

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2060:1996**

**DETERMINACIÓN DE LA
CONCENTRACIÓN DE
PARTÍCULAS TOTALES
SUSPENDIDAS EN LA
ATMÓSFERA (PTS)**

(1^{era} Revisión)



PRÓLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (**COVENIN**), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la COVENIN constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 2060-83, fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización **CT25 AMBIENTE** por el Subcomité Técnico **SC2 AIRE**, y aprobada por la COVENIN en su reunión No 143 de fecha **04-12-96**.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades: ASOCIACIÓN VENEZOLANA DE PRODUCTORES DE CEMENTO, MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES, C.V.G. SIDERURGICA DEL ORINOCO, INTEVEP, OTEPI.

**NORMA VENEZOLANA
DETERMINACION DE LA CONCENTRACION
DE PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS
EN LA ATMOSFERA (PTS)**

**COVENIN
2060:1996
(1^{era} Revisión)**

1 OBJETO

1.1 Esta Norma Venezolana establece el método de ensayo para determinar la concentración de partículas totales suspendidas (PTS) en la atmósfera.

1.2 Este método es aplicable para determinar la concentración de partículas suspendidas con diámetros menores que 60 μm cuando opera el muestreador a un rango de flujo comprendido entre 1,1 m^3/min a 1,7 m^3/min (40 pie^3/min a 60 pie^3/min), medidos a 1 atm y 25°C.

Cuando se opera a un flujo promedio de 1,70 m^3/min (60 pie^3/min) durante 24 horas \pm 1 hora, se puede obtener una muestra adecuada para concentraciones de PTS tan bajas como 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Operando a un flujo de 1,1 m^3/min (40 m^3/min) durante 24 horas \pm 1 hora, se pueden determinar concentraciones de partículas suspendidas en un rango de 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 750 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

NOTA - Para concentraciones mayores se recomiendan muestreos menores de 24 horas.

1.3 El tamaño de la muestra que se recoge es suficiente para otras determinaciones, debiendo utilizarse el filtro de características adecuadas para cada caso.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta norma es completa.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Venezolana se aplican las siguientes definiciones:

3.1 partículas: Es cualquier sustancia sólida o líquida subdividida de tal modo que por su tamaño, cuyo diámetro oscila entre 0,005 μm y 500 μm , pueda dispersarse en el aire, excepto el agua pura.

3.2 portafiltro: Es la estructura que soporta y protege al filtro.

4 RESUMEN DEL MÉTODO DE ENSAYO

El aire es aspirado desde una caseta cubierta y pasa através del medio filtrante a un flujo tal que permite recoger sobre la superficie del filtro partículas totales suspendidas con diámetros menores que 60 μm . La concentración en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas suspendidas en el aire ambiental, se calcula a partir de la masa de partículas totales suspendidas recolectadas y el volumen de aire muestreado.

5 INTERFERENCIAS

5.1 Objetos extraños, tales como insectos, pueden caer en el filtro ocasionando errores de pesada.

5.2 Aerosoles líquidos, tales como neblinas de aceite y agua son retenidas en el filtro. Si la cantidad de líquido colectado es considerable, el filtro puede humedecerse y deteriorarse.

5.3 Algunos constituyentes gaseosos o vapores de la atmósfera bajo estudio son absorbidos o reaccionan en el filtro y el material colectado puede ser retenido y pesado como material particulado.

5.4 A medida que se carga el filtro se reduce la tasa de muestreo. Si ocurre una caída significativa en la tasa de flujo, el promedio de la tasa de flujo inicial y final calculado en el punto 8.1 no tendrá la exactitud estimada para el flujo total en el lapso de muestreo. La magnitud del error depende de la cantidad de reducción de flujo de aire y de la variación de la concentración de polvo durante las 24 horas del período muestreado. Una guía aproximada para detectarlo pudiera ser que si en alguna muestra dudosa la tasa de flujo final es menor que la mitad de la tasa de flujo inicial, el registro de la tasa de flujo indicará la ocurrencia del problema debiendo utilizarse un muestreador con controlador de flujo constante.

5.5 La posibilidad de fallas en el suministro eléctrico o cambios en el voltaje durante el periodo de muestreo pudiera conducir a un error, dependiendo de la extensión y tiempo de duración de la falla. En este caso es recomendable llevar un registro continuo de la tasa de flujo.

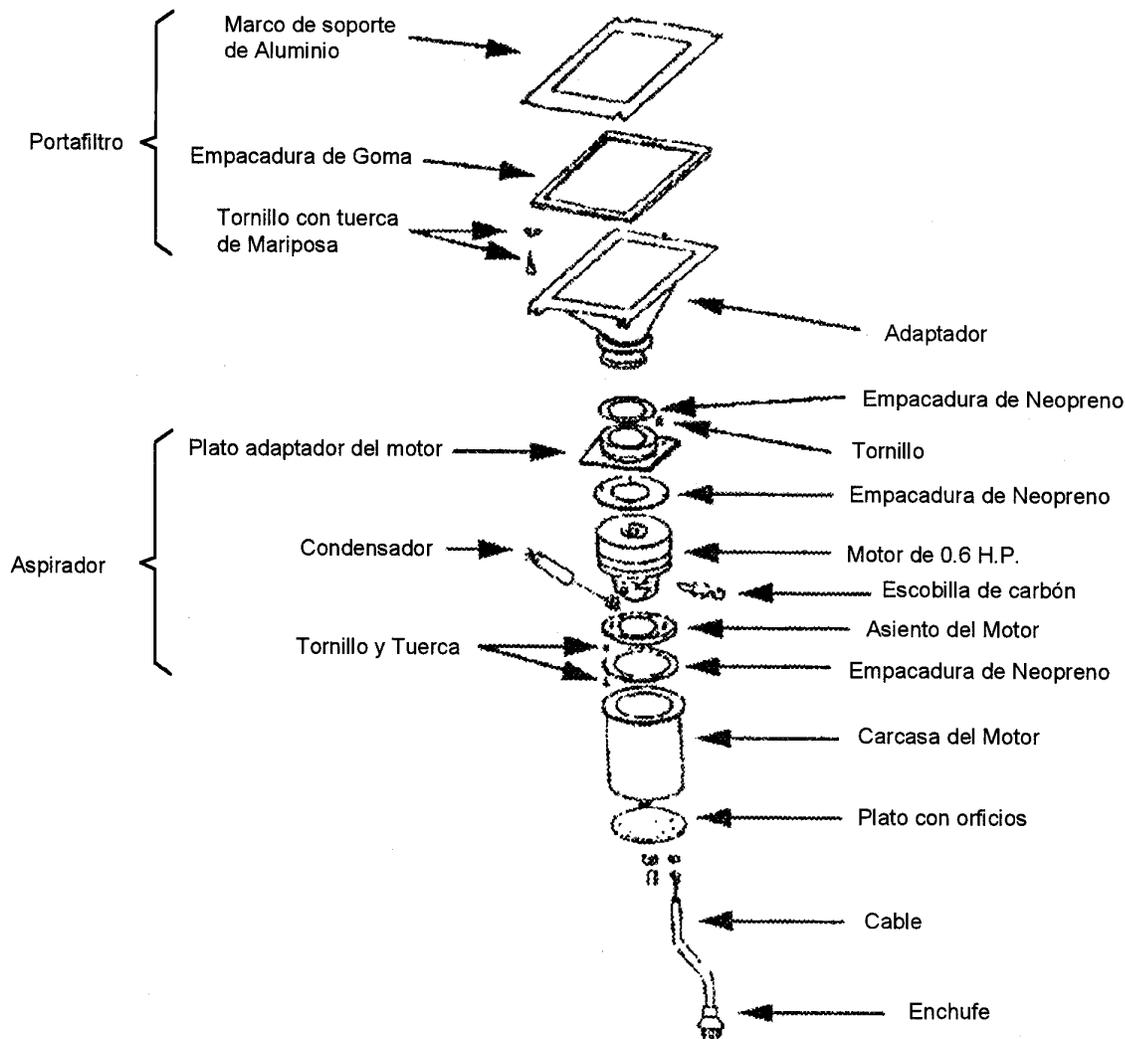


FIGURA 1 - Unidad aspiradora y soporte del filtro de un muestreador de alto volumen

5.6 Se puede cometer un error significativo cuando se expone el filtro al ambiente por algunas horas antes y/o después del tiempo de funcionamiento del equipo; por esta razón se recomienda no utilizar el interruptor automático (timer) si el muestreador no está equipado con una cubierta automática del portafiltro.

5.7 Si dos o más muestreadores son utilizados en un sitio dado deben ser colocados por lo menos a 2 m (6 pies) de separación, para evitar errores en los muestreos.

5.8 Bajo algunas condiciones los polvos metálicos de motores, esencialmente cobre, pueden contaminar significativamente las muestras.

5.9 Bajo ciertas condiciones los SO_2 y NO_x pueden interferir en la determinación de la masa total.

6 APARATOS

6.1 Muestreo

6.1.1 Muestreador de alto volumen tal como el que se presenta en la figura 1, que posea:

6.1.1.1 Portafiltro que conste de rejilla de base, marco de soporte para filtros de abertura rectangular de 10,0 cm x 25,0 cm (7,9 pulg x 9,8 pulg), sus empacaduras, protector y tuercas.

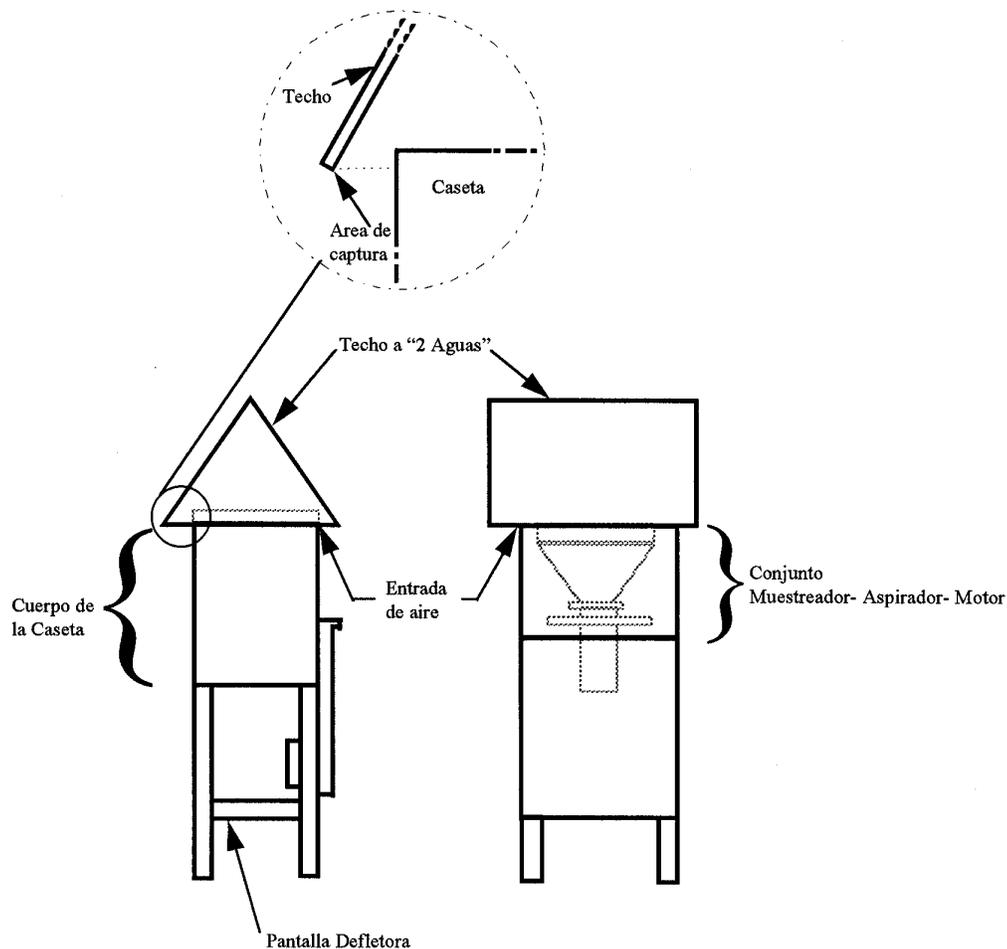


FIGURA 2 - Caseta del muestreador de alto volumen

6.1.1.2 Adaptador del soporte del filtro con el motor.

6.1.1.3 Aspirador capaz de operar por períodos de 24 horas continuas con un rango de voltaje que garantice un flujo de aire de 1,1 m³/min a 1,7 m³/min (40 pie³/min a 60 pie³/min).

6.1.1.4 Medidor de flujo con o sin registrador.

6.1.1.5 Cubierta protectora del muestreador en forma de caseta que cumpla con las siguientes especificaciones:

6.1.1.5.1 Debe permitir que el filtro se mantenga en posición horizontal al menos a 1,0 m sobre el nivel del suelo o la superficie de apoyo.

6.1.1.5.2 Debe ser de forma rectangular con un techo a dos aguas que cubra y proteja al filtro y al muestreador de la lluvia u otros agentes externos.

6.1.1.5.3 El techo de la caseta debe estar apoyado sobre articulaciones de forma tal que la separación entre el extremo inferior y los cuatro lados del cuerpo de la caseta proporcionen un área libre medida en un plano horizontal, que permita una velocidad de captura de partículas de 23,0 cm/seg \pm 2,0 cm/seg. Para un flujo entre 1,1 m³/min y 1,7 m³/min el área de aspiración debe ser del orden de 730 cm² a 1230 cm². Además, la distancia libre mínima entre el borde superior de la pared de la caseta y el techo debe ser tal que garantice un área libre de al menos, un 60% del área de aspiración (véase figura 2).

6.1.1.5.4 Pantalla deflectora que impida que la salida del aire aspirado incida directamente sobre la superficie de apoyo del muestreador.

6.1.1.6 Programador automático de tiempo (Timer)

6.1.1.7 Contador de tiempo apropiado.

6.16.1.8 Controlador de flujo con una desviación del 2%

6.1.2 Unidad de calibración de orificio que conste de:

6.1.2.1 Tubo de metal con un diámetro interno de 7,5 cm y 15,9 cm de longitud consistente en un conjunto de 5 platos de resistencia variable al paso del flujo y un adaptador, o en su lugar aquellos equipos que cumplan la misma función.

6.1.2.2 Placa adaptadora de la unidad de calibración (opcional).

6.1.2.3 Barómetro. Capaz de medir presiones cercanas a 0.1 kPa (1 mmHg).

6.1.2.4 Termómetro, con apreciación de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

6.1.2.5. Manómetro diferencial

6.1.3 Filtro de fibra de vidrio u otro material relativamente no higroscópico e inerte, con un área de 406 cm² (20,3 cm x 25,4 cm) que permita el paso de un flujo mínimo de aire de 1,1 m³/min) y capaz de retener partículas con un diámetro igual o mayor que 0,3 μm .

6.2 Análisis

6.2.1 Balanza analítica con apreciación de $\pm 0,1$ mg que cumpla con las siguientes especificaciones.

6.2.1.1 Cámara y platillo de pesada que permita colocar el filtro sin que sufra deformaciones permanentes, ni marcas pronunciadas.

6.2.1.2 Sistema para acondicionar el filtro de tamaño apropiado para colocarlo sin que sufra deformaciones. Este acondicionador debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Rango de temperatura de 15°C a 30°C
- Control de temperatura $\pm 3^{\circ}\text{C}$
- Rango de humedad entre 20% y 45% de humedad relativa
- Control de humedad $\pm 5\%$

4

7 MANTENIMIENTO

El muestreador de gran volumen debe estar sometido al siguiente programa de mantenimiento:

7.1 Motor del muestreador

7.1.1 Revisión del motor

7.1.2 Se reemplazan las escobillas si se ha cumplido el tiempo de funcionamiento establecido por el fabricante.

7.1.3 Se ajustan las otras partes del motor.

7.1.4 Asentamiento de las escobillas

Se enciende el motor durante un período suficiente para el apropiado asentamiento de las escobillas contra la armadura; este período usualmente requiere la operación del muestreador con una resistencia equivalente a un filtro limpio (plato de calibración No. 8) a las condiciones establecidas por el fabricante.

7.1.5 Calibración del sistema

Se registran todas las operaciones de mantenimiento con los datos y las iniciales del operador en el libro del muestreador y en una etiqueta adherida al motor del muestreador.

7.2 Empacaduras de la cubierta del filtro

7.2.1 Si la empacadura presenta grietas, roturas o una gran disminución de su dureza en la interfase entre el borde del filtro limpio y las partículas recolectadas, debe ser reemplazada. Para ello se debe proceder así:

7.2.1.1 Se retira la empacadura vieja.

7.2.1.2 Se limpia la superficie a objeto de eliminar el polvo residual.

7.2.1.3 Se adhiere la nueva empacadura a la cubierta con pegamento o cinta adhesiva de dos caras.

7.2.1.4 Se retiran todos los reemplazos de empacadura

7.3 Medidor de flujo de referencia, graficador o manómetro.

7.3.1 Si el flotador del rotámetro se mueve erráticamente y se detecta humedad y/o partículas extrañas en el rotámetro, éste debe limpiarse y calibrarse.

7.3.2 Antes de comenzar la rutina de calibración, el rotámetro debe limpiarse con un solvente de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

7.4 Cabezal del muestreador

Si se detecta que existe algún defecto se procede de la siguiente manera:

7.4.1 Se ensambla el cabezal del muestreador al motor.

7.4.2 Se instala un filtro como resistencia.

7.4.3 Se aplica una solución jabonosa sobre la superficie considerada defectuosa.

7.4.4 Se enciende el motor por un corto tiempo (aproximadamente 5 min).

7.4.5 Se desarma el cabezal de muestreador.

7.4.6 Se examina el interior del cabezal.

7.4.7 Se prepara o descarta el cabezal del muestreador, si existe alguna fuga indicada por la solución jabonosa.

7.5 Empacadura del motor

7.5.1 Se inspecciona si hay desgaste en las empacaduras.

7.5.2 Se reemplazan si es necesario.

8 PROCEDIMIENTO

8.1 Ubicación del sitio de muestreo

8.1.1 Ubicación general

La caseta para el muestreo se debe ubicar en un lugar protegido de acciones vandálicas.

8.1.1.1 Ubicación vertical

La caseta para el muestreo se debe ubicar a una altura mínima de 2 m y máxima de 15 m medidos a partir de los soportes de la caseta.

8.1.1.2 Ubicación con respecto a obstrucciones cercanas

8.1.1.2.1 La caseta debe estar separada a un mínimo de 2 m de paredes, techos y similares que correspondan a la misma estructura donde estará ubicada.

8.1.1.2.2 La caseta debe ubicarse a una distancia horizontal igual o mayor a dos veces la altura de la edificación más cercana.

8.1.1.2.3 La caseta debe ubicarse de tal forma que no existan restricciones al flujo libre de aire en un radio mínimo de 270° de frente a la dirección predominante de los vientos. Cuando se aplique esta condición la distancia del muestreador a la primera obstrucción en el cuadrante restante debe ser igual o mayor a 2 m.

8.1.2 Ubicación respecto a fuentes cercanas

8.1.2.1 La estación debe ubicarse de tal forma que la salida de cualquier fuente fija no incida directamente sobre la entrada del equipo de toma de muestras.

8.1.2.2 La estación debe ubicarse lo más alejada posible de construcciones o movimientos de tierra temporales, quemas a campo abierto u otras actividades que generen partículas en las áreas de muestreo.

8.1.3 Ubicación con respecto a vías de tránsito automotor

8.1.3.1 Si el flujo de tránsito es menor de 3000 vehículos por día se debe ubicar la estación a más de 5 m del borde de la vía más cercana y a una altura no menor de 2 m sobre el nivel del suelo.

8.1.3.2 Si el flujo de tránsito es mayor de 3000 vehículos por día, la ubicación de la caseta debe hacerse de acuerdo a los criterios establecidos en la figura 3.

8.1.3.3 Si la caseta debe ubicarse por debajo de vías de tránsito elevadas a menos de 5,0 m del nivel del suelo, se debe colocar a una distancia de 25,0 m a partir del borde más cercano de la vía independientemente del flujo de vehículos.

8.1.3.4 La caseta debe ubicarse sobre áreas con pavimentos u otra cubierta que minimice el arrastre de polvos.

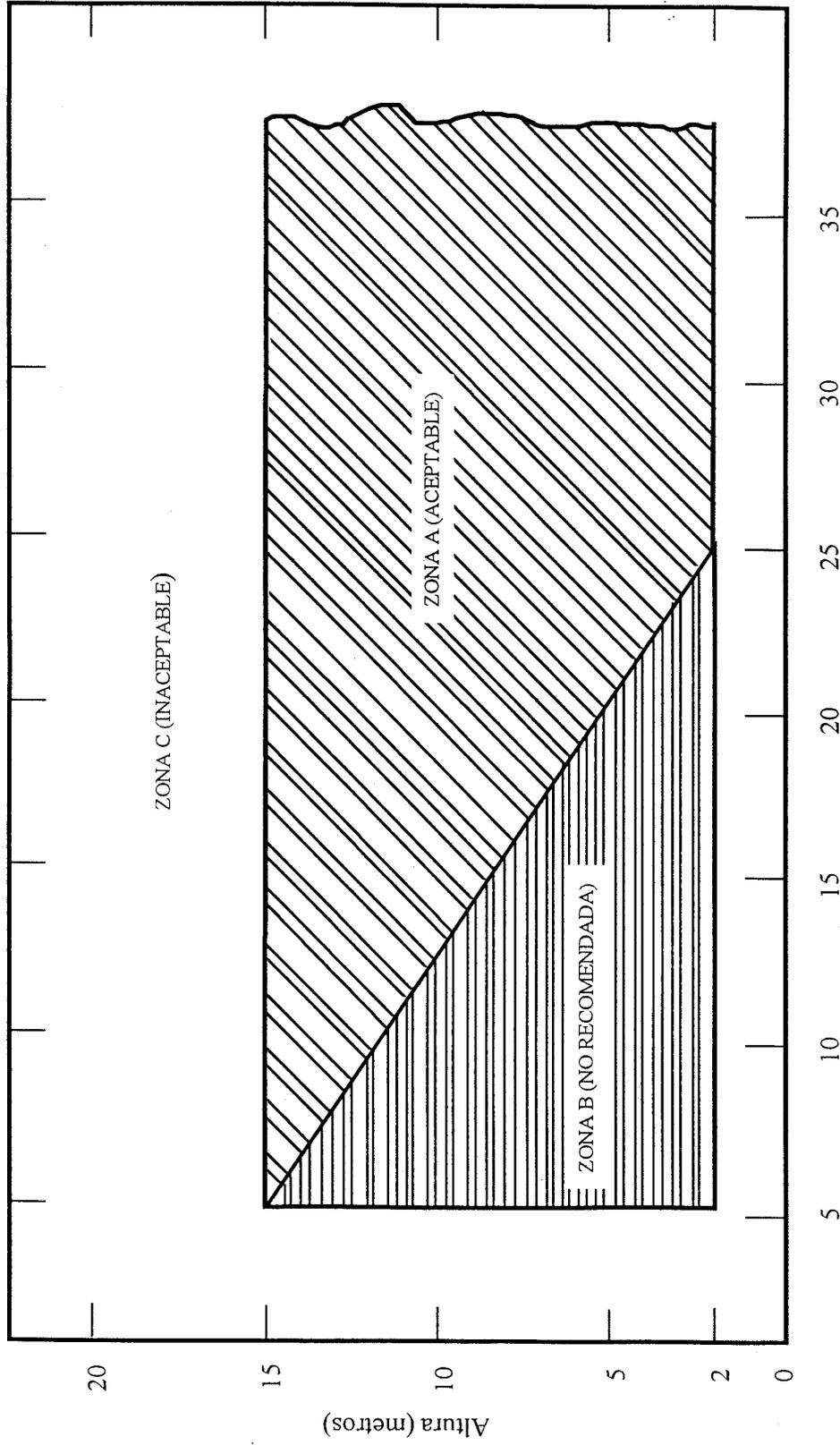
8.2 Acondicionamiento del filtro

Se prepara el filtro según el siguiente procedimiento.

8.2.1 Selección del filtro

8.2.1.1 Se inspecciona visualmente cada filtro usando una mesa translúcida iluminada.

8.2.1.2 Se retiran las fibras sueltas utilizando una brocha muy suave.



Distancia desde el borde del canal de tráfico más cercano (metros)

FIGURA 3 - Ubicación de la caseta de acuerdo al flujo de tránsito cuando este sea mayor de 3000 vehículos por día

8.2.1.3 Se descartan los filtros que presentan alguna rotura, perforación o cualquier otra imperfección visible.

8.2.2 Acondicionamiento del filtro

8.2.2.1 Antes de pesarlo, se acondicionan los filtros durante 24 horas como mínimo utilizando un ambiente de acondicionamiento a una cámara acondicionante.

8.2.2.2 Si se utiliza un ambiente de acondicionamiento, éste debe poseer una humedad relativa menor del 50% constante dentro de $\pm 5\%$ y una temperatura menor de 30°C con una variación de $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

8.2.2.3 Si se utiliza una cámara acondicionante debe poseer un agente secante que asegure una humedad relativa menor del 50% constante dentro de $\pm 5\%$.

8.3 Pesaje de los filtros

8.3.1 Se prende la balanza hasta lograr una lectura estable antes de comenzar a pesar los filtros.

8.3.2 Antes de pesar el primer filtro se debe verificar la calibración de la balanza mediante la utilización de pesas de clase normalizada entre 3 g y 5 g. Si los valores medidos difieren en $\pm 0,5$ mg, la balanza debe ser revisada y ajustada.

8.3.3 Se pesan los filtros acondicionados uno a la vez y se colocan sin plegar cuidadosamente en el platillo de la balanza, de tal forma que el filtro no sufra ningún tipo de deformaciones previo a su peso y uso.

8.3.4 Si se utilizó una cámara acondicionante, pese cada filtro dentro de los 30 s después de retirarlos de ésta. Una vez logrado el peso constante, se registra su peso en la planilla, se coloca en una carpeta, sobre o empaque el cual garantice que no lleguen partículas al filtro y que no se doble o contamine.

8.3.5 Se anota en la carpeta o empaque seleccionado para guardar el filtro, el número del filtro, el peso y el número de lote o caja.

8.4 Manejo de los filtros

8.4.1 Se guarda el lote de filtros pesados de modo que no se dañen o contaminen.

8.4.2 No se debe doblar ni plegar el filtro antes de captar la muestra.

9 CALIBRACIÓN

Se calibra el muestreador de gran volumen de acuerdo al siguiente procedimiento.

9.1 Muestreador de alto volumen sin controlador de flujo

9.1.1 Se acopla la placa adaptadora del cilindro de calibración sobre la rejilla (verificar que la placa adaptadora posea empacadura rectangular en buenas condiciones)

9.1.2 Se acopla el cilindro de calibración a la placa adaptadora (verificar que la empacadura circular del acoplamiento esté en buenas condiciones). Si el cilindro es de resistencia variable se mantiene en la posición de máxima abertura, si el calibrador es de platos con orificios no se coloca ninguno.

9.1.3 Se pone a funcionar el muestreador por 5 min para que se establezca el equilibrio térmico antes de la calibración.

9.1.4 Se anota el serial del cilindro en la casilla correspondiente de la hoja de datos de calibración, esto es de suma importancia para posibles auditorías.

9.1.5 Se abren las dos conexiones del manómetro del calibrador y se verifica que el líquido (agua destilada, la cual puede estar coloreada según instrucciones del fabricante), esté nivelado en ambos lados, si no es así se debe hacer vibrar manualmente el manómetro, y si todavía no se consigue la igualación de niveles se desenroscan ambas conexiones y se sopla por una de ellas hasta conseguir la nivelación.

9.1.6 Se mide la presión y temperatura ambiente y se anota en la hoja de datos de calibración.

9.1.7 Se coloca el manómetro del calibrador en la parte exterior del muestreador, una de las conexiones del mismo se deja abierta a la atmósfera y la otra se conecta a la manguera del cilindro del calibrador de acuerdo a la figura 4.

9.1.8 Se conecta el medidor de flujo de referencia a la manguera de la cubierta del motor, ya sea rotámetro, manómetro o registrador.

9.1.9 Rotámetro

Si el medidor de flujo de referencia es un rotámetro se ejecutan los pasos siguientes:

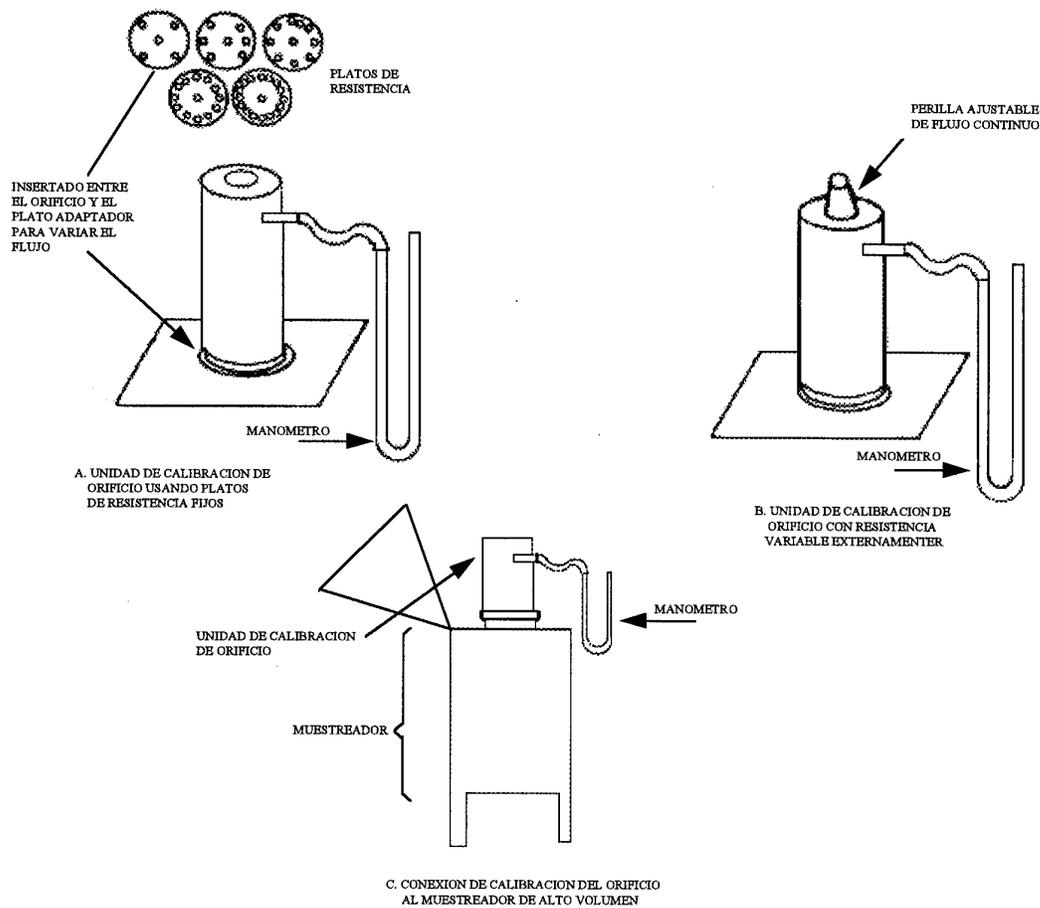


FIGURA 4 - Unidad de calibración

9.1.9.1 Se mantiene el rotámetro en posición vertical ajustándolo de tal forma que la parte media del indicador flotante lea 1,70 m³/min (60 pies³/min).

9.1.9.2 Se fija con pegamento la válvula reguladora de aire, para evitar descalibraciones producidas por la vibración del muestreador.

9.1.10 Registrador

Si el medidor de flujo de referencia es un registrador, con carta circular, se deben realizar los pasos siguientes:

9.1.10.1 Se apaga el muestreador

9.1.10.2 Se conecta el registrador de flujo de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

9.1.10.3 Se coloca un papel de registro nuevo (carta circular), y la plumilla en el círculo concéntrico

correspondiente a cero y se pone a funcionar nuevamente el muestreador.

9.1.11 Manómetro

Cuando se utiliza un manómetro como medidor de flujo de referencia se procede de la siguiente manera:

9.1.11.1 Se instala y conecta el manómetro de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

9.1.11.2 Se repiten los pasos indicados en el punto 9.1.5.

El líquido contenido en este manómetro debe ser una sustancia cuya evaporación no sea significativa a la temperatura ambiente mas alta prevista para la operación del muestreador. Se recomienda usar aceite coloreado u otro compuesto suministrado por el fabricante.

Indiferentemente de cualquier medidor de flujo de referencia que se use, rotámetro, registrador o manómetro se prosigue con lo siguiente:

9.1.12 Calibrador de platos de orificios

9.1.12.1 Sin instalar plato alguno se toma la primera lectura del manómetro del calibrador y se anota en la hoja de datos de calibración. Igualmente, se anota la primera lectura del medidor de referencia.

9.1.12.2 Se instala al calibrador el plato de menor resistencia (mayor número de orificios), y nuevamente se toma nota de las lecturas del manómetro del calibrador y del medidor de flujo de referencia.

9.1.13 Calibrador de resistencia variable

9.1.13.1 Con la máxima abertura se observa la primera lectura del manómetro del calibrador y se anota en la hoja de datos de calibración. Igualmente se anota la primera lectura del medidor de flujo de referencia.

9.1.13.2 Se cierra progresivamente el área de abertura (resistencia ascendente), y se van anotando las lecturas correspondientes hasta completar cinco (5) o seis (6) valores.

9.1.14 Se miden nuevamente la presión y la temperatura ambiente, se promedian éstas con las iniciales y se anotan los valores en la hoja de datos de calibración.

9.1.15 Para cada lectura se obtiene un flujo de la curva patrón de calibración (gráfica suministrada por el fabricante o por el organismo o institución para la unidad de calibración), y se anota en la casilla respectiva de la hoja de datos de calibración (Qcf) (véase anexo B). Dicho flujo corresponde al medido a las condiciones de elaboración de la curva patrón, la cual es individual para cada equipo, y aunque muchas son similares, es incorrecto usar gráficas que no corresponden al equipo con el cual se realizó la calibración.

9.1.16 Los flujos corregidos a condiciones de medición (Qcm) se calculan aplicando la siguiente relación:

$$Q_{cm} = Q_{cf} \times \left(\frac{T_{cm}}{T_{cf}} \times \frac{P_{cf}}{P_{cm}} \right)^{1/2}$$

Donde:

Qcm es el flujo a las condiciones de muestreo, en m³/min

Qcf es el Flujo a las condiciones de elaboración de la gráfica, en m³/min

Tcm es la temperatura a las condiciones de muestreo, en °K

Tcf es la temperatura a las condiciones de elaboración de la gráfica, en °K

Pcf es la presión a las condiciones de elaboración de la gráfica, en mmHg

Pcm es la presión a las condiciones de muestreo, en mmHg

9.1.17 Los flujos corregidos a condiciones estándar (298 °K y 769 mmHg) se obtienen utilizando la siguiente expresión:

$$Q_{est} = Q_{cm} \times \left(\frac{T_{est}}{T_{cm}} \times \frac{P_{cm}}{P_{est}} \right)$$

Donde:

Qcm es el flujo corregido a condiciones de medición, en m³/min

Test es la temperatura condiciones estándar (298 °K)

Tcc es la temperatura a condiciones de calibración, en °K

Pest es la presión a condiciones estándar (760 mmHg)

Pcc es la presión a condiciones de medición, en mmHg

9.1.18 Se construye una gráfica con los valores obtenidos de flujos corregidos estándar contra lectura del medidor de flujo de referencia (rotámetro, manómetro o registrador) y se busca la ecuación de la recta de mínimos cuadrados que más se adapte a esos valores.

El muestreador debe calibrarse cada 6 meses, después de los cambios de las escobillas del motor o cuando se observe una variación mayor del 10% entre la lectura inicial y la lectura obtenida después de 15 minutos en el dispositivo medidor de flujo de referencia.

9.2 Muestreador de gran volumen equipado con controlador de flujo.

El controlador de flujo debe estar garantizado por el fabricante para mantener un flujo constante pre-establecido durante todo el período de muestreo, independientemente de los cambios de presión y temperatura ambiente, carga del flujo y variaciones de voltaje de la línea. Este dispositivo medidor de flujo debe ser calibrado al ser utilizado por primera vez o si se comprueba que su tasa de flujo, suministrada de historias previas de operación del muestreador, es inestable. En este caso, el indicador de flujo (rotámetro, manómetro o

registrador) puede permanecer descalibrado pero debe ser usado para establecer el cambio relativo entre el flujo inicial y final, y el muestreador debe ser recalibrado a menudo para minimizar el potencial de pérdidas de muestras causado por un mal funcionamiento del controlador.

Para calibrar el controlador de flujo se procede de la siguiente manera:

9.2.1 Se ensambla el muestreador de gran volumen con un filtro limpio acoplado al controlador de flujo de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se repiten los pasos 9.1.1 al 9.1.8

9.2.2 Se instala el calibrador con la placa de menor resistencia conectando el manómetro al calibrador.

9.2.3 Se fija un flujo (Q_m) para el muestreo entre 1,13 m^3/min y 1,42 m^3/min (40 pie^3/min y 50 pie^3/min)

9.2.4 Se toma nota de la presión y temperatura ambiente.

9.2.5 El flujo establecido para el muestreo se lleva a las condiciones estándar (temperatura y presión) utilizando la ecuación:

$$Q_e = Q_m \times \left(\frac{T_e \times P_{cc}}{T_{cc} \times P_e} \right)$$

Donde:

Q_m es el flujo a las condiciones de muestreo, en m^3

Q_e es el flujo a las condiciones estándar, en m^3

T_{cc} es la temperatura a las condiciones de calibración, en $^{\circ}K$

T_e es la temperatura a las condiciones estándar (298 $^{\circ}K$)

P_e es la presión a las condiciones estándar (760 mmHg)

P_{cc} es la presión a las condiciones de calibración, en mmHg

9.2.6 En la gráfica o curva patrón de calibración suministrada por el fabricante, se determina la caída de presión correspondiente al flujo corregido a condiciones estándar

9.2.7 Después de haber transcurrido por lo menos 5 min requeridos para el calentamiento, se ajusta el dispositivo del controlador de flujo de tal forma que en el manómetro del calibrador se lea una caída de presión igual a la determinada en el paso anterior.

9.2.8 Se esperan 5 min para verificar que la lectura del manómetro del calibrador no varía, en caso contrario se revisa el controlador de flujo y se pone fuera de servicio de no lograrse el valor esperado.

9.2.9 El flujo corregido a condiciones estándar debe ser debidamente registrado y archivado, ya que ese valor es usado en los cálculos de concentración de partículas ó para verificar el funcionamiento del controlador de flujo.

En el caso que se tenga un muestreador con control de flujo y dispositivo medidor de flujo (rotámetro, manómetro o registrador), la calibración del mismo se debe hacer desconectando el controlador de flujo y siguiendo los pasos descritos anteriormente para cada uno de los dispositivos mencionados.

10 MUESTREO

10.1 Se verifica que la estación esté ubicada de acuerdo a lo indicado en el punto 8.1

10.2 Instalación del filtro en el portafiltro

10.2.1 Se retira el protector metálico del portafiltro, se aflojan las tuercas circulares y se retira el marco rectangular, y se limpian sus componentes.

10.2.2 Se debe evitar que el filtro se ensucie, raye o se le adhieran partículas libres extrañas. Deben evitarse corrientes de aire tales como las producidas por ventiladores o ventanas abiertas.

10.2.3 A objeto de mantener el filtro libre de grasa, sucio u otro material, este debe ser manipulado con pinzas y colocado en el portafiltro limpio.

10.2.4 El filtro debe ubicarse con la cara más rugosa hacia arriba y se centra lo mejor posible.

10.2.5 Se coloca nuevamente el marco rectangular del portafiltro en su sitio, suavemente, procurando que el filtro no se mueva y quede centrado en la rejilla del portafiltro. Se ajustan las tuercas circulares y se coloca el protector metálico.

10.3 Instalación del portafiltro con el filtro

10.3.1 Se quita el seguro, se levanta la tapa de la caseta y se sujeta por detrás.

10.3.2 Se limpian bien todas las partes internas y externas del muestreador con una brocha seca y/o con un paño húmedo.

10.3.3 Se retira el marco rectangular y cartulina o papel protector.

10.3.4 Se coloca el portafiltro en el muestreador (con el filtro nuevo no expuesto) ensamblado de acuerdo al punto 10.2 y se sujeta bien, apretando las cuatro tuercas tipo mariposa de las esquinas hasta lograr un acoplamiento.

10.3.5 Se retira el protector metálico del portafiltro y se cierra la tapa de la caseta.

10.3.6 En caso de que el muestreador cuente con registrador se coloca la carta circular en el registrador de hora y flujo, se hace coincidir la plumilla, que debe estar levantada, con la línea correspondiente a la hora, moviendo la línea central (con una moneda, destornillador o similar), hacia la derecha, en el sentido de las agujas del reloj, nunca en sentido contrario; se baja la planilla hasta que haga contacto con la carta circular, se verifica que el registrador haya comenzado a funcionar correctamente.

10.3.7 En caso de contar con programadores de tiempo (Timer), coloque el horario y día elegido. El horario recomendado es desde las 00 horas hasta 24 horas, para el día elegido del muestreo. En caso de no contar con programadores de tiempo, es conveniente colocar y retirar los filtros de muestreadores entre las 6:00 a.m. y 9:00 a.m., para que el día indicado como muestreo sea representativo

10.3.8 Si el equipo no posee programador de tiempo se enciende manualmente, se anota la hora en la hoja de datos cuando se escuche el arranque del aspirador. Se debe cerciorar de que el flujo se mantenga estable en un rango de $\pm 10\%$ del flujo inicial.

10.3.9 En caso de poseer controlador de flujo se programa según el punto 10.3.7

10.4 Retiro del portafiltro con el filtro.

Luego de 24 horas ± 1 hora de exposición.

10.4.1 Se desconecta el equipo. Se anota inmediatamente la hora en la hoja de datos.

10.4.2 Se quita el sujetador, se levanta la tapa de la caseta y se sujeta por detrás.

10.4.3 Se coloca el protector metálico en el portafiltro, se aflojan las tuercas sujetadoras y se retira el portafiltro.

10.4.4 Se coloca en el muestreador el marco rectangular con su respectiva cartulina o papel protector, se presionan suavemente las cuatro tuercas hasta lograr un buen

acoplamiento. Se cierra la tapa de la caseta y se coloca el sujetador.

10.4.5 Se registra la carta circular, se anota en el reverso de la misma el número del filtro; se deja la plumilla levantada y se cierra la tapa del registrador. Se coloca una carta nueva cuando se vaya a comenzar otro período de muestreo.

10.4.6 Se llena la sección correspondiente en la hoja de datos.

Algunos modelos de muestreadores de gran volumen no poseen registrador de hora y flujo de referencia, en su lugar puede utilizarse un manómetro o un rotámetro. En estos casos, se debe anotar en la hoja de datos la lectura inicial del rotámetro o manómetro dos (2) minutos después de conectar al equipo y la lectura final se toma antes de desconectarlo.

En el caso específico del manómetro se debe cerrar la válvula abierta a la presión atmosférica después de desconectar el muestreador y abrirla nuevamente inmediatamente antes de iniciar el próximo muestreo y abrirla nuevamente (con la finalidad de reducir la entrada de polvo y la evaporación del líquido).

En caso de utilizar rotámetro, se debe verificar su calibración cada cinco (5) muestreos (véase punto 9.1)

Cuando se utilicen rotámetros o manómetros se requiere además un contador de horas o minutos, en este caso se debe anotar en la hoja de datos el registrador inicial antes de la puesta en marcha y el final después de apagar el muestreador.

10.5 Transporte de filtros expuestos

10.5.1 Se dobla el filtro por la mitad, longitudinalmente, de tal forma que haga contacto la parte expuesta. Se coloca dentro de una envoltura de tamaño superior, a fin de garantizar que no existen pérdida del material retenido en el filtro. Este envoltorio debe garantizar que no haya pérdida del material retenido en el filtro, debe estar identificado externamente.

En caso de observarse la presencia de insectos en el filtro expuesto, estos deben retirarse cuidadosamente con una pinza de plástico, tomando las precauciones necesarias a fin de no dañar el filtro.

10.5.2 Los filtros expuestos se deben enviar con dos (2) ejemplares de la hoja de datos (no copias al carbón) en una carpeta de cartulina o cartón, dentro de un sobre cerrado preferiblemente con pegamento o cinta adhesiva; evite el uso de grapas, ya que accidentalmente pueden perforar los filtros.

10.6 Horario de instalación

El horario se debe establecer a consecuencia de la planificación establecida para el muestreo y se mantiene durante todo el período de ensayo.

Todo el manejo que se haga de los filtros, doblado, envoltorio y transporte deben garantizar que no habrá disminución de la calidad del ensayo.

10.7 Análisis de la muestra

10.7.1 Se acondiciona el filtro expuesto y plegado longitudinalmente de manera similar a la establecida para el filtro sin exponer, de acuerdo al punto 8.2

10.7.2 El filtro acondicionado se coloca en la balanza, de manera tal de impedir que se desprendan partículas captadas.

10.7.3 Se lleva a peso constante, se anota su peso.

10.7.4 Los filtros expuestos se pueden guardar si se desea determinar sobre ellos otros contaminantes, si se ha comprobado previamente que el filtro sin exponer posee la calidad analítica apropiada según el caso.

10.7.5 La carpeta donde se guarda cada filtro expuesto debe contener una planilla de anotación con los siguientes datos:

10.7.5.1 Identificación de la estación de muestreo

10.7.5.2 Fecha y lapso de muestreo

10.7.5.3 Flujo del muestreo inicial y final.

10.7.5.4 Volumen de aire muestreado.

10.7.5.5 Peso inicial y final del filtro

10.7.5.6 Observaciones. (Cercanías de incendios o quemas, movimientos de tierra, áreas descubiertas de vegetación con capacidad de producir polvo o partículas, tránsito vehicular y características, lluvia, intensidad y dirección del viento, fenómenos meteorológicos o cualquier otra causa que puedan alterar la toma de muestras).

10.7.6 Se coloca un filtro no expuesto evitando el contacto directo con los dedos. El filtro debe colocarse con la cara más rugosa hacia arriba y centrado sobre el soporte. Se anota el número del filtro en la hoja de datos.

11 EXPRESIÓN DE RESULTADOS

11.1 Cálculo del volumen de aire muestreado en condiciones de medición

11.1.1 Para muestreadores equipados con rotámetros o registrador de flujo

El cálculo del volumen de aire muestreado se debe realizar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_{cm} = Q_{cm} \times t \quad (1)$$

Donde:

V_{cm} es el volúmen de aire muestreado corregido a condiciones de medición, en m^3

Q_{cm} es el flujo corregido a condiciones de medición, en m^3/min

t es el tiempo de muestreo, en min

Q_{cm} se calcula a través de la expresión:

$$Q_{cm} = Q_{cf} \times \left(\frac{T_{cc}}{T_{cf}} \times \frac{P_{cf}}{P_{cc}} \right)^{1/2} \quad (2)$$

Donde:

Q_{cf} es el flujo a condiciones de fabricación del calibrador, en m^3/min ; se calcula a través de la curva patrón de calibración (gráfica suministrada por el fabricante o por organismo o instituto reconocido) y de los datos obtenidos a condiciones de calibración.

T_{cc} es la temperatura a condiciones de calibración, en $^{\circ}K$

T_{cf} es la temperatura a condiciones de fabricación del calibrador, en $^{\circ}K$

P_{cf} es la presión a condiciones de fabricación del calibrador, en mmHg

P_{cc} es la presión a condiciones de fabricación, en mmHg

11.2 Cálculo del volúmen de aire corregido a condiciones estándar

11.2.1 Muestreador sin controlador de flujo

El cálculo del volumen de aire corregido a condiciones estándar se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$V_{est} = Q_{est} \times t \quad (3)$$

Donde:

Vest es el volúmen corregido a condiciones estándar, en m³

Qest es el flujo corregido a condiciones estándar, en m³/min

t es el tiempo de muestreo, en min

Qest se calcula a través de la expresión:

$$Q_{est} = Q_{cm} \times \left(\frac{T_{est}}{T_{cc}} \times \frac{P_{cc}}{P_{est}} \right) \quad (4)$$

Donde:

Qcm es el flujo corregido a condiciones de medición, en m³/min

T_{est} es la temperatura a condiciones estándar (298 °K)

T_{cc} es la temperatura a condiciones de calibración en °K

P_{est} es la presión a condiciones estándar (760 mmHg)

P_{cc} es la presión a condiciones de medición, en mmHg

11.2.2 Muestreador equipado con controlador de flujo

El cálculo del volumen de aire corregido a condiciones estándar se realiza según la ecuación (3).

Qest se calcula a través de la expresión

$$Q_{est} = Q_m \left(\frac{T_{est}}{T_{cc}} \times \frac{P_{cc}}{P_{est}} \right) \quad (5)$$

Donde:

Q_m es el flujo establecido para el muestreo, m³/min, éste se fija entre 1,13 m³/min y 1,42 m³/min (40 cfm y 50 cfm respectivamente).

T_{est} es la temperatura a condiciones estándar (298 °K)

T_{cc} es la temperatura a condiciones de calibración, en °K

P_{est} es la presión a condiciones estándar (760 mmHg)

P_{cc} es la presión a condiciones de calibración, en mmHg

Qest es el flujo a condiciones estándar, en m³/min

11.3 Cálculo de la concentración de partículas totales suspendidas

La concentración de partículas totales suspendidas se calcula a través de la expresión:

$$PTS = \frac{P_f - P_i}{V_{est}} \times 10^{-6} \quad (6)$$

Donde:

P_{ts} es la concentración de las partículas totales suspendidas, en ug/m³

P_f es el peso final del filtro, en ug/m³

P_i es el peso inicial del filtro, en ug/m³

V_{est} es el volúmen corregido a condiciones estándar, en m³

10⁻⁶ es el factor de corrección de gramos a microgramos

12 INFORME

El informe debe contener como mínimo la siguiente información:

12.1.1 Fecha de realización del ensayo y persona que lo realizó.

12.1.2 Ensayo realizado de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 2060.

12.1.3 Resultados parciales, de calibraciones y finales de la determinación.

12.1.4 Llenar la hoja de datos del Anexo A.

12.1.5 Observaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Code of Federal EPA. Año 1989. Regulation 40, part 50,11. (Appendix B, reference methods for the determination of suspended particulates in the atmosphere, high volume method) 1975, pag 129.

Anexo A
(Informativo)

HOJA DE DATOS DE MUESTREO

MUESTREO

CIUDAD _____ DIRECCION _____
ESTACION N° _____
NUMERO DE FILTRO _____
NUMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL MUESTREADOR _____
FECHA DE LA ULTIMA CALIBRACION _____
HORAS DE OPERACION ACUMULADAS DESDE QUE SE CAMBIARON POR ULTIMA VEZ LAS ESCOBILLAS _____

TOMA DE MUESTRA

INICIAL: FECHA _____ DÍA DE LA SEMANA _____ HORA _____
OPERADOR _____ FLUJO _____ (F1, m³/min)

FINAL: FECHA _____ DÍA DE LA SEMANA _____ HORA _____
OPERADOR _____ FLUJO _____ (F1, m³/min)

OBSERVACIONES _____

ANALISIS

FECHA _____
IDENTIFICACION DEL FILTRO (en lugar de número de filtro) _____
PESO INICIAL DEL FILTRO _____ g
PESO FINAL DEL FILTRO _____ g
PESO NETO DE LA MUESTRA _____ g
TEMPO DE MUESTREO TOTAL _____ mín
VOLUMEN DE AIRE _____ m³
CONCENTRACION DE PARTICULAS TOTALES SUSPENDIDAS (PTS) _____ µg/m³
ANALISTA _____
OBSERVACIONES _____

Anexo B
(Informativo)
HOJA DE DATOS DE CALIBRACIÓN

CIUDAD	ENTIDAD FEDERAL
FECHA DE CALIBRACIÓN	
ESTACIÓN	
CALIBRACIÓN EFECTUADA POR	
PRESIÓN BAROMÉTRICA Pcm =	SERIAL No.
TEMPERATURA AMBIENTE Tcm =	
PRESIÓN A LA CUAL EL FABRICANTE EFECTUÓ LA CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE PLATOS Pcf =	
TEMPERATURA A LA CUAL EL FABRICANTE EFECTUÓ LA CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE PLATOS Tcf =	

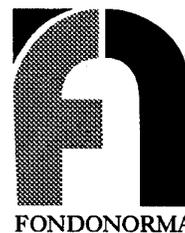
Calibrador	De puntos	De resistencia variable	Lectura del manómetro del calibrador (Medidor de orificio) (Plg de H2O)	Lectura de referencia Carta circular _____ Manómetro _____ Rotámetro _____ Otro _____	Flujo a condiciones de fabricación del calibrador Qcf (m3/min)	Flujo corregido a condiciones de medición Qcm (m3/min)	Flujo corregido a condiciones estandard Qest (m3/min)
	18	1					
	13	2					
	10	3					
	7	4					
	5	5					
		6					

**COVENIN
2060:1996**

**CATEGORÍA
C**

**COMISION VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
MINISTERIO DE FOMENTO
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS**

publicación de:



ICS: 13.040

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

ISBN: 980-06-1791-4

Descripciones: Contaminación atmosférica, partículas en suspensión.