

METODO 1 US-EPA

Determinación De Los Puntos De Muestreo y Numero de Puntos Transversales

Tomado del método No. 1 de la United States Environmental Protection Agency EPA.

RESUMEN

El propósito del método es proporcionar orientación para la selección de puertos de muestreo y puntos transversales en los cuales se realizará el muestreo de contaminantes del aire de conformidad con las regulaciones establecidas en esta parte.

Este método está diseñado para ayudar en la medición representativa de las emisiones contaminantes y/o el caudal volumétrico total de una fuente estacionaria. Se selecciona un sitio de medición donde la corriente de efluente fluye en una dirección conocida y la sección transversal de la chimenea se divide en varias áreas iguales. Luego, los puntos transversales se ubican dentro de cada una de estas áreas iguales. De igual manera se determina la condición de flujo para el desarrollo del muestreo

1. Aplicabilidad

- La aplicación del método depende de las características físicas de la chimenea o ducto de emisión, es decir de su geometría.
- La chimenea o ducto puede ser circular o rectangular.
- El método aplica para chimeneas o ductos con diámetro interno superior a 31 centímetros o un área transversal mayor a 0,071 m².
- El método no puede ser aplicado cuando exista flujo ciclónico o turbulento.
- El método no puede ser usado si la distancia en A es menor de 2 diámetros y B menor de 0,5 diámetros.

1.1. Selección del Sitio de Muestreo.

El muestreo y/o las mediciones de velocidad se realizan en un sitio ubicado al menos a ocho diámetros de chimenea o conducto *Upstream* (A) y dos diámetros *Downstream* (B) de cualquier perturbación del flujo, como una curvatura, expansión o contracción en la chimenea. Si es necesario, se puede seleccionar una ubicación alternativa, en una posición de al menos dos diámetros de chimenea o conducto *downstream* y medio diámetro aguas arriba de cualquier perturbación del flujo.

Figura 1. Criterios y Condiciones Críticas

A = Distancia criterio **Upstream**
B = Distancia criterio **Dowstream**

Condiciones Ideales

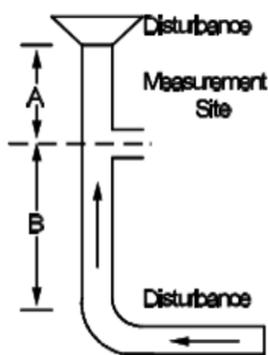
Distancia A > 2 Diámetros

Distancia B > 8 Diámetros

Condiciones Críticas

Distancia A > 0.5 Diámetros

Distancia B > 2 Diámetros

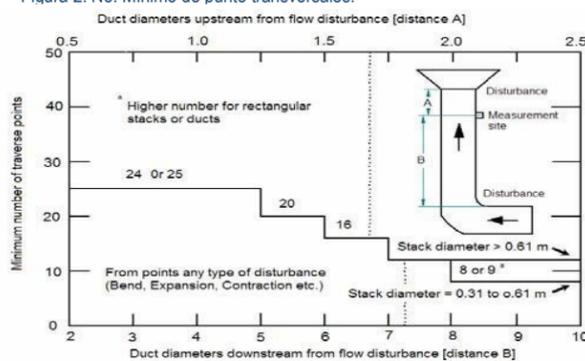


2. Determinación De Número De Puntos Transversales

Cuando se pueda cumplir el criterio de ocho y dos diámetros, el número mínimo de puntos transversales será: (1) doce, para chimeneas circulares o rectangulares con diámetros (o diámetros equivalentes) superiores a 0,61 metros (24 pulgadas); (2) ocho, para chimeneas circulares con diámetros entre 0,30 y 0,61 metros (12 y 24 pulgadas); y (3) nueve, para chimeneas rectangulares con diámetros equivalentes entre 0,30 y 0,61 metros (12 y 24 pulgadas).



Figura 2. No. Mínimo de punto transversales.



Para determinar el número mínimo de punto transversales, se debe tomar como referencia la figura 1, considerando las distancias desde las perturbaciones en relación a los puntos de dowstream y upstream y el sitio de toma de muestra, tomando cada distancia se divide con respecto al diámetro de la chimenea o diámetro equivalente con el fin de determinar el número de diámetros y ubicarlos en el diagrama según corresponda (upstream/downstream).

3. Número De Puntos Transversales En Chimeneas Circulares

Luego, determine a partir de la Figura 2 el número mínimo de puntos transversales que corresponde: (1) al número de diámetros de conducto upstream; y (2) al número de diámetros downstream. Seleccione el mayor de los dos números mínimos de puntos transversales, o un valor mayor, de modo que para chimeneas circulares el número sea múltiplo de 4, y para chimeneas rectangulares, el número sea uno de los que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. No. De punto requeridos.

Diametros		N° Mínimo de puntos	
AD	BD	Partículas	Velocidad
0.50-1.24	2.00-4.99	24	16
1.25-1.49	5.00-5.99	20	16
1.50-1.74	6.00-6.99	16	12
1.75-1.99	7.00-7.99	12	12
>=2.00	>= 8.00	8 o 12*	8 o 12*

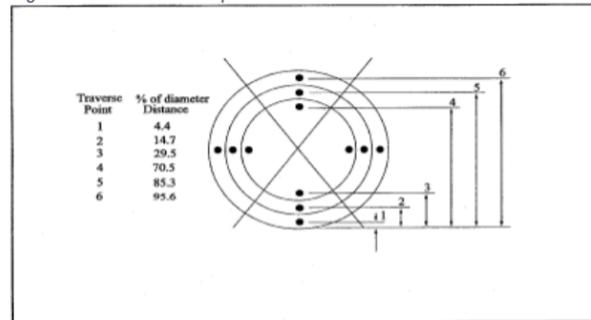
Nota: Una vez definido el número de puntos se debe tomar el mayor número de puntos.
* 8 puntos para chimeneas entre 30,5 cm y 61 cm de Ø. 12 puntos para chimeneas con Ø mayores a 61 cm.

Ubique los puntos transversales en dos diámetros perpendiculares de acuerdo con la Tabla 2.

Tabla 1. Localización de puntos transversales en chimeneas circulares.

Traverse Point Number	(Fraction of Stack Diameter from Inside Wall to Traverse Point)					
	2	4	6	8	10	12
1	.146	.067	.044	.032	.026	.021
2	.854	.250	.146	.105	.082	.067
3		.750	.296	.194	.146	.118
4		.933	.704	.323	.226	.177
5			.854	.677	.342	.250
6			.956	.806	.658	.356
7				.895	.774	.644
8				.968	.854	.750
9					.918	.823
10					.974	.882
11						.933
12						.979

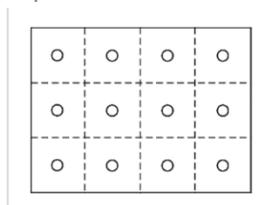
Figura 3. Localización de puntos transversales en chimeneas circulares



4. Número De Puntos Transversales En Chimeneas Rectangulares

Para determinar el número de puntos transversales en chimeneas rectangulares, se toma como referencia su forma rectangular y se divide el área proporcionalmente a su área con el fin de generar un arreglo o una matriz de puntos.

Figura 4. Localización de puntos transversales en chimeneas rectangulares.



En una sección rectangular se define el diámetro equivalente como:

$$De = 2L * W / (L+W)$$

El diámetro equivalente solo se usa para interpretar los criterios up y down stream y no para calcular los puntos transversales. Mínimo se debe contar con 3 niples o puertos de muestreo los cuales deben estar ubicado en una misma cara de la chimenea distribuidos uniformemente.

Tabla 3. Localización de puntos transversales en chimeneas rectangulares.

N° de puntos transv.	Localización de puntos transversales en chimeneas rectangulares											
	(Fracción de diámetro de la chimenea desde la pared interna)											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	.250	.167	.125	.100	.083	.071	.063	.056	.050	.045	.042	
2	.750	.500	.375	.300	.250	.214	.188	.167	.150	.136	.125	
3		.833	.625	.500	.417	.357	.313	.278	.250	.227	.208	
4			.875	.700	.583	.500	.438	.389	.350	.318	.292	
5				.900	.750	.643	.563	.500	.450	.409	.375	
6					.917	.786	.688	.611	.550	.500	.458	
7						.929	.813	.722	.650	.591	.542	
8							.938	.833	.750	.682	.625	
9								.944	.850	.773	.708	
10									.950	.864	.792	
11										.955	.875	
12											.958	

La distribución o matriz de puntos transversales para secciones rectangulares se define así: Matriz Número de puntos transversales

Matriz	No. Puntos Tranv.
3x3	9
4x3	12
4x4	16
5x4	20
6x5	30
6x6	36
7x6	42

4. Verificación de Ausencia de Flujo Ciclónico

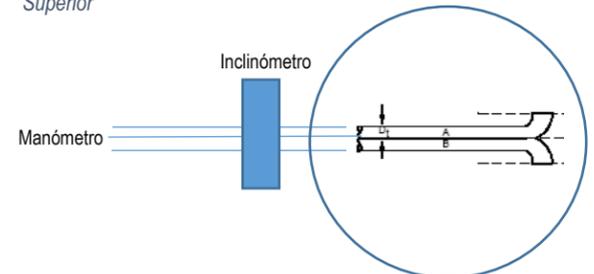
Como condición para desarrollar un muestreo isocinético se debe asegurar las condiciones en la fuente de flujo laminar o ausencia de flujo ciclónico, lo cual es ocasionado por alguna perturbación producida por cambio en la estructura de la chimenea o la presencia de algún dispositivo de control de emisiones, para esta determinación se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Nivele y coloque el manómetro inclinado en cero.
- Conecte un tubo pitot tipo S al manómetro y al sistema de verificación de fugas.
- Coloque el tubo pitot tipo S en cada punto transversal, en sucesión, de modo que los planos de las aberturas frontales del tubo pitot sean perpendiculares al plano de la sección transversal de la chimenea.
- cuando el tubo pitot tipo S está en esta posición, está en "referencia 0E". Observe la lectura de presión diferencial (p).
- Si se obtiene una lectura de Pitot nula (cero) en la referencia 0E en un punto transversal determinado, existe una condición de flujo aceptable en ese punto.
- Si la lectura de Pitot no es cero en la referencia 0E, gire el tubo de Pitot (hasta un ángulo de guiñada de ±90E) hasta obtener una lectura nula. Registre el ángulo en cada punto.
- Después de aplicar la técnica nula en cada punto transversal, calcule el promedio de los valores absolutos de; asignar valores de 0E a aquellos puntos para los que no se requirió rotación e incluírlos en el promedio general. Si el valor promedio de es mayor que 20E, la condición de flujo general en la chimenea es inaceptable y se debe utilizar una metodología alternativa, sujeta a la aprobación del Administrador, para realizar recorridos de velocidad y muestreo precisos.

$$\sum \frac{(Angulo i)}{n} \leq 20^\circ$$

$$\sqrt{\frac{\sum (angulo i - Angulo prom)^2}{n}} \leq 10^\circ$$

Figura 5. Posición tubo pitot para la determinación de flujo ciclónico Superior



Bibliografía

- IDEAM. (s.f.). *Metodo 1 Determinacion de numero de puntos de muestreo y numero de puntos transversales.* Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/51310/527666/M%C3%A9todo+1.pdf/8ea7e788-ccdc-4d6d-9bb2-bb27cacab277>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2024). *PROTOCOLO PARA EL MONITOREO DE EMISIONES ATMOSFERICAS.* Obtenido de <https://recursos.ambientebogota.gov.co/Autoliiquidacion/Solicitudes%20relacionadas%20con%20calidad%20del%20aire%20auditiva%20y%20visual/Acompa%C3%B1amiento%20para%20muestreo%20isocin%C3%A9tico%20y%20o%20determinaciones%20de%20emisiones%20a%20fuentes%20fija>
- United States Environmental Protection Agency. (Septiembre de 2023). *Air Emission Measurement Center (EMC).* Obtenido de https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-09/2023%20Final%20MS%20%20Method%201_0.pdf