

Protocolo

Ensayo de aptitud para la Calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos en tensión y corriente eléctrica alterna

CNM-EA-410-0001/2024

Sara Campos Hernández
Montserrat Gutiérrez León
Maria Ameyalli Nuñez Miranda

Metrología Eléctrica
Dirección de Mediciones Electromagnéticas

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	OBJETIVO	3
3.	ALCANCE	4
4.	REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN.....	4
4.1.	Aceptación del protocolo.....	5
5.	ORGANIZACIÓN	5
5.1.	Descripción del ensayo	5
5.2.	Patrón viajero.....	6
5.3.	Transporte del patrón viajero	6
5.3.1.	Casos en los que se utiliza mensajería	6
6.	INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE MEDICIONES	7
6.1.	Manejo del patrón viajero.....	7
6.2.	Antes de iniciar las mediciones.....	8
6.3.	Durante las mediciones.....	8
6.4.	Configuración del patrón viajero.....	8
6.4.1.	Configuración por propiedad medible eléctrica:.....	8
7.	RESULTADOS.....	9
7.1.	Criterio de evaluación de resultados	9
8.	CONFIDENCIALIDAD	10
	ANEXO I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN.....	11
	ANEXO II. FORMATO DE CAMBIO DE CUSTODIA	12
	ANEXO III. FORMATO DE RESULTADOS.....	13
	ANEXO IV. REGISTRO DE INFORMES Y DESCARGA DEL INFORME FINAL.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de los ensayos de aptitud es determinar la competencia técnica de los laboratorios, en los servicios que ofrecen, por medio de comparaciones. La participación en programas de ensayos de aptitud provee a los laboratorios de un método objetivo para evaluar y demostrar la confiabilidad de los datos que producen.

Este ensayo de aptitud se diseñó de acuerdo con los lineamientos de la norma ISO/IEC 17043:2023 Conformity assessment-General requirements for the competence of proficiency testing providers

2. OBJETIVO

Evaluar la capacidad técnica de los laboratorios de calibración del área de metrología eléctrica que realizan servicios de calibración a multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, en tensión y corriente eléctrica alterna.

En este ensayo de aptitud el CENAM actúa como laboratorio piloto.

Contacto técnico:	Contacto administrativo:
Montserrat Gutiérrez mguiterr@cenam.mx Sara Campos scampos@cenam.mx	Maribel Medina mmedina@cenam.mx

Los valores de referencia serán los determinados por el CENAM. El mensurando en las propiedades medibles y puntos de medición indicados en la tabla I, es el error relativo, evaluado de acuerdo con la siguiente expresión:

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

Donde:

Valor medido	Es el mejor estimado de las mediciones realizadas con el patrón viajero
Valor de referencia	Es el valor del patrón del participante, utilizado para realizar las calibraciones

3. ALCANCE

Este ensayo de aptitud sólo considera la evaluación de los resultados de calibración de los laboratorios participantes en las propiedades medibles y puntos de medición indicados en la tabla I. No se evalúa ninguna otra característica técnica o administrativa.

Tabla I. Puntos de medición del ensayo de aptitud

Propiedad medible eléctrica	Puntos de medición
Tensión eléctrica alterna	100 mV / 50 Hz 120 V / 50 Hz
Corriente eléctrica alterna	10 mA / 50 Hz 1 A / 50 Hz

4. REQUISITOS DE PARTICIPACIÓN

El ensayo de aptitud está orientado a laboratorios de calibración que ofrezcan servicios de calibración a multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, en propiedades medibles eléctricas, cuyo sistema de calidad esté basado en la norma NMX-EC-17025-IMNC-vigente. Antes de iniciar el ensayo el participante deberá enviar al contacto técnico CENAM la siguiente información:

- Copia del informe de calibración del patrón que utilizará para realizar las mediciones.
- Evidencia de capacitación en técnicas de medición de propiedades medibles eléctricas y estimación de incertidumbre.
- Copia de las Capacidades de Medición y Calibración (CMCs) acreditadas, para la calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, según sea el caso. Si se trata de un laboratorio no acreditado o en proceso de acreditación, deberá enviar las CMCs soportadas por su sistema de calidad.

Los participantes que ya han participado en años anteriores en este ensayo de aptitud con el CENAM deberán enviar solamente la información del punto a). En el caso en que sus CMCs estén en proceso de cambio, deberán enviar la información que van a modificar.

4.1. Aceptación del protocolo

Con una semana de anticipación a la fecha de inicio del ensayo de aptitud, el contacto CENAM se comunicará con los participantes para informarles la fecha de participación y dirección de recolección del patrón viajero.

El representante legal de cada laboratorio deberá firmar la aceptación de los términos de referencia contenidos en este protocolo (Anexo I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN). El documento deberá enviarse al contacto técnico del CENAM **una semana antes del inicio del ensayo**. En caso de no enviarse en la fecha prevista el laboratorio no podrá participar en este ensayo de aptitud.

5. ORGANIZACIÓN

5.1. Descripción del ensayo

El patrón viajero será calibrado por el CENAM al inicio y al término del ensayo de aptitud.

Participan máximo 7 laboratorios, cada participante contará con una semana como máximo para realizar mediciones. Este tiempo incluye la recolección del patrón viajero y la entrega de éste al siguiente participante.

Una vez recibido el informe del último participante, el CENAM analizará los resultados y emitirá el informe final; la fecha de entrega de éste puede consultarse en la siguiente liga:

<https://www.cenam.mx/servicios/paptitudtecnica/pelectrica.aspx>. En la Imagen 1 se presenta un ejemplo de la información mostrada en el sitio.

Clave	Fecha límite de inscripción	Fecha de envío de protocolo	Fecha de inicio del ensayo	Fecha de entrega del informe final por parte del CENAM
-------	-----------------------------	-----------------------------	----------------------------	--

Imagen 1. Información del ensayo de aptitud.

5.2. Patrón viajero

Se utilizará como patrón viajero un multímetro de 8 ½ dígitos configurado en el modo de 4½ a 6 ½ dígitos. Este tipo de instrumento de medición se utiliza para discriminar las componentes de incertidumbre asociadas con las capacidades de medición propias del laboratorio participante respecto de las componentes de incertidumbre propias de este patrón de referencia. El patrón viajero se describe en la tabla II.

Tabla II. Descripción del patrón viajero

Patrón viajero	
Descripción:	Multímetro digital
Marca:	Keithley
Modelo:	2002

5.3. Transporte del patrón viajero

El primer participante recolectará el patrón viajero en las instalaciones del CENAM. El resto de los participantes deberán recoger personalmente el patrón viajero en las instalaciones del participante anterior, de acuerdo con la información proporcionada por el CENAM. Para su retorno al CENAM, el contacto técnico del CENAM enviará al último participante una guía pre pagada para su envío.

El horario de entrega y recepción del equipo debe ser acordado entre los laboratorios involucrados, uno o dos días antes de su participación. Esta información debe ser compartida al contacto técnico del CENAM.

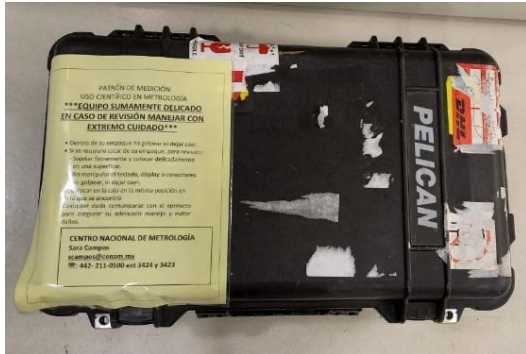
Una vez que el ensayo de aptitud dé inicio, el contacto técnico del CENAM supervisará la circulación del patrón viajero en tiempo y forma. El mismo día de la entrega del patrón viajero, el laboratorio que entrega el patrón viajero es responsable de enviar al contacto técnico de CENAM el FORMATO DE CAMBIO DE CUSTODIA (Anexo II).

5.3.1. Casos en los que se utiliza mensajería

El servicio de mensajería solo podrá utilizarse cuando la distancia para la recolección del patrón viajero sea considerable, previo acuerdo con el contacto técnico de CENAM. El servicio de mensajería debe contar con compromiso de tiempo de entrega al día siguiente y seguro de envío.

El laboratorio que envía el equipo deberá tomar fotos del empaque cerrado, del empaque abierto y del estado general del equipo. Estos registros deberán enviarse por correo electrónico al participante que recibe el equipo y al contacto CENAM.

En la siguiente figura se muestra el empaque del patrón viajero, así como sus dimensiones.



Es importante considerar las dimensiones de la caja para:

Utilizar un vehículo de dimensiones adecuadas para su transporte

Llenar la guía de envío, cuando se utilice mensajería.

Dimensiones: (56 x 35 x 25) cm
Peso aproximado: 11 kg

El patrón viajero deberá empacarse de la misma forma en la que se recibe.

Se solicita de favor, revisar que el display quede del lado de la manija, que es la parte superior de la maleta, cuando se arrastra.

6. INSTRUCCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE MEDICIONES

6.1. Manejo del patrón viajero

El patrón viajero debe ser manejado únicamente por personal autorizado en el laboratorio con el fin de evitar cualquier tipo de daño.

Al ingreso a cada laboratorio el participante deberá revisar de forma visual que el patrón viajero no haya sufrido ningún percance. De notar algún desperfecto visual, el participante deberá notificarlo de manera inmediata al contacto técnico del CENAM.

Si durante su transporte o en las instalaciones del participante el patrón viajero presentara alguna falla operacional, será responsabilidad del participante cubrir los gastos de reparación o reposición del patrón viajero al CENAM (ver Anexo I).

6.2. Antes de iniciar las mediciones

El patrón viajero deberá permanecer energizado, conectado a una línea de alimentación de 120 V \pm 10 % y frecuencia de 60 Hz, **por un tiempo mínimo de cuatro horas antes de realizar las mediciones**. Se recomienda que se energice el día de su recepción en el laboratorio, para iniciar las mediciones el día siguiente.

- El patrón viajero deberá permanecer energizado la semana de mediciones.
- Se deberán utilizar únicamente las terminales del panel frontal del patrón viajero.

6.3. Durante las mediciones

El laboratorio deberá utilizar los procedimientos de medición de su laboratorio, aplicables para la calibración de multímetros de 4 ½ a 6 ½ dígitos, según sea el caso, utilizando el patrón de referencia de su laboratorio con el cual tiene declarada la trazabilidad de sus mediciones.

Las condiciones de medición del laboratorio, de acuerdo con su sistema de calidad, deberán satisfacer los requerimientos de su patrón de referencia y de los instrumentos que cotidianamente calibra. Estas condiciones de medición deberán registrarse durante la semana de mediciones e incluirse en el informe.

6.4. Configuración del patrón viajero

6.4.1. Configuración por propiedad medible eléctrica:

Tensión eléctrica alterna

Digitar la tecla para habilitar la función de medición de tensión eléctrica alterna.

Seleccionar el alcance nominal adecuado con las teclas "Range" o .

Puntos de calibración	Alcance nominal del patrón viajero
100 mV / 50 Hz	200 mV
120 V / 50 Hz	200 V

Corriente eléctrica alterna

Digitar la tecla para habilitar la función de medición corriente eléctrica alterna.

Seleccionar el alcance nominal adecuado con las teclas "Range" o .

Puntos de calibración	Alcance nominal del patrón viajero
10 mA / 50 Hz	20 mA
1 A / 50 Hz	2 A

7. RESULTADOS

Una semana después de haber concluido sus mediciones, el participante deberá subir al sitio de ensayos de aptitud (Ver anexo IV) la siguiente información:

- Los resultados en el formato en el que cotidianamente entrega un informe de calibración a sus clientes. Indicando como cliente que se trata de un ensayo de aptitud, con el nombre: **CNM-EA-410-0001/2024**.
- La información solicitada en el Anexo III de este documento

Si un laboratorio no entrega sus resultados en la fecha establecida, se considerará que el laboratorio ha abandonado el ensayo de aptitud.

7.1. Criterio de evaluación de resultados

El criterio de evaluación es el error normalizado:

$$E_n = \frac{E_i - E_{\text{CENAM}}}{\sqrt{U_i^2 + U_{\text{CENAM}}^2}}$$

Donde:

- E_i Es el error relativo reportado por el participante, por punto de calibración.
- E_{CENAM} Es el error relativo evaluado por el CENAM, por punto de calibración.
- U_i Es la incertidumbre expandida reportada por el participante, en su informe de calibración, para un nivel de confianza del 95.45 %.
- U_{CENAM} Es la incertidumbre expandida reportada por el CENAM para un nivel de confianza del 95.45 %

Valores de $|E_n| > 1$ indican resultados no satisfactorios.

Valores de $|E_n| \leq 1$ indican resultados satisfactorios.

Adicionalmente y con el propósito de fortalecer la información reportada en las Capacidades de Medición y Calibración de los participantes, se analizará la concordancia entre los valores de incertidumbre de calibración, reportados en los informes, en relación con los valores de incertidumbre declarados en sus CMCs.

8. CONFIDENCIALIDAD

Para mantener la confidencialidad respecto a la identificación de los laboratorios participantes, el CENAM asignará códigos que se harán del conocimiento del participante al momento de su inscripción.

La aceptación de este protocolo obliga a los participantes en este ensayo a observar la siguiente declaración de confidencialidad:

- i. Ningún laboratorio participante, ni el CENAM, podrán dar a conocer información sobre su código de identificación ni sobre los resultados obtenidos, a otro laboratorio participante.
- ii. Los eventos que lleguen a presentarse y que no estén contemplados en este protocolo serán evaluados por el CENAM para realizar la acción que mejor corresponda en beneficio de la confiabilidad del ensayo.

ANEXO I. DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN

Doy mi consentimiento para que la información que proporcioné en la inscripción (datos del contacto técnico y dirección del laboratorio) se comparta con los participantes de este ensayo de aptitud para la logística de recolección y entrega del patrón viajero.

Acepto los términos de referencia contenidos en este protocolo. Así mismo me comprometo a cubrir los gastos de reparación o reposición del patrón viajero al CENAM, en el caso de que éste sufra algún daño durante su traslado a las instalaciones de mi laboratorio o dentro de las instalaciones de mi laboratorio.

Nombre del laboratorio:

Representante legal del laboratorio:

Fecha y Firma:

Nota 1: Para evitar que los correos que reciba del Centro Nacional de Metrología sean enviados a la carpeta de "Correo no deseado (SPAM)", se le solicita amablemente que agregue el dominio @cenam.mx a la lista de remitentes seguros.

Nota 2: Se solicita al participante tener presente las fechas de descarga del protocolo y del informe de resultados, éstas pueden consultarse en la siguiente liga:

<https://www.cenam.mx/servicios/paptitudtecnica/pelectrica.aspx>

ANEXO II. FORMATO DE CAMBIO DE CUSTODIA
(Formato de recepción y entrega del patrón viajero)

EL LABORATORIO QUE ENTREGA EL EQUIPO DEBERÁ LLENAR Y ENVIAR ESTE FORMATO POR CORREO ELECTRÓNICO AL CONTACTO TÉCNICO CENAM.

Descripción: Multímetro digital
Marca: Keithley
Modelo: 2002
Número de serie: _____

El equipo debe estar energizado en presencia del participante al que entrega el equipo y no debe exhibir ningún mensaje de error.

Notifico que he entregado el equipo descrito en condiciones adecuadas y empacado adecuadamente.

Entregado por: Laboratorio participante: Firma y Fecha:

Observaciones:

Notifico que recibo el equipo descrito, operando adecuadamente:

Recibido por: Laboratorio participante: Firma y Fecha:

NOTA: Los laboratorios que, previo acuerdo con el contacto técnico CENAM, entregan el patrón viajero por mensajería deberán enviar fotografías del empaque del patrón viajero antes de su envío.

ANEXO III. FORMATO DE RESULTADOS

(Adicional al informe de calibración)

Laboratorio participante: _____

Fechas de medición: _____

Temperatura interna del patrón viajero,
al inicio y al término de las mediciones: _____

Se solicita entregar los resultados de este anexo en las mismas unidades que reportan en sus informes de calibración.

Punto de medición	Valor de referencia	Valor medido por el patrón viajero	Error relativo	Incertidumbre expandida	Incertidumbre declarada en su tabla de CMCs
100 mV / 50 Hz					
120 V / 50 Hz					
10 mA / 50 Hz					
1 A / 50 Hz					

El participante deberá indicar las contribuciones de incertidumbre que considera para determinar la incertidumbre asociada al resultado de sus mediciones, podrá incluir más o menos columnas que las indicadas en la siguiente tabla.

El participante deberá indicar cuál es la contribución de incertidumbre, por ejemplo, resolución, estabilidad, etc, así como el valor de éstas. Indicarlas en las mismas unidades reportadas en su informe de calibración.

Punto de medición:	Contribuciones de Incertidumbre				Incertidumbre combinada
100 mV / 50 Hz					
120 V / 50 Hz					
10 mA / 50 Hz					
1 A / 50 Hz					

Protocolo: Ensayo de aptitud para la Calibración de multímetros de 4 ½ dígitos a 6 ½ dígitos en tensión y corriente eléctrica alterna. CNM-EA-410-0001/2024

ANEXO IV. REGISTRO DE INFORMES Y DESCARGA DEL INFORME FINAL

Una vez confirmado su pago y llegada la fecha de envío del protocolo recibirá en la cuenta de correo electrónico que usted haya registrado al momento de su inscripción un mensaje como el siguiente:

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

**POR FAVOR NO CONTESTE ESTE MENSAJE CON "Responder"
EL ENVÍO LO REALIZA UNA CUENTA AUTOMÁTICA.**

Estimado(a) participante: **XXXXXXXXXX**

El enlace lo llevará a un sitio donde podrá descargar su protocolo para del ensayo de aptitud "*Ensayo de aptitud para la Calibración de XXXXX . (CNM-EA-410-XXX/20XX)*".

[Descarga de protocolo](#)

Código de participación: **XXXXXX**

Observaciones: Sin observaciones

Para cualquier duda o aclaración haga [clic aquí](#).

El enlace que recibió le permitirá:

- Conocer su código de participación
- Descargar el protocolo.
- Subir sus resultados.
- Descargar el informe final del Ensayo de Aptitud.

El enlace es permanente, por lo que podrá acceder tantas veces como lo necesite.

Por favor considere que los enlaces se activarán hasta la fecha indicada en:

<https://www.cenam.mx/servicios/paptitudtecnica/pelectrica.aspx>

Protocolo: Ensayo de aptitud para la Calibración de multímetros de 4 ½ dígitos a 6 ½ dígitos en tensión y corriente eléctrica alterna. CNM-EA-410-0001/2024

ENVÍO DE SUS RESULTADOS A CENAM

Al llegar la fecha para el envío de sus resultados, usted deberá ingresar al mismo vínculo donde descargó el protocolo y ubicar la pestaña "Resultados". Para poder subir sus resultados deberá registrar primero el archivo de **cambio de custodia. (Anexo II)**



[Si tiene alguna duda o aclaración haga clic aquí](#)

Protocolo	Resultados	Informe
-----------	------------	---------

Para registrar sus resultados deberá primero subir el archivo de cambio de custodia.

Seleccione el archivo de cambio de custodia (Formato .pdf):

Seleccionar archivo

Ningún archivo seleccionado

El sistema le permite subir un solo archivo, si requiere enviar varios, éstos deben ser remitidos en un archivo comprimido.

Es muy importante que usted suba sus archivos en el día programado, de no recibir sus resultados oportunamente se considerará como ABANDONADO el ensayo de Aptitud.

DESCARGA DEL INFORME FINAL

En la fecha indicada en el siguiente vínculo

<https://www.cenam.mx/servicios/paptitudtecnica/pelectrica.aspx>

usted deberá ingresar al enlace donde descargó el protocolo y subió sus resultados, para descargar el informe final del Ensayo de Aptitud.

Por favor considere que el vínculo donde se le indica su clave de participación y acceso al sitio para registrar o descargar resultados, únicamente es enviado a la cuenta de correo electrónico que se registró en la inscripción.

Protocolo: Ensayo de aptitud para la Calibración de multímetros de 4 ½ dígitos a 6 ½ dígitos en tensión y corriente eléctrica alterna. CNM-EA-410-0001/2024