la probeta, (cm³)

S_e =Densidad relativa de la muestra de prueba, adimensional

γ_o =Densidad del agua, considerada igual a 1 g/ cm³

PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, deben observarse las siguientes precauciones:

- ◆ Verificar que la tapa del alambique quede perfectamente ajustada.
- ◆ Regular la cantidad de calor para controlar la espuma producida durante la destilación, de manera que no alcance la parte superior del alambique.

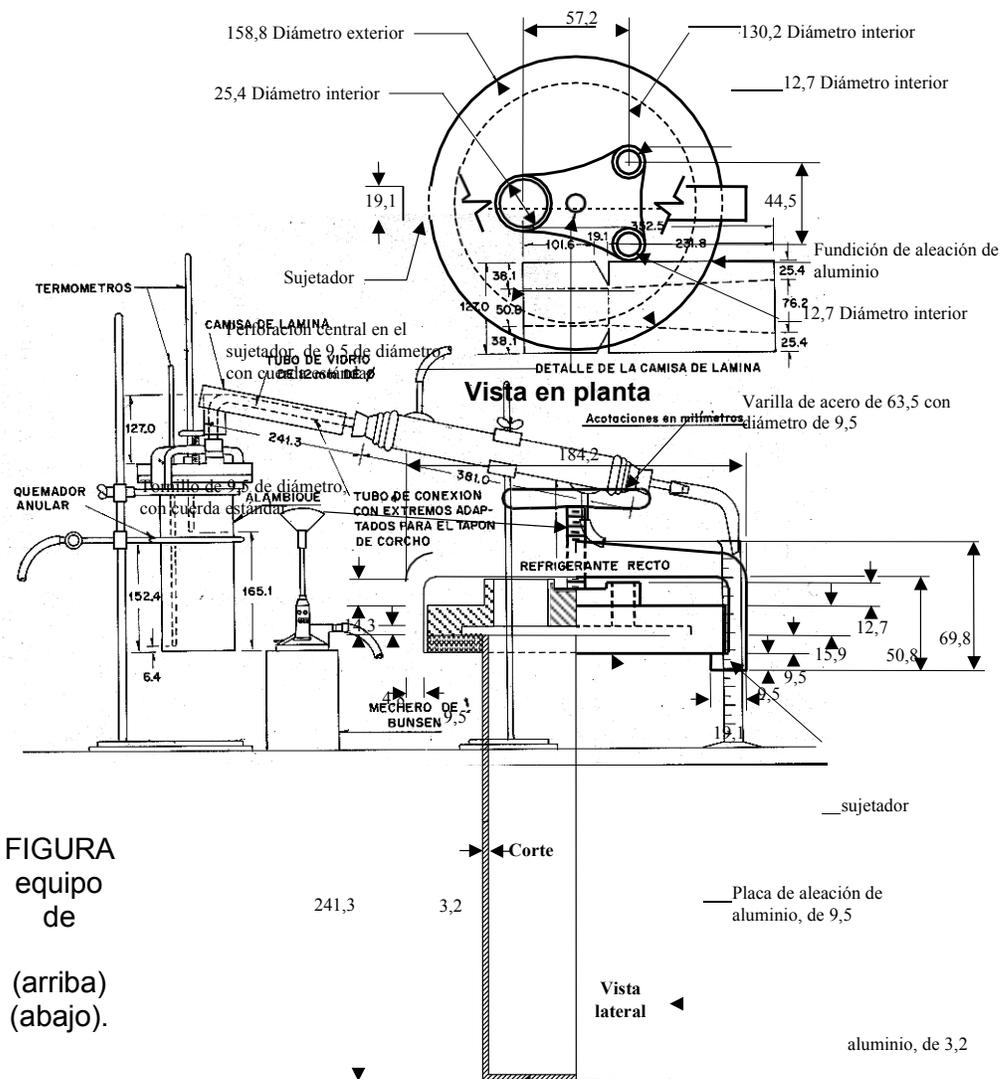


FIGURA
equipo
de
(arriba)
(abajo).

Elaboró: M. en C. Alfredo Cuevas Sandoval

Placa de aleación de



- T
u
b
o
e
s

tánder de aleación de aluminio,
de 101,6 de diámetro exterior

Página 3 de 3
101,6

Vista lateral y corte



MP.4. PENETRACIÓN EN CEMENTOS Y RESIDUOS ASFÁLTICOS

OBJETIVO:

Determinar la consistencia de los cementos asfálticos, así como de los residuos por destilación de las emulsiones y asfaltos rebajados, mediante la penetración vertical de una aguja en una muestra de prueba de dichos materiales bajo condiciones establecidas de masa, tiempo y temperatura.

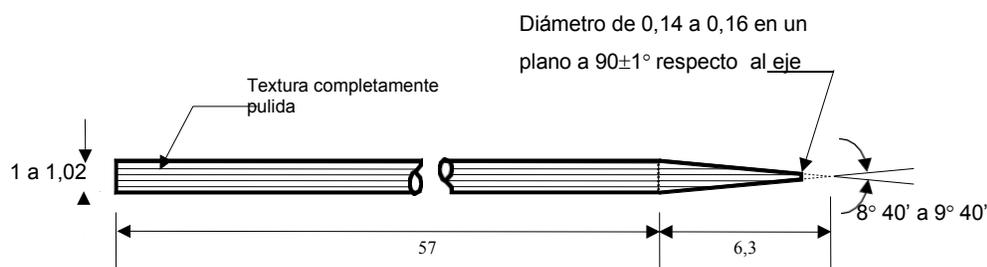
EQUIPO:

1. Aparato de penetración o penetrómetro de asfaltos (véase Figura 4.1.), adaptado para sujetar una aguja y provisto de un dispositivo para medir profundidad de penetración de dicha aguja, en decimos de milímetro. También contará con un mecanismo que permita aproximar la aguja a la muestra de prueba y con pesas o lastres de 50 y 100 g.



Figura 4.1. Tipos de penetrómetros universales de asfalto.

2. Agujas de acero inoxidable totalmente endurecidas y perfectamente pulidas, montadas en un casquillo de bronce.



Acotaciones en mm

3. Cápsula metálica o de vidrio refractario de forma cilíndrica y fondo plano, con diámetro interior de 55 a 70 mm y altura interior de 35 a 45 mm.
4. Baño de agua con temperatura controlable hasta de 50 °C y aproximación de 0.1 °C, con capacidad mayor de 10 litros.



5. Termómetro: Con rango de 0 a 50°C y aproximación de 1 °C.
6. Cronómetro: Con aproximación de 0,2 s.
7. Malla No. 50: De 300 m de abertura, cuando se prueben residuos por destilación de emulsiones asfálticas.
8. Espátula de Níquel: De 20 cm de longitud, cuando se prueben residuos por destilación.
9. Recipientes de manejo: De forma cilíndrica, de metal, plástico o vidrio, adecuados para manejar y mantener sumergidos los recipientes que contienen la muestra y 350³cm de capacidad

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

Por **residuo de una destilación de Emulsión Asfáltica**: Inmediatamente después de obtener el residuo por destilación de la emulsión, se destapa el alambique utilizado en esa prueba, se homogeneiza su contenido con la espátula y se llena la cápsula de penetración vertiendo el residuo a través de la malla N° 50, se cubre adecuadamente para protegerla del polvo y se deja enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

1. Se coloca la cápsula de penetración que contiene la muestra de prueba dentro del recipiente de manejo, para introducirlos posteriormente en el baño de agua, cuando éste mantenga una temperatura de 25°C o la que se especifique para la prueba. Se sumerge dicho recipiente completamente y se mantiene así por espacio de 2 h, con objeto de que el producto asfáltico adquiera esa temperatura.
2. Se coloca el penetrómetro sobre una superficie plana, firme y sensiblemente horizontal, se le acopla la aguja y se lastra para que el elemento que se desplaza tenga una masa de $100 \pm 0,1$ g o la masa que se especifique para la prueba y finalmente se nivela perfectamente el penetrómetro.
3. Se saca del baño de agua el recipiente de manejo, el cual contiene la muestra de prueba en su cápsula de penetración, cuidando que tenga agua suficiente para cubrir completamente la cápsula. Se colocan el recipiente y la cápsula sobre la base del penetrómetro, de tal manera que la muestra quede bajo la aguja. Se ajusta la altura de la aguja hasta que haga contacto con la superficie de la muestra, lo que se logra haciendo coincidir la punta de la aguja con la de su imagen reflejada en la superficie de la muestra.
4. Se hace coincidir la manecilla del penetrómetro con el cero de su carátula, hecho esto se oprime el sujetador para liberar la aguja únicamente durante 5 s o durante el tiempo que se especifique para la prueba, después de lo cual se toma la lectura registrándola en décimos de milímetro.



5. Se deben hacer por lo menos tres penetraciones sobre puntos diferentes de la superficie de la muestra de prueba, separados entre sí y de la pared de la cápsula de penetración 10 mm como mínimo. Se limpiará cuidadosamente la aguja después de cada penetración sin desmontarla y, de ser necesario, para ajustar la temperatura a 25°C o a la especificada para la prueba, se regresará el recipiente de manejo con la muestra al baño de agua. Para la limpieza de la aguja se utilizará un paño humedecido con tricloroetileno, y después un paño seco y limpio.
6. Para materiales asfálticos suaves, con penetraciones mayores de 225×10^{-1} mm, se tienen que emplear por lo menos tres agujas, las que se deben ir dejando introducidas en la muestra de prueba al hacer las penetraciones.

CALCULOS: Se reporta como resultado de la prueba, el promedio, calculado con aproximación a la unidad, de 3 penetraciones por lo menos, cuyos valores no difieran en cantidades mayores a las mostradas en el siguiente cuadro:

Penetración, décimos de mm.	Diferencia permisible entre los valores de las penetraciones consideradas, décimos de mm.
0 - 49	2
50 - 149	4
150 - 249	6
250 ó más	8

PRECAUCIONES: La prueba se repetirá si las condiciones del cuadro anterior no se cumplen. Las causas más frecuentes de error en esta prueba son las siguientes:

- Tener especial cuidado en realizar la prueba bajo las condiciones de temperatura, masa y tiempo de penetración que se especifiquen.
- Cuidar que no exista aire atrapado en la muestra de prueba.
- Confirmar que la aguja este perfectamente limpia en el momento de la penetración.
- Verificar que la aguja esté en contacto con la superficie de la muestra de prueba al iniciar la penetración.
- Cuidar que la aguja no toque el fondo del recipiente antes de finalizar el tiempo especificado.



MP.5. RESIDUO POR EVAPORACIÓN

OBJETIVO:

Determinar el residuo de las emulsiones asfálticas en porcentaje, mediante evaporación en el horno. El residuo así obtenido tiende a dar valores de penetración y ductilidad inferiores a los que se obtienen con el residuo de la destilación, por ello en ciertos casos no puede utilizarse esta prueba para determinar las propiedades mencionadas.

EQUIPO:

- 1.- Tres vasos de precipitado de vidrio refractario de 600 ml de capacidad.
- 2.- Tres agitadores de vidrio con extremos redondos de 6.4 mm de diámetro y 18 cm de longitud.
- 3.- Una balanza de 500 g de capacidad y 0.1 g de aproximación.
- 4.- Un horno eléctrico con temperatura controlable y capaz de mantenerla a 60 °C.
- 5.- Un termómetro con escala de 155 a 170 °C del tipo A.S.T.M. 13 C.
- 6.- Una malla circular de aberturas cuadradas U.S. Standard de 0.297 mm (No. 50).

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

- ◆ Cuando únicamente se desee conocer el contenido de residuo en porcentaje, deberá seguirse el procedimiento siguiente:
- ◆ Pése 100 ± 0.1 g de emulsión previamente homogeneizada en cada uno de los tres vasos de precipitado, ya pesados con su correspondiente agitador de vidrio y anotados como W_t .
- ◆ Colóquense los vasos durante dos horas en el horno a una temperatura de 163 ± 2.8 °C.
- ◆ Transcurrido este lapso retírense los vasos del horno, uniformice el residuo con un agitador de vidrio y colóquese nuevamente en el horno durante una hora a la misma temperatura. Finalmente, sáquense nuevamente los vasos dejándolos enfriar a la temperatura ambiente.
- ◆ Pése los vasos con el agitador y el residuo, designando a este como W_f .
- ◆ Calcúlese y repórtese el contenido de residuo de la emulsión utilizando la formula siguiente:

$$\% R = ((W_t - W_f) 100) / 100 = W_t - W_f$$

en donde:

R = residuo en la emulsión en porcentaje.

W_t = peso del vaso, agitador y los 100 g de emulsión.

W_f = peso del vaso, agitador y el residuo.

El valor reportado del residuo por evaporación, deberá ser el promedio de los resultados obtenidos en los tres especímenes.

Cuando se desee hacer otras determinaciones en el residuo obtenido en esta prueba, deberá procederse de la siguiente manera:

- a.- Efectúese todo el procedimiento anteriormente señalado.
- b.- Colóquense nuevamente los vasos en el horno de 15 a 30 minutos para que el residuo adquiera una consistencia fluida como para vaciarse a través de la malla No. 50 a los recipientes y moldes apropiados para efectuar las pruebas de penetración, ductilidad y solubilidad en tetracloruro de carbono.



MP.5.1. RESIDUO POR EVAPORACIÓN MODIFICADO

El método anterior tiene que modificarse aún más cuando se trata de controlar la producción de un molino coloidal que produce más de 20 toneladas por hora, y es necesario conocer inmediatamente los rangos del residuo.

Equipo:

- Charolas o recipientes de lámina con una capacidad de un litro.
- Agitadores de vidrio o metal con extremos redondos de 6.4 mm de diámetro y 18 cm de longitud.
- Una balanza de 1500 g de capacidad y 0.1 g de aproximación.
- Estufa eléctrica o de gas pequeña.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

1. Pese la charola con el agitador y anótese el resultado como Pt.
2. Agréguese una cantidad cualquiera de emulsión Pe, que sumado con el peso Pt será el peso P.
3. Caliéntese la charola con emulsión, hasta lograr la evaporación del agua contenida. debe moverse constantemente la emulsión para evitar que se derrame al hacer espuma por el agua que contiene. Deja de tener agua cuando el asfalto no presenta burbujas y su estado líquido es uniforme.
4. Pésese la charola de inmediato y obténgase un valor Pl; éste será aquel que contiene la tara más el cemento asfáltico puro, pues aunque la emulsión hubiera contenido solventes estos ya se habrán evaporado.
5. El pesaje tiene un error por temperatura, pero para los fines de la prueba los resultados no se ven muy afectados y son suficientes para respaldar una producción industrial que requiere de resultados inmediatos.
6. El peso del residuo asfáltico será:

$$Pr = Pe - (Pt + Pe - Pl) = Pl - Pt$$

$$\% \text{ Residuo} = ((Pl - Pt) / Pe) \times 100 = (Pr / Pe) \times 100$$