

# COMPARACIÓN DE BAJA PRESIÓN ENTRE MÉXICO Y ARGENTINA

Jorge Torres Guzmán, Pablo Olvera Arana  
Centro Nacional de Metrología  
km 4,5 carretera a Los Cués, El Marqués, Querétaro, México  
Tel. (52) 4 211 0572, fax (52) 4 211 0578, e-mail [jtortes@cenam.mx](mailto:jtortes@cenam.mx)

Juan Forastieri, David Jungman  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Av. General Paz y Albarelos, San Martín Pcia. de Buenos Aires, Argentina  
Tel. (54) 11 475 25402, e-mail [presion@inti.gov.ar](mailto:presion@inti.gov.ar)

**RESUMEN:** Se realizó una comparación de baja presión entre México y Argentina, con el objetivo de estimar el nivel de concordancia en la realización de la magnitud de presión y la incertidumbre asociada a su medición. La comparación se llevó a cabo entre los laboratorios nacionales, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina y el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México.

El alcance máximo de medición fue de 6 MPa, utilizando un transductor electrónico de cuarzo como patrón de comparación, el cual tiene una incertidumbre expandida relativa de  $3 \cdot 10^{-5}$  ( $k=2$ ) de la lectura.

En este artículo se presentan un resumen de los lineamientos generales y del procedimiento utilizado, así como los resultados obtenidos en la comparación, gráfica con las desviaciones e incertidumbres de cada laboratorio.

## INTRODUCCIÓN

En general, una comparación se realiza con patrones similares y el objetivo primordial de la comparación es el de establecer el nivel de concordancia entre la medición de los laboratorios, así como verificar la calidad de sus patrones y la habilidad de los laboratorios para operarlos. Al final, este proceso de comparación, permite establecer un reconocimiento mutuo entre los laboratorios [1].

Las comparaciones de patrones en presión, se pueden realizar principalmente mediante dos métodos; directo o indirecto. El método directo se utiliza cuando el número de laboratorios a comparar es mínimo (2 ó 3), conectando directamente los patrones (normalmente balanzas de presión) de los laboratorios participantes, por pares, y realizando flotación cruzada [2]. El método indirecto consiste en el uso de un patrón de comparación o transferencia; para este caso se pueden utilizar diferentes tipos de instrumentos, la selección depende de la incertidumbre esperada en la comparación y de las condiciones de operación de la comparación (cercanía entre institutos, facilidad de manejo físico y aduanal, espacios disponibles, tiempo disponible, entre otros).

La comparación de baja presión entre México y Argentina, se realizó mediante el método indirecto y en el alcance de medición de 600 kPa a 6 MPa, para

presión manométrica utilizando gas como fluido manométrico. La razón principal para utilizar el método indirecto es la dificultad de transportar los patrones de referencia (balanzas de presión) de un país a otro ya que son de diferente construcción.

## DETALLES DE LA COMPARACIÓN

Las características del instrumento utilizado como patrón de comparación se describen en la tabla 1.

Tipo:	Sensor resonante
Alcance:	0 a 7 000
Unidades:	kPa
Resolución:	0,001
Clase de Exactitud:	0,01%
Incertidumbre:	0,002%
Marca:	DH Instruments
Modelo:	RPM3 D-A10000-L/A1000
Nº/S. o Identificación:	675

**Tabla 1. Datos del Patrón de Comparación.**

Cada laboratorio seleccionó el patrón, dentro del alcance de medición de la comparación, a utilizar para llevar a cabo las mediciones. Los datos de los patrones utilizados se presentan a continuación. La tabla 2 presenta los del CENAM y la tabla 3 los del INTI.

Tipo:	Balanza de presión
Configuración Pistón-Cilindro:	Simple
Alcance:	40 kPa a 7 000 kPa
Incertidumbre:	26 10 <sup>-6</sup>
Marca:	DH Instruments
Modelo:	7601
N°/S. Identificación:	107 (base); 228 (pistón)
No. de Certificado:	CNM-CC-720-115
Trazabilidad:	CENAM

**Tabla 2. Datos del Patrón Utilizado por el CENAM.**

Tipo:	Balanza de presión
Configuración Pistón-Cilindro:	Simple
Alcance:	14 kPa a 7 000 kPa
Incertidumbre:	30 10 <sup>-6</sup>
Marca:	Ruska
Modelo:	2465
N°/S. Identificación:	V-1327 (pistón)
No. de Certificado:	0042 PTB/99
Trazabilidad:	PTB

**Tabla 3. Datos del Patrón Utilizado por el INTI-Cefis.**

Para llevar a cabo la comparación se emitieron 3 documentos esenciales para asegurar el buen desarrollo de la comparación: a) Lineamientos generales de la comparación [3], b) Instrucciones de medición para la calibración de un transductor con sensor resonante de cuarzo para presión manométrica de hasta 6 MPa [4], c) Hoja de cálculo para la comparación de presión [5].

### Lineamientos Generales de la Comparación

Este documento presenta las condiciones generales de la comparación e incluye los siguientes puntos: Objetivo, alcance, vocabulario y unidades a ser utilizadas, lineamientos generales, obtención de resultados, responsabilidad en las mediciones, programa de la comparación, envío de los resultados de las mediciones y bibliografía.

### Instrucciones de Medición para la Calibración

En este documento se pretende presentar toda aquella información que pueda facilitar el uso del patrón de comparación y así evitar diferencias en la comparación debidas al uso inadecuado del patrón de comparación. En el documento se describe: el

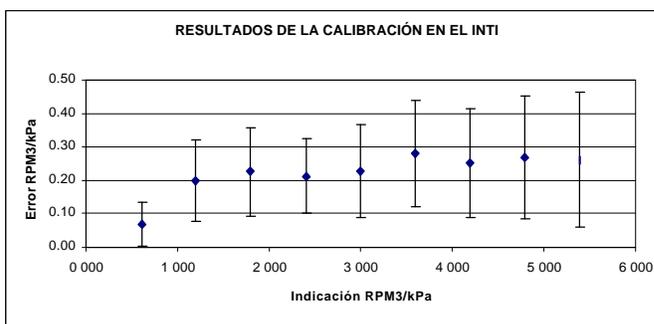
instrumento, cuidados de transportación, instrucciones de medición, tiempos recomendados para la calibración e informe final.

### Hoja de Cálculo para la Comparación

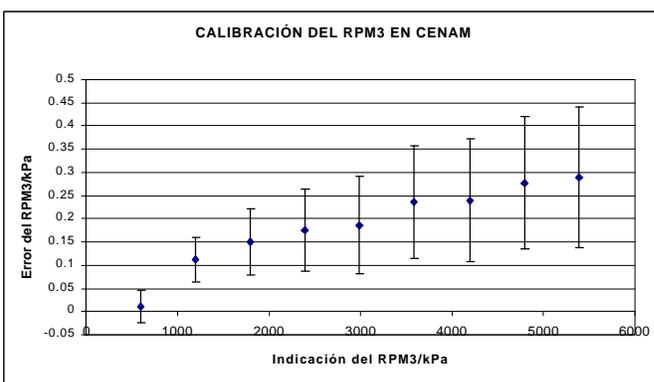
Se preparó una hoja de cálculo en Excel, que permite almacenar los datos de la comparación así como graficar los resultados de las diferentes series de lecturas, promedio, desviaciones y si se ingresa la incertidumbre del patrón se puede obtener la gráfica de desviaciones e incertidumbres.

### RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la medición del patrón de comparación en cada laboratorio se presentan por separado en las gráficas siguientes. La gráfica 1 muestra los resultados de la calibración en el INTI y la gráfica 2 los resultados obtenidos en el CENAM.

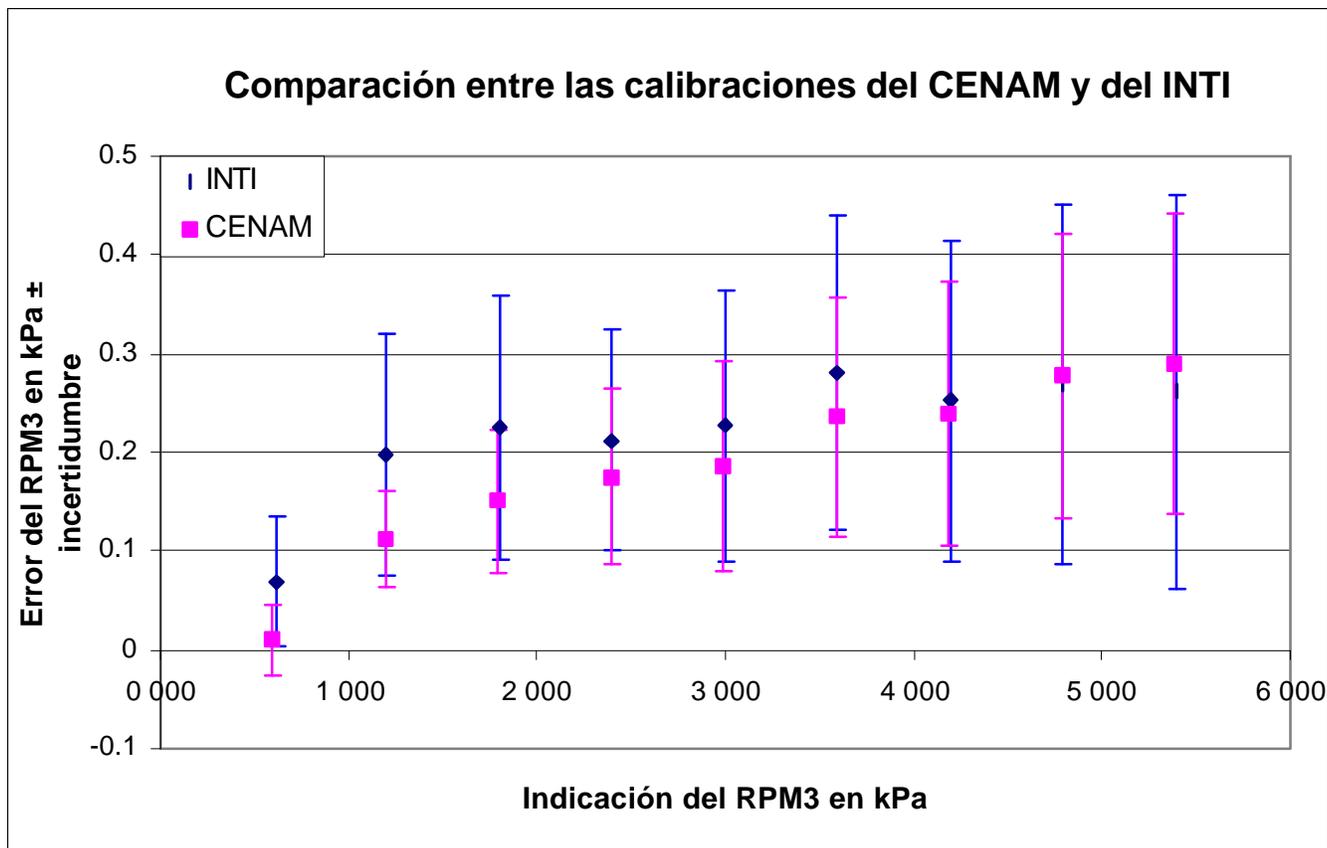


**Gráfica 1. Resultados de la calibración en el INTI.**



**Gráfica 2. Resultados de la calibración en el CENAM.**

La comparación de las 2 calibraciones se integra en la gráfica 3 siguiente. En esta gráfica es donde podemos observar los resultados de la comparación.



**Gráfica 3. Resultados de la comparación.**

En la gráfica anterior se muestran las desviaciones encontradas para el patrón de comparación (error) así como la incertidumbre que le fue asignada por cada laboratorio para cada punto de medición.

Las lecturas tomadas para esta comparación tuvieron un alcance de medición de 610 kPa hasta 5,4 MPa, dentro del alcance máximo nominal asignado a esta comparación (6 MPa). Las incertidumbres presentadas son expandidas ( $k=2$ ).

### CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados en la gráfica 3, la compatibilidad de mediciones para esta magnitud y este alcance de medición, entre el INTI-Cefis de Argentina y el CENAM de México es excelente.

Las incertidumbres asignadas por cada laboratorio son diferentes debido a los instrumentos patrón utilizados y a la caracterización que cada laboratorio a hecho en ellos. Esta diferencia es una situación normal en cualquier comparación.

La diferencia que se presenta en la desviación encontrada por cada laboratorio, para el patrón de comparación, es mínima y al incluir la incertidumbre que cada laboratorio asigna se puede ver en la gráfica, que esta diferencia queda comprendida dentro de la variación debida a la incertidumbre.

Esto se presenta aun en la parte baja del alcance de medición comparado, donde aparentemente se encuentran las desviaciones mayores en los valores asignados. En estos 2 primeros puntos de la gráfica se observa que los valores de cada laboratorio se encuentran más alejados pero dentro de la incertidumbre asignada y el valor promedio del CENAM no queda excluido de la variación debida a la incertidumbre del INTI.

Los resultados obtenidos hacen innecesario el uso de cualquier tipo de ecuación, de las varias recomendadas por diferentes grupos [6] [7] [8], para el análisis de compatibilidad de mediciones.

Por lo antes expuesto, la conclusión de esta comparación es compatibilidad de mediciones demostrada entre ambos laboratorios en el alcance de medición comparado.

## RECONOCIMIENTOS

Agradecemos a la empresa DH Instruments, Inc. de Phonix, Arizona, EUA, por haber facilitado el instrumento utilizado como patrón de comparación.

## REFERENCIAS

- [1] Soriano Cardona Benjamín, Torres Guzmán Jorge C., Olvera Arana Pablo, Santander Romero Luis, Metrología de Presión, Notas del curso del CENAM, División de Metrología de Fuerza y Presión. Mayo de 2000.
- [2] Torres Guzmán Jorge C., Soriano Cardona Benjamín, Santander Romero Luis, Balanzas de Presión, Publicación Técnica del CENAM CNM-MMF-PT-003. Diciembre de 1999.
- [3] Forastieri Juan, Torres Guzmán Jorge C., Lineamientos generales para la comparación de presión manométrica de hasta 6 MPa entre México y Argentina. 2000.
- [4] Torres Guzmán Jorge C., Forastieri Juan, Instrucciones de medición para la calibración de un transductor con sensor resonante de cuarzo para presión manométrica de hasta 6 MPa. 2000.
- [5] Torres Guzmán Jorge C., Soriano Cardona Benjamín, Hoja de cálculo para la comparación de presión. 2000.
- [6] Wood B. M., Douglas R. J., Metrologia, 1998, 35, and Erratum, Metrologia, 1999, 36.
- [7] Document No. 8. Noramet. 1998.
- [8] SEA-2/03, EA Interlaboratory Comparisons. 1996.