

# Guía para la selección de servicios de calibración en laboratorios de ensayo químicos

# Guía para la selección de servicios de calibración en laboratorios de ensayo químicos

INSTITUTO NACIONAL  
DE METROLOGÍA

Director General

**Edwin Arvey Cristancho Pinilla**

Secretario General

**Rodolfo Manuel Gómez Rodríguez**

Subdirectora de Innovación  
y Servicios Tecnológicos

**Erika Bibiana Pedraza Guevara**

Subdirector de Metrología Física

**Álvaro Bermúdez Coronel**

Subdirector de Metrología  
Química y Biomedicina

**Diego Alejandro Ahumada Forigua**

Jefe Oficina Asesora de Planeación

**Adriana Montenegro Bernal**

Embajada de Suiza  
Cooperación Económica  
y Desarrollo (SECO)  
Embajadora de Suiza

**Hon. Yvonne Baumann**

Jefe de la Cooperación Económica  
y Desarrollo

**Christian Brändli**

SWISSCONTACT

Representante Legal para Colombia  
**Norma Cecilia Rivera del Piélagó**

Programa Colombia + Competitiva  
Coordinadora General del Programa  
Colombia + Competitiva

**Claudia Sepúlveda**

EDICIÓN Y REDACCIÓN

**Johanna P. Abella G.**

**Diego A. Ahumada F.**

**Sergio A. Carvajal P.**

**Carlos A. España S.**

**Miguel A. Ramos S.**

FOTOGRAFÍAS

**Andrés M. Castillo F.**

**Luisa J. Bernal R**

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**.Puntoaparte Editores**

Coordinación editorial

**Andrés Barragán**

Dirección de arte y diseño

**Andrés Álvarez**

[www.puntoaparte.com.co](http://www.puntoaparte.com.co)

...

Ilustración

Shutterstock.com

...

Para más información y solicitud  
de copias, contacte a:

Instituto Nacional de Metrología  
Av. Cra. 50 No. 26 – 55 Int. 2 CAN  
Bogotá D.C – Colombia  
Tel: +57 1 254 22 22

[www.inm.gov.co](http://www.inm.gov.co)

2021

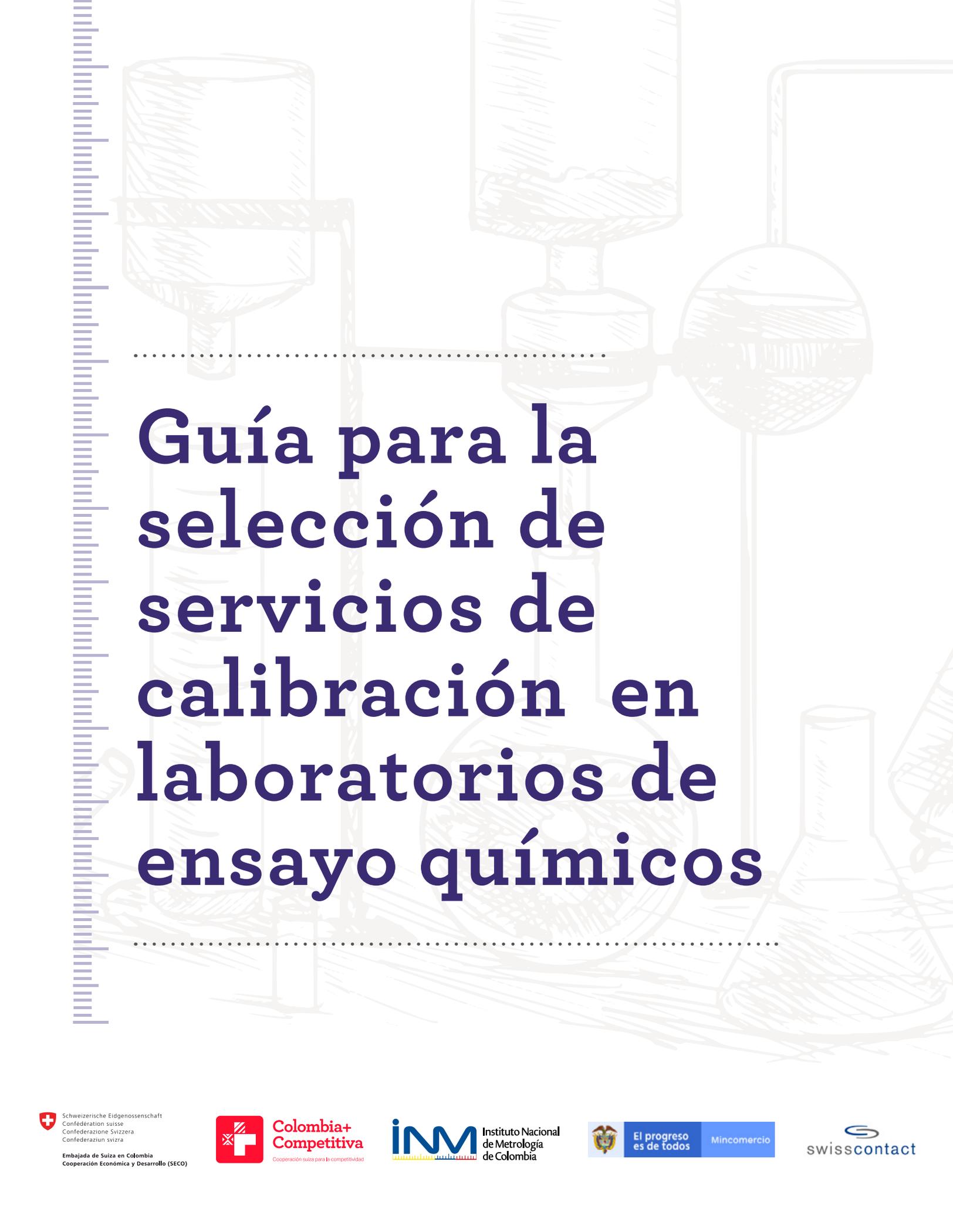
ISBN (digital): 978-958-56773-5-7

## AGRADECIMIENTOS

Esta guía es el resultado del trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Metrología de Colombia - INM, y miembros de la Red Colombiana de Metrología - RCM.

La elaboración de este documento, fue posible gracias a el apoyo de Claudia J. Cuervo, Claudia J. Sepúlveda y Miguel A. Pérez de Swisscontact Colombia; y de Estefanía Rodríguez S. y Yeni Rodríguez G. de Agrosavia.

El equipo de trabajo extiende sus sinceros agradecimientos a Colombia Productiva, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, así como todas las entidades, instituciones y empresas que participaron y cuyo grano de arena, permite hoy entregar el presente documento.



# Guía para la selección de servicios de calibración en laboratorios de ensayo químicos



“Esta guía es desarrollada en el marco del convenio especial de cooperación entre la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico – Swisscontact y el Instituto Nacional de Metrología de Colombia – INM con el apoyo de Colombia productiva”.

Esta publicación es posible gracias al apoyo de Swisscontact y el Instituto Nacional de Metrología de Colombia. Los contenidos aquí mostrados son elaborados por profesionales del INM de Colombia para los laboratorios de ensayo y no reflejan las opiniones de las organizaciones mencionadas anteriormente.

# Tabla de contenido

1	Introducción.....	4
2	Definiciones.....	5
3	Proveedores de servicios de calibración.....	7
3.1	Red Nacional de Laboratorios Acreditados.....	7
3.2	Instituto Nacional de Metrología de Colombia.....	8
3.3	Otros institutos nacionales de metrología.....	11
4	Criterios para la selección de laboratorios.....	13
5	Recomendaciones para solicitar servicios a laboratorios de calibración.....	15
5.1	Elementos de pesaje.....	15
5.2	Material volumétrico.....	15
5.3	Termómetros.....	16
6	Uso de certificados de calibración.....	17
7	Bibliografía.....	17



# 1

# Introducción

A nivel mundial se han realizado diferentes esfuerzos por armonizar los procesos de calibración, así como los requisitos de estos. Sin embargo en la actualidad esta práctica no se encuentra completamente regulada, pues en muchos casos no se cuenta con requisitos que obliguen a los prestadores de servicio de calibración a acreditarse. Lo anterior significa que es posible adquirir un servicio de calibración de un laboratorio que se encuentre acreditado y se puede adquirir el mismo servicio con un laboratorio que no cuente con este reconocimiento.

Por otro lado, en el proceso de calibración es posible que ciertos aspectos del instrumento no se calibren o que se calibren incorrectamente, lo que lleva a contar con instrumentos que se cree brindan mediciones exactas, pero puede que esto no sea así, ya que se ha perdido la cadena de trazabilidad metrológica. Lo anterior se puede traducir en una

pérdida de calidad de los productos o reducción del rendimiento de los procesos evaluados.

Considerando lo anterior, y buscando de garantizar la competencia en la prestación de servicios por parte de los laboratorios de ensayos químicos, se elaboró esta guía con el propósito que este tipo de laboratorios tengan criterios para la selección de sus proveedores de servicios de calibración de masa, volumen y temperatura, las cuales son tal vez las magnitudes que requieren un mayor número de servicios de calibración en los laboratorios de ensayo. En este sentido, el presente documento brinda información para (1) la búsqueda de entidades que brindan servicios de calibración, (2) solicitar servicios de calibración, (3) identificación de criterios técnicos para la selección de estos proveedores y por último se brinda información para (4) el uso adecuado de los certificados de calibración.

**Se espera que esta guía se convierta en un instrumento de orientación para laboratorios de ensayo que requieren servicios de calibración en busca de un aseguramiento de la calidad de sus mediciones y la mejora continua de sus actividades.**

# 2

## Definiciones

Las siguientes definiciones son tomadas del Vocabulario Internacional de Metrología VIM:

### **Calibración**

Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medición asociadas obtenidas a partir de los patrones de medición 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 medición a partir de una indicación.

### **Cadena de trazabilidad metrológica**

Sucesión de patrones y calibraciones que relacionan un resultado de medida con una referencia. Una cadena de trazabilidad metrológica se define mediante una jerarquía de calibración, como la representada en la figura 1.

**Figura 1:** Cadena de trazabilidad metrológica

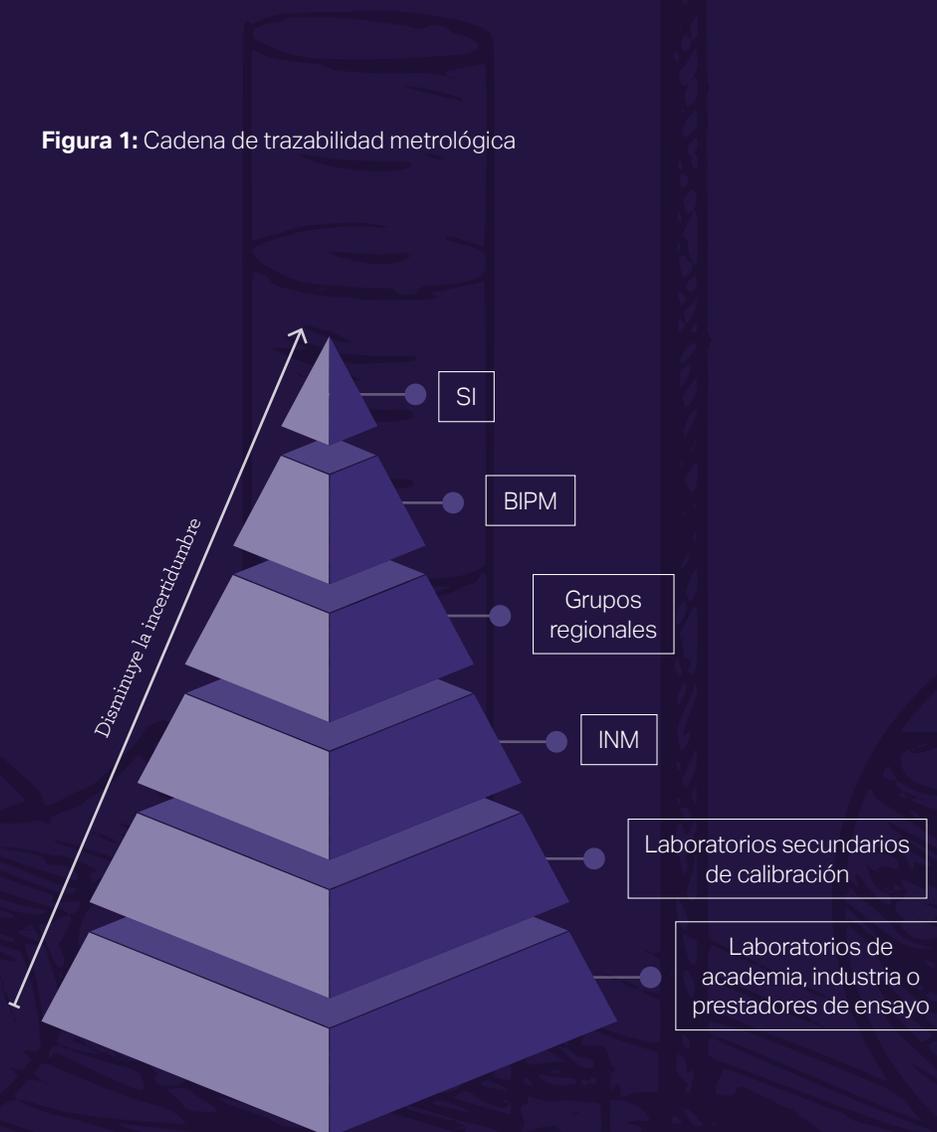
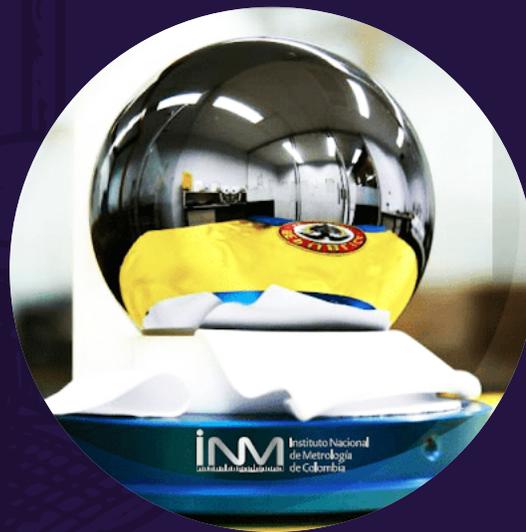


Figura 2:

La Esfera de Silicio es el patron  
 $1000,914779 \text{ kg} \pm 0,000045 \text{ kg}$



$1000,91472 \text{ kg}$

$1000,914779 \text{ kg}$

$1000,944824 \text{ kg}$

### ***Incertidumbre***

Parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza.

### ***Patrón***

Realización de la definición de una magnitud dada, con un valor determinado y una incertidumbre de medición asociada, tomada como referencia.

### ***Patrón de trabajo***

Patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medición.

### ***Trazabilidad metrológica***

Propiedad del resultado de una medición por el 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 medición. La trazabilidad metrológica requiere una jerarquía de calibración establecida.

### ***Máximo error permitido MEP***

Valor extremo del error de medición, con respecto a un valor de referencia conocido, permitido por especificaciones o reglamentaciones, para una medición, instrumento o sistema de medición determinado.

### ***Capacidad de Medición y Calibración CMC***

Es la mejor capacidad de medición que esta disponible a los usuarios bajo condiciones normales. Bajo una CMC las mediciones y calibraciones deben ser desarrolladas de acuerdo a un procedimiento documentado y una incertidumbre objetivo establecida bajo el sistema de gestión del Instituto de Metrología o del laboratorio acreditado.

### ***Capacidad de Medición y Calibración CMC***

Magnitud que se desea medir.

# 3

## Proveedores de servicios de calibración

En Colombia, existen varios laboratorios que prestan servicios de calibración, los cuales están disponibles para una diversidad de sectores económicos en el país. De acuerdo con el alcance de este documento, se hará énfasis en los servicios de calibración para masa, temperatura y volumen, pues son tal vez los servicios de calibración más comunes que emplean los laboratorios de ensayo químico. En este sentido, a continuación se presentan algunas fuentes que un laboratorio puede consultar para solicitar un servicio de este tipo.

# 3.1

## Laboratorios acreditados

Los laboratorios de calibración acreditados, después de los Institutos Nacionales de Metrología, son la mejor fuente de trazabilidad metrológica, pues ellos han demostrado su competencia técnica para la prestación de los servicios. En este sentido, se recomienda que siempre se empleen este tipo de laboratorios.

En Colombia, el ente acreditador es ONAC (Organismo Nacional de Acreditación). En su página web <https://onac.org.co/> cuenta con un buscador identificado como Directorio de acreditación (<https://onac.org.co/directorio-de-acreditados>). En este sitio web, se pueden consultar los laboratorios que están acreditados por ONAC. Los laboratorios se pueden buscar con los siguientes criterios.



La manera más sencilla de ubicar los laboratorios de calibración es seleccionando la opción de búsqueda por esquema de acreditación, posteriormente seleccionar Laboratorios de calibración y por último seleccionar la magnitud de interés.

Luego de realizar el respectivo filtro, en un cuadro aparecerá la siguiente información: Nombre de la razón social, NIT, dirección de sede principal, departamento, ciudad, teléfono fijo, correo electrónico y página web. Con esta consulta el laboratorio de ensayo puede realizar una selección previa según la información presentada.

Dentro de la página web del ONAC, se puede consultar el certificado de acreditación en el cual se encuentra el intervalo de medición y la incertidumbre asociada a la magnitud acreditada.

Buscar por nombre del organismo

Buscar por esquema de acreditación

Buscar por palabra clave

Acreditaciones suspendidas

Confirmar Estado de acreditación

Acreditaciones retiradas

# 3.2

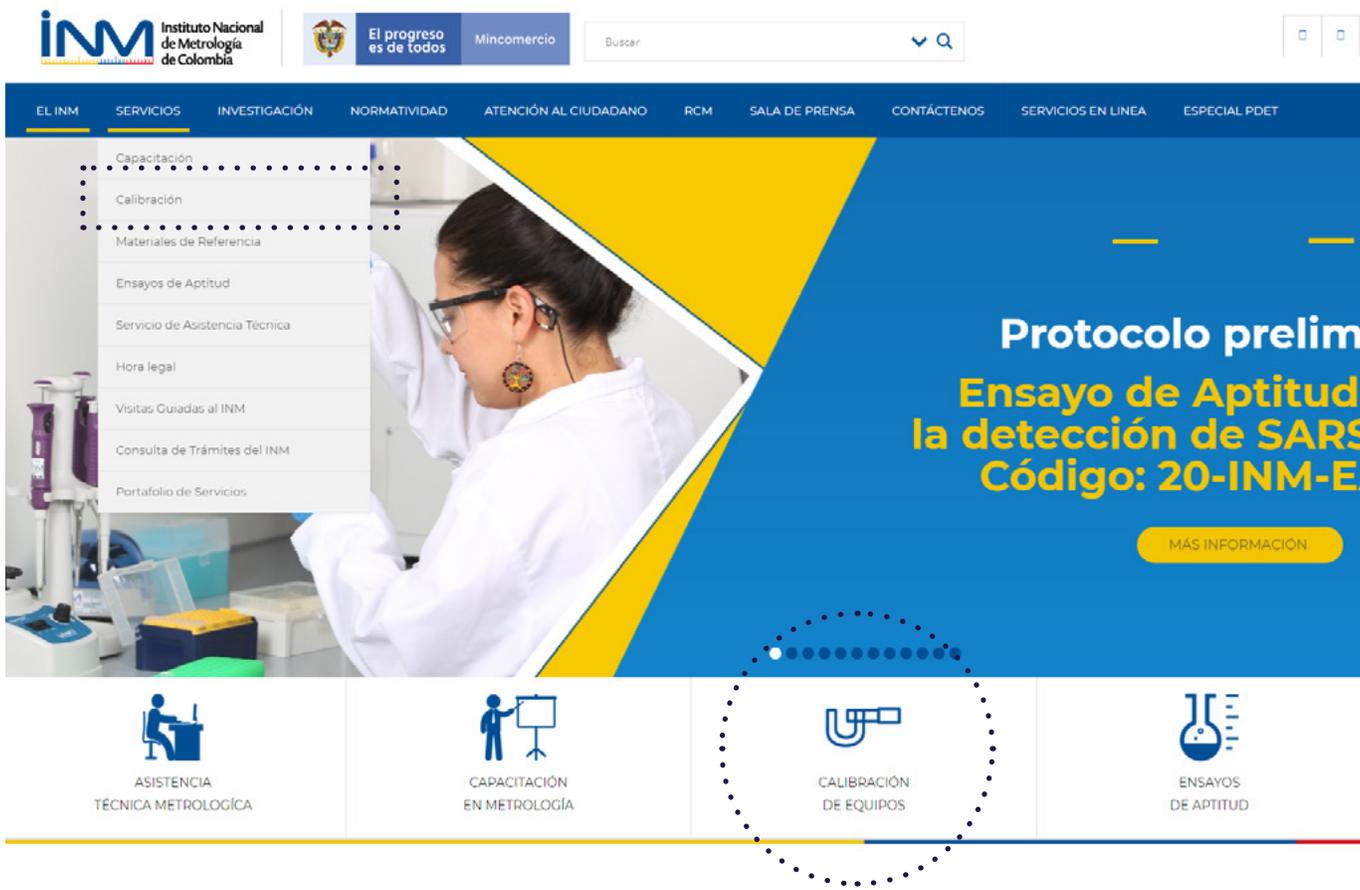
## Instituto Nacional de Metrología de Colombia (INM)

Los Institutos Nacionales de Metrología (INM's) son los organismos encargados de establecer y mantener patrones de medición que proporcionen trazabilidad a las mediciones realizadas en un país o región.

El INM brinda servicios de calibración, ensayo, capacitación y asesoría entre otros, procurando brindar la mayor calidad metrológica a diferentes sectores productivos. Todos los servicios de calibración son trazables a patrones nacionales e internacionales, mantenidos conforme a los lineamientos establecidos por la Conferencia General

de Pesas y Medidas y sustentados en un Sistema de Gestión de la Calidad conforme a la normativa INTE-ISO/IEC 17025.

El INM cuenta con servicios de calibración para varias magnitudes físicas como masa y volumen. También se tienen servicios de calibración para temperatura, humedad, magnitudes eléctricas, entre otros. Los servicios de calibración de los laboratorios de masa, temperatura y volumen del INM, pueden consultarse en la página web del INM en el menú de servicios. A continuación, se brindan algunas generalidades de estos laboratorios.



The screenshot shows the INM website interface. At the top, there is the INM logo and the text 'Instituto Nacional de Metrología de Colombia'. Below this is a navigation bar with various menu items: EL INM, SERVICIOS, INVESTIGACIÓN, NORMATIVIDAD, ATENCIÓN AL CIUDADANO, RCM, SALA DE PRENSA, CONTACTENOS, SERVICIOS EN LINEA, and ESPECIAL PDET. A search bar is also present. A dropdown menu is open under 'SERVICIOS', listing options such as Capacitación, Calibración, Materiales de Referencia, Ensayos de Aptitud, Servicio de Asistencia Técnica, Hora legal, Visitas Guiadas al INM, Consulta de Trámites del INM, and Portafolio de Servicios. The 'Calibración' option is highlighted with a dashed box. Below the navigation bar is a large banner with a blue and yellow background. The banner features a photograph of a woman in a white lab coat working in a laboratory. The text on the banner reads: 'Protocolo preliminar Ensayo de Aptitud para la detección de SARS-CoV-2 Código: 20-INM-E'. A yellow button labeled 'MÁS INFORMACIÓN' is located at the bottom right of the banner. Below the banner is a row of four service icons: 'ASISTENCIA TÉCNICA METROLÓGICA' (a person at a desk), 'CAPACITACIÓN EN METROLOGÍA' (a person at a presentation board), 'CALIBRACIÓN DE EQUIPOS' (a scale), and 'ENSAYOS DE APTITUD' (a flask).

## 3.2.1 Laboratorio de masa

El laboratorio de Masa del INM cuenta con una amplia trayectoria para la calibración de balanzas y pesas. El INM atiende principalmente a los laboratorios de calibración nacionales, pues su servicio es muy especializado y ofrece incertidumbres de medición muy bajas, las cuales rara vez son requeridas por laboratorios de medición química. Sin embargo, en algunos casos, algunos laboratorios de ensayo cuentan con comparadores y realizan mediciones de masa a bajas cargas o con incertidumbres bajas, lo cual requiere de los servicios del INM.

A continuación se listan algunos de estos servicios

- Calibración de pesas clase E1
- Calibración de pesas clase E2 y clases inferiores
- Calibración de pesa clase M1
- Calibración de instrumentos de pesaje hasta de 150 kg.



**Ilustración 1:** Esfera de Silicio. Pesas clase F1. Trazabilidad del laboratorio de Masa del INM



### 3.2.2

## Laboratorio de volumen

Por su parte el laboratorio de volumen, de manera similar al laboratorio de masa, es una de las magnitudes en que el INM ha prestado servicios de calibración tradicionalmente.

### Este servicio de calibración aplica para

- Pipetas
- Buretas
- Jeringas
- Probetas
- Balones
- Picnómetros y demás recipientes volumétricos.

### 3.2.3

## Laboratorio de Temperatura y humedad

El laboratorio de temperatura y humedad del INM es el laboratorio que cuenta con la más amplia oferta de servicios de calibración. Este laboratorio, ha trabajado en el desarrollo de diferentes patrones de medición.

Para mediciones de alta exactitud el laboratorio ofrece servicios de calibración por el método de puntos fijos con incertidumbres del orden de los milikelvin.

### En la actualidad presta servicios de calibración para

- Termómetros de resistencia
- Termopares
- Termómetros de vidrio.
- Termómetros digitales.
- Termohigrómetros.

Así mismo el INM ofrece los siguientes canales de comunicación para la solicitud de estos servicios:

**Teléfono 57 1 254 2222 opción 2**

**Email: [contacto@inm.gov.co](mailto:contacto@inm.gov.co) - [calibraciones@inm.gov.co](mailto:calibraciones@inm.gov.co)**



# 3.3

## Otros institutos nacionales de metrología

Cada instituto nacional de metrología tiene dentro de su página web, los respectivos servicios de calibración que presta. Sin embargo, si se requiere realizar una búsqueda de estos servicios se recomienda consultar la **base de datos KCDB**, la cual se encuentra en la página web del Bureau Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), en el menú servicios.

La siguiente Figura, muestra un ejemplo de los resultados de búsqueda por la palabra masa, en la cual se asocian 844 capacidades de medición a nivel mundial, los respectivos Institutos Nacionales de Metrología, el nombre del servicio, los intervalos de calibración y la incertidumbre de estos servicios.

The screenshot shows the KCDB website interface. At the top, it says "All data listed in the KCDB have been reviewed and approved within the CIPM Mutual Recognition Arrangement". The navigation menu includes "CMCS", "COMPARISONS", "NEWS", and "STATISTICS". The search results are for "mass" and show 865 results. The results are filtered by "General physics (2850)". One result is highlighted for "Albania, DPM (Drejtoria e Pergjithshme e Metrologjise/General Directorate of Metrology)". The details for this result are: "Mass, Mass: 0.1 g to 1 g", "Mass standard", "Absolute expanded uncertainty: 1.9 µg to 3.8 µg", "Comparison in air", "The volume of the mass standards is known", and "Approved on 20 July 2015".

# 4

## Criterios para la selección de laboratorios

Los laboratorios de ensayo químico, deben considerar los siguientes aspectos para la selección de sus proveedores de trazabilidad metrológica o servicios de calibración



## 1 *Uso de laboratorios acreditados*

Seleccionar un laboratorio acreditado reduce el riesgo de que los equipos sufran daños, adicionalmente, la acreditación brinda confianza sobre los resultados obtenidos, ya que estos van a ser precisos y trazables al Sistema Internacional de Unidades a través de patrones reconocidos internacionalmente. Los laboratorios de calibración que operan bajo un sistema de gestión de calidad reconocido, demuestran competencia dentro del alcance de sus actividades.

## 2 *Capacidades de medición y calibración reconocidas o alcance de acreditación*

Los puntos de calibración seleccionados por el laboratorio para la calibración de sus equipos deben encontrarse dentro de las CMC o del alcance de acreditación, con lo que se asegura que el proveedor del servicio tiene la competencia necesaria para emitir resultados veraces. En este ítem consultar el mensurando, intervalo de medición e incertidumbre asociada. Esta información puede ser consultada en el alcance de acreditación del laboratorio disponible en [www.onac.org.co](http://www.onac.org.co)

## 5 *Patrones de trabajo*

Se recomienda seleccionar laboratorios de calibración que tengan patrones de trabajo con características metrologías mejores que la de los equipos a calibrar. Un ejemplo es la resolución, ya que la resolución del patrón de trabajo debería ser entre 4 y 10 veces la resolución del equipo a calibrar. Ejemplo: para la calibración de un termómetro de escala entre 0 °C y 199.9 °C con resolución de 0.1 °C se debería emplear un patrón de trabajo cuya resolución sea de 0.01 °C.

## 4 *Métodos para la calibración*

Si el equipo requiere algún método específico para su calibración, esto debería ser tenido en cuenta para la selección del proveedor de calibración.

## 3 *Incertidumbre de calibración*

El laboratorio de ensayo químico debe asegurarse que el proveedor de servicios de calibración ofrezca una incertidumbre como máximo de  $\frac{1}{4}$  de la incertidumbre de medición requerida por el laboratorio.

## 6 *Requisitos legales*

Si existen requisitos específicos que la medición debe cumplir identifique estas necesidades en términos de trazabilidad metrológica e inclúyalas como parte del proceso de evaluación del proveedor de calibración. Estas necesidades pueden ser por ejemplo: requisitos de trazabilidad metrológica, incertidumbre del servicio, entre otros.

## 7 *Cumplimiento de estándares*

Algunas normas como ISO, ASTM, EPA, entre otras indican que los proveedores deben contar con sistemas de gestión de calidad acreditados bajo ISO 17025.

## 8 *Requisitos de tiempo de respuesta*

El tiempo de respuesta o el tiempo de prestación de servicios, puede ser un componente importante en la evaluación de costos. El establecimiento y el acuerdo de expectativas de entrega claras facilitarán mucho la gestión de los proveedores.

## 9 *Transporte de los equipos*

Si se trata de equipos de medición que contengan componentes frágiles que pueden cambiar durante movimientos o vibraciones, asegúrese que el proveedor de servicios cuente con un transporte adecuado para ello, el cual debe estar especificado en las condiciones de prestación del servicio.

# 5

## Recomendaciones para solicitar servicios a laboratorios de calibración

La solicitud de los servicios de calibración es un aspecto clave para asegurar que el laboratorio asegure las mediciones que realiza con los instrumentos calibrados. Por lo tanto, a continuación se dan algunas recomendaciones mínimas para que los laboratorios de ensayo consideren en el momento de realizar dicha solicitud.

# I. Conocer las especificaciones de los equipos y materiales a calibrar

La identificación de esta información permitirá reconocer si un proveedor puede cumplir con las especificaciones; por ejemplo en los casos donde se requiere una incertidumbre específica o se tiene un

error máximo permitido. A continuación se describe la información técnica que se debe conocer para solicitar los servicios de calibración para elementos volumétricos y de pesaje.

## Elementos de pesaje



### Balanzas

- Resolución
- Capacidad máxima.
- Capacidad mínima.
- Clase de exactitud (reportado por el fabricante).
- Intervalo de trabajo del laboratorio.
- Carga ( masa) de mayor frecuencia de uso por el laboratorio.
- Carga (masa) que más influye en el presupuesto de incertidumbre.

### Pesas

- Clase de exactitud. Recordar que estas pueden ser E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3,
- Máximos errores permisibles, los cuales pueden ser consultados en la página de la Organización Mundial de Metrología Legal ([www.oiml.org](http://www.oiml.org))

## Material volumétrico



- **Pipetas y balones aforados:** capacidad y exactitud (Clase A, AS, B).
- **Buretas de vidrio:** capacidad, exactitud (Clase A, AS, B) y mínima división de escala.
- **Picnómetros:** capacidad.
- **Micropipetas:** capacidad de dosificación e intervalo de medición del laboratorio
- **Dosificadores:** capacidad de dosificación, intervalo de medición del laboratorio y mínima división de escala.
- **Buretas digitales:** capacidad y resolución.

## Termómetros



- **Termómetros en general:** intervalo de operación del fabricante, resolución e intervalo de medición del laboratorio. Según el tipo particular de termómetro se deben tener en cuenta las siguientes características
- **Termómetros de vidrio:** Tipo de inmersión: parcial, total o completa y clase de exactitud de acuerdo a ASTM E1
- **Termómetros de resistencia:** Longitud mínima de inmersión y clase de exactitud de acuerdo a IEC 60751 o ASTM E1137
- **Termopares:** Longitud mínima de inmersión y clase de exactitud de acuerdo a IEC 60584-1 o ASTM E230/E230M
- **Termistores:** Longitud mínima de inmersión, clase de exactitud de acuerdo a ASTM E879 y constante de disipación

## II. Identificar la razón de solicitud del servicio

Se pueden presentar tres situaciones que conllevan a la calibración de un equipo.

i

**El equipo es nuevo y requiere de un proceso de calibración.**

ii

**Luego de que el equipo se somete a un mantenimiento de rutina y llega el periodo de calibración definido por el laboratorio.**

iii

**Cuando el instrumento ha quedado fuera de servicio y ha sido reparado.**

## III. Seleccionar los puntos de calibración

A continuación se presentan algunos aspectos a tener en cuenta para la selección de puntos de calibración

- Los puntos seleccionados, en lo posible, deberían cubrir el intervalo de medición completo del equipo, aunque lo importante es que como mínimo cubra el intervalo de medición del laboratorio.
- En cuanto a los puntos extremos, se sugiere revisar las indicaciones del fabricante, ya que para algunos equipos y materiales, la calibración en estos puntos no es necesaria, resultando aceptable extremos al 10% y 90% del intervalo de medición. Ejemplo: para un dosificador, con volumen de dosificación de 50 mL, los extremos a calibrar podrían ser 45 mL y 5 mL.
- Cuando se tienen varios equipos, requerirán más puntos de calibración aquellos que tengan el menor error máximo permitido o una incertidumbre objetivo más baja.
- Considerar los intervalos o puntos de medición más comunes o más frecuentes en los cuales el laboratorio utiliza los equipos y materiales susceptibles de calibración. Ejemplo: si dentro del laboratorio, la mayoría de sus protocolos para digestiones indican que la masa de muestra a tomar es de 0.5 g, este sería considerado uno de los puntos de calibración.
- La distribución de los puntos de calibración puede ser uniforme en el intervalo de calibración seleccionado, principalmente cuando el error máximo permitido es constante en todo el intervalo.
- Cuando se realizan ajustes a los equipos, los puntos de calibración deberían ser diferentes a los ajustados, ya que en estos puntos el equipo tendrá un error mínimo.

# 6

## Uso de certificados de calibración

Antes de hacer uso de la información del certificado de calibración se recomienda verificar que la información contenida en el documento corresponde al instrumento sometido a la calibración, para esto comparar la información del serial o el número de identificación del instrumento con la información del certificado, adicionalmente revisar que este documento contenga la información de trazabilidad y la incertidumbre de la calibración.

Una vez se confirme la correspondencia en la información, se procede a hacer uso de la información del certificado teniendo en cuenta lo siguiente:



Los errores reportados en el certificado sirven para evaluar el estado del equipo, ya que se espera que el error máximo reportado esté dentro del error reportado por el fabricante.

**Ejemplo:** la calibración de una pipeta aforada de 25 mL clase A indica que el error es de 0.005 mL y el fabricante reporta un error máximo permitido de 0.03 mL, por lo que se puede establecer que el material está en buen estado para su uso.



En el caso en que se tengan que realizar un gran cantidad de mediciones con el instrumento y se identifique que no es práctico estar realizando la corrección por el error del certificado en todo momento, haga uso de macros con el propósito de automatizar este proceso.



Los errores reportados deben ser usados para corregir las mediciones realizadas en los instrumentos calibrados. Esto asegura la trazabilidad de las mediciones del laboratorio de ensayo. Si esta información no se aprovecha, el costo de la calibración se convierte en un desperdicio. Recuerde que:

$$\text{Error} = \text{Valor medido} - \text{Valor de referencia}$$



Si opta por no realizar la respectiva corrección, debido a que no es de fácil implementación en la rutina, puede incluir un componente de incertidumbre asociado a este error sistemático dentro de la estimación de incertidumbre.

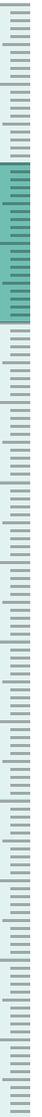
**NOTA:** esta práctica en general no es recomendada, pero es preferible a no realizar la respectiva corrección.



La inclusión de la incertidumbre reportada en los certificados de calibración dentro de la estimación de incertidumbre de medición del laboratorio de ensayo asegura también la obtención de resultados trazables, recuerde la definición de trazabilidad metrológica.



Si cuenta con un historial de calibraciones, analice las tendencias de estas, pues le permitirán detectar posibles fallas del instrumento o inclusive le pueden permitir aumentar los periodos de calibración.



# 7

## Bibliografía

Centro Español de Metrología CEM. Vocabulario Internacional de Metrología. Conceptos fundamentales y generales y términos asociados. VIM. Tercera edición. 2012.

ISO/IEC 17043:2010. Evaluación de la conformidad-Requisitos generales para la participación en ensayos de aptitud

United Nations Industrial Development Organization UNIDO. Role of measurement and calibration in the manufacture of products for the global market. 2006. Disponible en: [https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Role\\_of\\_measurement\\_and\\_calibration\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Role_of_measurement_and_calibration_0.pdf)

Petersen, J.W. Principles for calibration point selection. NCSLI Measure The Journal of Measurement Science. Vol 8 No. 3. 2013 DOI: : 10.1080/19315775.2013.11721652

Clasificaciones de pesas OIML R111, ASTM E 617 y NIST F. LGM-10-05. 2010. Disponible en: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-10-05-Pesas-OIML-ASTM-NIST.pdf>

Standards Council of Canada. SCC Requirements and Guidance for Calibration and Measurement Traceability in Testing Laboratories. 2017. Disponible en: [https://www.scc.ca/en/system/files/publications/ASB\\_RG\\_Calibration-and-Measurement-Traceability\\_v1\\_2017-07-06.pdf](https://www.scc.ca/en/system/files/publications/ASB_RG_Calibration-and-Measurement-Traceability_v1_2017-07-06.pdf)

CIPM MRA, ILAC. Calibration and measurement capabilities. A paper by the joint BIPM/ILAC working group. 2007. Disponible en: [https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcrb/CIPM\\_2007\\_11\\_CMC\\_BMC\\_accepted.pdf](https://www.bipm.org/utils/common/documents/jcrb/CIPM_2007_11_CMC_BMC_accepted.pdf)

ISO/IEC 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison

Ilya Kuselman, Aleš Fajgelj. IUPAC/CITAC Guide: Selection and use of proficiency testing schemes for a limited number of participants—chemical analytical laboratories. Pure Appl. Chem., Vol. 82, No. 5, pp. 1099–1135, 2010.

Standing committee for quality and competence (QCC). Guidance on the conduct of proficiency tests and collaborative exercises within enfsi. disponible en: [http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2017/07/QCC-PT-001-\\_-Guidance-on-PT-CE.pdf](http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2017/07/QCC-PT-001-_-Guidance-on-PT-CE.pdf)

Marco legal. Cumplimiento del decreto único reglamentario del sector comercio industria y turismo. Disponible en: <https://onac.org.co/relacionamiento-con-el-enotrno/marco-legal>



# ANEXO 1.

## Cartas de trazabilidad en masa

*kilogramo*

Institutos Nacionales  
de Metrología

**Comparación  
directa**

1mg to 100 mg  
U= 2  $\mu$ g to 5  $\mu$ g

**Comparación  
directa**

0.1 g to 1 g  
U= 5  $\mu$ g to 10  $\mu$ g

**Comparación  
directa**

1g to 10 g  
U= 10  $\mu$ g to 20  $\mu$ g

**Comparación  
directa**

10 g to 100 g  
U= 20  $\mu$ g to 50  $\mu$ g

**Pesa clase E2**

1mg to 100 mg  
U= 0.006 mg a 0.016 mg

**Pesa clase E2**

0.1g to 1g  
U= 0.016 mg a 0.03 mg

**Pesa clase E2**

1g to 10 mg  
U= 0.03 mg a 0.06 mg

**Pesa clase E2**

10 g to 100 g  
U= 0.06 mg a 0.16 mg

**Pesa clase F1**

1mg to 100 mg  
U= 0.02 mg a 0.05 mg

**Pesa clase F1**

0.1 g to 1g  
U= 0.05 mg a 0.1 mg

**Pesa clase F1**

1g to 10 g  
U= 0.1 mg a 0.2 mg

**Pesa clase F1**

10 g to 100 g  
U= 0.2 mg a 0.5 mg

# Carta de trazabilidad para la magnitud de temperatura

*kelvin*

Institutos Nacionales  
de Metrología

**Celdas de  
punto fijo**

-190 °C a 660 °C  
U= 0.1 mK a 1.2 mK

**Celdas de  
punto fijo**

660 °C a 1084 °C  
U= 1.2 mK a 3 mK

**SPRTs**

-190 °C a 660 °C  
U= 0.5 mK a 10 mK

**Termopares de  
metal noble**

660 °C a 1084 °C  
U= 0.5 K a 1 K

**Patrones  
del cliente**

-190 °C a 660 °C  
U=5 mK a 20 mK

**Patrones  
del cliente**

660 °C a 1084 °C  
U= 1.4 K a 3 K



# Carta de trazabilidad para la magnitud de volumen

*kilogramo*

*kelvin*

Volumen

Institutos Nacionales  
de Metrología

**Método  
gravimétrico,  
pipetas**

1  $\mu$ L a 10 000  $\mu$ L  
U= 2%

**Método  
gravimétrico,  
pipeta**

5 mL a 25 mL  
U= 0.1%

**Método  
gravimétrico,  
balón aforado**

0.1 L a 10 L  
U= 0.01%

**Pipeta clase A**

1  $\mu$ L a 10 000  $\mu$ L  
U= 5%

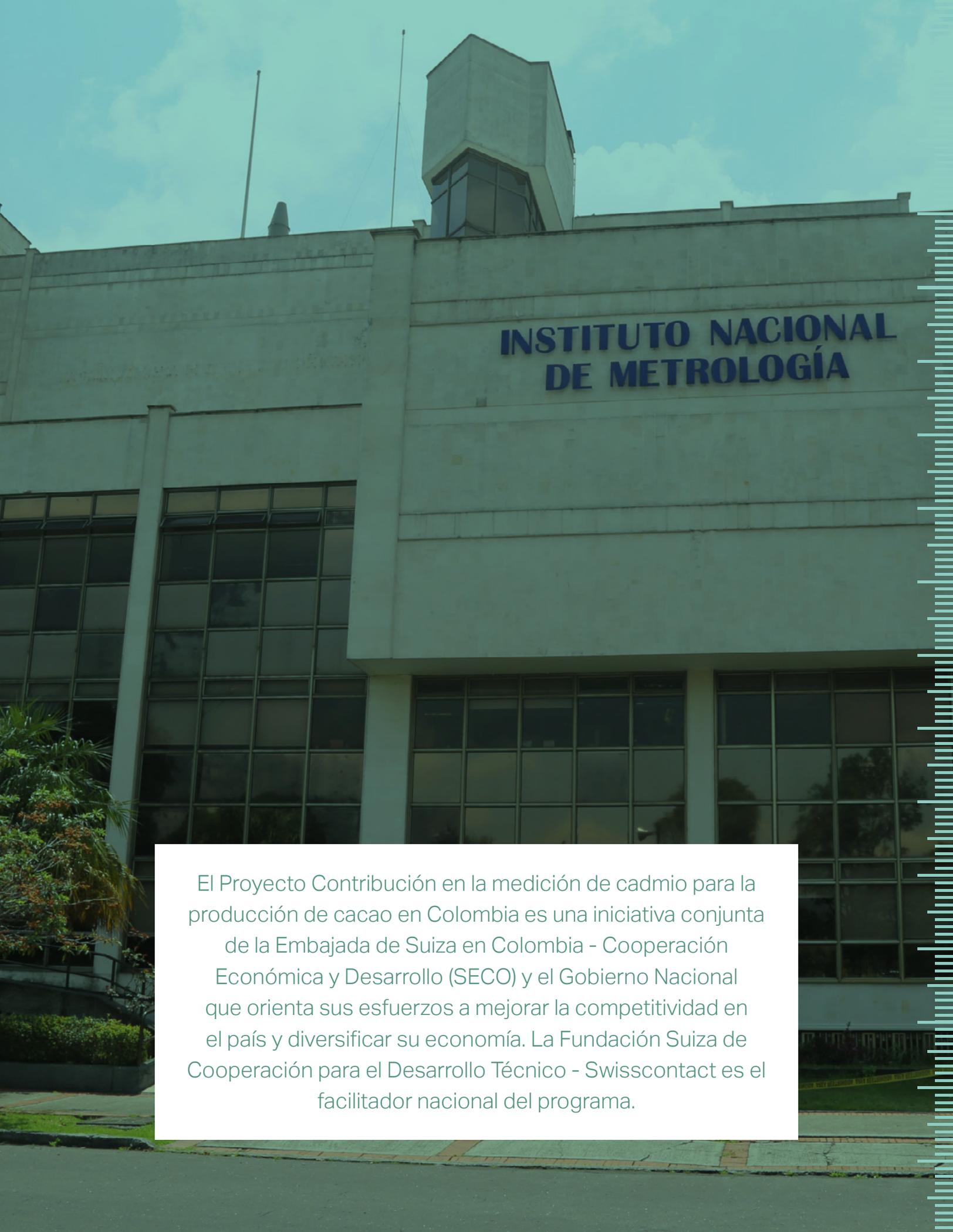
**Pipeta clase A**

5 mL a 25 mL  
U= 0.2%

**Balón aforado clase A**

0.1 L a 10 L  
U= 0.03%





# INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA

El Proyecto Contribución en la medición de cadmio para la producción de cacao en Colombia es una iniciativa conjunta de la Embajada de Suiza en Colombia - Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) y el Gobierno Nacional que orienta sus esfuerzos a mejorar la competitividad en el país y diversificar su economía. La Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico - Swisscontact es el facilitador nacional del programa.