

Recertificación de materiales de referencia gaseosos

Diana Marcela Castillo Blanco (dcastillo@cdtdegas.com)
Jose Augusto Fuentes Osorio (jfuentes@cdtdegas.com)

Corporacion CDT de GAS



El desarrollo tecnológico de un país está directamente relacionado con la disponibilidad y la calidad de la infraestructura utilizable, por ello conscientes de que Colombia aún se encuentra en etapa de fortalecimiento de su infraestructura tecnológica alineada con estándares internacionales, continuamos en esta sección presentando infraestructuras disponibles a nivel nacional así como a nivel internacional que merezcan destacarse para apoyar el desarrollo productivo en Colombia.

ABSTRACT:

The importance of the measurement of physicochemical properties of the natural gas has grown considerably, due to the relevance that they have taken in commercial transactions of natural gas in the global economy and therefore in the national economy. In Colombia several inconvenient have arisen related to the reliability of the measurements given by the measurement equipment of these properties and are related mainly by the selection of the appropriated "Standard Reference Materials - SRMs" (Materiales de Referencia Gaseosos - MRGs in Spanish) and the cost of the metrological assurance process, understood primarily as the acquisition and importation costs. Adding that, in Colombia actually the SRMs do not have a monitoring and reliability control in the certification reports of the SRMs imported.

1. INTRODUCCIÓN

Para garantizar la integridad y operación de los sistemas de transporte y distribución del gas natural, el uso seguro del energético por parte de los consumidores finales, el uso eficiente y racional en los equipos de combustión y la mitigación de otros efectos que se puedan generar como errores de medición, daños a equipos, entre otros, es necesario cumplir con distintas especificaciones establecidas en ciertos estándares y reglamentaciones tanto nacionales como internacionales. Este conjunto de especificaciones es conocido como Calidad de Gas y están basadas en límites permisibles para la composición y propiedades del gas. Dichas mediciones requieren de la utilización de materiales de referencia gaseosos, que son comúnmente denominados en la industria como: "gases de referencia", "mezcla de gases de referencia", "gases patrón", "gases de calibración", entre otros.

Algunas normativas -como el API 14.1 (referencia válida en Colombia)- indican que su composición debe ser verificada de forma anual, obligando a cambiarlos cada año, dado que en Colombia actualmente no se recertifican gases de referencia, ni se preparan, por lo que es necesario realizar la importación de los mismos desde otros países. Frente a esta problemática, la Corporación CDT de GAS realizó un estudio, basándose en las soluciones que se han desarrollado a nivel internacional, lo que le permitió desarrollar una metodología para la Recertificar Gases de Referencia en Colombia.

Con el fin de unificar términos, para efectos de este documento se utilizará la abreviatura MRGC para los materiales de referencia gaseosos certificados y MRG para referirse a los materiales de referencia gaseosos.

2. MATERIALES DE REFERENCIA GASEOSOS CERTIFICADOS -MRGC

El gas natural transportado y posteriormente entregado a las empresas distribuidoras para su entrega al consumidor final, debe cumplir con un conjunto de especificaciones y parámetros. (Límites permisibles de composición y propiedades del gas natural) conocidos como **calidad del gas natural**. En Colombia está reglamentado en la

Resolución CREG 071 de 1999—Reglamento Único de Transporte RUT[1] y sus modificaciones aplicables.

Según la Resolución CREG 041 de 2008[2], es necesario que el productor-comercializador cuente con todos los equipos en línea requeridos para medir el volumen y la calidad del gas natural, y será responsable de la medición y mantenimiento de los mismos, mientras que el transportador, por su parte, debe encargarse de verificar la calidad del gas en las estaciones de transferencia de custodia de entrada.

En este sentido, la industria del gas natural en Colombia utiliza diversos tipos de analizadores en línea (cromatógrafos, analizadores de CO₂, H₂S, DPHC, DPH₂O, entre otros) que permiten realizar la medición de los parámetros de composición y calidad de gas. Sin embargo, para la correcta operación de estos analizadores generalmente se requiere del uso de MRG y de MRGC que permiten realizar la calibración de los equipos y garantizar que estos reporten resultados confiables.

Según [3] **Un Material de Referencia** se define como un material o sustancia que tiene una o varias propiedades suficientemente bien establecidas para que puedan utilizarse para la calibración de instrumentos de laboratorio, comprobación de métodos de medida o para la asignación de valores a los materiales. Por su parte, **los Materiales de Referencia certificados** son aquellos cuyas propiedades están garantizadas mediante un procedimiento técnicamente válido, acompañadas por un **Certificado de Trazabilidad** u otra documentación emitida por un organismo acreditado para dicho fin.

Con respecto a la Trazabilidad, en el numeral 7.2.4 de [13] se dice que la composición de un gas de calibración -usualmente una mezcla de gases de referencia- se certifica mediante comparación de su respuesta analítica, con una o varias mezclas de gas de referencia. Menciona así mismo, que la comparación se realiza sobre calibraciones con composiciones de rangos suficientemente pequeños como para permitir una interpolación/regresión lineal. Finalmente se refiere a que la implementación generalmente se encuentra cubierta por la Norma ISO 6143.

3. PROBLEMÁTICA COLOMBIANA CON RESPECTO A MATERIALES DE REFERENCIA GASEOSOS CERTIFICADOS -MRGC.

Como se mencionó, en Colombia aún no existe una entidad que cuente con la capacidad de producir MRG, menos de Certificarlos, por lo que las empresas del sector gas deben importarlos representando varios problemas, los cuales se enumeran a continuación:

1. Altos costos de adquisición e importación de los materiales de referencia: La adquisición de materiales de referencia implica transacciones de dinero por su importación, la cual incluye el transporte de los mismos, el pago de impuestos de aduanas, comisiones bancarias, entre otros, elevando considerablemente el valor del material de referencia que se adquiere.

2. La vida útil de los gases de referencia: La norma API 14.1[4] (referida por el RUT) menciona que los estándares de calibración deben ser reemplazados o recertificados anualmente, sin importar la fecha de validez emitida por el fabricante en el certificado del MRG (que por lo general varía entre 2 y 5 años), con el objeto de asegurar que la composición establecida aún sea válida y por lo tanto confiable. Este lineamiento obliga a los usuarios de MRG a realizar compras anuales, dado que en Colombia no existe una entidad acreditada que pueda realizar recertificaciones de gas. Esta condición se convierte en factor crítico, ya que en un año, típicamente el consumo de gas de referencia contenido en un cilindro es cercano al 20%. El gas restante deja de ser utilizable a la luz de la norma API 14.1. Adicional a esta condición, es importante tener en cuenta que el material de referencia importado demora aproximadamente dos (2) meses en llegar a su destino final, por lo tanto el período de un año se ve reducido a sólo diez (10) meses efectivos.

3. La duda con respecto a la calidad con que se producen y certifican estos gases: Debido a que los materiales son adquiridos de fabricantes ubicados en otros países, y a que no existe en Colombia un control eficaz que soporte la vigilancia y el control sobre los MRG importados -tal y como se describe en [5]- se tiene poca confiabilidad sobre los datos reportados en los certificados expedidos por el fabricante.

4. La disposición final de los gases de referencia vencidos: Como ya se mencionó, los materiales de referencia, de acuerdo con la API 14.1, tienen una vida útil de un año (siempre y cuando no haya recertificación), generando una cantidad considerable de gas de referencia residual que no puede ser utilizado y que de alguna manera debe “desecharse”, ocasionando de manera negativa un impacto en el medio ambiente.

En la tabla 1 se resumen los diferentes impactos generados por la importación de materiales de referencias (Los signos (-) y (+), significan el tipo de impacto: negativo y positivo respectivamente y la cantidad de signos indica el grado de impacto que se genera).

Este análisis general, permite evidenciar la problemática asociada a la importación de MRGs y en especial, a no poseer infraestructura suficiente que permita brindar apoyo a la industria en estos procesos. Por lo anterior, a continuación se hace un análisis de alternativas que podrían ser implementadas para dar solución a la situación planteada.

4. ANÁLISIS DE POSIBLES SOLUCIONES

Analizando la situación planteada, la Corporación CDT de GAS viene realizando un proceso de vigilancia tecnológica para identificar las diferentes soluciones que se han implementado en

otros países. Este análisis permitió determinar que a nivel internacional se han aplicado principalmente dos medidas para enfrentar esta situación, las cuales se describen a continuación:

4.1 Desarrollar la capacidad para producir materiales de referencia

Esta alternativa consiste en el desarrollo de la infraestructura, formación de personal e implementación de una cantidad considerable de procedimientos asociados a la producción de MRGs necesarios para suplir las necesidades nacionales.

Para producir MRGs para la industria del gas natural, existen dos métodos comúnmente aplicables: el método gravimétrico - ISO 6142 [6] y el método volumétrico- ISO 6145 [7]. Sin embargo el método gravimétrico es el más utilizado dado que brinda los niveles de exactitud ($u \approx 0,2\%$) acordes para los procesos de transacción comercial.

Ventaja. La producción de materiales de referencia dentro del país generaría disminución de los costos que están asociados a la importación, disminución de los tiempos de transporte, disminución de fuga de divisas del país, y generación de conocimiento aplicable a procesos productivos.

Desventaja. Se requiere de una inversión alta en cuanto a infraestructura, la cual teniendo en cuenta la demanda de materiales de referencia que se tiene en Colombia para los MRGs, no sería factible desde punto de vista financiero. Comúnmente estos procesos son desarrollados por los gobiernos nacionales o por un sector interesado.

Se visualizan mejoras en impactos económicos, ambientales, sociales, o desde punto de vista de reglamentación y seguridad.

A continuación en la tabla 2 se muestran los impactos generados por la aplicación de la solución planteada anteriormente.

4.2 Implementar un laboratorio de certificación y recertificación de MRGs:

Esta opción, se basa en el desarrollo de un procedimiento de acuerdo con los lineamientos del estándar ISO 6143; dicho procedimiento consiste en la comparación de los resultados obtenidos por medio del método analítico seleccionado (en este caso cromatografía de gases) para la composición del materiales de referencia considerados como patrones, versus la composición reportada en el certificado de dicho gas. Esta comparación permitirá obtener una conclusión con respecto a la composición que se desea recertificar.

Este procedimiento, comparado con la producción de MRGCs, genera incertidumbres un poco más altas ($u \approx 0,4\%$), sin embargo es un proceso completamente validado y que, como se menciona más adelante, ha sido implementado en varios países obteniéndose resultados confiables.

Ventaja: Se contaría con la capacidad de realizar la re-verificación estadística de los gases de referencia, tal como se especifica en la Norma API 14.1, lo que permitiría garantizar la composición del gas anualmente, y en un tiempo más corto que si se importara el gas, disminuyendo por tanto la fuga de divisas y los tiempos de transporte de los materiales.

Desventaja: La compra de los MRG se debe seguir realizando a entidades internacionales, ya que el proceso de recertificación solo podrá aplicarse por un año más, una vez se cumpla la fecha de validez del gas de acuerdo con lo especificado por el fabricante. En este sentido, aunque los

IMPACTO ECONÓMICO (Nivel País)		IMPACTO AMBIENTAL (Nivel País)		IMPACTO FINANCIERO (Nivel Empresa)		IMPACTO LEGAL (Nivel Empresa)	
(-)(-)	Fuga de divisas del país por cantidad de materiales referenciamportados.	(-)(-)	Gas de referencia no reutilizables y que debe ser "desechado" al ambiente.	(-)(-)	Altos costos de calibración por compra anual de materiales de referencia	(-)	Incumplimiento de certificado de trazabilidad de algunos gases frente a la normativa aplicable - RUT

Tabla 1. Impactos asociados a la importación de MRGs

IMPACTO ECONÓMICO (Nivel País)		IMPACTO AMBIENTAL (Nivel País)		IMPACTO FINANCIERO (Nivel Empresa)		IMPACTO LEGAL (Nivel Empresa)	
(+)(+)	Disminución de la importación de los materiales de referencia (se reduciría la fuga de divisas por este concepto).	(-)(-)	El "desecho" de MRG anual, por vencimiento según API 14.1.	(+)	Disminución del costo del MRG debido a que se evitan los factores de importación.	(+)(+)	Al desarrollar los propios MRG, se puede garantizar la trazabilidad y por tanto cumplir la normativa aplicable - RUT
				(-)	Se requiere una inversión inicial alta para adquirir infraestructura		

Tabla 2. Impactos asociados a la producción de MRGs

costos asociados a la importación se disminuyen, no se eliminan por completo.

La tabla 3 que se muestra a continuación, contiene los impactos que se presentarían al implementar esta solución.

A partir de este análisis, se llegó a la conclusión que de las dos soluciones planteadas, la Re-certificación de los Gases de Referencia, es la más factible, en este momento para Colombia. El CDT de GAS, basado en la experiencia que posee con su laboratorio de cromatografía de gases acreditado desde el año 2010 por el ONAC y con el análisis de las herramientas estadísticas establecidas en la ISO 6143, desarrolló un proceso para la certificación y recertificación de los gases de referencia. Dicho desarrollo se explica a continuación.

A partir de este análisis, se llegó a la conclusión que de las dos soluciones planteadas, la Re-certificación de los Gases de Referencia, es la más factible, en este momento para Colombia. El CDT de GAS, basado en la experiencia que posee con su laboratorio de cromatografía de gases acreditado desde el año 2010 por el ONAC y con el análisis de las herramientas estadísticas establecidas en la ISO 6143, desarrolló un proceso para la certificación y recertificación de los gases de referencia. Dicho desarrollo se explica a continuación.

gases que fue utilizado en el experimento, y mediante materiales de referencia certificados por el NMI de Holanda (Laboratorio Nacional), certifican patrones de referencia de trabajo importados, desarrollados en otros países por el método gravimétrico.

Por su parte, en Alemania el BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung) publicó un estudio realizado [10], por medio del cual desarrollaron una metodología, basada en la Norma ISO 6143, para la certificación de mezclas de gases de referencia secundarios, usando estándares primarios (preparados por medio del método gravimétrico) y utilizando igualmente cromatografía de gases. En dicho estudio se plantea la posibilidad de realizar el análisis de certificación por dos métodos distintos. El primero consiste en la utilización de dos estándares primarios que tengan composiciones cercanas a la de la

mezcla que se desea certificar y con estos dos límites conocidos se obtiene una función casi lineal de alta precisión, que se puede utilizar para determinar la composición de la mezcla a certificar. El segundo método planteado es realizar la certificación siguiendo los lineamientos descritos en la Norma ISO 6143. En este caso el BAM realizó el experimento de certificación por las dos metodologías mencionadas anteriormente.

Los anteriores, son solo dos ejemplos de países que han implementado la recertificación de gases basándose en los lineamientos de la Norma ISO 6143. En este sentido, el CDT de GAS, como primer paso, optó por desarrollar el procedimiento de recertificación basados en el análisis exhaustivo de dicha norma. Posteriormente se realizaron las validaciones respectivas.

5. DESARROLLO DE UN LABORATORIO DE CERTIFICACIÓN Y RECERTIFICACIÓN DE MATERIALES DE REFERENCIA GASEOSOS

5.1 Herramientas desarrolladas en otros países

En Argentina, la División Materiales de Referencia del Departamento de Patrones Nacionales de Medida del INTI, planteó una metodología de trabajo que permite realizar la certificación de los materiales de referencia [8]. Este trabajo fue realizado tomando como base la Norma ISO 6143 [9], la cual permite comparar los resultados de la composición del gas que se quiere validar contra los de un patrón certificado con trazabilidad reconocida. Para el desarrollo de esta metodología de certificación, fue diseñado un procedimiento de calibración para el cromatógrafo de

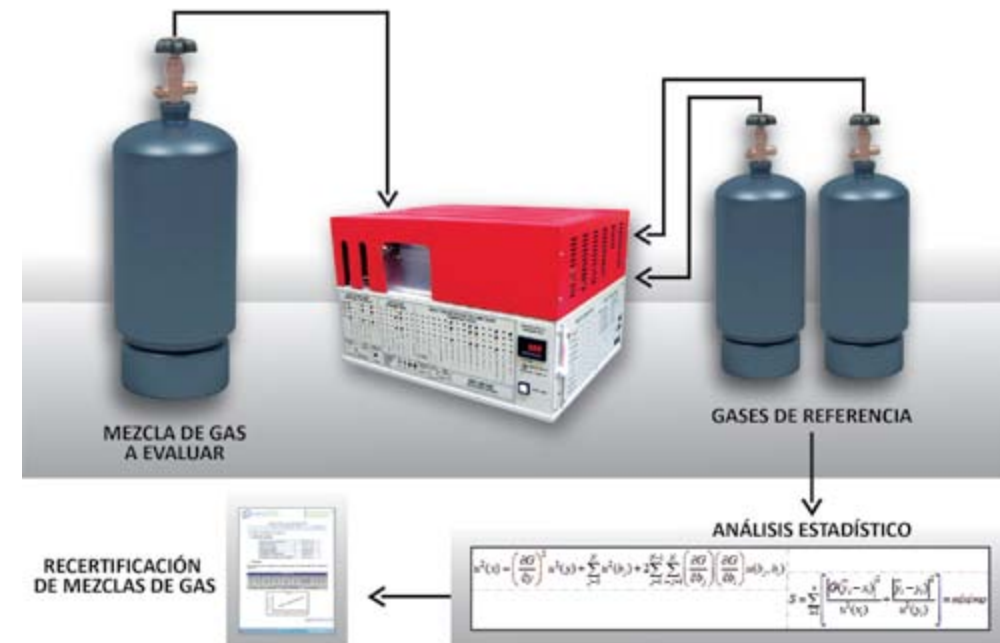


Figura 1. Esquema de metodología descrita en la ISO 6143

5.2 PROCEDIMIENTO PLANTEADO EN LA NORMA ISO 6143

La Norma ISO 6143:2001, es un estándar internacional que permite determinar o verificar la composición de una mezcla de gas por medio de gases de referencia apropiados, calculando su respectiva incertidumbre (a partir de la incertidumbre de los gases de referencia).

El procedimiento planteado en esta norma -para la determinación de la composición molar de una muestra de un gas de calibración- se muestra de forma resumida en la tabla 4:

5.3 PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO POR EL CDT de GAS

Una vez analizados los pasos indicados por la Norma ISO 6143, resumidos en la tabla anterior, la Corporación CDT de GAS planteó un procedimiento para realizar la recertificación de materiales de referencia, el cual se esquematiza en la figura 1:

La determinación de las respuestas de los gases analizados se hará por medio de cromatografía de gases (PASO B), por lo que la función matemática a ser determinada será una función lineal para la

IMPACTO ECONÓMICO (Nivel País)	IMPACTO AMBIENTAL (Nivel País)	IMPACTO FINANCIERO (Nivel Empresa)	IMPACTO LEGAL (Nivel Empresa)
(-) Las importaciones no se harían cada año, lo que permitiría una disminución en menor proporción en la fuga de divisas.	(+) Al aumentar la vida útil de los MRGs se disminuye la generación de residuos.	(+) La recertificación permitirá aumentar la vida útil de los MRG. Y por tanto disminución de compras.	(+)(+) Se puede garantizar la trazabilidad y por tanto cumplir la normativa aplicable - RUT.

Tabla 3. Impactos asociados a la aplicación del proceso de recertificación

Paso	Procedimiento a realizar
A	Especificar el intervalo analítico de interés, es decir el intervalo de las fracciones mol a ser determinadas y el nivel de incertidumbre aceptable.
B	Especificar el método analítico y el sistema de medición a ser usado
C	Especificar el tipo de función matemática a ser utilizada (lineal, polinomial, potencial, exponencial), dependiendo de las características de respuesta del sistema de medición.
D	Especificar el número de puntos de calibración requeridos dependiendo del tipo de función matemática escogida.
E	Seleccionar las mezclas de gas de referencia de tal forma que su composición (x ₁ , x ₂ ,..., x _n) abarque el intervalo de composición esperado para la mezcla de gas de calibración.
F	Establecer las incertidumbres estándar (u(x ₁), u(x ₂),..., u(x _n)) de las fracciones molares del compuesto a analizar.
G	Determinar las respuestas (y ₁ , y ₂ ,..., y _n) para las fracciones molares (x ₁ , x ₂ ,..., x _n) y las respectivas incertidumbres estándar (u(y ₁), u(y ₂),..., u(y _n)).
H	Calcular los parámetros b _j de la función matemática, utilizando los datos determinados en los numerales anteriores.

Tabla 4. Secuencia de pasos para la recertificación de MRGs según la Norma ISO 6143

cual se requiere como mínimo tres (3) puntos de calibración; es decir, se requieren tres (3) gases de referencia. Teniendo en cuenta la composición típica de los gases naturales en Colombia, los MRGs a utilizar, tienen las siguientes composiciones molares de metano: 83,3%, 91,8% y 98,0%, con unas incertidumbres de 0,17%, 0,12% y 0,12% respectivamente.

Estas mezclas de gas de referencia, son analizadas por cromatografía con el fin de obtener las áreas de respuesta (y_1, y_2, \dots, y_n), a partir de la media de cinco (5) mediciones individuales, y de las incertidumbres de las respuestas calculadas como la desviación estándar de las mediciones para cada uno de los componentes que conforman la muestra.

Teniendo los datos anteriormente mencionados, es posible determinar los parámetros de la función matemática de análisis calculados de acuerdo al método de mínimos cuadrados generalizados de Deming [11]. Posteriormente, la mezcla de gas de calibración que se desea certificar o recertificar es también analizado por cromatografía, obteniéndose las respectivas áreas de respuesta, que al ser introducidas en la función de análisis hallada anteriormente, permiten encontrar la composición del gas de calibración con su respectiva incertidumbre.

Ahora bien, con el fin de evaluar si el contenido determinado y el contenido pre asignado (composición reportada en el certificado del MRG a evaluar) están acordes, se aplica el siguiente criterio de compatibilidad:

$$|x_{det} - x_{pas}| \leq 2 \sqrt{u^2(x_{det}) + u^2(x_{pas})}$$

Donde:

- x_{det} Composición determinada por medio del análisis realizado
- x_{pas} Composición preasignada, es decir la composición reportada en el certificado
- $u^2(x_{det})$ Incertidumbre estándar de la composición determinada
- $u^2(x_{pas})$ Incertidumbre estándar de la composición preasignada

Este criterio permite obtener una conclusión con respecto a la recertificación del gas. Las posibles conclusiones se muestran en la tabla 5:

Sin embargo para los dos últimos casos (algunos o todos los componentes no cumplen con el criterio de compatibilidad) debe tenerse en cuenta un segundo criterio para recertificar el gas en evaluación. Este requerimiento indica que la máxima diferencia permitida para el poder calorífico es del 0.5%, (entre el poder calorífico calculado con la composición obtenida por el procedimiento de la ISO 6143 y el poder calorífico reportado en el certificado original del gas). En caso contrario el gas no podrá ser recertificado. Es importante destacar que la recertificación se debe realizar de forma anual (como se plantea en la Norma API 14.1 - Numeral 16.1), para de esta forma garantizar que se mantiene la composición del gas, sin embargo solo se podrá aplicar el procedimiento descrito, hasta por un año más después de cumplirse la fecha de validez reportada en el certificado del gas a evaluar por el fabricante del MRG. Una vez se cumpla este período de tiempo, el gas no podrá ser recertificado y por tanto debe ser desechado.

Finalmente, luego de desarrollar este procedimiento, la Corporación CDT de GAS emitirá un informe de composición (basado en los requeri-

mientos planteados en la Norma ISO 6141[12]), en donde se indicará el resultado del proceso de recertificación que se aplique al gas en evaluación, y se reportará la composición del MRG con su incertidumbre asociada.

6. CONCLUSIONES

- A partir del estudio realizado, la Corporación CDT de GAS considera que el proceso de certificación y recertificación es un proceso clave para Colombia ya que permite brindar, monitorear y controlar la trazabilidad asociada a las mediciones de composición del gas, en especial del gas natural y sus propiedades claves para garantizar la confiabilidad de las transacciones comerciales, tales como por ejemplo la del poder calorífico.

- La implementación del proceso de recertificación de materiales de referencia en Colombia, representa un impacto positivo a nivel financiero, ya que disminuirá en gran medida los costos asociados a la compra de gases de referencia desde otros países. Igualmente, este proceso genera un impacto positivo a nivel ambiental, puesto que al aumentar la vida útil de los gases se reduce la generación de residuos y un impacto positivo dentro del marco legal ya que se garantizaría la trazabilidad de las mediciones cumpliendo por tanto con las normativas aplicables

- La Norma ISO 6143, brinda los lineamientos necesarios para realizar la certificación y recertificación de mezclas de gas de calibración, y se tienen evidencias favorables a nivel internacional.

- Basados en dichas experiencias el CDT de GAS desarrolló un procedimiento que permite realizar la verificación de la composición de los gases de referencia en Colombia, cumpliendo con las Normas Internacionales.

- El Plan de Trabajo incluye, para el primer semestre de 2012, que con recursos provistos por Colciencias y por la industria nacional, se realicen estancias y pasantías de

profesionales del CDT de GAS en Instituciones Internacionales que tienen experiencia demostrada en este importante proceso.

- Previa validación del procedimiento establecido para Colombia y de las experiencias obtenidas, se presentará a consideración del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia -ONAC para optar al reconocimiento.

7. REFERENCIAS

- [1] RESOLUCIÓN CREG 071 de 1999 - Reglamento Único de Transporte de Gas Natural (RUT)
- [2] RESOLUCIÓN CREG 041 de 2008 - Modificación del Reglamento Único de Transporte de Gas Natural.
- [3] ISO GUIDE 30:1992 "Terms and definitions used in connection with reference materials".
- [4] API 14.1 "Manual of Petroleum Measurement Standards – Natural Gas Fluids Measurement - Collecting and Handling of Natural Gas Samples for Custody Transfer".
- [5] DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN DNP - Estudio de Necesidad y Red Institucional.
- [6] ISO 6142 Gas Analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Gravimetric method.
- [7] ISO 6145 Gas Analysis - Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods
- [8] Puglisi, C; Castro, L. Certificación de materiales de referencia gaseosos. Departamento de Patrones Nacionales de Medida (DPNM).
- [9] ISO 6143 Gas Analysis – Determination of Composition of Calibration Gas Mixtures - Comparison Method".
- [10] Analytical Measuring System using Primary Standards for the Certification of Secondary Reference Gas Mixtures.
- [11] Deming W. Statistical Adjustment of Data. Wiley, New York, 1943.
- [12] ISO 6141 - Requirements for certificates for calibration gases and gas mixtures
- [13] ISO 14111- Natural gas - Guidelines to traceability in analysis.

Criterio de compatibilidad	Conclusión
Se cumple para todos los componentes de la mezcla de gas	El gas se recertifica con la composición inicial reportada para el mismo.
Se cumple para algunos componentes de la mezcla de gas y para otros no.	El gas puede ser recertificado con la composición calculada por medio de este procedimiento.
No se cumple para ninguno de los componentes	El gas se puede recertificar con la composición calculada por medio de este procedimiento.

Tabla 5. Conclusiones que se obtienen del procedimiento de recertificación a partir del criterio de compatibilidad obtenido.