

1. OBJETIVO

Definir los pasos a seguir en la operación, manejo y actividades para ejecutar el mantenimiento de rutina y corrección de fallas menores, considerando los componentes, la funcionalidad y especificaciones técnicas del espectrofotómetro Perkin Elmer 3110.

2. ALCANCE

El presente instructivo hace parte del procedimiento “Análisis de muestras en el Laboratorio Nacional de Suelos”, aplica al proceso de Gestión de Información Geográfica, a los servidores públicos y contratistas del subproceso Gestión Agrológica - Laboratorio Nacional de Suelos – LNS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Inicia con el ajuste de gases y finaliza con el apagado del equipo.

Aplica para la determinación cuantitativa de elementos en técnica de llama como Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Manganeso, Zinc y Cobre.

3. DESARROLLO

3.1. GENERALIDADES

- ° La operación y manejo del equipo la debe realizar una persona competente.
- ° Antes de iniciar la operación del equipo verificar que se encuentre en uso.
- ° Antes de operar, diligenciar el formato vigente de control y operación de equipos.

3.2. CARACTERÍSTICAS

3.2.1. GENERALES

El espectrofotómetro PERKIN ELMER modelo 3110 es un equipo que aplica la técnica de absorción atómica, consistente en la medición de las especies atómicas generadas luego de la nebulización de la muestra con una llama de alta intensidad calórica y producida por la mezcla aire-acetileno.

Permite detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos químicos gracias a la medición de la absorción de energía a una longitud de onda particular. En el Laboratorio Nacional de Suelos el equipo se emplea en el análisis de las matrices agua, suelo y tejido vegetal.

3.2.2. IDENTIFICACIÓN

Tabla 1. Identificación del equipo

| | |
|-----------------|--|
| Nombre: | Espectrofotómetro de Absorción atómica |
| Marca: | PERKIN ELMER |
| Modelo: | 3110 |
| Fabricante: | PERKIN ELMER |
| Software | 3110 EDS versión 7.40 |
| Serie: | 311N4022302 |
| Placa: | 19765 |
| Código interno: | Q196 |

3.2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y METROLÓGICAS

3.2.3.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tabla 2. Condiciones Técnicas.

| ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA PERKINELMER MODELO 3110 | |
|---|-------------------------------------|
| Temperatura de Operación | Temperatura ambiente 10 °C a 35 °C. |
| Humedad Relativa | 20 a 80%, sin condensación. |

ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA PERKINELMER MODELO 3110

| | |
|----------------------------------|--|
| Localización | La localización debe estar libre de polvos, humo y humos corrosivos. |
| Condiciones de Salida de Voltaje | 120 Voltios, Frecuencia 60 Hz 1.5 A |
| Lámparas de Absorción atómica | Serie Lumina™ de lámparas de cátodo hueco (HCLs) |

Tabla 3. Especificaciones para gases de la técnica de llama.

| Gas | Pureza | Presión de salida recomendada | | | | Ajustes de flujos recomendados | |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------------|----------------------|
| | | Kpa | | psig | | Oxidante (L/min) | Acetileno (L/min) |
| | | P (min) | P (max) | P (min) | P (max) | | |
| Aire | Libre de partículas de aceite y agua | 350 | 450 | 51 | 65 | 4,0 | 2,5 |
| Acetileno | 99,60% | 83 | 96 | 12 | 14 | | |

3.2.3.2. CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS.

- Límites de detección:

Tabla 4. Límites de detección para Absorción/emisión atómica

| ELEMENTO | TÉCNICA DE LLAMA | |
|----------|--------------------------|------------------------|
| | Absorción atómica (mg/L) | Emisión atómica (mg/L) |
| Ca | 0.001* | |
| Cu | 0.001* | |
| Fe | 0.003* | |
| K | 0.002 | 0,0005 |
| Mg | 0,00001* | |
| Mn | 0,001* | |
| Na | 0,0002 | 0,0005 |
| Zn | 0,0008* | |

* Esfera de impacto utilizada en la cámara de pulverización

Tabla 5. Condiciones estándar para Absorción Atómica

| ELEMENTO | TECNICA DE LLAMA | |
|----------|--------------------------------|----------------------------|
| | Chequeo de sensibilidad (mg/L) | Rango lineal hasta* (mg/L) |
| Ca | 4,0 | 5,0 |
| Cu | 4,0 | 5,0 |
| Fe | 5,0 | 5,0 |
| Mg | 0,3 | 0,5 |
| Mn | 3,0 | 5,0 |
| Zn | 1,0 | 1,0 |

3.2.4. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:

El espectrofotómetro de absorción y emisión atómica Perkin Elmer posee los siguientes componentes:

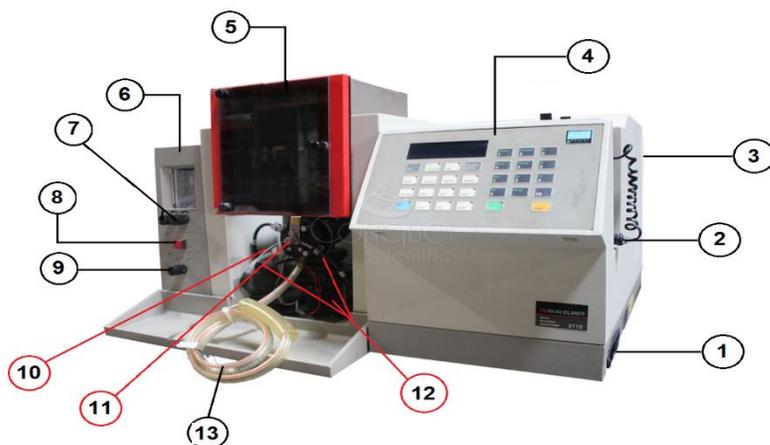


Imagen 1. Equipo de Absorción Atómica PERKIN ELMER modelo 3110. Vista Frontal

- (1) Interruptor de encendido y apagado del equipo.
- (2) Enchufe de lámpara no codificada
- (3) Compartimiento de la lámpara
- (4) Panel de control
- (5) Sistema del Quemador
- (6) Panel de control de Gases Neumático
- (7) Tornillos de flujo de Acetileno y oxidante
- (8) Botón de inicio de la llama.
- (9) Perilla de apertura o cierre de Acetileno/Aire o Acetileno/Óxido nitroso
- (10) Capilar.
- (11) Perilla de ajuste del nebulizador.
- (12) Perillas de ajuste; Vertical/Horizontal/Rotacional
- (13) Manguera de drenaje

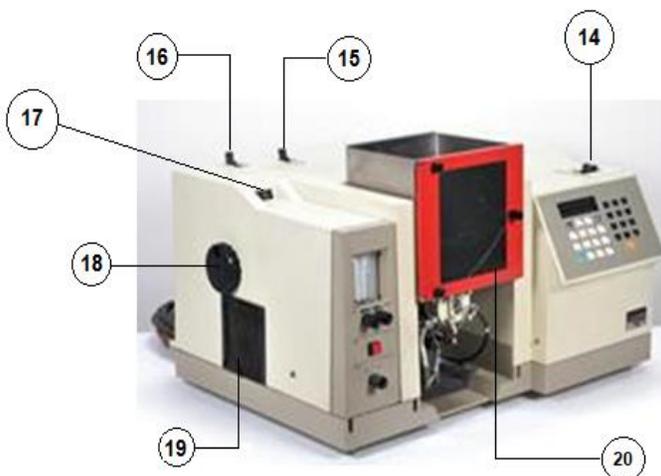
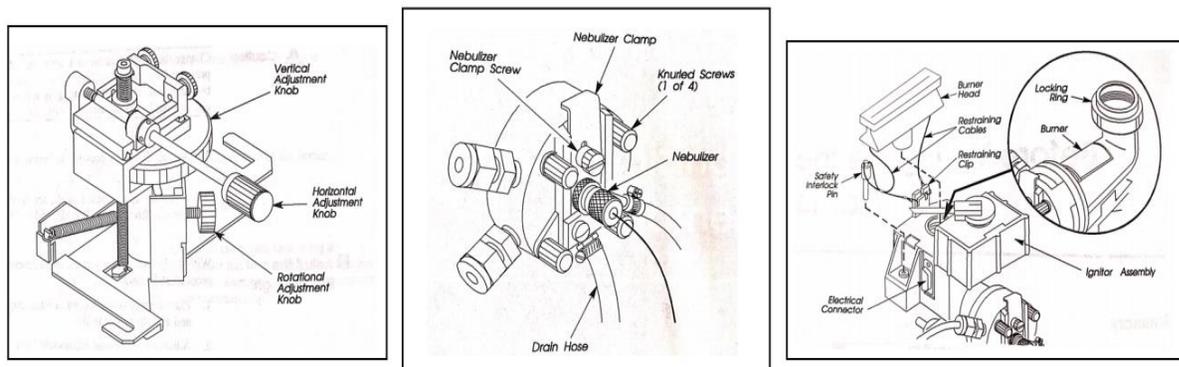


Imagen 2. Equipo de Absorción Atómica PERKIN ELMER modelo 3110. Vista lateral.

- (14) Tornillos de alineación de la lámpara.
- (15) Palanca de altura de hendidura (Low/High).
- (16) Palanca de ancho de ranura (Slit).

- (17) Indicador de longitud de onda.
- (18) Tornillo de marca de control de Longitud de Onda.
- (19) Rejilla de entrada de aire.
- (20) Puerta Protectora



Control de ajuste de la cabeza del quemador

Control de ajuste del Nebulizador

Sistema del quemador y cámara de mezcla

Imagen 3. Detalle del cuerpo del quemador.



Imagen 4. Cable conector

3.3. CALIBRACIÓN O VERIFICACIÓN

La calibración será realizada por personal técnico calificado, por medio de un organismo acreditado, de acuerdo a lo descrito en el instructivo vigente "Control metrológico de equipos, instrumentos y patrones" y con la frecuencia establecida en el formato vigente "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos".

3.4. MANTENIMIENTO

3.4.1. MANTENIMIENTO RUTINA

Registre cada una de las actividades que se realizan en este mantenimiento en el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos".

3.4.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL COMPRESOR

Este mantenimiento se debe realizar diario y consiste en el drenaje del agua acumulada en el interior del compresor para lo cual:

1. Abra lentamente el registro que se encuentra en la parte de enfrente del compresor hasta que se evacue toda el agua acumulada.
2. Cierre el registro.

3.4.2.1. LIMPIEZA TÉCNICA DE LLAMA

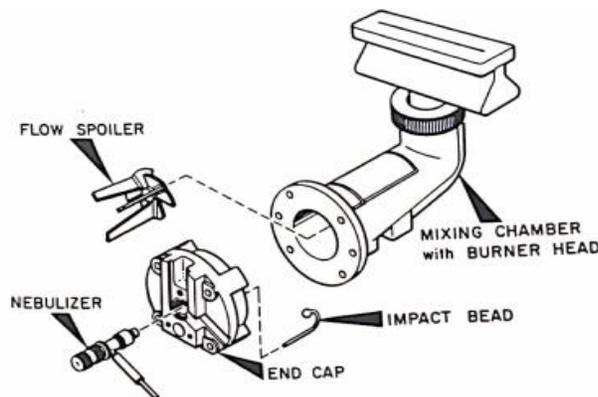


Imagen 5. Diagrama de composición de la cámara de combustión.

1. De la cabeza del quemador:

El quemador debe proveer una llama uniforme a lo largo de toda la ranura. Una llama irregular indica que la ranura necesita limpieza. Con la llama apagada se realiza una limpieza a lo largo u ancho de la ranura utilizando para ello una platina metálica. Debe tenerse especial cuidado en no hacer cortes o mella en los bordes del quemador; si después de realizarse esta operación la llama continúa irregular, se debe retirar la cabeza del quemador para eliminar posibles depósitos o incrustaciones en el interior.

Para tal fin proceda así:

- Cierre gases, gire la perilla de apertura o cierre de Acetileno/aire (Imagen 1, componente 9) a la posición "Off" y deje enfriar la cabeza del quemador.
- Abra la puerta protectora.
- Desconecte los dos cordones de seguridad ubicados en la parte anterior del quemador.
- Remueva el pin de seguridad (localizado al lado izquierdo del quemador), halándolo suavemente hacia arriba.
- Retire la cabeza del quemador de su anillo de seguridad, girando el anillo en el sentido contrario a las manecillas del reloj, saque la cabeza del quemador halándola hacia arriba.
- Con ayuda de una platina metálica raspe cuidadosamente las incrustaciones que se presenten tanto dentro y fuera de la cabeza del quemador.
- Lave el quemador con jabón por dentro y fuera, retire el jabón con abundante agua y por último realice una última lavada con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S/cm}$.
- Seque el quemador en horno o con un chorro de aire.
- Si la cabeza del quemador se encuentra muy sucia, se puede dejar en remojo toda la noche en una solución de ácido nítrico al 5% con el fin de remover los residuos no retirados en el paso previo. Posteriormente lave con abundante agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S/cm}$ y seque en horno o con un chorro de aire.
- Una vez ejecutada la operación de limpieza, reinstale la cabeza del quemador en su lugar procediendo de forma inversa al proceso de desmonte de la misma.

2. Del nebulizador

- Desenrosque el botón de ajuste del nebulizador y jálalo hacia afuera cuidadosamente. Retirar la aguja de inyección con cuidado, ya que tiene un resorte. Póngalo en un lugar seguro.
- La aguja de inyección y el capilar lavar con abundante agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S/cm}$, usar el alambre de cobre para limpiar de impurezas (suelo, motas, etc.) estas partes.

- Desenrosque la pinza de seguridad del nebulizador y retire cuidadosamente el nebulizador, colocándolo a un lado, teniendo en cuenta de no cortar o quebrar la manguera que se encuentra conectada al nebulizador.
 - El armazón del nebulizador se lava con abundante agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.
 - Armarlo en forma inversa al desarmado cuidando de no dejar ningún elemento fuera de su lugar.
3. De la cámara de mezcla del quemador.
- Retire el nebulizador.
 - Retire los cuatro tornillos que sostienen el final de la cámara de combustión (Ver imagen 3) y ponga el final de la cámara de combustión a un lado, teniendo en cuenta no cortar o quebrar la manguera que se encuentra conectada a esta.
 - Retire el aspa de plástico, lave con jabón usando una esponjilla y retire el jabón con abundante agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ y póngala en un lugar seguro.
 - Realice el lavado de la cámara de mezcla con abundante agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.
 - Ensamble de manera inversa al desarmado, recordando que el aspa debe colocarse indicando las 6.
 - Ponga finalmente el nebulizador.

4. Limpieza del sistema de drenaje

Cuando se realiza la limpieza del nebulizador, es conveniente lavar el sistema de drenaje con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$, para remover residuos que puedan causar daños en el tubo de drenaje y en la cámara del quemador.

Para lavar el sistema, una vez se ha removido el final de la cámara de combustión, vierta lentamente alrededor de 500 mL de agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ desde la abertura ubicada en el final de la cámara de combustión hasta el tanque de residuos.

5. Limpieza del tanque de residuos

Cuando los residuos acuosos alcancen el nivel máximo señalado en el tanque de residuos proceda a su limpieza de la siguiente manera.

- Afloje y retire la tapa del tanque de residuos, teniendo la precaución de mantener en posición vertical todo el sistema de flotación, para esto colóquela en una cubeta dispuesta para tal fin.
- Vacíe cuidadosamente el contenido de este depósito en el lugar designado para los residuos peligrosos, según instructivo vigente de disposición de residuos de procedimientos analíticos.
- Lave el tanque de residuos con una solución jabonosa y enjuague con agua del acueducto.
- Ensamble nuevamente el tanque de residuos en el orden inverso a su desconexión.
- Es posible que luego de conectado no sea posible encender la llama. Para esto agregue agua (puede ser agua potable) con ayuda de un frasco lavador por la manguera de conducción lentamente y en secciones, intente nuevamente encender la llama. Si no enciende, repita este procedimiento hasta que la llama encienda sin problema.

6. Limpieza del capilar

Se debe realizar cuando las lecturas de absorbancia para una solución de trabajo sean anormales, se escuche el capilar obstruido o cuando la última determinación haya sido realizada.

- Aspire Ácido Nítrico al 5% hasta que la lectura de absorbancia corresponda a la esperada.
- Si lo anterior no funciona, introduzca el alambre de cobre a través del capilar desde el lado interno del mismo; muévalo de adentro hacia afuera con el fin de evacuar cualquier partícula sólida.

3.4.3. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO

- Es efectuado exclusivamente por personal técnico calificado. En ningún momento deben manipularse los sistemas internos del equipo.
- Este mantenimiento se debe efectuar mínimo una vez al año e incluye:
 - Limpieza y alimentación del sistema óptico.
 - Limpieza interna de todo el equipo.
 - Ajuste y limpieza de contactos electrónicos.
 - Limpieza de tarjetas electrónicas
 - Calibración de la longitud de onda.
 - Verificación del equipo con patrones certificados de densidad óptica.
 - Verificación de voltaje y test point.
 - Limpieza general del sistema de atomización.
- Debe quedar constancia de la garantía de este mantenimiento, pegando un rotulo de garantía sobre el equipo.
- Debe registrarse las actividades de este mantenimiento en el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos".

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. AJUSTES DE GASES.

3.5.1.1. SISTEMA DE GASES – AIRE.

1. Realice la purga del compresor ubicada en el cuarto de compresores que se encuentra en la terraza del Laboratorio Nacional de Suelos, mediante la apertura de la llave que se encuentra en la parte de enfrente del compresor y permita la salida del agua en su totalidad. Luego de esto cierre nuevamente la llave.
2. Permita que el compresor recargue al menos 15 minutos, antes de encender el equipo.

3.5.1.2. SISTEMA DE GASES – ACETILENO.

1. Abra el tanque de acetileno, con una presión de 12 a 14 psig (combustible), ubicado en el cuarto de gases.

En caso de ser necesario el cambio de cilindro, siga los siguientes pasos:

- a. Verifique que la llave de apertura ubicada en el equipo se encuentra cerrada.
- b. En el cuarto de gases, cierre por completo la válvula del cilindro que se va a reemplazar.
- c. Cierre la válvula del tablero principal de control de gases para el equipo.
- d. Abra la válvula de purga para permitir la salida del gas restante dentro de la tubería. Luego de que salga todo el gas, cierre nuevamente esta válvula.
- e. Con ayuda de la llave alemana, afloje la válvula de seguridad que une la manguera de entrada de gas con la pipeta y luego retire cuidadosamente la manguera para no dañar la rosca de la válvula.
- f. Retire el cilindro vacío y asegúrelo con la cadena en el lugar dispuesto para cilindros vacíos.
- g. En la pipeta de gas nueva, retire el pin de seguridad usando un destornillador, teniendo cuidado de no destruir el pin dentro de la válvula de salida de gas de la pipeta.
- h. Posicione la nueva pipeta de Acetileno con la manguera de entrada de gas acoplándola con la válvula de seguridad. Para este procedimiento use la llave alemana para ajustar la válvula de seguridad de la manguera en la pipeta de gas.
- i. Nota: No abra la válvula de la pipeta de acetileno durante el acoplamiento, puede incurrir en riesgo de explosión.
- j. Realice el chequeo de fuga de gas entre la válvula de seguridad y la pipeta de gas como se presenta a continuación:
 - Abra el paso de gas de la pipeta en el sentido de apertura "open".

°Con el uso de un dispensador que contenga una solución jabonosa, agregue una cantidad generosa de solución en la válvula de seguridad con el fin de realizar chequeo de fugas.

En caso de detectar fuga (aparición de burbujas) cierre inmediatamente el paso de gas de la válvula del cilindro y repita el procedimiento desde el paso (a) hasta el paso (d) y repita el procedimiento de detección de fugas, hasta asegurarse de que no hay presencia de fugas (burbujas) en el sistema.

Nota: Para el chequeo de fugas no usar otros elementos como encendedores ya que puede incurrir en riesgo de explosión.

2. Luego de verificar que no se presentan fugas, abra las válvulas que se cerraron en los literales b y c.
3. Verifique la presión de entrada de gas en el manómetro del tablero principal y registre el cambio de pipeta en el formato "Control de Instalación de Gases".
4. Prenda los extractores de gases y la campana de extracción.
5. Abra las llaves de los gases (aire y acetileno) ubicadas en el equipo y verifique las presiones de trabajo. (aire: 40 psi y acetileno 15 psi).

3.5.2. INSTALACION Y AJUSTE DE LA LÁMPARA

Para realizar el procedimiento, tener en cuenta la descripción del numeral 3.3.4 Descripción del equipo, para guiarse con la numeración de las partes del equipo, las cuales son enunciadas en cada paso según aplique.

3.5.2.1. INSTALACIÓN DE LA LÁMPARA:

1. Seleccione la lámpara dependiendo el elemento que se desea cuantificar. Tome el cable conector y acople la lámpara con el lado correspondiente del cable.
2. Coloque la lámpara en el compartimiento de la lámpara espectrofotómetro (Imagen 1, componente 3) y conecte el otro extremo del cable conector en el enchufe de lámpara no codificada (Imagen 1, componente 2).
3. Fije la longitud de onda en el indicador de longitud de onda (Imagen 2, componente 17) con ayuda del tornillo de marca de control de Longitud de Onda (Imagen 2, componente 18) y el Slit Width mediante la palanca de ancho de ranura (Imagen 2, componente 16) y el Slit Height mediante la palanca de altura de hendidura (Imagen 2, componente 15); de acuerdo a la tabla 6.

Tabla 6. Parámetros de trabajo para cada elemento

| Elemento | (longitud de onda) | Slit height | Slit width nm | Gas flows oxidant | Gas flows Fuel |
|----------|--------------------|-------------|---------------|-------------------|----------------|
| Ca | 422.7 | High | 0,7 | 1,0 | 0,5 |
| Mg | 285.2 | High | 0,7 | 1,0 | 0,5 |
| Fe | 248.3 | High | 0,2 | 3,0 | 1,0 |
| Mn | 279.8 | High | 0,2 | 3,0 | 1,0 |
| Zn | 213.9 | High | 0,7 | 3,0 | 0,5 |
| Cu | 324.8 | High | 0,7 | 3,0 | 1,0 |
| Na | 589 | High | 0,2 | 3,0 | 1,0 |
| K | 766.5 | High | 0,7 / 0,2 | 3,0 | 1,0 |

4. Realice el ajuste de la lámpara, dependiendo de la forma de cuantificación: mediante el uso del programa AA WINLAB ANALYST o de forma manual.

3.5.2.2. AJUSTE DE LÁMPARA:

° Ajuste de lámpara usando el Programa AA WINLAB ANALYST.

1. Verifique la conexión del equipo a la fuente de corriente regulada a 110 voltios.

2. Encienda el computador y enseguida encienda el Equipo de Absorción Atómica con el interruptor de encendido y apagado del equipo (Imagen 1, componente 1)). Posteriormente abra el programa AA WINLAB ANALYST. Espere a que se realice el diagnóstico del sistema.

3. Abra el programa AA WINLAB ANALYST, haciendo click en . Espere que el equipo realice la verificación del sistema.

4. En la pantalla central del programa ubique  (Aling Lamp). En la ventana que se abre, ingrese en el elemento que se va a cuantificar en Elements y la energía de operación de la lámpara en Current (mA). La energía de operación de la lámpara se encuentra en el rotulo donde indica el nombre de la lampara.

5. Encienda la lámpara haciendo click en  (Set Midscale). Al encender la lampará, se podrá observar lo siguiente:

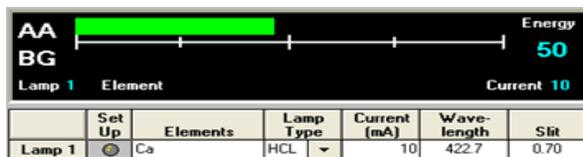


Imagen 6. Captura de pantalla de lo que se observa al encender la lámpara

6. Mueva lentamente el tornillo de marca de control de Longitud de Onda (Imagen 2, componente 18) hacia adelante o hacia atrás para obtener la mayor energía posible. Cuando la barra de energía

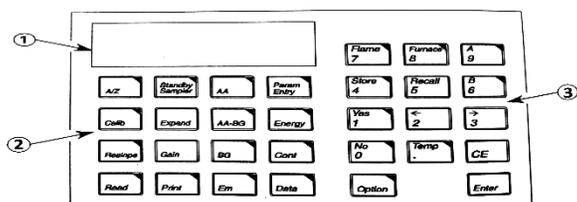
(barra de color verde en la ventana de Aling Lamps), de click en  (Set Midscale).

Posteriormente, mueva lentamente los tornillos de alineación de la lámpara (Imagen 2, componente 14)), en sentido de las manecillas del reloj o contrario a las manecillas del reloj para obtener la mayor energía posible. Cuando la barra de energía (barra de color verde en la ventana de Aling Lamps),

nuevamente de click en  (Set Midscale).

7. Cierre la ventana ALING LAMP.

◦ Ajuste de lámpara de forma manual.



- (1) Pantalla
- (2) Teclado de funciones
- (3) Teclado numérico

Imagen 7. Panel de control.

1. Verifique la conexión del equipo a la fuente de corriente regulada a 110 voltios.
2. Encienda el Equipo de Absorción Atómica con el interruptor de encendido y apagado del equipo (Imagen 1, componente 1). Espere a que se realice el diagnóstico del sistema.
3. Haciendo uso del panel de control (Imagen 7), Presione PARAM ENTRY, el primer parámetro que aparecerá en la pantalla del panel de control es LAM CUR (0-50mA). Con ayuda del teclado numérico ingrese la energía de operación de la lámpara. La energía de operación de la lámpara se encuentra en el rotulo donde indica el nombre de la lámpara. Posterior a esto, oprima ENTER.
4. Oprima ENERGY. En la pantalla se presentara de la siguiente forma (Imagen 8), donde la barra de color azul-verdoso variara dependiendo de la energía la lámpara.



Imagen 8. Pantalla del Panel de control – Función Energía.

5. Mueva lentamente el tornillo de marca de control de Longitud de Onda (Imagen 2, componente 18) hacia adelante o hacia atrás para obtener la mayor energía posible. Cuando esto suceda, oprima GAIN. Posteriormente, mueva lentamente los tornillos de alineación de la lámpara (Imagen 2 (14)), en sentido de las manecillas del reloj o contrario a las manecillas del reloj para obtener la mayor energía posible. Cuando esto suceda, oprima GAIN.

3.5.3. AJUSTE DE LA ALTURA DEL QUEMADOR.

Para realizar el ajuste de altura del quemador, utilice la guía (Imagen 9).

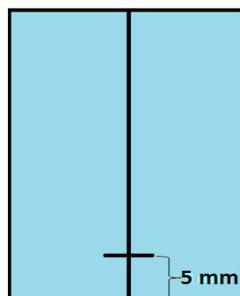


Imagen 9. Tarjeta guía.

1. Coloque la tarjeta guía encima de la cabeza del quemador en forma perpendicular, para confirmar la presencia del haz de luz y determinar su posición. Verifique que la cabeza del quemador no esté bloqueando el paso de luz. Idealmente el haz de luz debe pasar a lo largo de toda la longitud del quemador y debe estar centrado sobre la ranura de la guía; si no es así, ajuste horizontal, vertical y rotacionalmente el quemador con las perillas de ajuste; vertical/horizontal/rotacional (Imagen 1, componente 12), hasta que el haz de luz quede como se indica en la imagen 10.

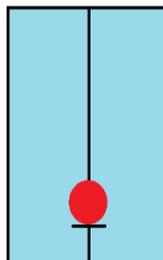


Imagen 10. Correcta posición del haz de luz.

3.5.4. ENCENDIDO DE LA LLAMA

Para realizar el procedimiento, tener en cuenta la descripción del numeral 3.2.4, Descripción del equipo, para guiarse con la numeración de las partes del equipo, las cuales son enunciadas en cada paso según aplique.

1. Abra levemente la puerta protectora (Imagen 2, componente 20).
2. Abra el paso de gases girando la perilla de apertura o cierre de acetileno/aire (Imagen 1, componente 9) hasta la posición "Air" e inmediatamente acerque una fuente de fuego al quemador, la llama debe encender de forma instantánea, retire la fuente de fuego y cierre la puerta protectora (Imagen 2, componente 20).

Nota: Si la llama no se enciende al primer intento, puede ser necesario volver acercar la fuente de llama al quemador. Si no se produce ignición después de unos segundos, por seguridad, cierre el flujo de los gases con la perilla de apertura o cierre de acetileno/aire (Imagen 1, componente 9) y cierre gases.

3. Con la llama activada deje aspirar agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ por el capilar (Imagen 1, componente 10) y espere que la llama se estabilice. Ajuste en el Panel de control de gases neumático (Imagen 1, componente 6) el flujo del aire (Oxidant) y Acetileno (Gas combustible – Fuel), utilizando como referencia los valores de la tabla 6.

3.5.5. CREACIÓN DEL SAMPLE INFO.

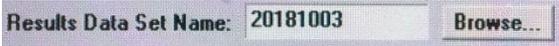
La creación del SAMPLE INFO se realiza únicamente cuando se va a realizar la cuantificación de los elementos utilizando el programa AA WINLAB ANALYS.

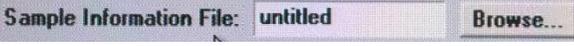
Antes de iniciar la lectura de las muestras es necesario crear el SAMPLE INFO, para así dejar registro de la lectura e impresión de respaldo.

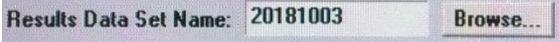
1. En la pantalla principal del programa hacer click en FILE, click en NEW y click en SAMPLE INFO.
2. Se abrirá la ventana del SAMPLE INFO en donde se deberá diligenciar:
 - a. Batch ID: Nombre de la caja. Ejemplo: 20181003
 - b. Description: Si se necesita alguna descripción o anotación. Ejemplo: Lectura de Bases 2019-08-11 parte 1.
 - c. Sample ID: Número de Laboratorio. Ejemplo: 1-27888, 1-27888 Dil (1.50), etc.

Nota: Recuerde incluir en el Sample Info, las soluciones controles de concentración intermedia con respecto a las soluciones de calibración, en las locaciones 0 y 1.

3. Al ingresar estos datos, dar click en FILE, click en SAVE y click en SAMPLE INFO. Se abrirá una ventana donde muestra la carpeta en la que se guardará el SAMPLE INFO, se da el mismo nombre ingresado en el BATCH ID y dar click en GUARDAR.

4. Se debe seleccionar la carpeta en donde se guardará lo leído. Se da click en  (Browse...). Se da el mismo nombre usado en el BATCH ID, así guardar continuidad en análisis y en caso de necesitar imprimir resultados tiempo después de la lectura.

5. Antes de iniciar la calibración del equipo y la lectura de las muestras es necesario verificar que los datos del SAMPLE INFO y la carpeta donde se guardaran los datos leídos están cargados, si no es así cargarlos dando click en SAMPLE INFO  y en



ubicados en el panel Manual Analysis.

3.6. AJUSTES DEL EQUIPO

3.6.1. AJUSTE DEL EQUIPO MEDIANTE EL PROGRAMA AA WINLAB ANALYST

3.6.1.1. ENCENDIDO DEL EQUIPO

Para realizar el procedimiento, tener en cuenta la descripción del numeral 3.2.4 Descripción del equipo, para guiarse con la numeración de los componentes del equipo, los cuales son enunciadas en cada paso según aplique.

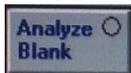
1. Verifique la conexión del equipo a la fuente de corriente regulada a 110 voltios.
2. Encienda el computador y enseguida encienda el Equipo de Absorción Atómica con el interruptor de encendido y apagado del equipo (Imagen 1, componente 1). Posteriormente abra el programa AA WINLAB ANALYST y espere a que se realice el diagnóstico del sistema.
3. En la pantalla central del programa ubique  (Use a custom-designed workspace) y seleccione el método del elemento que se va a cuantificar.
4. Realice el ajuste de la lámpara como se indicó en el numeral 3.5.2 Instalación y ajuste de la Lámpara y 3.6.2 Ajuste de lámpara usando el Programa AA WINLAB ANALYST.
5. Realice el ajuste de la altura del quemador, como se indicó en el numeral 3.5.3.
6. Ingrese el SAMPLE INFO como se indicó en el numeral 3.5.5 Creación del SAMPLE INFO.
7. Encienda la llama como se indico en el numeral 3. 5.4. Encendido de la llama.
8. Proceda a la calibración del equipo.

3.6.1.2. CALIBRACIÓN

° Absorción atómica

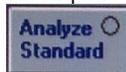
1. Ponga agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ fresca en el Erlenmeyer donde permanece el capilar (Imagen1, componente 10).
 2. En la pantalla principal del programa hacer click en TOOLS. Click en CONTINUOUS GRAPHICS.
 3. En la ventana del "continuous graphics", ajuste el cero oprimiendo la tecla F3 o haciendo click en AUTOZERO.
 4. Sumerja el capilar en la solución de chequeo de sensibilidad del elemento a cuantificar, verifique el valor de la absorbancia (debe ser aproximadamente 0,2 unidades de absorbancia) y proceda a ajustar la máxima sensibilidad de lectura (absorbancia) ajustando la posición del quemador, ajustando el flujo en el nebulizador y/o ajustando el flujo de los gases, así:
- ° Aspirando la solución de referencia del elemento a cuantificar (chequeo de sensibilidad), realice las siguientes acciones (ver Imagen 3):
 - Ajuste horizontal del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste horizontal hasta obtener la máxima absorbancia.
 - Ajuste vertical del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste vertical hasta obtener la máxima absorbancia. Se debe tener precaución de no obstruir el paso de luz de la lámpara con el quemador.
 - Ajuste Rotacional del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste vertical hasta obtener la máxima absorbancia.
 - Ajuste del nebulizador (ver Imagen 3).
 - Aspirando la solución de referencia del elemento a cuantificar (chequeo de sensibilidad), gire lentamente el tornillo de ajuste del capilar en el sentido contrario de las manecillas del reloj hasta que aparezcan burbujas al final del capilar.
 - Gire nuevamente el tornillo de ajuste del capilar en el sentido de las manecillas del reloj hasta obtener un máximo de absorbancia y hasta que ésta comience a decrecer; continúe moviendo el tornillo para determinar si hay un segundo máximo.
 - Fije el tornillo en la posición de máxima absorbancia.
 - ° Ajuste del flujo de los gases:
 - Si la absorbancia no ha alcanzado el valor de trabajo, por último ajuste cuidadosamente el flujo de los gases aire y acetileno, hasta obtener la máxima absorbancia.
 - 5. Anote el valor de la absorbancia alcanzada en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".
 - 6. Cierre la ventana "continuous graphics "

7. Estando en la pantalla principal y para iniciar la calibración del equipo, oprima F3, F5 o haga click



en (Analyze Blank) ubicado en el panel Manual Analysis, se observará la longitud de onda del elemento que se está cuantificando, Slit, Corriente y energía de la lámpara, seguido por el Ajuste al cero. Este paso se realiza con el capilar sumergido en el Erlenmeyer con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$. Anote la información requerida en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

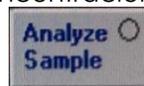
8. Sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración



del elemento a analizar y oprima F6 o haga click en (Analyze Standard) ubicado en el panel Manual Analysis. Repita lo anterior para calibrar con el segundo punto de la curva de calibración y finalice con un "Reslope" con el punto de menor concentración, sin olvidar ingresar el capilar en el Erlenmeyer con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ entre uno y otro punto.

9. Verifique que el coeficiente de correlación sea superior a 0,997 y anote los valores de la curva en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

10. Verifique la curva de calibración con la lectura de las soluciones control de concentración



intermedia con respecto a las soluciones de calibración oprimiendo F7 o haciendo click (Analyze Sample), como se indicó en el numeral 3.5.5. Creación del SAMPLE INFO; las posiciones 0 y 1 corresponden a las soluciones control; registre su valor en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

11. El equipo está listo para iniciar la lectura de las muestras.

° Emisión atómica:

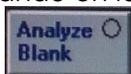
La determinación cuantitativa por emisión implica los mismos pasos de operación descritos para el procedimiento de absorción atómica, con dos excepciones:

- La lámpara se utiliza para cuadrar las condiciones óptimas para la medición, mas no se requiere una lámpara para llevar a cabo la cuantificación.
- Para cada elemento a cuantificar es necesario aspirar con el capilar (Imagen 1, componente 10) la solución de máxima concentración en el rango lineal; mientras se hace el ajuste de la máxima ganancia; se debe mantener el capilar en esta solución hasta salir de esta opción.

1. Ponga agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$, fresca en el Erlenmeyer donde permanece el capilar (Imagen 1, componente 10).

Nota: Cada vez que realice una lectura de absorbancia o de concentración se debe introducir el capilar dentro de la solución a analizar, dar el comando requerido, tomar nota sobre el valor de la respuesta y a continuación retira el capilar de la solución para dejarlo nuevamente en el vaso de precipitado que contiene agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.

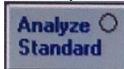
2. En la pantalla principal del programa hacer click en TOOLS y luego dar Click en CONTINUOUS GRAPHICS. Se abrirá una ventana donde pedirá que sumerja el capilar en la solución de mayor concentración de la curva. Este debe estar dentro de la solución hasta que en la ventana del CONTINUOUS GRAPHICS aparezca la absorbancia de dicho punto. Luego de esto se pondrá nuevamente el capilar en el vaso precipitado con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$
3. Estando en la pantalla principal y para iniciar la calibración del equipo, oprima F3, F5 o haga click



en (Analyze Blank) ubicado en el panel Manual Analysis, se observará la longitud de onda del elemento que se está cuantificando, Slit, Corriente y energía de la lámpara, seguido por el Ajuste al cero. Este paso se realiza con el capilar sumergido en el Erlenmeyer con agua con CE

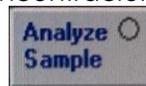
(conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ l. Anote la información requerida en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

4. Sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración



del elemento a analizar y oprima F6 o haga click en (Analyze Standard) ubicado en el panel Manual Analysis. Repita lo anterior para calibrar con el segundo punto de la curva de calibración y finalice con un "Reslope" con el punto de menor concentración, sin olvidar ingresar el capilar en el Erlenmeyer con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ entre uno y otro punto.

5. Verifique que el coeficiente de correlación sea superior a 0,997 y anote los valores de la curva en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".
6. Verifique la curva de calibración con la lectura de las soluciones control de concentración



intermedia con respecto a las soluciones de calibración oprimiendo F7 o haciendo click (Analyze Sample), como se indicó en el numeral 3.5.5. Creación del SAMPLE INFO; las posiciones 0 y 1 corresponden a las soluciones control; registre su valor en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

7. El equipo está listo para iniciar la lectura de las muestras.

3.6.2. AJUSTE DEL EQUIPO DE FORMA MANUAL

3.6.2.1. ENCENDIDO DEL EQUIPO

Para realizar el procedimiento, tener en cuenta la descripción del numeral 3.2.4 Descripción del equipo, para guiarse con la numeración de los componentes del equipo, los cuales son enunciadas en cada paso según aplique.

1. Verifique la conexión del equipo a la fuente de corriente regulada a 110 voltios.
2. Encienda el Equipo de Absorción Atómica con el interruptor de encendido y apagado (Imagen1, componente 1). Permita que el equipo realice la verificación del sistema, esto puede tardar unos segundos.
3. Realice la instalación de la lámpara como se indicó numeral 3.5.2. Instalación y ajuste de la Lámpara, 3.6.2. Ajuste de de lámpara de forma manual.
4. Realice el ajuste de la altura del quemador, como se indicó en el numeral 3.5.3
5. Encienda la llama como se indicó en el numeral 3.5.4. Encendido de la llama.
6. Proceda a la calibración del equipo.

3.6.2.2. CALIBRACIÓN

° Absorción atómica

1. Ponga agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ fresca en el Erlenmeyer donde permanece el capilar (Imagen 1, componente 10).
2. Oprima PARAM ENTRY, e ingrese los datos solicitados en el orden en que los va solicitando el equipo, así:
 - a.[1] Lamp current: Energía de operación de la lámpara. Luego oprima ENTER
 - b.[2] Integration Time: INT. TIME (1-60 sec): Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
 - c.[3] Replicates (1-99): Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
 - d.[4] Calibration: CAL: NONLIN (1), LIN (2), ADD (3) Seleccione 1 y oprima ENTER.
 - e.[5] AA Technique: FLAME (1), PK AREA (2), PEAK HEIGHT (3). Se ingresa 1 (debido a que se trabaja con FLAME) y oprima ENTER.
 - f.[6] STÁNDAR 1 STDI (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más bajo de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.
 - g.[7] STÁNDAR 2 STDI (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más alto de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.

- h.[8] Reslope RSLP (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más bajo de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.
- i.[9] Read Delay (0 – 60 Seg) Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
- j.[10] Print Calibration curve: Se deja como aparece en la pantalla y oprima ENTER.
3. Oprima CONT. Oprima A/Z para ajustar al cero. Sumerja el capilar en la solución de chequeo de sensibilidad del elemento a cuantificar, verifique el valor de la absorbancia (debe ser aproximadamente 0,2 unidades de absorbancia) y proceda a ajustar la máxima sensibilidad de lectura (absorbancia) ajustando la posición del quemador, ajustando el flujo en el nebulizador y/o ajustando el flujo de los gases, así:
- ° Aspirando la solución de referencia del elemento a cuantificar (chequeo de sensibilidad), realice las siguientes acciones (ver Imagen 3):
 - Ajuste horizontal del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste horizontal hasta obtener la máxima absorbancia.
 - Ajuste vertical del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste vertical hasta obtener la máxima absorbancia. Se debe tener precaución de no obstruir el paso de luz de la lámpara con el quemador.
 - Ajuste Rotacional del quemador: Gire suavemente a la derecha o a la izquierda el tornillo de ajuste vertical hasta obtener la máxima absorbancia.
 - Ajuste del nebulizador (ver imagen 3):
 - Aspirando la solución de referencia del elemento a cuantificar (chequeo de sensibilidad), gire lentamente el tornillo de ajuste del capilar en el sentido contrario de las manecillas del reloj hasta que aparezcan burbujas al final del capilar.
 - Gire nuevamente el tornillo de ajuste del capilar en el sentido de las manecillas del reloj hasta obtener un máximo de absorbancia y hasta que ésta comience a decrecer; continúe moviendo el tornillo para determinar si hay un segundo máximo.
 - Fije el tornillo en la posición de máxima absorbancia.
 - Ajuste del flujo de los gases.
 - Si la absorbancia no ha alcanzado el valor de trabajo, por último ajuste cuidadosamente el flujo de los gases aire y acetileno, hasta obtener la máxima absorbancia.
4. Anote el valor de la absorbancia alcanzada en el formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".
5. Realice la lectura de las absorbancias de los puntos de la curva de calibración, de menor a mayor concentración, y mediante EXCEL, grafique los datos obtenidos, calculando el coeficiente de correlación, la pendiente y la desviación estándar como se muestra, a manera de ejemplo, en la Imagen 11.
6. Verifique que el coeficiente de correlación sea superior a 0,997 y anote los valores de la curva en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

| CURVA DE CALIBRACIÓN DE Mg | |
|----------------------------|-------------|
| Concentración | Absorbancia |
| 0 | 0 |
| 0,25 | 0,095 |
| 0,5 | 0,181 |

| | |
|-----------------------------|--------|
| Coefficiente de Correlación | 0,9996 |
| Pendiente (Slope) | 0,362 |
| Desviación Estandar | 0,1891 |

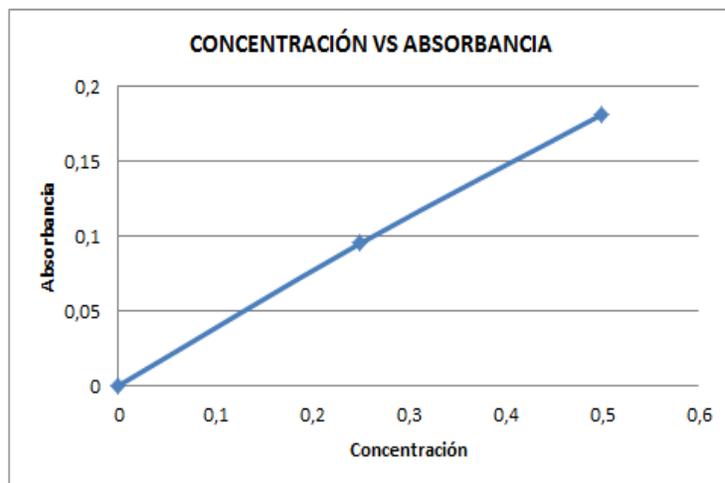


Imagen 11. Hoja de cálculo EXCEL.

7. Oprima DATA y la pantalla se observará de la siguiente forma:



Imagen 12. Al oprimir DATA

8. Sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración del elemento a analizar y oprima CALIB. Luego, sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al segundo punto de la curva de calibración y oprima nuevamente CALIB, sin olvidar ingresar el capilar en el Erlenmeyer con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ entre uno y otro punto.
9. Realice un "reslope" sumergiendo el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración del elemento a analizar y oprima RESLOPE.
10. Verifique la curva de calibración con la lectura de las soluciones control de concentración intermedia con respecto a las soluciones de calibración sumergiendo el capilar dentro de la solución correspondiente al primer control y oprima READ. Luego, repita el anterior procedimiento con la solución correspondiente al segundo control y oprima READ. Si los controles se encuentran dentro de los rangos de lectura aceptados, anote los valores de los controles en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".
11. El equipo está listo para iniciar la lectura de las muestras.

° Emisión atómica:

La determinación cuantitativa por emisión implica los mismos pasos de operación descritos para el procedimiento de absorción, con dos excepciones:

- La lámpara se utiliza para cuadrar las condiciones óptimas para la medición, mas no se requiere una lámpara para llevar a cabo la cuantificación.

- Para cada elemento a cuantificar es necesario aspirar con el capilar (Imagen1, componente 10) la solución de máxima concentración en el rango lineal; mientras se hace el ajuste de la máxima ganancia; se debe mantener el capilar en esta solución hasta salir de esta opción.
1. Ponga agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ fresca en el Erlenmeyer donde permanece el capilar (Imagen 1, componente 10).
 2. Oprima PARAM ENTRY, e ingrese los datos solicitados en el orden en que los va solicitando el equipo, así:
 - a.[1] Lamp current: Energía de operación de la lámpara. Luego Oprima ENTER
 - b.[2] Integration Time: INT. TIME (1-60 sec): Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
 - c.[3] Replicates (1-99): Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
 - d.[4] Calibration: CAL: NONLIN (1), LIN (2), ADD (3) Seleccione 1 y oprima ENTER.
 - e.[5] AA Technique: FLAME (1), PK AREA (2), PEAK HEIGHT (3). Se ingresa 1 (debido a que se trabaja con FLAME) y oprima ENTER.
 - f.[6] STÁNDAR 1 STDI (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más bajo de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.
 - g.[7] STÁNDAR 2 STDI (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más alto de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.
 - h.[8] Reslope RSLP (0.0001 — 9999) Corresponde al punto de concentración más bajo de la curva. Ingrese dicho valor con el teclado numérico y oprima ENTER.
 - i.[9] Read Delay (0 – 60 Seg) Normalmente se ingresa 2. Luego Oprima ENTER
 - j.[10] Print Calibration curve: Se deja como aparece en la pantalla y oprima ENTER.
 3. Si tiene la lámpara encendida, apáguela y cerciórese que el Slit se encuentre en el valor correspondiente a emisión.
 4. Oprima EM, luego ENERGY y sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al punto de mayor concentración de la curva de calibración del elemento a analizar y oprima GAIN. Saque el capilar y sumérjalo en agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.
 5. Oprima CONT. Oprima A/Z para ajustar al cero y realice la lectura de las absorbancias de los puntos de la curva de calibración, de menor a mayor concentración, y mediante EXCEL, grafique los datos obtenidos, calculando el coeficiente de correlación, la pendiente y la desviación estándar como se muestra en la Imagen 11.
 6. Verifique que el coeficiente de correlación sea superior a 0,997 y anote los valores de la curva en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".
 7. Oprima DATA y la pantalla se observará de la siguiente forma:



Imagen 13. Al oprimir DATA

8. Sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración del elemento a analizar y oprima CALIB. Luego, sumerja el capilar dentro de la solución correspondiente al segundo punto de la curva de calibración y oprima nuevamente CALIB, sin olvidar ingresar el capilar en el Erlenmeyer con agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ entre uno y otro punto.
9. Realice un "reslope" sumergiendo el capilar dentro de la solución correspondiente al primer punto de la curva de calibración del elemento a analizar y oprima RESLOPE.
10. Verifique la curva de calibración con la lectura de las soluciones control de concentración intermedia con respecto a las soluciones de calibración sumergiendo el capilar dentro de la solución correspondiente al primer control y oprima READ. Luego, repita el anterior procedimiento

con la solución correspondiente al segundo control y oprima READ. Si los controles se encuentran dentro de los rangos de lectura aceptados, anote los valores de los controles en el respectivo formato vigente "Control condiciones de operación espectrofotómetro de absorción y emisión atómica".

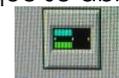
11. El equipo está listo para iniciar la lectura de las muestras.

3.6.3. APAGADO DEL EQUIPO

1. Cuando la última determinación haya sido por absorción atómica apague la lámpara: En la



pantalla central del programa ubique **Lamps** (Aling Lamp). En la ventana que se abre, en la energía



de operación de la lámpara en Current (mA) digite 0 (cero) y haga click en **Set Midscale** (Set Midscale).

Nota: Si la última determinación se realizó mediante emisión atómica, omita este paso.

2. Deje aspirar agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$ durante unos minutos. Luego deje aspirar HNO_3 al 5% durante unos segundos, luego nuevamente deje aspirar agua con CE (conductividad eléctrica) $\leq 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.
3. Con la llama encendida cierre los manómetros en el panel de control de gases; primero la llave del acetileno y luego la del aire y espere que la presión en los manómetros llegue a cero.
4. Gire la perilla de apertura o cierre de Acetileno/aire (Imagen 1, componente 9) a la posición "Off".
5. Cierre el programa AA WINLAB ANALYST, si la última determinación se realizó por absorción atómica.
Nota: Si la última determinación se realizó mediante emisión atómica, omita este paso.
6. Apague el equipo de absorción atómica mediante el interruptor de encendido y apagado (Imagen 1, componente 1).
7. Apague el Computador.
8. Apague la campana de extracción y los extractores de pared.
9. Registre la información pertinente en el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos".

4. CONTROL DE CAMBIOS

| FECHA | CAMBIO | VERSIÓN |
|------------|--|---------|
| 15/12/2021 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ Se adopta como versión 1 debido a la actualización del Mapa de Procesos en Comité Directivo del 29 de junio del 2021, nuevos lineamientos frente a la generación, actualización y derogación de documentos del SGI. ◦ Se ajusta el documento según la nueva Estructura Orgánica aprobada por Decreto 846 del 29 de Julio del 2021. ◦ Hace Parte del proceso Gestión de Información Geográfica del subproceso Gestión Agrologica. ◦ Se encuentra asociado al procedimiento "Análisis de Muestras en el Laboratorio Nacional de Suelos". ◦ Se actualiza el instructivo "Operación y Manejo del Espectrofotómetro Perkin Elmer 3110", código I40600-27/19.V1, versión 1, a instructivo del mismo nombre, código IN-AGR-PC01-18, versión 1. ◦ Se deroga la circular 321 del 30 de noviembre de 2018 ◦ Se deroga la circular número 096 del 13 de septiembre de 2019. ◦ Se eliminó la tabla de contenido. ◦ Se reorganizaron todos los capítulos. ◦ Se ajustaron los capítulos lineamientos de operación y definiciones. | 1 |



**OPERACIÓN Y MANEJO DEL ESPECTROFOTÓMETRO
PERKIN ELMER 3110**

Código: IN-AGR-PC01-18

Versión: 1

**Vigente desde:
15/12/2021**

| FECHA | CAMBIO | VERSIÓN |
|-------------------|---|----------------|
| 13/09/2019 | Se adopta como versión 1 por corresponder a la creación del documento. Emisión Inicial Oficial. | 1 |

| Elaboró y/o Actualizó | Revisó Técnicamente | Revisó Metodológicamente | Aprobó |
|--|---|---|---|
| Nombre: Johanna Katerin Cordero Casallas Cargo: Contratista Subdirección de Agrología Nombre: María Paula Rojas Rueda Cargo: Contratista Subdirección de Agrología Nombre: Johanna Katerin Cordero Casallas Cargo: Contratista Subdirección de Agrología | Nombre: Juan Camilo García Cargo: Profesional Especializado Subdirección de Agrología | Nombre: Marcela Yolanda Puentes Castrillón Cargo: Profesional Especializado Oficina Asesora de Planeación | Nombre: Napoleón Ordoñez Delgado Cargo: Subdirector de Agrología |