

# Prueba de aptitud: Asegurando la trazabilidad de las mediciones en la calibración de calibradores de mediana exactitud.

**Marco Antonio Rodríguez Guerrero**  
**Centro Nacional de Metrología**  
**mrodrigu@cenam.mx**

NOTA 1. Este trabajo ha sido desarrollado con recursos del gobierno federal de México. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

NOTA 2. En este documento pueden aparecer marcas comerciales únicamente con fines didácticos y a fin de lograr un entendimiento claro de las técnicas y procesos descritos. En ningún caso esta identificación implica recomendación o aval del CENAM o de alguna otra institución del gobierno federal de México, ni tampoco implica que los equipos o materiales identificados sean necesariamente los mejores para el propósito para el que son usados. El CENAM y las demás instituciones no tienen compromisos con ninguna marca comercial en particular.



**Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009**  
**18-20 de noviembre**

→ Electromagnetismo  
→ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
→ Tiempo y Frecuencia



CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA, CENAM,  
DERECHOS RESERVADOS 2009

# Índice de presentación.

---

1. Introducción.
2. Objetivo y Alcance
3. Cronograma propuesto.
4. Diseño de la Prueba de Aptitud
5. Patrón Viajero.
6. Informe de las mediciones por parte del participante.
7. Conclusiones.

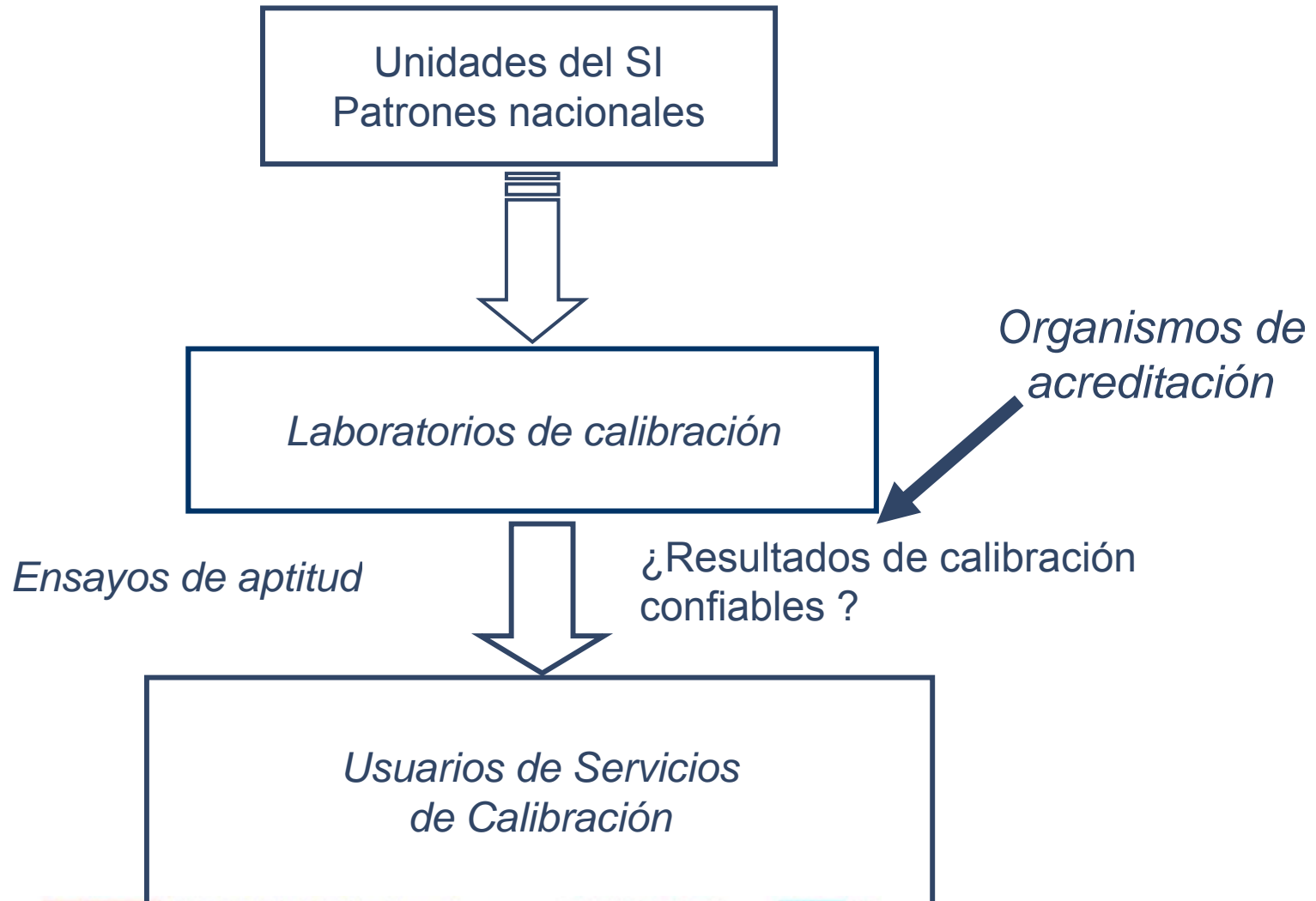


Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009  
18-20 de noviembre

↪ Electromagnetismo  
↪ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
↪ Tiempo y Frecuencia



# Introducción



# Introducción



## Introducción.



Los calibradores multifunciones ofrecen múltiples ventajas tecnológicas.

- Acceso a patrones con múltiples magnitudes de generación.
- Buena estabilidad
- Amplia gama de mediciones que pueden ser satisfechas con un patrón de estas cualidades.

A lo largo del país existen proveedores de servicios de calibración de este tipo de instrumentos, los cuales deben garantizar:

- Dominio de las técnicas y procedimientos necesarios para dar un servicio de calibración de calidad.
- Relaciones de calibración adecuadas.

## Introducción.

---

### ¿Qué nos motiva a realizar esta prueba?

La motivación del CENAM es apoyar al desarrollo de la competencia técnica de los laboratorios de calibración acreditados y no acreditados para la calibración de generadores de mediana exactitud.



→ Electromagnetismo  
→ Temperatura y Propiedades Termofísicas  
→ Tiempo y Frecuencia

## Objetivo y Alcance.

---

Evaluar la capacidad de medición, técnicas de medición y la estimación de incertidumbre de los laboratorios de calibración del área de metrología eléctrica que realizan servicios de calibración a calibradores multifunciones de mediana exactitud.

La prueba de aptitud está orientada a laboratorios acreditados y no acreditados que tengan implantado un sistema de calidad basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 y que realicen servicios de calibración a calibradores multifunciones de mediana exactitud.



Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009  
18-20 de noviembre

↪ Electromagnetismo  
↪ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
↪ Tiempo y Frecuencia



## Objetivo y Alcance.

---

Lo anterior implica que:

- Cuenten con patrones de medición adecuados para calibrar calibradores multifunciones de mediana exactitud.
- Cuenten con personal capacitado en técnicas de medición de magnitudes eléctricas y de análisis de incertidumbre.
- Cuenten con personal capacitado en la implementación de la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006, o su equivalente.



## Objetivo y Alcance.

---

### Lineamientos.

- La prueba de aptitud se realizará de manera bilateral CENAM-participante-CENAM .
- Al hacer la solicitud de inscripción el participante deberá firmar, aceptando las responsabilidades que adquiere al llevarse el patrón viajero a sus instalaciones.

## Patrón Viajero.



Patrón Viajero.	
Descripción.	Calibrador multifunciones.
Marca.	Fluke.
Modelo.	5520A.
Número de serie.	9311008

Asegurar la estabilidad del patrón circulante

Evitar colusión y falsificación de datos

Forma de transporte y control del patrón viajero.

## Puntos de Medición.

Magnitud	Puntos de medición.
Tensión eléctrica continua	100 mV
Tensión eléctrica alterna.	100 mV/50 Hz, 10 V/10 kHz, 120 V/50 Hz, 1 000/ 1 kHz
Resistencia eléctrica.	10 $\Omega$ , 300 M $\Omega$
Corriente eléctrica continua.	100 $\mu$ A, 10 A, 20 A
Corriente eléctrica alterna.	10 mA/1 kHz, 10 A/ 50 Hz
Capacitancia.	10 nF, 1 $\mu$ F, 100 $\mu$ F
Potencia Activa	120 V, 1 A, 60 Hz, F.P. +1.0,-0.7. 240 V, 10 A, 60 Hz, F.P. +1.0,-0.7.
Simulación eléctrica de termopares	T (50 °C, 400 °C) K (-100 °C, 500 °C, 900 °C)

# Cronograma

Duración	Concepto
10 días hábiles	Medición de los puntos de calibración por parte del participante.
5 días hábiles	Medición de los puntos en CENAM.
10 días hábiles	Entrega de resultados por parte del participante
15 días hábiles	Análisis de resultados en CENAM.
Total 40 días hábiles (Aproximadamente 8 semanas)	

## Mensurando.

El mensurando en las magnitudes y puntos de medición indicados en la tabla es el error relativo, evaluado de acuerdo a la siguiente ecuación

$$\text{Error relativo} = \frac{\text{Valor indicado} - \text{Valor referencia}}{\text{Valor referencia}}$$

Donde:

Valor indicado: Es el valor mostrado por el calibrador multifunciones.

Valor de referencia: Es el valor del patrón del participante utilizado para realizar las mediciones

El error reportado deberá expresarse en las unidades que cotidianamente el participante reporta en sus informes de calibración, las que deberán estar en acuerdo con lo soportado por su sistema de calidad.

## Informe de Resultados.

---

En los puntos en los que el participante no tenga capacidad de medición, deberá indicarlo en su informe de resultados de la prueba de aptitud.

El participante deberá estimar la incertidumbre de sus mediciones y reportarla como cotidianamente lo hace.

El participante deberá entregar los resultados en el formato en el que cotidianamente entrega un informe de calibración.

**Adicionalmente el participante deberá indicar:**

## Informe de Resultados.

---

**Nombre del laboratorio participante:**

**Fechas de medición:**

**Nombre del metrólogo que realizó las mediciones:**

**Descripción del método de medición:** Este deberá ser tan extenso como sea necesario y deberá incluir la siguiente información.

- diagramas de conexión
- tiempos de estabilización
- descripción de compensación de cables.
- conexiones de guarda
- Modelos matemáticos

**Condiciones ambientales** (temperatura y humedad con límites de variaciones):

## Informe de Resultados.

### *Resultados de las mediciones (ejemplo):*

Alcance nominal	Valor indicado por el calibrador	Valor medido	Error relativo $\pm$ Incertidumbre ( $\mu\text{V}/\text{V}$ )	Factor de cobertura
330 mV	100,000 0 mV	99,999 1 mV	9 $\pm$ 5	2,0



## Informe de Resultados.

### *Tablas de presupuesto de incertidumbre (ejemplo):*

10 V					
Componente de incertidumbre	Función de distribución de probabilidad (FDP)	Incertidumbre estándar $u(x)$	Coeficiente de sensibilidad c.s.	Contribución $u(y)$	Grados de libertad
$x_1$					
...					
$x_n$					
Incertidumbre estándar combinada $u_c(y)$					
Grados efectivos de libertad $\nu_{eff}$					
Factor de cobertura:					
Incertidumbre expandida $U_{exp}(y)$					

## Informe de Resultados.

---

La opinión sobre la capacidad de medición del laboratorio se basará en:

- El análisis del resultado de la diferencia entre los valores reportados por el participante con su incertidumbre asociada y los valores reportados por el CENAM, por punto de calibración y magnitud eléctrica.

$$D = E_{\text{Laboratorio participante}} - E_{\text{CENAM}}$$

- El análisis de las técnicas de medición por magnitud eléctrica, utilizadas por el participante en el prueba de aptitud, basándose en la descripción del método de medición reportado en el informe del participante, esta información deberá estar en acuerdo con el sistema de calidad que el participante tiene implantado en su laboratorio.

## Cómo se llevará a cabo la evaluación de la competencia

- Evaluando la diferencia entre los valores reportados

$$D = E_{\text{lab.participante}} - E_{\text{CENAM}} \quad \Rightarrow \quad D < U_{\text{CMC}}$$

$$E_n = \frac{|E_{\text{lab}} - E_{\text{ref}}|}{\sqrt{U_{\text{lab}}^2 + U_{\text{ref}}^2}} \quad \Rightarrow \quad E_n = \frac{|D|}{U_{\text{lab}}}$$

- **La opinión sobre la competencia del laboratorio no se limita a concluir sobre :**

$$D \leq U_{\text{CMC}} \quad \Rightarrow \quad E_n \leq 1$$

---

## Valor Agregado de la Prueba de Aptitud

### REUNION DE CIERRE.

En dicha reunión se le hace saber al participante el resultado de la prueba de aptitud, permitiéndole discutir los hallazgos así como las recomendaciones que en el caso apliquen.

---

**Se exhorta a los participantes a atender las acciones correctivas y recomendaciones declaradas en el informe final.**

- **Fortalecer la competencia técnica del laboratorio.**
- **No correr el riesgo de invalidar los resultados**



**Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009**  
**18-20 de noviembre**

↪ Electromagnetismo  
↪ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
↪ Tiempo y Frecuencia



---

# Oferta de Prueba de Aptitud



**Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009**  
**18-20 de noviembre**

→ Electromagnetismo  
→ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
→ Tiempo y Frecuencia

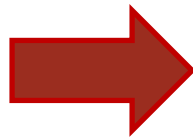


CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA, CENAM,  
DERECHOS RESERVADOS 2009

---

## Planeación 2010

2 patrones viajeros



Máx: 8 Pruebas de aptitud al año.  
Cada prueba con 1 participante.  
Duración de la ronda: 8 semanas

Total de participantes por año: 8

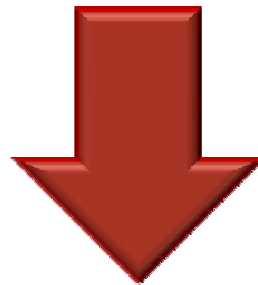
Participan en las pruebas de aptitud:

- Sara Campos
- Marco Antonio Rodríguez
- Daniel Flandes
- David Avilés
- René Carranza
- Marco Antonio Escobar

## Beneficios potenciales para los laboratorios participantes:

---

- Confirmar o mejorar el desempeño competente
- Identificar problemas de medición
- Comparar las aptitudes de los operadores
- Satisfacer organismos reguladores y de acreditación



## Fortalecimiento del Sistema Nacional de Calibración



Encuentro Nacional de  
Metrología Eléctrica 2009  
18-20 de noviembre

↪ Electromagnetismo  
↪ Temperatura y  
Propiedades Termofísicas  
↪ Tiempo y Frecuencia





# Conclusiones

---

Se presento la invitación a una prueba de aptitud para los detallando:

1. Tiempos de realización.
2. Patrón viajero.
3. Lineamientos e implicaciones

Se presentaron los beneficios que obtendrían los laboratorios participantes de esta prueba de aptitud piloteada por el CENAM.

Se desarrollo una propuesta que permitiría incrementar la calidad de los servicios de calibración para generadores de mediana exactitud (calibradores multifunciones), fortaleciendo la capacidad técnica de los participantes.

---

Gracias



**15 aniversario**  
**CENAM**  
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA



**Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2009**  
**18-20 de noviembre**

- ↪ Electromagnetismo
- ↪ Temperatura y Propiedades Termofísicas
- ↪ Tiempo y Frecuencia



**DGN**  
Dirección General de Metrología

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA, CENAM,  
DERECHOS RESERVADOS 2009