

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337261606>

# 7 EA Presión relativa negativa -80 kPa

Poster · October 2019

DOI: 10.13140/RG.2.2.19081.39528

CITATIONS

0

READS

67

2 authors:



**Francisco Javier Flores Martínez**  
Centro Nacional de Metrología

6 PUBLICATIONS 2 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Jorge C. Torres-Guzman**  
Centro Nacional de Metrología

112 PUBLICATIONS 190 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Metrology for Meteorology [View project](#)



Mexican comparisson in pressure [View project](#)

## RESUMEN

Se presentan los resultados del ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa negativa en un intervalo de medición de -3 kPa a -80 kPa. En la presente evaluación de confiabilidad y desempeño técnico participaron 5 laboratorios secundarios.

## INTRODUCCIÓN

Los ensayos de aptitud entre laboratorios de calibración acreditados del Sistema Nacional de Calibración son utilizados para demostrar el desempeño y la confiabilidad de los laboratorios en la realización de mediciones o servicios de calibración acreditados de acuerdo a sus capacidades de medición y calibración declaradas. Para atender las necesidades de ensayos de aptitud de laboratorios acreditados propuso la realización de un ensayo de aptitud en la calibración de manómetros de presión relativa negativa, determinación de error y su incertidumbre, en el intervalo de -3 kPa a -80 kPa. Este ensayo de aptitud es coordinado y piloteado por el CENAM en su carácter de laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración (SNC). Las mediciones para este ensayo de aptitud se realizaron del 1° al 31 de octubre de 2018, participando un total de 5 laboratorios.

## PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

Se calibró el PT de acuerdo al documento "Protocolo para el ensayo de aptitud de calibración de manómetro digital de presión relativa negativa de -3 kPa a -80 kPa. CNM-EA-720-0006/2018".

Principales puntos considerados en el método de medición:

- Se midieron 10 puntos en forma descendente y ascendente, hasta completar un ciclo. Se midieron 2 ciclos.
- Los puntos de medición de presión fueron (-3, -16, -24, -32, -40, -48, -56, -64, -72 y -80) kPa.
- Se determinó el mensurando y la incertidumbre obtenidos por CENAM y los laboratorios a partir de las calibraciones realizadas respectivamente.
- Los resultados de cada laboratorio se compararon con los de CENAM por medio del error normalizado.

## LABORATORIOS PARTICIPANTES

Tabla 1. Lista de laboratorios participantes en el ensayo de aptitud en presión.

No.	Nombre del Laboratorio
1	Metrología Profesional, S.A. de C.V.
2	Metrotecnica S.A. de C.V.
3	Mundologic de México, S.A. de C.V.
4	Asesoría y Servicios Integrales en Calibración, S. C.
5	METAS, S. A. de C. V.

Tabla 2. Laboratorios que se inscribieron, pero no participaron.

No.	Nombre del Laboratorio
6	DINAMHO T&T SAS.

## PATRÓN DE TRANSFERENCIA

Sensor de presión / Indicador		
Marca	Modelo	Intervalo de indicaciones
CalRef	CRP101	-100 kPa a 700 kPa

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

El error normalizado se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_n = \frac{x_{lab} - x_{ref}}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- $E_n$  Error normalizado, ( $k = 2$ ).
- $x_{lab}$  Error obtenido por el laboratorio participante.
- $x_{ref}$  Error de referencia obtenido por el laboratorio piloto.
- $U_{lab}$  Incertidumbre expandida, ( $k = 2$ ), estimada por el laboratorio.
- $U_{ref}$  Incertidumbre de referencia. Incertidumbre más grande de las calibraciones realizadas por CENAM combinada con la deriva del patrón, ( $k = 2$ ).

Este ensayo de aptitud se realizó conforme a lo establecido en la norma NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud. Se consideró que valores absolutos del error normalizado menores o iguales a 1 son satisfactorios.

## COMPORTAMIENTO DEL PATRÓN DE TRANSFERENCIA

El patrón de transferencia (PT) tuvo un desempeño adecuado durante la ronda de mediciones. La figura 1 muestra el comportamiento del patrón de transferencia, se observa buena reproducibilidad entre las tres calibraciones, la máxima diferencia (entre mediciones) en el mensurando que se encontró fue de 5.9 Pa. También se muestra el promedio de las tres mediciones observando una dispersión pequeña.

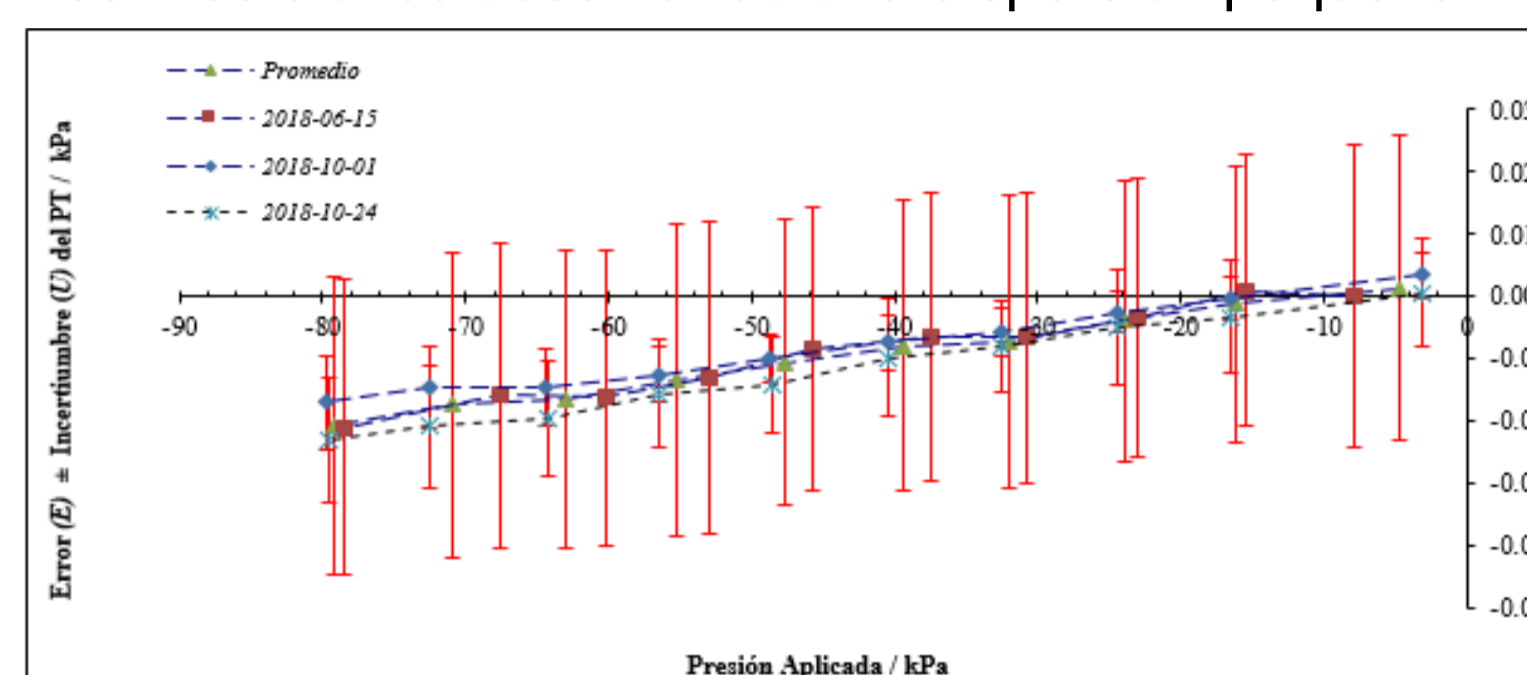


Figura 1. Comportamiento del patrón de transferencia. Calibraciones realizadas por el CENAM.

## RESULTADOS

Los valores de referencia considerados para este ensayo son:

- Para el error, el promedio de los errores obtenidos en las tres calibraciones realizadas por CENAM.
- Para la incertidumbre de la medición, la máxima incertidumbre expandida estimada para cada punto de medición de las tres calibraciones, combinada con la máxima dispersión de valores del PT (en todo el periodo del ensayo).

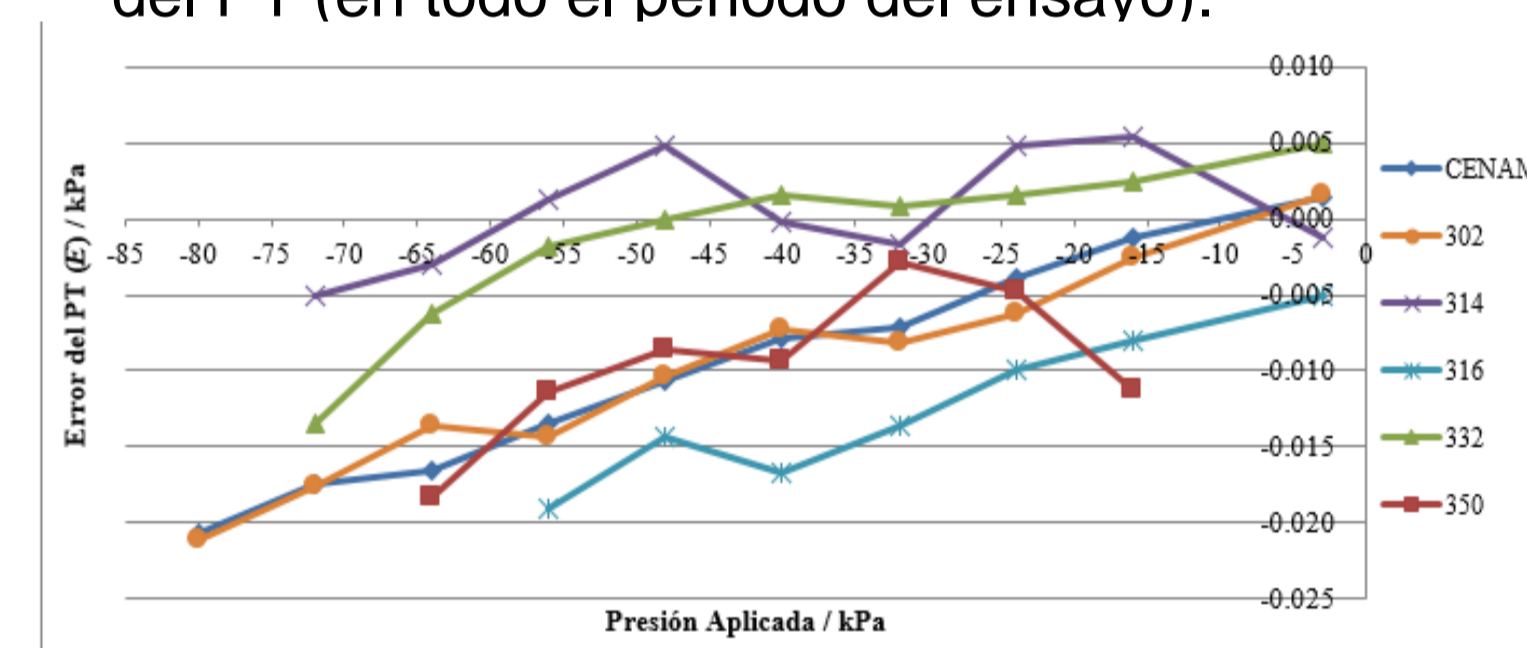


Figura 2. Errores del PT asignados por los laboratorios participantes, en kPa.

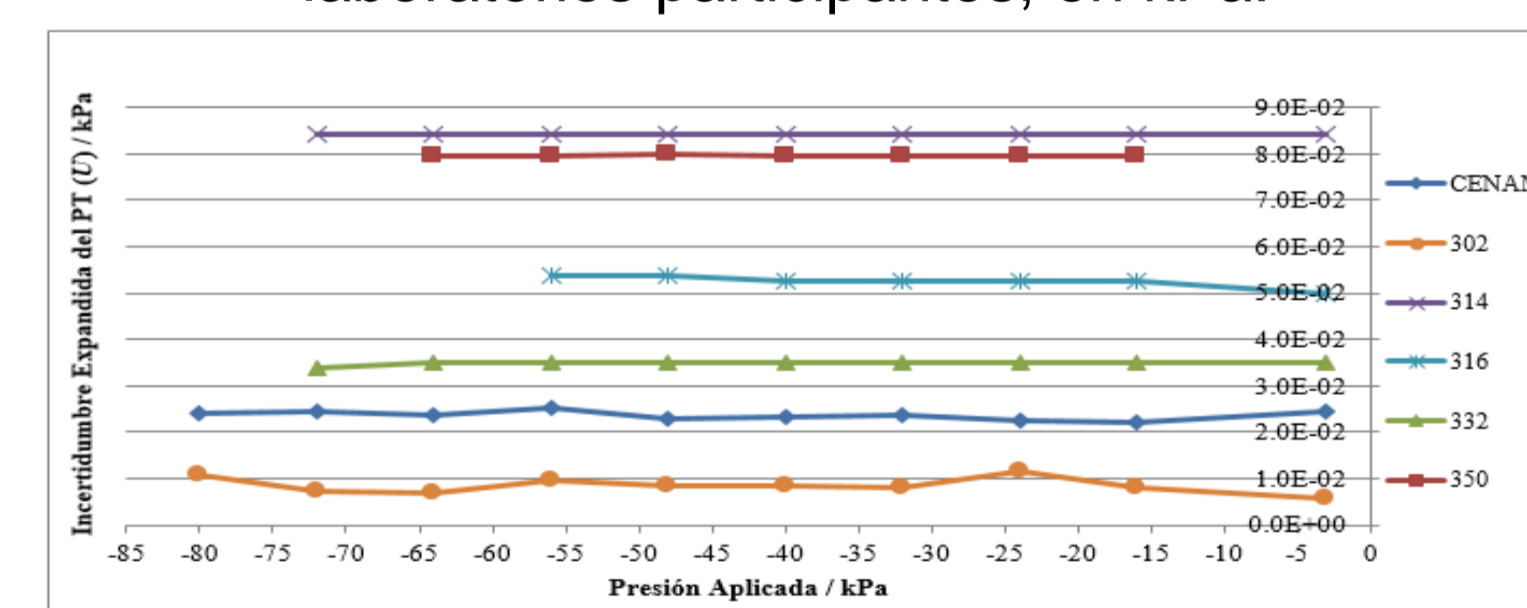


Figura 3. Incertidumbre expandida asignada por los laboratorios participantes al PT, en kPa.

Tabla 3. Incertidumbre expandida asignada al PT por los laboratorios participantes, en kPa, laboratorios participantes y CENAM.

Presión Nominal	CENAM	302	314	316	332	350
kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa
-3	0.025	0.005 6	0.084		0.035	
-16	0.022	0.008 0	0.084	0.050	0.035	0.080
-24	0.023	0.011 8	0.084	0.053	0.035	0.080
-32	0.024	0.008 1	0.084	0.053	0.035	0.080
-40	0.023	0.008 4	0.084	0.053	0.035	0.080
-48	0.023	0.008 5	0.084	0.053	0.035	0.080
-56	0.025	0.009 4	0.084	0.054	0.035	0.080
-64	0.024	0.007 1	0.084	0.054	0.035	0.080
-72	0.025	0.007 3			0.034	
-80	0.024	0.010 8				

Nota: De acuerdo a la GUM las incertidumbres se deben informar con 2 cifras significativas, en las tablas anteriores se incluyeron tal como las enviaron los laboratorios.

## DESEMPEÑO DE LOS LABORATORIOS

Los resultados de los laboratorios se muestran en la tabla 4 y figura 4, donde se presenta el error normalizado de los laboratorios participantes.

Tabla 4. Resultados del error normalizado.

Presión Nominal	400	404	414	443	469
MPa	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$	$E_n$
7	-0.19	-0.27	-0.012	-0.49	-0.72
14	0.018	-0.11	0.040	-0.36	-0.42
21	-0.045	-0.24	-0.059	-0.26	-0.60
28	-0.026	0.00	-0.16	-0.09	-0.35
35	-0.19	-0.15	-0.30	-0.24	-0.47
42	-0.026	0.51		-0.042	-0.32
49	0.053	1.3		0.025	-0.28
56	0.035	1.9		0.066	-0.47
63	0.17	3.4		0.19	-0.15
70	-0.17	4.7		0.073	0.019

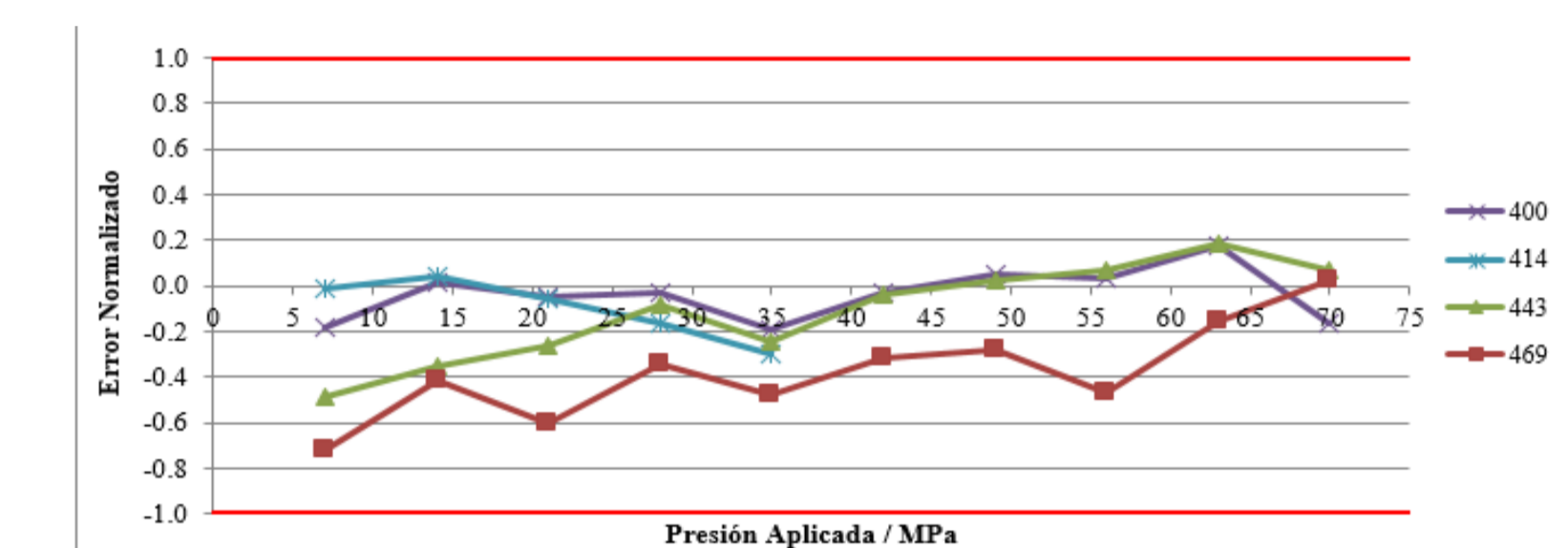


Figura 4. Error normalizado de los laboratorios participantes, con buena compatibilidad.

## DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del ensayo de aptitud, el patrón de transferencia tuvo buena reproducibilidad por lo que se considera que fue adecuado para los fines de esta actividad. Adicionalmente, se realizaron las consideraciones de tomar la mayor incertidumbre del CENAM como la de referencia y considerar la máxima diferencia en los errores de cada punto de medición como incertidumbre por dispersión asegurando que la incertidumbre de referencia es confiable.

Los laboratorios 400 y 414 informaron una incertidumbre grande y hay errores en la estimación incertidumbres, la cual podría reducir la incertidumbre. Al laboratorio 443 se le recomienda revisar su hoja cálculo en la estimación de la incertidumbre de su patrón, ya que no la realizan de la manera correcta; obtuvo valores satisfactorios de  $E_n$ , sin embargo, debido a que hay incertidumbres mal estimadas, se considera como no satisfactorio.

En cuanto a la revisión de las CMC, a los laboratorios 400 y 414, se les recomienda revisar la estimación de incertidumbres y con ello podrían mejorar sus CMC. El laboratorio 443 no envió su tabla de CMC. Sobre el laboratorio 469 no hay comentarios.

## CONCLUSIONES

Este ensayo de aptitud tuvo una participación buena, ya que 5 laboratorios se inscribieron y no se tuvo una situación fuera de lo planeado. De los laboratorios participantes el 60% (3 laboratorios) obtuvieron resultados satisfactorios. La tabla 5 muestra el resultado final.

Tabla 5. Resultados finales del ensayo de aptitud.

Código del laboratorio	Resultado del ensayo de aptitud	Observación
LAB. 400	Satisfactorio	----
LAB. 404	No Satisfactorio	----
LAB. 414	Satisfactorio	----
LAB. 443	No Satisfactorio	<i>u</i> mal estimada
LAB. 469	Satisfactorio	----

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa CalRef por haber facilitado en préstamo el patrón de transferencia.

## REFERENCIAS

- NMX-EC-17043-IMNC-2010. Evaluación de la conformidad – Requisitos generales para los ensayos de aptitud.
- Torres Guzmán J. C., Guía y Lineamientos Generales para Comparaciones de Patrones de Medición, Memorias del Segundo Congreso Internacional Metrocal. Concepción, Chile. Abril 2001.