

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 1 DE 10

CONTROL DE CAMBIOS

Este cuadro es el registro de todas las revisiones generadas sobre este documento todas las versiones anteriores a esta revisión serán destruidas.						
VERSIÓN	FECHA	ORIGINÓ	REVISÓ	APROBÓ	PÁG.	DESCRIPCIÓN
1	31/01/2018	ICQR	KNBV	JFCP		Generación procedimiento
2	17/08/2018	ICQR	JFCP	JFCP	6-9	Se Incluye el cálculo del SSP (Sampler Set Point) dentro del procedimiento para asegurar su ejecución en campo. Se incluye la forma como se debe medir la presión inicial del punto de caída de presión de estancamiento una vez que se calibra y se instala el filtro. Se modifica todos los anexos que remiten al manual de operación del equipo y se deja únicamente el procedimiento

1. OBJETIVO

Estandarizar la metodología para la calibración de los equipos de alto volumen (HI – VOL) utilizados en el muestreo de calidad de aire para material particulado PM10 con el fin de garantizar la fiabilidad de los datos y el cumplimiento normativo nacional.

2. ALCANCE

Aplica para el área de ingeniería en el desarrollo de los estudios de calidad de aire donde sea contratado el parámetro en mención y que sean ejecutados dentro del territorio nacional.

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10		
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018

3. DEFINICIONES

Aire: Fluido que forma la atmosfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

Área-Fuente: Es una determinada zona o región, urbana, suburbana o rural, que por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.

Atmosfera: Es la capa gaseosa que rodea la tierra.

CO (Monóxido de Carbono): Gas inflamable, incoloro e insípido que se produce por la combustión de combustibles fósiles.

Concentración de una sustancia en el aire: Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

Condiciones de referencia: Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire y de las emisiones, que respectivamente equivalen a 25°C y 760 mm Hg (1 atmosfera de presión).

Contaminación atmosférica: Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

Contaminantes: Fenómenos físicos o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos al medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana que, solo o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales o de una combinación de estas.

Emisiones: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Episodio o Evento: Es la ocurrencia o acaecimiento de un estado tal de concentración de contaminantes en el aire que, dados sus valores y tiempo de duración o exposición, impone la declaratoria por la autoridad ambiental competente de alguno de los niveles de contaminación, distintos de lo normal.

Fuente de emisión: Actividad, proceso u operación, realizado por los seres humanos, o con su intervención, susceptible de emitir contaminantes al aire.

Fuente fija: Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca de forma dispersa.

Fuente móvil: Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

Inmisión: Transferencia de contaminantes de la atmosfera a un receptor. Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

Media móvil: Se calcula del mismo modo que el promedio aritmético para cada una cantidad n de datos y se va recalculando a medida que se agregan nuevos datos, partiendo

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

El desarrollo sostenible y medio ambiente son nuestro compromiso. No imprimas si no es necesario

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 3 DE 10

del último dato agregado y manteniendo siempre el número de datos correspondiente a la cantidad definida.

NO2 (Dióxido de Nitrógeno): Gas de color pardo rojizo fuertemente tóxico cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas.

Norma de calidad de aire o nivel de inmisión: Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos renovables y la salud humana.

PST (Partículas suspendidas totales): Material particulado que incluye tanto a la fracción inhalable como a las mayores de 10 micras, que no se sedimentan en periodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad.

PM10 (Material particulado menor a 10 micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros nominales.

PM2.5 (Material particulado menor a 2.5 micras): Material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 micrómetros nominales.

Promedio aritmético: Es la sumatoria de todos los datos a promediar, dividido por el número total de los datos.

Promedio geométrico: Es la raíz enésima del producto de todos los datos a promediar. Para su cálculo se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$G = \sqrt[n]{X1 * X2 * X3 * ... * Xn}$$

Donde:

G: promedio Geométrico

X1*X2*X3*.....*Xn: Datos a promediar.

Sistema de vigilancia de calidad del aire: Conjunto de equipos de medición de calidad del aire instalados sistemáticamente para verificar el cumplimiento de uno o varios de los objetivos de vigilancia de calidad del aire previstos en el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire.

SO2 (Dióxido de Azufre): Gas incoloro, no inflamable que posee un fuerte olor en altas concentraciones.

Sustancias peligrosas: Son aquellas que aisladas o en combinación con otras, por sus características, infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovable so al ambiente.

Tiempo de exposición: Es el lapso de duración de un episodio o evento de contaminación.

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10		
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018

4. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

Gerente Técnico

- Dar las directrices para el desarrollo de los proyectos (presupuestos, plan de trabajo, personal encargado, etc.)
- Dar los recursos necesarios para garantizar la calidad de los productos y el aseguramiento en seguridad y salud en el trabajo a todo el personal involucrado en el proyecto.
- Asegurar la adecuada ejecución de los proyectos para obtener los resultados y productos solicitados por el cliente.
- Inspeccionar el trabajo de los ingenieros y técnicos.

Coordinador de proyectos

- Dar las directrices para el desarrollo de los proyectos (presupuestos, plan de trabajo, personal encargado, etc.)
- Hacer seguimiento a los planes de trabajo
- Inspeccionar el trabajo de los ingenieros y técnicos.

Ingeniero y Técnicos

- Cumplimiento total de las especificaciones en los procedimientos para la ejecución de las mediciones.
- Aseguramiento de la información.
- Diligenciamiento de los registros.
- Cumplimiento de las normas para alcanzar los objetivos de calidad y de SST establecidos por la empresa.

Coordinador QHSE

Asegurar el óptimo desarrollo de los proyectos en tema de calidad, seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente para cumplir con los objetivos y planes de gestión planteados.

5. GENERALIDADES

El procedimiento para la calibración de equipos HI-VOL utilizados en el muestreo de Material Particulado PM10 está basado en el procedimiento US-EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B y soportado bajo el Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad de aire elaborado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 5 DE 10

El equipo debe ser calibrado en los siguientes casos o eventos:

- Una vez sea instalado y cada vez que se realice un cambio en el sitio de muestreo.
- Después de cambiar el motor o el cambio de las escobillas.
- Periódicamente, por lo menos cada tres meses
- Después de 360 horas de monitoreo.

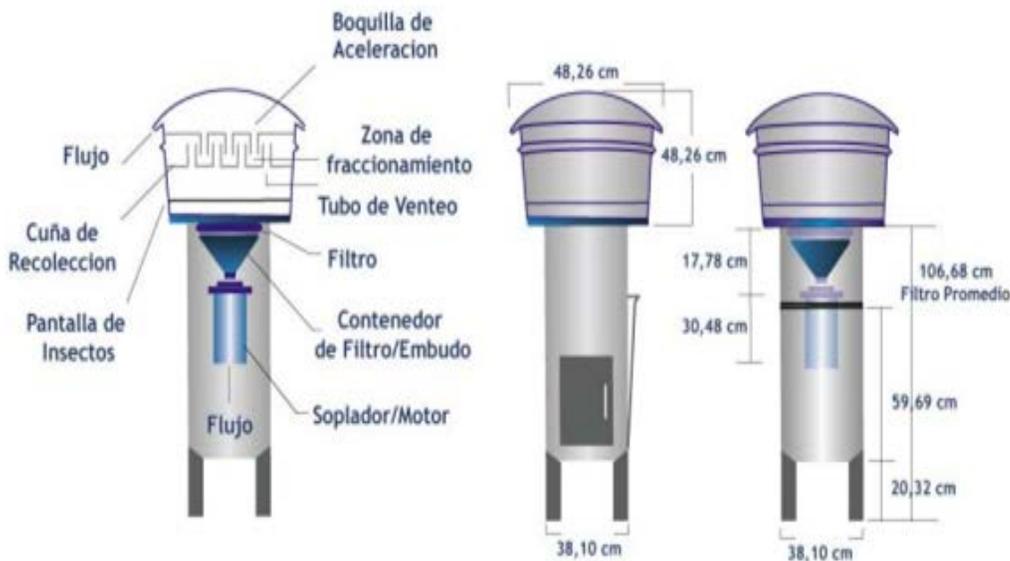
La calibración de los equipos depende si es volumétrico o másico.

La calibración no se debe hacer bajo condiciones de altas velocidades de viento, tampoco en condiciones de lluvias, tormentas, neblina y/u otras condiciones climáticas que puedan ser adversas en el estudio.

5.1. DESCRIPCION DE EQUIPOS

A continuación se describe el equipo utilizado para el muestreo de material particulado PM10 por medio de un equipo de alto volumen HI-VOL. El cual básicamente se diferencia del equipo TSP en el cabezote ubicado en parte superior cuya función es el fraccionamiento y la separación de las partículas totales a las requeridas de un tamaño menor o igual a 10 micrómetros.

Figura 1. Equipo de medición PM10 - HI-VOL



Fuente: Protocolo para la vigilancia y seguimiento del módulo aire del sistema de información ambiental - IDEAM.

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 6 DE 10

6. DESARROLLO

6.1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS PM10 CON CONTROLADOR DE FLUJO MÁSSICO (MFC)

Tabla 1. Descripción pasó a pasó de la calibración para equipos PM10 con controlador de flujo mássico

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO /DOCUMENTO
1	Identificación registro de calibración	El registro de la calibración del equipo debe ser guardado en la carpeta del proyecto identificado con el nombre del proyecto, punto de medición y fecha de calibración.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
2	Encendido de Equipo	Operar el equipo durante 5 minutos para establecer un equilibrio térmico antes de la calibración.	Técnico de Campo	N/A
3	Colocación del Kit de calibración	Desconectar el motor del controlador de flujo y conectarlo directamente a una fuente de energía estable. Encienda nuevamente el equipo y asegúrese de que no existan fugas en el sistema. Esto se logra tapando totalmente la entrada de aire del calibrador (con un guante de látex) y conectando el manómetro a la salida del motor. ¹ Apague el equipo y conecte un manómetro de agua o aceite a la toma de presión que viene en el calibrador de flujo. Conectar el segundo manómetro a la derivación de presión que se encuentra en la parte inferior del motor.	Técnico de Campo	N/A
4	Lectura de caída de presión	Lea y registre la caída de presión a través del orificio estándar de transferencia (calibrador de flujo) en pulgadas de agua, al igual que la deflexión en el manómetro del muestreador (motor) en pulgadas de agua.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire

¹ Evite mantener encendido el equipo con la entrada de aire bloqueada por más de 30 segundos ya que se puede dañar el motor.

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 7 DE 10

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO /DOCUMENTO
5	Verificación flujo 5 posiciones.	Se debe hacer la lectura de las presiones paso No. 4 para cinco posiciones de los platos del calibrador de flujo desde una máxima hasta una mínima abertura. NOTA: Se requiere por lo menos cuatro ratas de flujo de calibración y por lo menos 3 valores deben estar dentro de un rango aceptable de flujo (1.02 a 1.24 m3/min).	Técnico de Campo	N/A
6	Validación del 4% de diferencia de Error de caudales calculados	Se debe hacer la validación del porcentaje de diferencia entre el caudal actual calculado con el Vary Flow y el caudal calculado con la Look Up Table. En ninguno de los casos la diferencia debe superar el 4%. De diferencia.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
7	Validación de la Linealidad de la calibración	Se debe validar con la hoja de calibración de equipos de monitoreo calidad del aire ING-FOR-80 que una vez se registren las lecturas de las 5 posiciones para la calibración del equipo, el coeficiente de correlación sea $R^2 \geq 0.990$. Una vez validado el criterio puede continuar.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
8	Retiro Kit de calibración	Apagar el equipo, se retira el kit de calibración y se conecta nuevamente el motor al controlador de flujo.	Técnico de Campo	N/A
9	Validación de Flujo Inicial	Una vez instalado el filtro y el equipo ya ha estado operando entre 5 a 10 minutos aproximadamente. Se conecta por medio de una manguera el orificio del motor a un manómetro de agua y/o aceite; y de esta forma se lee y se registra la caída de presión que está generando el motor en operación.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
10	Registro Formato de calibración	Se hace el cálculo de la rata de flujo a condiciones estándar con el cual se construye la curva de calibración y se establece un coeficiente de correlación. Es importante aclarar que este proceso va incluido dentro de la hoja de calibración de equipos ING-FOR-80.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 8 DE 10

6.2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN PARA EQUIPOS PM10 CON CONTROLADOR DE FLUJO VOLUMÉTRICO (VFC)

Tabla 2. Descripción pasó a paso de la calibración para equipos PM10 con controlador de flujo volumétrico

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO /DOCUMENTO
1	Identificación registro de calibración	El registro de la calibración del equipo debe ser guardado en la carpeta del proyecto identificado con el nombre del proyecto, punto de medición y fecha de calibración.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
2	Inspección del equipo	Se debe inspeccionar todos los empaques y sellos, es necesario reemplazar aquellos que parezcan dudosos o que no garanticen el correcto funcionamiento del equipo muestreador.	Técnico de Campo	N/A
3	Encendido de Equipo	Operar el equipo durante 5 minutos para establecer un equilibrio térmico antes de la calibración.	Técnico de Campo	N/A
4	Inspección de Fugas y tuberías	Desconectar el motor del controlador de flujo y conectarlo directamente a una fuente de energía estable. Encienda nuevamente el equipo y asegúrese de que no existan fugas en el sistema. Esto se logra tapando totalmente la entrada de aire del calibrador (con un guante de látex) y conectando el manómetro a la salida del motor. ² Inspeccione que las tuberías que conectan los manómetros no tengan irregularidades o fisuras. Abrir las válvulas de los manómetros y sople suavemente a través del tubo mientras observa que haya flujo libre del fluido.	Técnico de Campo	N/A
5	Calculo del SSP	Ingresar los datos de la pendiente y el intercepto del Vary Flow en la hoja de calibración. Ingresar los datos de temperatura ambiente y la altura sobre el nivel del mar del sitio de muestreo con el fin de obtener la presión barométrica; en la hoja de calibración.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos

² Evite mantener encendido el equipo con la entrada de aire bloqueada por más de 30 segundos ya que se puede dañar el motor.

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 9 DE 10

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO /DOCUMENTO
		Revisar los valores del Sampler Set Point obtenidos en la hoja de calibración. Con el fin de tener una referencia de los rangos aceptables para realizar las aperturas del calibrador y así la lectura de la caída de presión.		
6	Instalación de manómetros.	<p>Apague el equipo y conecte un manómetro de agua o aceite a la toma de presión del orificio del Venturi.</p> <p>Conectar el segundo manómetro a la derivación de presión que se encuentra en la pared lateral de la carcasa del equipo. (Puerto de presión de estancamiento).</p> <p>NOTA: Asegúrese que un lado de cada manómetro este abierto a la presión atmosférica.</p>	Técnico de Campo	N/A
7	Lectura de caída de presión	Lea y registre la caída de presión a través del orificio estándar de transferencia (calibrador de flujo) en pulgadas de agua, al igual que la presión de estancamiento en pulgadas de agua.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
8	Verificación flujo 5 posiciones.	Se debe hacer la lectura de las presiones paso No. 6 para cinco posiciones de los platos del calibrador de flujo desde una máxima hasta una mínima abertura. NOTA: Se requiere por lo menos cuatro ratas de flujo de calibración y por lo menos 3 valores deben estar dentro de un rango aceptable de flujo (1.02 a 1.24 m3/min).	Técnico de Campo	N/A
9	Validación del 4% de diferencia de Error de caudales calculados	Se debe hacer la validación del porcentaje de diferencia entre el caudal actual calculado con el Vary Flow y el caudal calculado con la Look Up Table. En ninguno de los casos la diferencia debe superar el 4%. De diferencia.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
10	Validación de la Linealidad de la calibración	Se debe validar con la hoja de calibración de equipos de monitoreo calidad del aire ING-FOR-80 que una vez se registren las lecturas de las 5 posiciones para la calibración del equipo, el coeficiente de correlación sea $R^2 \geq 0.990$. Una vez validado el criterio puede continuar.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire

	PROCEDIMIENTO PARA CALIBRACION EQUIPOS HI-VOL PARA MUESTREO DE MATERIAL PARTICULADO PM10			
	CODIGO ING-PRC-51	VERSION 2	FECHA 17-08-2018	PÁGINA 10 DE 10

No.	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	REGISTRO /DOCUMENTO
11	Retiro Kit de calibración	Apagar el equipo, se retira el kit de calibración y se conecta nuevamente el motor al controlador de flujo.	Técnico de Campo	N/A
12	Validación de Flujo Inicial	Una vez instalado el filtro y el equipo ya ha estado operando entre 5 a 10 minutos aproximadamente. Se conecta por medio de una manguera el orificio del punto de estancamiento a un manómetro de agua y/o aceite; y de esta forma se lee y se registra la caída de presión que está generando el motor en operación.	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire
13	Registro Formato de calibración	Se hace el cálculo de la rata de flujo a condiciones estándar con el cual se construye la curva de calibración a condiciones estándar y se establece un coeficiente de correlación. Es importante aclarar que este proceso va incluido dentro de la hoja de cálculo. NOTA: Dentro de la hoja de cálculo tiene que hacer el cálculo del caudal real que atraviesa el calibrador, la presión de estancamiento absoluta	Técnico de Campo	ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire

7. ANEXOS

- Método US-EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B.
- ING-FOR-80 Hoja de calibración equipos monitoreo calidad del aire

CONTROL DE DOCUMENTOS

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
		
Ing. Iván Camilo Quijano Ruiz	Ing. Juan F. Camargo Posada	Ing. Juan F. Camargo Posada
Ingeniero de Proyectos	Gerente Técnico	Gerente Técnico