

Nephelometer AURORA 3000: Manual de procedimientos

Nota Técnica SMN 2026-207

Giselle Marincovich¹, Francisco Quarín², Gustavo Copes² Gonzalo Gambarte¹, Emiliano Petruzzi¹

¹ *Dirección Central de Monitoreo del Clima. Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios (DNCIPS). Servicio Meteorológico Nacional (SMN)- Argentina*

² *Dirección de Productos de Modelación Ambiental y de Sensores Remotos. Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios (DNCIPS). Servicio Meteorológico Nacional (SMN)- Argentina*

Enero 2026

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

Resumen

El presente documento establece el manual de procedimientos estándar para la operación, mantenimiento preventivo y calibración del Nephelometer AURORA 3000 Integrating with backscattering en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. Su objetivo principal es garantizar la ejecución uniforme de las tareas y asegurar los estándares de calidad (QA/QC) en las mediciones de aerosoles atmosféricos. El documento detalla los protocolos técnicos y sus frecuencias recomendadas, abarcando desde verificaciones semanales de flujo y pruebas de fugas, hasta el mantenimiento semestral de la cámara óptica y pruebas de estabilidad. Además, se presenta la implementación de una interfaz gráfica de usuario desarrollada específicamente para estandarizar el reporte de actividades y optimizar el registro de datos en el logbook de la estación.

Abstract

This document establishes the standard operating procedures manual for the operation, preventive maintenance, and calibration of the Nephelometer AURORA 3000 Integrating with backscattering at the National Meteorological Service stations. Its main objective is to guarantee the uniform execution of tasks and ensure quality standards (QA/QC) in atmospheric aerosol measurements. The document details technical protocols and their recommended frequencies, ranging from weekly flow verifications and leak tests to semiannual maintenance of the optical chamber and stability tests. Furthermore, it presents the implementation of a user graphic interface specifically developed to standardize activity reporting and optimize data logging in the station's logbook.

Palabras clave:

Aerosoles atmosféricos, Nephelometer, mediciones no convencionales.

Citar como:

Marincovich, G. , F. Quarin, G. Copes, G. Gambarte, y E. Petruzzi, 2026: Nephelometer Aurora 3000: Manual de procedimientos. Nota Técnica SMN 2026-207.

1. OBJETIVO

Establecer el manual de procedimientos estándar para la operación, mantenimiento preventivo y calibración del *Nephelometer modelo integrating Aurora 3000 with backscattering* de la empresa ACOEM en las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con mediciones de aerosoles atmosféricos.

Este documento sirve como guía técnica unificada para los operadores con el fin de:

- Garantizar la correcta ejecución de todas las acciones de mantenimiento y muestreo.
- Contribuir al cumplimiento y mantenimiento de los estándares de calidad (QA/QC) en la obtención de datos de aerosoles atmosféricos.
- Asegurar el reporte homogéneo y estandarizado de todas las acciones realizadas en el instrumento, utilizando tanto el logbook de la estación como la interfaz gráfica (GUI) (ver Anexo A.1).

Toda información complementaria sobre el instrumental puede encontrarse en la PC local dentro de la carpeta */Nephelometer/Nephelometer_Integrating_AURORA3000/Documentos*. Los códigos relacionados a este instrumento se encuentran en la carpeta *Nephelometer/Nephelometer_Integrating_AURORA3000/Software*. No deben modificarse sin consultar previamente al equipo responsable.

2. ALCANCE

Este documento aplica a todas las estaciones operadas por el SMN que cuenten con un *Nephelometer Integration with backscattering Aurora 3000*. Incluye instrucciones para mantenimiento preventivo y calibración. No contempla procedimientos avanzados de diagnóstico técnico o reparaciones, los cuales deben ser tratados con el equipo responsable.

3. PARTES DEL INSTRUMENTO

A continuación se presentan imágenes descriptivas del Nephelometer Aurora3000, incluyendo su parte frontal, trasera, interna y pantallas principales de operación.



Figura 1: Vista frontal del instrumento Nephelometer AURORA3000

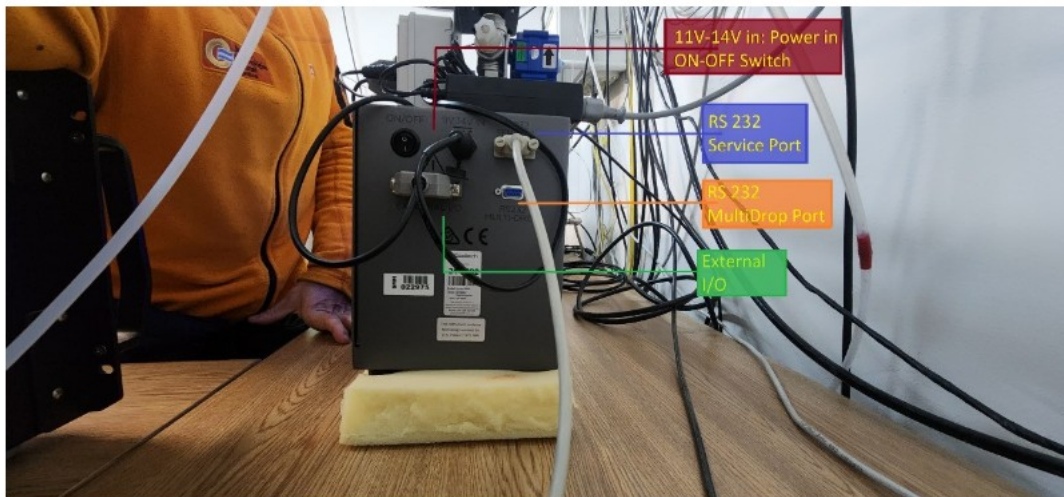


Figura 2: Vista lateral del instrumento.

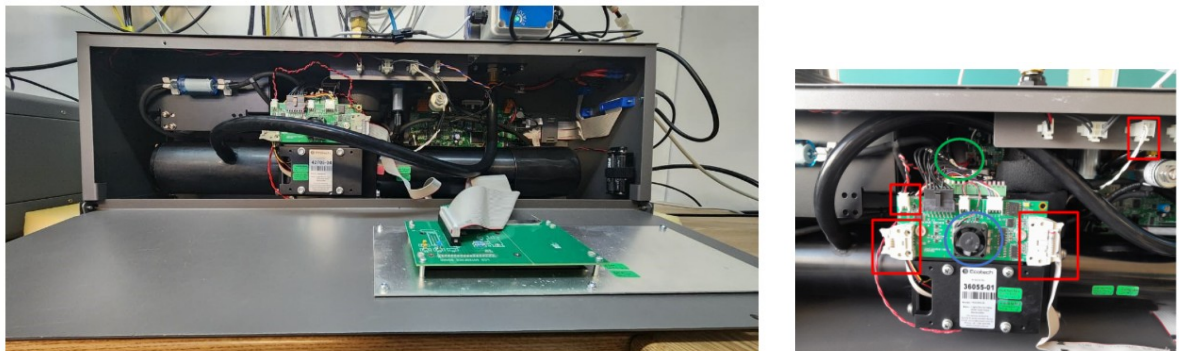


Figura 3: Parte interna del instrumento.

4. LISTA DE PROCEDIMIENTOS Y FRECUENCIA

Se recomienda notificar al equipo responsable antes de iniciar cualquiera de estos procedimientos, con el objetivo de facilitar el acompañamiento y minimizar el tiempo de respuesta ante posibles dudas o inconvenientes durante su ejecución.

Los procedimientos deben realizarse en el orden secuencial indicado a continuación. Cada estación podrá definir el día en que llevará a cabo las tareas. Sin embargo, se solicita que estén contempladas dentro de las rutinas programadas y que no se exceda el plazo de una semana respecto a la fecha prevista para su realización.

Tabla 1: Frecuencia recomendada para los procedimientos del instrumento.

Procedimiento	Frecuencia
Inspección general del sistema	S
Verificación del flujo de entrada	S
Calibración completa	2M
Inspección/reemplazo filtro hacia bomba externa	2A
Inspección/reemplazo filtros internos	2A
Limpieza de bomba externa	2A
Limpieza de celda	2A
Verificación de fugas	2A
Limpieza de cámara óptica	1A
Prueba de ruido cero	1A
Comprobación de la fuente de luz	1A
Inspección/ reemplazo de baterías	1A
Calibración o ajuste del cero	AR
Calibración de sensores de variables meteorológicas	AR

Semanal	Bimestral	Semestral	Anual	A requerimiento
---------	-----------	-----------	-------	-----------------

5. MATERIALES NECESARIOS

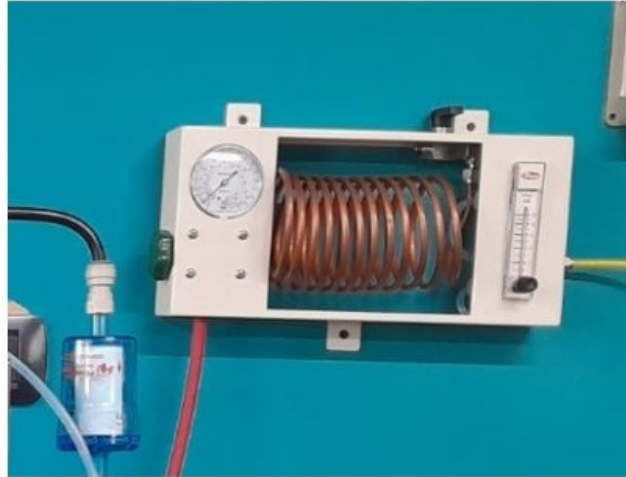
- Aire comprimido/removedor de polvo (lata)
- Compresor
- Etanol de grado técnico pureza 99.9 %
- Agua destilada
- Isopropanol
- Hisopos
- Mangueras antiestática
- Destornilladores: Philips y planos
- Llave Allen
- Llave francesa
- Paños para limpieza de calidad óptica
- Tubo de CO₂
- Pilas alcalinas
- Medidor de flujo



- Filtro hacia bomba externa



- Sistema de calibración



6. PROCEDIMIENTOS

Inspección general del sistema

En el exterior

1. Asegurarse de que el tejido del *inlet* no tenga obstrucciones.
2. Si hay una trampa de agua en el *inlet*, asegurarse de que esté libre de agua líquida o congelada.
3. Si el caño principal del *inlet* tiene un calentador o cinta calefactora, revisar su funcionamiento.
4. Reportar la ejecución de este procedimiento en la interfaz.

En el interior

1. Revisar fecha y hora correcta (UTC, GMT 0) del instrumento y de la computadora.
2. Inspección en caños y mangueras: en caso de suciedad/polvo, notificar y esperar instrucciones. En caso de ser necesario el recambio, asegurar que la calidad y tipo de la manguera sea la misma.
3. De poseer divisor de flujo, asegurar que todas las bocas se encuentran conectadas a un instrumento o en su defecto correctamente tapadas.
4. Reportar la ejecución de este procedimiento en la interfaz.

En caso de requerir limpieza completa del inlet, notificar a los responsables y aplicar los pasos enunciados en el procedimiento descrito en la Nota Técnica N°147-2023: Sistema de muestreo de aire para medición de aerosoles: procedimiento de limpieza.

Verificación del flujo de entrada

Objetivo

Verificar que el flujo que ingresa al instrumento es el requerido por el sistema (5 LPM)

Frecuencia

Semanal

Materiales

- Medidor de flujo
- Recortes de manguera y extras para conexión de medidor de flujo.

Pasos

1. Con el instrumento encendido, desconectar la manguera que se encuentra en la parte superior del instrumento.
2. Conectar el flujómetro tal como se observe en la siguiente imagen. El medidor de flujo en su parte trasera tiene una flecha que indica el sentido de circulación del flujo, en este caso dirigirla hacia el instrumento.



Figura 4: Ejemplo de como debería quedar

3. Encender el medidor de flujo. La medición debe ser de 5 LPM.
 - Si la medición es correcta, conectar la manguera al inlet como estaba inicialmente.

- En caso de que no sea correcta, revisar que las mangueras en su totalidad se encuentren libres de obstáculos o pérdidas en las conexiones. Posteriormente:
 - Si el flujo medido es mayor a 5 lpm, ajustar la tuerca de regulación que se encuentra entre el filtro externo y la bomba externa, hasta alcanzar el flujo de 5 lpm.
 - Si el flujo es menor a 5 lpm, revisar de forma exhaustiva cada parte del sistema y comuníquese con el equipo responsable para abordar una estrategia de limpieza óptima.

Observación Si el sistema de entrada contiene una trampa de agua entre el divisor de flujo y el instrumento, debe realizar este procedimiento a ambos extremos de la trampa con el fin de verificar que el flujo es constante en ambos sectores.

4. Reportar la ejecución de este procedimiento en la interfaz.

Calibración completa

Objetivo

Garantizar mediciones precisas de la dispersión de la luz por los aerosoles.

La calibración completa realiza una calibración en dos puntos del instrumento (punto de intervalo y punto cero). El punto de intervalo utiliza un gas de calibración, en nuestro caso CO₂, el punto cero utiliza aire libre de partículas a partir de utilizar internamente un filtro. Una calibración completa es aquella en la que se modificarán tanto el intervalo como los puntos cero de la curva de calibración.

Frecuencia

Cada 2 meses, o a requerimiento.

¡IMPORTANTE! En caso de que en el sistema de entrada también se encuentre instalado un Aethalometer AE33 es necesario, previo a comenzar esta calibración, iniciar el chequeo del cero manteniendo ambos procedimientos en paralelo.

Materiales

- CO₂
- Sistema de calibración
- Mangueras antiestática

Pasos

1. Antes de iniciar la calibración debe asegurarse de que estén correctamente seteados los parámetros iniciales en la pantalla: *Select* → *Calibration* → *CAL settings*.

Span gas: CO₂

Cal min time: 15 min

Cal max time: 20 min

% stability: 96

2. Utilice el tubo de CO₂ que se encuentra en el sitio para calibrar. Comprobar que el tubo se encuentra cerrado. El tubo debe contar con un regulador con la salida conectada a una manguera. Observar el sentido de las flechas del regulador y que la o las válvulas estén cerradas.

Si hay un sistema de calibración seguir las instrucciones del paso 3. Si no, continuar en el paso 4.

3. Si tiene el sistema de calibración:

- Conectar la manguera desde el tubo de CO₂ con la manguera roja del calibrador.
- El regulador verde del lado izquierdo debe estar cerrado y luego se deberá abrir hasta regular el flujo requerido.
- En el extremo derecho cuenta con una manguera amarilla que, posteriormente es la que debe ser conectada al SPAN del instrumento.

4. Abrir el tubo del gas un poco hasta que vea que en el regulador la presión aumenta.

5. Ajustar el flujo de gas saliente a aproximadamente en 4 lpm. Verificar en el flujómetro (recuerde verificar la dirección del flujo en la parte de atrás) que el valor se mantiene relativamente constante. Debe dejar salir un poco de gas para purgar.

Precaución El CO₂ es un gas tóxico. Procure mantener el ambiente ventilado

6. Conectar el extremo libre de la manguera del tubo de CO₂ al nephelometer en la boca que dice "Span", previamente sacando la tapa.
7. En el menú principal del instrumento presionar *Calibration* → *Activate cal* → *Do full cal*. Observar que en el display se muestra intermitente el tiempo de calibración. La calibración del SPAN finaliza a aproximadamente a los 15-20 min.
8. Una vez que esa parte finaliza (se escucha un 'clack', el sonido de la válvula cerrarse y el indicativo cal time en el display deja de mostrarse), cerrar inmediatamente el tubo de CO₂. Cerrar la válvula verificando que quede en cero. Espere unos segundos, la pantalla se congelara y luego el equipo iniciará la calibración de aire cero. Al iniciar la calibración de aire el contador de cal.time se reiniciará.
9. Retirar la manguera del SPAN y poner la tapa.
10. Esperar hasta que finalice la calibración de aire cero (15-20 min). Cuando el display vuelva a la normalidad la calibración habrá finalizado.
11. Acciones para la descarga de datos de calibración de forma automática:
 - Finalizar el script de descarga de datos del instrumento.
 - Verificar que el cable serial esté conectado al Service Multi-Drop Port (Figura 2). En caso de que no lo esté, conectarlo temporalmente para esta descarga.
 - Ejecutar el script de descarga de datos de calibración (IdEst_NEPHBS_data_cal.py). Se descargarán automáticamente los datos de calibración en el archivo: IdEst_NEPHBS_cal_YYYYMMDD.
 - Una vez finalizada la descarga del archivo de calibración, volver a conectar el cable serial al Service Port y reactivar el código de descarga de datos del instrumento (IdEst_NEPHBS_data.py).
12. Verificar los resultados de la calibración. Para ello debe comparar los valores obtenidos con los indicados en la Tabla 2.
 - Acceda al menú del instrumento presionando *Select* → *Calibration*.
 - Revise cada uno de los parámetros de la tabla, ingresando a las siguientes secciones, según la longitud de onda correspondiente (params sc ch1, params sc ch2, params sc ch3, params bsc ch1, params bsc ch2, params bsc ch3)
13. Repetir los pasos 1 a 12 al menos dos veces, dejando transcurrir **30 minutos** entre cada intento para permitir la estabilización del instrumento.

Evaluación del resultado: Para considerar finalizada la calibración, se deben realizar dos calibraciones exitosas consecutivas. Esto implica que los valores medidos estén dentro de los márgenes establecidos en la Tabla 2. Si los parámetros no se encuentran dentro de los valores esperados, será necesario aplicar procedimientos de limpieza o mantenimiento específicos. Para definir cuál corresponde, deberá contactarse con el equipo responsable. En caso de obtener dos calibraciones consecutivas no exitosas, se debe dar aviso inmediato al equipo responsable.

14. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Tabla 2: Valores estándares para los parámetros principales obtenidos en una calibración completa.

Parámetro	Scattering (sc)			Backscattering (bsc)		
	635	525	450	635	525	450
Last Span	11.15	23.86	44.21	5.58	11.93	22.11
Span Stab	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%
Last Zero	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1	0 ± 1
Zero Stab	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%	95-97%
Wall Sig	80-90%	70-85%	50-65%	80-90%	70-85%	50-65%

Inspección/ reemplazo del filtro hacia bomba externa

Objetivo

Inspeccionar el estado del filtro que va hacia la bomba externa conectada al instrumento. En caso de mostrar polvo, agua o signos de desgaste es necesario reemplazarlo.

Frecuencia

Cada seis meses

Materiales

- Filtro hacia bomba externa.

Pasos

1. Inspeccionar el estado del filtro y reportar en la interfaz. En caso de observar mucho polvo, agua o signos de fuerte desgaste, debe contactarse con el equipo responsable y continuar con el paso 3.
2. Retirar el filtro.
3. Reemplazar el filtro por uno nuevo.
4. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.
5. Solicitar un nuevo filtro al equipo responsable para mantener stock en la estación.

Inspección/ reemplazo de filtros internos

Objetivo

Inspeccionar el estado de los filtros internos identificados en la Figura 3.

Frecuencia

Cada seis meses

Materiales

- Filtros DFU 99.5

Pasos

1. Quitar los dos tornillos ubicados en el panel frontal del instrumento y abrir el panel frontal.
2. Inspeccionar el estado de cada uno de los filtros internos identificados como fine filter y course filter identificados en la (Figura 3) y reportar en la interfaz. En caso de observar mucho polvo, agua o signos de fuerte desgaste, debe contactarse con el equipo responsable y continuar los Pasos 3 a 8.
3. Retirar el filtro del tubo transparente.
4. Reemplazar con un nuevo DFU 99.5 % (pt: FIL-1050).
5. Realizar una verificación de fugas.
6. Cerrar el panel frontal.
7. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.
8. Solicitar un nuevo filtro al equipo responsable para mantener stock en la estación.

Limpeza de bomba externa

Objetivo

Mantener limpia la bomba que permite la toma de aire de forma constante en el instrumento.

El sistema de conexión de la bomba externa, es extra al instrumento y se utiliza para garantizar que no se produzca una alteración de las mediciones cuando se realiza la calibración del zero y span. Además, permite extender la vida útil del instrumento.

Frecuencia

Cada seis meses.

Materiales

- Destornilladores: Philips y planos
- Compresor de aire

Pasos

1. Apagar el instrumento utilizando la perilla de ON/OFF de la (Figura 2).
2. Desenchufar la bomba externa de la corriente eléctrica
3. Desconectar las mangueras que lo conectan al instrumento
4. Para una limpieza profunda, sacar los tornillos ubicados en la parte superior del instrumento y separe las partes.
5. Limpiar todo el sistema de la bomba utilizando el compresor
6. Armar nuevamente la parte superior, conectar las mangueras y enchufar la bomba.
7. Encienda el instrumento y dejar unos minutos a que se estabilice.
8. Verificar que el flujo en la entrada es 5 lpm.
9. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Limpieza de celda

Objetivo

Mantener limpia la celda óptica para minimizar la alteración de las mediciones con el tiempo.

Frecuencia

Cada seis meses.

Materiales

- Destornilladores: Philips y planos.
- Llaves Allen.
- Agua destilada.
- Aire comprimido

Pasos

1. Apagar el instrumento utilizando la perilla de ON/OFF de la (Figura 2).
2. Quitar los dos tornillos ubicados en el panel frontal del instrumento y abrir el panel frontal.
3. Remover la fuente de luz (Figura 3), para ello:
 - Desenchufar todos los elementos identificados en rojo en el zoom de la figura
 - Quitar los 4 tornillos que se encuentran en el panel frontal.
 - Deslizar con cuidado la fuente de luz hacia afuera apoyando ligeramente la fuente de luz en la superficie inferior de la abertura de la celda.
 - Colocar la fuente de luz en una posición segura hacia arriba.
4. Limpiar el interior de la celda usando agua tibia en un pañuelo o paño sin pelusa. Prestar especial atención a la sección inferior derecha y las paredes. Nota: No deje huellas dactilares ni ningún residuo dentro de la celda.
5. Asegurarse que todas las superficies internas de la celda estén completamente secas.
6. Con mucho cuidado, colocar nuevamente la fuente de luz, y conectar todos los cables.
7. Realizar una verificación de fugas
8. Realizar una calibración completa
9. Reportar la ejecución de este procedimiento en la interfaz.

Verificación de fugas

Objetivo

Asegurar que el sistema de medición no tiene fugas.

Frecuencia

Cada seis meses, posterior a hacer la limpieza de la cámara óptica o a requerimiento.

Materiales

No se requieren materiales extras

Pasos

1. Quitar los dos tornillos ubicados en el panel frontal del instrumento y abrir el panel frontal.
2. Conecte las mangueras como indica la siguiente figura:

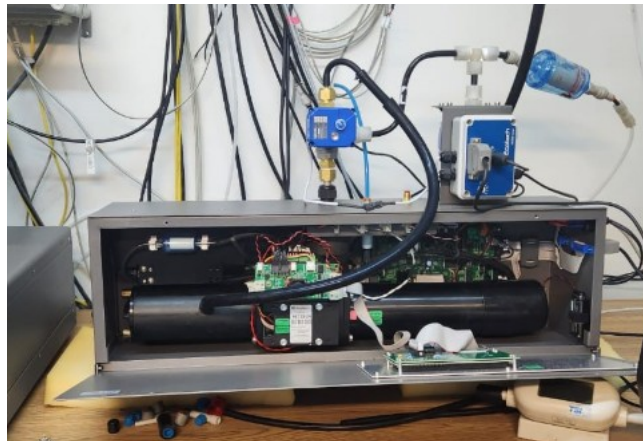


Figura 5: Ejemplo de como debería quedar

3. Activar la prueba ingresando en el menú principal y seleccionado *leak check*. Se activará la bomba de cero y la presión mostrada en la pantalla aumentará rápidamente. El instrumento comprobará si hay una fuga durante al menos 5 minutos.
4. Analizar el resultado que se muestra en pantalla. Si el resultado es:
 - *Leak Test Passed*, entonces no hay fugas. Conectar las mangueras a la posición de medición normal.
 - *Leak Test Fall* y se muestra *Flow Less*: la fuga está relacionada a las conexiones externas. Verificar que la manguera del paso 2 no esté floja y ajustarlas en ese caso. También verificar que todas las conexiones a la celda están bien. Repetir el Paso 3.
 - *Leak Test Fall* y se muestra *Press Leak*: la fuga está relacionada con la celda. Verificar y ajustar cada una de las partes (uniones entre partes, o-rings, tornillos laterales y delanteros). Repetir el Paso 3. En caso de tener que repetir la prueba 3 veces sin éxito contactarse con el equipo responsable para obtener asistencia específica.
5. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Limpeza de cámara óptica

Objetivo

Realizar una limpieza exhaustiva de todas las partes de la cámara óptica

Frecuencia

Una vez al año.

Materiales

- Agua destilada
- Aire comprimido
- Destornilladores: Philips y planos
- Llaves Allen y francesa
- Paños para limpieza de calidad óptica
- Hisopos

Pasos

1. Seguir los pasos 1 a 5 de la sección limpieza de la celda para quitar la fuente de luz.
2. Quitar la parte inferior del aislamiento del calentador de entrada soltando la correa de velcro negra.
3. Desconectar la conexión de la entrada de la muestra de la celda girando la ferula de bronce en sentido antihorario. Utilice una segunda llave para sujetar el accesorio inferior.
4. Aflojar levemente el prensacable negro que se encuentra en la entrada al instrumento.
5. Desconectar el sensor de temperatura de la muestra girando el manguito metálico exterior en sentido antihorario y tire hacia arriba (círculo azul de la Figura 3).
6. Desconectar los cables del calentador: para ello, seguir el circuito de los dos cables rojos que se encuentran en la parte delantera de la celda y desconectarlos de la placa de control.
7. Desatornillar los 4 tornillos que se encuentran en la base de la placa de montaje de la celda de medición.
8. Desconectar la manguera negra que se encuentra en la parte delantera-izquierda de la cámara.
9. Desconectar la pequeña manguera negra que se encuentra en el lateral izquierdo de la cámara.
10. Inspeccionar la cámara, solo debería quedar conectado el extremo derecho de la cámara.
11. Extraer con cuidado la cámara óptica, teniendo en cuenta su limitación de movimiento sobre el lado derecho. Idealmente ubicar la cámara sobre un poco de plástico de burbujas debajo para proteger la óptica.
12. Retirar con cuidado la tapa de goma negra que se encuentra en el extremo derecho.
13. Identificar la ubicación de dos cables y un tubo negro pequeño.
14. Retirar el tubo negro.

15. Desconectar el cable coaxial girándolo en sentido antihorario y tirando.
16. Quitar el otro cable más pequeño tirando hacia atrás del anillo metálico exterior. Luego tirar. Ahora la cámara óptica debe estar completamente libre para moverse y proceder a su limpieza completa.
17. Realizar los pasos de la subsección limpieza del espejo.
18. Realizar los pasos de la subsección de la limpieza del obturador de referencia.
19. Realizar una inspección y/o limpieza de las conexiones y mangueras que se encuentran en el circuito de medición (conexión a la entrada, tubos entre entrada y celda, manguera negra del paso 8, etc)
20. Colocar la cámara óptica en su posición original conectando todas partes en orden inverso a los pasos 1 a 15. Asegurarse de apretar las 4 tuercas y las juntas tóricas en cada extremo para sellar la cámara óptica.
21. Realizar los pasos 4 a 8 de la sección de limpieza de la celda.
22. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Limpieza del espejo

1. Quite las 2 tuercas que se encuentran en el extremo izquierdo de la cámara y no pierda las 2 juntas tóricas pequeñas.
2. Con mucho cuidado, debido a que este extremo tiene el espejo y no debe rayarse, retire la placa del cilindro de la cámara óptica tirando de él hacia afuera del centro. Se requerirá un pequeño movimiento debido al sello de la junta tórica. No toque la superficie del espejo.

Importante: Este es un paso que requiere de su máximo cuidado y paciencia

3. Deslice el cilindro girándolo con cuidado y tirando de él. Asegurándose de evitar rayar la superficie interior.

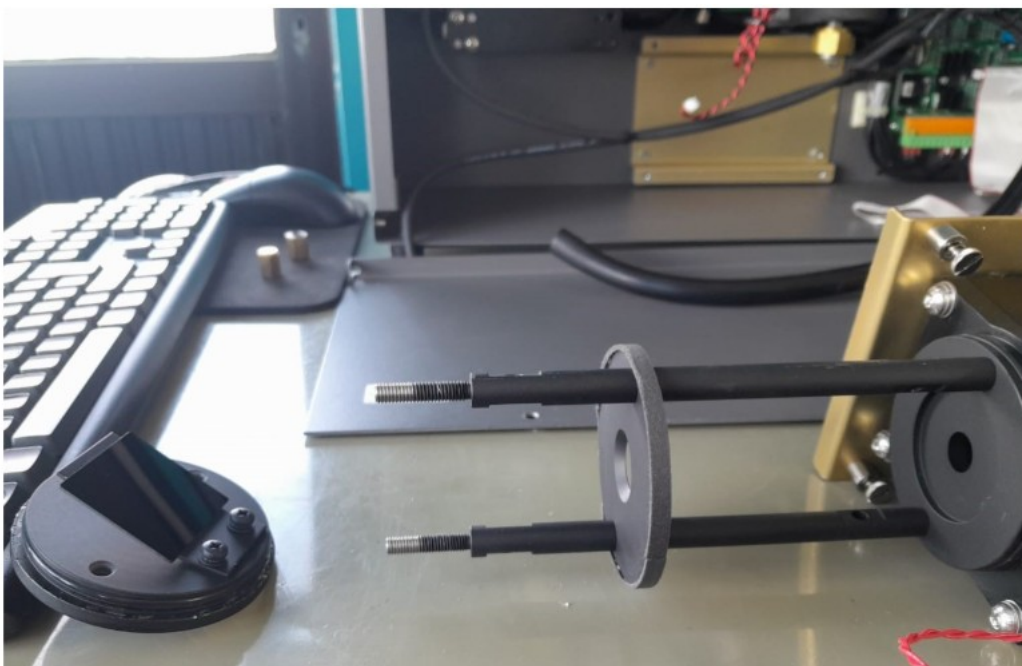


Figura 6: Apertura cilindro

4. Inspeccionar la superficie del espejo de la trampa de luz con una luz brillante y mirar desde varios ángulos. Buscar señales de rayas blancas o polvo en el espejo.
5. Si la superficie del vidrio necesita limpieza, usar un solvente de limpieza electrónico de precisión que no deje residuos. En caso de no contar con este material, se puede utilizar agua pura. No usar isopropílico. Rociar con el líquido y con un paño sin pelusa, limpiar la superficie en un barrido continuo cubriendo todo el ancho del vidrio.
6. Vuelva a inspeccionar y asegúrese de que el espejo quede totalmente limpio y seco con aire comprimido.
7. Si el deflector está sucio, límpielo con un paño sin pelusa o hisopo y agua limpia tibia o con aire comprimido, luego asegurarse de que esté completamente seco.
8. Revisar las juntas tóricas en busca de grietas o suciedad. Limpiarlas de ser necesario y evitar el uso de grasa.
9. Ensamblar todas las partes asegurándose de ajustar cada una de las partes.

Limpieza del obturador de referencia (Reference Shutter)

1. Quitar las 2 tuercas en el extremo derecho de la cámara y no pierda las 2 juntas tóricas pequeñas.
2. Retirar las placas del extremo y el conjunto PMT tirando de ellos. Se requerirá un pequeño movimiento debido al sello de la junta tórica. Cubrir el PMT para asegurarse de que se minimice la exposición a la luz.
3. Deslizar el cilindro girándolo con cuidado y tirando de él. No rayar la superficie interior.
4. Limpiar la parte superior del cristal del obturador de referencia con un paño sin pelusa o un hisopo y agua limpia tibia. Asegurarse de que quede completamente seco.
5. Limpiar el lado opuesto del cristal en la pequeña apertura del obturador para eliminar cualquier residuo.
6. Verificar que el tornillo en el lado de la placa del obturador no esté flojo.
7. Si los deflectores están sucios, limpiar con un paño sin pelusa o hisopo y agua limpia tibia o con aire comprimido. Asegurarse de que quede completamente seco.
8. Revisar las juntas tóricas en busca de grietas o suciedad. Limpiarlas de ser necesario y evitar el uso de grasa.
9. Ensamblar todas las partes asegurándose de ajustar cada una de las partes.

Prueba de ruido cero

Objetivo

Estudiar el rendimiento operativo del instrumento.

Frecuencia

Una vez al año, posterior a la limpieza de la cámara óptica.

Materiales

- Filtro HEPA

Pasos

1. Haga funcionar el instrumento a temperatura ambiente durante al menos 30 minutos antes de comenzar la prueba.
2. Configurar en modo calibración cero durante un período de 2 horas. Esto se puede hacer mediante cualquiera de los siguientes tres métodos:
 - En el menú de calibración, establezca el tiempo mínimo de calibración en 120 minutos y el tiempo máximo de calibración en 121 minutos, luego configúrelo para hacer una verificación a cero (do zero check)
 - En el conector IO externo de 25 pines, conecte el pin 7 (DO ZERO) al pin 20 (Digital GND) para ponerlo en modo cero.
 - Conecte una unidad de filtro externo tipo HEPA a la entrada de muestra durante el modo de muestreo normal.
3. En el menú oculto, desde el menú de conteos, configurar Span / Zero Ovr en 032 (016 lo pondrá en la medida de span y 000 es la medida de muestra normal)
4. En el menú de registro de datos, configurar el período de registro en 1 minuto.
5. Borrar la memoria del Registro de datos (asegúrese de haber descargado los datos registrados previamente que pueda necesitar).
6. Permitir que Aurora 3000 continúe funcionando con aire cero durante un período de 120 minutos (2 horas), ininterrumpido.
7. Cuando se completen las 2 horas, conectar el instrumento a una PC usando el cable RS232 y usar el software Aurora Data Downloader instalado para descargar las 2 horas de datos cero a la PC. Consulte la sección 5.2 para hacer esto.
8. Con MS Excel, importar los datos a una nueva hoja de cálculo.
9. Para los datos de dispersión, usar el comando STDEV () en Excel para calcular la desviación estándar de los datos cero durante el período de 2 horas para cada uno de los 6 parámetros de dispersión.

Esta desviación estándar calculada es el valor de ruido cero para ese nefelómetro en particular. Si el ruido cero es inferior a 0,15 Mm⁻¹, se considera que el nefelómetro está en buenas condiciones de funcionamiento. Si el ruido cero del nefelómetro está por encima de 0,15 Mm⁻¹, esto podría deberse a varios factores:

- Fuga neumática en celda o mangueras.
- Fuga de luz cerca del PMT.
- Celda de medición o cámara óptica sucia.
- Fuente de luz de baja intensidad.
- Espejo trampa de luz sucio.
- PMT ruidoso.
- Obturador de referencia suelto o sucio.

10. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Comprobación de la fuente de luz

Objetivo

Verificar el funcionamiento de todo el sistema interno del instrumento

Frecuencia

Una vez al año

Materiales

No se requieren materiales extras.

Pasos

Verificación de desempeño

1. Inspeccionar visualmente el funcionamiento de la fuente de luz mirando hacia abajo por el tubo de entrada de la muestra. Se debería observar una secuencia de destellos rojos, verdes y azules dentro de la celda.
2. Ingresar al menú oculto (Figura 1) y seleccione Light Source.
3. Verifique que los parámetros sean similares a los siguientes:
 - Wavelength 1 635nm
 - ST CorConst1 0.6000*
 - LED 1 100-250*
 - Wavelength 2 525nm
 - ST CorConst2 0.5000*
 - LED 2 100-250*
 - Wavelength 3 450nm
 - ST CorConst3 0.0000*
 - LED 3 100-250*
4. Ingresar al menú de Sys Status desde el menú principal y verifique que todos los parámetros muestren PASS.
5. Ingresar al menú Sys Counts desde el menú principal y verificar que el Dark Count sea menor que 1000 y relativamente estable. (Tenga en cuenta que el recuento puede superar los 1000 si la temperatura de la celda es superior a 30°C). Si no se encuentran estables, pruebe apagando la luz del lugar y/o dejando oscuro el sitio.
6. Ingresar al menú Wavelength 1. Verificar que las lecturas sean similares a las siguientes:
 - Shtr Count1 1.085M*
 - Meas count1 14.55k*
 - Meas Ratio1 14.21m
 - BS Meas Cnt1 12.30k*
 - BS Meas Rt 1 11,79m
7. Verificar que el Shtr Count se encuentre entre 0.800M y 1.6M y que el Meas count entre 6 - 10K.

8. Verificar que los valores obtenidos en los parámetros de retrodispersión (BS) sea menor que en los de dispersión.
9. Repetir los pasos 7 a 9 para las otras longitudes de onda desplegándose por los menús Wavelength 2 y Wavelength 3.
10. Abrir el panel frontal y verificar que el ventilador (circulo azul, zoom Figura 3) que se encuentra en la parte delantera de la celda de medición esté funcionando.
11. Verificar que el LED del controlador esté ENCENDIDO. El LED rojo puede parpadear durante el arranque, pero espere hasta que se complete el período de calentamiento del instrumento y luego verifique que el LED verde esté encendido.
12. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Verificación de desempeño

Si el recuento del obturador o el recuento de medición son demasiado bajos o altos, se pueden ajustar en el menú de fuente de luz mencionado anteriormente. No realice esto a menos que sea solicitado por el equipo responsable.

1. Aumentar el valor del LED 1, hasta un valor superior, pero no superior a un máximo de 250.
2. Regresar al menú *Sys Counts* y verificar que los conteos de Shutter y Measure para la longitud de onda 1 estén en un nivel aceptable respecto a los valores mencionados en la Verificación de desempeño.
 - El recuento del obturador se actualiza solo cada 30 segundos.
 - El recuento de obturadores y el recuento de medidas aumentarán o disminuirán proporcionalmente al ajustar la configuración del LED1.
 - El recuento de medidas de retrodispersión debe ser al menos 1K o 2K menos que el recuento de medidas.
 - Para cada longitud de onda, los ajustes óptimos son para: *recuento de medidas* $\geq 6 - 10K$, *recuento del obturador* $\approx 1.2M$ (mínimo de $0.8M$ y máximo de $1.6M$).
 - Los LED 1, 2 y 3 deben estar entre 100 y 250.
 - Si no puede ajustar el recuento del obturador por encima de $0,8 M$, informar al equipo responsable para que se contacte con fábrica para obtener más instrucciones sobre cómo se puede ajustar.
3. Repetir el paso 2 para la longitud de onda 2 ajustando el LED 2 y verificando los valores según lo mencionado en la Verificación de desempeño.
4. Realizar lo mismo para la longitud de onda 3 ajustando el LED 3
5. Una vez configurados todos los LEDs, almacenar esos valores ingresando en el menú *Light source* → *Set LED Pots*
6. Proceder a realizar una calibración completa.
7. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Inspección/ reemplazo de baterías

Objetivo

Revisar el estado de las pilas que se encuentran en el instrumento.

Frecuencia

Cuando sea necesario

Materiales

- Pilas alcalinas AA.

Pasos

1. Quitar los dos tornillos ubicados en el panel frontal del instrumento y abrir el panel frontal.
2. Reemplazar las dos baterías de respaldo alcalinas AA que se encuentran en el lateral derecho del instrumento.
3. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Calibración o ajuste del cero

Objetivo

Ajustar automáticamente el punto de calibración cero.

Frecuencia

A requerimiento.

Materiales

No se requieren materiales extras.

Pasos

1. En el menú principal Activar el comando *Do ajust zero* que se encuentra en *Calibration* → *Cal*. Inmediatamente aparecerá el siguiente mensaje en la pantalla: *Ajust zero start in 30 seconds*.
2. Este es un procedimiento automático que terminará después de que el *Cal Time* haya pasado el *Cal min time* y *Cal Stability* haya superado el % de *estabilidad* establecido en el submenú de calibración. Si aún no se ha alcanzado el % de *estabilidad*, el ajuste de cero continuará hasta que haya transcurrido el tiempo de calibración máxima seteado.
3. Una vez finalizado el proceso, el instrumento actualizará los valores para el último cero y el cero en el submenú *Calibration Parameters*, así como también cambiará la compensación del cero en la curva de calibración.
4. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Calibración de sensores de variables meteorológicas

Objetivo

Calibrar los sensores de las variables meteorológicas del instrumento

Frecuencia

A requerimiento.

Materiales

- Sensor de presión calibrado
- Sensor de temperatura y humedad calibrado

Pasos

Sensor de presión

1. Apagar la bomba y dejar que la lectura de presión se estabilice.
2. En el menú Calibration Env Sensors, ingresar en el campo BP Cal, la lectura de presión obtenida con el sensor de presión barométrica calibrado .
3. Presionar enter y esperar a que la lectura de presión del instrumento se estabilice. Si la lectura no es cercana al valor del sensor calibrado, repetir el paso 2.
4. Encender la bomba.
5. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

Sensor de temperatura y humedad

1. Quitar los dos tornillos ubicados en el panel frontal del instrumento y abrir el panel frontal.
2. Desconectar el cable y desenroscar el sensor (en sentido contrario a las agujas del reloj)

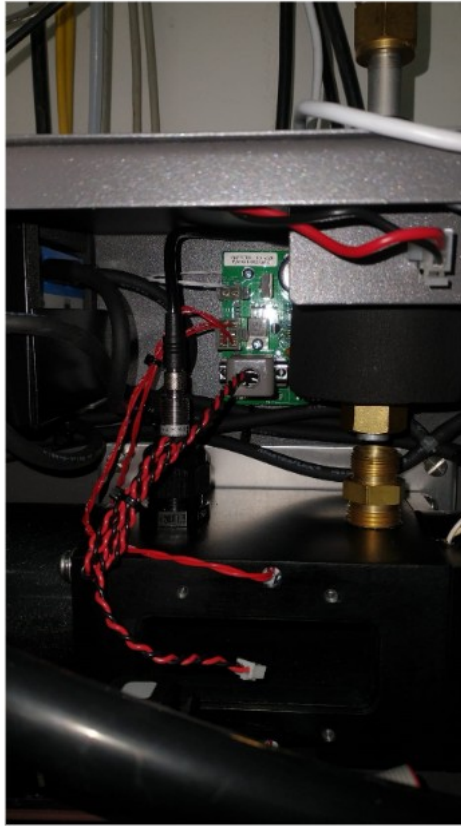


Figura 7: Ejemplo de como debería quedar

3. Reemplace el cable y esperar a que se estabilicen las lecturas de temperatura y humedad del aire del instrumento
4. Colocar la sonda de temperatura y humedad calibrada cerca del sensor de temperatura del aire y dejar que se estabilicen a la temperatura y humedad ambiente.
5. En el menú *Calibration Env Sensors* del menú principal, ingresar las lecturas del paso 4 en sus respectivos campos *Temperatura = Cal. T* , *Humedad = Cal. HR*.
6. Presionar enter y esperar a que la lectura las variables del instrumento se estabilicen. Si la lectura no es cercana al valor de la sonda de calibración, repetir el procedimiento.
7. Reportar en la interfaz la ejecución de este procedimiento, en la pestaña Observaciones.

7. PROCEDIMIENTO ANTE FALLOS Y PLAN DE CONTINGENCIA

En caso de que el instrumento *Nephelometer Aurora3000* presente alguna de las siguientes situaciones:

- Alarmas en el instrumento.
- Falla de hardware o software.
- Detección de datos sospechosos.
- Corte de energía eléctrica.
- Interrupción en la medición.
- Pérdida de comunicación con la computadora.
- Ausencia de carga de datos en la carpeta local.
- Se observe agua/humedad en alguna de las partes del instrumento
- Cualquier otra condición anómala no prevista.

Se deberán tomar las siguientes acciones:

1. Describir detalladamente la situación en el *logbook* del instrumento y de la estación.
2. Notificar de forma inmediata al equipo responsable a través de los correos electrónicos: `fquarin@smn.gob.ar` y `gmarincovich@smn.gob.ar`.
3. En caso de corte de energía, verificar el estado del suministro eléctrico y reiniciar el instrumento si corresponde.
4. Si la falla persiste, no intentar reparaciones avanzadas y esperar instrucciones del equipo responsable.

A Anexos

A.1 Descripción de la interfaz: Nephelometer

A continuación se presenta la interfaz gráfica del Nephelometer AURORA3000 que busca facilitar el trabajo en conjunto entre operadores e investigadores responsables de instrumentos en estaciones con mediciones de aerosoles atmosféricos.

Esta interfaz gráfica (GUI) fue desarrollada para realizar el chequeo y mantenimiento de ciertos instrumentos. Muchas veces las tareas de mantenimiento de los instrumentos se vuelven repetitivas y recurrentes. Esto puede traer inconvenientes al reportar información a los responsables de cada proyecto o instrumento, los cuales se encuentran trabajando con los datos de forma remota. Puede existir pérdida de información importante relativa a parámetros de calibración, chequeos periódicos, reportes de limpieza y reparaciones, estado de las condiciones edilicias de la estación, etc.

Se busca que la misma tenga la característica de modular, de rápido desarrollo e implementación y de fácil modificación para permitir sumar o cambiar información reportada, e incluso con la posibilidad de sumar nuevos equipos.

La misma se encuentra desarrollada íntegramente en Python por lo que también es multiplataforma para utilizarse tanto en Linux como Windows en sus distintas versiones. El script genera una entrada a una planilla de cálculo que luego el investigador podrá chequear de forma remota. No requiere la instalación de otros programas extras. Para acceder a la misma ingresar en la computadora local en la siguiente ruta:

→ C:\Nephelometer\Nephelometer_Integration_AURORA3000\Software\IdEst_NEPHBS_maintenance.py

A continuación se detallan los campos a completar dentro de la interfaz de cada instrumento:

Nephelometer
— □ ×

Información ①

Operador

Flujo actual

Apariencia filtro

Checklist General ②

- Chequeo hora actual + instrumento
- Presion similar a la estacion
- Inspeccion caños y mangueras
- Inspeccion trampa de agua interna
- Inspeccion trampa de agua externa

Datos semanales cargados al FTP?

Chequeo Sys Counts por variable ③

➔ Src set pt: <input type="checkbox"/> 0? <input style="width: 100%;" type="text"/>		• Dark count: <input style="width: 100%;" type="text"/>
➔ Shtr count: • sc1 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc2 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc3 <input style="width: 100%;" type="text"/>
➔ Meas count: • sc1 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc2 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc3 <input style="width: 100%;" type="text"/>
➔ Meas ratio: • sc1 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc2 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc3 <input style="width: 100%;" type="text"/>
➔ Bs meas count: • bsc1 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• bsc2 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• bsc3 <input style="width: 100%;" type="text"/>
➔ Bs meas ratio: • sc1 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc2 <input style="width: 100%;" type="text"/>	• sc3 <input style="width: 100%;" type="text"/>

Chequeo Sys Status ④

• Light Source: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail	• RH: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail
• Environment Status: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail	• ST sensor: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail
• Shutter: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail	• ET sensor: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail
• PMT: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail	• BP sensor: <input type="radio"/> Pass <input type="radio"/> Fail

Salvar datos ⑤

Agregar observaciones

Guardar datos

Salir

Figura 8: Programa PC ventana principal Nephelometer

En la figura anterior (Figura 8) se observan 5 grupos de datos a completar:

1. Información:

- Operador: Nombre del operador.
- Flujo actual: Lectura obtenida mediante el flujómetro manual al finalizar el protocolo semanal descrito en el presente capítulo. "Procedimientos" como: Verificación de flujo de entrada.
- Apariencia del filtro : Abrir tapa delantera del instrumento y chequear visualmente el estado del filtro. Seleccionar estado ("Normal", "Marrón")

2. Checklist General

- Realizar la inspección visual de lo requerido, chequear que los datos se hayan subido al FTP y tildar una vez concluida estas tareas.

3. Chequeo Sys counts por variable: *Desde el instrumento, ingresar desde Main Menu→ System Counts, desde allí leer los parámetros siguientes*

- Src set pt: source set point. Si es cero, tildar recuadro. Caso contrario, llenar con valor observado.
- Dark count: completar con valor observado (valor numérico).
- Shtr count: shutter count, completar con valor observado para cada longitud de onda(valor numérico).
 - sc1
 - sc2
 - sc3
- Meas Count: measurement count, completar con valor observado para cada longitud de onda(valor numérico)
 - sc1
 - sc2
 - sc3
- Bs meas count: completar con valor observado para cada longitud de onda(valor numérico)
 - bsc1
 - bsc2
 - bsc3
- Meas ratio: completar con valor observado para cada longitud de onda (valor numérico)
 - sc1
 - sc2
 - sc3
- bs meas ratio: completar con valor observado para cada longitud de onda (valor numérico)
 - bsc1
 - bsc2
 - bsc3

4. Chequeo system status: *Desde el instrumento, ingresar desde Main Menu→ System Counts, desde allí observar los parámetros siguientes*

- Light Source: Seleccionar Pass o Fail.
- Environment Status: Seleccionar Pass o Fail.
- Shutter: Seleccionar Pass o Fail.
- PMT: Seleccionar Pass o Fail.
- RH: Seleccionar Pass o Fail.
- ST sensor: Seleccionar Pass o Fail.
- ET sensor: Seleccionar Pass o Fail.
- BP sensor: Seleccionar Pass o Fail.

5. Salvar Datos

- Agregar Observaciones: Al clicar "Agregar Observaciones" se abre una ventana destinada a completar en caso de tener observaciones que considere alteren las mediciones o el entorno de trabajo, del instrumento, etc. Una vez completada esta ventana, clicar "Guardar y Salir".
- Nuevamente en la pantalla principal y una vez completados todos los campos clicar "Guardar datos". Se abrirá un aviso con fecha y hora de guardado de los datos.
NOTA: Antes de presionar el botón "Guardar datos" es OBLIGATORIO abrir la ventana de observaciones (aún no llenando este campo)
- Los datos serán guardados en un archivo tipo xlsx (planilla de cálculo) que deberá ser subida al FTP correspondiente.

Ruta de guardado

Teniendo en cuenta los criterios establecidos de homogeneización de los archivos de cada instrumento dentro de la red de mediciones de aerosoles, gases y radiación, la carpeta de guardado y el nombre del archivo queda de la siguiente forma:

```
#####  
# RUTAS FIJAS (editar aquí si necesita cambiar directorios/archivos)  
# Mantenerlas al inicio para que sean fáciles de localizar y no se mezcle con el resto del código.  
# Ruta del archivo Excel donde se guardan los datos  
FILEPATH = r"C:\Nephelometer\Nephelometer_Integrating_AURORA3000\Datos\Crudos\2026\MBI_NEPHBS_log_2026.xlsx"  
  
# Nota: Cambie el año o nombres aquí según convenga. Mantener las rutas  
# al inicio facilita su mantenimiento.  
ICON_PATH = r"C:\Nephelometer\Nephelometer_Integrating_AURORA3000\Software\icono.ico"
```

Figura 9: Modificar ruta de guardado del archivo.

→ C:\Nephelometer\Nephelometer_Integrating_AURORA3000\Datos\Crudos\IdEst_NEPHBS_log_año.xlsx

Referencias

- ACOEM, 2013: *User Manual Nephelometer integrating AURORA3000 with backscattering*. ACOEM, https://cdn.bfldr.com/Q3Z2TZY7/as/rzvnn3ftqfnx7c4c8467kpx/M010002_Aurora_3000_User_Manual_14_14_Jan_2025. Última consulta: 15/01/2026.
- ACTRIS, 2021: Recommendation for Ecotech Integrating Nephelometers 3000 or 4000 measurements: Part I recommended instrument set-up and Part II: SOP. Última consulta: 15/01/2026, <https://www.actris-ecac.eu/particle-light-scattering.html#Guidelines>.
- Petzold, A., y coautores, 2006: Intercomparisons and aerosol calibrations of 12 commercial integrating nephelometers of three manufacturers. *ournal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **23 (7)**, 902–914.
- Vincent, J. H., 2007: *Aerosol sampling: science, standards, instrumentation and applications*. John Wiley & Sons.
- Wiedensohler, A., W. Birmili, J.-P. Putaud, y J. Ogren, 2013: Recommendations for aerosol sampling. *Aerosol Science: Technology and Applications*, John Wiley & Sons, 45–59.
- WMO/GAW, 2016: Wmo/gaw aerosol measurement procedures, guidelines and recommendations. Tech. Rep. Report No. 227, World Meteorological Organization. <https://library.wmo.int/idurl/4/55277>.

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martin Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada. La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).