

## CALIBRACIÓN INDIRECTA DEL ALCANCE COMPLETO DE VACUÓMETROS DIGITALES EN CIUDADES SOBRE EL NIVEL DEL MAR

### INDIRECT FULL SPAN CALIBRATION METHOD FOR A DIGITAL VACUOMETER IN CITIES ABOVE SEA LEVEL

Mayckol J. Morales

Subdirección de Metrología Física, Instituto Nacional de Metrología, Bogotá, Colombia

(Recibido: Noviembre/2015. Aceptado: Mayo/2016)

#### Resumen

Colombia es un país con importantes centros de desarrollo tecnológico e industrial a varios metros sobre el nivel del mar, esta condición limita la capacidad de calibración para la presión neumática por debajo de la presión atmosférica. En este trabajo se presentan los primeros resultados de un método de calibración indirecto que permite cubrir el alcance completo de medición de los vacuómetros digitales aun cuando se calibran varios metros sobre el nivel del mar.

**Palabras clave:** Vacuómetros, Mediciones de Presión, Metrología.

#### Abstract

Colombia is a country with important technological and industrial centers located at different heights over sea level; this condition restricts the calibration procedures for pneumatic pressures below the atmospheric pressure. In this work we show the first results of an indirect calibration method that allows covering the full measurement span of digital vacuometers even when calibrated several meters above sea level.

**Keywords:** Vacuum Gauges, Pressure Measurements, Metrology.

## Introducción

Existen tres grandes modos de medir la presión Absoluta, Manométrica y Diferencial (ver Figura 1).

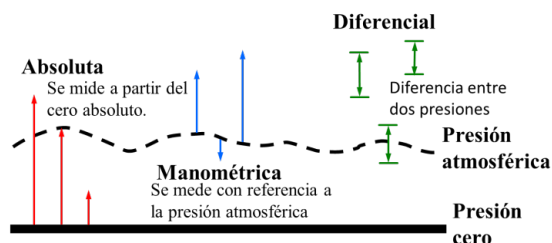


FIGURA 1. *Modos de presión.*

La presión atmosférica local depende de la altura sobre el nivel del mar a la que nos encontremos. (ver Figura 2).

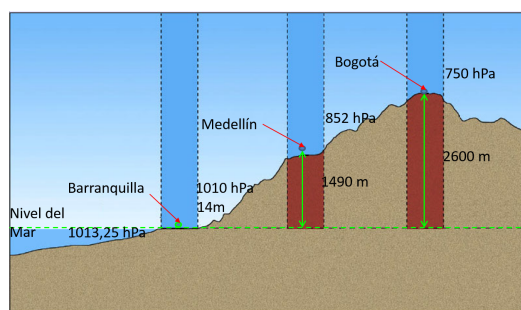


FIGURA 2. *Presión atmosférica media a diferentes alturas.*

Esto implica que el valor de presión negativa que se alcanza está limitado por la presión atmosférica local, limitando así el alcance de la calibración [1, 2].

Por lo que un equipo sensor de presión negativa cuyo alcance esté alrededor de los 1013.25 hPa no podrá ser calibrado en su máximo alcance de medición a menos que sea en una ciudad a nivel del mar, lo cual a su vez implica problemas de localización de la oferta y la demanda en el mercado y limitaciones de proveedores de trazabilidad a los sectores que lo requieran.

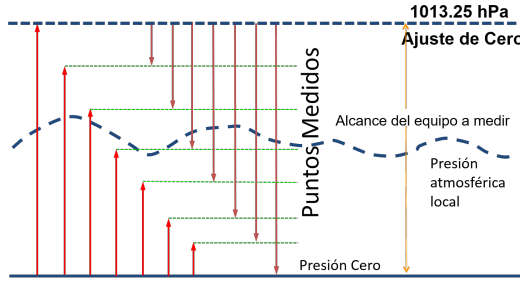


FIGURA 3. Método indirecto para la calibración de vacuómetros digitales.

Sin embargo existe una alternativa para los sensores digitales con ajuste de cero (ver Figura 3). A estos equipos se les puede llevar a un valor absoluto de presión que sea el equivalente a la presión atmosférica de nivel de mar y en ese valor realizar el ajuste de cero y comenzar a disminuir la presión a partir de allí. A continuación mostramos los resultados de un equipo calibrado por este método.

## Procedimiento

Usando el sistema de generación de presión absoluta se llevaba el sistema a un valor de presión absoluta equivalente a 1106.5 hPa. En ese punto se hace el ajuste de cero del medidor de presión y posteriormente se desciende hasta el valor necesario para cubrir el alcance máximo del instrumento en presión negativa. Luego se procede a realizar la calibración siguiendo la guía DKD-R 6-1 [3] (ver Figura 4).

Para determinar los errores de medición siguiendo el procedimiento indicado en [3],

$$\Delta P_{media} = P_{Indicada Media} - P_{Referencia} \quad (1)$$

Se debe determinar el valor de presión de referencia ( $P_{Referencia}$ ). Por lo que a cada valor de la presión indicada en el instrumento patrón se le deberá restar el valor de presión al cual se realizó el cero del instrumento bajo calibración, es decir

$$P_{Referencia} = P_{Indicada Patrón} - P_{Ajuste Cero} \quad (2)$$

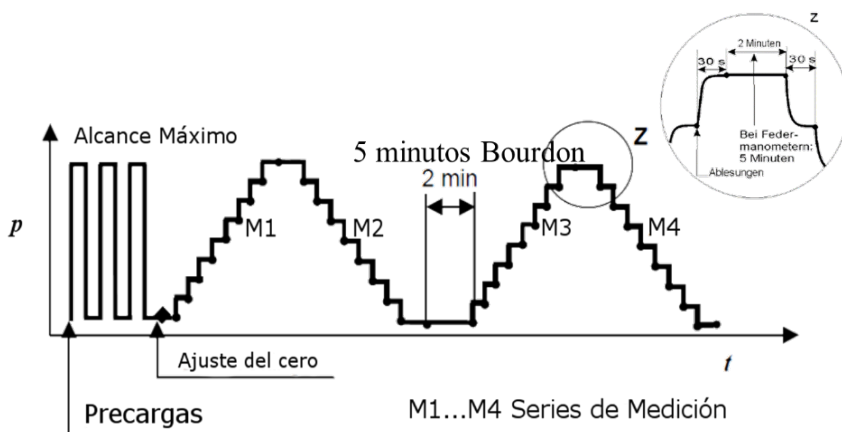


FIGURA 4. Secuencia de calibración según guía DKD-R 6-1.

Esto tiene un impacto en la incertidumbre de referencia.[4]

$$u_{P_{Referencia}} = \sqrt{(u_{P_{Indicada Patrón}}^2 - u_{P_{Ajuste Cero}}^2)} \quad (3)$$

Donde  $u_{P_{Ajuste Cero}}$  es la incertidumbre correspondiente al valor del patrón al en el cual se realiza el ajuste de cero en el equipo bajo calibración.

## Resultados y discusión

Para probar el método se calibró un manovacuómetro digital en su alcance negativo (Figura 5).

- Tipo de instrumento: Manvacuómetro Digital
- Fabricante: Ametek
- Tipo/Modelo: IPIMKII 100C
- Exactitud: 0.25 %FS
- Resolución: 0.01 hPa
- Alcance Máximo: -820 hPa

Cómo equipos patrón se emplearon la Balanza de presión DHi PG7000 en su modo de medición absoluto y los sensores de presión absoluta DRUCK DPI 142 y LAMBRECHT 4853 propiedad del INM.



FIGURA 5. Equipos patrón empleados para la calibración indirecta.

Posteriormente se realizó la calibración usual en modo negativo usando la balanza de presión Budenberg de 1 bar propiedad del INM en modo de medición manométrico negativo (Figura 6).



FIGURA 6. Equipos patrón empleados para la calibración directa.

Se evidencia que los resultados de los tres patrones del método indirecto son bastante comparables entre sí, sin embargo discrepan de la calibración hecha por el método tradicional. Aunque son suficientes para calibrar un equipo de las especificaciones técnicas como el empleado.

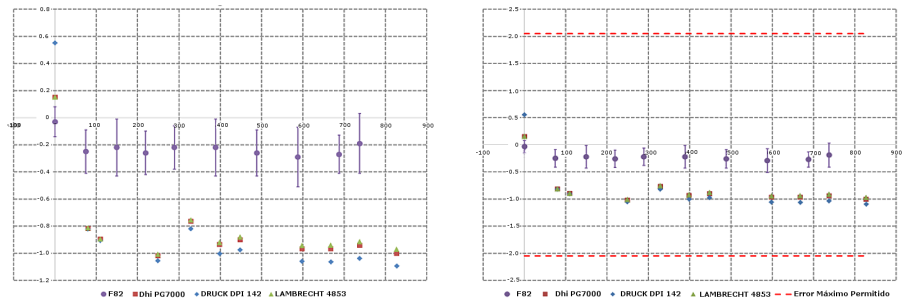


FIGURA 7. Resultados de la calibración.

En la Figura 7 se puede notar una diferencia entre los resultados obtenidos entre la medición realizada con el sistema pistón cilindro F82 y los que se obtuvieron mediante el método indirecto. Estas diferencias son tienen su origen en la repetibilidad del equipo y no en el método empleado, como se puede apreciar en la Figura 8.

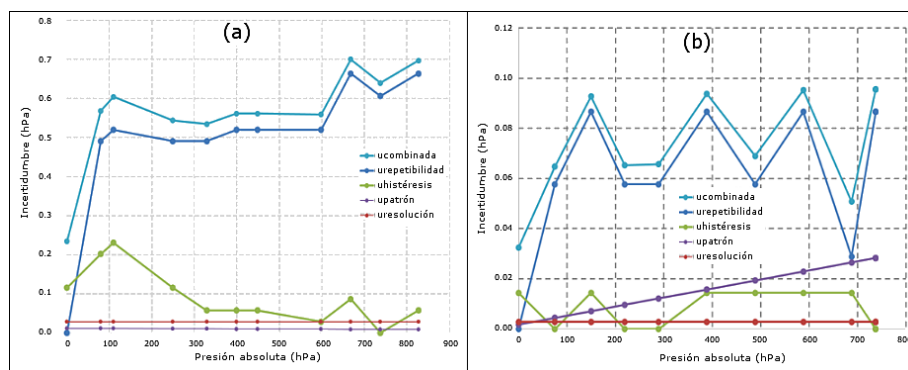


FIGURA 8. Comparaciones fuentes de incertidumbre DHI (a) y F82 (b).

## Conclusiones

- El método propuesto es consistente, funciona de forma adecuada y es repetible con diferentes patrones.
- Con este método se pueden calibrar equipos como el usado en todo su alcance cumpliendo las expectativas del fabricante/cliente.
- La baja repetibilidad del equipo bajo prueba no permite una comparación directa con el método tradicional.
- Se deben realizar más mediciones similares con equipos de mejor repetibilidad.
- Para una validación del método y su empleo en el alcance de acreditación se debe hacer una comparación interlaboratorios entre quienes prestan el servicio empleando las dos metodologías.

## Agradecimientos

A mis compañeros Ing. María Catalina Neira Rodriguez e Ing. Jose Eduin Culma Caviades del Laboratorio de Presión del Instituto Nacional de Metrología INM, por su colaboración.

## Referencias

- [1] M. Rantanen, S. Saxholm, A. Altintas, R. Pavis, and G. Peterson, *Metrologia* **47**, 07007 (2010).
- [2] J. Torres, L. A. Romero, and B. Soriano, CENAM México , 1 (1999).
- [3] Physikalisch Technische Bundesanstalt and DKD, *Guideline DKD-R 6-1 Calibration of Pressure Gauges*, Tech. Rep. (German Calibration Service, 2014).
- [4] Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM/WG 1), *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement (JCGM 100:2008)*, Tech. Rep. (Joint Committee for Guides in Metrology (JCGM), 2008).