

MINISTERIO DE SALUD

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA DE CHILE
Depa. de Salud Ocupacional y Contaminación Ambiental
SECRETARÍA DE ESTUDIOS
BIBLIOTECA J.J. BLOOMFIELD



BdZ Aire
I 59

METODOLOGIA PARA MEDICION DE EMISIONES EN FUENTES ESTACIONARIAS

INSTITUTO
DE
SALUD PUBLICA

SERVICIO DE SALUD
DEL AMBIENTE
REGION METROPOLITANA

APRUEBA NORMAS TECNICAS QUE INDICA SOBRE METODOLOGIAS DE MEDICION Y ANALISIS DE EMISIONES DE FUENTES ESTACIONARIAS

Núm. 1.349 exenta.- Santiago, 6 de octubre de 1997.- Visto: estos antecedentes; lo propuesto por el Instituto de Salud Pública de Chile en su Ord. N° 812, de 16 de julio de 1997; lo informado por la División de Salud Ambiental del Ministerio de Salud en su memorándum N° 9B/580, de 1° de agosto de 1997; lo establecido en los artículos 4° y 6° del decreto ley N° 2.763 de 1979; en los artículos 2° letras a) y c) y 3° del decreto supremo N° 2.467 de 1993, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial del 18 de febrero de 1994, que aprueba el Reglamento de Laboratorios de Medición y Análisis de Emisiones Atmosféricas provenientes de Fuentes Estacionarias; y en la resolución N° 55 de 1992, de la Contraloría General de la República, dicto la siguiente.

R e s o l u c i ó n :

1°.- Apruébanse las siguientes normas técnicas sobre metodologías de medición y análisis de emisiones de fuentes estacionarias:

- Método CH-1: Localización de puntos de muestreo y de medición de velocidad para fuentes fijas. (16 páginas).
- Método CH-1A: Transversas de muestreo y velocidad para chimeneas o ductos pequeños. (5 páginas).
- Método CH-2: Determinación de la velocidad y del flujo volumétrico en gases de chimenea (tubo pitot tipo s). (34 páginas).
- Método CH-2A: Mediciones directas del volumen del gas en chimeneas y ductos pequeños. (9 páginas).
- Método CH-2C: Determinación de la velocidad y del flujo volumétrico en chimeneas pequeñas y ductos (tubo pitot estándar). (3 páginas).
- Método CH-2D: Mediciones del flujo volumétrico del gas en chimeneas y ductos pequeños. (5 páginas).
- Método CH-3: Análisis de gas para la determinación del peso molecular seco. (11 páginas).
- Método CH-3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes fijas (procedimiento con analizador instrumental). (7 páginas).

- Método CH-3B: Análisis del gas para determinar el factor de corrección de la velocidad de emisión o el exceso de aire. (10 páginas).
- Método CH-4: Determinación del contenido de humedad en gases de chimenea. (20 páginas).
- Método CH-5: Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias. (64 páginas).
- Método CH-5H: Determinación de partículas emitidas desde un calefactor a leña en un sitio de la chimenea. (33 páginas).
- Método CH-6C: Determinación de las emisiones de dióxido de azufre desde fuentes fijas. (procedimiento con analizador instrumental). (18 páginas).
- Método CH-A: Metodología simplificada de medición para fuentes grupales a petróleo diesel, kerosene o gas. (12 páginas).
- Método CH-2B: Determinación de material particulado y certificación y auditoría de calefactores a leña. (38 páginas).

2°.- Los originales de las normas técnicas señaladas en el punto 1° permanecerán en poder del Departamento de Programas sobre el Ambiente del Ministerio de Salud, para todos los efectos a que haya lugar.

Copias de las mismas se mantendrán en todos los Servicios de Salud y en el Instituto de Salud Pública de Chile, para efectos de su consulta o fotocopia por los interesados.

3°.- Todos los laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias, deberán sujetarse a las normas técnicas que por este acto se aprueban para efectos de las metodologías de medición, de acuerdo a lo estipulado en el artículo 3° del decreto supremo N° 2.467 de 1993, del Ministerio de Salud.

Anótese y publíquese.- Alex Figueroa Muñoz, Ministro de Salud.

Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda a Ud., Dr. Fernando Muñoz Porras, Subsecretario de Salud.

METODO CH-1: LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO Y DE MEDICION DE VELOCIDAD PARA FUENTES FIJAS

1.0 Principio y Aplicabilidad

1.1 Principio.

Para facilitar que las mediciones de emisiones de contaminantes y/o de la velocidad de flujo volumétrico total de una fuente estacionaria sean representativas, se debe seleccionar un punto de muestreo donde la corriente del efluente fluya hacia una dirección conocida, y el área transversal de la chimenea se divida en un número de áreas iguales. Se localiza un punto transversal dentro de cada una de estas áreas iguales.

1.2 Aplicabilidad

Este método se aplica a corrientes de gases que fluyen en ductos, chimeneas y cañones. El método no se podrá utilizar cuando : (1) el flujo es ciclónico o con turbulencias (ver sección 2.4), (2) una chimenea tiene un diámetro inferior a 0,30 m (12 pulg), o un área transversal de 0,071 m² (113 pulg²), o (3) el sitio de muestreo se encuentra a menos de dos diámetros del ducto corriente abajo o a menos de medio diámetro corriente arriba de una perturbación al flujo.

2.0 Procedimiento

2.1 Selección del sitio de muestreo

El muestreo o las mediciones de velocidad se deben llevar a cabo en un sitio ubicado idealmente al menos a ocho veces el diámetro de la chimenea o ducto corriente abajo de la última perturbación y a dos veces el diámetro corriente arriba desde cualquier perturbación al flujo, como por ejemplo, un codo, expansión o contracción en la chimenea o de una llama visible. En caso de ser necesario, se debe elegir un sitio de medición alternativo, ubicado al menos dos veces el diámetro de una chimenea o ducto corriente abajo y a medio diámetro corriente arriba de toda perturbación al flujo. Para una sección transversal rectangular, se debe calcular un diámetro equivalente (De) con la siguiente ecuación, para determinar las distancias corriente arriba y corriente abajo :

Ecuación 1-1

$$D_e = \frac{2 LW}{(L+W)}$$

donde L = largo y W = ancho.

Existe otro procedimiento alternativo para determinar la aceptación del sitio de muestreo seleccionado cuando no cumple con los criterios ya señalados. Este procedimiento, que consiste en determinar los ángulos de flujo del gas en los puntos de muestreo y en comparar los resultados con los criterios de aceptación, se describe en la sección 2.5.

2.2 Determinación del número de puntos en la travesa

2.2.1 Puntos en la travesa para la determinación de particulado

Cuando es posible cumplir con los criterios de 8 y 2 diámetros, la cantidad mínima de puntos transversales corresponderá a:

- (1) doce, para chimeneas rectangulares o circulares con diámetros (o diámetros equivalentes) superiores a 0,61 m (24 pulgadas)
- (2) ocho, para chimeneas circulares con diámetros entre 0,30 m y 0,61 m (12-24 pulgadas)
- (3) nueve, para chimeneas rectangulares con diámetros equivalentes entre 0,30 m y 0,61 m (12-24 pulgadas). Cuando no se cumplen los criterios de 8 y 2 diámetros, la cantidad mínima de puntos en la transversal se determina del modo indicado en la Fig.1-1. Sin embargo, antes de referirnos a la Fig.1-1, se deben determinar las distancias desde el sitio de muestreo hasta las perturbaciones más próximas corriente arriba y corriente abajo y dividir cada distancia por el diámetro de la chimenea o diámetro equivalente, para determinar la distancia en términos del número de diámetros de ducto.

Después se deben determinar, basándose en la Fig.1-1, la cantidad mínima de puntos en la travesa que corresponderán: (1) al número de diámetros de ducto corriente arriba; y (2) al número de diámetros de ducto corriente abajo. Seleccionar el mayor de los dos números mínimos de puntos transversales, o un valor superior, de modo que para las chimeneas circulares el número corresponda a un múltiplo de 4, y para las chimeneas rectangulares el número sea uno de los indicados en la Tabla 1-1.

2.2.2 Puntos en la travesa para la velocidad (no para el particulado).

Para determinar la velocidad o la velocidad del flujo volumétrico (pero no el material particulado), se debe seguir el mismo procedimiento que para el de las travesas de particulado (sección 2.2.1), pero con la diferencia que se puede usar la Fig.1-2 en vez de la Fig. 1-1.

2.3 Configuración de la sección transversal y ubicación de los puntos en la travesa.

2.3.1 Chimeneas circulares.

Localizar los puntos en la travesa sobre dos diámetros perpendiculares según la Tabla 1-2 y el ejemplo mostrado en la Fig.1-3. Cualquier ecuación que entregue los mismos valores que los señalados en la Tabla 1-2, se podrá usar en vez de la Tabla 1-2.

Para los puntos en la travesa para particulado, uno de los diámetros debe estar en un plano que contenga la variación de concentración más grande esperada; por ejemplo, después de los codos, un diámetro debe estar en el plano del codo. Este requisito se hace menos crítico a medida que aumenta la distancia desde las perturbaciones; por lo tanto, se pueden usar otras ubicaciones para el diámetro, sujetas a la aprobación del Servicio de Salud respectivo.

Además, en las chimeneas con diámetros superiores a 0,61 m (24 pulg.) no se deben ubicar puntos en la travesa a menos de 2,5 cm (1 pulg.) de las paredes de la chimenea; y para diámetros iguales o inferiores a 0,61 m(24 pulg.) no se deben ubicar puntos en la travesa a menos de 1,3 cm (0,50 pulg.) de las paredes de la chimenea. Para cumplir con estos requerimientos se deben observar los procedimientos entregados a continuación.

- 2.3.1.1 Chimeneas con diámetros superiores a 0,61 m (24 pulg.). Cuando cualquier punto de la travesa, ubicado tal como se indica en la sección 2.3.1, se encuentra a menos de 2,5 cm (1,0 pulg.) de las paredes de la chimenea, es necesario reubicarlo lejos de estas a : (1) una distancia de 2,5 cm (1,0 pulg.), o (2) a una distancia igual al diámetro interno de la boquilla, siendo el valor final aquel que corresponda a la mayor distancia. Estos nuevos puntos de la travesa (a cada extremo de un diámetro) corresponderán a los puntos transversales "ajustados".

Cuando se juntan dos puntos transversales sucesivos para formar un sólo punto transversal ajustado, se debe tratar el punto ajustado como dos puntos transversales separados, tanto para los procedimientos de muestreo (o medición de velocidad) como al registrar la información.

- 2.3.1.2 Chimeneas con diámetros iguales o inferiores a 0,61 m (24 pulg.). Seguir los procedimientos de la sección 2.3.1.1, fijándose sólo en que todo punto "ajustado" se debe reubicar lejos de las paredes de la chimenea a : (1) una distancia de 1,3 cm (0,50 pulg.), o (2) a una distancia igual al diámetro interno de la boquilla. Se debe considerar la distancia mayor.

2.3.2 Chimeneas rectangulares.

Determinar el número de puntos en la travesa tal como se explica en las secciones 2.1 y 2.2 de este método. Basándose en la Tabla 1-1, determinar la configuración cuadrículada. Dividir la sección transversal de la chimenea, en áreas rectangulares elementales e iguales, en la misma cantidad de puntos que se hallan determinado, y luego ubicar un punto en el centro de cada área igual, según el ejemplo entregado en la Fig.1-4.

Si para la medición se desean usar más puntos que el número mínimo de puntos en la travesa, se debe ampliar la matriz del " número mínimo de puntos transversales" (ver Tabla 1-1) agregando los puntos extras en una o ambas columnas de la matriz; no es necesario cuadrar la matriz final.

Por ejemplo, si se amplía a 36 puntos una matriz de "número mínimo de puntos" 4x3, la matriz final puede ser 9x4 o 12x3 y no sería necesario que fuera 6x6.

2.4 Verificación de la ausencia de flujo ciclónico.

En la mayoría de las Fuentes Estacionarias, la dirección del flujo del gas de chimenea es esencialmente paralela a las paredes de la chimenea. Sin embargo, pueden existir flujos ciclónicos (1) después de dispositivos tales como ciclones, ventiladores axiales, sistemas de lavado de gases, etc., o (2) en chimeneas que poseen entradas tangenciales u otras configuraciones de ducto que tienden a producir turbulencias. En esos casos, se debe determinar la presencia o ausencia de flujos ciclónicos en el sitio de muestreo. Las técnicas que se indican a continuación son aceptables para esta determinación.

Nivelar y poner en cero el manómetro. Conectar un tubo Pitot tipo S al manómetro. Ubicar sucesivamente el tubo Pitot tipo S en cada punto de la travesa, de modo que los planos de las caras abiertas del tubo Pitot se encuentren perpendiculares al plano transversal de la chimenea. Cuando el tubo Pitot se encuentra en esta posición, corresponde a la "referencia 0°". Anotar la lectura de presión diferencial (Δp) en cada punto de la travesa. Si la lectura es cero para la referencia 0° en un punto de la travesa dado, significa que existen condiciones aceptables de flujo en ese punto. Si la lectura en el tubo Pitot no es cero para la referencia 0°, se debe rotar el tubo Pitot (alrededor del ángulo de rotación de $\pm 90^\circ$) hasta obtener una lectura cero. Cuidadosamente determinar y registrar el valor del ángulo de rotación (α) al grado más próximo. Después de aplicar la técnica cero en cada punto de la travesa, se debe calcular el promedio de los valores absolutos de (α); asignarle valores a (α) de 0° en los puntos donde no fue necesaria la rotación e incluirlos en el promedio total. Si el valor promedio de (α) es superior a 20°, entonces las condiciones de flujo en la chimenea resultan inaceptables y se debe instalar un enderezador de flujo según las especificaciones de la figura 5D-1. Considerando esta como la perturbación mas cercana aguas abajo.

Se puede usar el procedimiento alternativo descrito en la sección 2.5 para determinar los ángulos de rotación, en vez del procedimiento descrito más arriba.

2.5 Procedimiento alternativo para determinar el sitio de medición.

Esta alternativa se aplica a aquellas fuentes en donde los sitios de medición están ubicados a menos de dos diámetros equivalentes de chimenea o ducto corriente abajo y/o a menos de 1/2 diámetro de ducto corriente arriba de una perturbación al flujo. La alternativa se debe limitar a ductos con diámetros superiores a 0,61 m (24 pulg.), en donde los efectos de bloqueo y de las paredes son mínimos. Se usa una sonda sensora de flujo direccional para medir el grado de inclinación y el ángulo de rotación del flujo de gas, a 40 o más puntos en la travesa. El ángulo resultante se calcula y se compara con los criterios aceptables para desviaciones estándares y promedio.

NOTA : Se mide el grado de inclinación y el ángulo de rotación desde una línea que pasa a través del punto de la travesa y es paralela al eje de la chimenea.

El ángulo de rotación, corresponde al ángulo de la componente del flujo de gas en el plano perpendicular a la línea transversal, y se mide desde la línea que pasa a través del punto transversal y es paralela al eje de la chimenea.

El ángulo del grado de inclinación corresponde al ángulo de la componente de flujo de gas en el plano que incluye la línea transversal y que es paralelo al eje de la chimenea.

2.5.1 Equipo

- 2.5.1.1 Sonda Direccional. Se considera aceptable cualquier sonda direccional, como por ejemplo, una sonda direccional tridimensional unida a un sensor, con la capacidad para medir los ángulos de inclinación y rotación del flujo de el gas. Se debe asignar un número de identificación a la sonda direccional y luego marcarlo permanentemente o grabar el número en ésta. Los orificios de presión de las sondas direccionales son susceptibles de taparse cuando se usan en corrientes de gases cargadas de partículas. Por lo tanto, se requiere de un sistema para limpiar los orificios mediante una purga con aire presurizado.

- 2.5.1.2 Medidores de la presión diferencial. Manómetros inclinados, manómetros en U u otros medidores de presión diferencial (por ejemplo, medidores tipo magnehelic) que cumplan con las especificaciones descritas en el Método 2, sección 2.2.

NOTA : Si el medidor de presión diferencial entrega lecturas negativas y positivas, entonces se deben calibrar ambas lecturas con un mínimo de tres puntos, tal como se indica en el Método 2, sección 2.2.

- 2.5.2 Puntos en la travesa.

Usar un mínimo de 40 puntos en la travesa para ductos circulares y 42 puntos para ductos rectangulares con el objeto de determinar el ángulo del flujo de gas. Se deben seguir las indicaciones de la sección 2.3 y la Tabla 1-1 o 1-2 para la ubicación y configuración de los puntos en la travesa. Si se ha determinado que la ubicación para efectuar las mediciones es aceptable, conforme a los criterios establecidos en este procedimiento alternativo, entonces se debe usar el mismo número de puntos en la travesa y las mismas ubicaciones para tomar las muestras y efectuar las mediciones de la velocidad.

- 2.5.3 Procedimientos para efectuar las mediciones.

- 2.5.3.1. Preparar la sonda direccional y medidores de presión diferencial, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Se pueden usar tubos capilares o tanques igualadores para disminuir las fluctuaciones de la presión. Se recomienda, pero no se requiere, hacer una revisión para detectar filtraciones antes de llevar a cabo las mediciones. Para verificar la presencia de filtraciones, se debe presurizar o usar succión en el orificio de impacto hasta obtener una lectura de al menos 7,6 cm (3 pulg.) de H₂O en el medidor de presión diferencial, después tapar el orificio de impacto. La presión de un sistema libre de filtraciones se mantiene estable durante al menos 15 segundos.

- 2.5.3.2 Nivelar y colocar en cero los manómetros, ya que el nivel y la posición cero del manómetro se pueden desviar por vibraciones y cambios de temperatura, es necesario revisar periódicamente el nivel y la posición cero durante la medición.

- 2.5.3.3 Colocar la sonda en las ubicaciones apropiadas de la corriente de gas, y rotar hasta obtener una desviación cero para el medidor de presión del ángulo de rotación. Determinar y registrar el ángulo de rotación. Registrar las lecturas del medidor de presión para el ángulo de inclinación, y después determinar el ángulo de inclinación de la curva de calibración. Repetir este procedimiento para cada punto transversal. Completar con una purga en las líneas de presión y en los orificios de impacto antes de realizar las mediciones en cada uno de los puntos de la travesa.

Se requiere de una revisión posterior a las mediciones, tal como se indica en la sección 2.5.3.1. Si no se cumplen los criterios para contar con un sistema libre de filtraciones, es necesario reparar el equipo y repetir las mediciones de el ángulo del flujo.

2.5.4 Cálculo de ángulos

Calcular el ángulo resultante de cada punto de la travesa, el promedio de ángulo resultante y la desviación estándar, utilizando las siguientes ecuaciones. Completar los cálculos reteniendo al menos una cifra significativa extra fuera de la de los datos obtenidos. Redondear los valores después de tener los cálculos finales.

- 2.5.4.1 Calcular el ángulo resultante de cada punto de la travesa:

Ecuación 1-2

$$R_i = \text{ARCCoseno}[(\text{coseno}Y_i) (\text{coseno}P_i)]$$

donde :

R_i = Ángulo resultante en el punto de la travesa i , grado.

Y_i = Ángulo de rotación en el punto de la travesa i , grado.

P_i = Ángulo de inclinación en el punto de la travesa i , grado.

2.5.4.2 Calcular el promedio resultante de las mediciones :

Ecuación 1-3

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n}$$

donde :

R = Promedio del ángulo resultante, grado.
n = número total de puntos en la travesa.

2.5.4.3 Calcular las desviaciones estándar:

Ecuación 1-4

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{(n - 1)}}$$

donde :

S_d = Desviación estándar, grado.

2.5.5 Se estima aceptable la ubicación para efectuar mediciones si R = ó < 20° y S_d = ó < 10°.

2.5.6 Calibración.

Como procedimiento alternativo se podrá usar un sistema de flujo como el que se describe en las secciones 4.1.2.1 y 4.1.2.2. del "Método 2". Además el sistema de flujo debe tener la capacidad para generar dos velocidades en la sección de prueba : una entre 365 y 730 m/min. (1200 y 2400 pies/min.) y otra entre 730 y 1100 m/min. (2400 y 3600 pies/min.).

- 2.5.6.1 Hacer dos puertos de muestreo en la sección de prueba. Los ejes a través de los puertos de entrada deben ser perpendiculares entre si e intersectarse al centro de la sección de prueba. Estos orificios deben ser aberturas alargadas paralelas al eje de la sección de prueba y de suficiente longitud para permitir medir los ángulos de inclinación mientras se mantiene la posición de la cabeza del tubo Pitot en el centro de la sección de prueba. Para facilitar el alineamiento de la sonda direccional durante la calibración, la sección de prueba debe estar construida preferentemente de un material transparente.

Se deben realizar todas las mediciones de calibración en el mismo punto de la sección de prueba, de preferencia al centro de ésta.

- 2.5.6.2 Para asegurarse de que el flujo de gas se encuentra paralelo al eje central de la sección de prueba, se debe seguir el procedimiento señalado en la sección 2.4, para la determinación del flujo ciclónico y para medir los ángulos del flujo de gas en el centro de la sección de prueba, desde los dos puertos de muestreo ubicados a 90° de separación. El ángulo de flujo del gas medido en cada puerto debiera variar en $\pm 2^\circ$ del el ángulo de referencia 0°. En caso de ser necesario, se deben instalar un enderezador de flujo según las especificaciones de la fig. 5D-1, para cumplir con los criterios establecidos.

- 2.5.6.3 Calibración del ángulo de inclinación. Realizar una calibración en la transversal, siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante en incremento de 5° para ángulos desde -60 a +60 a una sola velocidad de cada uno de los dos rangos de velocidad especificados anteriormente. Promediar los valores de la razón de presión obtenidos para cada ángulo en los dos rangos de flujo, y trazar una curva de calibración con los valores promedios de la razón de presión (u otro factor de medición adecuado según las recomendaciones del fabricante) versus el ángulo de inclinación. Dibujar una línea suave a través de los puntos registrados. Además hacer un gráfico con los valores registrados para cada punto transversal.

Determinar las diferencias entre los valores registrados medidos y el ángulo de la curva de calibración para la misma razón de presión. La diferencia en cada comparación debe estar dentro de 2°, para ángulos entre 0° y 40° y dentro de 3° para ángulos entre 40° y 60°.

- 2.5.6.4 Calibración del ángulo de rotación. Marcar la sonda tridimensional para poder determinar la posición de rotación de la sonda. Generalmente esta es una línea que se extiende a lo largo de la sonda y que se encuentra alineada con el orificio de impacto. Para determinar la precisión de las mediciones del ángulo de rotación, sólo es necesario calibrar la posición cero o nula del siguiente modo: Colocar la sonda direccional en la sección de prueba, y rotar la sonda hasta encontrar la posición cero. Luego con un transportador u otro aparato para medir ángulos, medir el ángulo señalado por el indicador de ángulo de rotación en la sonda tridimensional. Esto debe estar dentro de 2" de la referencia 0° .

Repetir esta medición para cualquier otro punto, según el largo del tubo Pitot, en donde se pueden obtener en orden lecturas de las mediciones del ángulo de rotación, para dar cuenta de las variaciones en las marcas del tubo Pitot utilizadas para indicar las posiciones de la cabeza del tubo Pitot.

3.0 Bibliografía.

1. Determining Dust Concentration in a Gas Stream, ASME. Performance Test Code N°27. New York, 1957.
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.
4. Standard Method for Sampling Stacks for Particulate Matter. In: 1971 Book of ASTM Standards, Part 23. ASTM Designation D-2928-71. Philadelphia, PA 1971.
5. Hanson, H.A., et al. Particulate Sampling Strategies for Large Power Plants Including Nonuniform Flow. USEPA, ORD, ESRL, Research Triangle Park, NC. EPA 600/2-76-170, June 1976.

6. Entropy Environmentalist, Inc. Determination of the Optimum Number of Sampling Points: An Analysis of Method 1 Criteria. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. EPA Contract N° 68-01-3172, Task 7.
7. Hanson, H.A., R.J. Davini, J.K. Morgan, and A.A. Iversen. Particulate Sampling Strategies for Large Power Plants Including Nonuniform Flow. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Publication N° EPA-600/2-76-170, June 1976. 350 p.
8. Brooks, E.F., and R.L. Williams. Flow and Gas Sampling Manual. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Publication N° EPA-600/2-76-203. July 1976. 93 p.
9. Entropy Environmentalists. Inc. Traverse Point Study. EPA Contract N° 68-02-3172. June 1977. 19 p.
10. Brown, J. and K. Yu. Test Report: Particulate Sampling Strategy in Circular Ducts. Emission Measurement Branch, Emission Standards and Engineering Division. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 27711. July 31, 1980. 12p.
11. Hawksley, P.G.W., S. Badzioch, and J.H. Blackett. Measurement of Solids in Flue Gases. Leatherhead, England, The British Coal Utilisation Research Association, 1961. p. 129-133.
12. Knapp, K.T. The Number of Sampling Points Needed for Representative Source Sampling In: Proceedings of the Fourth National Conference on Energy and the Environment, Theodore, L., et al. (ed.). Dayton, Dayton Section of the American Institute of Chemical Engineers. October 3-7, 1976 p. 563-568.
13. Smith, W.S. and D.J. Grove. A Proposed Extension of EPA Method 1 Criteria "Pollution Engineering". XV (8):36-37. August 1983.

14. Gerhart, P.M. and M.J. Dorsey. Investigation of Field Test Procedures for Large Fans. University of Akron. Akron, OH. (EPRI Contract CS-1651). Final Report (RP-1649-5) December 1980.
15. Smith, W.S. and D.J. Grove. A New Look at Isokinetic Sampling-Theory and Applications. "Source Evaluation Society Newsletter". VIII (3):19-24. August 1983.

4.0 Bibliografía utilizada para la proposición del método.

Method 1. "Sample and Velocity Traverses for Stationary Sources". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.

PUNTOS TRANSVERSALES	DISTANCIA % del diametro
1	4.4
2	14.7
3	29.5
4	70.5
5	85.3
6	95.6

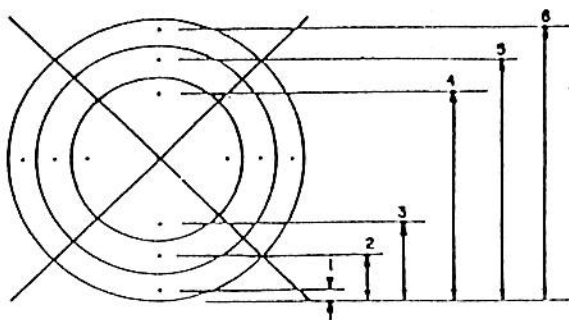


Figura 1-3 : Ejemplo de una sección transversal de una chimenea rectangular dividida en 12 áreas iguales, con un punto transversal en el centro de cada área.

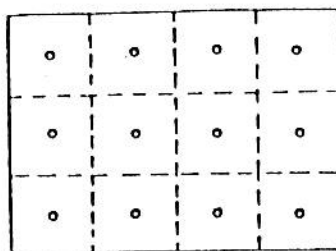


Figura 1-4 : Ejemplo de una sección transversal de una chimenea rectangular dividida en 12 áreas iguales, con un punto transversal en el centro de cada área.

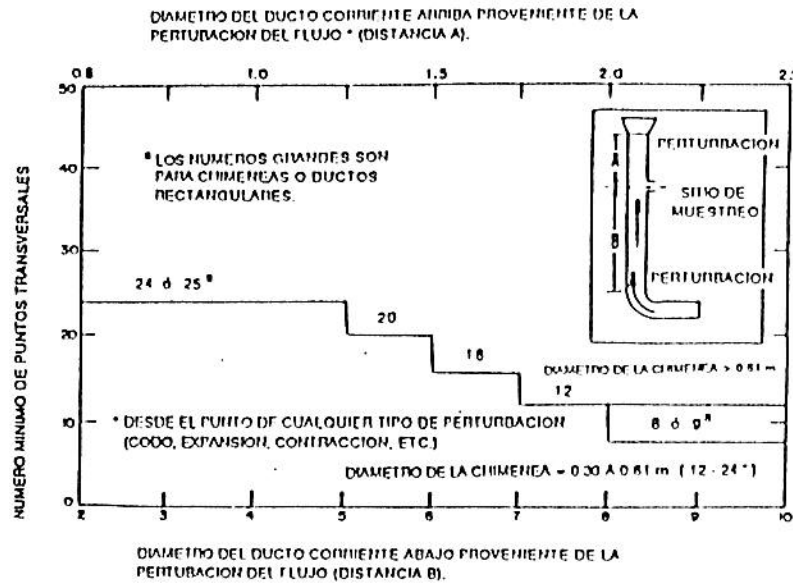


Figura 1-1 : Cantidad mínima de puntos transversales.

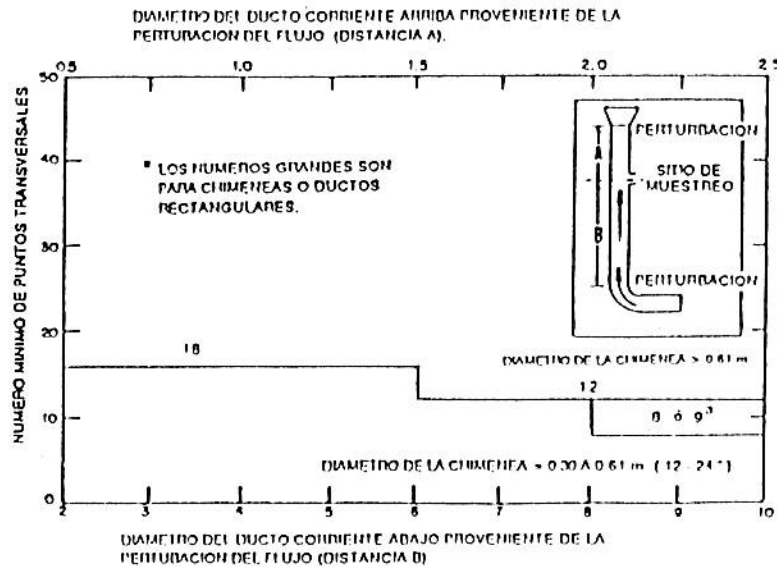


Figura 1-2 : Número mínimo de puntos transversales
para la velocidad de las transversales
(no para material particulado).

