

# INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA IBMETRO



## INFORME FINAL ENSAYO DE APTITUD **EM-001-2025** **“CALIBRACIÓN DE PESAS DE CLASE M1 DE 5 kg Y 20 kg”**

DIRECCIÓN DE METROLOGÍA  
INDUSTRIAL Y CIENTÍFICA – DMIC

Fecha de emisión: 2025-11-18

---

Elaborado por:	Erik Guevara Murillo	Fecha:	2025-11-17
Revisado y aprobado por:	Gerson Chacón Limachi	Fecha:	2025-11-18

El presente documento ha sido elaborado en la Dirección de Metrología Industrial y Científica del Instituto Boliviano de Metrología

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 2 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

## Índice

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>ORGANIZACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>UNIDAD DE COORDINACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMS DE ENSAYO .....</b>	<b>4</b>
<b>6.</b>	<b>VALOR ASIGNADO .....</b>	<b>4</b>
<b>7.</b>	<b>CONFIDENCIALIDAD .....</b>	<b>5</b>
<b>8.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO.....</b>	<b>5</b>
<b>9.</b>	<b>RESULTADOS DE LA MEDICIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>10.</b>	<b>LABORATORIOS PARTICIPANTES.....</b>	<b>8</b>
<b>11.</b>	<b>OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS.....</b>	<b>9</b>
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>9</b>
<b>13.</b>	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 3 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Los Ensayos de Aptitud son una herramienta para la determinación del desempeño de los laboratorios a través de comparaciones interlaboratorios y, además, son considerados como indispensables para el aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos según la NB-ISO/IEC/17025:2018 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”.

IBMETRO, en su calidad de Instituto Nacional de Metroología, es proveedor de Ensayos de Aptitud y tiene el objetivo de atender las necesidades de los laboratorios nacionales.

La participación en estos programas es un requisito establecido en las normas de competencia técnica para laboratorios de ensayo y calibración. También es un requisito exigido por la Dirección Técnica de Acreditación en Bolivia (DTA-CRI-015) y en algunos casos puede ser un requerimiento establecido en la legislación vigente.

## 2. ORGANIZACIÓN



Instituto Boliviano de Metrología - IBMETRO  
 Dirección de Metrología Industrial y Científica  
 Unidad de Mecánica Física  
 La Paz, Av. Illimani, zona Valle Hermoso (Achocalla)  
 Tel/Fax (591-2) 2136034 – 2890101  
[www.ibmetro.gob.bo](http://www.ibmetro.gob.bo)

## 3. UNIDAD DE COORDINACIÓN

### COMITÉ TÉCNICO – CIENTÍFICO

Erik Guevara Murillo – Coordinador y Responsable Estadístico del Ensayo de Aptitud.

Gary Chambi Velásquez – Responsable Técnico del Ensayo de Aptitud.

Gerson Chacón – Supervisor de la Unidad de Mecánica Física.

Henry Paco Mariño – Director de Metrología Industrial y Científica

### PERSONAL DE APOYO

Edson Ramos Limachi – Colaborador Técnico

Bryan Bascope Apaza – Colaborador Técnico

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 4 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

#### 4. OBJETIVOS

- Presentar los resultados de la evaluación del desempeño de los laboratorios participantes en el Ensayo de Aptitud EM-001-2025 "CALIBRACIÓN DE PESAS DE CLASE M1 DE 5 kg Y 20 kg", siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma ISO/IEC 17043:2023.
- Proveer una herramienta objetiva para que los laboratorios participantes demuestren su competencia técnica ante entes acreditadores y demás partes interesadas.
- Promocionar a los Ensayos de Aptitud que organiza el IBMETRO como herramientas para el aseguramiento interno de la calidad de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Fortalecer la infraestructura nacional de la calidad y la confianza de los usuarios de esta infraestructura.

#### 5. DESCRIPCIÓN DE LOS ÍTEMES DE ENSAYO

<b>Características</b>	<b>Ítem №1</b>	<b>Ítem №2</b>
<i>Tipo</i>	Pesa de hierro fundido	Pesa de hierro fundido
<i>Modelo</i>	OIML	OIML
<i>Alcance máximo</i>	5 kg	20 kg
<i>Densidad</i>	7100 kg/m <sup>3</sup>	
<i>Incertidumbre (k=2)</i>	600 kg/m <sup>3</sup>	

**Tabla 1.** Descripción de los ítems de ensayo

Los ítems para el presente Ensayo de Aptitud fueron proporcionados por IBMETRO.

#### 6. VALOR ASIGNADO

El valor asignado para la evaluación de los resultados fue establecido por el Laboratorio de Masa y Balanza de IBMETRO, de acuerdo con el procedimiento DMIC-EA-PE-002 "Evaluación estadística en ensayos de aptitud"

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 5 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

IBMETRO		
Valor nominal (kg)	Error Encontrado (mg)	Incertidumbre Expandida (k=2) (mg)
<b>5</b>	-977	28
<b>20</b>	913	135

**Tabla 2.** Valores de referencia

Los ítems de calibración fueron sometidos a un estudio de deriva durante todo el proceso de desarrollo del Ensayo de Aptitud, el mismo consistió en la calibración de las pesas de medición al iniciar y al finalizar el Ensayo de Aptitud, el análisis estuvo acorde a lo establecido en el procedimiento DMIC-EA-PE-002 “Evaluación Estadística en Ensayos de Aptitud”, en el cálculo de incertidumbre se está considerando como un aporte la deriva del instrumento.

## 7. CONFIDENCIALIDAD

Los resultados del Ensayo de Aptitud han sido tratados con absoluta confidencialidad, cada participante fue identificado por un código individual, que solo es conocido por el laboratorio participante y por la Unidad de Coordinación del Ensayo.

## 8. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

A los laboratorios participantes se les evaluará mediante el criterio del error normalizado, el cual es un criterio especificado en la ISO/IEC 17043:2023 Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para la competencia de los proveedores de ensayos de aptitud. Dicho error normalizado se describe a continuación.

- **Herramientas estadísticas para la evaluación de desempeño**

Las técnicas estadísticas utilizadas en el tratamiento de los resultados reportados por los laboratorios participantes y los resultados de la evaluación de desempeño se mencionarán a continuación.

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 6 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

- Evaluación de la diferencia “D” (estimación de la diferencia) del laboratorio**

La diferencia “D” del laboratorio se calcula, según la norma ISO/IEC 17043 Anexo B acápite B.3.1.3 a) por la ecuación B.1

$$D = x - X \dots \text{Ec. 1}$$

Dónde:

$x$  = resultado reportado por el participante  
 $X$  = valor asignado (Valor de referencia)

- Evaluación del error normalizado**

El error normalizado “En” se define, según la norma ISO/IEC 17043 Anexo B, acápite B.3.1.3 e) por la fórmula B.5

$$En = \frac{x-X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \dots \text{Ec. 2}$$

$En$  = Error normalizado  
 $x$  = Valor del laboratorio participante  
 $X$  = Valor del laboratorio de referencia  
 $U_{lab}$  = Incertidumbre expandida de  $x$   
 $U_{ref}$  = Incertidumbre expandida de  $X$

**Nota:** Ambas incertidumbres expandidas deben estar para el mismo nivel de confianza (95%) aproximadamente.

Según la norma ISO/IEC 17043 Anexo B, acápite B.4.1.1 c) 2) el valor absoluto del error normalizado determina el desempeño para los valores obtenidos donde:

Para  $-1 \leq En \leq 1$  el resultado se considera Satisfactorio  
 Para  $En < -1$  o  $En > 1$  el resultado se considera no Satisfactorio

## 9. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

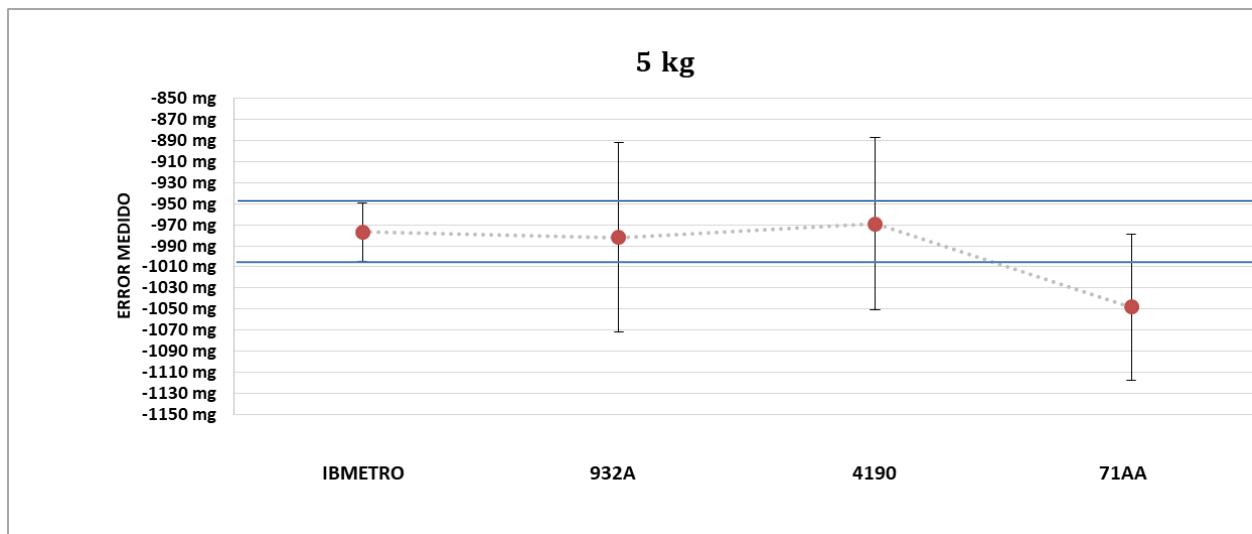
Los resultados presentados por los participantes se exponen en el presente

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 7 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

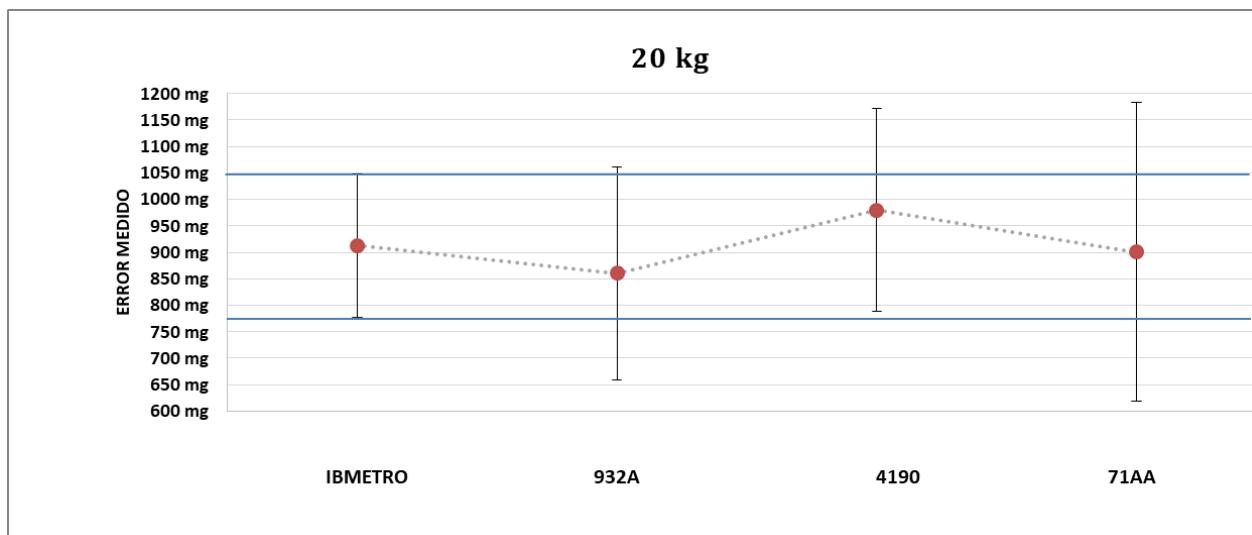
informe de forma conjunta, dado que todos los participantes utilizaron métodos de calibración comparables.

De forma general todos los participantes obtuvieron resultados SATISFACTORIOS en ambos ítems de calibración evaluados para su valor de masa convencional.

Esto representa un buen desempeño por parte de los participantes del presente ensayo de aptitud. Los resultados de la evaluación de los participantes se muestran en las gráficas y tablas correspondientes a continuación.



**Gráfico 1.** Evaluación de los participantes para la pesa de 5 kg



**Gráfico 2.** Evaluación de los participantes para la pesa de 20 kg

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>			
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>			
<b>Página 8 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>			<b>1-2025</b>

Valor Nominal (kg)	LABORATORIO					
	932A		4190		71AA	
	Error Encontrado (mg)	Incertidumbre Expandida (k=2) (mg)	Error Encontrado (mg)	Incertidumbre Expandida (k=2) (mg)	Error Encontrado (mg)	Incertidumbre Expandida (k=2) (mg)
5	-982	90	-969	82	-1048	70
20	860	201	980	191	901	282

**Tabla 3.** Resultados reportados por los laboratorios participantes

ERROR NORMALIZADO PARA LOS VALORES NOMINALES DE LAS PESAS DE 5 kg Y 20 kg DE CLASE M1						
Valor nominal (kg)	LABORATORIOS PARTICIPANTES					
	932A		4190		71AA	
5	-0,06	Satisfactorio	0,09	Satisfactorio	-0,95	Satisfactorio
20	-0,22	Satisfactorio	0,29	Satisfactorio	-0,04	Satisfactorio

**Tabla 4.** Resultados de la evaluación de desempeño de los laboratorios participantes

Dónde:

- $-1 \leq E_N \leq 1$  son resultados satisfactorios
- $E_N < -1$  o  $E_N > 1$  son resultados no satisfactorios.

## 10. LABORATORIOS PARTICIPANTES

En este ensayo de aptitud se registró la participación de 03 laboratorios de diferentes departamentos de Bolivia. Es importante resaltar que la numeración de la tabla 5 es solamente un indicativo del número de laboratorios participantes en el presente Ensayo, no está asociada a los códigos de participación de los laboratorios.

Nº	INSTITUCIÓN	DEPARTAMENTO
1	METROLAB S.R.L.	La Paz
2	METRICA LTDA	La Paz
3	TECNICAS & METROLOGÍA	Santa Cruz

**Tabla 5.** Participantes del Ensayo de Aptitud EM-001-2025 "Calibración de pesas patrón de clase M1 de 5 kg y 20 Kg"

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 9 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

## 11. OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

- Todos los laboratorios participantes cumplieron con el cronograma establecido, tanto en la medición y en el reporte de los resultados, ningún laboratorio participante reportó algún inconveniente al momento de realizar las mediciones.
- Se recomienda tener en cuenta las estimaciones de la incertidumbre y su correspondiente reporte en las mediciones finales. Como regla general, cuando la incertidumbre estimada es más pequeña que la incertidumbre del valor asignado ( $u_{pt}$ ) o es mayor a dos veces la desviación estándar del Ensayo de Aptitud ( $\sigma_{pt}$ ), entonces se recomienda al participante revisar la causa raíz de la subestimación o sobre-estimación de la incertidumbre estimada.
- Se recomienda al participante con código 71AA investigar las causas que pudieron afectar la medición realizada para la pesa de 5 kg, la cual presenta un sesgo con relación al valor de referencia, esto con el fin de poder mejorar su proceso de medición.

## 12. CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de los laboratorios participantes en la calibración de pesas patrón (masa convencional), obteniéndose resultados satisfactorios en los ítems de ensayo para los laboratorios participantes.
- Se logró brindar a los participantes una herramienta para evaluar su desempeño y demostrar su competencia técnica para realizar los ensayos y calibración de pesas patrón determinado en el presente ensayo de aptitud.
- El diseño estadístico y los criterios de evaluación utilizados por el IBMETRO como proveedor fueron adecuados para el propósito del ensayo de aptitud.
- Se recomienda la participación rutinaria en Rondas de Ensayos de Aptitud con el fin de demostrar su mejora o para demostrar la permanencia de su buen desempeño. El Laboratorio de Masa y el Comité Científico Técnico agradecen el interés y la colaboración de los participantes en la realización de este Ensayo de Aptitud.

## 14. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- UNE-EN ISO/IEC 17043 (2023). Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP & OIML (2008). Evaluación de datos de medición – Guía para la expresión de la incertidumbre de medida JCGM 100:2008 (GUM 1995 con ligeras correcciones). Edición digital 1 en

<b>DMIC-EA-PE-001/F06</b>	<b>FORMULARIO</b>	
<b>V.00</b>	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE APTITUD</b>	
<b>Página 10 de 10</b>	<b>Vigente desde: 2023-04-10</b>	<b>1-2025</b>

español realizada por CEM, autorizada por el Comité Conjunto de Guías en Metrología (JCGM).

- ISO 13528 (2016). Métodos estadísticos para utilizar en ensayos de aptitud mediante comparaciones interlaboratorios.
- OIML. (2004). R 111-1 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, and M3 – Part 1: Metrological and technical requirements.
- EURAMET cg-18 Versión 4.0 (11/2015) Guía para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático.