

TRABAJO DE INTERCOMPARACIÓN EN GAS NATURAL EN ARGENTINA

Juan Forastieri, Sergio Lupo
 Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)
 Avda. Gral Paz 5445, Buenos Aires, ARGENTINA
 0054-11-4724-6200 Int. 6262, caudal@inti.gov.ar

Resumen: En Argentina la industria del gas natural tiene una participación importante dentro del cuadro energético del país y de la región. Con el fin de armonizar la medición de volumen comercializado se ha efectuado un trabajo de intercomparación entre laboratorios pertenecientes a empresas distribuidoras y fabricantes de instrumentos de medición en el rango de 1,2 a 6 m³/h, oficiando el INTI como laboratorio piloto aportando también el valor de referencia. La modalidad del trabajo fue previamente discutida con los participantes para alcanzar el más alto grado de representatividad. En este trabajo se describe la ejecución de la intercomparación, los resultados alcanzados y la compatibilidad de los valores.

1. INTRODUCCIÓN

En la Argentina la industria del gas posee una participación del 50% del total de la energía que se consume. Esta puede ser para generación de energía eléctrica, comercial, industrial, residencial o vehicular.

Con el constante incremento de los costos originados por la suba de los precios internacionales de los combustibles líquidos y gaseosos, las empresas requieren para sus transacciones comerciales un mejor nivel de medición de la energía que se comercializa.

Cuatro empresas, una de ellas vinculada a la fabricación de medidores de gas y las otras 3 como distribuidoras de gas natural por redes, solicitaron al INTI la organización de un trabajo de intercomparación entre ellas para evaluar el grado de concordancia entre sus capacidades.

El trabajo se efectuó desde el 20 de Setiembre de 2005 hasta el 15 de Noviembre de 2005, utilizando una serie de medidores seleccionados previamente.

El INTI actuó como laboratorio piloto y aportó el valor de referencia [1, 2, 9] a partir del cual los laboratorios participantes compararon sus valores.

2. ALCANCE

Estimar el grado de acuerdo entre los laboratorios que calibran a presión atmosférica medidores residenciales de gas natural para un $Q_{m\acute{a}x}$ de 6 m³/h utilizando sus propias instalaciones con procedimientos habituales de trabajo.

Los laboratorios participantes se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Laboratorios Participantes:

actividad	laboratorio	región
fabricante	Actaris Argentina	Nacional
distribuidora	Gas Natural Ban	Buenos Aires Norte
distribuidora	Litoral Gas	Litoral
distribuidora	Camuzzi Pampeana	Patagonia Norte

2.1 Patrón de transferencia utilizado:

En la tabla 2 se muestran las características del patrón utilizado:

Tabla 2: Patrón utilizado para la transferencia

Tipo:	Medidor de diafragma
Rango de caudal:	(0,04 a 6) m ³ /h
Marca:	Actaris
Modelo:	Patrón Nro. 10
Presión de Trabajo:	Máx. 100 mbar
Resolución:	1 dm ³
Volumen Nominal:	2 dm ³

Se empleo un medidor húmedo para verificar, previo a los trabajos de intercomparación, el comportamiento en repetibilidad de los diferentes bancos de prueba de los laboratorios

2.2 Lineamientos Generales y procedimiento

Para el desarrollo de la intercomparación se siguieron los lineamientos establecidos por el INTI [3] y la recomendación de la OIML vinculada a medidores a diafragma [4]. Hoja de cálculo para la comparación de medidores de gas. [5]

Previo a los ensayos, cada uno de los laboratorios participantes fue evaluado por el laboratorio piloto para determinar el comportamiento en repetibilidad de cada banco de prueba sobre los diferentes puestos de trabajo.

Como equipamiento de apoyo se utilizó un medidor tipo húmedo marca Actaris con alcance hasta 8 m³/h, un medidor seco de resguardo también caracterizado, y 8 medidores sin mecanismo interno para ubicar sobre los puestos de trabajo no operativos en aquellas instalaciones que tuviesen mas de un puesto de ensayo.

Los medidores de transferencia y el de resguardo fueron seleccionados a partir de un grupo de 10 unidades ensayadas con los patrones del INTI.

2.3 Patrones utilizados por los laboratorios participantes:

Tabla 3: Patrones de los laboratorios participantes.

laboratorio	Cantidad de puestos	Patrón
1	10	Campana
2	1	Toberas
3	7	Campana
4	5	Med. húmedo

3. RESULTADOS

El medidor fue caracterizado por el INTI para determinar su repetibilidad y estabilidad en el tiempo.

El medidor fue calibrado por el INTI en dos oportunidades. Al inicio y al final de la ronda. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 4

Tabla 4: Resultados de la calibración del patrón de transferencia

Caudal m ³ /h	Desvío Inicial %	Desvío Final %
6,0	-0,45	-0,17
4,0	-0,14	-0,03
2,4	0,23	0,25
1,2	-0,09	-0,24

La desviación estándar de la media correspondiente a los desvíos del medidor para cada uno de los caudales de prueba fue menor que 0,02%.

El desvío del patrón de transferencia se obtuvo a partir de la siguiente relación:

$$D_{PTt} = \frac{(I_{PTt} - I_{PR})}{I_{PR}} \cdot 100$$

donde:

- D_{PTt}: desvío del patrón de transferencia en %
- I_{PT} : Indicación del patrón de transferencia
- I_{PR} : Indicación del patrón de referencia

Los valores de volumen del patrón de referencia, para los distintos caudales de trabajo, son los obtenidos con la campana de medición patrón de 0,5 m³ del INTI

La tabla 5 muestra la diferencia entre las dos calibraciones.

Tabla 5. Diferencia entre la calibración final e inicial del patrón de transferencia.

Caudal m ³ /h	Diferencia entre calibraciones / %	U _{95%} / %
6,0	0,25	0,35
4,0	0,11	0,35
2,4	0,02	0,35
1,2	0,15	0,35

U_{95%}: Incertidumbre de medición expandida para k=2 [6]

3.1. Resultados de los laboratorios

En la tabla 6 se indican los valores informados por los laboratorios participantes.

Tabla 6. Desvíos informados por los laboratorios

caudal	INTI	1	2	3	4
6,0	-0,31	0,11	1,20	-0,38	0,09
4,0	-0,09	0,16	-0,40	-0,04	-0,08
2,4	0,24	0,37	-0,20	0,10	0,10
1,2	-0,17	0,39	-0,50	-0,12	-0,44

A partir de estos valores informados las diferencias respecto del valor de referencia son los indicadas en la tabla 7.

Las incertidumbres informadas por cada laboratorio teniendo en cuenta los valores de reproducibilidad del medidor de transferencia son los dados en la tabla 8.

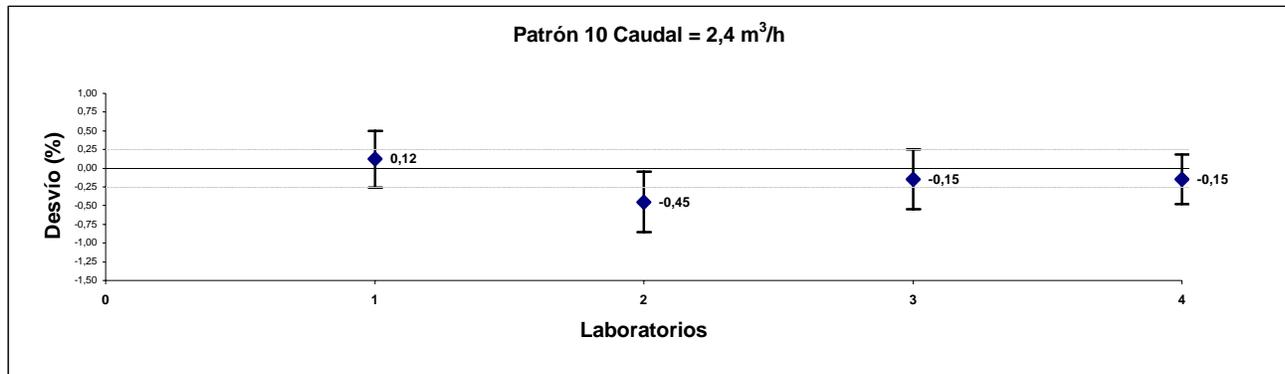


Figura 1. Desvíos de cada laboratorio respecto al valor de referencia para $Q=2,4 \text{ m}^3/\text{h}$

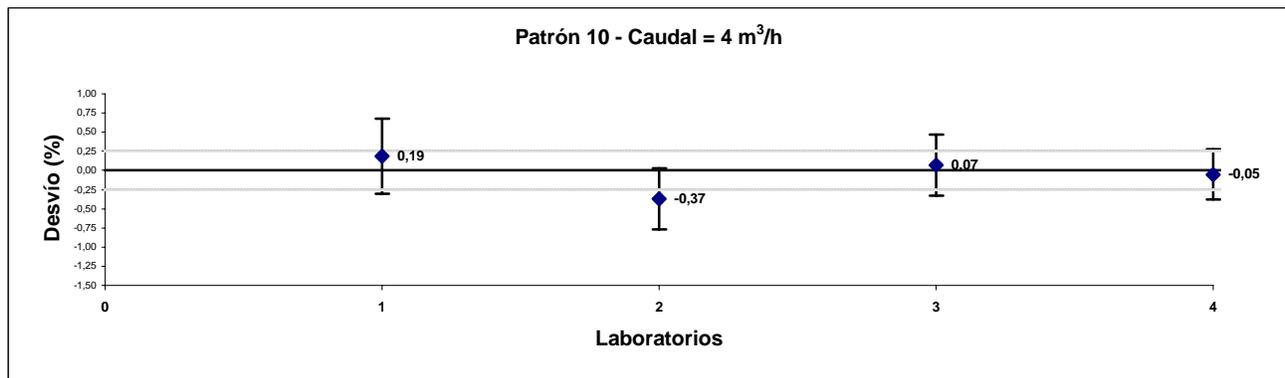


Figura 2. Desvíos en % de cada laboratorio participante para $Q=4 \text{ m}^3/\text{h}$

Tabla 7. Diferencias respecto del valor de referencia

caudal	1	2	3	4
6,0	0,42	-0,89	-0,07	0,40
4,0	0,25	-0,32	-0,12	0,00
2,4	0,13	-0,44	-0,14	-0,14
1,2	0,56	-0,33	0,05	-0,27

Tabla 8. Incertidumbres expandida declaradas para $k=2$

caudal	INTI	1	2	3	4
6,0	0,35	0,70	0,46	0,51	0,51
4,0	0,35	0,50	0,39	0,45	0,45
2,4	0,35	0,38	0,39	0,45	0,45
1,2	0,35	0,38	0,39	0,45	0,45

4. ANALISIS

Para comparar los resultados obtenidos entre los laboratorios se utilizó la ecuación del error normalizado [7]

$$E_N = \frac{V_{lab} - V_{Ref}}{\sqrt{U_{Lab}^2 + U_{Ref}^2}}$$

Los valores de E_N se indican en la tabla 9

Tabla 9. Errores normalizados

Caudal 6 m³/h

laboratorio	1	2	3	4
INTI	0,54	1,54	0,11	0,65
1	-----	1,56	0,57	0,02
2	1,56	-----	1,19	1,88
3	0,57	1,19	-----	0,65
4	0,02	1,88	0,65	-----

Caudal 4m³/h

laboratorio	1	2	3	4
INTI	0,39	0,61	0,21	0,00
1	-----	0,88	0,18	0,36
2	0,88	-----	0,74	0,54
3	0,18	0,74	-----	0,19
4	0,36	0,54	0,19	-----

Caudal 2,4 m³/h

laboratorio	1	2	3	4
INTI	0,25	0,84	0,25	0,25
1	-----	1,05	0,46	0,46
2	1,05	-----	0,50	0,50
3	0,46	0,50	-----	0,00
4	0,46	0,50	0,00	-----

Caudal 1,2 m³/h

laboratorio	1	2	3	4
INTI	1,08	0,63	0,09	0,47
1	-----	1,63	0,87	1,41
2	1,63	-----	0,64	0,10
3	0,87	0,64	-----	0,50
4	1,41	0,10	0,50	-----

Los valores sombreados corresponden a los valores referidos al INTI

5. CONCLUSIONES

De los valores obtenidos del análisis del Error normalizado referidos al valor del INTI se observa que el laboratorio 2 presenta un desvío sistemático en sus valores por encima de 1.0 para el caudal de 6 m³/h. Igual situación de éste con los otros laboratorios participantes.

Situación parecida se da para el laboratorio 1 en el caudal mas bajo de ensayo comparando el error normalizado entre los laboratorios.

Se observa un buen acuerdo entre los valores para todos los caudales de ensayo entre los laboratorios 3 y 4.

De los valores observados y teniendo en cuenta que las incertidumbres declaradas por los participantes no han sido muy conservadoras, se puede deducir que el grado de acuerdo entre estos laboratorios es muy bueno.

Es interesante hacer notar que los sistemas de referencia utilizados no son iguales para todos los laboratorios y que solamente el laboratorio 3 tiene su patrón calibrado directamente con un patrón de transferencia del INTI.

En el caso del laboratorio 2 para el caudal de 6 m³/h utilizando el medidor húmedo no se observó un desvío atípico. Por tal motivo esta situación puede llevar a estudiar el comportamiento de su referencia en la calibración de medidores de diafragma residencial en los caudales más altos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la firma Actaris de Argentina que amablemente puso a disposición para la ejecución de los trabajos la totalidad de los medidores utilizados, incluido el patrón húmedo y los dispositivos de sensado de temperatura y tramos de cañerías para el conexionado del mismo con los patrones de trabajo. También se agradece al Ing. Gregorio Filas quien colaboró ampliamente con la caracterización de los medidores de transferencia.

REFERENCIAS

- [1] J. Forastieri - S. Lupo. *Realización por método gravimétrico de la escala primaria para las mediciones de volumen de gas natural en la Argentina*, Jornadas IAPG 2005.
- [2] J. Forastieri - S. Lupo, *Desarrollo de la escala nacional de volumen en gas*, Jornadas Tecnológicas INTI 2002.
- [3] J. Forastieri, *Lineamientos Generales para la intercomparación en gas*, 2005
- [4] OIML R31, *Diaphragma meters*, 1995
- [5] J. Forastieri, S. Lupo. *Hoja de cálculo para la comparación de medidores*, 2005.
- [6] *Guía para la expresión de incertidumbre de medición*, INTI-Cefis, 1999
- [7] W. Woeger, *Remarks on the En - Criterion Used in Measurement Comparisons*, 1998.
- [8] EA-2/03, *Interlaboratory Comparisons*. 1996
- [9] J. Forastieri, S. Lupo, *Desarrollo de un método para la calibración de medidores volumétricos de gas*. Jornadas Tecnológicas INTI 2000