

**METODO CH-4: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN GASES DE CHIMENEA**

1.0 Principio y Aplicabilidad

1.1 Principio

Se extrae de una fuente una muestra de gas a una velocidad constante y se determina la humedad de la corriente muestreada volumétricamente o gravimétricamente.

1.2 Aplicabilidad

Este método se aplica para determinar el contenido de humedad en el gas de chimenea. Se entregan dos procedimientos. El primero es un método de referencia, para determinar con precisión el contenido de humedad (que se necesita para calcular los datos de emisión). El segundo es un método de aproximación que proporciona cálculos estimativos de humedad en porcentaje para facilitar el establecer las velocidades de muestreo isocinético antes de medir la emisión de contaminantes. El método de aproximación descrito sólo se sugiere como un criterio; también son aceptables medios alternativos para estimar el contenido de humedad, por ejemplo, tubos secadores, técnicas de bulbo húmedo-bulbo seco, técnicas de condensación, cálculos estequiométricos, experiencia previa, etc.

A menudo, se utiliza simultáneamente el método de referencia con una corrida de mediciones de emisión de contaminantes. Cuando es así, los cálculos del porcentaje de isocinetismo, velocidad de la emisión de contaminantes, etc. para la corrida deben basarse en los resultados del método de referencia o su equivalente. Estos cálculos no se deben basar en los resultados del método de aproximación, a menos que se demuestre que este último, para satisfacción del Servicio de Salud respectivo, es capaz de producir resultados dentro de 1% H<sub>2</sub>O del método de referencia.

NOTA: El método de referencia puede producir resultados cuestionables cuando se aplica a corrientes de gas saturadas o corrientes que contienen gotas de agua. Por lo tanto, cuando existen estas condiciones o se sospecha de ellas, se debe realizar simultáneamente una segunda determinación del contenido de humedad con el método de referencia del siguiente modo: Suponer que la corriente de gas está saturada. Colocar un sensor de temperatura (con la capacidad para medir a  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  ( $2^{\circ}\text{F}$ )) junto a la sonda del método de referencia. Medir la temperatura del gas de chimenea en cada punto de la transversa (ver sección 2.2.1) durante la transversal del método de referencia. Calcular la temperatura promedio del gas de chimenea. Enseguida, determinar el porcentaje de humedad, ya sea por: (1) usar una carta psicrométrico y hacer las correcciones adecuadas si la presión de la chimenea es diferente a la de la carta o (2) usar tablas de presión de vapor saturado. En los casos donde la carta psicrométrico o las tablas de presión de vapor saturado no son aplicables (basándose en la evaluación del proceso), es posible usar métodos alternativos, sujetos a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

## 2.0 Método de referencia.

El procedimiento descrito en el Método 5 para determinar el contenido de humedad resulta aceptable como método de referencia.

### 2.1 Equipo

Un esquema del tren de muestreo usado en este método de referencia es ilustrado en la Fig. 4-1. Todos los componentes deben contar con el mantenimiento y la calibración conforme al procedimiento señalado en el Método 5.

#### 2.1.1 Sonda

La sonda debe ser de acero inoxidable o de vidrio, lo suficientemente calefaccionada para evitar la condensación del agua y equipada con un filtro, ya sea dentro de la chimenea (por ejemplo, un tapón de lana de vidrio insertado al final de la sonda) o calefaccionada fuera de la chimenea (por ejemplo, como se describe en el Método 5), para extraer el material particulado.

Cuando las condiciones de la chimenea lo permiten, se pueden usar para la sonda tubos de otros metales o plásticos, sujetos a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

### 2.1.2 Condensador

El condensador consiste en 4 impingers o impactadores de humedad conectados en serie con uniones de vidrio esmerilado, libre de filtraciones, o cualquier accesorio similarmente libre de filtraciones no contaminantes. El primer, tercer y cuarto impingers deben ser del tipo Greenburg-Smith, con una modificación consistente en el reemplazo de la punta por un tubo de vidrio de diámetro interno de 1,3 cm (1/2 pulg.) que se extiende cercano a 1,3 cm (1/2 pulg.) de el fondo del frasco. El segundo impinger debe ser Greenburg-Smith con la punta estándar. Es posible utilizar modificaciones (por ejemplo, usando conexiones flexibles entre los impingers, usando un material distinto del vidrio o usando líneas de vacío flexibles para conectar el portafiltro con el condensador), sujetas a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

Los primeros 2 impingers deben contener volúmenes conocidos de agua (150 cc c/u), el tercero debe estar vacío y el cuarto debe contener un peso conocido de sílica gel, con una granulometría entre 6 y 16 mallas, indicando el tipo de sílica gel, o desecante equivalente. Si la sílica gel se ha usado previamente, secarla a 175°C (350°F) durante 2 horas. También se puede usar sílica gel nueva tal como se recibió. Se puede colocar un termómetro con la capacidad para medir temperaturas dentro de 1°C (2°F) en la salida del cuarto impinger, para propósitos de monitoreo.

Alternativamente, se puede usar cualquier sistema (sujeto a la aprobación del Servicio de Salud respectivo) que enfríe la corriente de gas muestreada y que permita medir el agua que se ha condensado y la humedad proveniente del condensador, cada uno dentro de 1 ml o 1 g. Los medios aceptables para medir el agua condensada, ya sea gravimétrica o volumétricamente, y para medir la humedad proveniente del condensador, son al: (1) monitorear la temperatura y la presión a la salida del condensador y aplicar la ley de Dalton de las presiones parciales o (2) pasar la corriente de gas por una trampa de sílica gel tarada (o desecante equivalente), con gases de salida mantenidos bajo 20°C (68°F) y determinar la ganancia en peso de la sílica.

En caso de usar otros medios distintos de la sílica gel para determinar la cantidad de humedad proveniente del condensador, se recomienda que se siga usando sílica gel (o equivalente) entre el sistema de condensador y la bomba, para evitar la condensación de la humedad en la bomba e instrumentos de medición y también para evitar la necesidad de hacer correcciones debida a la humedad en el volumen medido.

#### 2.1.3 Sistema de Enfriamiento

Se utiliza un recipiente para el baño de hielo y hielo molido (o equivalente) para ayudar a condensar la humedad.

#### 2.1.4 Sistema de medición.

Este sistema incluye un medidor de vacío, bomba sin filtraciones, termómetros con la capacidad para medir temperaturas dentro de 3°C (5,4°F), medidor de gas seco con la capacidad para medir el volumen dentro del 2%, y equipo relacionado que se muestra en la Fig.4-1. Se pueden usar otros sistemas de medición, con la capacidad para mantener una velocidad de muestreo constante y para determinar el volumen de gas muestreado, sujetos a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

#### 2.1.5 Barómetro

Se puede usar un barómetro de mercurio, aneroide u otro con la capacidad para medir la presión atmosférica dentro de 2,5 mm Hg (0,1 pulg. Hg). En muchos casos, la lectura barométrica se puede obtener de una estación del Servicio Nacional de Meteorología; en ese caso, se debe pedir el valor en la estación (que corresponde a la presión barométrica absoluta), y se aplica un ajuste por las diferencias de altura entre la estación meteorológica y el punto de muestreo (como se describe en la sección 2.5, método 2).

#### 2.1.6 Probeta y/o balanza

Se usan estos equipos para medir el agua condensada y la humedad recogida en la sílica gel con una unidad mínima medida de 1 ml o 0,5 g. Las probetas no deben tener subdivisiones de más de 2 ml. La mayoría de las balanzas de laboratorio tienen la capacidad de pesar al 0,5 g, o menos. Dichas balanzas resultan adecuadas, para ser usadas en los propósitos anteriores.

## 2.2 Procedimiento

El siguiente procedimiento corresponde a un sistema condensador (como el sistema con "impingers", descrito en la sección 2.1.2) que incorpora análisis volumétricos para medir la humedad condensada y la sílica gel, y análisis gravimétrico para medir la humedad que sale del condensador.

2.2.1 A menos que el Servicio de Salud respectivo especifique lo contrario, se usa un mínimo de 8 puntos transversales para chimeneas circulares con diámetros inferiores a 0,61 m (24 pulg.), un mínimo de 9 puntos para chimeneas rectangulares con diámetros equivalentes inferiores a 0,61 m (24 pulg.) y un mínimo de 12 puntos transversales para todos los otros casos. Los puntos transversales deben estar ubicados conforme al Método 1. El uso de menos puntos está sujeto a la aprobación del Servicio de Salud respectivo. Seleccionar un tipo y largo de sonda adecuados, de modo que todos los puntos transversales puedan ser muestreados. Considere tomar muestras desde los lados opuestos de la chimenea (4 orificios de muestreo en total) para chimeneas grandes, con el objeto de permitir el uso de sondas más cortas. Marcar la sonda con una cinta resistente al calor o con otro método para indicar la distancia adecuada dentro de la chimenea o ducto para cada punto de muestreo. Colocar volúmenes conocidos de agua en los primeros dos "impingers". Pesarse y luego registrar el peso de la sílica gel al 0,5 gr y transferir la sílica gel al cuarto impinger. Alternativamente, se puede colocar primero la sílica gel en el impinger y luego registrar el peso de sílica gel y del impinger.

2.2.2 Seleccionar un tiempo total de muestreo de modo que se recolecte un volumen total mínimo de gas de 0,60 scm (21 scf) a una velocidad no superior a 0,021 m<sup>3</sup>/min. (0,75 cfm). Cuando se desea determinar el contenido de humedad y la velocidad de emisión de contaminantes, la determinación de la humedad debe ser simultánea con, y por el mismo intervalo total de tiempo, la medición de la velocidad de emisión de contaminantes, a menos que se especifique lo contrario en la reglamentación aplicable.

- 2.2.3 Instalar el tren de muestreo como se indica en la Fig. 4-1. Encender el calefactor de la sonda (en caso de ser aplicable) el sistema de calefacción del filtro a una temperatura de alrededor de 120°C (248°F), para evitar la condensación del agua antes del condensador. Dejar el tiempo suficiente para que se estabilicen las temperaturas. Colocar el hielo molido en el recipiente de baño de hielo. Se recomienda, pero no se exige, llevar a cabo una revisión para detectar filtraciones, del siguiente modo: Desconectar la sonda del primer impinger o (en caso de ser aplicable) de el porta filtro. Taponear la entrada de el primer impinger (o porta filtro) y producir un vacío de 380 mm Hg (15 pulg. Hg.). Se puede usar un vacío menor, siempre y cuando este no sea sobrepasado durante el muestreo. Se considera inaceptable una velocidad de filtración sobre el 4% de la velocidad promedio de muestreo o 0,00057 m/min (0,02 cfm), el que sea menor. Después de la revisión de filtraciones volver a conectar la sonda a el tren de muestreo.
- 2.2.4 Durante la corrida de muestreo, es necesario mantener una velocidad de muestreo dentro del 10% de la velocidad constante, o según lo especifique el Servicio de Salud respectivo. Para cada corrida, se deben registrar los datos pedidos en el ejemplo de la hoja de datos que se muestra en la Fig. 4-2. Asegurarse de registrar la lectura del medidor de gas seco, al comienzo y al final de cada incremento de tiempo de muestreo y cuando se deja de muestrear. Tomar otras lecturas apropiadas en cada punto de muestreo, al menos una vez durante cada incremento de tiempo.
- 2.2.5 Para comenzar a tomar muestras, colocar la punta de la sonda en el primer punto transversal. Inmediatamente encender la bomba y ajustar el flujo a la velocidad deseada. Realizar el barrido de la sección transversal, tomando muestras en cada punto transversal por un intervalo de tiempo igual. Poner más hielo y, en caso de ser necesario, poner sal para mantener una temperatura inferior a 20°C (68°F) en la boca de salida de la sílica gel.

2.2.6 Después de recoger la muestra, desconectar la sonda de el porta filtro (o del primer impinger) y realizar una revisión para detectar filtraciones (obligatorio), tal como se describe en la sección 2.2.3. Registrar la velocidad de la filtración. Si ésta excede la velocidad permitida, el operador debe rechazar los resultados del muestreo o corregir el volumen de la muestra según lo indicado en la sección 6.3 del Método 5. Enseguida, se debe medir el volumen de la humedad condensada lo más próximo al ml. Determinar el aumento en peso de la sílica gel (o sílica gel más el impinger) lo más próximo al 0,5 g. Registrar esta información (ver el ejemplo de la hoja de datos, Fig.4-3) y calcular el porcentaje de humedad, tal como se describe en el punto 2.3 de más abajo.

2.2.7 Se sugiere una revisión de control de calidad del sistema de medición del volumen en terreno antes de recoger las muestras, siguiendo el procedimiento del Método 5, sección 4.4.

### 2.3 Cálculos

Efectuar los siguientes cálculos, reteniendo al menos un decimal extra fuera del de los datos obtenidos. Redondear las cifras después de los cálculos finales.

#### 2.3.1 Nomenclatura

$B_{wa}$  = Proporción de vapor de agua, por volumen, en la corriente de gas.

$M_w$  = Peso molecular del agua, 18,0 g/g-mol (18,0lb/lb-mol).

$P_m$  = Presión absoluta (para este método, igual que la presión barométrica) en el medidor de gas seco, mm Hg (pulg. Hg).

$P_{std}$  = Presión estándar absoluta, 760 mm Hg (29,92 pulg. Hg.).

- $R$  = Constante de los gases ideales 0,06236 (mm Hg) ( $m^3$ )/ (g-mol) ( $^{\circ}K$ ) en unidades métricas y 21,85 (pulg. Hg) (pies<sup>3</sup>)/(lb-mol) ( $^{\circ}R$ ) en unidades inglesa.
- $T_m$  = Temperatura absoluta en el medidor,  $^{\circ}K$  ( $^{\circ}R$ ).
- $T_{std}$  = Temperatura estándar absoluta, 298 $^{\circ}K$  (536,7 $^{\circ}R$ ).
- $V_m$  = Volumen de gas seco obtenido por un medidor de gas seco, dcm (dcf).
- $\Delta V_m$  = Incremento del volumen de gas seco obtenido por un medidor de gas seco en cada punto transversal, dcm (dcf).
- $V_{n(std)}$  = Volumen de gas seco obtenido por un medidor de gas seco, corregido a condiciones estándares, dscm (dscf).
- $V_{wc(std)}$  = Volumen de vapor de agua condensado y corregido a condiciones estándares, scm (scf).
- $V_{wng(std)}$  = Volumen de vapor de agua recogido en la sílica gel y corregido a condiciones estándares, scm (scf).
- $V_f$  = Volumen final del agua condensada, ml.
- $V_i$  = Volumen inicial, en caso de haber, del agua condensada, ml.
- $W_f$  = Peso final de sílica gel o de sílica gel más el impinger, g.
- $W_i$  = Peso inicial de sílica gel o de sílica gel más el impinger, g.
- $Y$  = Factor de calibración del medidor de gas seco.
- $\rho_w$  = Densidad del agua, 0,9982 g/ml (0,002201 lb/ml).

### 2.3.2 Volumen de vapor de agua condensado

Ecuación 4-1



$$V_{wc(std)} = \frac{(V_f - V_i) \rho_w RT_{std}}{P_{std} M_w} = K_1 (V_f - V_i)$$

donde:

$$\begin{aligned} K_1 &= 0,001356 \text{ m}^3/\text{ml} \text{ en unidades métricas} \\ &= 0,047925 \text{ pies}^3/\text{ml} \text{ en unidades inglesas.} \end{aligned}$$

### 2.3.3 Volumen de vapor de agua recogido en la sílica gel.

Ecuación 4-2

$$V_{wsg(std)} = \frac{(W_f - W_i) RT_{std}}{P_{std} M_w} = K_2 (W_f - W_i)$$

donde:

$$\begin{aligned} K_2 &= 0,001358 \text{ m}^3/\text{g} \text{ en unidades métricas} \\ &= 0,04715 \text{ pies}^3/\text{g} \text{ en unidades inglesas.} \end{aligned}$$

### 2.3.4 Volumen del gas muestreado

Ecuación 4-3

$$V_{m(std)} = V_m Y \frac{(P_m) (T_{std})}{(P_{std}) (T_m)} = K_3 Y \frac{V_m P_m}{T_m}$$

donde:

$$\begin{aligned} K_3 &= 0,3921 \text{ }^\circ\text{K}/\text{mm Hg} \text{ en unidades métricas} \\ &= 17,94 \text{ }^\circ\text{R}/\text{pulg. Hg} \text{ en unidades inglesas.} \end{aligned}$$

NOTA: Si la velocidad de filtración posterior al muestreo (sección 2.2.6) excede la velocidad permitida, entonces se debe corregir el valor de  $V_m$  en la ecuación 4-3, según se describe en la sección 6.3 del Método 5.

### 2.3.5 Contenido de humedad.

Ecuación 4-4

$$B_{ws} = \frac{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)}}{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)} + V_m(std)}$$

NOTA: En corrientes de gas cargadas de gotas de humedad o saturadas, se deben efectuar 2 cálculos del contenido de humedad en el gas de chimenea, en uno se usa un valor basado en las condiciones saturadas (ver sección 1.2) y en el otro, un valor basado en los resultados del análisis de impinger. El menor de estos dos valores de  $B_{wn}$  será considerado correcto.

### 2.3.6 Verificación de la velocidad constante de muestreo

Para cada aumento de tiempo, se debe determinar  $\Delta V_m$ . Luego calcular el promedio. Si el valor para cualquier aumento de tiempo difiere del promedio en más de 10% entonces se deben rechazar los resultados y repetir la corrida.

## 3.0 Método de aproximación.

El método de aproximación descrito más abajo, sólo se presenta como una sugerencia (ver sección 1.2).

### 3.1 Equipo

#### 3.1.1 Sonda

Tubo de vidrio o acero inoxidable, lo suficientemente calefaccionado para evitar la condensación del agua y equipado con un filtro (ya sea dentro de la chimenea o calefaccionado fuera de la chimenea) para extraer el material particulado. Se considera como un filtro satisfactorio un tapón de lana de vidrio, insertado en el extremo de la sonda.

3.1.2 Impingers

2 impingers pequeños cada uno con una capacidad de 30 ml o equivalente.

3.1.3 Baño de hielo

Recipiente y hielo, para ayudar a condensar la humedad en los impingers.

3.1.4 Tubo secador

Tubo lleno con sílica gel del tipo nueva o regenerada indicando la malla 6 - 16 (o desecante equivalente), para secar el gas muestreado y para proteger el medidor y la bomba.

3.1.5 Válvula

Válvula de aguja para regular la velocidad del flujo de gas de muestreo.

3.1.6 Bomba

Tipo diafragma o equivalente, libre de filtraciones, para llevar la muestra de gas a través del tren.

3.1.7 Medidor de volumen

Medidor de gas seco, con una precisión suficiente para medir el volumen de la muestra dentro de un 2% y calibrado sobre un rango de velocidades de flujo y en las condiciones reales observadas durante el muestreo.

3.1.8 Medidor de la velocidad

Rotámetro para medir en un rango de flujo de 0 a 3 lpm (0 a 011 cfm).

3.1.9 Probeta 25 ml.

3.1.10 Barómetro

Barómetro de mercurio, aneroides u otro, según se describe en la sección 2.1.5.

- 3.1.11 Medidor de vacío. Medidor de al menos 760 mm Hg (30 pulg.Hg) para ser usado para la revisión de filtraciones.

3.2 Procedimiento

- 3.2.1 Colocar exactamente 5 ml de agua destilada en cada impinger.

Se debe revisar el tren de muestreo para detectar filtraciones del siguiente modo:

Insertar temporalmente un medidor de vacío en o lo más cercano de la bocatoma de la sonda; luego, tapar la bocatoma de la sonda y hacer un vacío de al menos 250 mm Hg (10 pulg. Hg). Anotar el tiempo de la velocidad de cambio de el dial del medidor de gas seco. Alternativamente, se puede conectar temporalmente un rotámetro (0-40 cc/min.) a la salida del medidor de gas seco para determinar la velocidad de la filtración. Se considera aceptable una velocidad de filtración no superior a 2% de la velocidad promedio de muestreo.

NOTA: Retirar cuidadosamente el tapón colocado en la bocatoma de la sonda antes de apagar la bomba.

- 3.2.2 Conectar la sonda, insertarla en la chimenea y tomar muestras a una velocidad constante de 2 lpm (0,071 cfm). Continuar con el muestreo hasta que el medidor de gas seco registre aproximadamente 30 litros (1,1 pie<sup>3</sup>) o hasta que gotas visibles de líquido pasen del primer al segundo impinger. Registrar la temperatura, presión y las lecturas obtenidas del medidor de gas seco, según se requiere en la Fig. 4-5.

- 3.2.3 Después de recoger la muestra, se deben combinar los contenidos de los dos impingers y medir el volumen lo más próximo al 0,5 ml.

### 3.3 Cálculos

El método presentado para calcular está diseñado para estimar la humedad en el gas de chimenea; por lo tanto, no se recopilan otros datos, los cuales sólo son necesarios para determinaciones precisas de la humedad. Las siguientes ecuaciones sirven para estimar adecuadamente el contenido de humedad, con el objeto de determinar el ajuste de la velocidad de muestreo isocinético.

#### 3.3.1 Nomenclatura

- $B_{wa}$  = Vapor de agua en la corriente de gas, proporción por volumen.
- $M_w$  = Peso molecular del agua, 18,0 g/g-mol (18,0 lb/lb-mol).
- $P_m$  = Presión absoluta (para este método, igual que la presión barométrica) en el medidor de gas seco.
- $P_{std}$  = Presión estándar absoluta, 760 mm Hg (29,92 pulg. Hg).
- $R$  = Constante de los gases ideales 0,06236 (mm Hg) (m<sup>3</sup>)/(g-mol) (°K) en unidades métricas y 21,85 (pulg.Hg) (pies<sup>3</sup>)/lb-mol) (°R) en medidas inglesas.
- $T_m$  = Temperatura absoluta en el medidor, °K (°R).
- $T_{std}$  = Temperatura estándar absoluta, 298 °K (536,7°R).
- $V_f$  = Volumen final de los contenidos en los impingers, ml.
- $V_i$  = Volumen inicial de los contenidos en los impingers, ml.
- $V_m$  = Volumen de gas seco medido por el medidor de gas seco, dcm (dcf).

$V_{m(std)}$  = Volumen de gas seco obtenido por medidor de gas seco, corregido a condiciones estándar, dscm (dscf).

$V_{wsq(std)}$  = Volumen de vapor de agua recogido en la silica gel, corregido a condiciones estándares, scm (scf).

$V_{wc(std)}$  = Volumen de vapor de agua condensado, corregido a condiciones estándares, scm (scf).

$\rho_w$  = Densidad del agua, 0,9982 g/ml (0,002201 lb/ml).

$Y$  = Factor de calibración del medidor de gas seco.

### 3.3.2 Volumen de vapor de agua recogido.

Ecuación 4-5

$$V_{wc} = \frac{(V_f - V_i) \rho_w RT_{std}}{P_{std} M_w} = K_1 (V_f - V_i)$$

donde:

$K_1$  = 0,001356 m<sup>3</sup>/ml en unidades métricas  
= 0,047925 pies<sup>3</sup>/ml en unidades inglesas.

### 3.3.3 Volumen de gas.

Ecuación 4-6

$$V_{m(std)} = V_m \left( \frac{P_m}{P_{std}} \right) \left( \frac{T_{std}}{T_m} \right) = K_2 \frac{V_m P_m}{T_m}$$

donde:

$K_2$  = 0,3921 °K/mm Hg en unidades métricas  
= 17,94 °R/pulg. Hg en unidades inglesas.

3.3.4 Contenido aproximado de humedad.

Ecuación 4-7

$$B_{ws} = \frac{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)}}{V_{wc(std)} + V_{wsg(std)} + V_m(std)}$$

4.0 Calibración.

4.1 Para el método de referencia, se debe calibrar el equipo conforme a lo especificado en las siguientes secciones del Método 5 : sección 5.3 (sistema de medición); sección 5.5 (medidores de temperatura) y sección 5.7 (barómetro). También se aplica al método de referencia la revisión recomendada para detectar filtraciones en el sistema de medición (sección 5.6 del Método 5). Para el método de aproximación, usar los procedimientos señalados en la sección 5.1.1 del Método 6 para calibrar el sistema de medición, y el procedimiento del Método 5, sección 5.7 para calibrar el barómetro.

5.0 Bibliografía.

1. Air Pollution Engineering Manual (Second Edition). Danielson J.A. (ed.). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, NC. Publication No. AP-40. 1973.
2. Devorkin, Howard et al. Air Pollution Source Testing Manual. Air Pollution Control District, Los Angeles, CA. November, 1963.
3. Methods for Determination of Velocity, Volume, Dust and Mist Content of Gases. Western Precipitation Division of Joy Manufacturing Co., Los Angeles, CA. Bulletin WP-50.1968

Libro de Metodologías  
Aprobadas

Código : Método CH-4  
Revisión: 1  
Fecha : Marzo 1996  
Página : 16 de 20

6.0 **Bibliografía utilizada para la proposición del método.**

Method 4 " Determination of Moisture Content in Stack Gases". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.



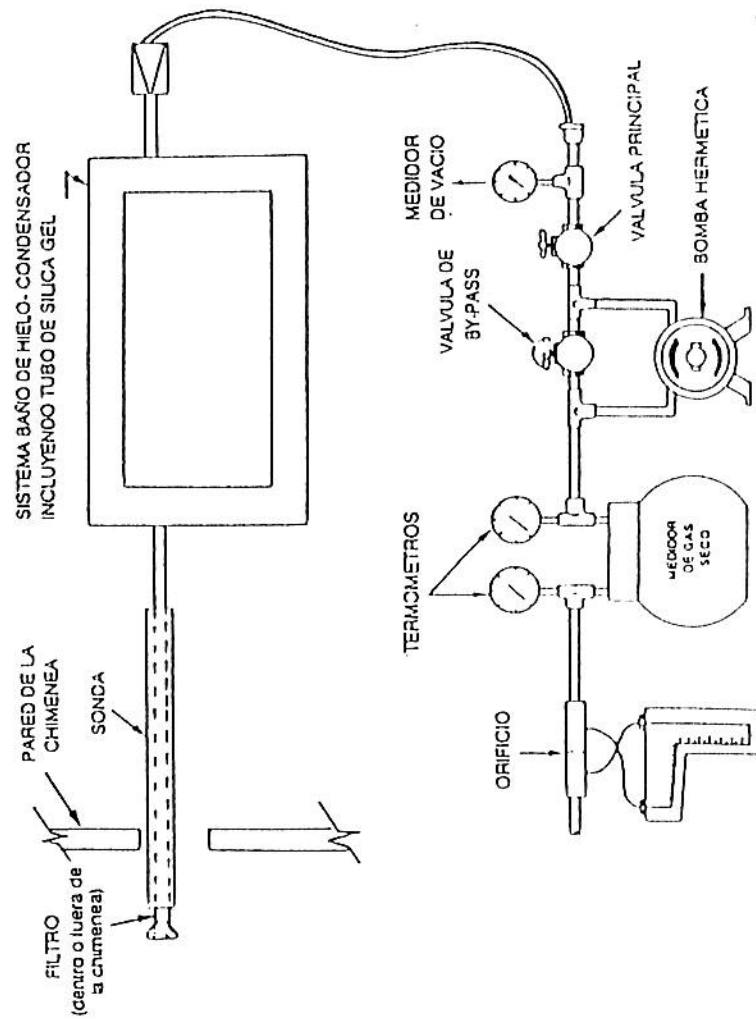


Figura 4-1 : Método de Referencia-Tiempo de muestreo de humedad.

Figura 4-2 : Método de Referencia para la determinación en terreno de la humedad

PLANTA \_\_\_\_\_  
 UBICACION \_\_\_\_\_  
 OPERADOR \_\_\_\_\_  
 FECHA \_\_\_\_\_  
 CORRIDA N° \_\_\_\_\_  
 TEMPETATURA AMBIENTE \_\_\_\_\_  
 PRESION BAROMETRICA \_\_\_\_\_  
 LARGO DE LA SONDA.m (pies) \_\_\_\_\_

ESQUEMA DE LA SECCION TRANVERSAL  
DE LA CHIMENEA

N° DE PUNTOS TRANVERSAL	TIEMPO DE MUESTREO (θ) min.	TEMPERATURA DE CHIMENEA °C ( °F)	PRESION DIFERENCIAL EN EL ORFICIO DEL MEDIDOR H mm (pulg.) H <sub>2</sub> O	VOLUMEN DE MUESTRA DE GAS LEIDA EN EL MEDIDOR m <sup>3</sup> (pies <sup>3</sup> )	ΔV <sub>m</sub> m <sup>3</sup> (pies <sup>3</sup> )	TEMPERATURA DE LA MUESTRA DE GAS EN EL MEDIDOR DE GAS SECO		TEMPERATURA DE GAS EN EL CONDENSADOR DE SALIDA O EN EL ÚLTIMO IMPRINGER °C (°F)
						ENTRADA (T <sub>msal</sub> ). °C (°F)	SALIDA (T <sub>msal</sub> ). °C (°F)	
TOTAL					PROM			
PROMEDIO					PROM			PROM

Figura 4-3 : Método de Referencia -Datos Analíticos.

	VOLUMEN IMPINGER ml	PESO SILICA GEL. g
FINAL _____		
INICIAL _____		
DIFERENCIA _____		

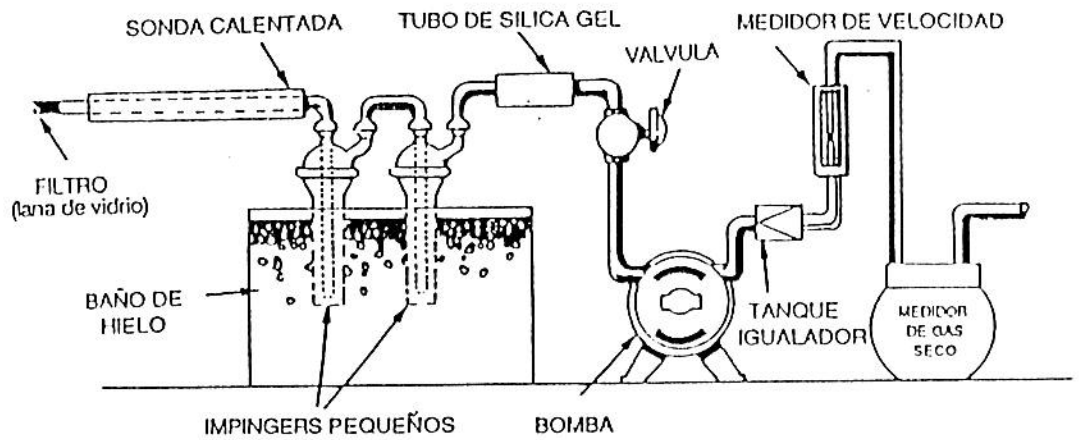


Figura 4-4 : Método de Aproximación- Tren de muestreo- humedad.

