

1. OBJETIVO

Definir los pasos a seguir para administrar y hacer seguimiento metrológico a los equipos, instrumentos y patrones del Laboratorio Nacional de Suelos – LNS, considerando las actividades para el mantenimiento, calibración, calificación y verificación de equipos e instrumentos, así como la correcta manipulación, protección y calibración de los patrones.

2. ALCANCE

El presente instructivo aplica al proceso de Gestión de Información Geográfica, al subproceso de Gestión Agrológica, a los servidores públicos y contratistas de la oficina del Laboratorio Nacional de Suelos (LNS) del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Inicia con los lineamientos generales, continúa con la definición de los niveles de criticidad de los equipos, la definición de la periodicidad para el mantenimiento, calibración, calificación y verificación de los equipos del LNS, la codificación de los equipos, los certificados de calibración, el traslado y la adquisición de equipos, la identificación de los equipos según su estado, las intervenciones metrológicas, las condiciones ambientales, la limpieza a instrumentos, el manejo de patrones de trabajo del LNS y finaliza con el almacenamiento de los registros de los equipos o instrumentos.

3. DEFINICIONES

- **Aceptación de la calibración o verificación:** Una verificación o calibración cuyo resultado se considera aceptable dado que reproduce los resultados de rendimiento dentro de los límites definidos por el usuario o la norma.
- **Ajuste:** Conjunto de operaciones realizadas sobre un sistema de medida para que proporcione indicaciones prescritas, correspondientes a valores dados de la magnitud a medir.
- **Apertura:** La dimensión que define una abertura cuando se detecta en una superficie.
- **Calibración:** Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.
- **Certificado:** Texto administrativo empleado para constatar un determinado hecho y resulta fundamental para demostrar información.
- **Confirmación metrológica:** Conjunto de operaciones (calibración, verificación, ajuste) requeridas para asegurar que el equipo de medición es conforme con los requisitos correspondientes a su uso previsto
- **Dispensador:** Instrumento de medición empleado para dosificar un volumen específico de líquido en un recipiente.
- **Dosificar:** Graduar y adicionar la cantidad específica o exacta de porción de un líquido, sólido o gas.
- **Empuje aerostático:** Empuje causado por el aire sobre el líquido con una fuerza igual al peso del volumen de fluido desplazado.
- **Prueba de errores de las indicaciones:** La prueba consiste en poner una carga de prueba en diferentes posiciones del receptor de carga, de tal manera que el centro de gravedad de la carga ocupe, tanto como sea posible, las posiciones de carga son: 1- Centro; 2- Frontal izquierda; 3- Posterior izquierda; 4- Posterior derecha; 5- Frontal derecha o en posiciones similares.

- **Equipos de ensayo o auxiliares (EA):** Son los equipos utilizados para realizar labores de preparación de las muestras en diferentes etapas de ejecución del ensayo; estos no están relacionados directamente con mediciones. En esta categoría se clasifican, por ejemplo: tamices, agitadores, centrífugas, molinos, estufas, neveras, computadores, hardware y software asociados a cálculos y análisis de datos.
- **Equipos para el monitoreo y control de variables ambientales (EVA):** Son los equipos destinados a controlar las variables que modifican las condiciones ambientales en el laboratorio. En esta clasificación se encuentran los aires acondicionados y termohigrómetros.
- **Equipos y materiales de medición (EM):** Son los equipos destinados a la medición de variables y por tal razón, requieren calibración y la determinación del valor de error asociado al propio instrumento de medición. En esta categoría se clasifican, por ejemplo: espectrofotómetros, tituladores, buretas, el material de vidrio aforado utilizado para la medición de volúmenes en la preparación de soluciones patrón.
- **Equipos y materiales de referencia (ER):** Son los equipos o materiales empleados para la verificación de calibraciones de los equipos de medición en variables como temperatura, volumen y peso. En esta clasificación se encuentran los balones con certificado de calidad, el termómetro de referencia, juego de pesas y muestras certificadas.
- **Error aleatorio:** Componente del error de medida que, en mediciones repetidas, varía de manera impredecible.
- **Error sistemático:** Componente del error de medida que, en mediciones repetidas, permanece constante o varía de manera predecible.
- **Espectrofotómetro:** Instrumento usado para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones.
- **Evidencia objetiva:** Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo. Se puede obtener mediante observación, medición, ensayo u otros medios.
- **Exactitud:** Proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando.
- **Falta de firmeza de un tamiz:** Se refiere a la rigidez plana de la superficie del tamiz, es la resistencia a la atracción del material de la malla en relación con el diámetro del alambre, el tipo de tejido y el montaje engarzado en el alambre.
- **Hidrómetro para suelos:** Instrumento de lectura directa para indicar la densidad de partículas de suelo suspendidas en un fluido acuoso.
- **Incertidumbre de medida:** Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.
- **Inspección:** Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones.
- **Longitud de onda:** Distancia entre dos crestas consecutivas durante el recorrido de la partícula/onda.
- **Mantenimiento:** Conjunto de operaciones que permiten que un equipo o sistema de medida esté en perfectas condiciones de uso. El mantenimiento de los equipos puede ser correctivo (corregir fallos, averías) o preventivo (prevenir fallos, deterioros, averías o un mal funcionamiento).
- **Material de Referencia Certificado:** Material de referencia acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de sus propiedades están certificados por un procedimiento que establece trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual se expresan los valores de la propiedad y en la que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

- **Medición:** Proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud.
- **Micropipeta:** Instrumento volumétrico empleado para medir pequeños volúmenes de líquidos y permitir su manejo en las distintas técnicas analíticas donde se requieren una cantidad específica.
- **Patrón:** Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medida asociada, tomada como referencia.
- **Pie de rey:** Instrumento de medida de precisión para dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros.
- **Precisión:** Proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto, o de objetos similares, bajo condiciones especificadas.
- **Rango o intervalo:** Es el conjunto de valores dentro de los límites superior e inferior de medida, en los cuales el instrumento es capaz de trabajar de forma confiable.
- **Rótulo:** Título, encabezamiento, letrero, etiqueta que se coloca al equipo, instrumento o patrón para brindar información metrológica.
- **Segregar:** Hace referencia a apartar o sacar los instrumentos o equipos obsoletos o fuera de uso.
- **Sensibilidad:** Es la medida de la pendiente de la curva característica de pesada. Se determina a partir de la variación de la indicación dividida por la carga medida.
- **Tara:** Posibilidad de volver a poner a cero el indicador de peso de un recipiente que se encuentra sobre un plato de la balanza.
- **Tamaño nominal de apertura:** Denota las dimensiones de las aberturas del tamiz, que se deben cumplir mediante unos parámetros establecidos.
- **Tamiz:** Un aparato cuya finalidad es la separación por tamaño, de los materiales o sustancias dispuestos en el marco.
- **Trazabilidad:** Propiedad de un resultado de medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.
- **Valor Nominal:** Valor redondeado o aproximado de una característica de un instrumento de medición que sirve de guía para su uso.
- **Verificación:** Aportación de evidencia objetiva de que un ítem dado satisface los requisitos especificados.
- **Volumen nominal:** Volumen de líquido que debería contener un recipiente (volumen teórico).

4. DESARROLLO

4.1 GENERALIDADES

- EL laboratorio debe tener acceso al equipamiento (incluidos, pero sin limitarse a instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o equipos auxiliares (NTC ISO/IEC 17025)).
- La práctica del presente instructivo se realiza en todos los temas de la oficina Laboratorio Nacional de Suelos, donde se encuentran o requieran los equipos, instrumentos o patrones de verificación. Éstos se deben ubicar manteniendo las condiciones ambientales y de operación sugeridas por el fabricante y según los requerimientos analíticos de cada tema del laboratorio. Dando cumplimiento a los lineamientos establecidos en el SGI.
- Los equipos, instrumentos y patrones de medición que se encuentran en el LNS cuentan con la siguiente documentación, según sea el caso:
 - Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio.
 - Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos (si aplica)

- Hoja de vida para equipo e instrumento
- Rótulo de la carpeta de la hoja de vida
- Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos
- Manual o instrucciones de operación (interno o de fabricante)
- Certificados de calibración, calificación y verificación, según aplique
- Los equipos e instrumentos deben ser asignados a un funcionario de planta como primer custodio (se puede evidenciar en el inventario de cada persona).
- En el caso de los patrones se debe asignar preferiblemente a un funcionario de planta en el formato vigente "Control elementos y equipos en custodia".
- Los equipos, instrumentos y patrones que hacen parte del laboratorio deben estar consignados en el formato vigente "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio", acción realizada por el tema de metrología.
- Asignar e identificar cada equipo, de acuerdo con los lineamientos establecidos en este instructivo.
- Verificar y registrar el estado de los patrones de medición antes y después de manipularlos, registrando cualquier anomalía en el formato "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos". Los patrones de medición deben ser almacenados en condiciones ambientales recomendadas por el fabricante. El personal que manipula los equipos e instrumentos del laboratorio debe ser competente, contar con formación, capacitación y entrenamiento que garanticen una correcta operación de los equipos y óptimo desarrollo de las actividades propias a su labor.
- Aplicar los lineamientos establecidos en el instructivo vigente "Medidas de seguridad en la ejecución de análisis".
- Contar con extintores en los lugares del laboratorio donde se encuentran instalados los equipos.

4.2 CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

La criticidad es un indicador proporcional al impacto, que genera un equipo de manera directa o indirecta en los resultados de análisis y ensayos realizados en el laboratorio, permitiendo la optimización de los recursos y dar cobertura a todos los equipos. De esta manera se aumenta la confiabilidad y la capacidad del laboratorio para generar resultados trazables.

Para evaluar el nivel de criticidad de un equipo, se tiene en cuenta la tabla 1.

Tabla 1. Niveles de criticidad del equipo.

Criticidad del equipo		
Nivel	Clasificación	Descripción
ALTA	Equipos y materiales de referencia (ER)	Son los equipos o materiales utilizados para la verificación de las calibraciones y equipos de medición empleados en el laboratorio para las variables de temperatura, volumen, longitud y peso. En esta clasificación se encuentra el material de vidrio certificado, termómetros, calibrador, juego de masas de referencia y muestras certificadas.
	Equipos y materiales de medición (EM)	Son los equipos destinados a la medición de variables y por tal razón, requieren calibración y la determinación del valor de error asociado al propio instrumento de medición. En esta categoría se clasifican: espectrofotómetros, tituladores, balanzas analíticas y de precisión, buretas, dispensadores, micropipeta y material de vidrio aforado clase A (utilizado para la medición de volúmenes en la preparación de soluciones patrón).
MEDIA	Equipos para el monitoreo y control de variables ambientales (EVA)	Son los equipos destinados para la medición de las condiciones ambientales en el laboratorio según especificaciones y requerimientos de los procesos analíticos y de los equipos para su operación. En esta clasificación se encuentran los aires acondicionados, termohigrómetros.

Críticidad del equipo		
Nivel	Clasificación	Descripción
BAJA	Equipos de ensayo o auxiliares (EA)	Son los equipos utilizados para labores de preparación de las muestras y diferentes etapas de ejecución del ensayo, estos no están relacionados directamente con mediciones. En esta categoría se clasifican: tamices, agitadores, centrífugas, molinos, estufas, neveras, computadores, hardware y software asociados a cálculos y análisis de datos.

Fuente: IGAC

4.3 DEFINICIÓN DE LA PERIODICIDAD PARA MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN, CALIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN PARA LOS EQUIPOS DEL LNS

Con el fin de establecer los intervalos adecuados para las intervenciones metrológicas que se deben realizar en los equipos, se tienen en cuenta los siguientes ítems:

- Métodos de "TIEMPO EN USO y TIEMPO CALENDARIO" establecidos en la guía ILAC-G24-OIML "Lineamientos para la determinación de intervalos de calibración de los instrumentos de medición" de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC) y la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), teniendo en cuenta la frecuencia e intensidad de uso.
- Para el mantenimiento se deben tener en cuenta las fallas presentadas durante el último periodo de tiempo, desde la última intervención realizada.
- Críticidad de los equipos, instrumentos y patrones del laboratorio.
- Nivel de impacto en que la incertidumbre asociada a los equipos o instrumentos puedan afectar de manera significativa los análisis o ensayos realizados en el laboratorio.
- Recomendaciones del fabricante y proveedores que intervinieron por última vez el equipo, instrumento o patrón, incluyendo frecuencia y necesidad de cambio de repuestos o consumibles.
- Ubicación, condiciones de almacenamiento y ambientales a las que ha estado expuestos durante el último periodo de intervención.
- Errores máximos permitidos y tolerancia de las mediciones.
- Presupuesto y ejecución de los pliegos de condiciones contractuales.

Para determinar el periodo de calibración de un equipo nuevo se tienen en cuenta los errores permisibles, el uso y la deriva de cada equipo, utilizando el formato vigente "periodo de calibración equipos".

Para calcular el próximo periodo de calibración de los equipos, se usa el formato vigente "periodo de calibración equipos". En este documento se encuentran los errores máximos permisibles, los cuales son utilizados para calcular en error promedio, considerando la información de los certificados de calibración.

4.3.1 INTERVALO DE CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS

En la Guía ILAC-G24-OIML se menciona la determinación del intervalo de calibración. Para esto debe tenerse en cuenta los siguientes factores:

- Mantener al mínimo el riesgo de estar fuera del error máximo permisible.
- En el LNS se utiliza el método tiempo calendario, el cual se aplica escogiendo los puntos más significativos de la calibración. Se calcula la deriva, la estabilidad y el intervalo de calibración adecuado.
- Luego de conocer los puntos de calibración escogidos, se debe contar con dos certificados de calibración del equipo al cual se le va a hacer el análisis. En el caso de que el equipo no tenga un

segundo certificado se debe asignar un intervalo inicial teniendo en cuenta el certificado del fabricante.

- Para realizar el cálculo de intervalos y aceptación de conformidad de los equipos de medición se debe digitar la información del último certificado de calibración y la del certificado de calibración anterior que van a ser comparables; no se deben realizar cambios a los datos suministrados en el certificado.
- Para calcular el intervalo de calibración se restan los errores absolutos del equipo por cada punto calibrado. Cuando se presente cambio de laboratorio de calibración, para el cálculo de la desviación se debe tener en cuenta las incertidumbres del certificado del año anterior y la del certificado emitido por el nuevo laboratorio.
- La desviación se calculará teniendo en cuenta:
 - Para el certificado del año anterior se suma el error absoluto de cada punto calibrado con su respectiva incertidumbre.
 - Para el certificado del nuevo laboratorio se suma el error absoluto de cada punto calibrado con su respectiva incertidumbre.
 - De esta manera decimos que la desviación será igual a la diferencia entre dos sumas realizadas, de dos puntos de calibración similares.

$$\text{Desviación} = (E1 + U1) - (E2 + U2)$$

Donde:

- E1 = Error sistemático del certificado del año anterior para cada punto.
- U1 = Incertidumbre del certificado del año anterior del respectivo punto.
- E2 = Error sistemático del certificado del nuevo laboratorio para cada punto.
- U2 = Incertidumbre del certificado del nuevo laboratorio del respectivo punto.

- Se calcula la deriva entre las dos calibraciones:

$$\text{Deriva} = \frac{\text{Desviación}}{(t2 - t1)}$$

Donde:

- t2 = es el año del último certificado de calibración
- t1 = es el año del certificado de calibración del anterior.

La desviación es la diferencia entre los errores de lectura de dos puntos iguales o similares de los certificados de calibración de un mismo equipo.

Cuando la desviación entre dos puntos de calibración es igual a cero, se elige el mayor intervalo de calibración (36 meses).

Para calcular la deriva del mes se debe emplear la siguiente formula:

$$ST = \frac{(t2 - t1)}{30}$$

Dónde:

- ST = Deriva del mes
- t2 = es el año del último certificado de calibración
- t1 = es el año del certificado de calibración del anterior.

Una vez calculado el ST determine el intervalo de calibración según la siguiente tabla:

Tabla 4. Intervalo de calibración

ST	Intervalo de calibración
6	36 MESES
5	24 MESES
4	18 MESES
3	12 MESES
2	6 MESES

Fuente: IGAC

Después de tener el valor de la deriva, que es la variación continua o incremental de la indicación del instrumento a lo largo del tiempo, se debe calcular el intervalo de calibración como de se indica a continuación:

$$\text{Intervalo Calibración} = \frac{\pm \text{error max permisible}}{\text{Deriva}}$$

El intervalo de calibración se da en meses. Se escoge el intervalo obtenido entre los diferentes puntos, el cuál no debe superar los 36 meses.

Luego de realizar los cálculos de los intervalos se actualiza la información del formato vigente "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos" (según corresponda) para la planeación y control metrológico de los equipos del LNS.

La definición de los tipos de intervención metrológica (mantenimiento, calibración, calificación y verificación), se encuentran definidos en el formato vigente "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos". La actualización de la información que se encuentra en este formato está a cargo del tema de metrología, junto a la planeación de los pliegos de contratación que se actualizan cada año según sea necesario.

4.4 CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

Para la codificación del equipo, se designa un número metrológico, conformado por una letra que indica su ubicación física, seguida de tres dígitos que corresponden a un consecutivo, iniciando en 001 para cada letra.

La letra asignada según la ubicación inicial del equipo es:

- Tema Química Q
- Tema Mineralogía M
- Tema Física F
- Tema Biología B
- Preparación de muestras P
- Metrología y temas generales G

PECAT

E

El código asignado es único para cada equipo, de tal manera que, cuando un equipo sea dado de baja y reemplazado por otro, este nuevo equipo debe tener un nuevo código, sin importar que la marca y modelo sean iguales a las del anterior.

Si hay cambios de ubicación mantiene su marcación inicial y se registra el respectivo cambio en los siguientes formatos vigentes:

- "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio".
- "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos", si aplica.
- "Hoja de vida para equipo e instrumento".
- "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos", junto con el número metrológico adherido al equipo.

4.5 CERTIFICADOS DE CALIBRACION

Con relación a los certificados de calibración o calificación, se debe verificar que los siguientes puntos estén allí contenidos:

- Condiciones bajo las cuales fueron hechas las calibraciones (por ejemplo, ambientales) y que tengan una influencia en los resultados de la medición.
- Incertidumbre de la medición o una declaración de cumplimiento con una especificación metrológica identificada o con partes de ésta.
- Evidencia de trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades (SI), en cumplimiento de los requisitos de la NTC-ISO/IEC 17025.
- Nombre y dirección del laboratorio.
- Título, nombre y la dirección del laboratorio y el lugar donde se realizaron las calibraciones.
- Una identificación única del certificado de calibración (tal que todos sus componentes se reconocen como el número de serie) y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte de un informe de ensayo o del certificado de calibración, completo y una clara identificación del final del certificado de calibración.
- Nombre y la dirección del cliente.
- Identificación del método utilizado, según norma vigente del parámetro a calibrar.
- Una descripción inequívoca y cuando sea necesario la condición y una identificación no ambigua del o de los ítems calibrados.
- Fecha de recepción del o de los ítems sometidos a la calibración, cuando ésta sea esencial para la validez y la aplicación de los resultados, y la fecha de ejecución de en la que se realiza la calibración.
- Resultados de las calibraciones con sus unidades de medida, cuando corresponda.
- Nombres, funciones y firmas o la identificación equivalente de la o las personas que autorizan el certificado de calibración.
- Informe.
- Cuando corresponda, una declaración de que los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados.
- Una identificación clara cuando los resultados provengan de proveedores externos.
- La incertidumbre de medición del resultado de medición presentado en la misma unidad que la de unidad del mesurando o en un término relativo a la unidad (NTC ISO/IEC 17025).

- Al detectarse errores o inconsistencias en los certificados que afecten la condición de calibración, se debe comunicar a la compañía que realizó la actividad para que verifique el certificado y corrija la información que corresponda. El equipo, instrumento o patrón no puede ser puesto en uso hasta tanto no se reciba la información corregida o se cuente con el sello de calibración.
- Todo equipo, instrumento y patrón del LNS, debe estar rotulado indicando su estado de calibración, la fecha en que esta actividad fue efectuada y fecha en que se debe realizar una nueva calibración. Lo mismo aplica para los equipos que requieren verificaciones intermedias, salvo que por su tamaño o condiciones de uso no permitan la adherencia del rótulo.
- Para el caso de calibraciones, todos los proveedores deben colocar el rótulo o sticker con la información correspondiente a la calibración (fecha de la calibración o código interno de calibración).

4.6 TRASLADO DE EQUIPOS

En caso de requerirse reubicación de equipos sensibles al movimiento, se debe realizar la respectiva verificación, para comprobar que mantienen su estado de calibración, igualmente, deben tomarse las precauciones necesarias para su traslado:

- El traslado de equipos lo deberá realizar el metrólogo(a) o la persona encargada del tema, la cual garantizará que dicho equipo, instrumento o patrón no sufra daños en el recorrido a la nueva ubicación.
- Despejar y acondicionar el lugar a donde va a ser trasladado el equipo.
- Aplicar las medidas de seguridad requeridas para el traslado de éste (embalaje o la forma en que será transportado).
- Tener en cuenta que no se debe sacudir o golpear el equipo, y ser muy sutil al momento de su traslado, ya que así se evita que el equipo arroje datos incorrectos o erróneos.
- Al ubicar el equipo en el lugar definitivo, proceder a delimitar el espacio final (con cinta de color amarillo para balanzas).
- Realizar los ajustes pertinentes (centrado de nivel de burbuja, entre otros).
- En el evento en el que se evidencia alguna alteración, se debe programar el ajuste y la calibración lo antes posible, y teniendo en cuenta que, de no realizarse, es probable que el equipo muestre datos poco confiables; si el margen de error es muy alto respecto al esperado, proceder a realizar el rotulado para sacarlo de uso. El criterio para determinar si el error es muy alto será generado por el responsable del tema de metrología teniendo en cuenta a las especificaciones del fabricante y requerimientos del laboratorio.

4.7 ADQUISICIÓN Y ESTADO DE EQUIPOS

Para la adquisición de un equipo o instrumento se debe tener en cuenta el instructivo vigente "requisitos generales para la selección, adquisición inspección y evaluación de productos y servicios".

4.7.1 INGRESO E INSTALACIÓN DE UN EQUIPO NUEVO

El ingreso de un equipo nuevo al laboratorio se hace en compañía del encargado del tema de metrología y del supervisor del contrato con el cual se adquirió el equipo, teniendo en cuenta las condiciones sugeridas por el fabricante o proveedor para su instalación y operación.

El supervisor del contrato debe entregar al encargado del tema de metrología todos los documentos correspondientes a la adquisición de los equipos (manuales, certificaciones de fábrica y calibración,

entre otros). Además debe gestionar la capacitación en el uso y manejo del equipo por parte del proveedor al personal del LNS que lo requiera.

4.7.1.1 LIBERACIÓN DE UN EQUIPO

Para realizar este procedimiento de liberación es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Un instrumento de medición debe tener definido su uso previsto y las características metrológicas requeridas para obtener mediciones confiables acordes con el método de ensayo en el que se va a utilizar. Para este fin, previamente a la puesta en marcha del equipo dentro del trabajo de rutina en el laboratorio, se surten varias etapas de calificación, así:
 - **Diseño:** se estudian las especificaciones de operación y funcionalidad del equipo que ofertan los proveedores para hacer la selección apropiada.
 - **Instalación:** una vez adquirido se establece que la instalación en el ambiente de trabajo es apropiada para la operación y uso.
 - **Operación:** se comprueba que funciona de acuerdo con las especificaciones acordadas y ofrecidas por el proveedor.
 - **Desempeño:** se comprueba que los resultados obtenidos son acordes respecto a las especificaciones definidas para el trabajo de rutina.
- La liberación se relaciona con la calificación de desempeño y aplica para todos los equipos que contribuyen a la incertidumbre de la medición, es decir en los resultados de la medición.
- La definición del método o métodos de ensayo en los cuales el equipo tendrá uso rutinario. Adicionalmente se realiza verificación interna antes de iniciar funciones en el Laboratorio.
- La identificación de los requerimientos del método de ensayo (RME) en cuanto al desempeño y especificaciones del equipo y contrastación frente a las especificaciones del proveedor (EP).
- La Identificación de las características metrológicas del equipo de medición (CME), las cuales se establecen después de la calibración, cuando aplique.

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se establecen los parámetros de calidad y criterios de aceptación que determinan la conformidad para la liberación del equipo. Entre los parámetros de calidad se pueden considerar repetibilidad, reproducibilidad, sesgo, incertidumbre, entre otros.

Nota: Los soportes de las mediciones de los parámetros de calidad y el análisis estadístico, cuando aplique, deben mantenerse disponibles.

La presentación del informe de resultados, que incluya la declaración de liberación del equipo de medición, en el formato vigente "liberación interna para equipos e instrumentos del laboratorio nacional de suelos- LNS".

4.7.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS SEGÚN SU ESTADO DE USO

- Actualizar los datos registrados (según corresponda), en los formatos vigentes "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio" y "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos" para tener en cuenta en los pliegos de contratación del siguiente año.

4.7.2.1 EQUIPOS EN USO

Son los equipos con los que cuenta cada tema para realizar los análisis y están en condiciones óptimas de funcionamiento. Cuando los equipos se encuentran en funcionamiento, haga lo siguiente:

- Registra cualquier intervención realizada al equipo como mantenimientos, verificaciones, calibraciones externas y eventos presentados en el equipo durante su operación como daños, fallas o problemas de funcionamiento por parte del tema de metrología, responsable de tema y

analistas. Adicionalmente el analista consigna todas las actividades ejecutadas diariamente en el equipo en el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos". Este debe estar ubicado al lado del equipo en una carpeta rotulada de acuerdo a los lineamientos establecidos por el SGI.

- Registra en los formatos vigentes "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos" y "Hoja de vida para equipo e instrumento", "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio" y "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos", el actual estado del equipo.

4.7.2.2 EQUIPOS FUERA DE SERVICIO

Los equipos, instrumentos y patrones que presenten una de las siguientes condiciones:

- Equipos con fecha de mantenimiento expirada.
- Equipos con fecha de calibración expirada.
- Equipos con operación fuera de rango.
- Equipos con evidencia de daño o falla que afecten su funcionamiento o el resultado de los análisis.

Cuando se requiera dejar fuera de servicio un equipo, haga lo siguiente haga lo siguiente:

- Informa al jefe de la oficina del LNS, encargado del tema y analistas responsables de la operación del equipo.
- Rotula con etiqueta de equipo fuera de servicio (ver Imagen 1).
- Registra en los formatos vigentes "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos" y "Hoja de vida para equipo e instrumento", "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio" y "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos", el actual estado del equipo.

 <p>IGAC INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN COBARRZI</p>	<p>RÓTULO EQUIPO FUERA DE SERVICIO</p>	Fecha:	
		AAAA-MM-DD	
FECHA			
EQUIPO		NÚMERO METROLÓGICO	
CAUSA			
INSTALACION			
OPERACIÓN			
Responsable:			
Observaciones:			

Imagen 1. Rótulo equipo fuera de servicio

Fuente: IGAC

4.7.2.3 EQUIPOS SEGREGADOS

Son equipos que presentan fallas irreversibles, mantenimientos de alto costo, modelos retirados del mercado por el fabricante y que no tienen repuestos o respaldo técnico. Estos se deben retirar del laboratorio y entregar al almacén general del IGAC.

Cuando se requiere dejar un equipo segregado, haga lo siguiente:

- Informa al jefe de la oficina del LNS, encargado del tema y analistas responsables de la operación del equipo.
- Rotula con la etiqueta de equipo segregado (ver Imagen 2).
- Registra en los formatos vigentes "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos" y "Hoja de vida para equipo e instrumento", "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio" y "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos", el actual estado del equipo.
- Realiza el respectivo trámite en las fechas programadas por el almacén general para su reintegro.

 <p>IGAC INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN GODOZZI</p>	RÓTULO EQUIPO SEGREGADO		FECHA:	
			AAAA-MM-DD	
	EQUIPO			NÚMERO METROLÓGICO
CAUSA				
OBSOLETO				
FALLA OPERATIVA				
Responsable:				
Observaciones:				

Imagen 2. Rótulo equipo segregado
Fuente: IGAC

4.7.3 CONSUMIBLES O INSTRUMENTOS DE APOYO

Hacen referencia a los instrumentos, piezas o componentes que apoyan la ejecución de los métodos analíticos y que no requieren intervención metrológica.

4.8 EQUIPAMIENTO

El laboratorio debe tener acceso al equipamiento (incluidos, pero sin limitarse a instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o aparatos auxiliares) que se requiere para el correcto desempeño de las actividades de laboratorio y que pueden influir en los resultados (NTC ISO/IEC 17025).

En base a la criticidad establecida anteriormente, se definen las actividades que se pueden ejecutar en los equipos del LNS, enunciadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Actividades que se pueden ejecutar en los equipos del LNS

Variable	Equipo	Mantenimiento	Calibración	Calificación	Verificación intermedia
pH y Conductividad	Potenciómetros, conductímetro, multiparámetros	✓	✓		✓
Temperaturas altas (intervienen en la medición de ensayos y procedimientos analíticos)	Hornos, estufa de vacío, Baños isotérmicos y Muflas	✓	✓		✓
Temperaturas bajas	Refrigeradores	✓			
Temperatura y Humedad	Termómetros de frasco de glicol, inmersión, termohigrómetros		✓		✓
Presión	Manómetros		✓		
Esterilizadores (presión y temperatura)	Autoclaves	✓		✓	
Longitud	Pie de rey digital y análogo, tamicés		✓		✓
Volumétricos	Dispensadores, micropipetas buretas y pipetas	✓	✓		✓
Pesaje	Balanzas analíticas y precisión, basculas, analizador de humedad halógeno	✓	✓		✓
Óptica de observación	Microscopios y estereoscopios	✓			
Óptica de medición	Espectrofotómetros lambda, turbidímetros	✓	✓	✓	✓
Equipos de medición especiales	Analizador de Carbono, Nitrógeno y Azufre (CNS), espectrofotómetros de absorción atómica, HPLC, Determinador de cenizas, Difractómetro de Rx	✓		✓	
Patrones	Pesas patrón, termómetros y termocuplas, calibrador		✓		
Purificadores de agua	Purificadores e agua por des ionización, UV, destilación y osmosis	✓			✓
Equipos auxiliares	Pipeteadores, bombas de vacío y UPS, reguladores de voltaje	✓			
Centrifugación (RPM)	Centrífugas	✓			

Tabla 6. Actividades que se pueden ejecutar en los equipos del LNS

Variable	Equipo	Mantenimiento	Calibración	Calificación	Verificación intermedia
Cabinas	Biológicas y de extracción	✓		✓	
Transmisión	Cortadoras, pulidoras, agitadores, molinos, equipo de estabilidad estructural.	✓	✓		✓
Equipos de ventilación (control ambiente)	Aires acondicionados y extractores.	✓			

Fuente: IGAC

4.9 INTERVENCIONES METROLÓGICAS (MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN, CALIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN)

Para la adquisición de servicios de mantenimiento, calibración o calificación se debe tener en cuenta el instructivo vigente "requisitos generales para la selección, adquisición inspección y evaluación de productos y servicios".

Con el fin de llevar a cabo las intervenciones necesarias en los equipos del LNS, se deben tener en cuenta las siguientes especificaciones:

Tabla 7. Especificaciones de las intervenciones realizadas a los equipos (según corresponda)

Intervención	Especificaciones
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	<p>Las actividades de mantenimiento deben ser realizadas por personal entrenado, con competencia técnica y experiencia certificada para ejecutar la intervención del equipo, de acuerdo con los requerimientos indicados en los pliegos de contratación para mantenimiento y calibración de los equipos del LNS.</p> <p>Si el equipo o instrumento intervenido en mantenimiento tiene display, sensor, indicador o control de variable, el proveedor debe realizar verificación en los puntos y el rango (según requerimientos del laboratorio) y estar registradas como evidencia en el reporte de servicio técnico, el cual se entrega con letra legible, de forma digital y física (no usar papel químico) al encargado del tema de metrología y supervisor del contrato.</p> <p>Toda intervención de mantenimiento realizada en los equipos del LNS, debe ser verificada con los patrones o estándares de referencia, con calibración vigente, por el encargado del tema de metrología y comunicados al tema de calidad y al jefe de la oficina del LNS.</p> <p>Los consumibles suministrados e instalados durante el mantenimiento por parte del proveedor deben estar registrados con número de parte o referencia como evidencia en el reporte de servicio técnico.</p> <p>El proveedor debe colocar a cada equipo intervenido el respectivo stickers que evidencie la ejecución del mantenimiento, así como diligenciar el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos" y entregar el informe de mantenimiento detallando el trabajo realizado al encargado del tema de metrología y al supervisor del contrato. El reporte debe ser archivado cronológicamente en la carpeta de hoja de vida del equipo y registrado en el formato vigente "Hoja de vida para equipo e instrumento".</p>
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	<p>Los repuestos suministrados e instalados durante el mantenimiento por parte del proveedor deben estar registrados con numero de parte o referencia como evidencia en el reporte de servicio técnico.</p>

Tabla 7. Especificaciones de las intervenciones realizadas a los equipos (según corresponda)

Intervención	Especificaciones
	<p>Se requiere siempre realizar calibración, calificación o verificación (de acuerdo con las características del equipo) después de realizar cambio de componentes o repuestos o intervención que implique ajuste o modificación de los parámetros de funcionamiento internos del equipo.</p> <p>Todas las intervenciones de mantenimiento deben ser registradas en el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos".</p>
CALIBRACION POR UN ENTE EXTERNO	<p>Proveedor nacional o internacional acreditado en la magnitud relacionada y aprobado por la ONAC.</p> <p>Los criterios de aceptación de los equipos e instrumentos de medición y ensayo se definen conforme lo especifique una norma o el fabricante del equipo y su aplicación están a cargo de quien manipule el equipo.</p> <p>Se debe realizar en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Adquisición de equipos, instrumentos o patrones. ◦ Después de cada intervención de mantenimiento preventivo o correctivo. <p>El proveedor debe colocar a cada equipo intervenido el respectivo stickers que evidencie la ejecución de la calibración, así como diligenciar el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos".</p> <p>En caso de que las operaciones de calibración presenten demora, se deben realizar las siguientes acciones hasta realizar la intervención metrológica: se rótula el equipo con la información "Fuera de servicio", por falta de calibración y se le informa al personal (responsable del tema, analistas, calidad y jefe de la oficina del LNS), que dicho equipo o instrumento se encuentra fuera de uso.</p> <p>Previamente a las intervenciones de calibración, el encargado del tema de metrología y el supervisor del contrato debe realizar la respectiva revisión y cumplimiento de la trazabilidad metrológica de los patrones, solicitando los certificados de calibración vigentes y trazados nacionales o internacionalmente al laboratorio de calibración.</p> <p>El certificado debe incluir los datos relacionados con la intervención realizada, con los respectivos parámetros de error e incertidumbre y ser archivado cronológicamente en la carpeta de hoja de vida del equipo y registrado en el formato vigente "Hoja de vida para equipo e instrumento".</p> <p>El encargado del tema de metrología informa por escrito la satisfacción o cualquier irregularidad presentada en el servicio al supervisor quien debe solicitar al contratista la garantía del trabajo realizado.</p>
CALIBRACIÓN INTERNA	<p>El Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC no realiza procedimientos de calibración, ya que esto no se encuentra dentro de su alcance.</p>
CALIFICACIÓN POR UN ENTE EXTERNO	<p>La entidad que presta los servicios de calificación debe entregar un informe con la información necesaria, que permita tener la certeza de que el equipo o instrumento está dentro del rango de tolerancias certificadas.</p> <p>Los criterios de aceptación de los equipos e instrumentos de medición y ensayo se definen conforme lo especifique una norma o el fabricante del equipo, su aplicación está a cargo de quien manipule el equipo.</p> <p>El encargado del tema de metrología informa por escrito la satisfacción o cualquier irregularidad presentada en el servicio al supervisor quien debe solicitar al contratista la garantía del trabajo realizado.</p>
CALIFICACIÓN DE EQUIPO EXCLUSIVO	<p>Se realiza para los equipos de alta complejidad los cuales tienen muchas variables a controlar y no es posible medirlas independientemente, con el fin de precisar el óptimo funcionamiento del equipo. Adicionalmente para los parámetros que internacionalmente no tienen un método de calibración trazable y estandarizada. Por lo general este proceso lo realiza el mismo proveedor o fabricante del</p>

	CONTROL METROLÓGICO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y PATRONES	Código: IN-AGR-PC01-27
		Versión: 2
		Vigente desde: 04/07/2022

Tabla 7. Especificaciones de las intervenciones realizadas a los equipos (según corresponda)

Intervención	Especificaciones
	equipo quien proporciona sus propios métodos de calificación estandarizados, certificados y trazables.

Fuente: IGAC

4.9.1 VERIFICACIÓN INTERNA DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- La verificación interna se realiza con los patrones definidos y debe registrarse en el formato vigente correspondiente al instrumento o equipo a verificar.
- Realizar los cálculos pertinentes para dar el criterio de aceptabilidad de uso del instrumento o equipo.
- Entregar la información necesaria a la persona encargada del tema de metrología para corregir cualquier irregularidad en el funcionamiento del equipo o instrumento. (en caso de que esta verificación la realice el analista del tema como por ejempló los medidores de pH, espectrofotómetros etc.)
- Evaluar los factores que afectan la medición durante la verificación del equipo o instrumento, como pueden ser las condiciones ambientales.
- Los equipos a los que se les realiza verificación deben tener rótulo, salvo que por su tamaño o condiciones de uso no permitan la adherencia del rótulo, como lo muestra la imagen 3.
- A las lámparas de cátodo hueco y la lámpara de tungsteno de los equipos de absorción atómica, se les debe hacer un seguimiento periódico y de esta manera tener un control del tiempo de uso y de su estado. Para esto se utiliza el formato vigente "control de lámparas de absorción atómica".

Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Subdirección de Agrología – Laboratorio Nacional
de Suelos

VERIFICACION DE INSTRUMENTO

FECHA AÑO MES DIA

VIGENCIA AÑO MES DIA

RESPONSABLE _____

Imagen 3. Rótulo de verificación de instrumento

Fuente: IGAC

La periodicidad o frecuencia de las verificaciones que se deben realizar en el LNS se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Parámetro a verificar, equipo y frecuencia o periodicidad

PARÁMETRO A VERIFICAR	EQUIPO	FRECUENCIA O PERIODICIDAD					
		SEMANAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL	TRIANUAL
MASA	BALANZA	✔					
	BASCULA	✔					

VOLUMEN	MICROPIPETA					✓			
	DISPENSADOR					✓			
	MATERIAL DE VIDRIO								✓
TEMPERATURA	HORNO					✓			
	INCUBADORA					✓			
	BAÑO TERMOSTATADO								✓
LONGITUD	TAMIZ								✓

Fuente: IGAC

4.9.1.1 DIMENSIONES NOMINALES Y VARIACIONES PERMISIBLES PARA TAMICES. INSPECCIÓN Y CALIBRACIÓN DE TAMICES

E11 - 09 ¹														
TABLE 1 Nominal Dimensions and Permissible Variations for Sieve Cloth and Compliance, Inspection and Calibration Test Sieves														
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
Sieve Designation	Nominal Sieve Opening (in.)	±Y Variation for Average Opening	+X Maximum Variation for Opening	Resulting Maximum Individual Opening	Compliance Sieves		Inspection Sieves		Calibration Sieves		Permissible Range of Choice			
					Sample Openings per 100 ft ²	Maximum Standard Deviation per Sieve	Sample Maximum Deviation per Sieve	Maximum Standard Deviation per Sieve	Sample Maximum Deviation per Sieve	Maximum Standard Deviation per Sieve	Typical Wire Diameter	Min	Max	
Standard	Alternative				millimetre	inch	millimetre	inch	millimetre	inch	millimetre	inch	millimetre	inch
125	5 in.	5	3.66	4.51	129.51	20	—	all	—	all	—	8	6.8	9.2
106	4.24 in.	4.24	3.12	3.99	109.99	20	—	all	—	all	—	6.3	5.4	7.2
100	4 in.	4	2.94	3.82	103.82	20	—	all	—	all	—	6.3	5.4	7.2
90	3 3/8 in.	3.5	2.65	3.53	93.53	20	—	all	—	all	—	6.3	5.4	7.2
75	3 in.	3	2.22	3.09	78.09	20	—	all	—	all	—	6.3	5.4	7.2
63	2 1/2 in.	2.5	1.87	2.71	65.71	20	—	all	—	all	—	5.6	4.8	6.4
53	2 1/8 in.	2.12	1.58	2.29	55.39	20	—	all	—	all	—	5	4.3	5.8
50	2 in.	2	1.49	2.29	52.29	20	—	all	—	all	—	5	4.3	5.8
45	1 3/4 in.	1.75	1.35	2.12	47.12	20	—	all	—	all	—	4.5	3.8	5.2
37.5	1 1/2 in.	1.5	1.13	1.85	39.35	20	1.734	all	—	all	—	4.5	3.8	5.2
31.5	1 1/4 in.	1.25	0.95	1.63	33.13	20	1.066	all	—	all	—	4	3.4	4.6
26.5	1.06 in.	1.06	0.802	1.44	27.94	20	0.869	15	0.584	all	—	3.55	3	4.1
25	1.00 in.	1	0.758	1.38	26.38	20	0.923	15	0.553	all	—	3.55	3	4.1
22.4	3/4 in.	0.875	0.681	1.27	23.87	150	0.734	150	0.493	all	—	3.55	3	4.1
19	3/4 in.	0.750	0.579	1.13	20.13	150	0.622	15	0.418	30	0.446	3.15	2.7	3.5
16	3/4 in.	0.825	0.490	0.99	16.99	150	0.527	15	0.354	30	0.378	3.15	2.7	3.6
13.2	0.530 in.	0.530	0.406	0.86	14.06	150	0.441	15	0.296	30	0.316	2.8	2.4	3.2
12.5	1/2 in.	0.500	0.385	0.83	13.33	150	0.421	15	0.283	30	0.302	2.5	2.1	2.9
11.2	7/8 in.	0.438	0.346	0.77	11.97	150	0.382	15	0.256	30	0.274	2.5	2.1	2.9
9.5	3/4 in.	0.375	0.295	0.68	10.18	150	0.330	15	0.222	30	0.237	2.24	1.9	2.6
8	3/4 in.	0.312	0.249	0.60	8.60	150	0.284	15	0.191	30	0.204	2	1.7	2.3
6.7	0.265 in.	0.265	0.210	0.53	7.23	150	0.245	15	0.164	30	0.175	1.8	1.5	2.1
6.3	3/4 in.	0.250	0.197	0.51	6.81	150	0.233	15	0.157	30	0.167	1.8	1.5	2.1
5.6	No. 3 1/2	0.223	0.178	0.47	6.07	150	0.211	15	0.142	30	0.151	1.6	1.3	1.9
4.75	No. 4	0.187	0.150	0.41	5.16	150	0.182	15	0.123	30	0.131	1.6	1.3	1.9
4	No. 5	0.157	0.127	0.37	4.37	150	0.161	15	0.108	30	0.115	1.4	1.2	1.7
3.35	No. 6	0.132	0.107	0.32	3.67	200	0.138	20	0.097	40	0.103	1.25	1.06	1.5
2.8	No. 7	0.110	0.090	0.29	3.09	200	0.121	20	0.085	40	0.090	1.12	0.95	1.3
2.36	No. 8	0.0837	0.076	0.25	2.61	200	0.104	20	0.073	40	0.077	1	0.85	1.15
2	No. 10	0.0787	0.065	0.23	2.23	250	0.094	25	0.068	50	0.072	0.9	0.77	1.04
1.7	No. 12	0.0661	0.056	0.20	1.90	250	0.081	25	0.059	50	0.062	0.8	0.68	0.92
1.4	No. 14	0.0555	0.046	0.18	1.58	400	0.071	40	0.055	80	0.057	0.71	0.6	0.82
1.18	No. 16	0.0469	0.040	0.16	1.34	400	0.063	40	0.049	80	0.051	0.63	0.54	0.72
1	No. 18	0.0394	0.034	0.14	1.14	400	0.055	40	0.042	80	0.044	0.56	0.48	0.64
micrometre	inch	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre	micrometre
850	No. 20	0.0331	29.1	127	977	400	48.76	40	37.73	80	39.96	0.5	0.43	0.58
710	No. 25	0.0278	24.7	112	822	500	42.63	50	33.82	100	35.14	0.45	0.38	0.52
600	No. 30	0.0234	21.2	101	701	500	38.00	50	30.14	100	31.32	0.4	0.34	0.46
500	No. 35	0.0197	18.0	89	589	600	33.23	60	26.85	120	27.82	0.315	0.27	0.36
425	No. 40	0.0165	15.5	81	506	600	29.95	60	24.20	120	25.08	0.28	0.24	0.32
355	No. 45	0.0139	13.3	72	427	800	26.45	80	21.95	160	22.64	0.224	0.19	0.26
300	No. 50	0.0117	11.5	65	365	800	23.70	80	19.66	160	20.59	0.2	0.17	0.23
250	No. 60	0.0098	9.9	58	306	800	21.02	80	17.44	160	17.99	0.16	0.13	0.19
212	No. 70	0.0083	8.7	52	264	800	18.79	80	15.59	160	16.08	0.14	0.12	0.17
180	No. 80	0.0070	7.6	47	227	1000	16.85	100	14.24	200	14.65	0.125	0.106	0.15
150	No. 100	0.0059	6.6	43	183	1000	15.30	100	12.93	200	13.30	0.11	0.095	0.13
125	No. 120	0.0049	5.8	38	163	1000	13.51	100	11.41	200	11.74	0.09	0.077	0.104
106	No. 140	0.0041	5.2	35	141	1000	12.39	100	10.47	200	10.77	0.071	0.06	0.082
90	No. 170	0.0035	4.6	32	122	1000	11.27	100	9.53	200	9.80	0.063	0.054	0.072
75	No. 200	0.0029	4.1	29	104	1000	10.23	100	8.64	250	9.02	0.05	0.043	0.058
63	No. 230	0.0025	3.7	26	89	1000	9.18	100	7.76	250	8.09	0.045	0.038	0.052
53	No. 270	0.0021	3.4	24	77	1000	8.44	100	7.13	250	7.44	0.038	0.031	0.041
45	No. 325	0.0017	3.1	22	67	1000	7.76	100	6.56	250	6.84	0.032	0.027	0.037
38	No. 400	0.0015	2.9	20	58	1000	7.09	100	5.99	300	6.31	0.03	0.024	0.035
32	No. 450	0.0012	2.7	18	50	1000	6.42	100	5.42	300	5.71	0.028	0.023	0.033
25	No. 500	0.0010	2.5	16	41	1000	5.71	100	4.82	300	5.06	0.025	0.021	0.029
20	No. 635	0.0008	2.3	15	35	1000	5.23	100	4.51	300	4.75	0.02	0.017	0.023

Column 3—These numbers are only approximate but are in use for reference; the sieve shall be identified by the standard designation in millimetres or micrometres.
Columns 9 and 11—See Annex A1, which specifies that all openings will be inspected for test sieves having 15 openings or less.
Columns 9 and 11—These number of sample openings are based on an 8-in. diameter test sieve.
† Column measurement listing was editorially corrected.

Imagen 4. Dimensiones nominales y variaciones permisibles para tamices. Inspección y calibración de tamices.

Fuente: ASTM E11-09

4.9.1.2 BALANZAS

- **Mensual:** la verificación mensual comprende la evaluación de errores de las indicaciones o exactitud, repetibilidad y excentricidad empleando un número de masas patrón, definido según el rango de la balanza, realizando tres evaluaciones para efectuar la verificación en su totalidad. En ningún caso se especifica un orden para realizar pruebas de verificación de los instrumentos de pesaje, éste lo determina el metrólogo o el encargado del tema que realice la prueba.
 - La precisión puede calcularse de la siguiente manera:

$$Desviación\ estándar = S = \sqrt{\frac{(x - m)^2}{(n - 1)}}$$

Donde:

x = Valor medido

m = Media de las cinco medidas de un peso particular

n = Número de medidas realizadas.

- La exactitud es expresada como el error, para esto se tiene como referencia los patrones certificados y se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Error} = \frac{(V_{\text{verdadero}} - V_{\text{experimental}})}{V_{\text{experimental}}} \times 100$$

Donde:

V = Valor para cada peso

Pasos a seguir:

1. Limpie cuidadosamente la balanza con ayuda de la brocha y un paño suave.
2. Verifique la ubicación de la balanza dentro de los límites establecidos (con cinta amarilla) y corrija el nivel, si es necesario, hasta centrar la burbuja de aire en el indicador.

Limpie las pesas patrón retirando cualquier suciedad o partícula de polvo usando un fuelle o pincel de polvo o con un paño de algodón o microfibra

Tabla 9. Valores de masa nominal para pesas patrón comúnmente usadas en el LNS.

Valor de masa nominal	
2* mg	2*g
2 mg	2 g
5 mg	5 g
10 mg	10 g
20*mg	20*g
20 mg	20 g
50 mg	50 g
100 mg	100 g
200* mg	200 g
200 mg	500 g
500 mg	2 kg
1 g	2 kg

*Permite identificar dos pesas con la misma masa.

Fuente: Guía SIM MWG7/cg01/v.00 del sistema interamericano de metrología

- **Prueba de excentricidad:** La prueba consiste en colocar una carga de prueba (1/3 de la capacidad del instrumento) en cinco (5) diferentes posiciones del receptor de carga, de tal manera que el centro de gravedad de la carga ocupe tanto como sea posible (las posiciones se encuentran indicadas en la imagen 5).

Tare la balanza e inicie con la prueba de excentricidad sujetando con la pinza la(s) pesa(s) (<200 g, según tabla 9) y colóquela(s) en el receptor de carga, si la balanza es de precisión asegúrese de cerrar las puertas de vidrio. Registra la(s) lectura(s) en el formato vigente "Informe verificación de balanzas (según guía SIM MWG7/cg-01/v.00)".

Para una serie de medición consecutiva, comience colocando la misma pesa, retírela y permita que el indicador retorne a cero o tare nuevamente entre cada medida, antes de realizar la prueba el indicador se debe ajustar a cero. La carga de prueba se coloca primero en la posición 1, y después se mueve a las otras 4 posiciones en orden arbitrario. Al final se puede colocar nuevamente en la posición 1 (imagen 5).

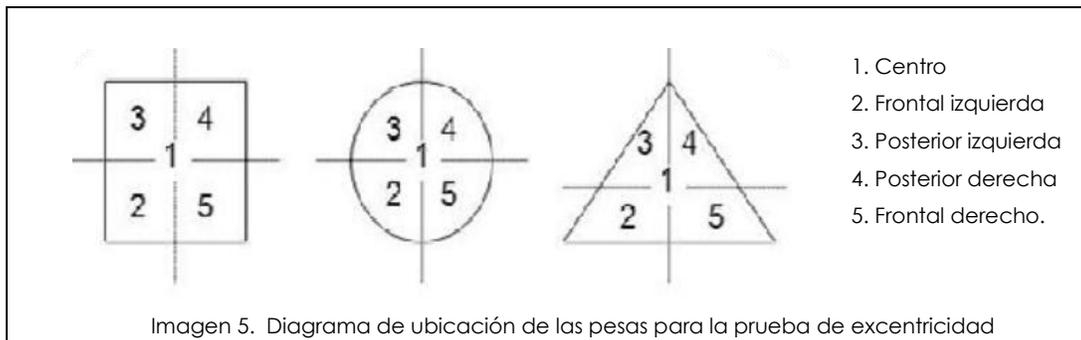


Imagen 5. Diagrama de ubicación de las pesas para la prueba de excentricidad

Fuente: (Atencia Talaigua, Meza Rodelo, & Zarate Zabaleta, 2017)

- **Prueba de repetibilidad:** La prueba consiste en ubicar tres cargas de diferentes pesos (mínimo, 50% y 100%), estas se deben seleccionar dentro del rango de la resolución del instrumento y la carga máxima de la balanza antes de la prueba.

Para iniciar la prueba de repetibilidad el indicador se ajusta cero, coloca la carga sobre el platillo o receptor de carga, toma el dato y retira la carga (al bajar la carga de la balanza debe retornar a cero). Repita 5 veces para cada peso teniendo en cuenta las condiciones idénticas de manejo de las pesas y del instrumento, con las mismas condiciones de prueba, tanto como sea posible. Registra la(s) lectura(s) en el formato vigente "Informe verificación de balanzas (según guía SIM MWG7/cg-01/v.00)" y realiza el cálculo de la verificación.

De acuerdo con el resultado obtenido en la verificación se determina si la balanza mantiene su condición de calibración. Las tres pruebas de verificación (la evaluación de errores de las indicaciones o exactitud, repetibilidad y excentricidad) tendrán una casilla llamada "Cumple", con la cual se define si es necesario hacerle seguimiento a la balanza o colocarla fuera de uso.

Durante el procedimiento de verificación se debe controlar estrictamente todas las variables que puedan estar ocasionando alteraciones en el procedimiento de pesaje, tales como: suciedad de la balanza, corrientes de aire, desnivel, etc. y en caso tal, corregirse.

En caso de que el seguimiento arroje en más de dos ocasiones consecutivas un resultado negativo, solicite la revisión técnica de la balanza y retírela de servicio hasta tanto se corrija el defecto (rotularla como equipo fuera de servicio).

Analice el efecto que pueda tener cualquier desviación sobre los análisis en los cuales haya sido empleado el instrumento y deje evidencia de las decisiones tomadas.

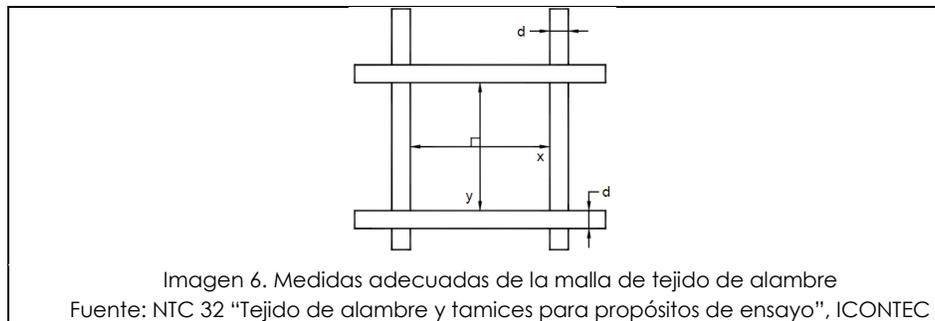
- **Semanal:** comprende la prueba de excentricidad, descrita en la verificación mensual. Registra el resultado de la comprobación en el formato vigente "Informe verificación de balanzas (según guía SIM MWG7/cg-01/v.00)" y evalúa los resultados en el aplicativo de verificación de balanzas; analice su condición, y si es necesario, haga un seguimiento diario. Al no cumplirse con los requisitos luego del seguimiento, rotule como equipo fuera de servicio, informe al encargado del tema y al jefe de la Oficina LNS y solicite el mantenimiento y la calibración al proveedor.

4.9.1.3 TAMICES

Los tamices se deben inspeccionar visualmente en cuanto a su apariencia, esto se realiza observando el tamiz a contraluz con una luz uniforme, lo suficientemente fuerte como para poder evaluar las imperfecciones. Entre las fallas a detectar se encuentran: aperturas muy grandes o desiguales, rasgaduras o si la malla no es lo suficientemente firme, ondulaciones en la tela del tamiz, perforaciones etc.

Realiza la verificación y registra los datos obtenidos en el formato vigente "Verificación de tamices (según ASTM E11-09)". Efectúa la medición del número de aperturas teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

- Si el entramado del tamiz tiene menos de 15 aperturas, hay que medirlas todas, si tiene más de 15 aperturas, mida diez (10) aperturas en líneas diagonales a la dirección de los alambres (Imagen 6)



Pasos a seguir:

1. Efectúe la medición con ayuda del pie de rey utilizando las mandíbulas de medición interna, partiendo de un punto central y seleccionando las aperturas aleatoriamente en todas las direcciones, hasta completar la medición de todas las aperturas especificadas para el tamiz. Cada vez que realice una medición de apertura registre el dato en el formato vigente "Verificación de tamices (según ASTM E11-09)", la medición de las aperturas se recomienda hacerla como se muestra en la imagen 7.



- Determine el promedio de tamaño de las aberturas tomadas y calcule además las desviaciones estándar mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w})^2}$$

Donde:

- N = El número total de mediciones de apertura.
- W_i = Cada una de las medidas de apertura.
- \bar{W} = El promedio de todas las mediciones de apertura.
- i = Es cada una de las mediciones de apertura.

Nota:

- Recuerde que cuando se ejecute la medición de las aberturas, se debe evitar la medición de esta dos veces.
- Realice la medición del diámetro del alambre con ayuda del pie de rey utilizando las mandíbulas de medición externa. El número de mediciones del alambre debe ser de 10 en cada dirección realizada perpendicularmente (horizontal "x" y vertical "y").
- Defina la aceptabilidad del diámetro nominal del alambre.
- Registre en el formato vigente "Verificación de tamices (según ASTM E11-09)", los datos obtenidos.

Realiza la verificación con la periodicidad definida en el formato vigente "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos" para tamices de apertura de malla igual o mayor a 1 mm.

El tamiz debe pasar todas las pruebas de verificación, si no pasa una sola de las pruebas anteriormente explicadas, se rotula como fuera de servicio e informa al encargado del tema calidad y al responsable del tema donde se utiliza el instrumento. Además se decide si el instrumento puede ser empleado para uso cualitativo, siempre y cuando no exista posibilidad de ser empleado para análisis cuantitativos.

4.9.1.4 MEDIOS DE TEMPERATURA

- Compruebe que la calibración del termómetro patrón está vigente y determine el rango de temperaturas a verificar según el equipo y el uso dado.
- Verifique que la resolución del termómetro patrón sea en lo posible cuatro veces mayor respecto a aquella indicada por el equipo que se desea verificar.

3. Seleccione el punto de comparación de acuerdo con la temperatura en la cual se emplea el equipo y sitúe la sonda del termómetro patrón en la cámara del equipo que requiere verificar, de manera que no toque las paredes o ninguna superficie del medio a verificar, espere hasta que la temperatura indicada por el equipo a verificar se estabilice.
4. Realice diez (10) mediciones en el punto de verificación, dejando mínimo un minuto entre cada dato a tomar usando un cronometro. Aplique la corrección correspondiente definida previamente de acuerdo con el resultado de la calibración.
5. Registre los valores obtenidos en el formato vigente "Informe Verificación de Temperatura".
6. Realice el cálculo de la media y la desviación estándar, con la siguiente fórmula:

Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}$$

○

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Donde:

- n = número de datos tomados
- x_i = resultado de la medición
- l = hasta la i-ésima
- x = media de las mediciones

Realice la verificación de acuerdo al tiempo establecido en el cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos.

4.9.1.5 MATERIAL E INSTRUMENTOS VOLUMÉTRICOS

Para verificar los volúmenes se debe efectuar con una balanza que tenga una resolución conforme a la siguiente tabla:

Tabla 10. Sensibilidad de la balanza según volumen.

Volumen nominal material volumétrico (μl)	Sensibilidad requerida balanza (g)
1 – 50	0,00001
100 – 1000	0,0001
>1000=(1 ml)	0,001

Fuente: IGAC

Para valores menores a 1μl se deberá de utilizar una balanza de 0,000001 g de resolución.

4.9.1.5.1 MICROPIPETAS

1. Establezca tres (3) valores de medida, los cuales corresponden a un 100%, 50 % y 10% del valor total nominal de la micropipeta.
2. Aliste un vaso de precipitado con agua destilada a $20 \pm 1^\circ \text{C}$ y un recipiente para la ejecución de la prueba y coloque el recipiente sobre el receptor de carga o platillo de la balanza y tare.
3. Coloque una punta en la micropipeta para hacer un prelavado, ubicando el valor máximo de la micropipeta y absorba y dispense agua destilada del vaso precipitado, mínimo tres (3) veces para humectar la punta de la micropipeta.
4. Pese en una balanza con la resolución establecida en la tabla 10. sensibilidad de la balanza según volumen, la cantidad de agua a dosificar.
5. Realice 10 lecturas en cada uno de los valores establecidos.
6. Pese y registre cada valor en el formato vigente "Verificación de volumen", expresando el resultado en miligramos.

Tabla 11. Intervalos para volúmenes de verificación de la calibración.

Intervalo de volumen	Volumen a ensayar (μl) (100%, 50% y 10 % del volumen máximo)
0,5 – 10 μl	10, 5 y 1
5 – 50 μl	50, 25, 5
10 -100 μl	100, 50 y 10
20 – 200 μl	200, 100 y 20
100 – 1000 μl	1000, 500 y 10
1 – 10 ml	10000, 5000 y 1000

Nota: Si el volumen a evaluar no se encuentra en esta tabla realice los cálculos del 100 %, 50 % y 10 % del rango total del equipo o instrumento que se desea verificar.

Fuente: DIN 24

7. Calcule el promedio de 10 lecturas de peso para cada uno de los tres valores de volumen medido, de acuerdo con la selección de la tabla 11. Intervalos para volúmenes de verificación de la calibración.
8. Registre los datos obtenidos en el formato vigente "Verificación de volumen" y calcule el coeficiente de variación a partir del promedio de las 10 lecturas tomadas.

Los criterios de aceptación y rechazo se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Error máximo permisible para verificación de micropipetas

Criterios de Tolerancia Micropipetas	
Error Máximo Permitido	Capacidad
$\pm 0,8 \mu\text{l}$	100 μl
$\pm 30 \mu\text{l}$	5 ml = 5000 μl
$\pm 8 \mu\text{l}$	1 ml = 1000 μl

Tomado en tres puntos: 10%, 50%, 100% de la capacidad máxima del instrumento.

Para cada porcentaje es el mismo EMP.

Fuente: DIN 24

Los valores de aceptación serán diferentes de acuerdo con el rango del equipo; teniendo en cuenta estos límites se grafican los valores obtenidos y estos deben encontrarse dentro del error máximo

permitido. Si cuatro o más puntos de medición se encuentran fuera del rango de aceptación es necesario realizar el ajuste o solicitar mantenimiento.

A continuación, se muestra el procedimiento de ajuste para algunos tipos de micropipetas (si no es similar, ver el manual específico del equipo):

◦ **Modelo A**

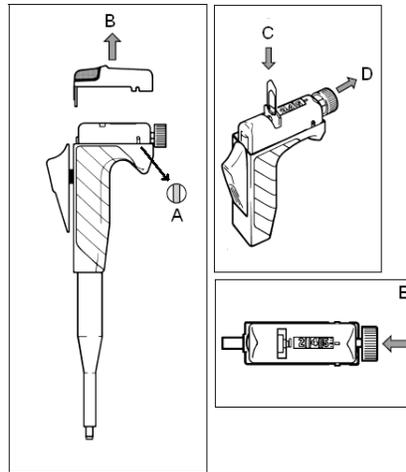


Imagen 8. Ajuste de volumen para el modelo A.

Fuente: (BRAND)

1. Ponga el cierre lateral en la posición vertical y retire la cubierta superior, como se observa en A y B en la imagen 8.
2. Con ayuda de un clip para papel, extraiga el separador rojo, de acuerdo a lo que se muestra en C en la imagen 8.
3. Hale muy cuidadosamente la perilla de ajuste de volumen hacia afuera hasta que pare, según se señala en D en la imagen 8.
4. Gire la perilla para aumentar o disminuir el valor de error, como se indica en E en la imagen 8 y coloque nuevamente todo en su sitio.

◦ **Modelo B**

1. Ubique la herramienta de calibración en el espacio existente debajo del mando de pipeteado, Imagen 9.
2. De acuerdo con los resultados de la verificación, gire la herramienta en el sentido de las agujas del reloj para incrementar o en contra para reducir el volumen.

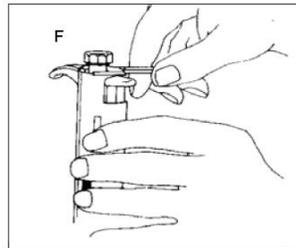


Imagen 9. Ajuste de volumen para el Modelo B
Fuente: (Labnet)

◦ **Modelo C**

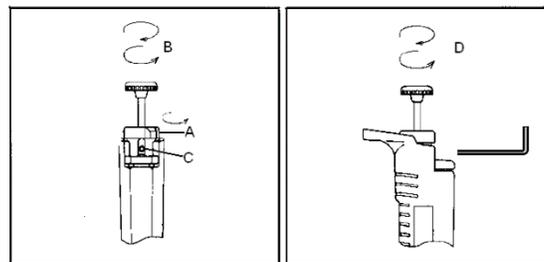


Imagen 10. Ajuste de volumen para el Modelo C
Fuente: (Labnet)

1. Quite el seguro, como se muestra en A de la imagen 10 y presione el mando de pipeteado totalmente; desenrosque luego el seguro girándolo en contra de las manecillas del reloj, como se observa en B de la Imagen 10.
2. Pare cuando a través de la ranura bajo el seguro aparezcan dos tornillos de tipo hexagonal, como se señala en C de la imagen 10.
3. Afloje los tornillos con una llave brístol de 1,5 mm de diámetro y dejando la llave insertada en uno de los tornillos, gire el mando de pipeteado para calibrar la pipeta, como se muestra en D de la imagen 10.
4. Ajuste el volumen girando el mando de pipeteado en el sentido de las manecillas del reloj para incrementar y en el sentido contrario para disminuir. Tenga en cuenta que para la versión de este modelo que dosifica de 20 μ l a 200 μ l, un giro de 360° corresponde a 6,5 μ l y que 720° corresponden a 13 μ l.
5. Repita este procedimiento de comprobación hasta que la micropipeta esté verificada, con base en la tabla 11.
6. Registre el estado de verificación de la calibración del equipo regularmente, hasta tanto obtenga datos suficientes para generar un gráfico de control, donde pueda determinar el buen funcionamiento de medición.
7. Realice una verificación semestral a menos que no se esté utilizando el equipo, si es un equipo de apoyo o este fuera de servicio, entre otros.

4.9.1.5.2 **DISPENSADORES**

1. Aliste una botella de vidrio con una capacidad de un litro o más; llénela con agua destilada a 20 $^{\circ}$ C \pm 1 (de ser necesario coloque acople en la rosca de la botella).

2. Enrosque el dispensador a la botella y proceda a aspirar y expulsar el agua contenida en la botella hasta que se elimine la burbuja de aire que pueda quedar en el interior del embolo de vidrio del dispensador; teniendo en cuenta ajustar el dispensador en su máximo rango.
3. Una vez eliminada la burbuja de aire, coloque un vaso precipitado en el receptor de carga o platillo de la balanza.
4. Tare la balanza antes de dosificar el agua destilada indicando el valor nominal que se desea realizar.
5. Ajuste el volumen nominal y dosifique la cantidad definida de agua destilada en vaso precipitado limpio y seco, con los rangos de medición establecidos en la tabla 11. Intervalos para volúmenes de verificación de la calibración.
6. Pese en una balanza con la resolución establecida en la tabla 10. Sensibilidad de la balanza según volumen, la cantidad de agua a dosificar.
7. Registre cada valor en el formato vigente "Verificación de volumen".

Tenga en cuenta los criterios de aceptación que se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 13. Error máximo permisible para verificación de Dispensadores.

Criterios de Tolerancia Dispensadores	
Error Máximo Permitido (µl)	Valor Nominal (ml)
± 0,9	0,05
± 1,5	0,1
± 2	0,2
± 4	0,5
± 6	1
± 12	2
± 30	5
± 60	10
± 150	25
± 300	50
± 600	100

*Del valor nominal se toma la tolerancia para los valores destinados a 10%, 50%, 100%.

Fuente: IGAC

Si cuatro o más puntos de medición se encuentran fuera del rango de aceptación es necesario comunicar al Jefe de la Oficina del Laboratorio y al responsable del tema de calidad para solicitar mantenimiento y realizar el procedimiento de ajuste y calibración.

Realice una verificación semestral a menos que no se esté utilizando el equipo, si es un equipo de apoyo o este fuera de servicio, entre otros.

4.9.1.5.3 BURETAS

1. Divida la capacidad volumétrica de la bureta en cuatro (4) partes iguales (las cuales corresponderán al cuarto, la mitad, los tres cuartos y el volumen total de la bureta) y realice la verificación para los volúmenes aproximados al valor de resolución de la bureta.
Ejemplo: Para una bureta de 10 mL, realizar la verificación en 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL y 10 mL.
2. Permita el llenado de la bureta con el agua destilada y facilite la salida de líquido para extraer las burbujas.
3. Llene nuevamente la bureta, hasta su aforo (para buretas digitales lleve hasta el volumen seleccionado) y pese en una balanza con la resolución establecida en la tabla 10, con la cantidad de agua a dosificar.

4. Tare la balanza y pese el recipiente donde se dispondrá el agua (que pueda contener al menos un 25 % aproximadamente de su volumen total) y tare la balanza nuevamente.
5. Para cada una de las series vierta el agua de cada medida en el recipiente previamente tarado, pese de nuevo el recipiente y anote el peso en gramos en el formato vigente "Verificación de volumen".
6. Repita los dos pasos anteriores dos veces más hasta que complete un total de 5 series de medidas, anote los pesos en gramos en el formato vigente "Verificación de volumen".
7. Registre la temperatura en la parte de observaciones en el formato vigente "Informe Verificación de Temperatura". Los criterios de aceptación se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 14. Error máximo permisible para verificación de buretas (tolerancia)

Capacidad nominal (ml)	División mínima de la escala (ml)	Límite del error	
		Clase A (ml)	Clase B (ml)
1	0,01	± 0,01	± 0,02
2	0,01	± 0,01	± 0,02
5	0,02	± 0,01	± 0,02
10	0,02	± 0,02	± 0,05
10	0,05	± 0,02	± 0,05
25	0,05	± 0,03	± 0,05
25	0,1	± 0,05	± 0,1
50	0,1	± 0,05	± 0,1
100	0,2	± 0,1	± 0,2

Del valor nominal se toma la tolerancia para los valores destinados a 10%, 50%, 100%.

Fuente: (NTC 2175)

Se designa el límite de error para la clase de bureta Clase A, para el más alto grado.

Si cuatro o más puntos de medición se encuentran fuera del rango de aceptación comunicar al jefe de la Oficina del Laboratorio y al tema de calidad para que solicite mantenimiento, y se realice el procedimiento de ajuste y calibración.

Realice una verificación semestral si se requiere a menos que no se esté utilizando el equipo, si es un equipo de apoyo o este fuera de servicio, entre otros.

4.9.1.5.4 UNIDADES INTERCAMBIABLES

Se realiza verificación en el marco del mantenimiento por un ente externo calificado o acreditado; el cual deberá entregar el respectivo documento informe de mantenimiento de la unidad.

Si se presenta una condición anómala se realiza la verificación por el metrólogo como se describe a continuación:

1. Divida la capacidad volumétrica de la unidad intercambiable en cuatro partes iguales y realice la verificación para los volúmenes aproximados al valor de resolución de la unidad intercambiable; las cuales corresponderán al cuarto, la mitad, los tres cuartos del volumen total de la unidad intercambiable.
2. Permita el llenado de la unidad intercambiable con el agua destilada y permita la salida del líquido para extraer las burbujas y llene nuevamente la unidad.
3. Tare la balanza y pese el recipiente donde se dispondrá el agua que pueda contener al menos un 25% aproximadamente de su volumen total.

4. Para cada una de las series vierta el agua de cada medida en el recipiente previamente tarado, pese de nuevo el recipiente y anote el peso.
5. Repita los dos pasos anteriores dos veces más hasta que complete un total de 5 series de medidas, anote los pesos en gramos en el formato vigente "Verificación de volumen". Los criterios de aceptación y rechazo se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 15. Error máximo permisible para verificación de Unidades Intercambiables.

Error Máximo Permitido	Valor Nominal
± 40 µl	20 ml
± 100 µl	50 ml
Tomado en tres puntos 10 %, 50 %, 100 % de la capacidad máxima del instrumento, para cada porcentaje es el mismo EMP.	

Fuente DIM 24

Si cuatro o más puntos de medición se encuentran fuera del rango de aceptación solicite mantenimiento, para realizar el procedimiento de ajuste y calibración.

4.9.1.5.5 MATRACES AFORADOS

1. Numere cada uno de los matraces del lote que se va a verificar. Pese el matraz a verificar y tare la balanza.
2. Retire el matraz del interior de la balanza y llénelo con agua por medio de un vaso de precipitados hasta llegar a la altura de la marca impresa en el cuello del matraz; teniendo cuidado de no mojar las paredes.
3. Seque su exterior y paredes si es preciso con un papel secante y péselo de nuevo.
4. Verifique que el nivel del agua este a la altura del menisco, para mejor visualización puede apoyarse en un fondo de pantalla claro u oscuro según el color de la tinta de marcación del matraz
5. Repita los 3 pasos anteriores para todos los matraces del lote completando 10 (diez) medidas
6. Anote los pesos en gramos en el formato vigente "Verificación de volumen".
7. Realice un gráfico en el cual represente las tolerancias, y determine un criterio de aceptación; los criterios de aceptación y rechazo serán establecidos de acuerdo al rótulo indicado por el mismo material de vidrio (ver Tabla 15 Error máximo permisible para verificación de Matraces Aforados), los valores de aceptación serán diferentes de acuerdo al rango del equipo, teniendo en cuenta estos límites, se graficarán los valores obtenidos y estos deben encontrarse dentro del Error Máximo Permitido; si cuatro o más puntos de medición se encuentran fuera del rango de aceptación el material se debe sacar de uso como clasificación A.
8. Realice la comprobación cada dos o tres años dependiendo del uso del material.

Tabla 16. Error máximo permisible para verificación de Matraces Aforados

Criterios de tolerancia Matraces Aforados	
Error Máximo Permitido	Capacidad
± 0,15 ml	200 ml
± 0,1 ml	100 ml
± 0,06 ml	50 ml
± 0,04 ml	25 ml

Fuente DIM 24

◦ **Pipetas aforadas (de volumen fijo):**

El material volumétrico de vidrio debe ser calibrado por un ente externo acreditado. El ente certificante debe comprobar su trazabilidad o demostrar su acreditación en la magnitud de volumen.

Los criterios de aceptación y rechazo serán establecidos de acuerdo con el rótulo indicado por el fabricante en el mismo material de vidrio, como se ve en la Imagen 11 y según la tabla No. 17, los valores de aceptación de algunos rangos nominales.

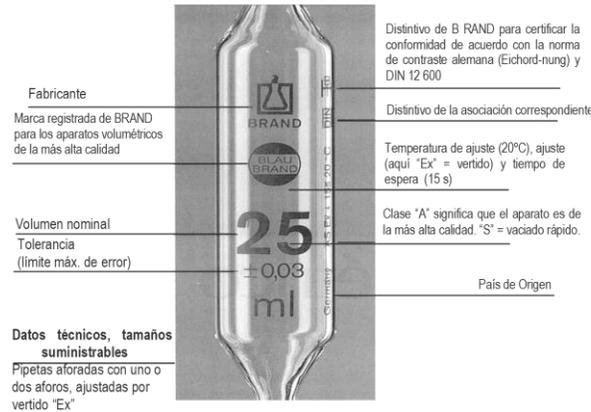


Imagen 11. Rótulo de tolerancia de pipetas.
Fuente: (BRAND)

Tabla 17. Tolerancias de las pipetas aforadas (NTC 2052).

Capacidad nominal	Tolerancia máxima, en cm ³ (ml)	
	Clase de precisión A	Clase de precisión B
0,5	0,005	0,01
1,0	0,008	0,015
2,0	0,01	0,02
5,0	0,015	0,03
10,0	0,020	0,04
20,0	0,030	0,06
25,0	0,030	0,06
50,0	0,050	0,1
100,0	0,080	0,15
200,0	0,1	0,2

Fuente: NTC 2052

Se designa la tolerancia máxima para la clase de pipeta Clase A, material de mayor precisión. Realice la comprobación cada dos o tres años dependiendo del uso del material.

4.10 CONTROL DE EQUIPOS O INSTRUMENTOS

4.10.1 FACTORES DE CORRECCIÓN

Esta actividad la ejecuta por el responsable del tema de metrología después del proceso de calibración de cada equipo, con el fin de calcular el factor de corrección de medida, para ser tenido en cuenta en los resultados de los procesos analíticos (cuando aplique).

Se realiza usando los puntos de calibración reportados en el certificado de calibración del equipo, con los cuales se hace una curva de interpolación lineal, donde se establece una línea recta que pasa por ambos puntos y de esta forma se puede determinar los puntos intermedios, el procedimiento es el siguiente:

1. Realice un gráfico en Excel tomando los puntos de calibración y la corrección de medida del equipo o instrumento. Escoja dos puntos de calibración y sus correspondientes puntos de corrección y seleccione la opción "Dispersión con líneas suaves".
2. Ubique los datos en el gráfico, de manera que el valor nominal de la calibración (punto a calibrar) este en el eje "X" y que los valores de corrección estén en el eje "Y".
3. Agregue la línea de tendencia al gráfico.
4. Seleccione la opción "Lineal" y seguidamente dar clic en presentar ecuación en el gráfico.
5. Con la ecuación encontrada, realice una tabla de corrección determinando los puntos intermedios entre ambos puntos.

Esta tabla de factor de corrección de medida se entregada por el responsable del tema de metrología, al administrador del aplicativo Sistema de Información de la Gestión Agrologica –SIGA- para ser incluidos en los cálculos de los informes de resultados de los análisis, así como también para la respectiva actualización de las plantillas de cálculos de Excel.

4.10.2 INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN DE LOS EQUIPOS

La incertidumbre de los equipos debe ser suministrada en el certificado de calibración de los equipos o en el caso de un equipo nuevo debe estar en el certificado de fábrica. Cada responsable de tema solicita al responsable de metrología la incertidumbre de calibración de los equipos para implementarlo en los métodos correspondientes a su proceso cuando sea necesario realizar una validación del método.

◦ **Cartas Control:**

Se aplican técnicas de control estadístico para:

- Neveras (temperatura)
- Termohigrómetro (Humedad relativa y temperatura)

Las cartas control deberán ser diligenciadas diariamente por los analistas de cada tema, dejando constancia de la lectura del instrumento (un dato en la mañana y otro dato en la tarde).

El objetivo básico de un gráfico de control es observar y analizar con datos estadísticos, la variabilidad y el comportamiento de la variable a través del tiempo.

El responsable del tema de metrología realiza un control diario de las lecturas y en caso de evidenciar lecturas fuera de rango debe informar e intervenir el instrumento.

4.11 PROCEDIMIENTO GESTIÓN EFECTIVA DE EQUIPOS

Para realizar una gestión efectiva de los equipos que intervienen directamente en la realización de los análisis o que se utilizan como instrumentos de apoyo, se debe asegurar que permanezcan en condiciones óptimas de funcionamiento y que se verifiquen o calibren oportunamente para garantizar la trazabilidad y la confiabilidad de los resultados, teniendo en cuenta lo siguiente:

Supervisor:

1. Recibe el equipo, instrumento o patrón nuevo; supervisa la instalación, calibración o calificación por parte del proveedor, teniendo en cuenta las especificaciones contenidas en el contrato y el buen funcionamiento del equipo, instrumento o patrón.
2. Solicita la documentación que certifique el buen funcionamiento del instrumento con sus respectivas acreditaciones ya sean de fábrica o expedida por un ente acreditador.
3. Solicita capacitación, por parte del proveedor a todas las personas involucradas en el uso y/o manipulación de este.
4. Recibe y revisa, el informe técnico consignando la firma de conformidad en el reporte.

Metrólogo:

1. Crea una carpeta rotulada como "equipos e instrumentos de laboratorio" de acuerdo a lo establecido a la TRD vigente, esta carpeta compuesta por el formato vigente "hoja de vida de equipos e instrumentos" debidamente diligenciado, la documentación contendrá el código metrológico y la información técnica recibida, el informe del proveedor de instalación y documentos adicionales que proyecten un seguimiento de las actividades (certificados de calibración y mantenimiento) que tenga el equipo hasta que éste sea dado de baja.
2. Registra la información correspondiente en el formato vigente "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio".
3. Asigna las frecuencias de calibración, calificación, verificación y mantenimiento (según aplique) e ingresa la información al formato vigente "hoja de vida para equipos e instrumentos" y en el formato vigente "Cronograma de mantenimiento, calibración y verificación de equipos", de acuerdo con la recomendación dada por el técnico o el fabricante y a sus características de operación dentro del LNS.
4. Rotula el equipo en un lugar visible con el número metrológico asignado.
5. Crea una carpeta con el formato vigente "Control de operación, comprobación y mantenimiento rutinario de equipos" la cual debe llevar la fecha de entrega y puesta en funcionamiento del equipo, instrumento o patrón y deberá hacer entrega del equipo al encargado del tema dejando la carpeta cerca del equipo.
6. Ingresar la información del equipo, instrumento o patrón al formato vigente "Inventario de equipos e instrumentos del laboratorio".
7. Si el elemento recibido es un patrón de referencia debe conservarlo en un lugar seguro.

El encargado del tema de metrología debe realizar un informe mensual y trimestral en el cual se deberá informar del estado general de los equipos que estén próximos a vencer en cuanto a: mantenimientos, calibraciones y calificaciones según sea el caso. Este informe deberá ser presentado a la jefatura de la oficina Laboratorio Nacional de Suelos.

Jefe de oficina del Laboratorio Nacional de Suelos o responsable del tema de calidad

1. Define con el responsable del tema cuales analistas deberán asistir a la capacitación en el manejo del equipo, instrumento o patrón (según aplique), deja registro de la asistencia a la actividad y especifica las recomendaciones necesarias para su correcta manipulación.

4.12 CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales específicas para cada equipo se encuentran en el manual de operación de acuerdo con lo establecido por el proveedor identificando su criterio y según especificaciones de uso en el laboratorio.

Para el seguimiento y medición de las condiciones ambientales en los temas se tienen como instrumento de medida los termohigrómetros ubicados cerca a los equipos de alta criticidad y alto impacto en las mediciones de los análisis, evidenciando el registro de las lecturas de TEMPERATURA y HUMEDAD RELATIVA tomadas dos (2) veces al día (mañana y tarde) en el formato vigente "Registro de control temperatura / humedad relativa", especificando el lugar de ubicación y el número metrológico del instrumento de medida.

Para el control de temperatura en neveras usadas para el almacenamiento de muestras y reactivos, se realiza dos (2) lecturas diarias (mañana y tarde) el registro en el mismo formato "Registro de control (temperatura / humedad relativa)", especificando el número metrológico de la nevera a controlar

4.13 LIMPIEZA A INSTRUMENTOS

El proceso de limpieza de los instrumentos y patrones de medición es de gran importancia en el aseguramiento y durabilidad de sus características metrológicas.

En general para todos los equipos la limpieza se debe realizar según especificaciones del fabricante, haciendo uso del manual del equipo o en su defecto con indicaciones del proveedor que se encuentre a cargo del mantenimiento del equipo (NTC-ISO/IEC 17025).

4.13.1 MANEJO DE PATRONES DE TRABAJO DEL LNS

Se refiere a los patrones de referencia certificados y trazables, utilizados para hacer verificaciones en las magnitudes de: temperatura, masa y longitud, que para el caso del LNS son los siguientes:

4.13.1.1 PATRÓN DE TEMPERATURA

- Transporte y almacenamiento en el estuche para evitar caídas o golpes.
- No exponga a temperaturas superiores a las del rango de medición.
- Compruebe que la calibración esté vigente antes de su uso.
- Realice las conexiones de la manera como indica el fabricante.
- Deje que se estabilice la temperatura de trabajo antes de realizar la lectura.
- No someta a cambios bruscos de temperatura.
- No deje el equipo con la batería instalada.

4.13.1.2 PESAS PATRÓN

- Conserve las pesas en el estuche original o en un lugar donde no se presenten cambios bruscos de temperatura, humedad excesiva, vibración, emisiones electromagnéticas, golpes o condiciones que puedan afectar la calidad del patrón.
- Transporte dentro del estuche hasta el sitio de uso para evitar pérdida o golpes.
- Debe emplear guantes de nitrilo para prevenir contacto directo y pinzas para su manipulación, no limpiarlas con material abrasivo; en caso de requerirse, la limpieza debe ser con paño suave que no produzca ralladuras.

4.13.1.3 PIE DE REY

- El pie de rey debe permanecer libre de impurezas y el lugar de almacenamiento no superará el 60% de humedad relativa; debe usarse lejos de agua o líquidos, ya que su sistema electrónico es muy sensible y los daños serían irreparables.
- La manipulación del instrumento debe ser muy cuidadosa de manera que no se golpeen las mandíbulas.
- Cuando se estime que el instrumento va a estar un largo período de tiempo sin usar, se debe recubrir con una ligera capa de vaselina neutra o grasa de silicona.
- Antes de guardarse se debe dejar un espacio entre las mandíbulas para que no queden en contacto, se recomienda una distancia de 5 mm, y activar el seguro, luego depositarlo en su correspondiente estuche individual cerrado y a su vez protegerlo en vitrinas cerradas o en armarios.
- La lectura del dato de medición se debe efectuar sobre la pieza a medir, una mala práctica de medición que nunca debe emplearse es cerrar las mandíbulas hasta donde se efectúa la medición, poner el seguro y después sacar el pie de rey.

4.14 ALMACENAMIENTO DE LOS REGISTROS DE EQUIPOS O INSTRUMENTOS

Los registros y archivos electrónicos suministrados por los equipos automatizados o con base de datos y los registros de lecturas medidas por los equipos de LNS, se almacenan según los lineamientos de cada tema del laboratorio.

5. CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
04/07/2022	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Hace Parte del proceso Gestión de Información Geográfica del subproceso Gestión Agrológica. ◦ Se encuentra asociado al procedimiento "Análisis de Muestras en el Laboratorio Nacional de Suelos". ◦ Se actualiza en instructivo "Control Metrológico de Equipos, Instrumentos y Patrones", código IN-AGR-PC01-27, versión 1, a instructivo del mismo nombre y código versión 2. ◦ Se ajusta el alcance del instructivo indicando el contenido de éste. ◦ Se reorganiza la numeración de todos los capítulos del instructivo. ◦ Se organizan las generalidades del instructivo, ◦ Se corrige la tabla 4 de intervalo de calibración inicial. ◦ Se cambia la palabra "repotenciamiento" por "cambio de componentes o repuestos" ◦ En la imagen 6. Se cambia la palabra "magención" por "medición". ◦ Se actualiza la imagen 7 porque la medición debe hacerse en "X" y no en "+". ◦ Se incluyó la calificación de los equipos en el objetivo del instructivo. ◦ Se elimina la palabra recalibración. ◦ Se reorganizaron y ajustaron las generalidades. ◦ En la tabla 1. Se ajustó las descripciones de los niveles de criticidad de los equipos del LNS. 	2

FECHA	CAMBIO	VERSIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Se actualizaron los lineamientos para la definición de la periodicidad para el mantenimiento, calibración, calificación y verificación para los equipos del LNS. ◦ Se aclararon las responsabilidades y los lineamientos documentados en cuanto la adquisición, la definición del estado y las intervenciones metrológicas de los equipos en el LNS ◦ Se elimina la posibilidad de cambio de número metrológico por reubicación del equipo en el LNS. En la tabla 6 se adiciona la estufa de vacío y se elimina serológicos. Además, se elimina la palabra "masas", se cambió por "pesas patrón". ◦ Se cambió el rol de coordinador por jefe de la oficina del laboratorio. ◦ Se agregó el lineamiento para generar alertas en cuanto al estado del mantenimiento, la calibración y verificación de los equipos oportunamente. ◦ Se actualiza el nombre del formato "registro de temperatura/presión/humedad relativa" por "registro de temperatura/humedad relativa". ◦ Se adicionó el uso del formato "Liberación interna de equipos e instrumentos del Laboratorio Nacional de Suelos". ◦ Se actualizó la imagen 5 relacionada con la prueba de excentricidad e imagen 6 utilizada para la descripción del proceso de verificación de tamiz. ◦ Se agregaron las fuentes bibliográficas a las imágenes y tablas contenidas en todos los capítulos del instructivo. 	
<p>30/12/2021</p>	<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 "Control Metrológico de Equipos, Instrumentos y Patrones", código I40600-09/18.V7, versión 7, a instructivo del mismo nombre, código IN-AGR-PC01-27, versión 1. ◦ Se deroga la circular 94 del 16 de marzo de 2018. ◦ Se eliminó el anexo 1 y se incluyó como un subcapítulo del desarrollo. ◦ Se eliminó la tabla de contenido ◦ Se reorganizaron todos los capítulos 	<p>1</p>



**CONTROL METROLÓGICO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS
Y PATRONES**

Código: IN-AGR-PC01-27

Versión: 2

**Vigente desde:
04/07/2022**

Elaboró y/o Actualizó	Revisó Técnicamente	Revisó Metodológicamente	Aprobó
<p>Nombre: John Jairo Yate Alape.</p> <p>Cargo: Contratista Oficina Laboratorio Nacional de Suelos.</p> <p>Nombre: Johanna Katerin Cordero Casallas</p> <p>Cargo: Contratista Subdirección de Agrología.</p>	<p>Nombre: Janeth González Nivia</p> <p>Cargo: Profesional Especializado Subdirección de Agrología.</p> <p>Nombre: Daniel Ricardo Cárdenas Arenas.</p> <p>Cargo: Profesional Universitario Oficina Laboratorio Nacional de Suelos.</p>	<p>Nombre: Laura Isabel Gonzalez Barbosa.</p> <p>Cargo: Contratista Oficina Asesora de Planeación.</p> <p>Nombre: Juan Pablo López Meléndez</p> <p>Cargo: Profesional especializado Oficina Asesora de Planeación.</p>	<p>Nombre: Pamela del Pilar Mayorga Ramos</p> <p>Cargo: Subdirectora de Agrología (E)</p> <p>Nombre: Jennifert Edith Parra Figueroa.</p> <p>Cargo: Jefe Oficina Laboratorio Nacional de Suelos.</p>