

INTRODUCCIÓN



La Superintendencia de Industria y Comercio como instituto nacional de metrología, ofrece a la industria, a la academia, y a la investigación el servicio de calibración de instrumentos de medición y capacitación.

Durante el proceso de consulta en esta monografía, hemos considerado rotundas ventajas a la acreditación, que es el objetivo final de la implementación de este laboratorio, crear la factibilidad de acreditación de acuerdo a todo lo planteado, equipos, instalaciones y normas. Las ventajas más consideradas son el reconocimiento formal de la competencia técnica, es una herramienta de mercadeo efectiva para organizaciones de pruebas, calibraciones y medición y además es un pasaporte para presentar ofertas a contratistas que requieren laboratorios independientes verificados. Muchas industrias solicitan que los proveedores de servicios y pruebas sean acreditados, por lo tanto este laboratorio le abre las puertas a la ciudad y a la zona industrial de la misma.

Para empezar a implementar el laboratorio es necesario tener en cuenta el estado del arte de la metrología en Colombia y en el mundo para así poder aplicar dicha normatividad. Además se hizo una consulta de los laboratorios acreditados en Colombia por la SIC y nuestra prestación de servicios esta basada en la compilación de los servicios de calibración de temperatura y variables eléctricas de estos laboratorios, además de los equipos patrones que estos tienen, con el fin

de optimizar nuestro servicio de calibración interna y ofrecerle a nuestros clientes verificaciones correctas y que el producto mantenga su estándar de calidad.

También evaluamos las hojas de datos de cada equipo necesario en el laboratorio de temperatura y variables eléctricas ya que son los mas usados por las industrias y para realizar su respectiva calibración tienen que hacerlo fuera de la ciudad, esto precisamente queríamos evitar, ofrecerle facilidades de desplazamiento a precios cómodos en la ciudad y así también garantizar que el producto no corra riesgos de descalibracion durante su transporte, definitivamente este proyecto es una necesidad que la Universidad Tecnológica de Bolívar quiere suplir.

Además, tratamos en un capitulo todo lo referente a la normatividad utilizada ya que es importante antes de todo, tener en cuenta lo que la norma 1075 y los formatos de la Superintendencia de Industria y comercio, formulario adjuntado al final de la monografía.

OBJETIVOS



General

☐ Realizar un estudio de factibilidad técnica-económica para la implementación de un laboratorio acreditado en la calibración de instrumentos medidores de temperatura y magnitudes eléctricas en la Universidad tecnológica de Bolívar

Específicos

☐ Realizar una revisión bibliográfica de las normas y documentos para establecer requisitos generales de competencia de los laboratorios de calibración.

☐ Analizar la información existente sobre equipos de calibración de magnitudes eléctricas y de temperatura para realizar una selección que cumpla con los requisitos exigidos por las normas.

☐ Establecer con base en las normas, los aspectos logísticos necesarios para el funcionamiento del laboratorio

☐ Realizar una propuesta económica que incluya costos de equipo requerido.

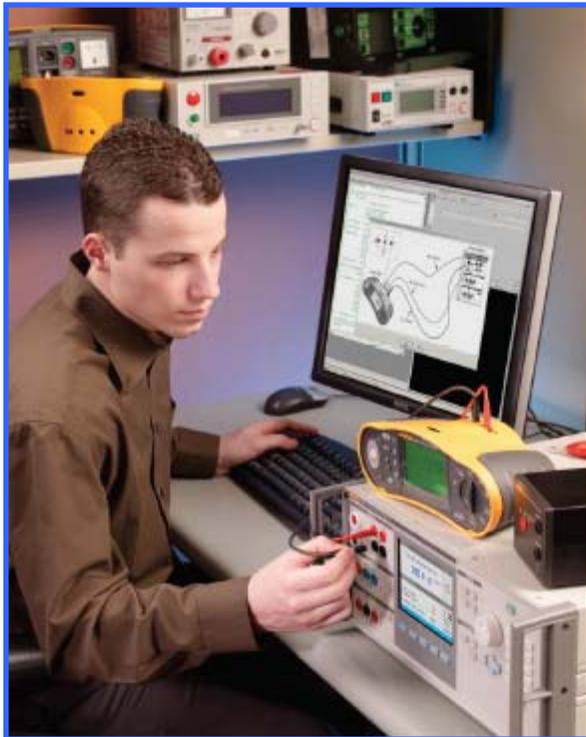
CAPITULO 1

ESTADO DEL ARTE

1.1 METROLOGIA Y CALIBRACION

1.2 LABORATORIOS DE CALIBRACION ACREDITADOS EN COLOMBIA

1.3 METODOS DE MEDICION, PRUEBA Y CALIBRACION



1.1 METROLOGIA Y CALIBRACIÓN

Indiscutiblemente nuestro alrededor esta lleno de medidas y en ocasiones hacemos estas mediciones sin tener en cuenta que se necesitan ciertos patrones nacionales y universales que rigen la confiabilidad de nuestro instrumento ya sea para mediciones dimensionales, medidas de masa, tiempo, etc.

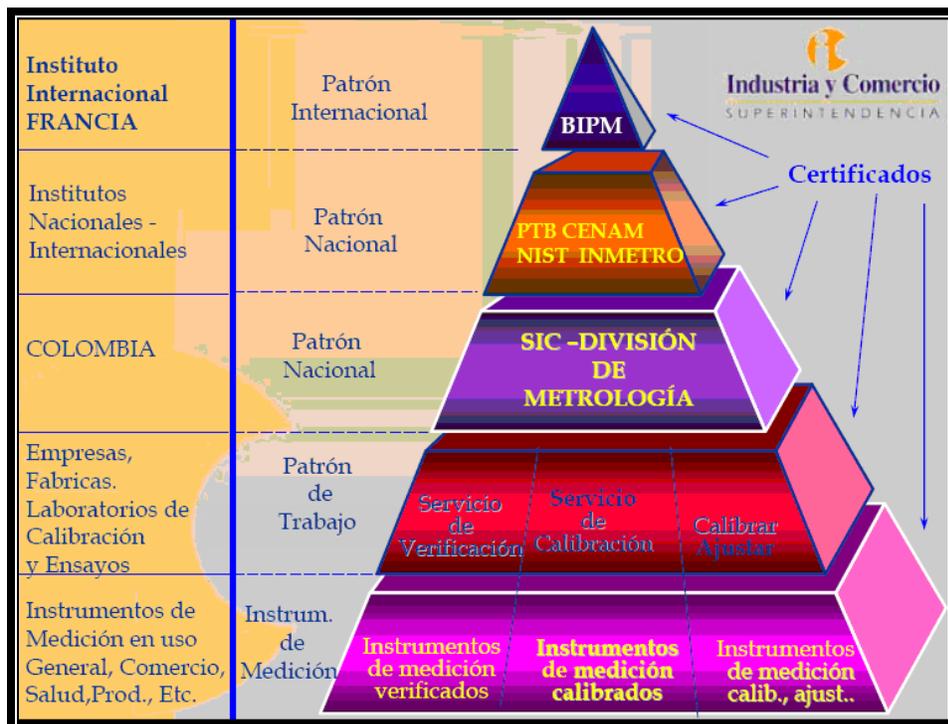
Pues el sistema internacional de medidas, para efectos de control de calidad y enfocada en la confiabilidad de los instrumentos de medición efectúa la gestión metrologica, cuyos resultados nos puede llevar a considerar que hemos establecido un sistema metrológico, por ello debemos tener en cuenta: procedimientos, protocolos, planes y procesos. Un sistema de Gestión metrológico es el conjunto de actividades planeadas sistemáticamente cuyo objeto es asegurar la confiabilidad de una medición que se realice en una entidad o fabrica, para ello hay que realizar una serie de evaluaciones en los procesos de medición que se realizan en la entidad, teniendo en cuenta: equipo, objeto, metrólogo, medio ambiente y método.

Es decir la metrología no es mas que la ciencia de las mediciones exactas que nos induce a la instrumentación y por lógica al control de las especificaciones, calibración, también nos permite determinar valores numéricos a una magnitud física o una magnitud en referencia o simplemente decir si un producto es o no de calidad o si esta dentro de los rangos permitidos (tolerancias)

Ahora bien, ¿qué garantiza que una medida en Colombia, sea equivalente a la misma medida en otro país que también este regido por el Sistema Internacional de Unidades?

Debemos tener en cuenta que la credibilidad del sistema de medidas de un país depende de la trazabilidad. Pero para hablar de trazabilidad, debemos describir la composición del sistema de mediciones de un país.

Figura 1. Esquema actual de acreditación, normalización, certificación, y metrología en Colombia. Superintendencia de Industria y Comercio



Fuente: <http://www.sic.gov.co>

Existe un convenio internacional, entre el BIPM y los países signatarios del convenio. Dado que Colombia no es parte de tal convenio y en vista de la jerarquía de nuestros patrones nacionales, estos no pueden ser comparados directamente con los patrones internacionales establecidos y mantenidos por el BIPM.

En el segundo escalón están, el PTB de Alemania, el CENAM de México, el NPL de Inglaterra y el NIST de Estados Unidos, quienes conservan los patrones nacionales de esos países, los cuales son permanentemente verificados y calibrados con relación a los patrones del BIPM y se convirtieron en nuestros referentes debido a que Colombia no es signatario del convenio con la BIPM.

En el tercer escalón de la pirámide esta la Superintendencia de Industria y Comercio, División de Metrología, que es el patrón de Colombia, quien realiza los procedimientos de verificación y calibración de los equipos de medición en la industria y los laboratorios de calibración y ensayos.

En el cuarto escalón se encuentran los laboratorios de calibración (acreditados por la SIC) que realizan la verificación y calibración de instrumentos en la industria. Solo si no existen laboratorios acreditados para prestar este servicio, le corresponderá a la SIC hacerlo directamente.

La temperatura y las variables eléctricas son las magnitudes físicas más utilizadas por lo que su control se hace mas frecuente, la mayor parte de los procesos industriales dependen de la temperatura por lo cual es evidente la importancia de

su medición y por ende la calibración de los instrumentos que realizan dicha medición.

El propietario de un instrumento necesita saber en que porcentaje de falla se encuentra su instrumento para establecer un sistema regular de calibración y verificación es por ello que el objetivo del uso del servicio de calibración es identificar instrumentos confiables o no confiables, mediante la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos de desempeño establecidos en las Normas Técnicas, ya que, las mediciones afectan la calidad de los productos o servicios.

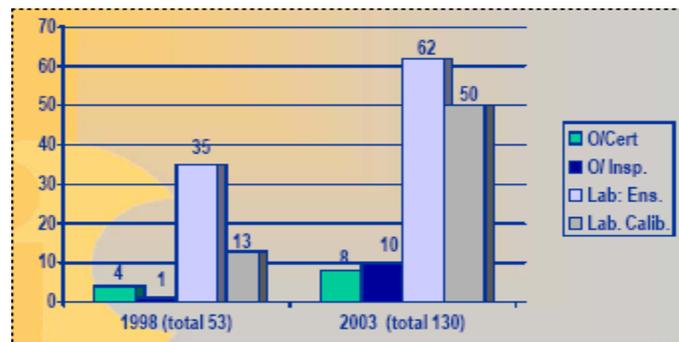
1.2 LABORATORIOS DE CALIBRACION ACREDITADOS EN COLOMBIA

La acreditación es importante porque es una herramienta de protección al consumidor ya que si durante el proceso de manufactura se cuenta con mediciones y ensayos confiables, el consumidor tendrá confianza en la valoración de los parámetros de calidad del producto y el producto a su vez responderá a las expectativas del consumidor disminuyendo las reclamaciones; es el motor del desarrollo debido a que los sistemas de calidad, el uso de laboratorios acreditados y la metrología no solo aplica para las grandes industrias, la pequeña y la mediana industria forma parte fundamental del aparato productivo del país y debe ser beneficiaria de los mismos, la producción artesanal es muy costosa por que no se hace un uso eficiente de los recursos ni de la tecnología disponible y es un facilitador del comercio internacional mediante acuerdos de reconocimiento mutuo

es decir las condiciones básicas para la aceptación de una parte de los resultados presentados por la otra parte sobre la implantación de uno o mas de los elementos del sistema de evaluación de la conformidad.

Durante la acreditación se evalúa la organización, el aseguramiento de la calidad y la competencia técnica. En Colombia existen 50 laboratorios de calibración acreditados.

Figura 2. Estado de acreditación, normalización y metrología en Colombia



Fuente: <http://www.sic.gov.co>

La SIC como organismo de acreditación imparcial, competente y confiable cuya organización y procedimientos se ajustan a los criterios de acreditación que se aplican internacionalmente, su finalidad es la de coordinar y dirigir en el ámbito nacional un sistema de acreditación. Por lo que las ventajas de un laboratorio acreditado son:

- ✓ Reconocimiento formal de la competencia técnica

- ✓ Es una herramienta de mercadeo efectiva para organizaciones de pruebas, calibraciones y medición y un pasaporte para presentar ofertas a contratistas que requieren laboratorios independientes verificados.
- ✓ Muchas industrias rutinariamente solicitan que los proveedores de servicios y pruebas sean acreditados.

En Colombia prestan servicio de calibración de temperatura y equipamiento eléctrico las siguientes entidades. Para temperatura: Surtigas S.A. E.S.P, Promigas S.A. E.S.P. y Instituto Colombiano del Petróleo - ICP y para equipo eléctrico: Empresas Públicas de Medellín E.S.P. - EEPPM, Fuerza Aérea Colombiana - Comando Aéreo de Mantenimiento y Universidad Tecnológica de Pereira, las cuales son las mas importantes.¹

1.3 MÉTODOS DE MEDICIÓN, PRUEBA Y CALIBRACIÓN

Prácticamente todos los que realizan alguna actividad relacionada con la metrología, aplican diferentes métodos de medición través de los procedimientos documentados en nuestro sistema de gestión. Los métodos, se han basado y desarrollado en principios de medición o fundamentos científicos, que dan el respaldo teórico y experimental de los mismos. La norma ISO/IEC 17025 establece

¹Datos tomados de la pagina:

http://www.sic.gov.co/Informacion_Interes/Entidades%20acreditadas/Directorio%20-%20Area4.php

como requisito 5.10.2 e), que los certificados (informes) de calibración y reportes (informes o certificados) de prueba, deben incluir como parte de la información mínima, identificación del método utilizado, b) una descripción breve del proceso, o bien, c) mencionar el nombre o título del procedimiento, norma o instructivo, cuando este nombre no necesariamente hace referencia al nombre del método utilizado. La norma internacional ISO/IEC 17025 identifica los métodos en términos de su origen como:

- ✓ Métodos normalizados
- ✓ Métodos internos, desarrollados por el laboratorio
- ✓ Métodos no normalizados

Tabla 1. Métodos de medición

ORIGEN DEL METODO	CARACTERISTICA
Normalizados	Publicados por normas internacionales, regionales o nacionales, Organizaciones técnicas, revistas o libros científicos, fabricante del equipo.
Internos	Desarrollados y validados por el propio laboratorio.
No normalizados	Acordados con el cliente, o consideraciones no cubiertas por métodos normalizados.

1.3.1 Métodos de medición

Los métodos de medición establecidos y de más utilidad son los que se explican brevemente en el siguiente cuadro.

Tabla 2. Métodos de medición y calibración

Métodos de medición	Método de calibración	Observaciones
Directa	Comparación directa	Comparación indirecta
Indirecta	Comparación indirecta	
Sustitución	Sustitución	Calibración de pesas
	Transferencia	
Diferencial	Diferencial	
Nulo o cero Relación	Equilibrio	Calibración de balanzas de presión
	Relación	
	Escalamiento (Subdivisión)	
Características Generales del método de medición	Características adicionales al método de calibración	Observaciones
Primario	Primario	El equipo es calibrado por el método primario, contra patrones de las magnitudes del modelo o constantes físicas
Secundario	Secundario	El equipo es calibrado por el método secundario, contra un patrón de la misma magnitud
Indicación	Simulación	El patrón simula la magnitud, no la reproduce
	Reproducción	El patrón reproduce la magnitud
	Puntos fijos (Primarios y secundarios)	El patrón es la reproducción de un fenómeno constante

Medición directa

Se obtiene un valor del mensurando, mediante un instrumento o sistema de medición, digital o analógico, en forma de: indicador, registrador, totalizador ó integrador.

El sensor del instrumento es colocado directamente en contacto con el fenómeno que se mide.

Medición indirecta

En este método se obtiene el valor del mensurando mediante: transformación, conversión o cálculo de: Indicaciones, señales de medición, magnitudes de influencia o mediciones de las variables de entrada las cuales son completamente independientes.

Medición por sustitución

Este método utiliza un equipo auxiliar, llamado comparador o de transferencia, con el que se mide inicialmente al mensurando y luego un valor de referencia. Este método también es conocido como método de medición por transferencia.

Medición diferencial

La medición es la diferencia entre un valor conocido (referencia) y un valor desconocido. Este método es más exacto y proporciona mejor resolución que el obtenido en la medición directa.

Medición por nulo o cero

Este método utiliza comparador, el cual permite comprobar la igualdad (diferencia cero) entre el mensurando y un valor de referencia (patrón).

1.3.2 Métodos de calibración

La calibración establece la relación entre el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración y el patrón, esta relación se obtiene al tomar las indicaciones del equipo y del patrón y relacionarlas como: error,

corrección o linealidad, con su respectiva incertidumbre. El equipo y u o el patrón pueden darnos esa indicación mediante mediciones directas, indirectas, o bien realizar, representar o reproducir un valor². Por lo cual podemos decir que los métodos de calibración se derivan de los métodos de medición, los principales métodos de calibración se listan a continuación:

Calibración por comparación directa

En este método se comparan directa e instantáneamente los valores proporcionadas por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los valores proporcionados por un patrón.

Calibración por transferencia

En este método se comparan los valores proporcionados por el equipo (instrumento de medición o medida materializada) bajo calibración, contra los valores proporcionados por un patrón (valor de referencia), a través de un patrón de transferencia, incluso en diferente tiempo y lugar.

Calibración por sustitución

Este método utiliza un equipo auxiliar (comparador), con el que se mide inicialmente al patrón y luego al equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto a calibración.

² Información tomada de: Memorias de curso. METAS y Metrólogos Asociados. México. Remítase a la Web: www.metas.com.mx

Calibración por equilibrio

Este método utiliza un detector de nulos, el cual permite comprobar la igualdad entre el patrón y el equipo (instrumento de medición o medida materializada) sujeto de la calibración.

Calibración por simulación

Este método simula el mensurando o la magnitud del instrumento de medición sujeto a calibración en base a modelos de relación de respuesta contra estímulo.

Calibración por reproducción

En este caso el patrón utilizado en la calibración reproduce a la magnitud.

Calibración por puntos fijos

En este caso el patrón utilizado en la calibración realiza un constante fundamental o derivada mediante la reproducción de fenómenos físicos o químicos.

Además de conocer e informar que método de medición o calibración utilizamos en nuestros servicios y procedimientos basados en los requisitos de ISO/IEC 17025 (2005), debemos conocer la confiabilidad, complejidad y cálculos, si hacemos una evaluación del cuadro anterior encontraremos que por ejemplo el método de calibración por transferencia es más complejo que el método de calibración por comparación directa, aun así no existe plena garantía de que sea mas confiable.

CAPITULO 2

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

2.1 ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO

2.2 DEFINICION DE PUESTOS Y AREAS

2.3 PLANO DE INSTALACION FISICA E INFRAESTRUCTURA DEL LABORATORIO

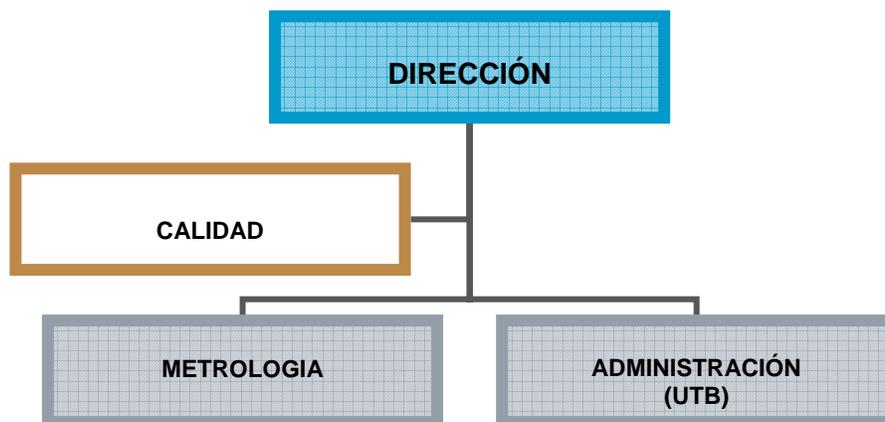
2.4 PROCEDIMIENTOS, SERVICIOS E INCERTIDUMBRES



2.1 ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO

En el caso de los laboratorios de metrología, la guía principal de su organización es la norma ISO/IEC 17025 “**Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Calibración y Prueba**”. En ella existe una nota que habla del término “management system” que significa, de acuerdo a la misma: “el sistema de calidad, administrativo y técnico que gobierna las operaciones de un laboratorio”; de acuerdo a esto en la figura 3 se muestra la composición básica del laboratorio.

Figura 3. Organigrama del laboratorio



Así mismo las funciones básicas determinadas por ISO/IEC 17025 que deben ser descritas en el sistema organizacional del laboratorio están determinadas por tres

dependencias básicas, de las cuales depende el buen desempeño del laboratorio. Estas dependencias se podrían clasificar en términos generales como se muestra en la Tabla 3, en la cual se describen de manera general y concreta las principales actividades de cada una, teniendo en cuenta la adecuada experiencia y capacitación del personal.

Tabla 3. Estructura organizacional del laboratorio

ÁREA	FUNCIONES Y/O ACTIVIDADES A REALIZAR
ADMINISTRACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura organizacional • Control del sistema de información documentos o registros • Revisión de solicitudes, ofertas y contratos (comercialización) • Servicio al cliente • Compras de servicios y suministros • Aspectos administrativos del personal (recursos humanos) • Contabilidad y finanzas • Mercadotecnia.
CALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de gestión de calidad • Quejas • Acciones correctivas y preventivas • Auditorias internas.
METROLOGIA	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de servicios y suministros • Aspectos técnicos del personal • Instalaciones y condiciones ambientales • Métodos de prueba y calibración o validación del método • Equipo • Trazabilidad de la medición • Muestreo • Manejo de los elementos de prueba y calibración • Aseguramiento de la calidad de los resultados de prueba y calibración • Informe de resultados

El laboratorio debe asegurar que su Sistema de Gestión de la Calidad sea revisado, no solamente por la SIC, sino también con instituciones profesionales que estén comprometidas con la calidad y que cuenten con los recursos de asesoría y capacitación para beneficio de un mejor desarrollo tanto de la estructura organizacional como en general de la calidad de nuestro laboratorio.

2.2 DEFINICIÓN DE PUESTOS Y ÁREAS

Los principales puestos, áreas y funciones que se conceptualizan textualmente en la norma ISO/IEC 17025 Y basados en la viabilidad de nuestro laboratorio son:

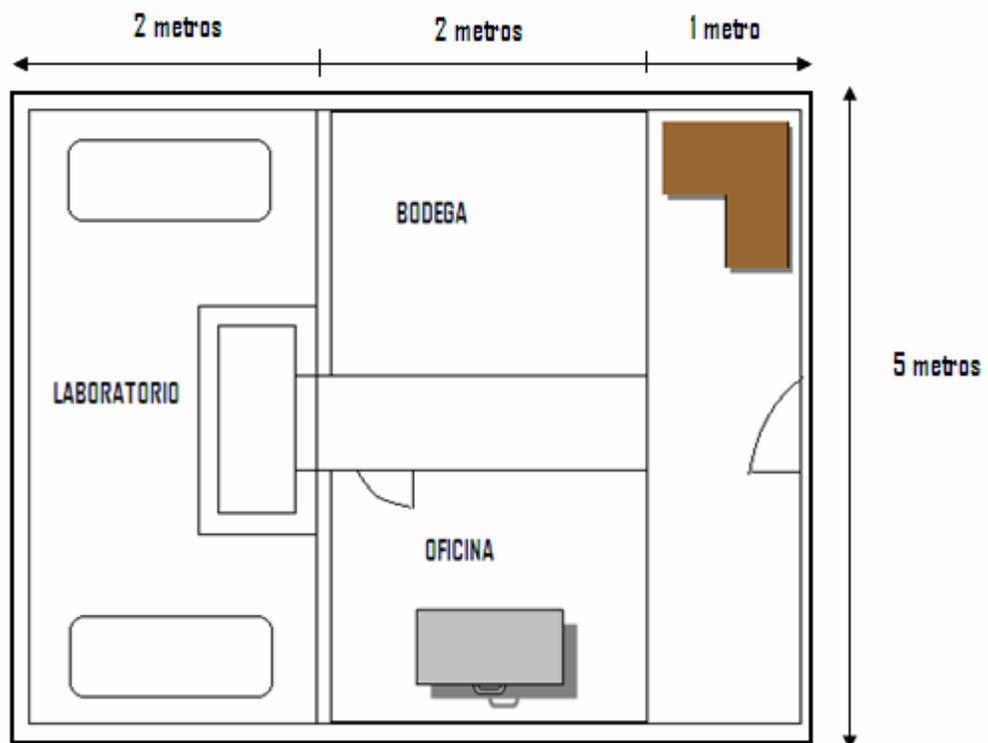
- ✓ Alta dirección: Se encarga de la estructura organizacional del laboratorio. Dirige las auditorias y el proceso de acreditación. Procura que el sistema de gestión de calidad funcione adecuadamente y realiza el proceso de introducir la labor del laboratorio en el mercado.
- ✓ Dirección del laboratorio y control de mediciones: Se encargara de implementar las políticas y procedimientos del laboratorio, supervisar los y dar visto bueno a los reportes de calibración, ejerce acciones preventivas y correctivas en sus actividades. Establece los métodos de prueba y calibración del laboratorio.
- ✓ Personal del laboratorio: Realizan las mediciones y calibraciones de acuerdo a los procedimientos ya establecidos. Procura el aseguramiento de la calidad de los resultados así como la trazabilidad en las mediciones.³

³ Información tomada de la norma ISO/IEC 17025

2.3 PLANO DE INSTALACIÓN FÍSICA E INFRAESTRUCTURA DEL LABORATORIO

A continuación se muestra el plano de la infraestructura física del laboratorio y sus áreas básicas, las cuales se describen posteriormente:

Figura 4. Plano del laboratorio



Recepción: En la infraestructura se encuentra a la entrada un área de recepción del cliente.

Oficina: Luego hacia el pasillo esta la oficina del metrologo quien ejerce la función de director del laboratorio, quien tiene su equipo en disposición para generar los reportes.

Bodega: En la bodega se mantienen en estantes clasificados los equipos que se van a calibrar y los que ya han sido evaluados y están listos para ser despachados al cliente de nuevo.

Laboratorio: Antes de entrar al laboratorio se estableció un espacio cerrado con dos puertas de entrada y salida el cual esta diseñado para hacer control de la temperatura externa y la temperatura interna del laboratorio. Y finalmente en el laboratorio es donde se realizan las pruebas de medición y calibración por el personal designado para realizar esta labor. Aquí tenemos el equipo patrón, mesas para pruebas y un computador con el software de calibración.

2.4 SERVICIOS E INCERTIDUMBRES

Para la realización de las pruebas es necesario disponer de las condiciones necesarias para no afectar las mediciones que se realicen en el laboratorio, por lo que se establecen algunas de las condiciones indispensables bajo las cuales debe estar el laboratorio y los equipos, durante la realización de los procedimientos internos.

Es importante tener en cuenta los siguientes parámetros establecidos:

2.4.1 Condiciones previas a la prueba

Equipo y materiales empleados:

Calibrador multifunción FLUKE 5500 A (Instrumento patrón), Cables conectores.

Condiciones de temperatura y humedad relativa. El laboratorio realiza calibraciones de instrumentos cuando la Humedad Relativa y Temperatura ambiente se encuentran en los siguientes rangos:

Humedad Relativa: 40% - 60%

Temperatura ambiente: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Preparación del patrón de medición FLUKE 5500 A.

El Calibrador debe calentarse al menos 30 minutos después de encenderse. Esto permite que los componentes internos se estabilicen.

Preparación del instrumento de medida.

- ✓ Para calibrar correctamente el instrumento de medida, este se debe ambientar por una hora con el objeto de que alcance las condiciones nominales de la prueba.
- ✓ Se recomienda la limpieza antes de la medición, ya que por suciedad se generan errores.
- ✓ Realizar conexiones pertinentes entre el instrumento de medida análogo y el instrumento patrón FLUKE 5500 A,

- ✓ Configurar las respectivas salidas de Voltaje DC/AC del instrumento patrón en forma ascendente de tal forma que las medidas del instrumento análogo sean del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% del rango. Al llegar a escala plena (100%), se deja midiendo por espacio de 15 minutos para luego realizar las lecturas en forma descendente
- ✓ Los valores del instrumento patrón observados se registran en un cuadro “Datos de Calibración del Instrumento de Medida”

Con el anterior documento de calibración el laboratorio asegura el empleo de procedimientos apropiados para la calibración. Deben crearse documentos de referencia e informes de resultados propios del laboratorio.

2.4.2 Servicios e incertidumbres

- ✓ **CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION DE TEMPERATURA**

Se calibraran termómetros de vidrio, termómetros bimetalicos, termocuplas, termoresistencias e indicadores eléctricos de temperatura.

La calibración de termómetros, termocuplas, termorresistencias e indicadores se realiza por puntos de temperatura que deben ser seleccionados por el cliente dependiendo del rango de utilización del instrumento. Es requisito la calibración en cero grados Celsius (0°C).

El cliente debe informar por escrito, en qué puntos necesita la calibración de los elementos de temperatura. Para la calibración de indicadores eléctricos de

temperatura es necesario remitir el catálogo o plano eléctrico respectivo conjuntamente con el instrumento.

✓ **CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION DE VARIABLES**

ELECTRICAS

Se realizaran calibraciones para equipos de medidas eléctricas incluyendo las siguientes variables: Voltaje AC, Voltaje DC, Corriente AC, Corriente DC, pinzas amperimétricas toroidales y no toroidales, medidores de frecuencia, Resistencia, Capacitancia, Potencia DC, Potencia AC, Frecuencia y Voltaje (osciloscopios análogos y digitales), indicadores de temperatura con termocuplas y RTDs.

Tabla 4. Especificación de servicios e incertidumbres

MAGNITUD	TIPO DE INSTRUMENTO A CALIBRAR Y RANGO DE MEDICION	INCERTIDUMBRE	INSTRUMENTOS DE MEDICION UTILIZADOS COMO PATRON
VOLTAJE DC	Instrumentos con función medidora de V DC Osciloscopios hasta dos canales, Resistencias 2T y 4T 0,1µV a 330mV	± 14ppm	CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	330 mV a 3,3V	± 7,5 ppm	
	3,3V a 33V	± 8,3 ppm	
	33V a 330V	± 12 ppm	
	330V a 1020V	± 13 ppm	
	Indicadores de Temperatura sin incluir transductor: Termocupla Tipo B: 600 °C a 1820 °C	0,34°C	
	Termocupla Tipo C: 0°C a 2316°C	0,29°C	
	Termocupla Tipo E: - 250°C a 1000°C	0,16°C	
	Termocupla Tipo J: - 210°C a 1200°C	0,16°C	

	Termocupla Tipo K: - 200°C a 1372°C	0,18°C	
	Termocupla Tipo L: - 200°C a 900°C	0,19°C	
	Termocupla Tipo N: - 200°C a 1300°C	0,20°C	
	Termocupla Tipo R: 0°C a 1767°C	0,37°C	
	Termocupla Tipo S: 0°C a 1767°C	0,41°C	
CORRIENTE DC	Medidores de corriente DC		CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	0mA a 3,29999mA	0.02%	
	0mA a 32,9999mA	0.01%	
	0mA a 329,999mA	0.01%	
	0mA a 2,19999A	0.04%	
	0A a 11A	0.07%	
	Pinzas Amperimetricas Toroidales		
	0A a 550A	0.30%	
Pinzas Amperimetricas NO Toroidales			
	0A a 550A	1.20%	
	Instrumentos con función medidora de V AC, Analizadores de redes, Osciloscopios hasta de dos canales, Analizadores de armónicos		
	1,0mV a 33mV (10Hz a 500kHz)	± 240ppm	
	33mV a 330mV (10Hz a 500kHz)	± 130ppm	
	0,33V a 3,3V (10Hz a 100kHz)	± 120ppm	
	3,3V a 33V (10Hz a 100kHz)	± 110ppm	
	33V a 330mV (10Hz a 100kHz)	± 120ppm	
	330V a 1020V (10Hz a 500kHz)	± 160ppm	
	Medidores de voltaje AC		
	1mV a 32,999mV (10Hz a 45Hz)	0.46%	
	1mV a 32,999mV (45Hz a 10kHz)	0.24%	
	1mV a 32,999mV (10kHz)	0.29%	

VOLTAJE AC	a 20kHz)		CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	1mV a 32,999mV (20kHz a 50kHz)	0.35%	
	1mV a 32,999mV (50kHz a 100kHz)	0.51%	
	1mV a 32,999mV (100kHz a 500kHz)	1.30%	
	33mV a 329,999mV (10Hz a 45Hz)	0.30%	
	33mV a 329,999mV (45Hz a 10kHz)	0.06%	
	33mV a 329,999mV (10kHz a 20kHz)	0.12%	
	33mV a 329,999mV (20kHz a 50kHz)	0.20%	
	33mV a 329,999mV (50kHz a 100kHz)	0.33%	
	33mV a 329,999mV (100kHz a 500kHz)	0.91%	
	0,33mV a 3,29999mV (10Hz a 45Hz)	0.18%	
	0,33mV a 3,29999mV (45Hz a 10kHz)	0.04%	
	0,33mV a 3,29999mV (10kHz a 20kHz)	0.09%	
	0,33mV a 3,29999mV (20kHz a 50kHz)	0.17%	
	0,33mV a 3,29999mV (50kHz a 100kHz)	0.33%	
	0,33mV a 3,29999mV (100kHz a 500kHz)	0.68%	
	3,3V a 32,9999V (10Hz a 45Hz)	0.18%	
	Osciloscopios Análogos y Digitales DeflexiónVertical: 1,8mVpp-105Vpp	0.29%	
	CORRIENTE AC	Instrumentos con función medidora de A AC, Analizadores de redes, Medidores de armónicos 0,029mA a 0,33mA (10Hz a 30kHz)	
0,33mA a 3,3mA (10Hz a 30kHz)		±0,066%	
3,3mA a 33mA (10Hz a 30kHz)		±0,032%	
33mA a 330mA (10Hz a 30kHz)		±0,032%	
0,33A a 3A (10Hz a 10kHz)		±0,031%	

	3A a 11A (45Hz a 5kHz)	±0,053%	
	11A a 20,5A (45Hz a 5kHz)	±0,097%	
	Pinza función de medición de A AC 20,5A a 1000A (45Hz a 5kHz)	±0,097%	
POTENCIA DC	Medidores de Potencia 0mA a 11A; 0V a 1020V	0.01%	CALIBRADOR MULTIFUNCION
	Vatímetros DC, analizadores de redes 10,9µW a 20,5kW	±0,016%	FLUKE 5500A
POTENCIA AC	Medidores de Potencia 0mA a 11A; 0V a 32,9999V (10Hz a 65Hz) Factor de potencia = 1	0.12%	CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	0mA a 11A; 0V a 32,9999V (10Hz a 65Hz) Factor de potencia = 1	0.11%	
	0mA a 11A; 0V a 32,9999V (10Hz a 65Hz) Factor de potencia = 1	0.12%	
	0mA a 11A; 0V a 32,9999V (10Hz a 65Hz) Factor de potencia = 1	0.14%	
	Vatímetros Monofásicos AC, Analizadores de redes, Analizadores de armónicos, Factor de Potencia = 1 10,9µW a 20,5kW (45Hz a 65Hz)	±0,055%	
FRECUENCIA	Medidores de frecuencia 0,01Hz a 119,99Hz	0.00%	CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	120Hz a 1199,99Hz	0.00%	
	1200Hz a 9,999Hz	0.00%	
	10kHz a 11,99kHz	0.00%	
	12kHz a 119,99kHz	0.00%	
	120kHz a 1199,9kHz	0.00%	
	1200MHz a 2000MHz	0.00%	
	Osciloscopios Análogos y Digitales Deflexión Horizontal : 300MHz	0.00%	

RESISTENCIA ELECTRICA	Ohmetros Instrumentos con función medidora de resistencia y temperatura RTD (ITS 90) Puentes RLC		CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	0Ω a 11Ω	± 98ppm	
	11Ω a 33Ω	± 55ppm	
	33Ω a 110Ω	± 27ppm	
	110Ω a 330Ω	± 22ppm	
	330 Ω a 1,1kΩ	± 19ppm	
	1,1kΩ a 3,3 kΩ	± 22ppm	
	3,3kΩ a 11 kΩ	± 19ppm	
	11kΩ a 33 kΩ	± 22ppm	
	33kΩ a 110 kΩ	± 19ppm	
	110kΩ a 330 kΩ	± 24ppm	
	330kΩ a 1,1 MΩ	± 21ppm	
	1,1MΩ a 3,3 MΩ	± 38ppm	
	3,3MΩ a 11 MΩ	± 89ppm	
	11MΩ a 33 MΩ	± 220ppm	
	33MΩ a 110 MΩ	± 330ppm	
	110MΩ a 330 MΩ	± 2200ppm	
	330MΩ a 1100 MΩ	± 9700ppm	
	Resistencia de 2T, 4T, Décadas de resistencias, Instrumentos con función simuladora de resistencia electrica		
	0Ω a 10Ω	± 23ppm	
10Ω a 100Ω	± 17ppm		
1kΩ a 100kΩ	± 9,8%		
0,1MΩ a 10MΩ	± 16ppm		
10MΩ a 100MΩ	± 590ppm		
0,1GΩ a 10GΩ	± 0,58%		
CAPACITANCIA	Instrumentos con función medidora de Capacitancia, Puentes RLC		CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	0,19nF a 0,4nF	± 2,3%	
	0,4nF a 1,1nF	± 1,0%	
	1,1nF a 3,3nF	± 0,53%	
	3,3nF a 11nF	± 0,22%	
	11nF a 33nF	± 0,39%	
	33nF a 11μF	± 0,22%	
	11μF a 33μF	± 0,31%	

	33μF a 11mF	± 0,34%	
	11mF a 33mF	±0,62%	
	33mF a 110mF	±0,85%	
TEMPERATURA	Termómetro de vidrio Termopar RTD -80°C a 0°C	±0,013°C	CALIBRADOR MULTIFUNCION FLUKE 5500A
	Termómetro de vidrio Termopar RTD 0°C a 80°C	±0,012°C	
	Termómetro de vidrio Termopar RTD 80°C a 250°C	±0,012°C	
	Termómetro de vidrio Termopar RTD 250°C a 450°C	±0,385°C	
	Indicadores Transmisores y Controladores de Temperatura -196°C a 1600°C	±0,08mA ±0,1°C	
	Termómetros Bimetálicos y/o conjunto indicador sensor Pt 100 de inmersión en el rango de -20°C a 140°C	±0,32°C	
	Termómetros Bimetálicos y/o conjunto indicador sensor Pt 100 de inmersión en el rango de 100°C a 280°C	±0,38°C	
	Indicadores de Temperatura, Calibradores de proceso Medidores de temperatura (No incluye Transductor) Termocupla Tipo B de 600°C a 1820°C	±0,20°C	
	Termocupla Tipo C: 0°C a 2316°C	±0,15°C	
	Termocupla Tipo E: - 250°C a 1000°C	±0,078°C	
	Termocupla Tipo J: - 210°C a 1200°C	±0,078°C	
	Termocupla Tipo K: - 200°C a 1372°C	±0,094°C	
	Termocupla Tipo L: - 200°C a 900°C	±0,13°C	
	Termocupla Tipo N: - 200°C a 1300°C	±0,11°C	

Termocupla Tipo R: 0°C a 1767°C	±0,20°C
Termocupla Tipo S: 0°C a 1767°C	±0,22°C
Termocupla Tipo T: -250°C a 400°C	±0,078°C
Termocupla Tipo U: -200°C a 600°C	±0,21°C
Indicadores de Temperatura, Calibradores de proceso Medidores de temperatura (No incluye Transductor)	
RTD Tipo Pt.385 100 ohm de -200 °C a 800°C	±0,031°C
RTD Tipo Pt.3926 100 ohm de -200°C a 630°C	±0,031°C
RTD Tipo Pt.3916 100 ohm de -200°C a 630°C	±0,031°C
RTD Tipo Pt.385 200 ohm de -200°C a 630°C	±0,023°C
RTD Tipo Pt.385 500 ohm de -200°C a 630°C	±0,023°C
RTD Tipo Pt.385 1000 ohm de -200°C a 630°C	±0,023°C

CAPITULO 3

PROCEDIMIENTO DE SELECCION DE EQUIPO PATRON Y PROPUESTA ECONOMICA

3.1 ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO

3.2 SELECCION DEL EQUIPO PATRON

3.3 PROPUESTA ECONOMICA



3.1 PROCEDIMIENTOS SELECCION DE EQUIPOS

Es importante tener en cuenta muchos criterios de selección a la hora de escoger los equipos a utilizar para las pruebas del laboratorio, por tanto es necesario tener en cuenta el procedimiento presentado en los siguientes ítems.

3.1.1 Selección de equipos

Hoy en día disponemos de equipos cada vez más sofisticados, capaces de medir con una precisión mayor y en los que cada vez, se hace menos necesaria la intervención del ser humano en el proceso de medida.

En la amplia gama de marcas de calibradores para las diversas variables tratamos de hacer una comparación entre las que se nos ofrecen en Colombia a través de los proveedores mayoristas del país teniendo en cuenta que la demanda de clientes que buscan la acreditación para sus laboratorios es cada vez mayor y para llegar a conseguirlo necesitamos que en nuestras operaciones se satisfaga la trazabilidad y todos los requerimientos que la norma ISO/IEC 17025 y la Circular Única de la SIC nos propone ya que a través de ella garantizamos que un laboratorio funciona bajo los parámetros estándares y esta calificado para realizar las calibraciones predeterminadas.

Calibrar no es más que el proceso en el que se comparan los valores que obtenemos de un instrumento de medida y los obtenidos en las mismas

condiciones por un instrumento de referencia o patrón, con el objetivo de determinar ese intervalo de incertidumbre.

El intervalo más utilizado es el correspondiente al 95%, lo que quiere decir que si efectuáramos un total de 100 medidas en las mismas condiciones de la misma magnitud, en 95 de ellas estaríamos dentro del intervalo estimado.

Por lo cual se hace necesario analizar las variables que afectan la magnitud de medida que estamos tratando de estimar y definir las física y matemáticamente, para poder diseñar la forma en que comprobaremos el grado de influencia que tienen sobre el valor medido esta la función del laboratorio de calibración, y que el metrologo usara para determinar cómo afectan esas variables a nuestro instrumento de medida y con estos datos estimaremos la diferencia que hay entre las medidas obtenidas por el instrumento a calibrar y las dadas por el instrumento de referencia, el error.

Cualquier equipo de medida puede ser empleado como equipo patrón y emplearse para la calibración de otros, sólo debe cumplirse una condición: el equipo debe haber sido calibrado por otro que haya permitido la identificación del error que presenta al medir y el intervalo de incertidumbre en el que se encuentran sus medidas. Y como para considerar al equipo que sirve de referencia se le exige haber sido calibrado por otro también calibrado, se establece una cadena de calibraciones entre equipos que sólo se detiene en el momento en que se llega al patrón primario de la variable que tratamos de medir, siendo patrón primario aquel que se toma como referencia para la determinación de los valores medidos por una magnitud física. Por tanto, estamos dándole trazabilidad al equipo calibrado y,

a la vez, lo hemos convertido en equipo patrón de cualquier otro equipo al que éste calibre.

Esta cadena termina sobre un patrón nacional o internacional. Por eso definimos:

- ✓ Patrón primario: aquella realización de la unidad del Sistema Internacional de acuerdo con su definición.
- ✓ Patrón de referencia: el que se emplea como último término de comparación en un ámbito dado, sea éste una industria dada, un hospital o un laboratorio.
- ✓ Patrón de transferencia: el que sirve para comparar entre sí diferentes sistemas de medida que no pueden ser transportados para situarlos en un mismo ámbito y hacer la comparación directamente.
- ✓ Patrón de trabajo: el que se usa de forma habitual para calibrar patrones e instrumentos de medida, por ejemplo, dentro de una planta de una industria.⁴

Los equipos de medida se encargan de realizar mediciones sobre las variables involucradas en los procesos industriales. A partir de ellos, se observa y se controla el proceso. Dichas mediciones deben ser fiables, seguras y de gran exactitud, y en general permitir la visualización continua del proceso.

⁴ Tomado de la página web:
http://www.acapomil.cl/investigacion/boletines/boletin_2000/Proyectos_Armamento

La elección más adecuada del equipo de medida para una aplicación industrial se debe realizar al comparar las características que proporciona el fabricante para cada equipo. Es de gran importancia saber en cada aplicación qué necesidades de medida son requeridas, y por tanto, realizar una elección que las cumpla, pero sin excederlas.

Por una parte, se tienen aquellas características que definen el equipo de medida y su aplicación:

- ✓ **Rango de medida:** define los valores mínimo y máximo de lectura para los cuales el equipo ha sido diseñado.
- ✓ **Alcance:** es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de la variable de entrada del instrumento de medida.
- ✓ **Sensibilidad de la medida:** mide la pendiente o derivada de la recta que relaciona el mensurando con la medida. Junto a éstas, se tienen aquéllas que determinan la capacidad de medida del equipo, y que deben ser decisivas a la hora de realizar la elección del equipo. Entre otras cabe destacar:
 - ✓ **Exactitud:** es la capacidad de un equipo de medida de dar indicaciones que se aproximen al verdadero valor de la magnitud medida.
 - ✓ **Fidelidad:** es la cualidad que caracteriza la capacidad del instrumento de medida para dar el mismo valor de magnitud al medir varias veces en unas mismas condiciones. Ligada a ésta, se deben definir los conceptos de:
 - Repetibilidad
 - Reproducibilidad

- ✓ **Desplazamiento:** se produce cuando existe un error constante sobre todo el rango de medida.
- ✓ **Linealidad:** indica el grado de proporcionalidad entre la magnitud física y la medida.
- ✓ **Sensibilidad ante perturbaciones:** mide la variación máxima de la medida en relación con una variación unitaria de una condición ambiental.
- ✓ **Histéresis:** es la propiedad presente en algunos instrumentos de medida que provoca que la curva de medida difiera según las lecturas se hagan de forma ascendente o en sentido descendente.
- ✓ **Zona muerta:** se define como el rango de entrada para el cual no se obtiene lectura en la salida.
- ✓ **Umbral:** es el nivel mínimo necesario para que cuando la entrada del instrumento aumente de forma progresiva desde cero, tenga lugar a la salida un cambio suficientemente grande como para ser detectado.
- ✓ **Resolución:** es el nivel mínimo de cambio en la entrada para que produzca un cambio observable en la salida.

Por último, es necesario hacer distinción entre los errores de un equipo de medida de naturaleza aleatoria, que precisan de un tratamiento estadístico, y que difícilmente pueden ser atenuados, y los errores de tipo sistemático, que normalmente son causados por una fuente que puede ser fácilmente detectada, y permiten su corrección o reducción por un procedimiento de ajuste.

3.1.2 Adquisición de equipos

El laboratorio debe disponer de política y procedimiento para la selección y adquisición de los equipos de medición, que incluya:

- ✓ Especificación de las características necesarias, de acuerdo con los requisitos de tolerancias e incertidumbres.
- ✓ Selección y evaluación de los proveedores. El laboratorio debe evaluar a los proveedores y mantener un registro de estas evaluaciones. Es recomendable, siempre que sea posible, seleccionar los suministradores que cumplen con la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025 o que tienen implantado un sistema de calidad acorde, por ejemplo, con las normas ISO 9000.
- ✓ Requisitos solicitados al proveedor, tales como: documentación, certificado de calibración o verificación, período de garantía, período de entrega, etc. En la adquisición de los equipos nuevos el laboratorio debería exigirse, a los fabricantes o distribuidores, la disponibilidad del Manual de Instrucciones del equipo en español.
- ✓ Análisis de las ofertas frente a las especificaciones y selección de los equipos. Todas las actividades, relacionadas con la compra de los equipos y materiales, conviene documentarlas y archivarlas.

3.1.3 Recepción de equipos

Cuando el laboratorio recibe el equipo debe verificar que corresponde con las características y especificaciones del pedido va acompañado de la documentación adecuada y completa

El laboratorio debe tener establecido un procedimiento que asegure que los equipos recibidos no serán utilizados o puestos en servicio hasta que:

- ✓ Se verifique que no han sufrido ningún daño y funcionan correctamente,
- ✓ Hayan sido calibrados o verificados, cuando se considere necesario, de que cumplen las especificaciones requeridas, debiendo mantenerse un registro de las medidas adoptadas para comprobarlo.

Los equipos recibidos, cuando ya están disponibles o instalados para realizar la función para la cual han sido adquiridos, deben darse de alta, codificarse y etiquetarse, y ser incluidos en el inventario de los equipos disponibles del laboratorio.

3.1.4 Inventario y codificación de equipos

El inventario o listado (o base de datos) de los equipos de medición disponibles debe incluir, los equipos utilizados para realizar ensayos y/o calibraciones que tengan una relación directa con los resultados, además los equipos auxiliares que requieren de algún tipo de control, mantenimiento, verificación o calibración.

En el inventario debería constar la fecha de su elaboración, el código del equipo, la denominación del equipo, la marca, el modelo, el n°- de serie, y la fecha de alta.

El código del laboratorio debe identificar al equipo de forma unívoca y permitir relacionarlo con la documentación que se va generando (etiquetas, ficha/registro, procedimientos de funcionamiento, de mantenimiento y calibración, registros de datos, certificados de calibración, diarios de uso, etc.) y con su historial a lo largo de los años (averías, sustituciones, modificaciones, etc.).

El laboratorio debe mantener actualizado el inventario de los equipos disponibles, para ello será necesario establecer un procedimiento del control y/o comunicación (por ejemplo, mediante impresos) de las altas, bajas o traslados que se produzcan a lo largo del tiempo.

3.1.5 Etiqueta de identificación

Los equipos de medición dispondrán de una etiqueta de identificación o sistema de identificación, que incluya:

- ✓ Código
- ✓ Equipo (denominación)
- ✓ Número de serie
- ✓ Fecha de alta

Esta etiqueta de identificación debe ser de un material resistente para evitar que se deteriore y debe colocarse en un lugar del equipo bien visible.

3.1.6 Registro de equipos

El personal encargado del laboratorio debe elaborar, y tener actualizadas, las fichas/registro de los equipos que figuran en el inventario y de los elementos o módulos del equipo que puedan influir en los ensayos y/o calibraciones que se realizan. En estas fichas/registro deberían constar al menos los datos siguientes:

- a.** Código del equipo (el que figura en el inventario o etiqueta de identificación).
- b.** Denominación: nombre del equipo.
- c.** Marca, modelo y número de serie.
- d.** Nombre del fabricante.
- e.** Distribuidor/Suministrador.
- f.** Fecha de compra (precio).
- g.** Fecha de recepción: fecha, visto bueno, comprobación especificaciones de compra.
- h.** Fecha puesta en servicio: fecha de disponibilidad del equipo para realizar su función, previa instalación y calibración o verificación de que cumple especificaciones (sí procede).
- i.** Estado del equipo: cuando fue incorporado (por ejemplo, nuevo, usado, etc.).

- j. Ubicación habitual: laboratorio o área.
- k. Puesta en marcha y funcionamiento: manuales o instrucciones del fabricante, Procedimientos Normalizados de Trabajo (PNT) de puesta en marcha y funcionamiento, diarios de uso (si dispone), etc.
- l. Mantenimiento y calibración o verificación: referencias del plan de calibración o verificación interna y/o externa, del contrato de mantenimiento preventivo y/o correctivo, de los informes y certificados de calibración o verificación, de las normas internas, de los registros de datos, etc.
- m. Historial del equipo: registro de incidencias importantes (daños, averías, modificaciones o reparaciones, sustituciones, etc.).

3.1.7 Procedimientos de puesta en marcha

Para la puesta en marcha de los equipos se debe incluir una descripción del equipo, y las instrucciones para su funcionamiento, la incorporación de algún dibujo, esquema o fotografía del equipo, facilita la localización de los componentes, mandos o botones de control, y la redacción y aplicación de las instrucciones de puesta en marcha y utilización. Siempre que el equipo necesite disponer de un periodo de calentamiento o estabilización previo, debe especificarse.

Normalmente es suficiente indicar de forma precisa y clara los pasos necesarios para su puesta en marcha y manipulación, aunque sí puede ser conveniente, en algunos casos, citar apartados o páginas del manual para consultar o resolver

situaciones específicas. Los manuales o instrucciones de los equipos deben estar disponibles en español.

Los equipos de medida que generan datos significativos en los procedimientos analíticos deberían disponer de un diario de uso (por ejemplo, una libreta normalizada y registrada) para poder anotar la utilización del equipo a lo largo del tiempo (por ejemplo, fecha, usuario, y objeto de la utilización) y posibilitar la reconstrucción de los análisis siempre que fuera necesario.

3.1.7.1 Planes de mantenimiento y calibración o verificación

Se debe implementar un "Plan de mantenimiento y calibración o verificación" de los equipos como parte fundamental del sistema de calidad. Las operaciones a realizar con los equipos pueden ser de mantenimiento preventivo y/o de calibración o verificación.

Una calibración, verificación o mantenimiento es interna cuando las operaciones son llevadas a cabo por el propio laboratorio, y externa cuando son llevadas a cabo por un servicio externo contratado.

Estas operaciones de verificación deben proporcionar un medio para comprobar o acreditar que el equipo o el sistema de medida funcionan correctamente y que cumple con las especificaciones, del fabricante, o de una norma o reglamento.

El plan de mantenimiento debe cubrir todos los equipos y definir las actividades a realizar y su periodicidad. Las actividades deben prevenir, corregir, fallos, deterioros o un mal funcionamiento de los equipos. Este plan debe incluir tanto el mantenimiento interno del propio laboratorio, como el externo (servicio externo de mantenimiento preventivo, en los casos que sea necesario o posible).

Las operaciones de mantenimiento que se efectúen de un equipo como limpieza, revisiones, comprobaciones, reposiciones de material fungible, etc. deben anotarse en un diario o ficha/registro de mantenimiento diseñado para esta finalidad.

3.1.7.2 Plan de calibración o verificación

Los laboratorios deben implantar un "Plan de calibración o verificación" de sus equipos que asegure la fiabilidad de los mismos con un grado de incertidumbre apropiado al rigor que la medición requiera.

Este plan debe tener definido:

- **Equipos a calibrar/verificar**

Los equipos que tengan una influencia directa o indirecta en los resultados de los análisis deben estar sujetos al plan de calibración o verificación.

Conviene diferenciar las calibraciones o verificaciones, periódicas o programadas, incluidas dentro del plan general de calibraciones.

- **Quién realiza las calibraciones/verificaciones**

Cada laboratorio debe establecer qué equipos son de calibración o verificación interna (operaciones llevadas a cabo por personal del propio laboratorio) y que equipos son de calibración o verificación externa (operaciones efectuadas por personal externo, de otros laboratorios o centros acreditados).

- **Periodicidad**

Es necesario establecer la periodicidad de las calibraciones o verificaciones de los equipos, que podrá establecerse en función de: trascendencia de los resultados, grado de utilización del equipo, resultados de las calibraciones o verificaciones previas, recomendaciones de la información técnica disponible o publicada, etc.

- **Procedimiento**

El procedimiento de calibración o verificación interna para cada uno de los parámetros a calibrar u operaciones a verificar, debe describirse de forma detallada.

Los equipos auxiliares, generalmente, se mantendrán únicamente con limpiezas periódicas y con controles de seguridad.

- **Resultados de las calibraciones/verificaciones**

Las calibraciones o verificaciones de los equipos efectuadas deben quedar documentadas. Los datos y registros deben archivar de forma que posibilite, siempre que sea necesario, realizar la reconstrucción de los cálculos. Es recomendable incluir gráficos, líneas de ajuste, resultados pruebas realizados o parámetros obtenidos, etc. Después de cada calibración de un equipo de medida directa debe emitirse un certificado de calibración en el que figure, como mínimo:

- ✓ Identificación del equipo calibrado (código, denominación, nº de serie)
- ✓ Referencia del certificado de calibración
- ✓ Fecha de calibración
- ✓ Procedimiento de calibración
- ✓ Patrones de calibración o materiales de referencia
- ✓ Condiciones ambientales
- ✓ Resultados e incertidumbres
- ✓ Persona que efectuó la calibración y firma

Los certificados de calibración externa de patrones o equipos deben ser emitidos por laboratorios de calibración, preferentemente acreditados, que aseguren la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales

reconocidos e incluyan información sobre las medidas realizadas y las incertidumbres asociadas.

Cuando se trate de verificaciones o comprobaciones de un equipo el certificado de verificación tendrá características similares al de calibración y deberá servir para acreditar que el equipo o el sistema de medida funcionan correctamente y que cumple especificaciones.

- **Etiqueta de calibración o verificación**

Los equipos integrados dentro del plan de calibración o verificación deben disponer de una que contenga:

- ✓ Identificación del equipo (código, denominación, modelo y nº de serie)
- ✓ Fecha de la calibración/verificación
- ✓ Fecha próxima calibración/verificación
- ✓ Referencia de la calibración/verificación

- **Falla de los equipos**

Cualquier equipo de medición que como consecuencia de los resultados defectuosos en las operaciones de calibración, verificación o mantenimiento, o bien por causa de una avería, sobrecarga o manipulación incorrecta sea puesto fuera de servicio, debe retirarse a un lugar específico

y/o señalizarse claramente mediante un cartel, o etiqueta, preferentemente de color rojo, con el aviso de "FUERA DE USO" que indique código, denominación equipo, fecha y motivo de su retirada. Este cartel debe mantenerse hasta que el equipo ha sido reparado y reconocido como apto para realizar su función satisfactoriamente, mediante una calibración, verificación o ensayo.

El laboratorio debe examinar los efectos que la anterior circunstancia hubiera podido tener sobre los análisis o calibraciones realizados en aquellas condiciones.

3.2 SELECCION DEL EQUIPO PATRON DEL LABORATORIO

La evaluación técnica durante la acreditación implica una revisión de los procesos de calibración, trazabilidad, análisis de incertidumbres, resultados actuales y control de procesos estadísticos: En Colombia el 90% de los laboratorios acreditados utilizan el equipo FLUKE 5500A MULTI-PRODUCT CALIBRATOR, además, por sus ventajas en la generación y presentación de resultados y reportes decidimos escoger y el software de calibración MET/CAL:

Este calibrador calibra multímetros digitales y análogos, los termómetros (termopar y RTD), potenciómetros, dattalogres, panels meters, analizadores de armónicos de energía y muchas otras herramientas similares de la medida.

El 5500A ofrece varias opciones de calibración, tales como:

- ✓ Su compatibilidad con software de calibración MET/CAL® que ayuda a automatizar la calibración, recoge y proporciona resultados óptimos.
- ✓ Posee accesorios que permiten conectar cualquier instrumento dándonos a su vez datos de humedad relativa, temperatura y presión a la cual se encuentra el instrumento al momento de ser almacenado y transportado.

Con respecto al software de calibración sus principales características se basan en la interpretación y generación de resultados precisos. Este software permite:

- ✓ Medir, crear y editar los documentos de calibración, es decir configura los reportes de los parámetros de las medidas de incertidumbres e incluye datos de verificación para proveer el mejor análisis de resultados.
- ✓ Llevar la historia de calibración y el estado de los equipos calibrados, trazabilidad, usuarios, clientes y tiene la opción de acceder a proveedores desde Internet.
- ✓ Analizar la información, generando los reportes e imprimiendo los certificados de calibración

3.3 PROPUESTA ECONOMICA

A continuación se muestra la inversión inicial del laboratorio, en la cual se incluye el equipo patrón para realizar las calibraciones, el software de generación de reportes con su licencia y accesorios, además se realiza una lista de los elementos básicos para el funcionamiento del laboratorio.

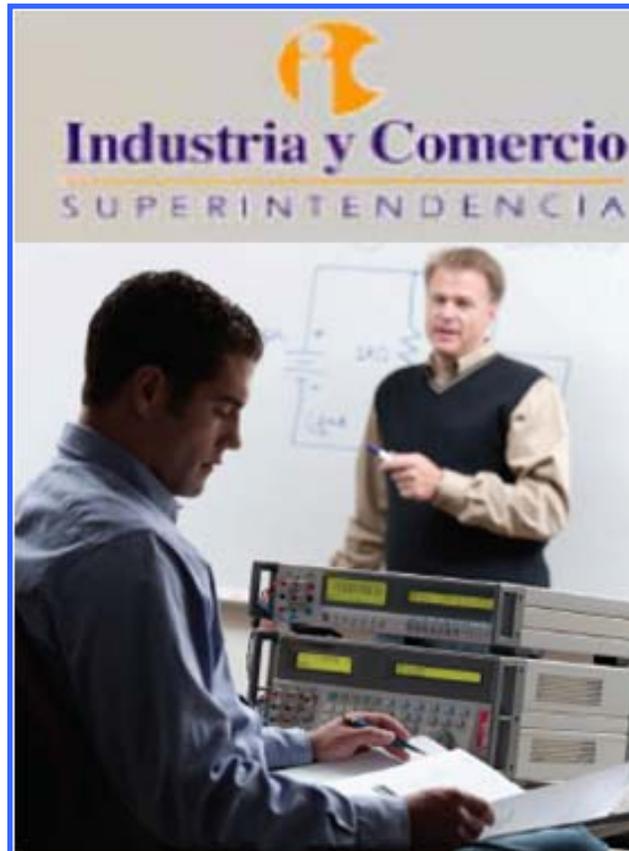
Tabla 5. Propuesta económica

Item	Cant.	Identificacion	Descripción	V/r Unit.	V/r Total	IVA (16%)	
		EQUIPO PATRON					
1	1	FLUKE-5500A/300	Calibrador Patrón Fluke 5500A/300.	\$ 86.363.520	\$ 86.363.520	\$ 13.818.163,2	
2	1	5500A/COIL	50 TURN CURRENT COIL	\$ 3.191.760	\$ 3.191.760	\$ 510.681.6	
		SOFTWARE					
3	1	MET/BASE-7	FLUKE METROLOGY SOFTWARE	\$ 18.176.400	\$ 18.176.400	\$ 2.908.224	
4	1	MET/CAL-L	CALIBRATION SOFTWARE USER LICENSE	\$ 13.644.000	\$ 13.644.000	\$ 2.183.040	
5	1	MET/TRACK-L	METROLOGY PROP MGMNT SW USER LICENSE	\$ 4.536.000	\$ 4.536.000	\$ 725.600	
		OTROS					
6	1	Serie 337	Multimetro Fluke	\$ 847.900	\$ 847.900	\$ 135.677	
7	1	Serie 179	Pinza amperimetrica Fluke	\$ 1.106.100	\$ 1.106.100	\$ 176.980	
8	1	Serie 971	Higrometro	\$ 654.850	\$ 654.850	\$ 104.780	
9	1		UPS	\$ 500.000	\$ 500.000		
10	1	Dell	Computador	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000		
11	1	HP	Impresora	\$ 350.000	\$ 350.000		
12	1		Sistema Aire acondicionado	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000		
13	1		Instalación eléctrica	\$ 600.000	\$ 600.000		
14	1		Estructura física área 25mt2	\$ 25.000.000	\$ 25.000.000		
15	1		4 Sillas	\$ 25.000	\$ 100.000		
16	1		2 mesas grandes	\$ 60.000	\$ 120.000		
17	1		1 mesa para computador	\$ 150.000	\$ 150.000		
18	1		4 estantes	\$ 80.000	\$ 320.000		
19	1		Mueble pequeño	\$ 125.000	\$ 125.000		
					Sub-Total	\$156.225.530	
					IVA	\$24.996.085	
					TOTAL	\$181.221.615	

CAPITULO 4

REQUISITOS PARA LA ACREDITACION Y NORMATIVIDAD

4.1 REQUISITOS



La acreditación es el procedimiento mediante el cual un organismo autorizado reconoce formalmente que una organización es competente para la realización de una determinada actividad de evaluación de la conformidad, es decir, no es más que el instrumento para asegurar la confianza sobre los métodos mencionados.

Dentro de los aspectos que se deben tener en cuenta en el montaje de un laboratorio de calibración es el cumplimiento del Sistema de Calidad. Los servicios de calibración, trazables a patrones nacionales o internacionales, son la única manera para asegurar que las mediciones requeridas en el proceso son correctas, documentadas y en cumplimiento con las normas y recomendaciones nacionales e internacionales del sistema de calidad. Para que un laboratorio de calibración logre pertenecer al Sistema Nacional de Normalización Certificación y Metrología (SNNCM) debe someterse voluntariamente a un proceso de acreditación ante la Superintendencia de Industria y Comercio SIC. La acreditación reconoce la competencia técnica y la idoneidad de organismos de certificación e inspección, laboratorios de ensayo y laboratorios de metrología para que lleven a cabo las actividades a las que se refiere el decreto 2269 de 1993 y reglamentadas en la NTCISO- 17025.

La acreditación posee muchos beneficios para las entidades implicadas:

Para el Gobierno: Pone a su disposición un conjunto de evaluadores de la conformidad independiente y técnicamente competente. Pone a disposición de las diferentes entidades de vigilancia y control un proceso de evaluación único,

transparente y reproducible, con lo que se evita la utilización de recursos propios; se elimina los costos de reinventar.

Refuerza la confianza del público en los servicios básicos (laboratorios de salud pública, seguridad de alimentos).

Para los Evaluadores: En algunos sectores es un requisito imprescindible para poder trabajar. Para determinadas actividades, es un requisito para poder garantizar de integridad y competencia, aumentando así las oportunidades comerciales de los evaluadores. Proporciona al evaluador la posibilidad de vender un servicio reconocido internacionalmente.

Para los Clientes de los evaluadores: Posibilita la toma de decisiones informadas, disminuyendo el riesgo de tomar decisiones basadas en una evaluación incorrecta, o ver rechazado su producto por el comprador que no acepta evaluaciones no acreditadas.

Para el Consumidor final: Inspira confianza en el proveedor al garantizar que el producto ha sido evaluado por un organismo independiente y competente. Aumenta la libertad de elección y fomenta un mercado libre, pero fiable.

4.1 REQUISITOS

Habiendo instalado el laboratorio se procede a pedir la respectiva acreditación a la SIC para lo hacemos uso de las siguientes normas:

4.1.1 ISO IEC 17025

Este estándar internacional adoptado por nuestro país bajo el nombre de ISO IEC 17025, es una serie de la implementación del laboratorio de calibración, la cual plantea algunos requisitos generales.

4.1.1.1 Requisitos generales

Un laboratorio de metrología debe tener los documentos pertinentes para realizar calibraciones de instrumentos de medida, lo anterior con el fin de cumplir con los numerales: *5.4 Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos* y *5.10 Reporte de resultados*, establecidos en la norma técnica NTC-ISO-IEC 17025, “*REQUISITOS GENERALES DE COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE CALIBRACION*”. Lo anterior se cumple, mediante el empleo de los siguientes documentos: Procedimientos, Instructivos de trabajo, documentos técnicos y formatos.⁵

En el Apartado 4.3.1 se plantea que el laboratorio deberá establecer y mantener procedimientos para controlar todos los documentos (internamente generados o de fuentes externas) que forman parte de su sistema de calidad, tales como regulaciones, estándares, otros documentos normativos, pruebas y/o métodos de calibración, también ilustraciones, especificaciones, especificaciones y manuales.

⁵ Remítase al documento: Norma técnica NTC-ISO-IEC 17025, “REQUISITOS GENERALES DE COMPETENCIA DE LABORATORIOS DE CALIBRACION”.

Todos los documentos disponibles para el personal del laboratorio como parte del sistema de calidad deberán ser revisados y aprobados para el uso, por personal autorizado antes de ponerse a disposición.

La norma también entrega argumentos acerca de la administración de datos e información del laboratorio. Las bases de datos son programas especializados en estas tareas, son confiables y seguros, además son flexibles con el manejo de la información. Es conveniente construir aplicaciones interrelacionadas con bases de datos. Se pueden obtener informes finales que cumplan cabalmente la norma y los procedimientos internos del laboratorio. La norma entre otras cosas establece que al menos los reportes deben presentar los siguientes ítems:

- ✓ Título
- ✓ Nombre y dirección del laboratorio
- ✓ Número único perteneciente al reporte
- ✓ Nombre y dirección del cliente
- ✓ Identificación del método utilizado
- ✓ Descripción de las características examinadas del instrumento bajo prueba
- ✓ Fecha de recepción y calibración del instrumento.
- ✓ Reseña del plan de muestreo hecho al aparato y otra información relevante del proceso de calibración con el fin de dar sustento a la prueba.
- ✓ Nombres, funciones y firmas de las personas que autorizan el reporte o certificado de calibración.
- ✓ Condiciones ambientales

- ✓ La incertidumbre en las medidas realizadas
- ✓ Evidencia que las mediciones son trazables

Algunos requisitos aplican en cualquier tipo de laboratorios, independientemente del tipo de servicio (ensayo/calibración), del nivel organizacional (independientes o parte de otra organización), tamaño (micro, pequeña, mediana o grande), y origen de recursos (públicos o privados). No hay exclusiones para estos requisitos, los cuales deben ser cubiertos por todos los laboratorios. Ejemplos de estos requisitos:

- ✓ Contar con una política de calidad;
- ✓ Definir los objetivos de Calidad;
- ✓ Procedimientos para el control de documentos.

Algunos requisitos son optativos, es decir se tendrán en cuenta dependiendo de su naturaleza. Ejemplos de estos requisitos:

- ✓ Criterios de control de condiciones ambientales (existen laboratorios para servicios en campo y tales condiciones no pueden ser controladas por este tipo de laboratorios)
- ✓ Subcontratación de Calibraciones.

Para la organización del laboratorio nos remitimos al apartado 4.1.2 el cual manifiesta que es responsabilidad del laboratorio llevar sus actividades de calibración de tal manera que cumpla con los requerimientos de las normas

estándares internacionales y que satisfaga las necesidades del cliente, las autoridades regulatorias y el reconocimiento de las organizaciones

PERSONAL

Para la elección del personal establece el apartado 5.2.1 que la administración del laboratorio debe asegurar la competencia de los operarios quienes deben operar los equipos, interpretar las calibraciones, evaluar resultados, y firmar los reportes de calibración. El personal debe estar calificado con la educación básica, formación y experiencia demostrada” Nota 1: En algunas áreas técnicas se requiere personal con certificación en el área respectiva. El laboratorio es responsable de especificar los requerimientos ya sea teniendo en cuenta el área en el cual se va a desarrollar o los requerimientos del cliente.

Según el apartado 4.1.5 el laboratorio debe tener personal técnico con la autoridad de llevar a cabo sus obligaciones e identificar los acontecimientos en contra del sistema de calidad o de los procedimientos para llevar a cabo las calibraciones e iniciar acciones de prevención

CONDICIONES AMBIENTALES

Un laboratorio suele tener áreas de y áreas auxiliares recepción, pasillos, oficinas de administración, bodega. En general, existen requisitos ambientales específicos para las áreas de ensayo. El laboratorio debe tomar las medidas necesarias para reducir al mínimo el riesgo de contaminación cruzada, siempre que dicho riesgo

sea importante por el tipo de ensayos realizados. En general, es conveniente que existan áreas separadas o claramente

Las áreas de trabajo deben ser suficientemente espaciosas como para poder mantenerse limpias y ordenadas. El espacio requerido dependerá del volumen de análisis realizados y de la organización interna del laboratorio. Dicho espacio tendrá que cumplir los requisitos de la legislación nacional, siempre que ésta exista.

La contaminación puede reducirse adoptando las siguientes medidas:

- ✓ Superficies lisas en paredes, techos, suelos y mesas de. No se recomienda el empleo de madera como material de revestimiento;
- ✓ Uniones cóncavas entre suelos, paredes y techos;
- ✓ Filtros para el polvo en las entradas de aire del sistema de ventilación;
- ✓ Evitar las maderas rugosas y sin revestir;
- ✓ superficies de madera de instalaciones y accesorios debidamente selladas;
- ✓ Materiales y equipos colocados de forma que se facilite su limpieza;
- ✓ Ausencia de mobiliario, documentos u objetos que no sean los estrictamente necesarios para la realización de los ensayos.

Para las condiciones del laboratorio se menciona en el apartado 5.3.3 que debe existir una separación entre el área de trabajo de pruebas y el área del resto de las actividades, deben tomarse medidas para prevenir la contaminación de los ambientes de trabajo. Además se plantea en el 5.3.4 lo siguiente: El acceso a uso de las áreas de trabajo afecta la calidad de las calibraciones que con esta medida

deben ser controladas. Se debe procurar la limpieza y algunos procedimientos especiales deben ser tomados si es necesario.

El laboratorio debe establecer un programa documentado de limpieza para las instalaciones, los equipos y las superficies, teniendo en cuenta los resultados de la vigilancia de las condiciones ambientales y la posibilidad de contaminación cruzada.

VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

La validación de los métodos de ensayo debe reflejar las condiciones reales de ensayo.

Los laboratorios deben mantener los datos sobre validación de los sistemas de ensayo comerciales (kits) que utilicen. Estos datos pueden obtenerse de ejercicios de intercomparación o de datos sobre validación remitidos por los fabricantes y sujetos a la evaluación de una tercera parte. Si no se dispone de datos sobre validación o si éstos no son plenamente aplicables, el laboratorio será responsable de completar la validación del método.

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

En el apartado 5.4.6 la forma general de evaluar y expresar la incertidumbre en los ensayos que esperan los organismos europeos de acreditación se basa en las recomendaciones publicadas por la Comisión Internacional de Pesos y Medidas

(CIPM), según se describe en la *Guía para la expresión de la incertidumbre de medida*, 1995, ISO Ginebra⁶

EQUIPOS – MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE SU FUNCIONAMIENTO

Según el apartado 5.5, como parte de su sistema de calidad, el laboratorio debe documentar e implantar un programa de mantenimiento, calibración y verificación del funcionamiento de sus equipos.

El mantenimiento de los equipos esenciales debe realizarse a los intervalos especificados dependiendo de factores tales como la frecuencia de uso. El laboratorio debe adoptar medidas para evitar la contaminación cruzada causada por los equipos,

El laboratorio debe establecer un programa de calibración y verificación de los equipos que puedan influir directamente en los resultados de los ensayos. La frecuencia de esas calibraciones y verificaciones se establecerá en función de la experiencia documentada y dependerá del uso, el tipo y el funcionamiento previo de los equipos. Los intervalos entre sucesivas calibraciones y verificaciones serán más cortos que el período de tiempo durante el cual se han observado desviaciones de los equipos fuera de los límites aceptables.

⁶ Remítase al texto: *Guía para la expresión de la incertidumbre de medida*, 1995, ISO Ginebra

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS/CONTROL DE CALIDAD

El apartado 5.9 establece las normas de control de calidad interno, en la cual se dice que este consiste en todos los procedimientos realizados por un laboratorio para la evaluación continua de su trabajo. El objetivo es asegurar la coherencia de los resultados obtenidos diariamente y el cumplimiento de los criterios establecidos.

Un programa de controles periódicos es necesario para demostrar que controla la variabilidad (por ejemplo, entre analistas y entre equipos o materiales, etc.).

También deben establecerse normas de control de calidad externo en la cual los laboratorios deben participar regularmente en ensayos de aptitud relacionados con el alcance de su acreditación, dando preferencia a los programas de ensayos de aptitud que utilicen matrices apropiadas. En algunos casos concretos, esta participación puede ser obligatoria.

Los laboratorios deben utilizar el control externo de la calidad no sólo para detectar desviaciones en los resultados obtenidos, sino también para verificar la validez de todo el sistema de calidad.

INFORMES DE LOS ENSAYOS

En el apartado 5.10 se expresa que si el resultado de las calibraciones es negativo, debe expresarse como “no detectado para una unidad definida” o “por

debajo del límite de detección para una unidad definida”. El resultado no debe expresarse como “cero para una unidad definida” salvo que sea un requisito reglamentario. Los resultados de los análisis cualitativos deben expresarse como “detectado/no detectado en una cantidad o volumen definidos”.

Cuando en el informe de un ensayo se exprese una estimación de la incertidumbre, tendrá que indicarse claramente al cliente cualquier limitación existente

4.1.2 Circular única (Titulo V. Acreditación)

El proceso de acreditación se inicia con una hecha por parte de la entidad solicitante, para lo cual podemos remitirnos al **apartado 3.1 de la circular**. Para ello, se utilizan los formatos disponibles donde se indica la documentación que debe aportarse. De acuerdo con el Decreto 2269 por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología se debe enviar a la SIC la solicitud de acreditación en el Formato 3020-F13 (ver anexo A)

Luego se realiza una evaluación preliminar (Apartado 3.2) La documentación es analizada por el personal designado por la SIC y, si está completa se designa un equipo evaluador que previamente ha sido calificado conforme a los requisitos de la SIC. El equipo evaluador incluye expertos en actividades de evaluación realizadas por el solicitante y éste puede recusar a los miembros del equipo si, a su juicio, existiese un conflicto de intereses no detectado previamente. Se envía

una cuenta de cobro por concepto de la evaluación documental que se realizará en la siguiente etapa (ver sección tarifas). En determinadas circunstancias la SIC podrá considerar la conveniencia de realizar una visita preliminar al solicitante (preauditoria), con el objeto de servir como apoyo a la evaluación documental. La realización de la visita así como su costo se le informará al solicitante oportunamente.

De acuerdo a esto el siguiente paso es una evaluación documental, por lo cual podemos observar el apartado 3.3, según a cual el equipo evaluador evalúa, que la entidad solicitante cumple los criterios de acreditación desde el punto de vista documental. En el caso de presentarse alguna posible desviación con respecto a los requisitos de acreditación, se le informa al solicitante indicándole que debe contestar con las acciones correctivas que considere pertinentes. Se envía una cuenta de cobro por concepto de la evaluación en sitio que se realizará en la siguiente etapa.

En la siguiente etapa se realiza una evaluación en sitio (ver apartado 3.4) en la que se manifiesta que una vez superada la etapa de evaluación documental, se procede a realizar una evaluación en sitio, donde el equipo evaluador presenciara la realización de actividades para las que solicita la acreditación. Los resultados de dicha evaluación se recogen en un informe que se entrega al solicitante, donde se detalla cualquier posible desviación detectada con respecto a los requisitos de acreditación. El solicitante debe contestar con las acciones correctivas que considere pertinentes.

Y por ultimo con el informe de evaluación y, a la luz de las acciones correctivas presentadas, la Comisión de Acreditación toma la decisión que oportunamente es comunicada al solicitante, menciona el apartado 3.5. Si es positiva se emite la correspondiente resolución de acreditación y certificado de acreditación (diploma); en caso contrario, se emite un auto de archivo justificando la decisión, con el cual se pone fin al trámite.

Anualmente se realizarán auditorias de seguimiento para verificar que la entidad continúa cumpliendo los requisitos de acreditación y cada cinco (5) años se reevalúa la competencia de la entidad mediante una evaluación similar a la inicial.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio de factibilidad realizado el laboratorio propuesto puede prestar servicios de calibración de equipos de medición de variables eléctricas como lo son pinzas amperimétricas, medidores de frecuencia, Resistencia, Capacitancia, Potencia DC, Potencia AC, Frecuencia y Voltaje (osciloscopios análogos y digitales); también equipos de medición de temperatura como: indicadores de temperatura con termocuplas y RTDs, termómetros bimetálicos, termocuplas, termorresistencias. El equipo patrón realiza mediciones en el rango de 0 a 10 A.

Estos servicios están enfocados principalmente a empresas del sector eléctrico que requieren de la calibración de sus equipos de medición y que para poder hacerlo deben enviar sus equipos a otras ciudades, lo cual genera la disminución de los desplazamientos, y acarrea menores costos para las empresas e instituciones.

El laboratorio proporciona muchos beneficios a la universidad en el área de la investigación y formación profesional ya que esta no cuenta con un programa de calibración de equipos, los cuales son utilizados en los laboratorios de las diferentes áreas. Además a través de la experiencia que se pueda adquirir con en el desarrollo de investigaciones y los servicios que se ofrezcan en el campo de la metrología se procura también el desarrollo del país con el mejoramiento continuo

de los servicios prestados, siendo esto un paso para cumplir con visión de reconocimiento e internacionalización de la universidad.

Para la implementación del laboratorio se debe seguir con el procedimiento establecido por la SIC en sus normas básicas, la norma ISO/IEC 17025 y Circular única:

Organización del laboratorio

Selección de equipos

Capacitación del personal

Creación de procedimientos internos

Adquisición de equipos

Puesta en funcionamiento

Solicitud de acreditación

La acreditación es un procedimiento mediante el cual se reconoce la competencia técnica del laboratorio, a las que se refiere el decreto 2269 de 1993 y reglamentadas en la ISO/IEC 17025. Por tanto se hace de vital importancia, ya que es la garantía de que este cumple con los estándares nacionales e internacionales, asegurando así la mayor trazabilidad. La trazabilidad es la mejor manera de asegurar que las mediciones son correctas, documentadas y cumplen con las normas del sistema de calidad.

RECOMENDACIONES



De acuerdo a las sugerencias hechas por nuestros colaboradores, destaco como recomendación principal, el hecho de que durante el proceso de implementación del laboratorio no se deben descartar ninguno de los puntos resaltados en este informe, incluyendo el gasto promediado en el presupuesto ya que este se realizo bajo los parámetros establecidos por las normas y entes reguladores, quienes en nuestro caso son principalmente, la norma ISO 17025 y la Circular única en su capítulo V para acreditación de laboratorios de calibración. Estas entidades son quienes al final generan el visto bueno definitivo, bajo el cual se establece la aprobación para la acreditación, la cual es nuestro objetivo principal.

BIBLIOGRAFÍA



[1] Superintendencia de industria y comercio.

“Trámites para la acreditación de laboratorios de calibración y ensayos”

http://www.sic.gov.co/Tramites/acreditacion/Acreditacion_SNNCM.php.

[2] Superintendencia de industria y comercio.

“Esquema de acreditación, normalización, certificación y metrología en Colombia”

<http://www.sic.gov>

[3] Fluke

“Plus calibration software”

<http://www.fluke.com.co>

[4] Fluke

“Fluke Multi product calibrator”

<http://www.fluke.com.co>

[5] Universidad tecnologica de Pereira

“Laboratorio de calibracion UTP”

<http://www.utp.edu.co/comunicaciones/htm/detalleHTML.php?idNota=419>

[6] Superintendencia de industria y comercio

“Entidades acreditadas en Colombia”

http://www.sic.gov.co/Informacion_Interes/Entidades%20acreditadas/Directorio%20-%20Area4.php

[7] ISO/IEC

“International Standard ISO/IEC 17025. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. “

[8] Superintendencia de industria y comercio

“Circular única. Título V - Acreditación”

[9] Superintendencia de industria y comercio

“Formato de Solicitud de acreditación de laboratorios de calibración”

[9] Creus, A.

“Instrumentos industriales. Su ajuste y calibración”

Segunda edición. Alfaomega, marcombo.

[10] Cooper William David y Helfrick Albert.

“Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición”

Prentice Hall

ANEXOS



ANEXO A.

**SOLICITUD DE ACREDITACIÓN FORMATO 3020-F13 DE LA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO**