

30 DE JUNIO DE 2020

AETHALOMETRO AE33. PROCEDIMIENTOS DE OPERACION

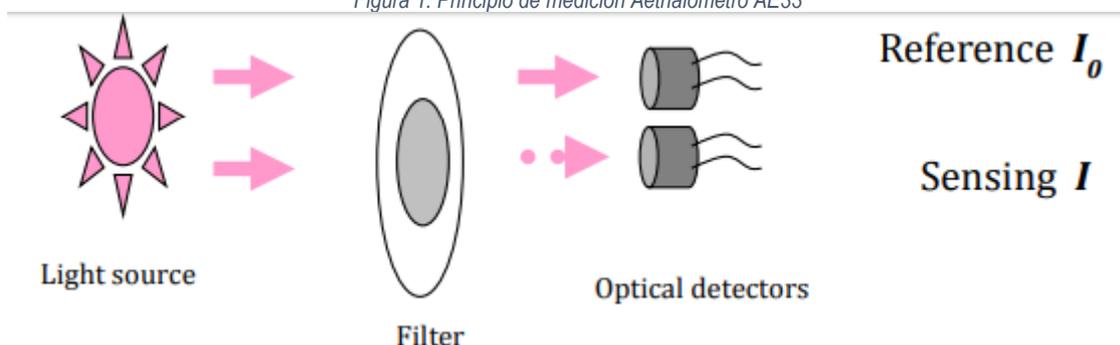
CAMILO RAMIREZ FRANCO
LAB. CALIDAD DEL AIRE
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS

Este documento trata sobre los procedimientos de operación, calibración y verificación para el monitor de carbón negro Aethalometro AE33, el cual hace parte de las estaciones de calidad del aire del SVCAUD.

1. Principio de Operación

El modelo de Aethalometer AE33 recoge partículas de aerosol continuamente dibujando la corriente de aire en aerosol a través de un punto en la cinta de filtro. Analiza el aerosol midiendo el transmisión de luz a través de una porción de la cinta de filtro que contiene la muestra, en comparación con la transmisión a través de una porción descargada de la cinta de filtro que actúa como un área de referencia. Este análisis se realiza a siete longitudes de onda ópticas que abarcan el rango desde el infrarrojo cercano hasta el ultravioleta cercano.

Figura 1: Principio de medición Aethalometro AE33



Fuente: (Magee Scienty, 2020)

2. Condiciones de Seguridad

Antes de limpiar el analizador o realizar cualquier mantenimiento en el instrumento, coloque el interruptor de alimentación PRINCIPAL en la posición APAGADO y desenchufe el cable de alimentación. Evite el uso de agentes químicos que puedan dañar los componentes o interferir con el método analítico utilizado por el analizador.

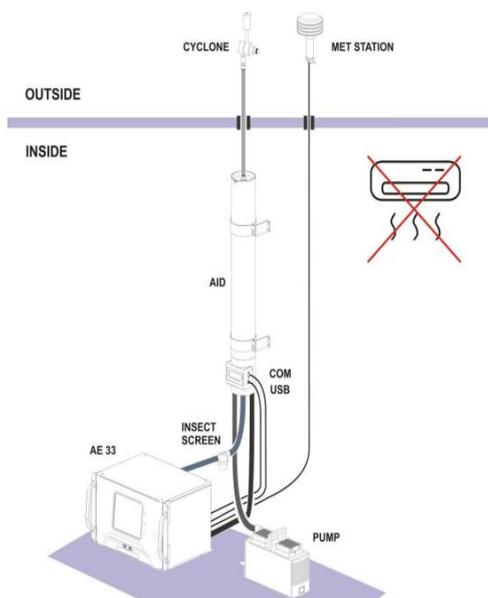
Utilice siempre un enchufe con conexión a tierra de tres puntas en este analizador. Respete las precauciones de seguridad generales cuando use cilindros de gas comprimido (por ejemplo, cilindros seguros, flujos de escape de ventilación) (California, 2019).

3. Personal Calificado

El personal debe estar capacitado y familiarizado con los principios y procedimientos básicos de monitoreo del aire antes de operar cualquier equipo de monitoreo del aire. El personal debe completar cualquier entrenamiento de seguridad requerido antes de operar cualquier equipo de monitoreo de aire y trabajar en el campo. El personal debe revisar este procedimiento, el manual de operación y completar cualquier capacitación relacionada con instrumentos y operaciones de monitoreo de aire requerida por su gerente de sección antes de operar este analizador (California, 2019).

4. Descripción

Figura 2: Estructura AE33.



Fuente: (Magee Scienty, 2020)

Figura 3: Vista Frontal.

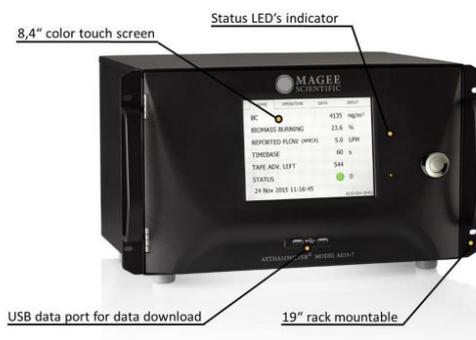
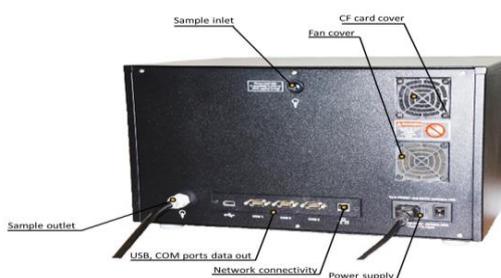


Figura 4: Vista Posterior.



5. Plan Mantenimiento

En la siguiente tabla se presenta el plan de mantenimiento establecido para el Monitor de carbón negro con base al manual del equipo aplicado al uso específico y actividades del laboratorio de calidad del aire.

Tabla 1: plan de mantenimiento Monitor de Black Carbon AE33.

ACTIVIDAD	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Verificación de Flujo	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza tubo muestreo	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza de inlet	Mensual	Aux. Laboratorio.
Limpieza cámara óptica	6 meses	Aux. Laboratorio.
Calibración de flujo	6 meses	Aux. Laboratorio.
Test "Clean air"	6 meses	Aux. Laboratorio.
Test de Estabilidad	6 meses	Aux. Laboratorio.
Cambio de cinta filtro	3 meses	Aux. Laboratorio.
Cambio de cartucho de filtro by-pass	1 año	Aux. Laboratorio.

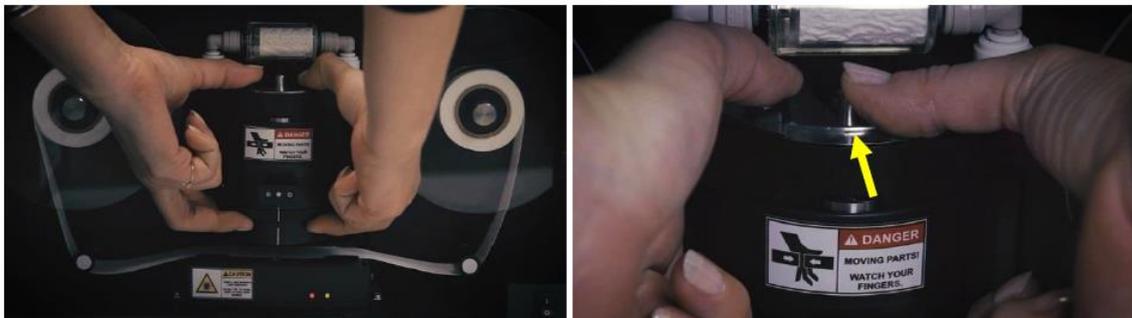
5.1. Limpieza de Cámara Óptica

Se debe realizar cada 6 meses, de acuerdo al plan de mantenimiento establecido por el laboratorio de calidad del aire. De igual si se nota datos o mediciones atípicas se debe realizar la inspección y/o limpieza de la misma con el fin de asegurar la medición y la calidad de los datos.

Para este procedimiento se debe realizar con alcohol isopropílico e hisopos.

- El primer paso es parar la medición y apagar el equipo.
- Abrir la puerta frontal para acceder a la cámara óptica.
- Usando el pulgar y los dedos a ambos lados de la cámara óptica, levante la cámara hacia arriba contra sus resortes. Cuando la cámara esté completamente elevada, bloquéela en su lugar presionando el pestillo de metal. La cámara ahora está cerrada.

Figura 5: Posicionamiento de la cámara óptica para realizar la limpieza.



- Encuentra el botón de liberación en la parte delantera de la cámara.
- Mientras presiona el botón de liberación hacia arriba, tome la parte inferior del cabezal óptico y gírelo en el sentido de las agujas del reloj para que la parte delantera de la cámara se mueva hacia la izquierda. La parte inferior se aflojará de su ajuste de bayoneta y se puede quitar.

Figura 6: Procedimiento para extraer la cámara óptica.



- La porción inferior del cabezal óptico consiste en un bloque translúcido. Limpiar todas las superficies con etanol. Ponga unas gotas de alcohol isopropílico en las aberturas y elimine el polvo o los escombros con un hisopo.
- Para volver a instalar el cabezal óptico, primero alinee el marcador con muesca a la izquierda del centro; empuje la cabeza óptica hacia arriba para enganchar los tres accesorios de bayoneta; y gire en sentido antihorario (para que el frente de la cámara se mueva hacia la derecha).
- Usando el pulgar y los dedos a ambos lados de la cámara óptica, levante la cámara hacia arriba. El pestillo de bloqueo se liberará automáticamente. Permita que la cámara regrese a la cinta.

- Finalizado el procedimiento vuelva a encender el equipo. (Magee Scienty, 2020).

Ver video tutorial: https://www.youtube.com/watch?v=5fDXnSTVILc&feature=emb_logo.

5.2. Cambio de Cinta Filtro.

- Afloje los tornillos de mariposa y retire las cubiertas de plástico transparentes tanto del carrete de "suministro" (en el lado izquierdo) como del carrete de "recolección" (en el lado derecho).

Figura 7: Procedimiento para cambiar la cinta filtro.



- Usando el pulgar y los dedos a ambos lados de la cámara óptica, levante la cámara hacia arriba contra sus resortes.
- Cuando la cámara esté completamente elevada, bloquéela en su lugar presionando el pestillo de metal.
- Retire la cinta usada de ambos carretes.
- Tome la nueva cinta de filtro y colóquela en el carrete de "suministro". Tome nota de la hoja de resorte de metal que estabiliza la superficie superior del rollo.

Figura 8: Cambio de cinta filtro.



- Asegúrese de que el carrete derecho de "colección" esté firmemente sujeto a su eje: pruebe tirando suavemente de la cinta y asegúrese de que el centro del carrete no se mueva. (Magee Scienty, 2020)

Ver video tutorial: <https://www.youtube.com/watch?v=ZoUzaqMi2EQ>

5.3. Verificación de Flujo

La rutina de verificación de flujo le permite al operador verificar si los sensores de flujo internos están respondiendo con precisión. No se cambia la configuración del instrumento durante el proceso de

verificación de flujo. El proceso también se muestra en la biblioteca de videos disponible en el sitio web de Magee Scientific.

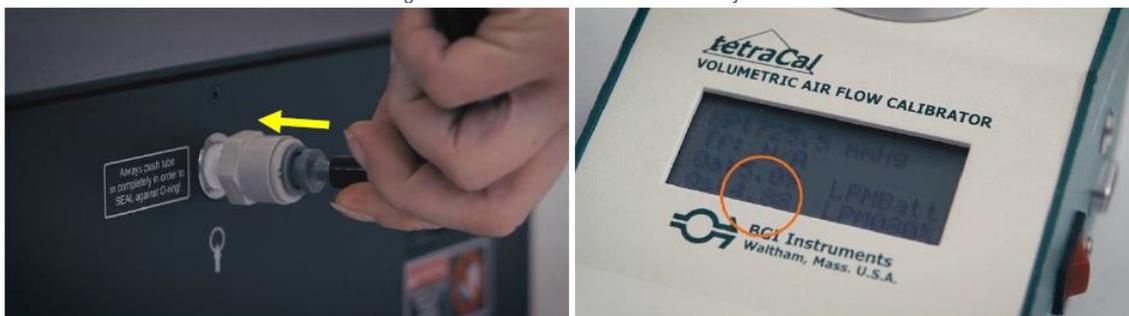
- Vaya a la pantalla "**Operación / General**". Si las mediciones se están ejecutando, presione '**Stop**'.
- Presione el botón "Verificar flujo" para comenzar la prueba.
- Se abrirá una nueva pantalla. Elija "**Manual**". La opción "**Auto**" solo se puede utilizar si está utilizando el medidor de flujo másico TSI 4110 conectado por cable de datos al AE33.
- La primera parte de la rutina es medir el flujo a través de la almohadilla de calibración de flujo.

Figura 9: Instalación de Almohadilla.



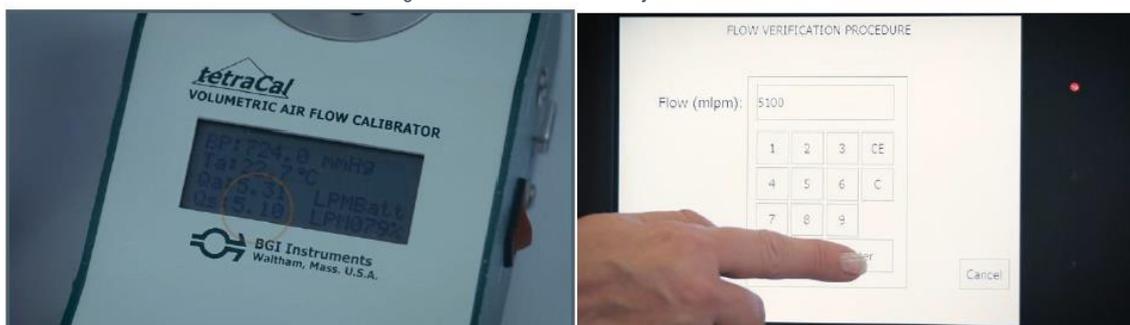
- Espere a que la cámara se levante: cuando se le solicite, retire la cinta de filtro e instale la almohadilla de calibración de flujo de goma con la muesca hacia usted.
- Cuando esté instalada, presione "OK".
- Conecte su medidor de flujo externo al puerto de entrada.

Figura 10: Instalación de medidor de flujo.



- La rutina de verificación de flujo medirá el flujo a tres valores diferentes (cerca de 1 LPM, 3 LPM y 5 LPM), y comparará el valor "interno" (de los sensores de flujo del instrumento) con el valor "externo" medido por el externo medidor de corriente.
- Press the empty box marked 'Flow' and enter the flow from the external flow meter. **IMPORTANT!** – units are milliliters per minute (mLPM).
- Confirme presionando "ON". El proceso se repetirá en los tres valores de flujo.
- Después de ingresar el último valor (@ 5LPM) y presionar "ON", el instrumento mostrará el informe de verificación de flujo. Este informe también se guarda en la tarjeta CF y está disponible para descargar con archivos de datos.

Figura 11: Verificación de Flujo.



- La prueba es satisfactoria si la diferencia de las lecturas de flujo es inferior a +/- 10%. **Si la diferencia es mayor, se necesita recalibrar los sensores de flujo (Ver sesión 5.4)**
- Cuando se le solicite, retire la almohadilla de calibración de flujo de goma y vuelva a instalar la cinta de filtro. Presione "OK" cuando haya terminado.

Ver video del procedimiento: https://www.youtube.com/watch?v=-5N3i5acYEM&feature=emb_logo

5.4. Calibración de flujo.

Para esta prueba, necesitará la almohadilla de calibración de flujo (almohadilla de goma negra con dos orificios pequeños) que se suministra como accesorio estándar del AE33; y un medidor de flujo de aire que conectará externamente al puerto de entrada de muestra.

- Detener la medición actual.
- En la pantalla ir a **operación<General** y presionar la opción **"Flow Cal"**.
- Una nueva pantalla aparecerá. Elija "Manual". La opción "Auto" solo se puede utilizar si está utilizando el medidor de flujo másico TSI 4110 conectado por cable de datos al AE33.
- El instrumento pasará por varios procedimientos. El primero es medir el flujo a través de la almohadilla de calibración de flujo.

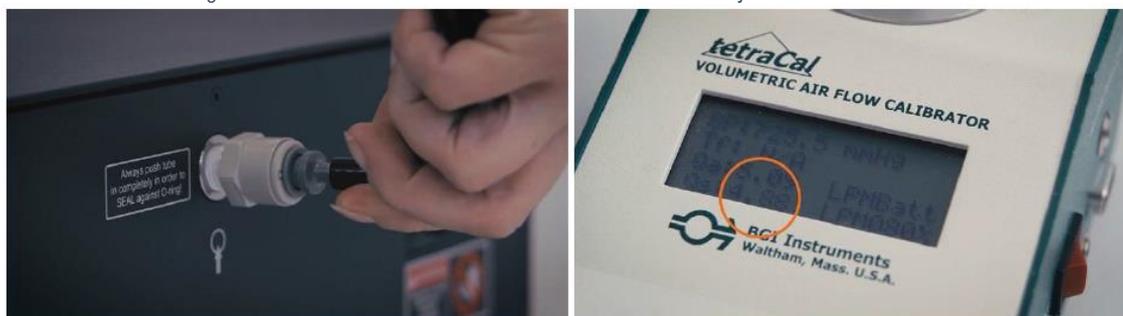
Figura 12: Procedimiento de Calibración.



- Cuando se le solicite, retire la cinta de filtro e instale la almohadilla de calibración de flujo de goma con la muesca hacia usted. Luego presionar OK.
- Conecte el medidor de flujo externo a la entrada. Presionar OK
- El instrumento ahora medirá el flujo en tres puntos diferentes: cerca de 1 LPM, 3 LPM y 5 LPM
- Observe el flujo medido por su medidor de flujo. ¡IMPORTANTE! - asegúrese de que sus lecturas de flujo se informen en las mismas condiciones de informe "estándar" de temperatura y presión

que está utilizando en el Aethalometer. Muchos medidores de flujo muestran el flujo en condiciones "reales" (es decir, T y P locales); y el mismo resultado corregido a condiciones "estándar".

Figura 13: Verificación de caudal estándar en el medidor de flujo.



- Presione el campo del cuadro de entrada e ingrese el flujo desde el medidor de flujo externo. ¡IMPORTANTE! - las unidades son mililitros por minuto (LPM). Confirme presionando "enter".
- Después de ingresar el último valor (@ 5LPM) y presionar "OK", se completa el procedimiento.
- Cuando termine, retire la almohadilla de calibración de flujo y reemplace la cinta de filtro. Presione "OK" cuando haya terminado. (Magee Sienty, 2020).

Ver video del procedimiento: <https://www.youtube.com/watch?v=4KixL3XQRco>

5.5. Prueba de Fugas

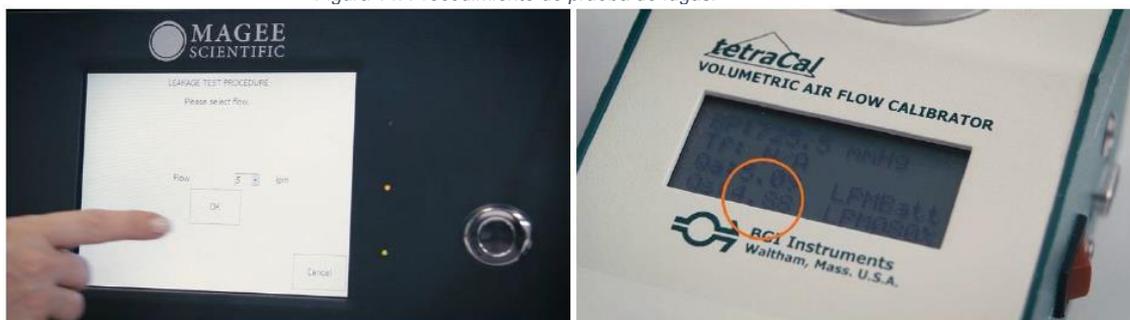
La fuga ("zeta", ζ) es la diferencia entre el flujo que ingresa al puerto de entrada (F_{in}) y el flujo que pasa a través del sistema aguas abajo del filtro (F_{out}). La diferencia se debe a la fuga tangencial a través de los bordes de la cinta de filtro.

$$\zeta = 1 - (F_{in}/F_{out})$$

La fuga promedio es de aproximadamente 3% a 5 LPM. Este valor se tiene en cuenta durante el cálculo BC (capítulo 5.1 Cálculos básicos). Su valor promedio se ingresa en la pantalla "Operación" - "Avanzado" como parámetro operativo.

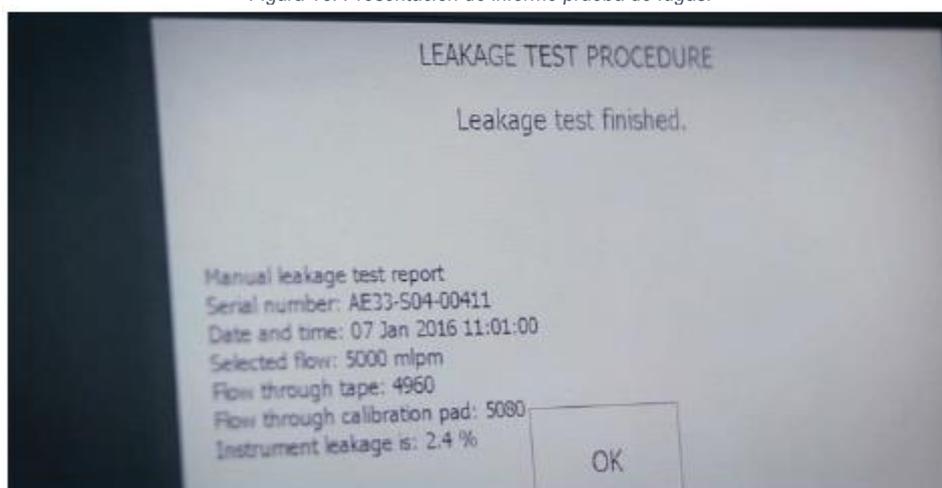
- Para esta prueba, necesitará la almohadilla de calibración de flujo (almohadilla de goma negra con dos orificios pequeños) que se suministra como accesorio estándar del AE33; y un medidor de flujo de aire que conectará externamente al puerto de entrada de muestra.
- Se debe detener la operación normal de equipo para realizar este procedimiento.
- Vaya a la pantalla "Operación" / "General" y presione el botón "Prueba de fuga" para comenzar la prueba.
- Una nueva pantalla aparecerá. Elija "Manual". La opción "Auto" solo se puede utilizar si está utilizando el medidor de flujo másico TSI 4110 conectado por cable de datos al AE33.
- El instrumento primero medirá el flujo a través de la cinta de filtro. Confirme presionando el botón "OK".
- Conecte su medidor de flujo másico externo al puerto de entrada. Presionar O.K
- Elija el flujo en el que desea realizar la prueba. Normalmente esta prueba se realiza a 5 LPM. Presiona OK".

Figura 14: Procedimiento de prueba de fugas.



- Observe el flujo medido por su medidor de flujo. ¡IMPORTANTE! - asegúrese de que sus lecturas de flujo se informen en las mismas condiciones de informe "estándar" de temperatura y presión que está utilizando en el Aethalometer. Muchos medidores de flujo muestran el flujo en condiciones "reales" (es decir, T y P locales); y el mismo resultado corregido a condiciones "estándar".
- La segunda parte del procedimiento es medir el flujo una vez más: pero a través de la almohadilla de calibración de flujo de goma, en lugar de la cinta de filtro.
- Cuando se le solicite, retire la cinta de filtro e instale la almohadilla de calibración de flujo de goma con la muesca hacia usted.
- Repita el procedimiento como antes al medir el flujo a través de la cinta de filtro.
- Cuando termine, retire la almohadilla de calibración de flujo y reemplace la cinta de filtro. Presione "OK" cuando haya terminado.
- Al terminar se presentará un informe en el display el cual muestra: Número de serie del instrumento, fecha y hora de la prueba, y los resultados de la prueba: flujo seleccionado y flujos a través de la cinta de filtro y la almohadilla de calibración.

Figura 15: Presentación de informe prueba de fugas.



- The leakage should be less than 10%. If the reported leakage is larger than 10%, please contact Magee Scientific, Aerosol, or your authorized distributor.
- La fuga debe ser inferior al 10%. Si la fuga informada es mayor al 10%, comuníquese con Magee Scientific, Aerosol o su distribuidor autorizado.

Ver video del procedimiento: https://www.youtube.com/watch?v=-y3xbga1gZQ&feature=emb_logo

5.6. Prueba de Estabilidad

La prueba de estabilidad determina el rendimiento de la fuente de luz y el detector, sin flujo de aire a través del sistema. Para realizar esta prueba, seleccione Operación / General / Prueba de estabilidad. La duración de la Prueba de estabilidad es de 20 minutos, durante los cuales se mostrará un Código de estado de 1024. Al final de la prueba, se genera un informe y se guarda en la tarjeta CF.

- Detener la medición actual.
- Selección **Operación<General** y seleccionar la prueba de estabilidad (**Stability Test**)
- A continuación, aparecerá una nueva pantalla con la configuración de la prueba (Duración, flujo y tiempo base). Una vez se tome la información presionar **“OK”**.

Figura 16: Test stability



- Una vez se inicie la prueba de estabilidad esta durará 20 min, la cual se detendrá automáticamente. En la pantalla del monitor aparecerá el informe con el resumen de la prueba, el cual se puede descargar por medio del puerto USB.
- El resultado de la prueba es aceptable si el valor de PPBC en Spot1 es inferior a 450 ng / m³ para el Canal 6. Si el valor reportado de PPBC en Spot 1 es mayor que este valor, comuníquese con Magee Scientific, Aerosol o su distribuidor autorizado. (Magee Scienty, 2020). Presione OK para confirmar el resultado de prueba.
- Los valores de "BC promedio" deben estar cerca de cero (menos de +/- 100) si el Aethalometer se calienta y se estabiliza durante al menos una hora.

Ver Video del procedimiento: https://www.youtube.com/watch?v=UsRTH4yojiM&feature=emb_logo

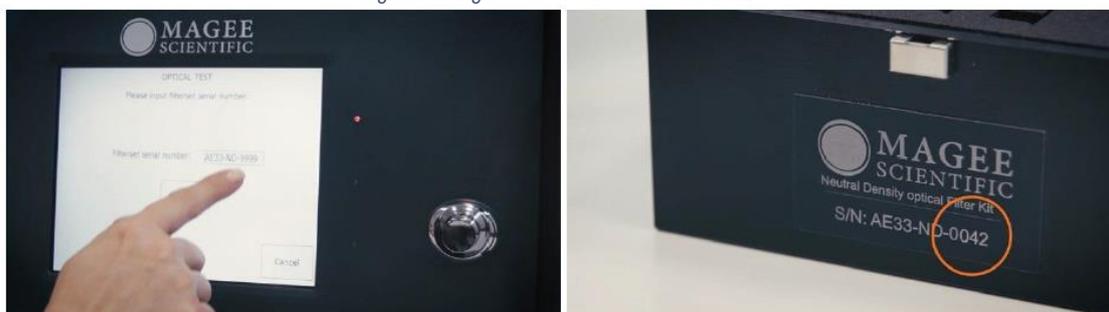
5.7. Prueba Óptica ND

La rutina de prueba del "Filtro óptico de densidad neutra" se utiliza para verificar el rendimiento del sistema óptico, es decir, la respuesta de los detectores ópticos a las intensidades variables de luz de las fuentes ópticas. La prueba ND utiliza 4 elementos ópticos, cada uno equipado con insertos de vidrio de densidad neutra que tienen una absorbancia óptica estable y rastreado por estándares. La rutina compara los valores de atenuación medidos para cada elemento de vidrio en cada longitud de onda, en comparación con las calibraciones en el momento de la fabricación. Los datos se analizan como un ajuste lineal: si la pendiente difiere más del 10% de la unidad, la prueba falla.

- Para esta prueba, necesitará la **“ND FILTER OPTICAL KID”**, que consta de 4 elementos ópticos diferentes.

- Vaya a la pantalla "**Operación /" General "**. Si las mediciones se están ejecutando, presione 'Parar'.
- Presionar "ND test" para iniciar la prueba.
- Una nueva pantalla le pedirá que ingrese el número de serie del kit ND, marcado en la casilla.

Figura 17: Ingreso de ID del KIT OPTICO ND.



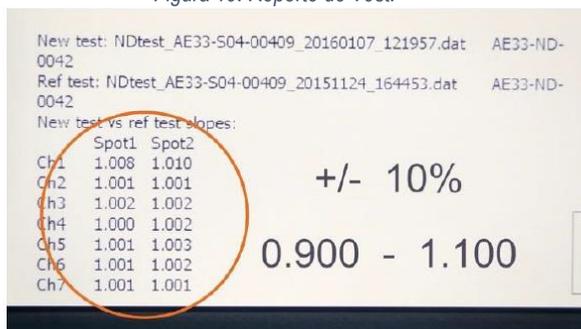
- Presione el campo de entrada e ingrese el número de serie del kit ND.
- Confirme presionando el botón "Enter" y "OK".
- Si es la primera vez que se realiza la prueba ND en este instrumento, le solicitará un archivo de parámetros de calibración. Estos deben cargarse desde el dispositivo de memoria USB que se incluye en la caja del kit ND.
- Insert the USB stick into the USB port on the front panel, and press "Yes".
- El instrumento copiará el archivo de parámetros de calibración y luego comenzará el procedimiento de prueba.
- MANTENGA SIEMPRE LA CINTA DEL FILTRO EN POSICIÓN A TRAVÉS DEL ÁREA ANALÍTICA. Cuando se le solicite, inserte el elemento ND N ° 0 (cero) EN LA PARTE SUPERIOR de la cinta de filtro. NO TOQUE el vidrio: sosténgalo por los postes metálicos. Insértelo con la muesca en "V" hacia adelante.

Figura 18: Manipulación de los discos ND.



- Presione "OK" cuando se inserte. Mire la pantalla y retire el disco del filtro cuando se le solicite.
- Repita el mismo procedimiento cuando se le solicite para los elementos ND 1, 2 y 3.
- La prueba se completa después de eliminar el elemento ND N ° 3.
- El instrumento generará un informe que muestra el número de serie del instrumento, la fecha y la hora de la prueba; y los resultados de la prueba. Este informe también se guarda internamente y está disponible para su descarga futura.

Figura 19: Reporte de Test.



	Spot1	Spot2
Ch1	1.008	1.010
Ch2	1.001	1.001
Ch3	1.002	1.002
Ch4	1.000	1.002
Ch5	1.001	1.003
Ch6	1.001	1.002
Ch7	1.001	1.001

+/- 10%

0.900 - 1.100

- La operación correcta se muestra mediante los valores de informe en ambos puntos (Spot1 y Spot2) dentro de +/- 10% de 1.000: es decir, entre 0.9 y 1.1 para las siete longitudes de onda (Ch1 a Ch7).
- Si por algún motivo los resultados quedan fuera de este rango, incluso después de repetir la prueba, comuníquese con Magee Scientific, Aerosol Co. o su distribuidor autorizado.

Ver video del procedimiento: https://www.youtube.com/watch?v=vMUcYBdVLE&feature=emb_logo

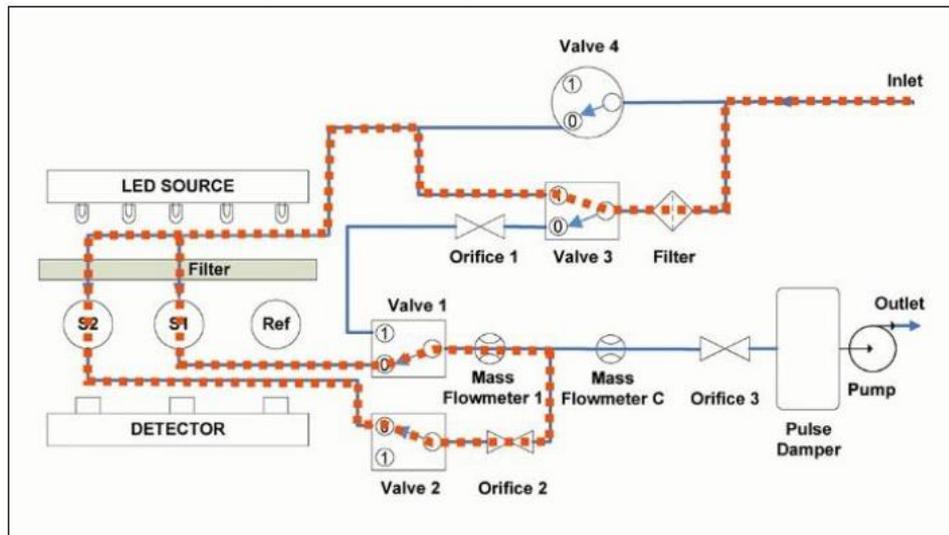
5.8. Prueba Clean Air Test

La prueba de aire limpio se lleva a cabo utilizando el filtro incorporado para determinar la estabilidad y el rendimiento del Aethalometer en condiciones de flujo de aire.

Para realizar la prueba de aire limpio, seleccione Operación / General / Prueba de aire limpio. La duración de la Prueba de aire limpio es de 20 minutos, durante los cuales se mostrará un Código de estado de 2048. Al final de la prueba, se genera un informe y se guarda en la tarjeta CF.

- Detener la medición actual.
- Vaya a la pantalla "**Operación**" / "**General**" y presione el botón "Aire limpio" para comenzar la prueba.
- Aparece una nueva pantalla que enumera toda la información relevante sobre la configuración de la prueba (duración de la prueba, flujo y base de tiempo).
- Presionar OK para continuar con la prueba.
- La prueba de aire limpio utiliza un filtro incorporado para determinar la estabilidad y el rendimiento del Aethalometer en condiciones dinámicas de flujo de aire. El aire se aspira a través de un filtro de cartucho (montado en la parte superior de la cámara óptica), y este aire libre de partículas fluye a través del sistema analítico.

Figura 20: Diagrama de proceso air clean.



- Después de 20 minutos, la prueba se detendrá automáticamente.

IMPORTANTE: si desea que el instrumento continúe automáticamente con las mediciones de BC después de la prueba de aire limpio, asegúrese de marcar la casilla "continuar después de la prueba" antes de comenzar.

- El informe del procedimiento de prueba de aire limpio se generará y se mostrará en la pantalla. Se generará un informe separado y se guardará en la tarjeta CF para su posterior descarga.

Figura 21: Informe clean air test.

Clean air test report
 Serialnumber: AE33-S04-00409
 Date and time: 07 Jan 2016 11:02:03
 Duration: 20 min, Timebase: 1 sec, Flow: 5000 mlpm

	AverageBC		PPBC (ng/m ³)	
	Spot1	Spot2	Spot1	Spot2
Ch1	150	300	183	507
Ch2	13	51	200	540
Ch3	14	60	221	611
Ch4	41	208	253	652
Ch5	58	205	279	707
Ch6	6	135	387	1020
Ch7	62	158	415	1122

Result of clean air test is acceptable.

- El informe del procedimiento de prueba de aire limpio se generará y se mostrará en la pantalla. Se generará un informe separado y se guardará en la tarjeta CF para su posterior descarga.
- Presionar OK para finalizar la prueba.

Los valores promedio de BC deben estar cerca de cero (menos de +/- 100) si el Aethalometer se calienta y se estabiliza durante al menos una hora. Ocasionalmente, se puede ver un breve transitorio al principio, debido a un artefacto de compresión del filtro.

5.9. Prueba Automático Air Clean

La prueba automática de aire limpio se activa marcando la opción "Aire limpio automático" en la pantalla Operación / General. Puede programarse en un horario semanal o mensual a una hora específica.

La duración de la prueba es de 20 minutos y se ejecuta a una velocidad de flujo de 5 LPM, base de tiempo de 1 segundo. Durante la prueba, el Indicador de estado se establece en 2048. Los resultados de la prueba se muestran en el archivo de registro: las concentraciones promedio de BC y las variaciones punto a punto se calculan para cada canal y cada punto. Después de la prueba, se genera un informe (consulte la sección 9.6 Prueba de aire limpio manual). Si el resultado de la prueba no es aceptable, se genera un valor de código de estado de advertencia de 16384.

5.10. Calibración de Sensor de Cinta Filtro

La cantidad de cinta en los carretes de "Suministro" y "Colección" está determinada por dos sensores ópticos que miden el diámetro de cada rollo. Estos sensores tienen la forma de pequeñas lentes ópticas a cada lado del marco de la unidad de análisis. Los sensores de cinta deben limpiarse periódicamente; y su respuesta de medición debe ser recalibrada si la Unidad de Análisis alguna vez se retira del instrumento y se vuelve a instalar. Este procedimiento requiere los cilindros especiales de calibración del diámetro del carrete (ver sección 15 Accesorios) que son dos cilindros cubiertos con cinta de filtro. El cilindro más pequeño tiene un diámetro de 39 mm; El cilindro más grande tiene un diámetro de 102 mm.

Para recalibrar los sensores de cinta, primero detenga las mediciones. Luego, seleccione el botón "TapeSenAdj" en la pantalla Operación / Avanzado, y siga las instrucciones en pantalla que requieren instalar los cilindros de calibración alternativamente en ambos carretes. Tenga en cuenta que es esencial cubrir los cilindros de calibración con las placas frontales de carrete de plástico transparente durante el proceso de calibración, para una respuesta óptica correcta.

5.11. Cambio de filtro y cartucho.

El filtro de cartucho de derivación está ubicado sobre la cámara óptica y es claramente visible detrás de la puerta frontal. Debe cambiarse anualmente o antes si es necesario en estaciones con alta carga de aerosol. Esto se indica si el color del filtro es más oscuro que el "gris medio", se ve ennegrecido y sucio, o si los resultados de la prueba de Aire limpio producen una concentración de BC muy superior a cero.

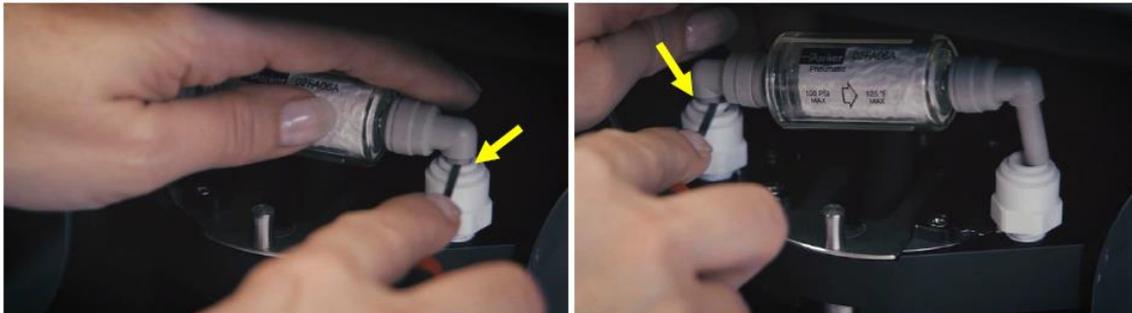
- Para este procedimiento, necesitará un nuevo filtro de cartucho y un destornillador plano de tamaño mediano.
- El filtro de cartucho se encuentra en la parte superior de la cámara óptica.

Figura 22: filtro BY-PASS.



- Si las mediciones se están ejecutando, presione 'Stop'. Este procedimiento también se puede realizar cuando el instrumento está apagado.
- Abra la puerta frontal para acceder al filtro de cartucho. Tenga en cuenta la orientación de la flecha indicadora de flujo de aire, de izquierda a derecha.
- El filtro y sus accesorios se instalan en "adaptadores de agarre" que deben liberarse presionando hacia abajo con un destornillador plano.
- Presione hacia abajo el anillo blanco del conector de agarre exterior en un lado del filtro y tire del conector del codo hacia arriba y afuera del conector.

Figura 23: Desinstalación de filtro By-pass.



- Retire los conectores del codo del filtro, esta vez presionando el anillo gris del conector.
- Tome un filtro nuevo y conecte ambos conectores acodados a este filtro con la misma orientación de la flecha indicadora de flujo.
- Instale el filtro presionando los conectores del codo firmemente hacia abajo en los enchufes.
- Reinicie el instrumento y continúe con las mediciones.

Ver video del procedimiento: https://www.youtube.com/watch?v=c4eMmfDQk_0&feature=emb_logo

Referencias

- Magee Sciency. (1 de 7 de 2020). *Magee Sciency*. Obtenido de <https://mageesci.com/mproducts/model-ae33-aethalometer/>