



**Prueba de Aptitud Técnica para Laboratorios de Calibración en Presión  
LACOMET-IC-04-2009**

Laboratorio Costarricense de Metrología  
Laboratorio de Presión  
San José, Costa Rica  
2009

Lic. Róger Irías Campos  
Ricardo Ugalde Muñoz

**Resumen:** Este documento expone los resultados obtenidos en la prueba de aptitud técnica LACOMET-IC-04-2009, el cual se realizó mediante la calibración y medición - por parte de los laboratorios participantes - de un manómetro de deformación elástica previamente calibrado por LACOMET. El alcance de medición fue de 0 kPa a 1000 kPa en presión neumática relativa. LACOMET como laboratorio piloto se encargó de la coordinación y análisis de la información proporcionada por los laboratorios participantes. En esta prueba participaron laboratorios nacionales que brindan servicios de calibración en la magnitud de presión los cuales a su vez, necesitan cumplir con los requisitos exigidos por la norma ISO/IEC 17025:2005, relativos a comparaciones interlaboratoriales.

## **1. Introducción**

Entre los objetivos que tiene el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET) se encuentra la verificación y armonización de la competencia técnica de los laboratorios nacionales de calibración con el fin de promover una red de laboratorios con mediciones confiables y con un nivel de concordancia entre ellos, dentro de la mejor capacidad de medición declarada por cada laboratorio.

Las diferencias existentes entre los patrones y los sistemas de medición utilizados por los diferentes laboratorios de la red nacional de laboratorios metrológicos secundarios (acreditados y no acreditados), hacen necesario la realización de ejercicios de comparación, los cuales permiten determinar el grado de concordancia entre los mismos y la confiabilidad de sus resultados, lo cual redundará en un mejoramiento continuo del sistema de evaluación de la conformidad establecido en la ley 8279 del Sistema Nacional para la Calidad.

Las pruebas de aptitud técnica son herramientas útiles para corroborar la capacidad de trabajo de los involucrados en las mismas y una forma de aseguramiento de la calidad de los resultados emitidos para las capacidades de medición reportadas por los participantes. Los Laboratorios Nacionales de Referencia mantienen los Patrones Nacionales de Referencia y garantizan la trazabilidad y la menor incertidumbre, que se obtiene al realizar la medición, que en un país debe haber. Una Prueba de Aptitud Técnica piloteada por un Laboratorio Nacional de Referencia debe servir como guía y orientación para asegurar la mejora continua en la aplicación de métodos y procedimientos de trabajo de los laboratorios participantes.

## **2. Desarrollo**

Esta prueba de aptitud técnica fue piloteada por el Laboratorio Costarricense de Metrología con la participación de 9 laboratorios nacionales de calibración en la magnitud de presión, la cual inició el 01 de setiembre del 2009 y concluyó el 11 de diciembre del 2009.

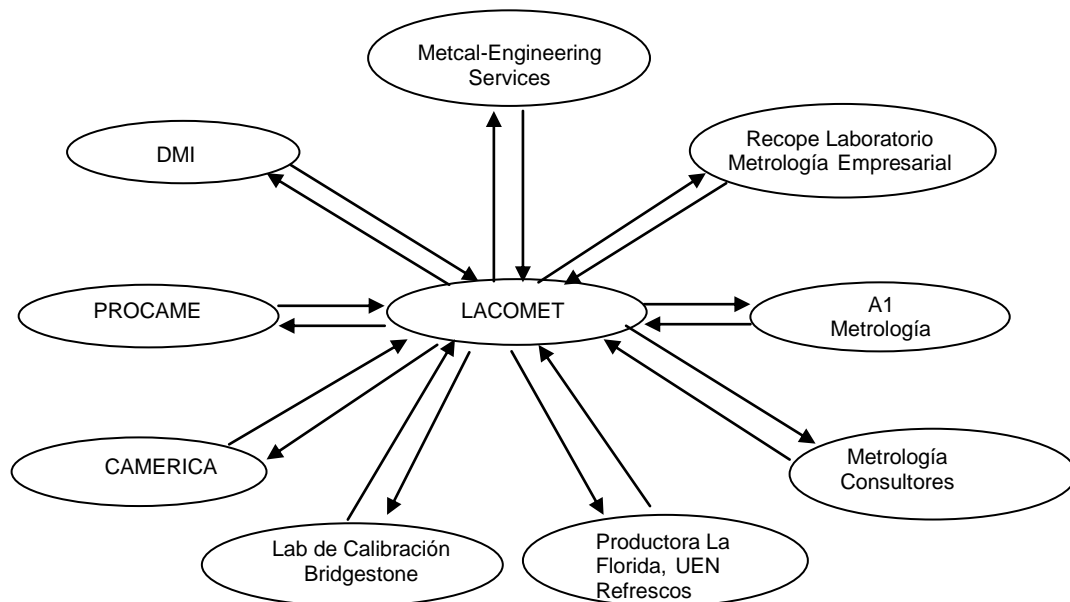
Esta comparación se llevó a cabo siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo “Prueba de Aptitud Técnica para Laboratorios de Calibración LACOMET–IC-04-2009”. Los puntos de calibración escogidos fueron los siguientes, 100 kPa, 400 kPa, 700 kPa y 1000 kPa.

Durante el desarrollo del ensayo de aptitud, el laboratorio de presión de LACOMET realizó tres mediciones del manómetro viajero (inicial, intermedia y final) con el objeto de verificar la estabilidad del equipo durante todo el periodo de duración de la ronda de comparación y para generar los valores de referencia en cada uno de los puntos de calibración, y los laboratorios participantes que se muestran en la Tabla 1 realizaron las mediciones correspondientes siguiendo los lineamientos establecidos en el protocolo de medición mencionado.

Los resultados de cada laboratorio se enviaron a LACOMET para su revisión y evaluación estadística correspondiente. La evaluación de los resultados obtenidos se resume en una gráfica de error normalizado elaborada con la información generada por cada laboratorio.

## 2.1 Laboratorios participantes

A continuación se muestra la lista de laboratorios participantes en este ensayo de aptitud y el programa de mediciones propuesto aparece en la figura 1.



**Figura 1.**

**Tabla 1**

<b>Nombre del laboratorio</b>
Laboratorio de Presión de LACOMET (Laboratorio referencia)
MET CAL Engineering Services
Laboratorio Metrológico Empresarial RECOPE
A1 Calibration Laboratory S.A.
Metrología Consultores S.A.
Laboratorio de Calibración de Bridgestone CR
Calibraciones de América (CAMÉRICA S.A.)
PROCAME
Desarrollos Latinoamericanos de Metrología Integrada, S.A. (DMI Metrología)
Laboratorio de Calibración de Productora La Florida, UEN Refrescos

## 2.2 patrón de comparación utilizado

Como objeto de comparación, se utilizó de un manómetro analógico de deformación elástica con las siguientes características:

Marca: ASHCROFT

Número de identificación RCP-LME-PI01,

División de escala: 5 kPa

Clase de exactitud: 0,25% E.T.

## 2.3 Protocolo de Medición

Los laboratorios participantes determinaron el valor del error e incertidumbre expandida de acuerdo con el método escogido, utilizando un patrón al menos 3 veces más exacto que el patrón viajero y efectuando las lecturas del patrón viajero a la mitad de la división de la escala.

Cada laboratorio participante envió a LACOMET los datos de las mediciones, tomando en cuenta la siguiente información:

- i) El error obtenido en cada punto de medición;
- ii) La incertidumbre expandida en cada punto de medición;

Se usaron las recomendaciones establecidas en la GUM “Guide To The Expression Of Uncertainty In Measurement ISO-IEC-OIML-BIPM” para el análisis de los resultados.

## 3. Resultados

El grado de equivalencia entre los resultados de las mediciones de los laboratorios fue determinado a partir del error normalizado de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_n = \frac{|E_L - E_{LA}|}{\sqrt{U_L^2 + U_{LA}^2}}$$

Donde:  $E_L$  valor reportado por el laboratorio participante  
 $E_{LA}$  valor reportado por el LACOMET.  
 $U_L$  incertidumbre expandida al 95 % de confianza, asociada al cálculo del error reportado por el laboratorio participante.  
 $U_{LA}$  incertidumbre expandida al 95 % de confianza, asociada al cálculo del error reportado por el LACOMET.

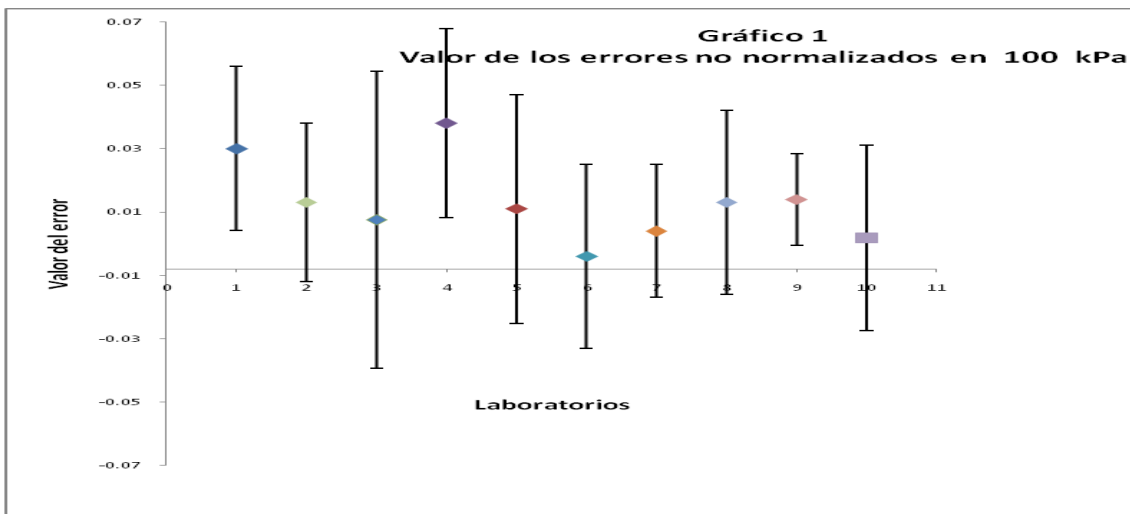
Los criterios de evaluación de los resultados obtenidos son:

$E_n$	$\leq 1$	Satisfactorio
$E_n$	$> 1$	Cuestionable

Con base en esta herramienta estadística los resultados de la comparación se muestran en las Tablas 2, Tabla 3, Tabla 4 y Gráficos 1, Gráfico 2 y Gráfico 3. En las tablas se presenta el error no normalizado, la incertidumbre expandida y el error normalizado de cada laboratorio. En las gráficas se presentan sólo los errores no normalizados con su incertidumbre asociada.

**Tabla 2**  
**Valor de los errores no normalizados en 100 kPa**

Nº Lab.	ERROR	INCERT. EXP.	ERROR NORMALIZADO
1	3,0	2,59	<b>0,72</b>
2	1,3	2,5	<b>0,29</b>
3	0,76	4,69	<b>0,10</b>
4	3,8	2,98	<b>0,87</b>
5	1,10	3,61	<b>0,20</b>
6	-0,4	2,9	<b>0,14</b>
7	0,4	2,1	<b>0,06</b>
8	1,3	2,9	<b>0,27</b>
9	1,39	1,45	<b>0,37</b>
10	0,18	2,93	<b>REFERENCIA</b>



Nota ■ LACOMET corresponde al laboratorio 10

**Tabla 3**  
**Valor de los errores no normalizados en 400 kPa**

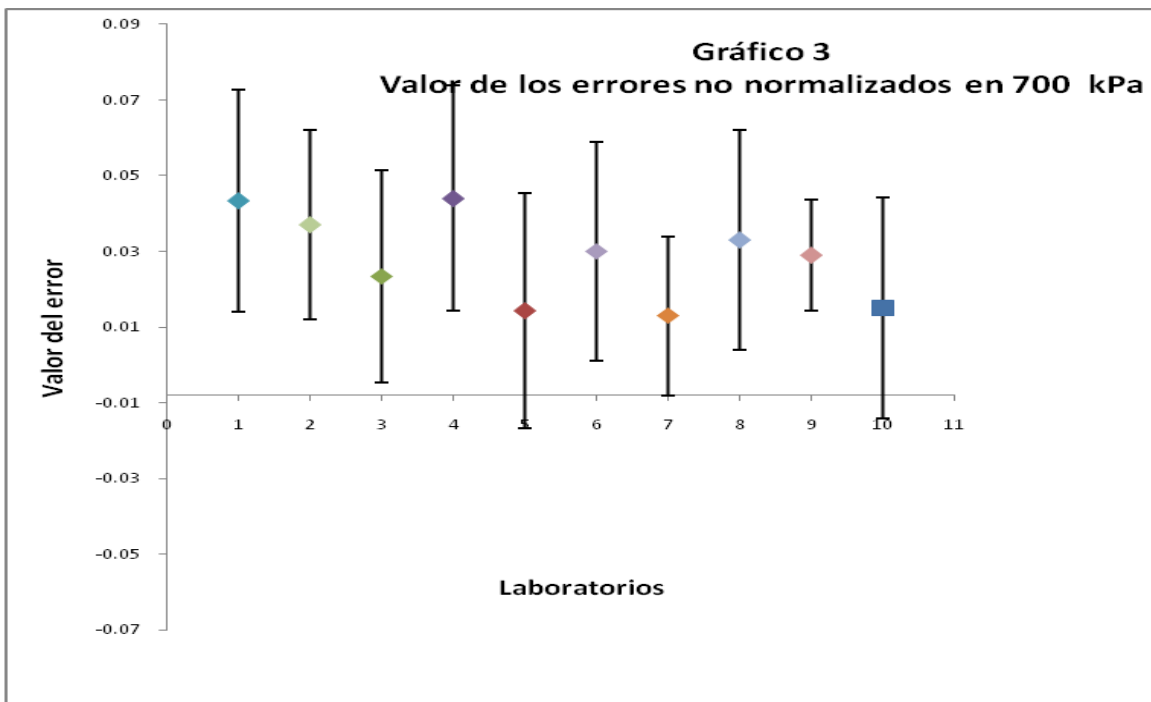
Nº Lab.	ERROR	INCERT. EXP.	ERROR NORMALIZADO
1	4,33	2,59	<b>0,59</b>
2	4,2	2,5	<b>0,57</b>
3	2,48	4,69	<b>0,09</b>
4	5,8	2,98	<b>0,90</b>
5	3,12	2,89	<b>0,27</b>
6	3,1	2,9	<b>0,27</b>
7	0,6	2,1	<b>0,38</b>
8	4,0	2,9	<b>0,48</b>
9	0,56	1,51	<b>0,42</b>
10	1,98	2,99	<b>REFERENCIA</b>



Nota: ■ LACOMET corresponde al laboratorio 10

**Tabla 4**  
**Valor de los errores no normalizados en 700 kPa**

Nº Lab.	ERROR	INCERT. EXP.	ERROR NORMALIZADO
1	4,33	2,59	0,72
2	3,7	2,5	0,57
3	2,34	2,8	0,21
4	4,4	2,98	0,69
5	1,43	3,11	0,02
6	3,0	2,9	0,36
7	1,3	2,1	0,06
8	3,3	2,9	0,44
9	2,29	1,48	0,24
10	1,5	2,93	REFERENCIA

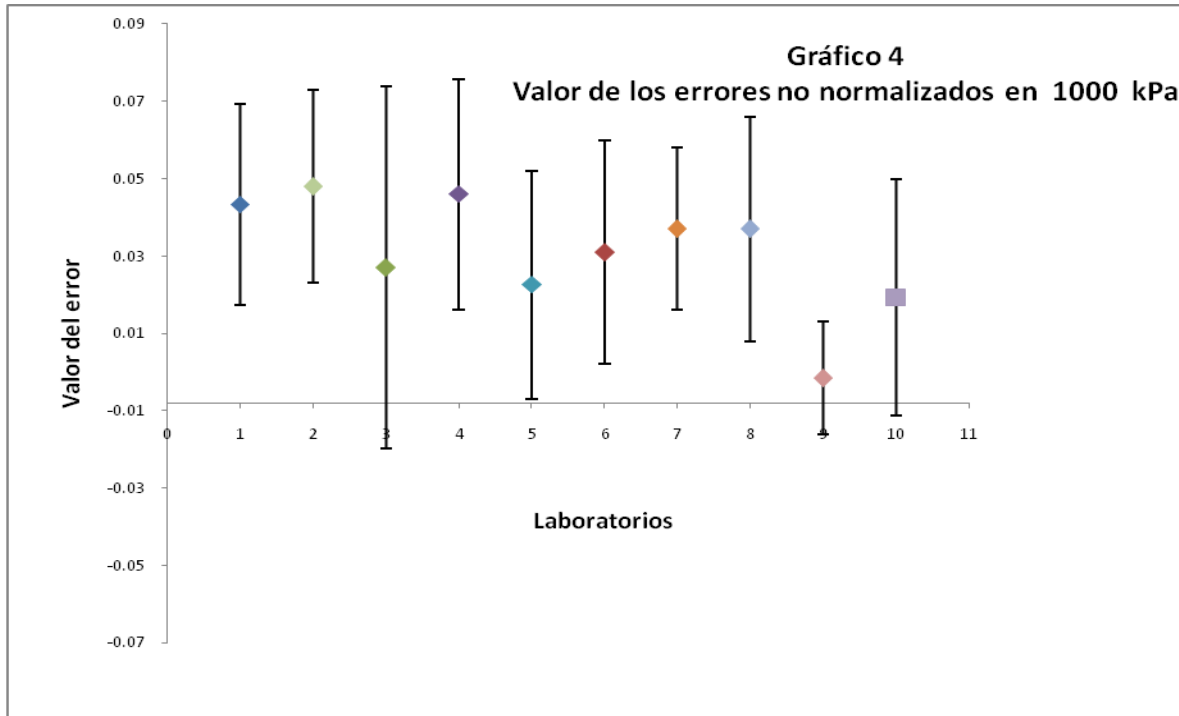


Nota: ■ LACOMET corresponde al laboratorio 10

Tabla 5

**Valor de los errores no normalizados en 1000 kPa**

Nº Lab.	ERROR	INCERT. EXP.	ERROR NORMALIZADO
1	4,33	2,59	0,60
2	4,8	2,5	0,73
3	2,71	4,69	0,14
4	4,6	2,98	0,63
5	2,26	2,95	0,08
6	3,1	2,9	0,28
7	3,7	2,1	0,48
8	3,7	2,9	0,42
9	-0,15	1,45	0,61
10	1,93	3,06	REFERENCIA



**Nota:** ■ LACOMET corresponde al laboratorio 10

Según los resultados que se detallan en la Tabla 2, correspondiente a las mediciones del manómetro en 100 kPa, se observa que todos los laboratorios presentan errores normalizados menores a 1, lo cual implica que los mismos son satisfactorios; sin embargo se observa que los laboratorios N° 1 y N° 4 presentan el mayor error y el laboratorio N° 3 presenta la mayor incertidumbre.

De acuerdo a los resultados que se detallan en la Tabla 3, que corresponde a las mediciones del manómetro en 400 kPa, se observa que todos los laboratorios presentan errores normalizados menores a 1, lo cual implica que los mismos son satisfactorios; sin embargo se observa que el laboratorio N° 4 que presenta el mayor error y el laboratorio N° 3 presenta la mayor incertidumbre.

En los resultados que se detallan en la Tabla 4, que corresponde a las mediciones del manómetro en 700 kPa, se observa que todos los laboratorios presentan errores normalizados menores a 1, lo cual implica que los mismos son satisfactorios; sin embargo se observa que los laboratorios N° 1 y N° 4 presentan el mayor error y el laboratorio N° 5 presenta la mayor incertidumbre.

En los resultados que se detallan en la Tabla 5, que corresponde a las mediciones del manómetro en 1000 kPa, se observa que todos los laboratorios presentan errores normalizados menores a 1, lo cual implica que los mismos son satisfactorios; sin embargo se observa que los laboratorios N° 1 y N° 4 presentan el mayor error y el laboratorio N° 3 presenta la mayor incertidumbre.

Resumiendo, los gráficos 1, 2, 3 y 4, confirman que todos los laboratorios presentaron errores normalizados inferiores a 1 y por lo tanto están dentro del intervalo ( $\text{error} \pm U$ ) kPa reportado por LACOMET que es el laboratorio de referencia.

#### **4. Conclusiones**

En este Ensayo de Aptitud, participaron 9 laboratorios nacionales de calibración en la magnitud de presión. El patrón de comparación utilizado fue un manómetro analógico de deformación elástica marca ASHCROFT, número de identificación RCP-LME-PI01, división de escala: 5 kPa, clase de exactitud: 0,25% E.T.

El manómetro fue medido 3 veces en LACOMET para verificar el comportamiento y la estabilidad del mismo en la ronda de mediciones y para la asignación del valor de referencia del mismo en cada uno de los puntos de medición escogidos.

Este ejercicio comparativo es el inicio de un proceso que busca extenderse a más instrumentos de medición de presión con mejores exactitudes.

Todos los laboratorios mostraron concordancia con los resultados del laboratorio de referencia (LACOMET) en todos los puntos de medición escogidos. Por lo tanto tienen la capacidad de generar resultados técnicamente válidos, sin embargo, se recomienda que los laboratorios que presentaron los errores más grandes y la mayor incertidumbre, realicen una revisión de su sistema de medición o del cálculo utilizado para tal fin.

Con la culminación de esta prueba de aptitud técnica se cumplieron los objetivos planteados. Se ha iniciado un proceso de retroalimentación necesario para homologar criterios técnicos y se han dado los primeros pasos para conformar un comité técnico nacional en la magnitud de presión. Este ejercicio comparativo revela la capacidad técnica de los participantes necesaria para fortalecer sus capacidades de medición y calibración, da confianza de la calidad de sus resultados a los clientes y asegura la cadena de trazabilidad. Estos resultados también son valiosos para la labor de los auditores del Ente Costarricense de Acreditación (ECA) que evalúan la competencia técnica y la confiabilidad de los resultados en los procesos de acreditación de estos laboratorios, labor necesaria para garantizar el funcionamiento del Sistema Nacional de Calidad.

El Laboratorio Costarricense de Metrología agradece a todos los laboratorios nacionales que participaron en esta actividad que contribuye a fortalecer la infraestructura metrológica nacional y a RECOPE que aportó el patrón de comparación.

#### **Referencias**

- Protocolo de Prueba de Aptitud Técnica para Laboratorios de Calibración LACOMET–IC-04-2009.
- MF-PR-PR-01 Calibración de manómetros y vacuómetros de medio neumático por comparación directa; 2006; pág 3-8.
- GUM “Guide to the Expression of Uncertainty InMeasurement ISO-IEC-OIML-BIPM” para el análisis de los resultados. CENAM.
- ISO 13528:2005, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. First Edition, 2005-09-01. Sec 7.5, pág 27-28.
- ISO/IEC Guide 43-1 and 2:1997, Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. SCC,Nov 2001. Anexo A, Sec. A.2.1.4, pág 16.