



Mediciones de Gas

Por la Comisión Mediciones de Gas del IAPG

La Comisión Mediciones de Gas del Instituto Argentino del Petróleo y del Gas ha estado trabajando desde mediados de 1995 en un exhaustivo análisis del alcance de las normas internacionales sobre la especialidad, con el fin de unificar los criterios de interpretación y consecuentemente asegurar la correcta aplicación de las mismas.

El que sigue es un informe detallado de los temas más relevantes analizados durante el primer año y medio de existencia de esta Comisión.

Como primera medida, cabe recordar que en 1989 se establece el Sistema Métrico Legal Argentino (Decreto N° 878), constituido por el Sistema Internacional de Unidades (SI), expuesto a través de la Norma IRAM 2/89 y expresadas sus equivalencias con otros sistemas de unidades en la Norma IRAM 23.

La Metrología, entendida como ciencia de la medida –ejercida en los laboratorios primarios de máximo nivel– tiene como objetivo la realización práctica, el mantenimiento y la diseminación de las unidades del Sistema de Unidades respectivo (SI), garantizando la necesaria uniformidad, credibilidad y consistencia de las mediciones en el plano nacional e internacional. La Metrología pues, es la base que sustenta los procedimientos para verificar la conformidad (uniformidad y/o intercambiabilidad) de los diferentes productos que viajan a través de las fronteras de los países, con las especificaciones y normas técnicas que le son aplicables.

La calidad de las mediciones se funda en la calibración periódica de los instrumentos de medición con los

logía cuando no se requiere.

Realizada esta breve introducción pasamos a resumir rápidamente los temas más relevantes analizados durante el primer año y medio de existencia de la Comisión.

INTERPRETACION DE LA NORMA AGA 3 REVISION 1992

a) Elemento primario de medición

Las mejoras en las ecuaciones que gobiernan la medición de gas natural mediante sistemas de placa orificio ocasionaron cambios en el elemento primario utilizado para obtener los datos. Por lo tanto, los nuevos medidores de placa orificio deben ser construidos bajo requerimientos dimensionales y especificaciones más estrictas que en el pasado (reduciéndose de esta manera el error en el coeficiente de descarga a la mitad). No obstante, se permite que los equipos ya instalados puedan continuar en uso bajo la recomendación de utilizar el nuevo método de cálculo.

Los cambios dimensionales más significativos son:

Excentricidad de la placa de orificio: posiblemente el cambio más significativo en las tolerancias es la necesidad de centrar la placa orificio mucho más precisamente que antes.

Espesor de la placa de orificio: introduce algunos cambios en el espesor máximo para ciertos diámetros (8" y 24") y limita dichos espesores (para acero inoxi-

patrones de trabajo y en el mantenimiento de la trazabilidad a los patrones de transferencia o secundarios, a través de los laboratorios de calibración, los cuales a su vez, garantizan la calidad de sus mediciones y patrones manteniendo la trazabilidad a los patrones primarios nacionales y/o internacionales.

Es tan malo medir sin precisión, como emplear alta metro-

Unidades Base (SI)

(dimensionalmente independientes entre si)

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de materia	mol	mol
Corriente eléctrica	ampere	A

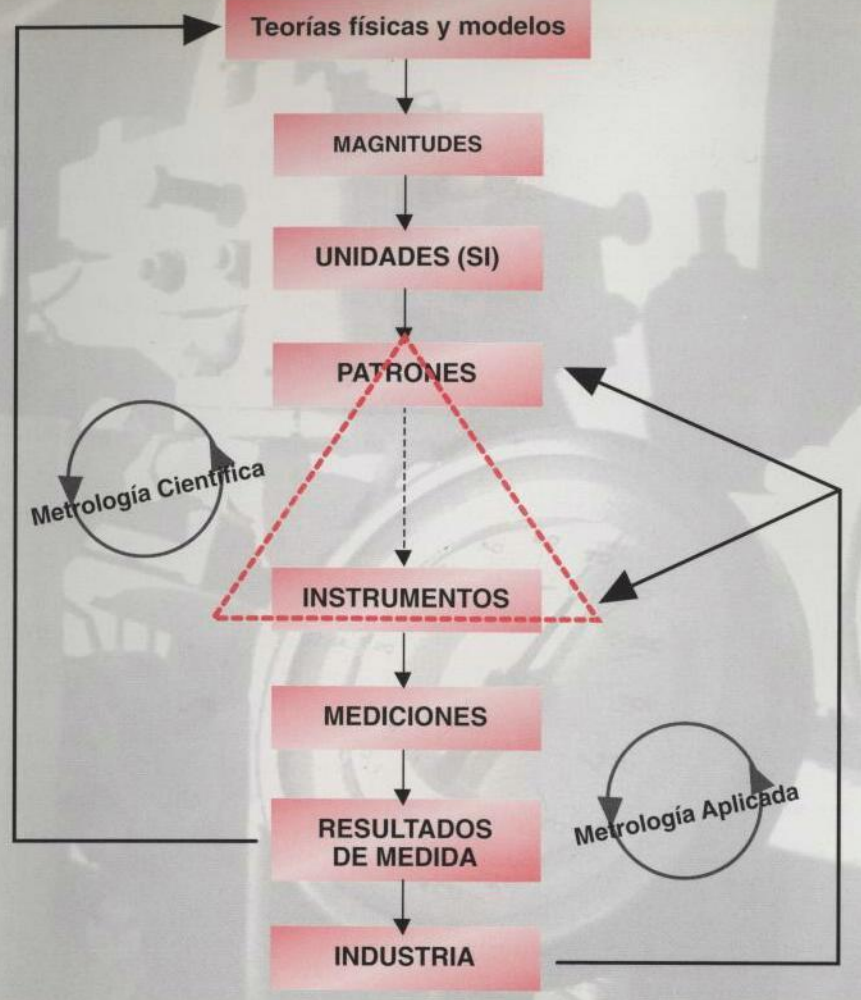
Unidades Derivadas (SI)

(Obtenidas por multiplicación y/o división de unidades base)

Magnitud	Unidad	Símbolo
Area	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s ²
Densidad	kilogramo por metro cúbico	kg/m ³
Volumen específico	metro cúbico por kilogramo	m ³ /kg

Unidades Derivadas con Nombres Especiales (SI)

Magnitud	Unidad	Símbolo	en Unidades Derivadas	en Unidades Base
Fuerza	newton	N		kg.m/s ²
Presión	pascal	Pa	N/m ²	kg/m.s ²
Energía	joule	J	N.m	kg.m ² /s ²
Potencia	watt	W	J/s	kg.m ² /s ³
Tensión eléctrica	volt	V	W/A	kg.m ² /s ³ .A
Frecuencia	hertz	Hz		1/s



Cavidades y salientes: la zona inmediata a la placa orificio, corriente arriba y corriente abajo, de la armadura portaplaca o de la brida, ha sido definida más precisamente.

Rugosidad del tubo de medición: Define el tipo de rugosidad según Norma ANSI B46.1. y desdobra el valor según la relación β , ajustando el valor a 250 micropulgadas para $\beta > 0,6$.

Tolerancia de circularidad del diámetro interior del caño: define el diámetro medio del tubo de medición corriente arriba como el promedio aritmético de cuatro o más mediciones individuales del diámetro interior, tomadas en un plano ubicado a 1" corriente arriba de la cara de la placa de orificio. Además fija las tolerancias admisibles para el diámetro interior en $\pm 0,25\%D_m$ corriente arriba, en $\pm 0,5\%D_m$ para el diámetro interior corriente abajo y en $\pm 0,5\%D_m$ para los diámetros mínimos y máximos obtenidos de las mediciones de control.

Prueba de fugas: agrega la necesidad de efectuar pruebas de estanqueidad de las tomas de presión diferencial y del sello de la placa de orificio, en toda armadura portaplaca. Luego de la prueba hidráulica del tubo de medición.

dable 304 y 316) a presiones diferenciales de 200" y temperaturas de 65,6°C.

Angulo del bisel del orificio de la placa: amplía la tolerancia del valor máximo en 15°.

Tolerancias de la placa de orificio: se ha puesto un nuevo énfasis sobre la exactitud de la medición del diámetro de la placa orificio y la misma se debe corregir a 20°C y grabada en la placa con por lo menos tres dígitos significativos.

b) Procedimiento para cálculo de caudal

Conceptualmente, uno de los principales cambios radica en el elemento integrador de caudal; la integración se realiza en tiempo real, en función de las variables de flujo (computadores de flujo). Se calcula el caudal a intervalos de 1 a 2 segundos, realizando iteraciones sucesivas por cuanto algunos de los factores que afectan a la medición son calculados en cada momento en función del mismo caudal (específicamente en el coeficiente de descarga que es función del Número de Reynolds, que tiene en cuenta la turbulencia del fluido, y éste es función del caudal pasante).

La ecuación básica es ahora la siguiente:

$$Q = F_n \cdot (F_c + F_{sl}) \cdot Y \cdot F_{pb} \cdot F_{tb} \cdot F_{tf} \cdot F_g \cdot F_{pv} \cdot \text{Extensión}$$

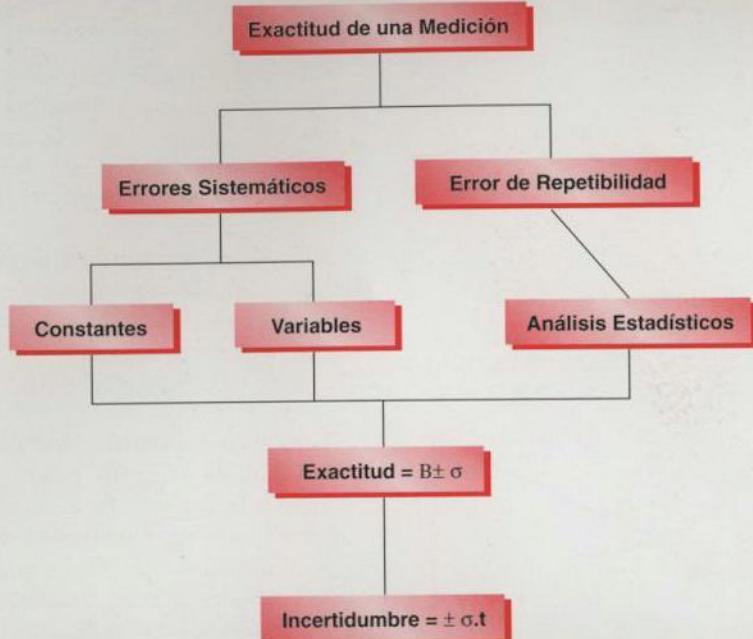
Extensión = ¡Error! Marcador no definido.

$$\sqrt{h_w \cdot P_a}$$

Trazabilidad: Es la habilidad de relacionar resultados de mediciones individuales, a través de una secuencia de verificaciones de la exactitud de medición, con sistemas de medición aceptados nacional e internacionalmente (ej. ISO, INTI, PTB, etcétera).

Pirámide de Trazabilidad





Incertidumbre de Medición: Es una expresión del fenómeno que, para un dado mensurado y un resultado dado de medición de éste, no existe un único valor sino un número infinito de valores dispersos del resultado que son consistentes con la totalidad de las observaciones y datos, y que con grados dispersos de credibilidad se pueden atribuir al mensurado.

de conversión de unidades, partir de la conversión de las Unidades Base y de la utilización de no menos de seis cifras significativas.

El objetivo de todo esto es incrementar la precisión en las mediciones y/o cuantificaciones de gas natural y minimizar las diferencias de resultados entre distintos Operadores, para un mismo cálculo.

DEFINICION DE LA INFORMACION MINIMA A INTERCAMBIAR ENTRE EMPRESAS EN UNA MEDICION DE CAUDAL DE GAS DEL TIPO "CUSTODY TRANSFER"

Esto es en función de la necesidad de disponer de datos de los puentes de medición, a fin de poder:

- Verificar los valores medidos
- Recalcular a partir de la modificación de la composición del gas

F_n = Factor de conversión numérica
 $(F_c + F_{sl}) = C_d$ = Coeficiente de descarga
 F_c = Factor de cálculo de orificio
 F_{sl} = Factor de caída
 Y = Factor de expansión
 F_{pb} = Factor de presión base
 F_{tb} = Factor de temperatura base
 F_{tf} = Factor de temperatura de flujo
 F_g = Factor de gravedad específica de flujo
 F_{pv} = Factor de supercompresibilidad de flujo

El cálculo del Factor de supercompresibilidad se realiza básicamente a partir de la composición del gas natural en cada momento (AGA Report N° 8), no obstante en el caso de no disponer de información en tiempo real de la composición del gas permite un cálculo alternativo similar al de NX19.

ANALISIS DE BASES DE DATOS DE PROPIEDADES FISICAS DE HIDROCARBUROS Y DE TABLAS DE CONVERSION DE UNIDADES

Se promovió la unificación de la fuente de las Propiedades Físicas de los Hidrocarburos, mediante la utilización de la GPA Standard 2145/95 para propiedades físicas en general y de la ISO 6976/95 para propiedades calóricas y procedimientos de cálculo.

El factor de conversión para la 'kilocaloría' a 15°C (comúnmente referida a la ciencia de la nutrición y adoptada en la Argentina por Gas del Estado S.E. para la medición energética del gas natural), se indica a continuación:

$$1 \text{ kilocaloría a } 15^\circ\text{C} [\text{kcal}_{15}] = 4185,5 \text{ Joule [J]} (\text{aprox.})$$

Ref.: Norma IRAM 23/83. Definida como la cantidad de calor requerida para calentar 1kg de agua libre de aire, de 14,5°C a 15,5°C a una presión constante de 1 atm. La equivalencia con el Joule indicada fue adoptada por la CIPM en 1950 y es el valor más exacto que pudo ser deducido mediante experimentos.

Asimismo, se propició la conveniencia de actualización periódica y publicación por parte del IAPG de una base de datos que contenga la totalidad de dichas Propiedades Físicas.

También se promovió la unificación de la fuente de Factores de Conversión de Unidades, mediante la utilización de la Publicación API 2564 "Guidelines for the use of the SI Units in the Petroleum and allied Industries" ya que resulta ser una de las más completas y criteriosas; o su equivalente Norma IRAM 23 "Factores y tablas de conversión de unidades".

Por otra parte, se sugiere para todo procedimiento

- Recalcular a partir de la detección de errores

Para el recálculo, y dado que es imposible disponer de valores instantáneos de cada variable, se deberán utilizar los valores promedios de cada una de las variables y especialmente de la Extensión.

Otros temas que se están desarrollando son:

- Uso de valores de presión diferencial superiores a las 200 pulgadas
- Nuevos diseños de enderezadores de vena
- Distancias rectas recomendadas en tramos de medición de 'Custody Transfer'



Portaplacas y Placa Orificio. Puente de Medición Inferencial. Y. Aguarañe. AGA R3/1992