

## PROCEDIMIENTO DE COMPARACIÓN ENTRE LABORATORIOS DE CALIBRACIÓN BASADO EN EL CRITERIO DEL ERROR NORMALIZADO

### Procedure comparison between Laboratory Calibration based on the standard error criterion

#### RESUMEN

Por medio de este artículo se explican los pasos que se recomiendan seguir para desarrollar una prueba de comparación entre laboratorios, la cual es muy usada en los laboratorios de calibración con el fin de dar cumplimiento a uno de los requisitos que la Norma Técnica Colombiana NTC ISO IEC 17025 [1] exige. En este artículo también se expone el criterio del error normalizado, el cual es uno de los criterios más utilizados en este tipo de actividades para determinar el estado de aceptación de cada uno de los laboratorios participantes.

**PALABRAS CLAVES:** Laboratorio de calibración, intercomparación, error normalizado, instrumento viajero, equipo patrón, valor de referencia, mejor estimado, incertidumbre expandida, acreditación.

#### ABSTRACT

This article explains the steps to follow to develop an inter-laboratory comparison test, which is widely used in the calibration laboratories, in order to comply with a requirement that the Colombian Technical Standard NTC ISO IEC 17025 [1] ask for. It also sets out the criterion of standard error, which is one of the most commonly used in such activities to determine the status of acceptance of each of the participating laboratories.

**KEYWORDS:** Calibration laboratory, equipment master, benchmark, best estimated expanded uncertainty, Accreditation.

#### MARCELA BOTERO A

Ingeniera Electricista  
Profesora Departamento de Física  
Universidad Tecnológica de Pereira  
[maboar@utp.edu.co](mailto:maboar@utp.edu.co)

#### JOHN JAIRO SANTA CHAVES

Candidato a Magíster en  
Instrumentación Física  
Profesor Departamento de física  
Universidad Tecnológica de Pereira

#### JAIRO MENDOZA V

Magister en Instrumentación Física  
Profesor Departamento de Física  
Universidad Tecnológica de Pereira  
[jam@utp.edu.co](mailto:jam@utp.edu.co)

encuentran los equipos patrón de cada uno de los laboratorios participantes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Para los laboratorios de calibración, es muy importante comprobar la confiabilidad y eficacia de todos los servicios que presta; esto lo logran por medio de la acreditación ante una entidad nombrada a nivel nacional. Para alcanzar dicha acreditación, es indispensable que se cumplan todos los requisitos de la Norma Técnica Colombiana NTC ISO IEC 17025 [1].

La Norma Técnica Colombiana NTC ISO IEC 17025 [1] exige, que los laboratorios de calibración, implementen procedimientos para asegurar la calidad de sus mediciones utilizando entre otros procedimientos, la prueba de comparación entre laboratorios, la cual se realiza entre varios laboratorios con el fin de comparar y analizar el estado en que se

## 2. CONTENIDO

La intercomparación de laboratorios es una actividad que realizan los laboratorios de calibración con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones tal como lo indica la Norma Técnica NTC ISO IEC 17025 [1] en los siguientes numerales:

- Numeral 5.4.5.2: “El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, métodos diseñados/desarrollados por el laboratorio, métodos normalizados fuera de su alcance propuesto, y ampliaciones y modificaciones de métodos normalizados para confirmar que se ajustan al uso propuesto”.

Nota 2), La técnica empleada para determinar el desempeño de un método deberían ser una, o una combinación, de las siguientes:

#### -Comparaciones entre laboratorios

- Numeral 5.6.2.1.1: “Los laboratorios de calibración que mantienen su propio patrón primario o la representación de las unidades del SI basadas en constantes físicas fundamentales, pueden declarar su trazabilidad al SI sólo después de que estos patrones hayan sido comparados, directa o indirectamente, con otros patrones similares de un instituto nacional de metrología”.
- Numeral 5.9: “El laboratorio debe tener procedimientos de control de calidad para supervisar la validez de los ensayos y/o calibraciones comprometidas. Esta supervisión debe ser planeada y revisada y puede incluir, pero no limitarse a, lo siguiente:
  - b) Participación en comparaciones entre laboratorios o programas de pruebas de aptitud.

Los propósitos que tiene una intercomparación son los siguientes [2]:

- Probar la competencia (prueba de aptitud).
- Analizar la reproducibilidad de resultados de medición.
- Probar la equivalencia de los resultados con la referencia.
- Probar la equivalencia de los resultados entre sí.
- Probar las diferencias entre métodos.

**2.1 Procedimiento de Intercomparación:** El procedimiento más recomendable que se lleva a cabo para realizar la comparación entre laboratorios, es el siguiente [3]:

**2.1.1 Coordinación de la prueba:** Para esta parte, se realizan las siguientes tareas:

- Invitación a los laboratorios de la misma clase a participar.
- Elección del laboratorio piloto entre los laboratorios participantes en esta prueba.
- Preparación de los instrumentos viajeros de cada laboratorio participante, verificando que están trabajando en óptimas condiciones.
- Elaboración y envío del “Protocolo Técnico”.
- Recolección de los resultados obtenidos por los laboratorios participantes.

- Elaboración del informe final.

**2.1.2 Elaboración del Protocolo Técnico:** Este protocolo es un documento que contiene todos los lineamientos de la prueba relacionados con:

- El método utilizado en cada una de las calibraciones.
- Las especificaciones del equipo patrón que serán analizadas.
- El número de veces que se realizará cada medición.
- La persona encargada de ejecutar el procedimiento.
- Las condiciones bajo las cuales se llevará a cabo la prueba de intercomparación.

**2.1.3 Análisis de Resultados:** En este análisis se deben reportar los resultados obtenidos de la intercomparación analizados por medio del criterio de aceptación acordado entre los laboratorios participantes, además debe hacerse la gráfica de intercomparación donde se pueda observar el comportamiento de cada laboratorio con respecto a la referencia.

En este artículo se explicará el criterio del error normalizado por ser uno de los más utilizados en este tipo de pruebas.

**2.2 Criterio del Error Normalizado:** Este criterio de aceptación es uno de los más comunes dentro de las comparaciones entre laboratorios. Para este criterio se requiere un valor de referencia con su correspondiente incertidumbre y se tienen en cuenta las siguientes suposiciones [2]:

- Los errores de los laboratorios respecto al valor de referencia siguen una curva normal.
- Las incertidumbres de los errores, del valor de referencia y de los valores de referencia están expresados con el mismo factor de cobertura, usualmente igual a 2. Esto supone que la desviación estándar de la función de distribución de probabilidad de errores es la mitad del denominador del error normalizado  $e_n$ .
- La correlación entre los valores de los laboratorios participantes es nula. Frecuentemente esta hipótesis no se cumple, especialmente cuando los instrumentos de medida son calibrados con el mismo patrón.

Para calcular el error normalizado, se utiliza la ecuación 1.

$$e_n = \frac{x_i - x_{ref}}{\sqrt{U_i^2 + U_{ref}^2}} \quad (1)$$

donde:

$x_i$  es el estimado del laboratorio  $i$ .

$x_{ref}$  es el valor de referencia.

$U_i$  es la incertidumbre expandida del resultado del laboratorio  $i$ .

$U_{ref}$  es la incertidumbre expandida del valor de referencia.

El criterio de aceptación se aplica utilizando la ecuación 2.

$$|e_n| \leq 1 \quad (2)$$

**2.3 Ejemplo:** Los resultados obtenidos de la prueba de intercomparación realizada entre 5 laboratorios de empadronamiento eléctrico para una resistencia patrón de 100  $\Omega$  son los que se muestran en la Tabla 1.

Laboratorio	$x_i$ ( $\Omega$ )	$U_i$ ( $\Omega$ )
1	100,0050	4,04
2	100,0025	8,77
3	100,0083	6,80
4	100,0062	5,82
5	100,0060	5,23

**Tabla 1. Datos del Ejemplo**

Los valores de referencia son los siguientes:

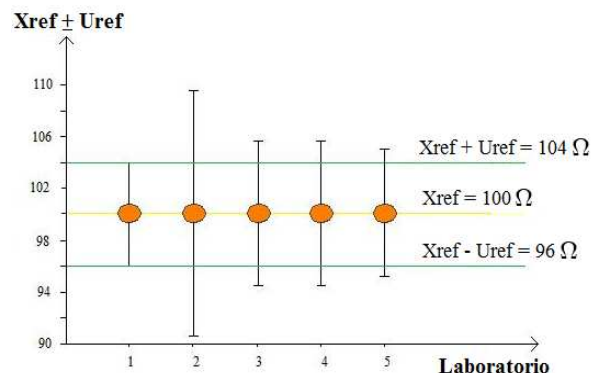
$$x_{ref} = 100 \Omega \text{ y } U_{ref} = 4 \Omega$$

Utilizando la ecuación 1 para calcular el error normalizado de cada laboratorio, se obtiene la Tabla 2.

Laboratorio	$e_n$
1	0,00088
2	0,00026
3	0,00105
4	0,00088
5	0,0009

**Tabla 2. Error Normalizado del Ejemplo**

La gráfica de intercomparación para esta prueba se muestra en la Figura 1.



**Figura 1. Gráfica de Intercomparación**

Al observar la Figura 1 y los datos de la Tabla 2, se puede concluir que los laboratorios participantes en esta comparación se encuentran funcionando correctamente. Vale la pena anotar que aunque el laboratorio 2 tiene una incertidumbre expandida relativamente alta, su error normalizado se encuentra dentro del intervalo esperado.

### 3.

#### CONCLUSIONES

- Las pruebas de comparación entre laboratorios son uno de los tantos requisitos exigidos por la Norma Técnica Colombiana NTC ISO IEC 17025 [1] para obtener la acreditación de los laboratorios de calibración.
- La comparación entre laboratorios se utiliza con el fin de asegurar la calidad de las mediciones tomadas en los laboratorios de calibración y con esto garantizarle a los clientes la confiabilidad de sus equipos patrón.
- Por medio de la comparación entre laboratorios, los laboratorios participantes pueden comparar sus medidas con otros laboratorios y con un laboratorio de referencia, además pueden validar sus métodos y probar la competencia de los mismos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- [1] NTC-ISO-17025. Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración.
- [2] LLamosa Luis E, Meza Luis G. Métodos para el aseguramiento de la calidad de las mediciones en un laboratorio de calibración. Postergraph S.A. Colombia. 2008. pp 241.
- [3] COFILAB. Consejo de Fiscalización de Laboratorios. Ensayo de Metodología Interlaboratorios, EMI Coordinación y Análisis Estadístico. ([www.cofilab.org.ar/ensayos](http://www.cofilab.org.ar/ensayos)). Argentina.