

**INFORME TÉCNICO
MUESTREOS ISOCINÉTICOS DE MATERIAL PARTICULADO
HORNO DE LIMPIEZA DE ESCORIA
PARA EL PERIODO ENERO-AGOSTO 2019**



Preparado para Srta. Natalia Colima Bruna
Ingeniera Control de Gestión
Superintendencia de Desarrollo y Control de Gestión

Por SERVICIOS MINEROS SpA
John Zavala Contreras
Inspector Ambiental

03 DE AGOSTO DE 2020

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	3
2. DESARROLLO	3
2.1 PUNTOS DE MEDICIÓN	3
2.2 BREVE DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CH-I	4
2.2.1 Principio (Punto 1.1 Método Ch I).....	4
2.2.2 Aplicabilidad (Punto 1.2 Método Ch I)	4
2.2.3 Procedimiento (Punto 2.0 Método Ch I).....	4
2.2.4 Determinación de número de puntos en la travesa (Punto 2.2 Método Ch I)	4
2.2.5 Ubicación de los puntos en la travesa en chimenea circular. (Punto 2.3 Método Ch I)	5
3. COMENTARIOS.....	6
3.1 UBICACIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO	6
3.2 DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE PUNTOS EN LA TRAVERSA.....	6
3.3 CONFIGURACIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	6
3.4 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO	7
4. CONCLUSIONES.....	8

1. INTRODUCCIÓN

Este informe técnico se confeccionó a solicitud de la Srta. Natalia Colima B., Ingeniera de Control de Gestión de la Superintendencia de Desarrollo y Control de ENAMI, Fundación Hernán Videla Lira.

El propósito de este trabajo se **asocia a la formulación de cargos** realizada por la Superintendencia del Medio Ambiente respecto a la ubicación del punto de muestreo del Horno Eléctrico de Limpieza de Escoria en donde se realizaban las mediciones de material particulado a través del método nacional de medición Ch5.

2. DESARROLLO

2.1 Puntos de medición

Entre enero y agosto de 2019, el punto de muestreo de los gases evacuados por el Horno Eléctrico de limpieza de Escoria estaba ubicado en el tramo horizontal y a partir de septiembre de ese año, se cambió al tramo vertical que fue el lugar sugerido por nuestra ETFA en el año 2018. Desde enero a agosto de 2019, se efectuaron ocho muestreos de material particulado en el ducto horizontal de evacuación de gases del horno eléctrico de limpieza de escoria (Para el cumplimiento del DS28 los muestreos son mensuales).

Efectivamente, en el capítulo Comentarios de los Informes Técnicos de emisión de material particulado en el Horno Eléctrico de Lipieza de Escoria se incluía lo siguiente: “Como se observa en la foto del punto 7, el puerto de muestreo está ubicado en el tramo horizontal, lo que hace imposible efectuar el muestreo por ambas transversas. Fundación Hernán Videla Lira, debe reubicar el punto de medición actual e instalarlo en el tramo vertical ascendente a la salida del extractor de gases”.

En las fotografías siguientes se encuentra el ducto de evacuación de gases del Horno Eléctrico de Limpieza de Escoria después del precipitador electrostático seco. Hasta agosto de 2019 los muestreos se realizaron en el tramo horizontal, puesto que no había otro punto de medición. En noviembre de 2019, Fundación Hernán Videla Lira terminó los trabajos de instalación de la estación de muestreo en el tramo vertical y a partir de esa fecha los muestreos se realizaron en ese lugar, el cual cumple la normativa nacional de medición.



2.2 Breve descripción del Método Ch-I

El método nacional de medición para la ubicación de puntos de muestreo y de medición de velocidad para fuentes fijas es el Método Ch-I, publicado en el Instituto de Salud Pública en de 1996 en el documento que “Aprueba Normas Técnicas que Indica Sobre Metodologías de Medición y Análisis de Emisiones de Fuentes estacionarias” y modificado a través de la RE 1435/2017 de la Superintendencia del Medio Ambiente.

Para verificar que puntos del método Ch I no se cumplen y que a nuestro juicio son críticos para la representatividad del muestreo (punto de medición en el tramo horizontal no representativo del muestreo), en los puntos 2.2.1 a 2.2.5 se presenta parte de la metodología Ch-I.

2.2.1 Principio (Punto 1.1 Método Ch I)

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.

2.2.2 Aplicabilidad (Punto 1.2 Método Ch I)

Este método se aplica a corrientes de gases que fluyen en ducto, chimeneas y cañones. El método no se podrá utilizar cuando:

- 1) El flujo es ciclónico o con turbulencias
- 2) Una chimenea tiene un diámetro inferior a 0,30 m.
- 3) El sitio de muestreo se encuentra a menos de dos diámetros de ducto corriente abajo o a menos de medio diámetro corriente arriba de una perturbación al flujo

2.2.3 Procedimiento (Punto 2.0 Método Ch I)

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 ductos corriente debajo 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.

El esquema con las distancias corriente abajo de la última perturbación y a corriente arriba desde cualquier perturbación, para los tramos horizontal y vertical se presentan en las Figuras 2.1 y 2.1, respectivamente.

2.2.4 Determinación de número de puntos en la travesa (Punto 2.2 Método Ch I)

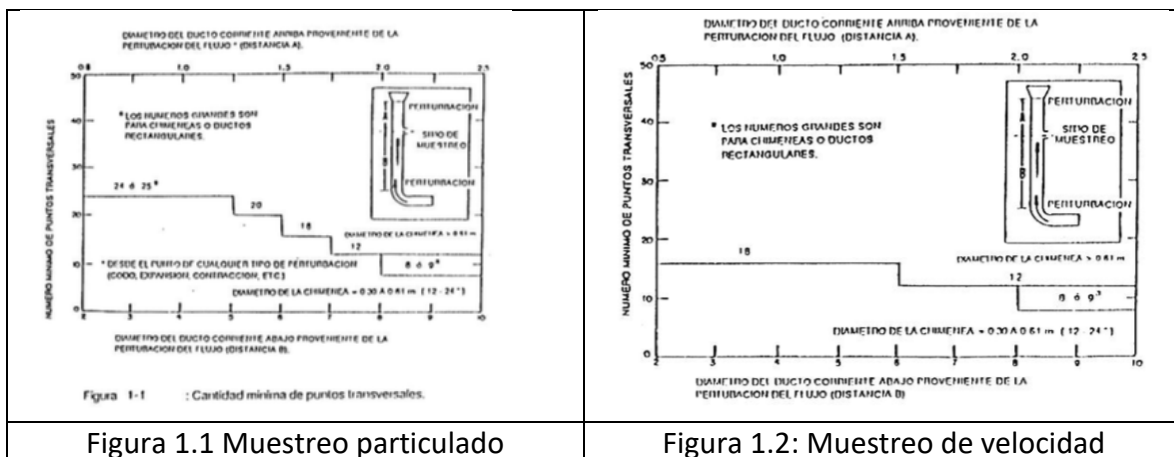
Puntos en la travesa para la determinación de particulado.

Basándose en la Figura 1.1 se deben determinar la cantidad mínima de puntos en la travesa que corresponderán:

- 1) Al número de diámetros de ducto corriente arriba
- 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.


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, pero con la diferencia que se puede usar la Figura 1.2 en vez de la Figura 1.1.




2.2.5 Ubicación de los puntos en la travesa en chimenea circular. (Punto 2.3 Método ChI)

Localizar los puntos en la travesa sobre dos diámetros perpendiculares.


Para los puntos en la travesa para particulado, uno de los diámetros debe estar en el 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.


	Formato inspección preliminar de flujo	FOR-T-023
		Revisión 2
	Traversa de muestreo ducto circular	Vigencia: 15/11/2016

Identificación fuente	HELE-FHVL		Diámetro ducto A 5,26 Diámetro ducto B 8,22 Número de puntos A 12 Número de puntos B 12 Mínimo N° de puntos 6
Fecha	10-07-20		
Inspector Ambiental	Michael Figueroa A.		
Operador	Belarmino Soto R.		
Diámetro de ducto, cm	140,0		
Largo copla, cm	10		
Puertos de muestreo	2		
Longitud A, cm	737		
Longitud B, cm	1151		

Punto	Distancia con copla	Distancia sin copla
1	16,2	6,2
2	30,4	20,4
3	51,4	41,4
4	108,6	98,6
5	129,6	119,6
6	143,8	133,8

Para diámetros mayores a 0,61 metros no se deben ubicar puntos en la travesa a menos de 2,5 cm de la pared del ducto. Para diámetros iguales o menores a 0,61 m no se deben ubicar puntos a menos de 1,3 cm de la pared del ducto.

	Formato inspección preliminar de flujo	FOR-T-023
		Revisión 2
	Traversa de muestreo ducto circular	Vigencia: 15/11/2016

Identificación fuente	HELE-FHVL		Diámetro ducto A 1,89 Diámetro ducto B 3,21 Número de puntos A 12 Número de puntos B 24 Mínimo N° de puntos 12
Fecha	07-04-20		
Inspector Ambiental	Michael Figueroa A.		
Operador	Belarmino Soto R.		
Diámetro de ducto, cm	140,0		
Largo copla, cm	20		
Puertos de muestreo	2		
Longitud A, cm	265		
Longitud B, cm	450		

Punto	Distancia con copla	Distancia sin copla
1	22,9	2,9
2	29,4	9,4
3	36,5	16,5
4	44,8	24,8
5	55,0	35,0
6	69,8	49,8
7	110,2	90,2
8	125,0	105,0
9	135,2	115,2
10	143,5	123,5
11	150,6	130,6
12	157,1	137,1

Para diámetros mayores a 0,61 metros no se deben ubicar puntos en la travesa a menos de 2,5 cm de la pared del ducto. Para diámetros iguales o menores a 0,61 m no se deben ubicar puntos a menos de 1,3 cm de la pared del ducto.

Figura 2.1 Traversa ducto horizontal

Figura 2.2 Traversa ducto vertical

3. COMENTARIOS

3.1 Ubicación del punto de muestreo

En el tramo horizontal las distancias A y B, antes y después del punto de muestreo, son 8,22 y 5,26 diámetros de ductos, respectivamente. El procedimiento indica: “...idealmente al menos a ocho veces el diámetro de la chimenea o ductos corriente abajo de la última perturbación y a dos veces el diámetro corriente arriba desde cualquier perturbación al flujo...”. En consecuencia, para un diámetro de ducto de 140 centímetros, como se observa en las Figuras 2.1 y 2.2, el punto de muestreo está correctamente ubicado, a las distancias de idealidad descritas en el método.

3.2 Determinación del número de puntos en la travesa

La determinación del número de puntos en la travesa se realizó de acuerdo con la metodología, tomando 12 puntos en el tramo horizontal y 24 puntos en el tramo vertical. Por lo tanto, el número de puntos en la travesa de muestreo están correctamente determinados conforme con la metodología.

3.3 Configuración de la sección transversal

La metodología indica que se deben localizar los puntos en la travesa sobre dos diámetros perpendiculares. En el ducto horizontal esto no se puede lograr debido a que el punto de

muestreo en el plano vertical está sobre el ducto, imposibilitando técnicamente la ejecución del muestreo.

Existen alternativas técnicas como el uso de un flexible o una caja calefaccionados de menor tamaño que contenga el filtro colector. Sin embargo, el cambiar de punto de muestreo horizontal al vertical incorporaba una componente de “acción y condición insegura” que ponía en riesgo la integridad del operador.

Frente a la imposibilidad técnica, se repitió dos veces la travesa horizontal hasta alcanzar el tiempo y volumen de muestreo calculado.

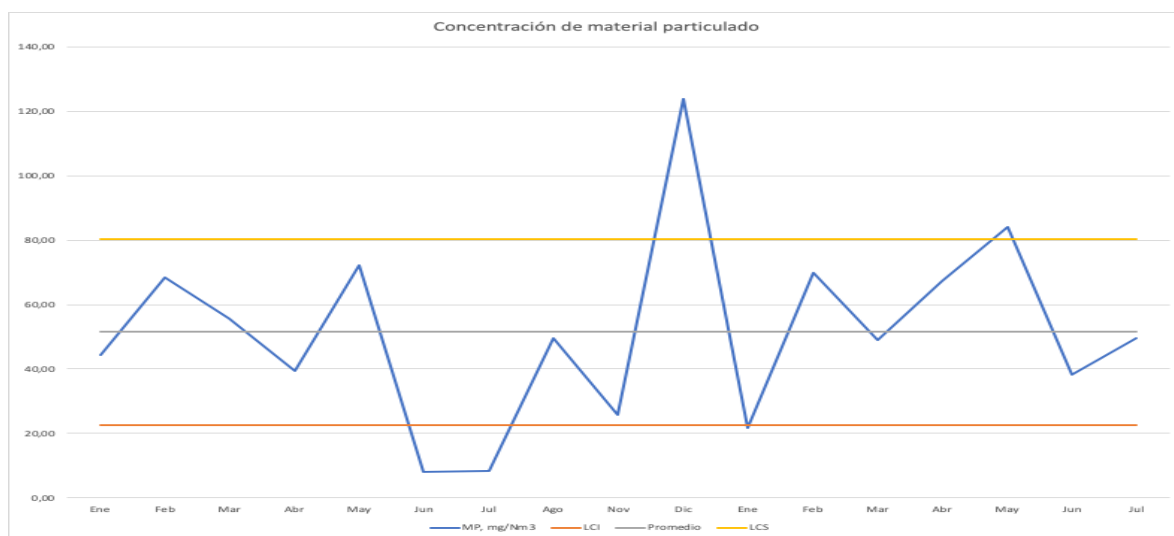
3.4 Representatividad del muestreo

La metodología señala que: “Para los puntos en la travesa para particulado, uno de los diámetros debe estar en el 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...”.

En el tramo horizontal las distancias A y B, antes y después del punto de muestreo, son 8,22 y 5,26 diámetros de ductos, respectivamente. Es decir, están ubicados idealmente, por lo que se esperaba que la distribución de material particulado en el plano transversal no fuera crítico.

El muestreo realizado solo en la travesa horizontal puede introducir sesgos en la determinación de la concentración de material particulado, porque es probable que las partículas más pesadas vayan pasando a líneas de menor velocidad y decantando por gravitación en la parte inferior del ducto. En la determinación de velocidad el sesgo del muestreo es menor, por cuanto se espera que a 8 diámetros de ducto después de una perturbación el flujo se encuentre con el perfil de velocidad desarrollado.

En la Figura 3.1 se encuentra la concentración de material particulado para el periodo comprendido entre enero 2019 a julio 2020.



Mes	MP, mg/Nm ³	LCI	Promedio	LCS
Ene	44,20	22,6774	51,4535	80,2296
Feb	68,27	22,6774	51,4535	80,2296
Mar	55,68	22,6774	51,4535	80,2296
Abr	39,27	22,6774	51,4535	80,2296
May	72,20	22,6774	51,4535	80,2296
Jun	8,06	22,6774	51,4535	80,2296
Jul	8,44	22,6774	51,4535	80,2296
Ago	49,43	22,6774	51,4535	80,2296
Nov	25,91	22,6774	51,4535	80,2296
Dic	123,66	22,6774	51,4535	80,2296
Ene	21,77	22,6774	51,4535	80,2296
Feb	69,88	22,6774	51,4535	80,2296
Mar	48,85	22,6774	51,4535	80,2296
Abr	67,23	22,6774	51,4535	80,2296
May	84,04	22,6774	51,4535	80,2296
Jun	38,37	22,6774	51,4535	80,2296
Jul	49,45	22,6774	51,4535	80,2296

Se observa un comportamiento aleatorio influenciado principalmente por las condiciones operacionales imperantes durante los muestreos en el horno eléctrico de limpieza de escoria, como son:

- Carga de concentrado y/o mineral de oro.
- Carga de circulantes
- Retorno de escoria desde el convertidor Teniente.
- Sangrado de escoria a botadero.
- Adición de carbón.
- Sistema de inyección de agua de enfriamiento en los gases evacuados.
- Número de campos operativos en el precipitador electrostático seco.
- Voltaje en los campos del precipitador electrostático seco.

4. CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que el cambio de la estación de muestreo desde un tramo horizontal a un tramo vertical no tuvo una incidencia significativa en la determinación de las concentraciones de material particulado.

El punto correcto de medición se encuentra en el tramo vertical en donde la travesa de muestreo se realiza sobre dos diámetros perpendiculares y en el mismo plano transversal. La travesa de medición en el tramo horizontal no es representativa debido a que el muestreo solo se realiza sobre uno de los diámetros del ducto.