

CNOGas	COMITÉ CNOGas PROTOCOLO OPERATIVO ASEGURAMIENTO METROLÓGICO EQUIPOS DPHC
--------	--

AYUDA MEMORIA COMITÉ CNOGas PROTOCOLO OPERATIVO ASEGURAMIENTO METROLÓGICO EQUIPOS DPHC.

FECHA:	01 de febrero, 09 de marzo, 18 de abril, 10 de mayo, 06 de junio, 05 y 26 de julio, 24 de agosto, 14 de septiembre, 19 de octubre y 09 de noviembre de 2017
ELABORADA POR:	CNOGas – Fredi E. López Sierra

ITEM	NOMBRES	EMPRESAS
1	John Velosa	TGI
2	Johny Bautista	GAS NATURAL FENOSA
3	Fabio Buitrago	PACIFIC
4	Rémesis Gómez/Henry Posso	GASES DEL ACRIBE
5	Alejandro Villalba/Mauricio Lora	PROMIGAS
6	Héctor H. Bernal/Juan M Nocua/Nelson L. Martínez	ECOPETROL
7	Andrés Chaparro	CHEVRON
8	Cristian Vallejos	ISAGEN
9	Fredi López	CNOGas

Las reuniones se realizaron de manera presencial con la participación de los miembros del Comité técnico del CNOGas y algunos invitados. En varias de las reuniones se trataron otros temas de interés del Comité; sin embargo la presente acta recoge la información revisada y analizada para el tema descrito a continuación:

1. Protocolo operativo aseguramiento metrológico equipos DPHC.

1. PROTOCOLO OPERATIVO ASEGURAMIENTO METROLÓGICO EQUIPOS DPHC

En las diferentes sesiones del Comité técnico se trabajó este tema considerando 2 necesidades a resolver: (i) Contratar los servicios con terceros para compra del gas patrón certificado, nacionalización de estos gases, transporte a Ballena y Cusiana-Cupiagua y análisis cromatográficos de muestras de gas natural de los mencionados campos y (ii) Estructurar un protocolo operativo que defina los lineamientos a seguir para asegurar metrológicamente los equipos de medición de DPHC. Este mecanismo permitió avanzar en los 2 temas, es decir, en la contratación con terceros de las actividades descritas en el párrafo anterior y en el protocolo operativo.

CNOGas	COMITÉ CNOGas PROTOCOLO OPERATIVO ASEGURAMIENTO METROLÓGICO EQUIPOS DPHC
--------	--

No obstante para la contratación con terceros se presentaron inconvenientes para el cumplimiento de los aspectos técnicos requeridos según los términos de referencia, conllevando a la necesidad de declarar desierto los procesos. Finalmente el 21 de septiembre de 2017, el CDT del Gas dio inicio al contrato para prestar los servicios descritos anteriormente, con un plazo para su ejecución de 5 meses. En noviembre del año en curso se culminó con la estructuración del protocolo operativo, disponiéndose de la versión definitiva para usar en las pruebas de campo en Ballena y Cusiana-Cupiagua.

El interés común final considera, una vez realizadas las pruebas a los equipos para medición de DPHC ubicados en Ballena y Cusiana-Cupiagua, reunidas las muestras de gas natural y realizados los análisis cromatográficos, analizar estos resultados e incorporar, de considerarse necesario, los cambios al protocolo operativo para el aseguramiento de los equipos de medición de DPHC. Una vez aprobado por el Consejo el protocolo en su versión corregida, se enviará a la CREG como recomendación a adoptar mediante modificación parcial del RUT y/o un Anexo a este, de tal manera se estandarice el proceso que conlleve a asegurar metrológicamente los equipos de medición de DPHC.

Adjunta a la presente acta los documentos revisados, con control de cambios, durante las diferentes reuniones realizadas en el 2017.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO A ANALIZADORES EN LÍNEA PARA MEDICIÓN DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO **_09-Mayo-17**

OBJETIVOS

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para analizadores en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de analizadores de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR (composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente documento son aplicables a la medición en línea de punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático.

FORMATOS

La instalación del analizador: debe cumplir con al menos los siguientes requisitos recomendados por el fabricante:

Comentario [F1]: Miembros del comité: Generar formatos-plantillas.

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	SEGÚN FABRICANTE		MEDIDO EN CAMPO	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Flujo de muestra.				
Flujo de la línea de purga.				
Presión de operación.				
Temperatura ambiente de operación.				
Instalación y suministro eléctrico.				
Tiempo de análisis configurado deberá ser igual o inferior a 15 minutos.				

Sistema de muestreo: El sistema de muestreo debe cumplir los requisitos establecidos en API 14.1 y en ISO 10715, entre los cuales se cuentan:

Comentario [F2]: Miembros comité: Generar formatos-plantillas.

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.	5D aguas abajo	
Longitud de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 7.4.1.	API 14.1, numeral 7.4.1.	
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 7075°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 7075°F a la entrada del analizador.	temperatura mínima de 7075°F	
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador	
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.	API 14.1, numeral 8.1.	

Comentario [F3]: TGI: Aclarar el método para evaluar.

Presión regulada. La presión regulada en el sistema de muestreo debe ser tal que permita la medición de un punto cercano a la temperatura cricondenterm:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondenterm y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.	SRK (ecuación de estado) y cromatografía extendida	
El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada	Valor medio	

del analizador debe permitir la medición teórica del punto cricondeterm dentro de +/- 1°F.	de presión de entrada	
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión	

Comentario [F4]: TGI: Confirmar este valor

Gases de referencia:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensac.	
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 750°F	750°F	
GN sintético que en el certificado se indique el HCDP típico del gas del campo (°F), este gas se puede también utilizar como patrón para el cromatógrafo. Como segunda opción: Mezcla binaria n-butano*/nitrógeno o propano/nitrógeno	GN sintético certificado el HCDP del gas (°F)	
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos. Para las mezclas binarias se aplicará como mínimo la exactitud definida para los componentes en la GPA 2198.	NTC 6167 o GPA 2198.	
Preparación y certificación de los componentes. El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142	
Certificación del punto de rocío hidrocarburo. El certificado del gas de referencia debe contar con el valor del punto de rocío hidrocarburo aplicando la ecuación de estado SRK.	Ecuación de estado SRK.	
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones	

Comentario [F5]: Compra de chaqueta a los cilindros???.TGI

Comentario [F6]: Se requiere comprar un regulador calentado....Costos??...Arriendo???.S uministro con pago temporal???.TGI

~~* Las mezclas binarias n-butano/nitrógeno pueden presentar una película de hidrocarburo atípica que se condensa rápidamente.~~

Procedimiento para realizar las pruebas:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
Calentamiento analizador. El analizador deberá ser encendido con anterioridad de 12 horas a la hora de inicio de las pruebas.	12 horas	
Conexión de sistema: Gráficas similares a la figura 2 API 14.1 que consideren lo siguiente: Regulación con calentamiento en el punto de muestreo, regulación con calentamiento en el analizador, gas de referencia con regulación y calentamiento en el analizador y gas de referencia con regulación y calentamiento externo.	Según graficas	
Purga de la línea aplicar páginas 13 a 14 del manual del	Aplicar	

Comentario [F7]: Incluir diagramas...TGI

Comentario [F8]: TGI

Comentario [F9]: Anexar procedimiento para purga para equipos Ametek...Erik.

Comentario [F10]: El Secretario técnico hace la copia.

CONDUMAX	proced.	
Número de purgas. Se realizará una (1) sola purga por cada gas de referencia. La purga se podrá realizar con (i) gas nitrógeno grado 5 o (ii) gas de referencia.	1 purga	
Revisar la configuración de los equipos de acuerdo a las condiciones del manual del fabricante	Manual del fabricante	

Comentario [F11]: PROMIGAS:
Revisar y ajustar redacción.

Una vez verificados la conexión y purga del sistema, se procede con el análisis usando el gas de referencia de acuerdo con el orden de la tabla siguiente:

Comentario [F12]: TGI/PROMIGAS:
Verificar el tema de los consumos de gas.

Gas	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect 4	Lect 5	Lect 6	Lect 7	Lect 8	Lect 9	Lect 10
Gas patrón										

Las lecturas 1 a 3 no se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño del analizador

Determinación del EMP

Comentario [F13]: TGI propondrá redacción....

Con los procedimientos y MR establecidos se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda dar cumplimiento al requisito regulatorio para punto de rocío de hidrocarburo con un nivel de confianza adecuado.

La evaluación estadística debe tener en cuenta entre otros los siguientes aspectos para el análisis estadístico:

- Filtrado de datos: Outlier, resultados estadísticamente similares.
- Resultados: Offset intercept (Error), Gradient (Linealidad) y Repetibilidad.

- Evaluar el modelo de incertidumbre. (Se listan las fuentes iniciales):
 - Características metrológicas del equipo.
 - Condiciones ambientales.
 - Gases de referencia.
 - Método-procedimiento.
 - Personal (competencias).
 - Resolución del analizador.
 - Principio de medición.
 - Ecuación de estado.
 - Confiabilidad de la instrumentación asociada.
 - Equipos auxiliares e instrumentación de apoyo.
 - Condiciones de instalación.

ANEXO VERIFICACION DEL ANALIZADOR CON GAS PATRÓN

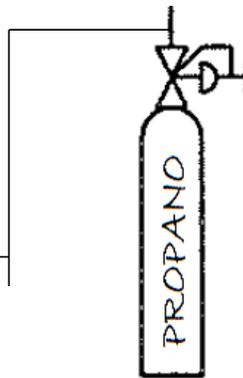
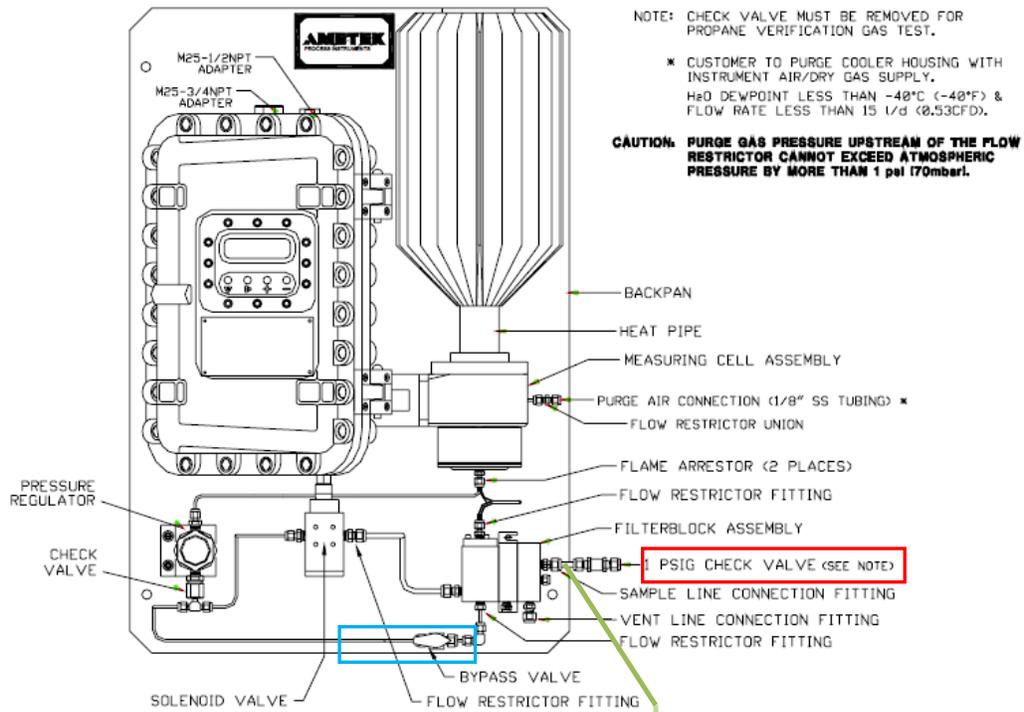
Espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga, cierre la válvula de bola (de ¼") ubicada en la entrada del equipo analizador, cierre el regulador de presión de entrada y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).

Retire la válvula cheque de 1 [PSI] ubicada U/S del bloque de filtración que tiene el equipo en la entrada.

Conecte el regulador de doble etapa a la botella del gas patrón. Instale una conexión tipo "T" D/S del regulador de doble etapa. En uno de los extremos de la conexión tipo "T" instale un manómetro patrón con escala de 0-100 [PSIG] y en el otro extremo conecte el bloque de filtración (entrada del equipo analizador). Ver la siguiente figura:

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo
(Calibri), 16 pto, Inglés (Estados

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo
(Calibri), 16 pto, Negrita, Inglés
(Estados Unidos)



Energice nuevamente el equipo, y ajuste la presión de salida del manómetro a una presión correspondiente (Verificar que el sistema no presente fugas). Esperar un ciclo de trabajo y verificar que el punto de rocío de hidrocarburo encontrado por el equipo se encuentre dentro de los valores indicados, con una desviación de ± 2 °F. (Realizar máximo dos pruebas (ciclos de trabajo) ya que esto contamina la celda y el filtro).

Para normalizar el sistema, espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).

Desconecte la "T" y retire el cilindro de gas patrón.

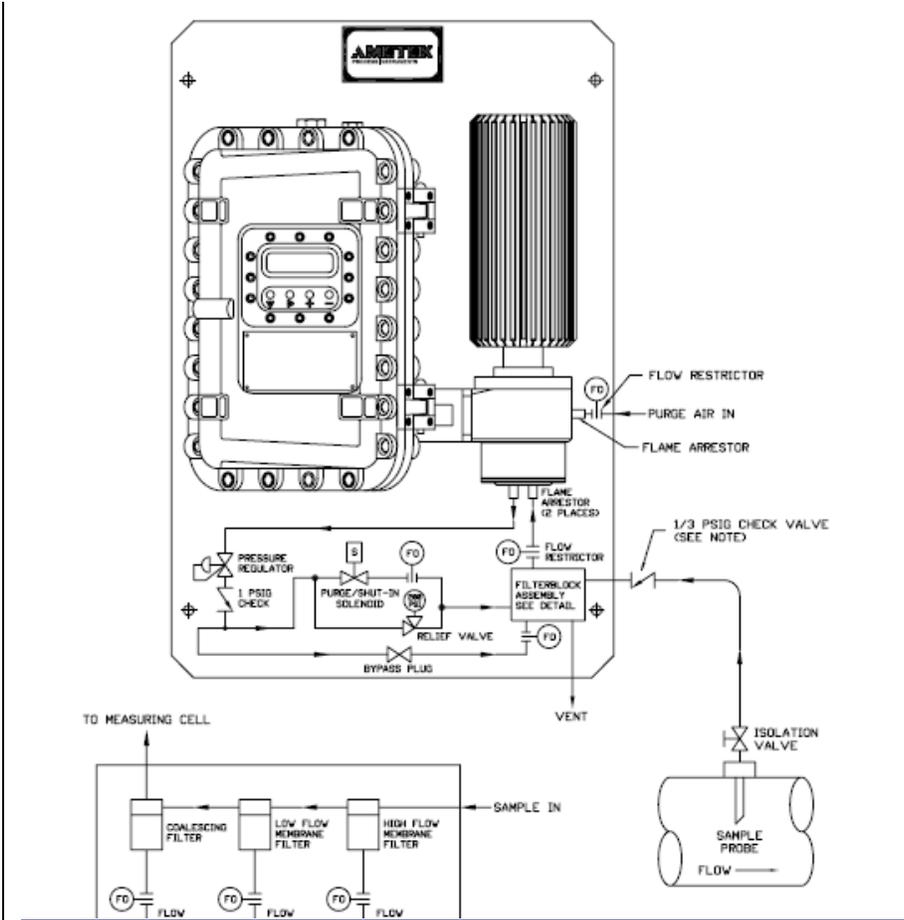
Conecte la válvula cheque de 1 [PSI] U/S del bloque de filtración.

Conecte el otro extremo de la válvula de cheque de 1 [PSI] al regulador de entrada que permite ingresar el gas de proceso al equipo analizador.

Abra lentamente el regulador de entrada y verifique posibles fugas.

Ajuste la presión de entrada del equipo en el valor del punto cricondentherm (calculado teóricamente mediante cromatografía extendida).

El esquema de instalación del equipo durante su operación normal, se muestra a continuación:



ANEXO API 14.1

7.4 PROBE INSTALLATION

7.4.1 Sample Probe Length

A probe configuration such as discussed in 7.3, Types, should be used for all sampling techniques. It is industry practice that the collection end of the probe be placed within the approximate center one-third of the pipe cross-section. While it is necessary to avoid the area most likely to contain

migrating liquids, the pipe wall, it may also be necessary to limit the probe length to ensure that it cannot fail due to the effects of resonant vibration.

Resonant vibration can occur when the vortex shedding frequency resulting from a probe inserted into a flowing fluid is equal to or greater than the probe's natural resonant frequency. Table 1 provides maximum recommended probe lengths for typical diameters based on a maximum natural gas velocity of 100 ft/sec (30.48 m/sec):

Table 1—Maximum Recommended Probe Lengths

Probe Outer Diameter inches (cm)	Recommended Max Probe Length inches (cm)
0.25 (0.64)	2.00 (5.08)
0.375 (0.95)	3.25 (8.26)
0.50 (1.27)	4.25 (10.80)
0.75 (1.91)	6.50 (16.51)

Calculations were based on a maximum recommended probe length Strouhal Number of 0.4, a 0.035 in. (0.089 cm) wall thickness, and 316 stainless steel probe construction. For conditions other than these use the formula below to calculate the maximum recommended probe length.

The probe length is defined as the distance between the probe tip and its point of attachment. The probe depth is the distance between the probe tip and the inner pipe wall (Figure 6).

Equation for Maximum Recommended Probe Length

SI System

$$L = \left[\frac{[(F_m \times 4.38 \times OD \times 10)/(S \times V)] \times [(E/\rho) \times (OD^2 + ID^2)]^{1/2}}{16} \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended Probe Length (mm)

F_m = Virtual mass factor – a constant to take account of the extra mass of the cylinder due to the fluid surrounding it & vibrating with it. For a gas, $F_m = 1.0$ and for water & other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of Probe (mm)

ID = ID of Probe (mm)

S = Strouhal number = dependent on the Reynolds No. & shape of the cylinder, but can be taken as 0.4 for worst case or 0.2 as suggested by API Chapter 8.

V = Velocity of fluid (m/sec)

E = Modulus of Elasticity of probe material (kg/cm²)

ρ = Density of probe material (kg/m³)

American Engineering System

$$L = \left[\frac{(F_m \times 1.194 \times OD)}{(S \times V)} \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended probe length (inches)

F_m = Virtual mass factor – For a gas, $F_m = 1.0$ and for water and other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of probe (in.)

ID = ID of probe (in.)

S = Strouhal Number = Use 0.4 as worst case

V = Velocity of fluid (ft/sec)

E = Modulus of elasticity of probe material (psi)

ρ = Density of probe material (g/cc)

8 Sample Loops/Lines

8.1 GENERAL DESIGN CONSIDERATIONS

The sample loop (slip stream) is the part of the sampling system that delivers the gas from the sample probe to the inlet of the sampler or analysis device and then to a lower pressure point. Sample loops should be designed to deliver a representative sample of the sample source gas that is flowing in the pipeline. The velocity of the gas flowing in the sample line and the volume of the sample system determine how often a new representative sample can be obtained. It is preferred that the sample line be sloped upward from the sample probe to the sample extraction point. This will minimize the accumulation of liquid in the loop.

In order to obtain a representative sample, the loop must be designed to ensure that the volume of gas in the sample loop is replaced between samples. This requires the sample loop flow rate to be relatively high and the volume of the loop to be small. Excessively high flow rates may cause liquid particles present in the pipeline to be drawn into the sample probe. Sample loops that purge to the atmosphere can cause unacceptable amounts of gas waste and violate environmental regulations. In addition, a large pressure loss in a sample loop may cause cooling and condensation which will affect the accuracy of the sample.

ANEXO PROCEDIMIENTO PURGA CONDUMAX II

Con formato: Centrado

2.2 Procedimiento de Purgación del CONDUMAX II

NOTA: SE TRATA DE UN PROCEDIMIENTO OBLIGATORIO ESTIPULADO EN LA CERTIFICACIÓN ATEX DE ESTE PRODUCTO. EL PROCEDIMIENTO HA DE LLEVARSE A CABO POR COMPLETO ANTES DE QUE CUALQUIER CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN O DE SEÑAL SEA APLICADA SOBRE EL CONDUMAX II, Y DESPUÉS DE QUE EL CONDUMAX II Y DE QUE EL EQUIPO DE TOMA DE MUESTRA ASOCIADO HAYA SIDO INSTALADO Y SE HAYA COMPROBADO QUE NO TINENE FUGAS.

ESTE PROCEDIMIENTO DEBE SER LLEVADO A CABO EN CUALQUIER MOMENTO SIGUIENDO LOS PERIODOS DE SERVICIO O MANTENIMIENTO, EN LOS QUE EL EQUIPO CONDUMAX II O EL EQUIPO DE TOMA MUESTRA ASOCIADO CON SUS TUBERÍAS HA DE SER DESCONECTADO.

1. Antes de comenzar, asegúrese de que todas las conexiones a la alimentación y de señal que van al Condumax II estén totalmente aisladas, y que se haya respetado el periodo estipulado de pérdida de energía. (Para más de talles acuda de la sección 15).
2. Asegúrese de que todas las conexiones de entrada y salida del gas al Condumax II se realizan correctamente y que se realizan chequeos para comprobar que no tiene pérdidas.
3. Abra del todo la válvula de control de flujo del caudalímetro del canal de punto de rocío del hidrocarburo y, si también se encuentra asociado al aparato, la del canal de punto de rocío de agua.
4. Ponga la válvula solenoide en la POSICIÓN DE PURGAMIENTO (PURGE POSITION), ha de realizar un movimiento de tornillo en el sentido de las agujas del reloj; mediante el ajuste manual del ajustador que se encuentra en la base de la válvula en solenoide. Se muestra donde se encuentra la posición correcta en una etiqueta asociada al solenoide. El acceso a la válvula del solenoide se obtiene al quitar la cubierta asociada. Acuda a la sección 4.1, *quitar y volver a poner la tapa asociada.*

NOTA: el ajustador manual del que se provee debe ser usado tan solo para los ajustes del sistema inicial y para realizar la purgación en unas condiciones sin alimentación eléctrica. Este ajustador manual nunca debe ser usado mientras que haya unas condiciones inducidas de presión y el ajuste manual de la válvula no se requiera para el ciclo de operación normal del sistema.

1. Abra del todo la Válvula Aislada de Toma de Muestra del Gas.
2. Ajuste el Regulador del Gas que está abierto hasta que se observe tood el flujo de escala en el canal de medida del punto de rocío del hidrocarburo con el caudalímetro asociado, y si se da el caso también el canal de medida del punto de rocío de agua con el caudalímetro asociado.
3. Permita que la muestra del gas purgue el sistema durante el periodo de tiempo indicado en la tabla que aparece a continuación.

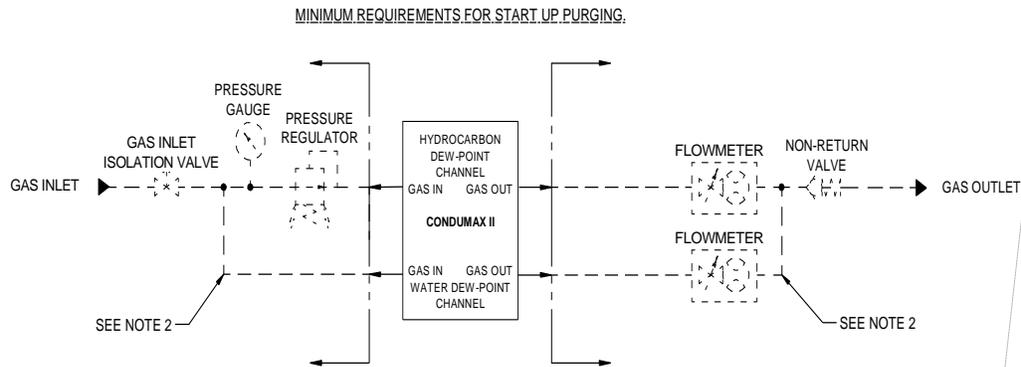
1) EL TOTAL DEL TIEMPO DE PURGACIÓN ha de ser de un mínimo de un minuto por 1l/min.

Se asume que la longitud de la tubería del sistema total (vea el diagrama más abajo) es de 3 metros y que el calibre interno es el recomendado de 4.0 mm.

2) Por cada metro adicional al calibre interno de 4.0mm en el sistema de tuberías de una toma de muestra, se alarga la purgación de gas 15 segundos para cada 1l/min.

1. Tras la adecuada duración de la Purgación, la Válvula de Aislamiento del Gas Introducido debe ser cerrada.
2. Mueva la posición de la válvula manual del solenoide hasta la POSICIÓN DE OPERACIÓN NORMAL (ha de llevarlo en la dirección contraria a las agujas del reloj hasta que llegue a un tope atornillado).
3. La cubierta ha de ser reemplazada ahora probablemente. Antes de que las líneas de señal o alimentación sean conectadas, se ha de poner totalmente la cubierta asociada.
4. Una vez que ya haya dispuesto adecuadamente la cubierta del Condumax II, ya se puede encender la alimentación.

Código de campo cambiado



NOTES:

- 1) CONNECTING PIPEWORK TO BE 4mm I/D BORE, 316L STAINLESS STEEL TUBE.
- 2) COMPONENTS & PIPEWORK ONLY REQUIRED IF WATER DEW-POINT CHANNEL IS INSTALLED INTO CONDUMAX II.

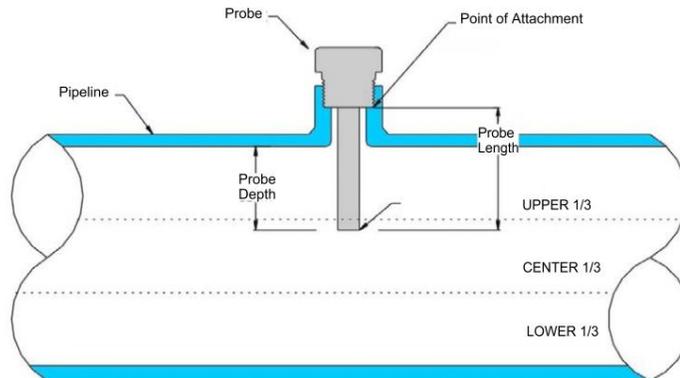


Figure 6—Probe Dimensions Used to Determine Maximum Recommended Probe Length

ANEXO PROCEDIMIENTO MUESTREO SPOT DEL GAS NATURAL

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- 1 Cilindro acero inoxidable 1/4" NPT. 1000 C.C.
- 1 Manómetro de 0 a 1000 psig
- 1 Válvula de Aguja DE 1/2" con Venteo
- 1.5 metros de Tubing de 1/4".
- 1 Conector de 1/2 NPT a 1/4 OD.
- 1 Válvula de 1/4 OD.

Con formato: Fuente:
(Predeterminado) +Cuerpo
(Calibri), 16 pto, Inglés (Estados

- [1 Kit de llaves de boca.](#)
- [1 Llave expansiva de 15 in.](#)
- [2 tapones OD de 1/4".](#)
- [Líquido detector de fugas.](#)
- [1 T con conexión hembra de 1/4"](#)

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- [API 14.1](#)
- [ISO 10715](#)

MUESTREO SPOT DE GAS NATURAL

El método Spot que se va a realizar se llama método del llenado y vaciado, el procedimiento para llevarlo a cabo es el siguiente:

El montaje que se debe armar para realizar el muestreo se representa en la figura 3.

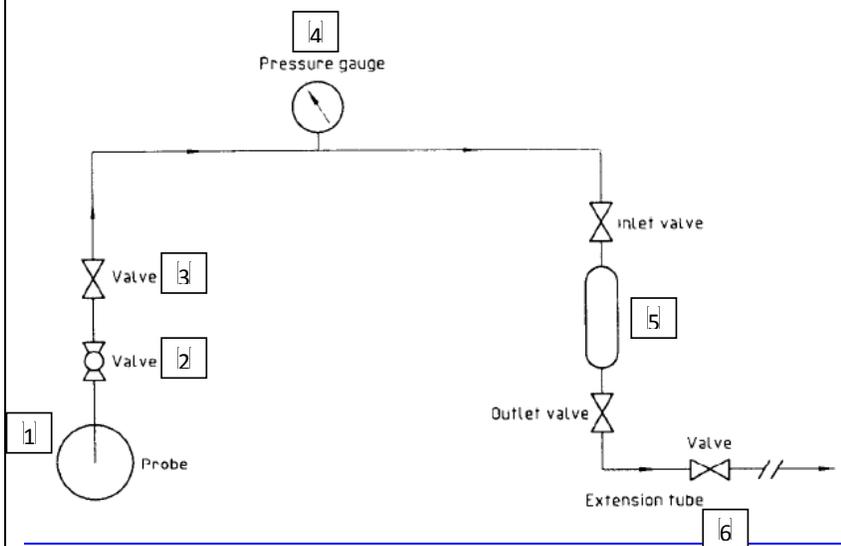


Figura 3. Montaje para realizar muestreo Spot.

- 1: Sonda de muestreo.
- 2: Válvula de proceso.

- 3: Válvula de aguja con venteo.
- 4: Medidor de presión.
- 5: Cilindro tomamuestras.
- 6: Válvula del tubo de extensión.

Los pasos que se llevan a cabo son los siguientes:

- a) Instalar la sonda de muestreo.
- b) Conectar la línea de muestreo.
- c) Abrir la válvula de proceso y la válvula de aguja con venteo (mantener el venteo cerrado) con el fin de soplar cualquier material acumulado.
- d) Conectar un extremo del cilindro tomamuestras en el sistema de muestreo.
- e) Purgar lentamente la línea y el cilindro tomamuestras para desplazar el aire.
- f) Cerrar la válvula del tubo de extensión para que se acumule presión en el cilindro tomamuestras.
- g) Cerrar la válvula de aguja y se ventea lentamente a través de la válvula de extensión hasta que se alcance la presión atmosférica.
- h) Abrir la válvula de aguja y se repiten los pasos f y g las veces que corresponda (Ver tabla 1) para purgar el cilindro con una mayor eficiencia.

<u>Máxima presión en el cilindro tomamuestras, psig (kPa)</u>	<u>Número de ciclos de llenado y vaciado</u>
<u>15 – 29 (100 – 200)</u>	<u>13</u>
<u>30 – 59 (200 – 405)</u>	<u>8</u>
<u>60 – 89 (405 – 615)</u>	<u>6</u>
<u>90 – 149 (615 – 1025)</u>	<u>5</u>
<u>150 – 500 (1025 – 3450)</u>	<u>4</u>
<u>>500 (>3450)</u>	<u>3</u>

Tabla 1. Número de ciclos según presión correspondiente.

- i) Verificar si en el extremo del tubo de descarga hay rastros de líquido.
- j) Después del último ciclo de llenado y vaciado, cerrar la válvula del tubo de extensión y cuando la presión en el cilindro ha aumentado hasta la presión deseada, se cierra la válvula de proceso.
- k) Observar la Temperatura del recipiente y de la fuente.
- l) Cerrar las válvulas de entrada y salida del cilindro Tomamuestras.
- m) Despresurizar la línea de muestreo, para ello se abre el venteo de la válvula de aguja hasta que el medidor de presión manométrica marque un valor de cero.
- n) Retirar el cilindro tomamuestras y se verifica que no presente fugas con un líquido detector u otro método.

Transporte y medición de la muestra

La manipulación de la muestra debe realizarse con mucho cuidado debido a su presión, inflamabilidad y el contenido. Las siguientes acciones se deben llevar a cabo para el transporte de la muestra:

- Comprobar que no haya fugas en las válvulas y accesorios.
- Inspeccionar, reparar o reemplazar las válvulas según se requiera.
- Tape las válvulas de salida y entrada al cilindro antes del transporte.
- Evitar apretar en exceso las válvulas del cilindro tomamuestras, el apriete de las válvulas con las manos es suficiente.
- Proteger el cilindro de golpes o daños.
- Mantener a una temperatura adecuada: que no sea lo suficientemente baja para la formación de líquidos y que no sea lo suficientemente alta para una sobrepresión.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO A ANALIZADORES EN LÍNEA PARA MEDICIÓN DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO_Vers. 05-julio-2017

OBJETIVOS

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para analizadores en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de analizadores de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR (composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente documento son aplicables a la medición en línea de punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático.

FORMATOS

La instalación del analizador: debe cumplir con al menos los siguientes requisitos recomendados por el fabricante:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	SEGÚN FABRICANTE		MEDIDO EN CAMPO	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Flujo de muestra.				
Flujo de la línea de purga.				
Presión de operación.				
Temperatura ambiente de operación.				
Instalación y suministro eléctrico.				
Tiempo de análisis configurado deberá ser igual o inferior a 15 minutos.				

Sistema de muestreo: El sistema de muestreo debe cumplir los requisitos establecidos en API 14.1 y en ISO 10715, entre los cuales se cuentan:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.	5D aguas abajo	
Longitud de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 7.4.1.	API 14.1, numeral 7.4.1.	
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 75°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 75°F a la entrada del analizador.	temperatura mínima de 75°F	
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador	
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.	API 14.1, numeral 8.1.	

Presión regulada. La presión regulada en el sistema de muestreo debe ser tal que permita la medición de un punto cercano a la temperatura cricondenterm:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondenterm y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.	SRK (ecuación de estado) y cromatografía extendida	
El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada del analizador debe permitir la medición teórica del punto cricondenterm dentro de +/- 1°F.	Valor medio de presión de entrada	
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión	

Comentario [F1]: TGI y Promigas compartirán ejercicio en la siguiente sesión.

Gases de referencia:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensac.	
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo	75°F	

75°F		
GN sintético que en el certificado se indique el HCDP típico del gas del campo (°F), este gas se puede también utilizar como patrón para el cromatógrafo.	GN sintético certificado el HCDP del gas (°F)	
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos.	NTC 6167 o GPA 2198.	
Preparación y certificación de los componentes. El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142	
Certificación del punto de rocío hidrocarburo. El certificado del gas de referencia debe contar con el valor del punto de rocío hidrocarburo aplicando la ecuación de estado SRK.	Ecuación de estado SRK.	
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones	

Procedimiento para realizar las pruebas:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
Calentamiento analizador. El analizador deberá ser encendido con anterioridad de 12 horas a la hora de inicio de las pruebas.	12 horas	
Conexión de sistema: Gráficas similares a la figura 2 API 14.1 que consideren lo siguiente: Regulación con calentamiento en el punto de muestreo, regulación con calentamiento en el analizador, gas de referencia con regulación y calentamiento en el analizador y gas de referencia con regulación y calentamiento externo.	Según graficas	
Purga de la línea aplicar páginas 13 a 14 del manual del CONDUMAX	Aplicar proced.	
Número de purgas. Se realizará una (1) sola purga por cada gas de referencia. La purga se podrá realizar con (i) gas nitrógeno grado 5 o (ii) gas de referencia.	1 purga	
Revisar la configuración de los equipos de acuerdo a las condiciones del manual del fabricante	Manual del fabricante	

Comentario [F2]: Incluir diagramas...TGI

Comentario [F3]: TGI

Comentario [F4]: PROMIGAS: Revisar y ajustar redacción.

Una vez verificados la conexión y purga del sistema, se procede con el análisis usando el gas de referencia de acuerdo con el orden de la tabla siguiente:

Comentario [F5]: TGI/PROMIGAS: Verificar el tema de los consumos de gas.

Gas	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect 4	Lect 5	Lect 6	Lect 7	Lect 8	Lect 9	Lect 10
Gas patrón										

Las lecturas 1 a 3 no se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño del analizador

terminación del EMP

Comentario [F6]: TGI propondrá redacción....

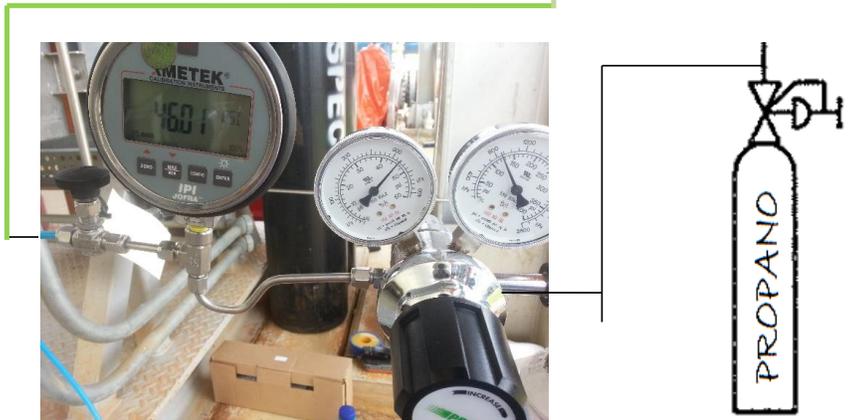
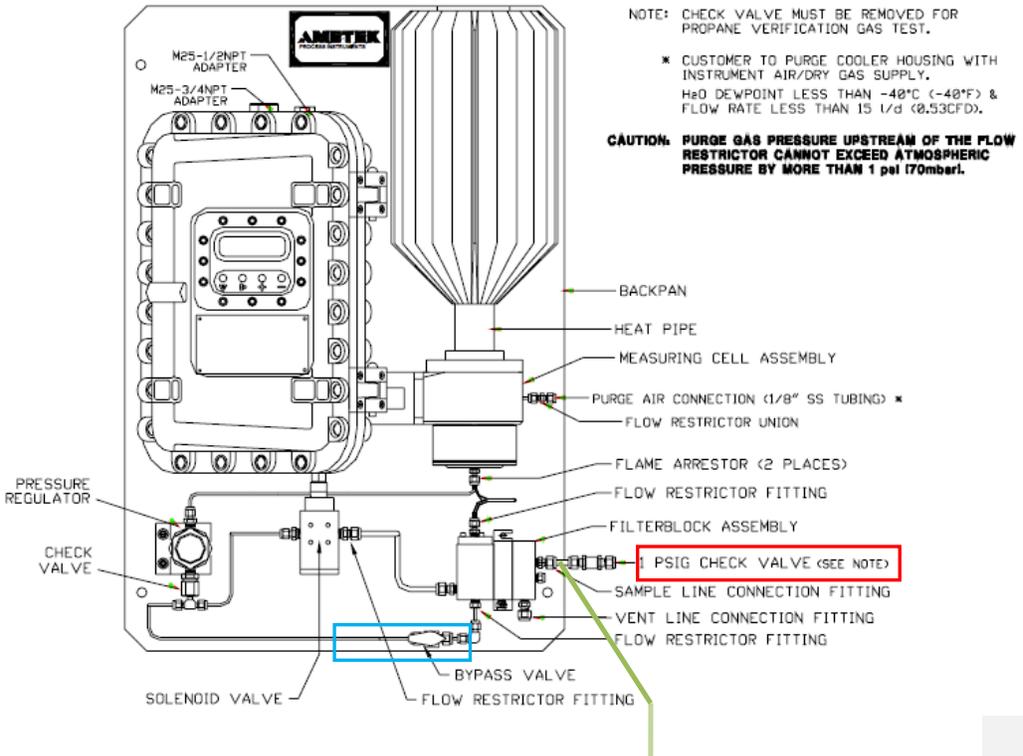
Con los procedimientos y MR establecidos se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda dar cumplimiento al requisito regulatorio para punto de rocío de hidrocarburo con un nivel de confianza adecuado.

La evaluación estadística debe tener en cuenta entre otros los siguientes aspectos para el análisis estadístico:

- Filtrado de datos: Outlier, resultados estadísticamente similares.
- Resultados: Offset intercept (Error), Gradient (Linealidad) y Repetibilidad.
- Evaluar el modelo de incertidumbre. (Se listan las fuentes iniciales):
 - ✓ Características metrológicas del equipo.
 - ✓ Condiciones ambientales.
 - ✓ Gases de referencia.
 - ✓ Método-procedimiento.
 - ✓ Personal (competencias).
 - ✓ Resolución del analizador.
 - ✓ Principio de medición.
 - ✓ Ecuación de estado.
 - ✓ Confiabilidad de la instrumentación asociada.
 - ✓ Equipos auxiliares e instrumentación de apoyo.
 - ✓ Condiciones de instalación.

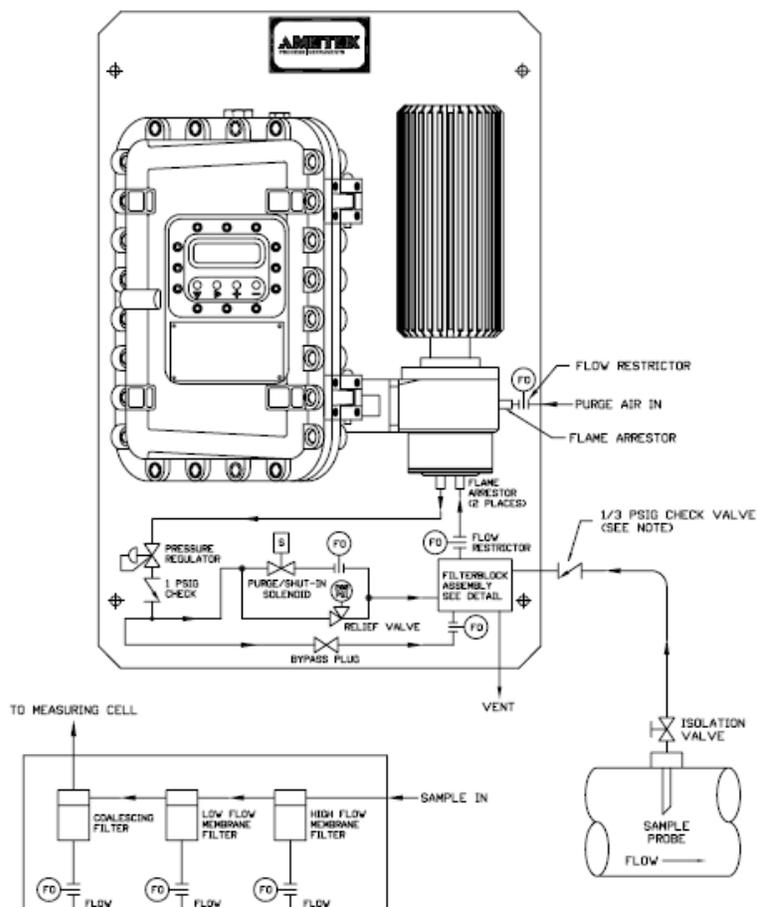
ANEXO 1_VERIFICACION DEL ANALIZADOR CON GAS PATRÓN

- Espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga, cierre la válvula de bola (de $\frac{1}{4}$ ") ubicada en la entrada del equipo analizador, cierre el regulador de presión de entrada y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).
- Retire la válvula cheque de 1 [PSI] ubicada U/S del bloque de filtración que tiene el equipo en la entrada.
- Conecte el regulador de doble etapa a la botella del gas patrón. Instale una conexión tipo "T" D/S del regulador de doble etapa. En uno de los extremos de la conexión tipo "T" instale un manómetro patrón con escala de 0-100 [PSIG] y en el otro extremo conecte el bloque de filtración (entrada del equipo analizador). Ver la siguiente figura:



- Energice nuevamente el equipo, y ajuste la presión de salida del manómetro a una presión correspondiente (Verificar que el sistema no presente fugas). Esperar un ciclo de trabajo y verificar que el punto de rocío de hidrocarburo encontrado por el equipo se encuentre dentro de los valores indicados, con una desviación de ± 2 °F. (Realizar máximo dos pruebas (ciclos de trabajo) ya que esto contamina la celda y el filtro).

- Para normalizar el sistema, espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).
- Desconecte la "T" y retire el cilindro de gas patrón.
- Conecte la válvula cheque de 1 [PSI] U/S del bloque de filtración.
- Conecte el otro extremo de la válvula de cheque de 1 [PSI] al regulador de entrada que permite ingresar el gas de proceso al equipo analizador.
- Abra lentamente el regulador de entrada y verifique posibles fugas.
- Ajuste la presión de entrada del equipo en el valor del punto cricondentherm (calculado teóricamente mediante cromatografía extendida).
- El esquema de instalación del equipo durante su operación normal, se muestra a continuación:



7.4 PROBE INSTALLATION

7.4.1 Sample Probe Length

A probe configuration such as discussed in 7.3, Types, should be used for all sampling techniques. It is industry practice that the collection end of the probe be placed within the approximate center one-third of the pipe cross-section. While it is necessary to avoid the area most likely to contain migrating liquids, the pipe wall, it may also be necessary to limit the probe length to ensure that it cannot fail due to the effects of resonant vibration.

Resonant vibration can occur when the vortex shedding frequency resulting from a probe inserted into a flowing fluid is equal to or greater than the probe's natural resonant frequency. Table 1 provides maximum recommended probe lengths for typical diameters based on a maximum natural gas velocity of 100 ft/sec (30.48 m/sec):

Table 1—Maximum Recommended Probe Lengths

Probe Outer Diameter inches (cm)	Recommended Max Probe Length inches (cm)
0.25 (0.64)	2.00 (5.08)
0.375 (0.95)	3.25 (8.26)
0.50 (1.27)	4.25 (10.80)
0.75 (1.91)	6.50 (16.51)

Calculations were based on a maximum recommended probe length Strouhal Number of 0.4, a 0.035 in. (0.089 cm) wall thickness, and 316 stainless steel probe construction. For conditions other than these use the formula below to calculate the maximum recommended probe length.

The probe length is defined as the distance between the probe tip and its point of attachment. The probe depth is the distance between the probe tip and the inner pipe wall (Figure 6).

Equation for Maximum Recommended Probe Length

SI System

$$L = \left[\frac{F_m \times 4.38 \times OD \times 10}{S \times V} \right] \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \quad (\text{Reference 16})$$

where

L = Recommended Probe Length (mm)

F_m = Virtual mass factor – a constant to take account of the extra mass of the cylinder due to the fluid surrounding it & vibrating with it. For a gas, $F_m = 1.0$ and for water & other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of Probe (mm)

ID = ID of Probe (mm)

S = Strouhal number = dependent on the Reynolds No. & shape of the cylinder, but can be taken as 0.4 for worst case or 0.2 as suggested by API Chapter 8.

V = Velocity of fluid (m/sec)

E = Modulus of Elasticity of probe material (kg/cm²)

ρ = Density of probe material (kg/m³)

American Engineering System

$$L = \left[\frac{(F_m \times 1.194 \times OD)}{(S \times V)} \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended probe length (inches)

F_m = Virtual mass factor – For a gas, $F_m = 1.0$ and for water and other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of probe (in.)

ID = ID of probe (in.)

S = Strouhal Number = Use 0.4 as worst case

V = Velocity of fluid (ft/sec)

E = Modulus of elasticity of probe material (psi)

ρ = Density of probe material (g/cc)

8 Sample Loops/Lines

8.1 GENERAL DESIGN CONSIDERATIONS

The sample loop (slip stream) is the part of the sampling system that delivers the gas from the sample probe to the inlet of the sampler or analysis device and then to a lower pressure point. Sample loops should be designed to deliver a representative sample of the sample source gas that is flowing in the pipeline. The velocity of the gas flowing in the sample line and the volume of the sample system determine how often a new representative sample can be obtained. It is preferred that the sample line be sloped upward from the sample probe to the sample extraction point. This will minimize the accumulation of liquid in the loop.

In order to obtain a representative sample, the loop must be designed to ensure that the volume of gas in the sample loop is replaced between samples. This requires the sample loop flow rate to be relatively high and the volume of the loop to be small. Excessively high flow rates may cause liquid particles present in the pipeline to be drawn into the sample probe. Sample loops that purge to the atmosphere can cause unacceptable amounts of gas waste and violate environmental regulations. In addition, a large pressure loss in a sample loop may cause cooling and condensation which will affect the accuracy of the sample.

ANEXO 3_ PROCEDIMIENTO PURGA CONDUMAX II

2.2 Procedimiento de Purgación del CONDUMAX II

NOTA: SE TRATA DE UN PROCEDIMIENTO OBLIGATORIO ESTIPULADO EN LA CERTIFICACIÓN ATEX DE ESTE PRODUCTO. EL PROCEDIMIENTO HA DE LLEVARSE A CABO POR COMPLETO ANTES DE QUE CUALQUIER CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN O DE SEÑAL SEA APLICADA SOBRE EL CONDUMAX II, Y DESPUÉS DE QUE EL CONDUMAX II Y DE QUE EL EQUIPO DE TOMA DE MUESTRA ASOCIADO HAYA SIDO INSTALADO Y SE HAYA COMPROBADO QUE NO TINENE FUGAS.

ESTE PROCEDIMIENTO DEBE SER LLEVADO A CABO EN CUALQUIER MOMENTO SIGUIENDO LOS PERIODOS DE SERVICIO O MANTENIMIENTO, EN LOS QUE EL EQUIPO CONDUMAX II O EL EQUIPO DE TOMA MUESTRA ASOCIADO CON SUS TUBERÍAS HA DE SER DESCONECTADO.

1. Antes de comenzar, asegúrese de que todas las conexiones a la alimentación y de señal que van al Condumax II estén totalmente aisladas, y que se haya respetado el periodo estipulado de pérdida de energía. (Para más de talles acuda de la sección 15).
2. Asegúrese de que todas las conexiones de entrada y salida del gas al Condumax II se realizan correctamente y que se realizan chequeos para comprobar que no tiene pérdidas.
3. Abra del todo la válvula de control de flujo del caudalímetro del canal de punto de rocío del hidrocarburo y, si también se encuentra asociado al aparato, la del canal de punto de rocío de agua.
4. Ponga la válvula solenoide en la POSICIÓN DE PURGAMIENTO (PURGE POSITION), ha de realizar un movimiento de tornillo en el sentido de las agujas del reloj; mediante el ajuste manual del ajustador que se encuentra en la base de la válvula en solenoide. Se muestra donde se encuentra la posición correcta en una etiqueta asociada al solenoide. El acceso a la válvula del solenoide se obtiene al quitar la cubierta asociada. Acuda a la sección 4.1, quitar y volver a poner la tapa asociada.

NOTA: el ajustador manual del que se provee debe ser usado tan solo para los ajustes del sistema inicial y para realizar la purgación en unas condiciones sin alimentación eléctrica. Este ajustador manual nunca debe ser usado mientras que haya unas condiciones inducidas de presión y el ajuste manual de la válvula no se requiera para el ciclo de operación normal del sistema.

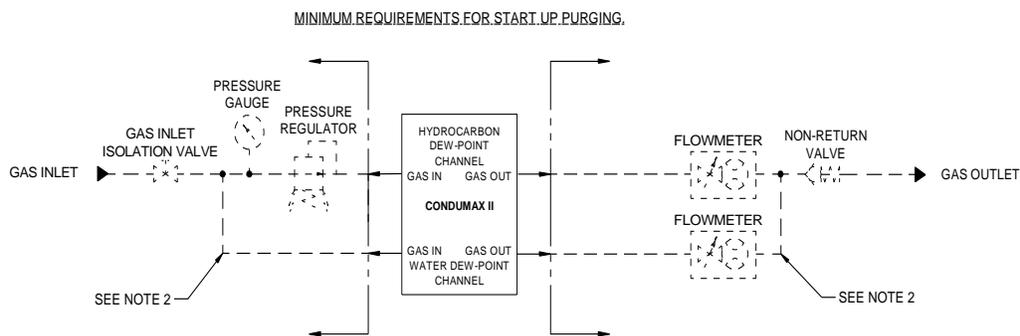
1. Abra del todo la Válvula Aislada de Toma de Muestra del Gas.
2. Ajuste el Regulador del Gas que está abierto hasta que se observe tood el flujo de escala en el canal de medida del punto de rocío del hidrocarburo con el caudalímetro asociado, y si se da el caso también el canal de medida del punto de rocío de agua con el caudalímetro asociado.
3. Permita que la muestra del gas purgue el sistema durante el periodo de tiempo indicado en la tabla que aparece a continuación.

1) EL TOTAL DEL TIEMPO DE PURGACIÓN ha de ser de un mínimo de un minuto por 1l/min.

Se asume que la longitud de la tubería del sistema total (vea el diagrama más abajo) es de 3 metros y que el calibre interno es el recomendado de 4.0 mm.

2) Por cada metro adicional al calibre interno de 4.0mm en el sistema de tuberías de una toma de muestra, se alarga la purgación de gas 15 segundos para cada 1l/min.

1. Tras la adecuada duración de la Purgación, la Válvula de Aislamiento del Gas Introducido debe ser cerrada.
2. Mueva la posición de la válvula manual del solenoide hasta la POSICIÓN DE OPERACIÓN NORMAL (ha de llevarlo en la dirección contraria a las agujas del reloj hasta que llegue a un tope atornillado).
3. La cubierta ha de ser reemplazada ahora probablemente. Antes de que las líneas de señal o alimentación sean conectadas, se ha de poner totalmente la cubierta asociada.
4. Una vez que ya haya dispuesto adecuadamente la cubierta del Condumax II, ya se puede encender la alimentación.



NOTES:

1) CONNECTING PIPEWORK TO BE 4mm I/D BORE, 316L STAINLESS STEEL TUBE.

2) COMPONENTS & PIPEWORK ONLY REQUIRED IF WATER DEW-POINT CHANNEL IS INSTALLED INTO CONDUMAX II.

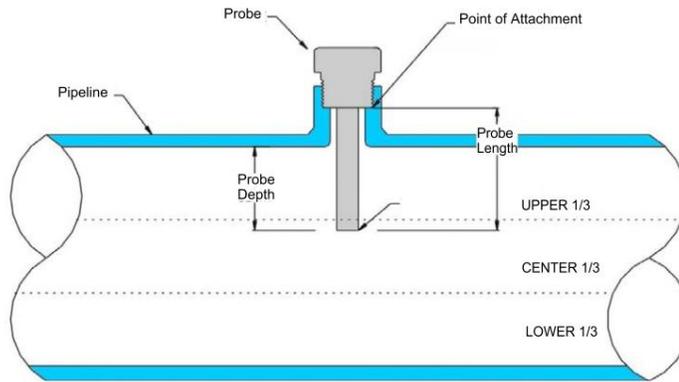


Figure 6—Probe Dimensions Used to Determine Maximum Recommended Probe Length

ANEXO 4_ PROCEDIMIENTO MUESTREO SPOT DEL GAS NATURAL

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- 1 Cilindro acero inoxidable ¼" NPT. 1000 C.C.
- 1 Manómetro de 0 a 1000 psig
- 1 Válvula de Aguja DE ½" con Venteo
- 1.5 metros de Tubing de ¼".
- 1 Conector de ½ NPT a ¼ OD.
- 1 Válvula de ¼ OD.
- 1 Kit de llaves de boca.
- 1 Llave expansiva de 15 in.
- 2 tapones OD de ¼".
- Líquido detector de fugas.
- 1 T con conexión hembra de ¼"

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- API 14.1
- ISO 10715

MUESTREO SPOT DE GAS NATURAL

El método Spot que se va a realizar se llama método del llenado y vaciado, el procedimiento para llevarlo a cabo es el siguiente:

El montaje que se debe armar para realizar el muestreo se representa en la figura 3.

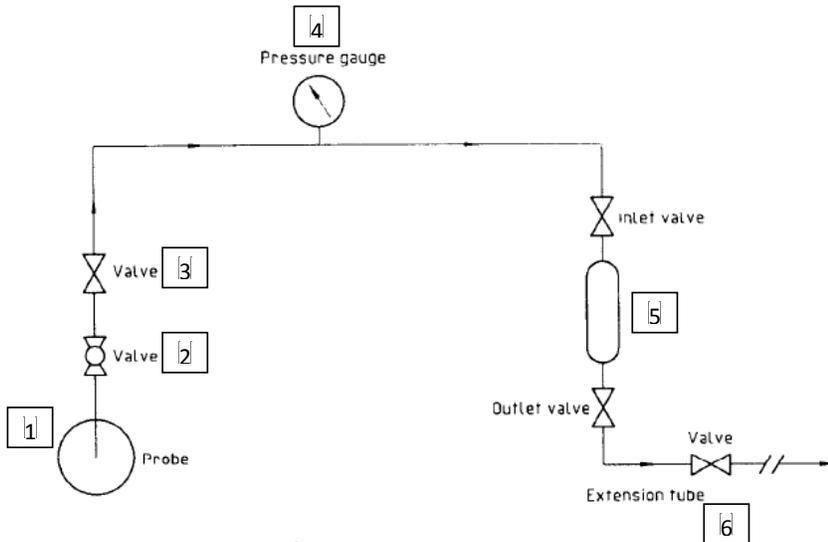


Figura 3. Montaje para realizar muestreo Spot.

- 1: Sonda de muestreo.
- 2: Válvula de proceso.
- 3: Válvula de aguja con venteo.
- 4: Medidor de presión.
- 5: Cilindro toma muestras.
- 6: Válvula del tubo de extensión.

Los pasos que se llevan a cabo son los siguientes:

- a) Instalar la sonda de muestreo.
- b) Conectar la línea de muestreo.
- c) Abrir la válvula de proceso y la válvula de aguja con venteo (mantener el venteo cerrado) con el fin de soplar cualquier material acumulado.
- d) Conectar un extremo del cilindro toma muestras en el sistema de muestreo.
- e) Purgar lentamente la línea y el cilindro toma muestras para desplazar el aire.
- f) Cerrar la válvula del tubo de extensión para que se acumule presión en el cilindro toma muestras.
- g) Cerrar la válvula de aguja y se ventea lentamente a través de la válvula de extensión hasta que se alcance la presión atmosférica.
- h) Abrir la válvula de aguja y se repiten los pasos f y g las veces que corresponda (Ver tabla 1) para purgar el cilindro con una mayor eficiencia.

Máxima presión en el cilindro tomamuestras, psig (kPa)	Número de ciclos de llenado y vaciado
15 – 29 (100 – 200)	13
30 – 59 (200 – 405)	8

60 – 89 (405 – 615)	6
90 – 149 (615 – 1025)	5
150 – 500 (1025 – 3450)	4
>500 (>3450)	3

Tabla 1. Número de ciclos según presión correspondiente.

- i) Verificar si en el extremo del tubo de descarga hay rastros de líquido.
- j) Después del último ciclo de llenado y vaciado, cerrar la válvula del tubo de extensión y cuando la presión en el cilindro ha aumentado hasta la presión deseada, se cierra la válvula de proceso.
- k) Observar la Temperatura del recipiente y de la fuente.
- l) Cerrar las válvulas de entrada y salida del cilindro Toma muestras.
- m) Despresurizar la línea de muestreo, para ello se abre el venteo de la válvula de aguja hasta que el medidor de presión manométrica marque un valor de cero.
- n) Retirar el cilindro toma muestras y se verifica que no presente fugas con un líquido detector u otro método.

Transporte y medición de la muestra

La manipulación de la muestra debe realizarse con mucho cuidado debido a su presión, inflamabilidad y el contenido. Las siguientes acciones se deben llevar a cabo para el transporte de la muestra:

- Comprobar que no haya fugas en las válvulas y accesorios,
- Inspeccionar, reparar o reemplazar las válvulas según se requiera,
- Tape las válvulas de salida y entrada al cilindro antes del transporte.
- Evitar apretar en exceso las válvulas del cilindro toma muestras, el apriete de las válvulas con las manos es suficiente.
- Proteger el cilindro de golpes o daños.
- Mantener a una temperatura adecuada: que no sea lo suficientemente baja para la formación de líquidos y que no sea lo suficientemente alta para una sobrepresión.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO A ANALIZADORES EN LÍNEA PARA MEDICIÓN DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO_Vers. 26-julio-2017

OBJETIVOS

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para analizadores en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de analizadores de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR (composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente documento son aplicables a la medición en línea de punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático.

FORMATOS

La instalación del analizador: debe cumplir con al menos los siguientes requisitos recomendados por el fabricante:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	SEGÚN FABRICANTE		MEDIDO EN CAMPO	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Flujo de muestra.				
Flujo de la línea de purga.				
Presión de operación.				
Temperatura ambiente de operación.				
Instalación y suministro eléctrico.				
Tiempo de análisis configurado deberá ser igual o inferior a 15 minutos.				

Sistema de muestreo: El sistema de muestreo debe cumplir los requisitos establecidos en API 14.1 y en ISO 10715, entre los cuales se cuentan:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana, <u>para corrientes que se encuentren en o cerca de la temperatura de rocío de hidrocarburo a la presión de muestreo.</u>	5D aguas abajo	
Longitud <u>de inserción</u> de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral <u>7.4.18.1.</u>	API 14.1, numeral <u>7.4.1.1/3 - 2/3 superiores del diámetro de la tubería</u>	
<u>Longitud de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 7.4.1.</u>	<u>Ecuación numeral API 14.1 numeral 7.4.1</u>	
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 75°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 75°F a la entrada del analizador.	temperatura mínima de 75°F	
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador	
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral <u>8.1.8.1</u>	API 14.1, numeral <u>8.1. Garantizar el tiempo en el cual la muestra representativa llega al equipo para su análisis.</u>	

Presión regulada. La presión regulada en el sistema de muestreo debe ser tal que permita la medición de un punto cercano a la temperatura cricondenterm:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondenterm y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía	SRK (ecuación de estado) y cromatografía	

extendida como entrada.	extendida	
El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada del analizador debe permitir la medición teórica <u>calculo teórico del valor</u> del punto cricondenterm <u>con una variación máxima menor a dentro de +/- un 1°F (1.8°C).</u>	Valor medio de presión de entrada Anexo 1	
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión	

Comentario [s1]: Simulaciones crocondenterm de diferentes gases Promigas ya lo entrego

Gases de referencia:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensac.	
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 75°F	75°F	
GN sintético que en el certificado se indique el HCDP típico del gas del campo (°F), este gas se puede también utilizar como patrón para el cromatógrafo.	GN sintético certificado el HCDP del gas (°F)	
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos.	NTC 6167 o GPA 2198.	
Preparación y certificación de los componentes. El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142	
Certificación del punto de rocío hidrocarburo. El certificado del gas de referencia debe contar con la <u>la certificación del</u> valor del Cricondenterm <u>punto de rocío hidrocarburo</u> aplicando la ecuación de estado SRK.	Ecuación de estado SRK.	
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones	

Procedimiento para realizar las pruebas:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
Calentamiento analizador. El analizador deberá ser encendido con anterioridad de 12 horas a la hora de inicio de las pruebas.	12 horas	
Conexión de sistema: Gráficas similares a la figura 2 <u>API 14.1</u> que consideren lo siguiente: Regulación con calentamiento en el punto de muestreo, regulación con calentamiento en el analizador, gas de referencia con regulación y calentamiento en el analizador y gas de referencia con regulación y calentamiento externo.	Según graficas	
Purga de la línea <u>certificación del sistema. A</u> aplicar páginas 13 a 14	Aplicar	

Comentario [F2]: Incluir diagramas...TGI

Comentario [s3]: El secretario técnico adjuntará gráfica remitida por Promigas.

Comentario [s4]: Se eliminará el Anexo 3...En su reemplazo se incluirá documento remitido por Promigas, como Anexo 3,

del <u>lo previsto en el</u> manual del <u>fabricante</u> . <u>CONDUMAX</u>	proced. <u>Anexo 3.</u>	
<u>Número de purgas. Se realizará una (1) sola purga por cada gas de referencia. La purga se podrá realizar con (i) gas nitrógeno grado 5 o (ii) gas de referencia.</u>	<u>1 purga</u>	
Revisar la configuración de los equipos de acuerdo a las condiciones del manual del fabricante. <u>Ver anexo 5</u>	Manual del fabricante	

Comentario [s5]: Promigas...

Una vez verificados la conexión y purgae inertización del sistema, se procede con el análisis usando el gas de referencia de acuerdo con el orden de la tabla siguiente:

Comentario [F6]: TGI: Verificar el tema de los consumos de gas.

Gas	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect 4	Lect 5	Lect 6	Lect 7	Lect 8	Lect 9	Lect 10
Gas patrón										

Las lecturas 1 a 3 no se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño del analizador. Durante la realización de los análisis se deben tomar las precauciones tendientes a evitar salidas o consumos de gas no requerido (Ej. By pass del equipo).

Determinación del EMP

Con los procedimientos y MR establecidos se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda dar cumplimiento al requisito regulatorio para punto de rocío de hidrocarburo con un nivel de confianza adecuado.

Comentario [F7]: TGI propondrá redacción....
Filtrar y depurar las fuentes de incertidumbre.
Todos proponen fuentes de incertidumbre

La evaluación estadística debe tener en cuenta entre otros los siguientes aspectos para el análisis estadístico:

- Filtrado de datos: Outlier, resultados estadísticamente similares.
- Resultados: Offset intercept (Error), Gradient (Linealidad) y Repetibilidad.
- Evaluar el modelo de incertidumbre. (Se listan las fuentes iniciales):
 - ✓ Características metrológicas del equipo.
 - ✓ ~~Condiciones ambientales.~~
 - ✓ Gases de referencia.
 - ✓ Método-procedimiento y principio de medición.
 - ✓ ~~Personal (competencias).~~
 - ✓ Resolución del analizador.
 - ✓ ~~Principio de medición.~~
 - ✓ ~~Ecuación de estado.~~
 - ✓ ~~Confiabilidad de la instrumentación asociada.~~
 - ✓ Equipos auxiliares e instrumentación de apoyo.
 - ✓ ~~Condiciones de instalación.~~

Comentario [s8]: Promigas, revisara la norma donde habla de la incertidumbre del método

Figura 2 API 14.1. Procedimiento para realizar las pruebas (Gráfica de Promigas).

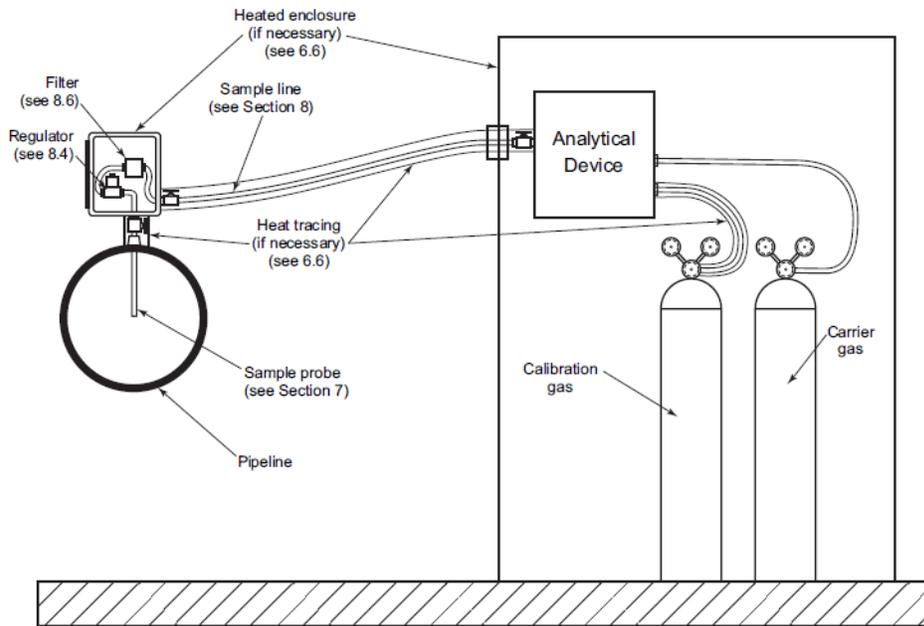
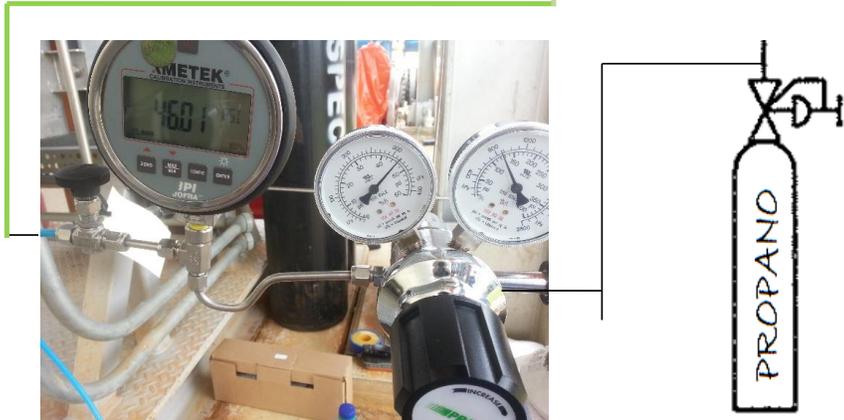
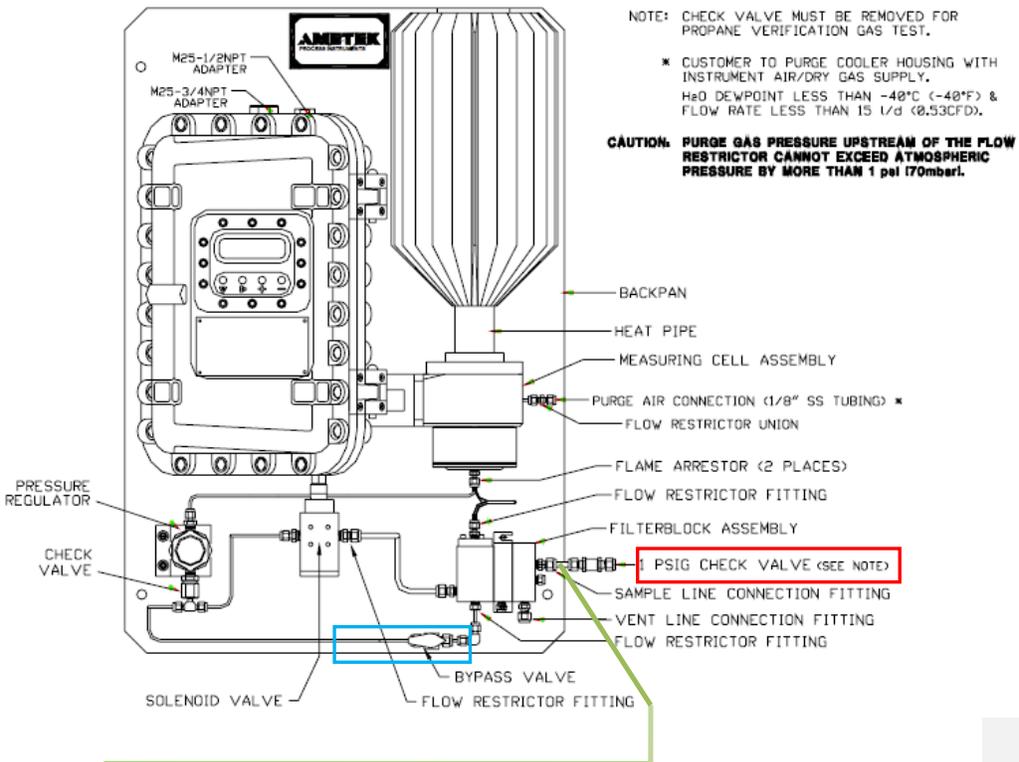


Figure 2—Typical Continuous (On-Line) Sampling System/Mobile Sampling System

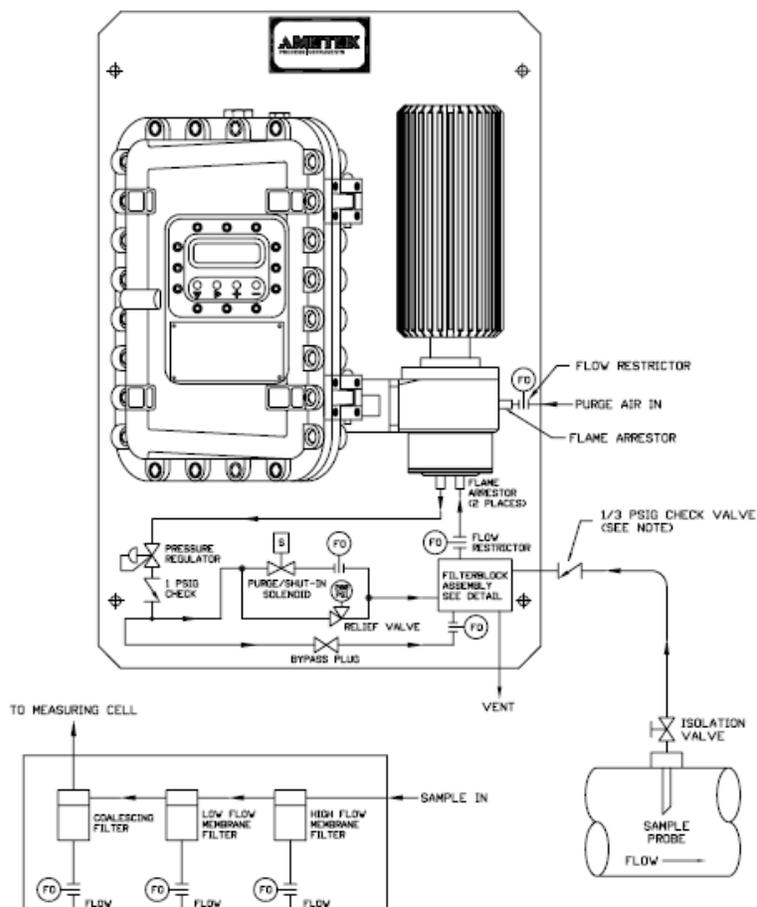
ANEXO 1_VERIFICACION DEL ANALIZADOR CON GAS PATRÓN

- Espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga, cierre la válvula de bola (de ¼") ubicada en la entrada del equipo analizador, cierre el regulador de presión de entrada y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).
- Retire la válvula cheque de 1 [PSI] ubicada U/S del bloque de filtración que tiene el equipo en la entrada.
- Conecte el regulador de doble etapa a la botella del gas patrón. Instale una conexión tipo "T" D/S del regulador de doble etapa. En uno de los extremos de la conexión tipo "T" instale un manómetro patrón con escala de 0-100 [PSIG] y en el otro extremo conecte el bloque de filtración (entrada del equipo analizador). Ver la siguiente figura:



- Energice nuevamente el equipo, y ajuste la presión de salida del manómetro a una presión correspondiente (Verificar que el sistema no presente fugas). Esperar un ciclo de trabajo y verificar que el punto de rocío de hidrocarburo encontrado por el equipo se encuentre dentro de los valores indicados, con una desviación de ± 2 °F. (Realizar máximo dos pruebas (ciclos de trabajo) ya que esto contamina la celda y el filtro).

- Para normalizar el sistema, espere a que el equipo se encuentre en el estado de purga y apague el equipo analizador. (Utilice el interruptor ubicado en la parte derecha del gabinete).
- Desconecte la "T" y retire el cilindro de gas patrón.
- Conecte la válvula cheque de 1 [PSI] U/S del bloque de filtración.
- Conecte el otro extremo de la válvula de cheque de 1 [PSI] al regulador de entrada que permite ingresar el gas de proceso al equipo analizador.
- Abra lentamente el regulador de entrada y verifique posibles fugas.
- Ajuste la presión de entrada del equipo en el valor del punto cricondentherm (calculado teóricamente mediante cromatografía extendida).
- El esquema de instalación del equipo durante su operación normal, se muestra a continuación:



ANEXO 2_API 14.1

7.4 PROBE INSTALLATION

7.4.1 Sample Probe Length

A probe configuration such as discussed in 7.3, Types, should be used for all sampling techniques. It is industry practice that the collection end of the probe be placed within the approximate center one-third of the pipe cross-section. While it is necessary to avoid the area most likely to contain migrating liquids, the pipe wall, it may also be necessary to limit the probe length to ensure that it cannot fail due to the effects of resonant vibration.

Resonant vibration can occur when the vortex shedding frequency resulting from a probe inserted into a flowing fluid is equal to or greater than the probe's natural resonant frequency. Table 1 provides maximum recommended probe lengths for typical diameters based on a maximum natural gas velocity of 100 ft/sec (30.48 m/sec):

Table 1—Maximum Recommended Probe Lengths

Probe Outer Diameter inches (cm)	Recommended Max Probe Length inches (cm)
0.25 (0.64)	2.00 (5.08)
0.375 (0.95)	3.25 (8.26)
0.50 (1.27)	4.25 (10.80)
0.75 (1.91)	6.50 (16.51)

Calculations were based on a maximum recommended probe length Strouhal Number of 0.4, a 0.035 in. (0.089 cm) wall thickness, and 316 stainless steel probe construction. For conditions other than these use the formula below to calculate the maximum recommended probe length.

The probe length is defined as the distance between the probe tip and its point of attachment. The probe depth is the distance between the probe tip and the inner pipe wall (Figure 6).

Equation for Maximum Recommended Probe Length

SI System

$$L = \left[\left(\frac{F_m \times 4.38 \times OD \times 10}{S \times V} \right) \times \left(\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right)^{1/2} \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended Probe Length (mm)

F_m = Virtual mass factor – a constant to take account of the extra mass of the cylinder due to the fluid surrounding it & vibrating with it. For a gas, $F_m = 1.0$ and for water & other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of Probe (mm)

ID = ID of Probe (mm)

S = Strouhal number = dependent on the Reynolds No. & shape of the cylinder, but can be taken as 0.4 for worst case or 0.2 as suggested by API Chapter 8.

V = Velocity of fluid (m/sec)

E = Modulus of Elasticity of probe material (kg/cm²)

ρ = Density of probe material (kg/m³)

Comentario [F9]: Ecopetrol revisará versión en español.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

American Engineering System

$$L = \left[\frac{F_m \times 1.194 \times OD}{S \times V} \right] \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended probe length (inches)

F_m = Virtual mass factor – For a gas, $F_m = 1.0$ and for water and other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of probe (in.)

ID = ID of probe (in.)

S = Strouhal Number = Use 0.4 as worst case

V = Velocity of fluid (ft/sec)

E = Modulus of elasticity of probe material (psi)

ρ = Density of probe material (g/cc)

8 Sample Loops/Lines

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

8.1 GENERAL DESIGN CONSIDERATIONS

The sample loop (slip stream) is the part of the sampling system that delivers the gas from the sample probe to the inlet of the sampler or analysis device and then to a lower pressure point. Sample loops should be designed to deliver a representative sample of the sample source gas that is flowing in the pipeline. The velocity of the gas flowing in the sample line and the volume of the sample system determine how often a new representative sample can be obtained. It is preferred that the sample line be sloped upward from the sample probe to the sample extraction point. This will minimize the accumulation of liquid in the loop.

In order to obtain a representative sample, the loop must be designed to ensure that the volume of gas in the sample loop is replaced between samples. This requires the sample loop flow rate to be relatively high and the volume of the loop to be small. Excessively high flow rates may cause liquid particles present in the pipeline to be drawn into the sample probe. Sample loops that purge to the atmosphere can cause unacceptable amounts of gas waste and violate environmental regulations. In addition, a large pressure loss in a sample loop may cause cooling and condensation which will affect the accuracy of the sample.

ANEXO 3_ PROCEDIMIENTO PURGA CONDUMAX II

Comentario [s10]: Eliminar de este protocolo...se dejó general según manual del fabricante.

2.2 Procedimiento de Purgación del CONDUMAX II

NOTA: SE TRATA DE UN PROCEDIMIENTO OBLIGATORIO ESTIPULADO EN LA CERTIFICACIÓN ATEX DE ESTE PRODUCTO. EL PROCEDIMIENTO HA DE LLEVARSE A CABO POR COMPLETO ANTES DE QUE CUALQUIER CONEXIÓN DE ALIMENTACIÓN O DE SEÑAL SEA APLICADA SOBRE EL CONDUMAX II, Y DESPUÉS DE QUE EL CONDUMAX II Y DE QUE EL EQUIPO DE TOMA DE MUESTRA ASOCIADO HAYA SIDO INSTALADO Y SE HAYA COMPROBADO QUE NO TINENE FUGAS.

ESTE PROCEDIMIENTO DEBE SER LLEVADO A CABO EN CUALQUIER MOMENTO SIGUIENDO LOS PERIODOS DE SERVICIO O MANTENIMIENTO, EN LOS QUE EL EQUIPO CONDUMAX II O EL EQUIPO DE TOMA MUESTRA ASOCIADO CON SUS TUBERÍAS HA DE SER DESCONECTADO.

1. Antes de comenzar, asegúrese de que todas las conexiones a la alimentación y de señal que van al Condumax II estén totalmente aisladas, y que se haya respetado el periodo estipulado de pérdida de energía. (Para más de talles acuda de la sección 15).
2. Asegúrese de que todas las conexiones de entrada y salida del gas al Condumax II se realizan correctamente y que se realizan chequeos para comprobar que no tiene pérdidas.
3. Abra del todo la válvula de control de flujo del caudalímetro del canal de punto de rocío del hidrocarburo y, si también se encuentra asociado al aparato, la del canal de punto de rocío de agua.
4. Ponga la válvula solenoide en la POSICIÓN DE PURGAMIENTO (PURGE POSITION), ha de realizar un movimiento de tornillo en el sentido de las agujas del reloj; mediante el ajuste manual del ajustador que se encuentra en la base de la válvula en solenoide. Se muestra donde se encuentra la posición correcta en una etiqueta asociada al solenoide. El acceso a la válvula del solenoide se obtiene al quitar la cubierta asociada. Acuda a la sección 4.1, quitar y volver a poner la tapa asociada.

NOTA: el ajustador manual del que se provee debe ser usado tan solo para los ajustes del sistema inicial y para realizar la purgación en unas condiciones sin alimentación eléctrica. Este ajustador manual nunca debe ser usado mientras que haya unas condiciones inducidas de presión y el ajuste manual de la válvula no se requiera para el ciclo de operación normal del sistema.

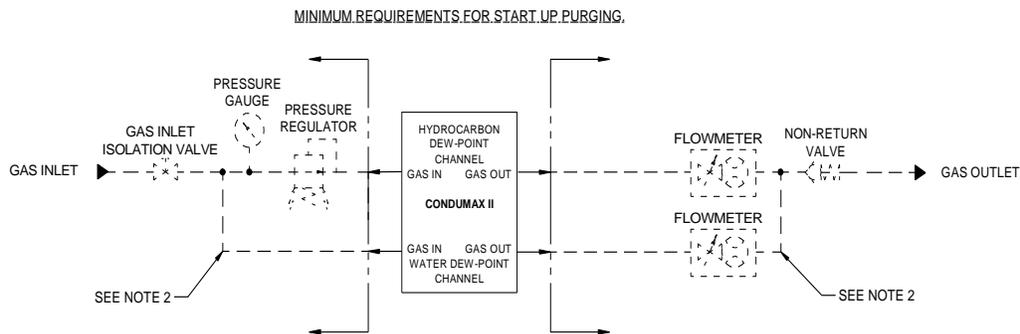
1. Abra del todo la Válvula Aislada de Toma de Muestra del Gas.
2. Ajuste el Regulador del Gas que está abierto hasta que se observe tood el flujo de escala en el canal de medida del punto de rocío del hidrocarburo con el caudalímetro asociado, y si se da el caso también el canal de medida del punto de rocío de agua con el caudalímetro asociado.
3. Permita que la muestra del gas purgue el sistema durante el periodo de tiempo indicado en la tabla que aparece a continuación.

1) EL TOTAL DEL TIEMPO DE PURGACIÓN ha de ser de un mínimo de un minuto por 1l/min.

Se asume que la longitud de la tubería del sistema total (vea el diagrama más abajo) es de 3 metros y que el calibre interno es el recomendado de 4.0 mm.

2) Por cada metro adicional al calibre interno de 4.0mm en el sistema de tuberías de una toma de muestra, se alarga la purgación de gas 15 segundos para cada 1l/min.

1. Tras la adecuada duración de la Purgación, la Válvula de Aislamiento del Gas Introducido debe ser cerrada.
2. Mueva la posición de la válvula manual del solenoide hasta la POSICIÓN DE OPERACIÓN NORMAL (ha de llevarlo en la dirección contraria a las agujas del reloj hasta que llegue a un tope atornillado).
3. La cubierta ha de ser reemplazada ahora probablemente. Antes de que las líneas de señal o alimentación sean conectadas, se ha de poner totalmente la cubierta asociada.
4. Una vez que ya haya dispuesto adecuadamente la cubierta del Condumax II, ya se puede encender la alimentación.



NOTES:

1) CONNECTING PIPEWORK TO BE 4mm I/D BORE, 316L STAINLESS STEEL TUBE.

2) COMPONENTS & PIPEWORK ONLY REQUIRED IF WATER DEW-POINT CHANNEL IS INSTALLED INTO CONDUMAX II.

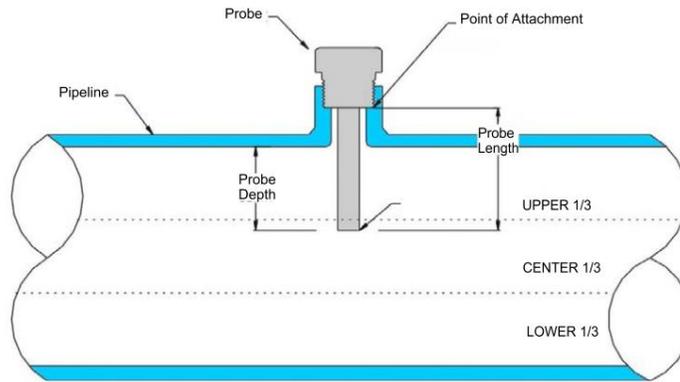


Figure 6—Probe Dimensions Used to Determine Maximum Recommended Probe Length

ANEXO 4_ PROCEDIMIENTO MUESTREO SPOT DEL GAS NATURAL

MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS REQUERIDOS

- 1 Cilindro acero inoxidable ¼" NPT. 1000 C.C.
- 1 Manómetro de 0 a 1000 psig
- 1 Válvula de Aguja DE ½" con Venteo
- 1.5 metros de Tubing de ¼".
- 1 Conector de ½ NPT a ¼ OD.
- 1 Válvula de ¼ OD.
- 1 Kit de llaves de boca.
- 1 Llave expansiva de 15 in.
- 2 tapones OD de ¼".
- Líquido detector de fugas.
- 1 T con conexión hembra de ¼"

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- API 14.1
- ISO 10715

MUESTREO SPOT DE GAS NATURAL

El método Spot que se va a realizar se llama método del llenado y vaciado, el procedimiento para llevarlo a cabo es el siguiente:

El montaje que se debe armar para realizar el muestreo se representa en la figura 3.

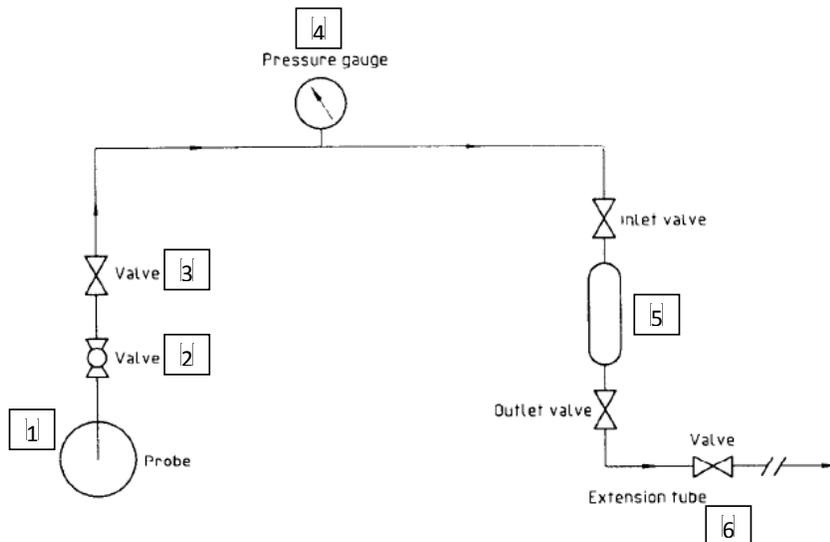


Figura 3. Montaje para realizar muestreo Spot.

- 1: Sonda de muestreo.
- 2: Válvula de proceso.
- 3: Válvula de aguja con venteo.
- 4: Medidor de presión.
- 5: Cilindro toma muestras.
- 6: Válvula del tubo de extensión.

Los pasos que se llevan a cabo son los siguientes:

- a) Instalar la sonda de muestreo.
- b) Conectar la línea de muestreo.
- c) Abrir la válvula de proceso y la válvula de aguja con venteo (mantener el venteo cerrado) con el fin de soplar cualquier material acumulado.
- d) Conectar un extremo del cilindro toma muestras en el sistema de muestreo.
- e) Purgar lentamente la línea y el cilindro toma muestras para desplazar el aire.
- f) Cerrar la válvula del tubo de extensión para que se acumule presión en el cilindro toma muestras.
- g) Cerrar la válvula de aguja y se ventea lentamente a través de la válvula de extensión hasta que se alcance la presión atmosférica.
- h) Abrir la válvula de aguja y se repiten los pasos f y g las veces que corresponda (Ver tabla 1) para purgar el cilindro con una mayor eficiencia.

Máxima presión en el cilindro tomamuestras, psig (kPa)	Número de ciclos de llenado y vaciado
15 – 29 (100 – 200)	13
30 – 59 (200 – 405)	8

60 – 89 (405 – 615)	6
90 – 149 (615 – 1025)	5
150 – 500 (1025 – 3450)	4
>500 (>3450)	3

Tabla 1. Número de ciclos según presión correspondiente.

- i) Verificar si en el extremo del tubo de descarga hay rastros de líquido.
- j) Después del último ciclo de llenado y vaciado, cerrar la válvula del tubo de extensión y cuando la presión en el cilindro ha aumentado hasta la presión deseada, se cierra la válvula de proceso.
- k) Observar la Temperatura del recipiente y de la fuente.
- l) Cerrar las válvulas de entrada y salida del cilindro Toma muestras.
- m) Despresurizar la línea de muestreo, para ello se abre el venteo de la válvula de aguja hasta que el medidor de presión manométrica marque un valor de cero.
- n) Retirar el cilindro toma muestras y se verifica que no presente fugas con un líquido detector u otro método.

Transporte y medición de la muestra

La manipulación de la muestra debe realizarse con mucho cuidado debido a su presión, inflamabilidad y el contenido. Las siguientes acciones se deben llevar a cabo para el transporte de la muestra:

- Comprobar que no haya fugas en las válvulas y accesorios,
- Inspeccionar, reparar o reemplazar las válvulas según se requiera,
- Tape las válvulas de salida y entrada al cilindro antes del transporte.
- Evitar apretar en exceso las válvulas del cilindro toma muestras, el apriete de las válvulas con las manos es suficiente.
- Proteger el cilindro de golpes o daños.
- Mantener a una temperatura adecuada: que no sea lo suficientemente baja para la formación de líquidos y que no sea lo suficientemente alta para una sobrepresión.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO A ANALIZADORES EN LÍNEA PARA MEDICIÓN DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO **_Agosto 2017**

OBJETIVOS

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para analizadores en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de analizadores de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR (composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente documento son aplicables a la medición en línea de punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático.

CONTENIDO

1. Requerimientos técnicos de instalación
 - La instalación del analizador debe cumplir con al menos los siguientes requisitos recomendados por el fabricante:
 - Flujo de muestra.
 - Flujo de la línea de purga.
 - Presión de operación.
 - Temperatura ambiente de operación.
 - Instalación y suministro eléctrico.
 - Tiempo de análisis configurado deberá ser igual o inferior a 15 minutos.

Comentario [F1]: Miembros del comité: Generar formatos-plantillas.

- Sistema de muestreo. El sistema de muestreo debe cumplir los requisitos establecidos en API 14.1 y en ISO 10715, entre los cuales se cuentan:

- La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.
- Longitud de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 7.4.1.
- Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 70°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 70°F a la entrada del analizador.
- El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).
- La longitud máxima de las líneas de tubing deben garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.

Comentario [F2]: Miembros comité:
Generar formatos-plantillas.

- Presión regulada. La presión regulada en el sistema de muestreo debe ser tal que permita la medición de un punto cercano a la temperatura cricondenterm. Entre los aspectos a tener en cuenta se encuentran los siguientes:

- El método empleado para la validación de la Temperatura cricondenterm y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.
- El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada del analizador debe permitir la medición teórica del punto cricondenterm dentro de +/- 1°F.
- La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.

2. Gases de referencia:

Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo. Características mínimas del material de referencia certificado:

- ✓ La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación. Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 70°F
- ✓ Composición.

Comentario [F3]: Compra de chaqueta a los cilindros???.TGI

Comentario [F4]: Se requiere comprar un regulador calentado...Costos??...Arriendo???.S uministro con pago temporal???.TGI

Composición	Descripción	Cantidad requerida
1	Mezcla binaria n-butano**/nitrógeno o propano	2 cilindros
2	GN sintético alto* HCDP, 15°F	2 cilindros
3	GN sintético medio* HCDP, 0°F	2 cilindros
4	GN sintético bajo* HCDP, -15°F	1 cilindro

*El valor alto, medio o bajo es con respecto al límite regulatorio.

**las mezclas binarias n-butano/nitrógeno pueden presentar una película de hidrocarburo atípica que se condensa rápidamente.

- ✓ **Exactitud en los componentes.**
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos. Para las mezclas binarias se aplicará como mínimo la exactitud definida para los componentes en la GPA 2198.
- ✓ Preparación y certificación de los componentes. El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.
- ✓ Certificación del punto de rocío hidrocarburo. El certificado del gas de referencia debe contar con el valor del punto de rocío hidrocarburo aplicando la ecuación de estado SRK.
- ✓ El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES³, °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.

Comentario [F5]: TGI realizará simulaciones para determinar incertidumbre del DP calculado.

3. Protocolo evaluación de desempeño analizador

- **procedimiento para realizar las pruebas:**
 - Calentamiento analizador. El analizador deberá ser encendido con anterioridad de 12 horas a la hora de inicio de las pruebas.
 - Conexión de sistema: Gráficas similares a la figura 2 API 14.1 que consideren lo siguiente: Regulación con calentamiento en el punto de muestreo, regulación con calentamiento en el analizador, gas de referencia con regulación y calentamiento en el analizador y gas de referencia con regulación y calentamiento externo.
 - Purga de la línea: (Copiar páginas 13 a 14, manual del CONDUMAX remitido por Chevron)
 - Número de purgas. Se realizará una (1) sola purga por cada gas de referencia. La purga se podrá realizar con (i) gas nitrógeno grado 5 o (ii) gas de referencia.

Comentario [F6]: Incluir diagramas...TGI

Comentario [F7]: TGI

Comentario [F8]: Anexar procedimiento para purga para equipos Ametek...Erik.

Comentario [F9]: El Secretario técnico hace la copia.

Una vez verificados la conexión y purga del sistema se procede con el análisis del gas de referencia de acuerdo con el orden de la tabla siguiente:

Gas	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect4	Lect5	Lect6	Lect7	Lect8	Lect9	Lect 10
1										
2										
3										
4 (mezcla binaria)										

Las lecturas 1 a 3 no se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño del analizador

- **Muestreo de gas de línea:** API 14.1 capítulo 12.

Comentario [F10]: Ver procedimiento anexo presentado por Promigas para comentarios.

4. Determinación de EMP

Comentario [F11]: TGI propondrá redacción....

Con los procedimientos y MR establecidos determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda dar cumplimiento al requisito regulatorio para punto de rocío de hidrocarburo con un nivel de confianza adecuado.

- Evaluación estadística: aspectos a tener en cuenta para el análisis estadístico
 - Filtrado de datos: Outlier, resultados estadísticamente similares
 - Resultados: Offset intercept (Error), Gradient (Linealidad) y Repetibilidad. Evaluar el modelo de incertidumbre. (Se listan las fuentes iniciales):
 - Características metrológicas del equipo.
 - Condiciones ambientales.
 - Gases de referencia.
 - Método-procedimiento.
 - Personal (competencias).
 - Resolución del analizador.
 - Principio de medición.
 - Ecuación de estado.
 - Confiabilidad de la instrumentación asociada.
 - Equipos auxiliares e instrumentación de apoyo.
 - Condiciones de instalación.

5. Protocolo de verificación periódica.

- a. Incluir mecanismos de solución ante eventos-fallas.

Comentario [F12]: Este tema no formará parte del protocolo operativo: Sin embargo es necesario recomendar a la CREG reglamentar este aspecto en el RUT..



EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO A ANALIZADORES EN LÍNEA PARA MEDICIÓN DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO Sept 2017

OBJETIVOS

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para analizadores en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de analizadores de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR (composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente documento son aplicables a la medición en línea de punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático.



FORMATOS

La instalación del analizador: debe cumplir con al menos los siguientes requisitos recomendados por el fabricante:

Comentario [F1]: Miembros del comité: Generar formatos-plantillas.

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	SEGÚN FABRICANTE		MEDIDO EN CAMPO	
	Valor mínimo	Valor máximo	Valor mínimo	Valor máximo
Flujo de muestra.				
Flujo de la línea de purga.				
Presión de operación.				
Temperatura ambiente de operación.				
Instalación y suministro eléctrico.				
Tiempo de análisis configurado deberá ser igual o inferior a 15 minutos.				

Sistema de muestreo: El sistema de muestreo debe cumplir los requisitos establecidos en API 14.1 y en ISO 10715, entre los cuales se cuentan:

Comentario [F2]: Miembros comité: Generar formatos-plantillas.

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.	5D aguas abajo	
Longitud de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 7.4.1.	API 14.1, numeral 7.4.1.	
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 70°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 70°F a la entrada del analizador.	temperatura mínima de 70°F	
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador	
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.	API 14.1, numeral 8.1.	



Presión regulada. La presión regulada en el sistema de muestreo debe ser tal que permita la medición de un punto cercano a la temperatura cricondenterm:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondenterm y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.	SRK (ecuación de estado) y cromatografía extendida	
El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada del analizador debe permitir la medición teórica del punto cricondenterm dentro de +/- 1°F.	Valor medio de presión de entrada	
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión	

Gases de referencia:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensac.	
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 70°F	70°F	
GN sintético que en el certificado se indique el HCDP típico del gas del campo (°F), este gas se puede también utilizar como patrón para el cromatógrafo. Como segunda opción: Mezcla binaria n-butano*/nitrógeno o propano /nitrógeno	GN sintético certificado el HCDP del gas (°F)	
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos. Para las mezclas binarias se aplicará como mínimo la exactitud definida para los componentes en la GPA 2198.	NTC 6167 o GPA 2198.	
Preparación y certificación de los componentes. El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142	
Certificación del punto de rocío hidrocarburo. El certificado del gas de referencia debe contar con el valor del punto de rocío hidrocarburo aplicando la ecuación de estado SRK.	Ecuación de estado SRK.	
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones	

Comentario [F3]: Compra de chaqueta a los cilindros???.TGI

Comentario [F4]: Se requiere comprar un regulador calentado....Costos??...Arriendo???...S uministro con pago temporal???.TGI



* Las mezclas binarias n-butano/nitrógeno pueden presentar una película de hidrocarburo atípica que se condensa rápidamente.

Procedimiento para realizar las pruebas:

PARÁMETROS A TENER EN CUENTA	Valor requerido	Valor medido
Calentamiento analizador. El analizador deberá ser encendido con anterioridad de 12 horas a la hora de inicio de las pruebas.	12 horas	
Conexión de sistema: Gráficas similares a la figura 2 API 14.1 que consideren lo siguiente: Regulación con calentamiento en el punto de muestreo, regulación con calentamiento en el analizador, gas de referencia con regulación y calentamiento en el analizador y gas de referencia con regulación y calentamiento externo.	Según graficas	
Purga de la línea aplicar páginas 13 a 14 del manual del CONDUMAX	Aplicar proced.	
Número de purgas. Se realizará una (1) sola purga por cada gas de referencia. La purga se podrá realizar con (i) gas nitrógeno grado 5 o (ii) gas de referencia.	1 purga	

Comentario [F5]: Incluir diagramas...TGI

Comentario [F6]: TGI

Comentario [F7]: Anexar procedimiento para purga para equipos Ametek...Erik.

Comentario [F8]: El Secretario técnico hace la copia.

Una vez verificados la conexión y purga del sistema, se procede con el análisis usando el gas de referencia de acuerdo con el orden de la tabla siguiente:

Gas	Lect 1	Lect 2	Lect 3	Lect 4	Lect 5	Lect 6	Lect 7	Lect 8	Lect 9	Lect 10
Gas patrón										

Las lecturas 1 a 3 no se tendrán en cuenta para la evaluación del desempeño del analizador



Determinación del EMP

Con los procedimientos y MR establecidos se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda dar cumplimiento al requisito regulatorio para punto de rocío de hidrocarburo con un nivel de confianza adecuado.

La evaluación estadística debe tener en cuenta entre otros los siguientes aspectos para el análisis estadístico:

- Filtrado de datos: Outlier, resultados estadísticamente similares.
- Resultados: Offset intercept (Error), Gradient (Linealidad) y Repetibilidad.
- Evaluar el modelo de incertidumbre. (Se listan las fuentes iniciales):
 - Características metrológicas del equipo.
 - Condiciones ambientales.
 - Gases de referencia.
 - Método-procedimiento.
 - Personal (competencias).
 - Resolución del analizador.
 - Principio de medición.
 - Ecuación de estado.
 - Confiabilidad de la instrumentación asociada.
 - Equipos auxiliares e instrumentación de apoyo.
 - Condiciones de instalación.

Comentario [F9]: TGI propondrá redacción....



ANEXO API 14.1

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

7.4 PROBE INSTALLATION

7.4.1 Sample Probe Length

A probe configuration such as discussed in 7.3, Types, should be used for all sampling techniques. It is industry practice that the collection end of the probe be placed within the approximate center one-third of the pipe cross-section. While it is necessary to avoid the area most likely to contain migrating liquids, the pipe wall, it may also be necessary to limit the probe length to ensure that it cannot fail due to the effects of resonant vibration.

Resonant vibration can occur when the vortex shedding frequency resulting from a probe inserted into a flowing fluid is equal to or greater than the probe's natural resonant frequency. Table 1 provides maximum recommended probe lengths for typical diameters based on a maximum natural gas velocity of 100 ft/sec (30.48 m/sec):

Table 1—Maximum Recommended Probe Lengths

Probe Outer Diameter inches (cm)	Recommended Max Probe Length inches (cm)
0.25 (0.64)	2.00 (5.08)
0.375 (0.95)	3.25 (8.26)
0.50 (1.27)	4.25 (10.80)
0.75 (1.91)	6.50 (16.51)

Calculations were based on a maximum recommended probe length Strouhal Number of 0.4, a 0.035 in. (0.089 cm) wall thickness, and 316 stainless steel probe construction. For conditions other than these use the formula below to calculate the maximum recommended probe length.

The probe length is defined as the distance between the probe tip and its point of attachment. The probe depth is the distance between the probe tip and the inner pipe wall (Figure 6).



Equation for Maximum Recommended Probe Length

SI System

$$L = \left[\frac{F_m \times 4.38 \times OD \times 10}{S \times V} \right] \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended Probe Length (mm)

F_m = Virtual mass factor – a constant to take account of the extra mass of the cylinder due to the fluid surrounding it & vibrating with it. For a gas, $F_m = 1.0$ and for water & other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of Probe (mm)

ID = ID of Probe (mm)

S = Strouhal number = dependent on the Reynolds No. & shape of the cylinder, but can be taken as 0.4 for worst case or 0.2 as suggested by API Chapter 8.

V = Velocity of fluid (m/sec)

E = Modulus of Elasticity of probe material (kg/cm²)

ρ = Density of probe material (kg/m³)

American Engineering System

$$L = \left[\frac{F_m \times 1.194 \times OD}{S \times V} \right] \times \left[\frac{E}{\rho} \times (OD^2 + ID^2) \right]^{1/2} \text{ (Reference 16)}$$

where

L = Recommended probe length (inches)

F_m = Virtual mass factor – For a gas, $F_m = 1.0$ and for water and other liquids, $F_m = 0.9$

OD = OD of probe (in.)

ID = ID of probe (in.)

S = Strouhal Number = Use 0.4 as worst case

V = Velocity of fluid (ft/sec)

E = Modulus of elasticity of probe material (psi)

ρ = Density of probe material (g/cc)

8 Sample Loops/Lines



8.1 GENERAL DESIGN CONSIDERATIONS

The sample loop (slip stream) is the part of the sampling system that delivers the gas from the sample probe to the inlet of the sampler or analysis device and then to a lower pressure point. Sample loops should be designed to deliver a representative sample of the sample source gas that is flowing in the pipeline. The velocity of the gas flowing in the sample line and the volume of the sample system determine how often a new representative sample can be obtained. It is preferred that the sample line be sloped upward from the sample probe to the sample extraction point. This will minimize the accumulation of liquid in the loop.

In order to obtain a representative sample, the loop must be designed to ensure that the volume of gas in the sample loop is replaced between samples. This requires the sample loop flow rate to be relatively high and the volume of the loop to be small. Excessively high flow rates may cause liquid particles present in the pipeline to be drawn into the sample probe. Sample loops that purge to the atmosphere can cause unacceptable amounts of gas waste and violate environmental regulations. In addition, a large pressure loss in a sample loop may cause cooling and condensation which will affect the accuracy of the sample.

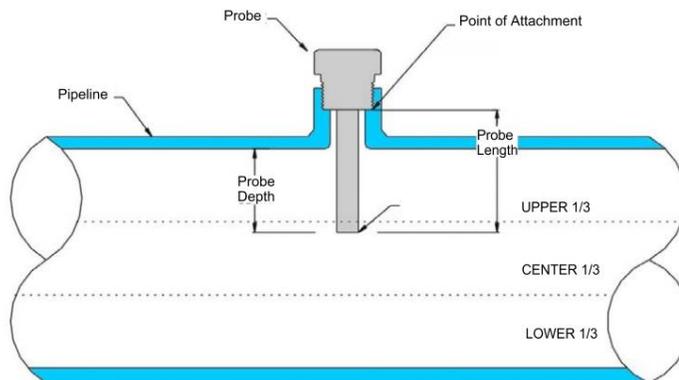


Figure 6—Probe Dimensions Used to Determine Maximum Recommended Probe Length

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO PARA SISTEMAS DE ANÁLISIS DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO EN LÍNEA

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que en los puntos de transferencia de custodia, principalmente entre productor y transportador, es muy importante el control de los parámetros de calidad de gas definidos en la regulación con la finalidad de garantizar la integridad y seguridad tanto de las líneas de transporte como de las redes de distribución, se proyectó dar inicio en el CNO-gas a un programa de evaluación de las diferentes prácticas actuales empleadas por los agentes para la confirmación del desempeño de los sistemas de análisis en línea instalados en los puntos de recibo.

Debido al requerimiento de diferentes agentes, el primer parámetro de calidad de gas a abordar corresponde a la temperatura de punto de rocío de hidrocarburo (HCDP por su sigla en inglés), por tal motivo, el protocolo descrito a continuación establece una metodología aplicable en la inspección y verificación de sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, con la finalidad de determinar su desempeño e idoneidad para ser usado en aplicaciones de transferencia de custodia de gas natural.

2. OBJETIVOS

Con el desarrollo y validación del protocolo propuesto se busca dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para sistemas de análisis en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR

(composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

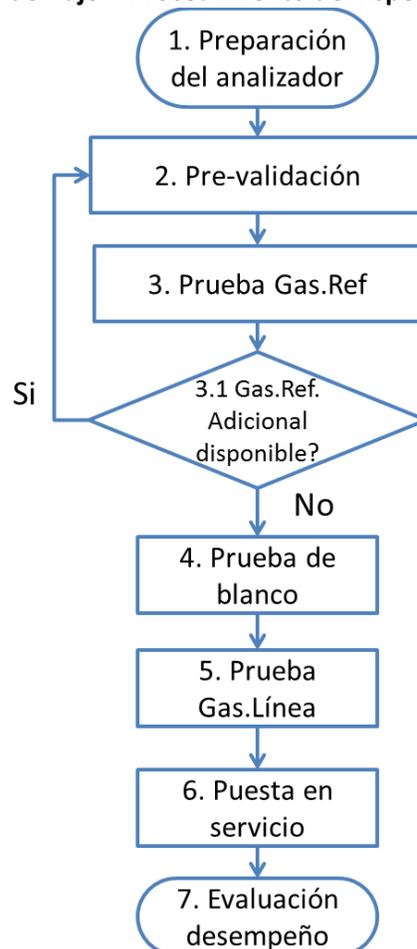
3. ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente protocolo son aplicables en la verificación del desempeño de sistemas de análisis en línea del punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático, los cuales se encuentran instalados en los sistemas de transferencia de custodia de gas natural entre productor y transportador, independiente de la marca, número de materiales de referencia disponibles y configuración del mismo.

4. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

En la figura 1 se encuentra un diagrama de flujo con el procedimiento a seguir para lograr el objetivo de evaluación de desempeño de los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, lo cual comprende de manera general tres etapas.

Figura 1. Diagrama de flujo – Procedimiento de inspección y verificación



- Etapa de Inspección, correspondiente al numeral 1 de la figura 1. Mediante el desarrollo de esta etapa se busca establecer si el analizador, la instalación, configuración y condiciones operativas, se encuentran conformes de acuerdo con los estándares técnicos aplicables en cada aspecto. Con el cumplimiento de estos requerimientos se busca mantener bajo control los diferentes parámetros que podrían influir en la calidad de los resultados obtenidos.
- Etapa de toma de datos de prueba, correspondiente a los numerales 2 al 6 de la figura 1. Independiente de la cantidad de gases de referencia disponibles para la prueba, la aplicación de los numerales mencionados permiten obtener de manera sistemática y estructurada los resultados de medición del analizador que serían empleados posteriormente para la evaluación del desempeño.
- Etapa de verificación, numeral 7 de la figura 1. Posterior a la recopilación de los resultados de prueba se realiza la evaluación de la calidad de los mismos mediante comparación con los criterios de verificación aceptados. Para el caso particular de este protocolo, el objetivo de las diferentes pruebas realizadas es determinar los criterios de verificación válidos y aplicables para las condiciones encontradas en campo.

A continuación se describen cada uno de los numerales del procedimiento de inspección y verificación propuesto.

4.1 Preparación del sistema de análisis

Un sistema de análisis incorpora una selección y configuración de elementos complementarios aparte del analizador, por tal motivo se debe tener en cuenta que para la obtención confiable de una propiedad física o química representativa debe involucrar la totalidad de los elementos que conforman el sistema, entre los cuales se encuentran: sistema de muestreo, línea de conducción de la muestra, acondicionador de muestra, instrumentación, hardware, software e indicación.

En consideración a lo anterior, la aplicación del presente protocolo requiere que el sistema de análisis opere bajo condiciones específicas que incluyen el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Códigos eléctricos y de seguridad.
- Recomendaciones del fabricante.
- Condiciones operativas especificadas por el fabricante.
- Algoritmos de cálculo.
- Programas de mantenimiento y verificación.

A continuación se relacionan los diferentes parámetros a tener en cuenta en el proceso de preparación del analizador considerando los siguientes elementos: instalación, sistema de muestreo, configuración y gases de referencia. Los parámetros y condiciones encontradas en el proceso de preparación del sistema de análisis se deben registrar en el **Formato No. 1**.

4.1.1 Instalación y configuración del analizador.

Con respecto a la instalación del analizador, durante la etapa de preparación del sistema de análisis se debe verificar y registrar en el **formato** correspondiente los siguientes parámetros, considerando en cada caso las recomendaciones del fabricante:

- Flujo de la muestra.
- Flujo de la línea de purga.
- Presión de operación.
- Temperatura ambiente de operación.
- Instalación y suministro eléctrico.
- Tiempo de análisis configurado (debe ser inferior a 15 minutos).

Si alguno de los parámetros mencionados no se encuentra dentro de los límites establecidos por el fabricante, se debe proceder con el ajuste correspondiente y realizar el registro de los valores, tanto inicial como después de ajuste.

Adicional a los parámetros de configuración relacionados anteriormente, durante la etapa de preparación del sistema de análisis se deben registrar las siguientes condiciones operativas del analizador:

- Lecturas iniciales para los parámetros de medición, tanto temperaturas de punto de rocío como las presiones correspondientes.
- Estado de los filtros. En caso de requerirse cambio de los mismos por tiempo de uso o por evidencia de suciedad, no se debería continuar con la aplicación del protocolo hasta que las condiciones de los elementos no se hayan mejorado.
- Temperaturas en calentador y espejo.
- Estado de las alarmas de mayor impacto en la medición del equipo.
- Condición de funcionamiento de sensor de presión.

4.1.2 Sistema de muestreo.

El sistema de muestreo conformado por: toma muestra, válvulas, líneas de conducción de muestra, unidad de acondicionamiento, reguladores, filtros, manómetros, etc., debe cumplir los requisitos establecidos en API MPMS 14.1 “Natural Gas Fluids Measurement, Section 1: Collecting and Handling of Natural Gas Samples for Custody Transfer” y/o ISO 10715 “Natural gas -- Sampling guidelines”.

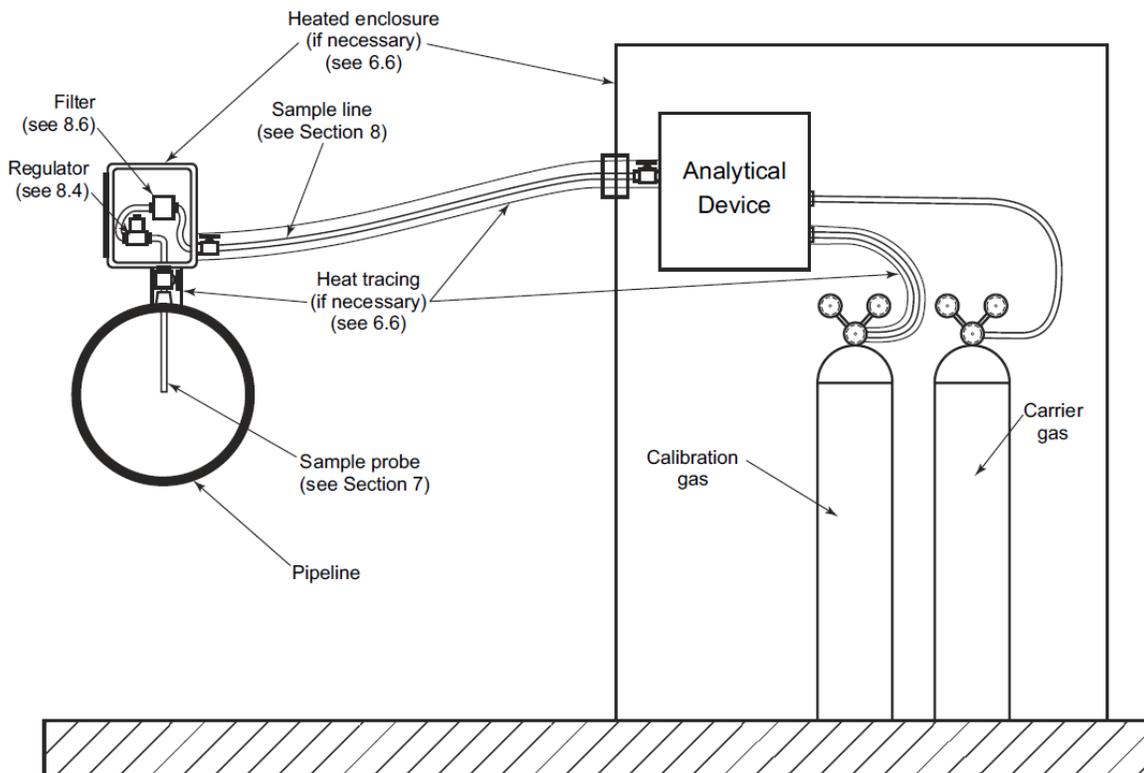
En la tabla 1 se relacionan los parámetros más relevantes que se deben evaluar en la etapa de preparación del sistema de análisis del sistema de muestreo, considerando el respectivo valor requerido por la normativa aplicable; los valores encontrados en campo durante la verificación deben ser registrados en el **formato** correspondiente.

Tabla 1. Verificación sistema de muestreo

Parámetro	Valor requerido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.	5D aguas abajo.
Longitud de inserción de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 8.1.	1/3 – 2/3 del diámetro de la tubería.
Longitud de la sonda, según API 14.1, numeral 7.4.1.	Ecuación numeral API 14.1 numeral 7.4.1
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 75°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 75°F a la entrada del analizador.	Temperatura mínima a la entrada del analizador de 75°F.
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador.
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.	Garantizar el tiempo en el cual la muestra representativa llega al equipo para su análisis.

En la figura 2 se encuentra la configuración típica de un sistema de muestreo continuo de gas para análisis en línea.

Figura 2. Configuración típica sistema de muestreo de gas en línea



4.1.3 Gases de referencia

En la tabla 2 se encuentran los parámetros que deben evaluarse en la etapa de preparación del sistema de análisis con respecto al gas de referencia empleado en la verificación del analizador. Los valores encontrados en campo durante la verificación deben ser registrados en el **formato** correspondiente. Adicionalmente, en el **formato** mencionado se debe incluir los aspectos más importantes que identifican el gas de referencia: proveedor, serial cilindro, identificación certificado, fecha de fabricación, periodo de validez, temperatura cricodontérmica, etc.

Tabla 2. Verificación gas de referencia

Parámetro	Valor requerido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensación. Verificado a través de diagrama de fase.
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 75°F.	75°F

Parámetro	Valor requerido
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos.	NTC 6167 o GPA 2198.
El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142
El certificado del gas de referencia debe contar con el valor de temperatura cricondentérmica aplicando la ecuación de estado SRK.	Valor de temperatura cricondentérmica certificado
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones
El gas de referencia debe encontrarse en su periodo de validez al momento de desarrollar las pruebas.	Gas de referencia válido para su uso durante las pruebas

Los parámetros relacionados en la Tabla 2 deben ser verificados de manera individual para cada uno de los gases de referencia disponibles para el desarrollo de las pruebas. Si el gas de referencia no cumple con la totalidad de los parámetros relacionados en la tabla no se debería emplear en la ejecución de las etapas posteriores.

4.1.4 Presión regulada.

La presión con la cual se regula la muestra de gas que llega al analizador debe ser tal que permita la medición de temperatura de punto de rocío cercana al punto cricondentérmico del gas, con una diferencia teórica que no puede ser mayor a 1°F (1,8°C).

En la tabla 3 se relacionan los diferentes parámetros que se deben verificar cuando se está validando la presión regulada en un sistema de análisis durante la etapa de preparación del sistema. Los valores obtenidos en campo para cada uno de los parámetros deben ser registrados en el **formato** respectivo.

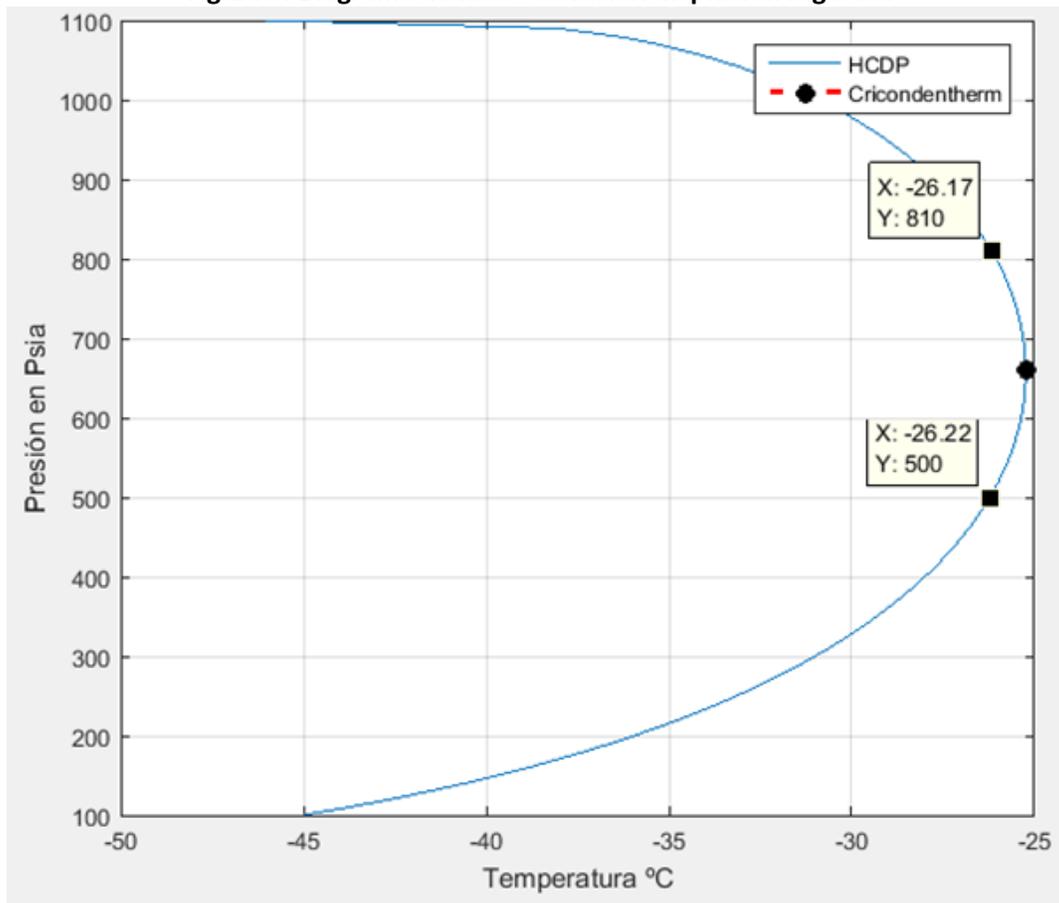
Tabla 3. Verificación presión regulada

Parámetro	Valor requerido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondentérmica y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como	SRK (ecuación de estado) y cromatografía extendida.

Parámetro	Valor requerido
ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.	
El intervalo de presión seleccionado para la regulación a la entrada del analizador debe permitir cálculo teórico de la temperatura cricondentérmica con una variación máxima menor a un 1°F (1.8°C).	Verificación en campo empleando diagrama de fase correspondiente (ver Figura 3).
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión ajustado.

La figura 3 se muestra como ejemplo un esquema de la selección del margen de presión que podría utilizarse (entre 500 y 810 psia) para que la diferencia teórica entre el punto de rocío de hidrocarburo a la presión seleccionada y el punto cricondentérmico sea inferior a 1°F (1,8°C).

Figura 3. Diagrama de fase – selección de presión regulada



4.2 Prevalidación

Cuando un analizador es instalado inicialmente y después de haberse realizado un mantenimiento mayor, se debe realizar una prueba de diagnóstico para demostrar que el analizador cumple las especificaciones del fabricante o las condiciones de desempeño históricas. Esta prueba de diagnóstico puede requerir el ajuste del analizador para proporcionar un nivel de respuesta predeterminado de acuerdo con el material de referencia empleado. El ajuste puede realizarse mediante Hardware, Software, o la combinación de los dos.

En un sistema que se encuentra en operación, el diagnóstico puede realizarse mediante una prueba de blanco, para lo cual se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Se debe emplear nitrógeno grado 5 como blanco. No se debe emplear gas con calidad diferente debido a que esto puede alterar considerablemente el resultado de las mediciones.
- Permitir un periodo de estabilización en el cual el nitrógeno debe fluir a través del analizador por un tiempo de entre 30 a 40 minutos, la presión con la cual ingresa el nitrógeno al analizador debe encontrarse entre 30 y 50 psig.
- Una vez transcurrido el periodo de estabilización, se deben registrar las lecturas de temperatura de rocío entregadas por el analizador.
- Si en tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas se obtienen valores inferiores a 5°F (-15°C) se da por terminada la prueba de diagnóstico con resultado Satisfactorio y se procede con la prueba con gas de referencia.
- Si las tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas presentan valores superiores a 5°F (-15°C) se da por finalizada la prueba con resultado No Satisfactorio. En tal caso se deberá proceder a realizar un mantenimiento del analizador considerando las recomendaciones del fabricante.

Los resultados correspondientes a las pruebas de diagnóstico en la etapa de prevalidación deben ser registrados en los **formatos** correspondientes, indicando si fue necesario realizar alguna etapa de ajuste con gas de referencia o mantenimiento de los elementos sensores.

4.3 Prueba con gas de referencia

Una vez la prevalidación del sistema de análisis entrega resultados satisfactorios durante la prueba de diagnóstico se procede con el desarrollo de la prueba con gas de referencia.

En el desarrollo de las pruebas con gas de referencia se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El gas de referencia a emplear debe haberse validado con resultados satisfactorios de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.1.3.
- La conexión del gas de referencia al analizador e debe realizar teniendo en cuenta las consideraciones de regulación de presión descritas en el numeral 4.1.4.
- Se debe mantener el gas de referencia instalado lo más cerca posible al analizador.

- Ajustar el flujo de gas de referencia al analizador de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, buscando el mínimo flujo que permita una operación confiable del analizador optimizando la cantidad de gas disponible en el cilindro.
- Registrar en el **formato** correspondiente los parámetros iniciales de prueba: flujo de gas de referencia al analizador, presión en el cilindro de gas de referencia y presión regulada.
- Permitir el paso de gas de referencia a través del analizador confirmando que el equipo se encuentra operativo.
- Tomar 10 lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo entregadas por el analizador, así como la presión de gas correspondiente; dichos valores deben ser registrados en el **formato** correspondiente verificando que se haya identificado inequívocamente el gas de referencia asociado a estos resultados.
- De estas 10 lecturas, las primeras 3 serán consideradas como periodo de estabilización y por lo tanto no se tendrán en cuenta para la evaluación estadística posterior.

4.3.1 Pruebas adicionales con gas de referencia

En caso de contarse con más de un gas de referencia certificado que cumpla con las condiciones señaladas en el numeral 4.1.3, se procederá con la aplicación de las etapas 2 y 3 registradas en el diagrama de flujo (Figura 1), las cuales se encuentran descritas en los numerales 4.2 y 4.3.

Para cada prueba con gas de referencia se deberán registrar los resultados tanto de la prevalidación como de la prueba con gas de referencia. Una vez completadas las pruebas con todos los gases disponibles se continúa con la ejecución de las pruebas con gas de línea, lo cual se encuentra descrito en el diagrama de la figura 1 a partir de la etapa 4.

4.4 Prueba de blanco

Con la finalidad de purgar del analizador cualquier residuo de gas de referencia que pueda afectar las lecturas del gas de línea se realiza una prueba de blanco como la descrita en la etapa de prevalidación, la cual considera los siguientes aspectos:

- Se debe emplear nitrógeno grado 5 como blanco. No se debe emplear gas con calidad diferente debido a que esto puede alterar considerablemente el resultado de las mediciones.
- Permitir un periodo de estabilización en el cual el nitrógeno debe fluir a través del analizador por un tiempo de entre 30 a 40 minutos, la presión con la cual ingresa el nitrógeno al analizador debe encontrarse entre 30 y 50 psig.
- Una vez transcurrido el periodo de estabilización, se deben registrar las lecturas de temperatura de rocío entregadas por el analizador.
- Si en tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas se obtienen valores inferiores a 5°F (-15°C) se da por terminada la prueba de blanco con resultado Satisfactorio y se procede con la prueba con gas de línea.
- Si las tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas presentan valores superiores a 5°F (-15°C) se da por finalizada la prueba con resultado No Satisfactorio. En tal caso se

deberá proceder a realizar un mantenimiento del analizador considerando las recomendaciones del fabricante.

4.5 Prueba con gas de línea

La prueba con gas de línea tiene por objeto la recopilación de información del comportamiento del analizador con gases reales, diferentes a las mezcla de gases de referencia, ya que estas últimas carecen de ciertos compuestos hidrocarburos que se encuentran presentes de forma natural en el gas transportado en las tuberías. Dicho comportamiento del analizador será contrastado posteriormente con los valores teóricos obtenidos a partir del análisis cromatográfico extendido realizado al gas de línea.

En consideración a lo anterior, la prueba con gas de línea se divide en dos etapas: toma de lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo del gas de línea con analizador y en laboratorio a partir de muestras tomadas en campo.

4.5.1 Prueba gas de línea con analizador

En el desarrollo de las pruebas con gas de línea se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se deben mantener las condiciones verificadas durante la preparación del sistema de análisis, particularmente en lo relacionado en los numerales 4.1.1 Instalación y configuración del analizador, 4.1.2 sistema de muestreo y 4.1.4 presión regulada.
- Verificar y registrar en el **formato** correspondiente las condiciones de operación del analizador: presión regulada y flujo de muestra. Lo anterior teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Permitir el paso de gas de línea a través del analizador confirmando que el equipo se encuentra operativo y sin alarmas de funcionamiento que puedan afectar la exactitud de las lecturas.
- Tomar 10 lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo entregadas por el analizador, así como la presión de gas, registrando dichos valores en el **formato** correspondiente.
- De estas 10 lecturas, las primeras 3 serán consideradas como periodo de estabilización y por lo tanto no se tendrán en cuenta para la evaluación estadística posterior.

4.5.2 Prueba gas de línea en laboratorio

Para el desarrollo de la segunda etapa de la prueba con gas de línea, correspondiente al análisis cromatográfico extendido en laboratorio (C10+), se requiere realizar la toma de muestra y contra muestra del gas de línea que fue medido por el sistema de análisis de acuerdo con lo descrito en el numeral 4.5.1.

El análisis cromatográfico de las muestras se deberá desarrollar en un laboratorio acreditado de acuerdo con el estándar ISO/IEC 17025 para la realización de ensayos de cromatografía aplicando la norma GPA 2286 "Method for the Extended Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Temperature Program Gas Chromatography". Con los resultados del análisis cromatográfico se obtendrán los diferentes valores teóricos de punto de rocío de hidrocarburo

empleando la ecuación de estado SRK, valores que serán posteriormente contrastados con los resultados obtenidos en el numeral 4.5.1 “prueba de gas de línea con analizador”.

Con la finalidad de obtener muestras de gas representativas de la línea, en el proceso de muestreo se deben seguir los lineamientos descritos en las normas ISO 10715 “Natural gas - Sampling guidelines” y API MPMS 14.1 “Collecting and handling of natural gas samples for custody transfer”, particularmente en lo relacionado con alistamiento de los cilindros, conexión, procedimiento de muestreo y manejo de las muestras.

4.1 Puesta en servicio

Considerando que las pruebas se desarrollarán sobre analizadores en línea que hacen parte de sistemas de transferencia de custodia entre productores y transportadores, se debe garantizar que al finalizar el desarrollo de las actividades el sistema de análisis de punto de rocío de hidrocarburo se encuentra operativo, con los parámetros recomendados por el fabricante y reportando señales al productor y transportador, según aplique.

Como parte del protocolo de puesta en servicio del sistema de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, se deben registrar en el **formato** correspondiente los diferentes parámetros operativos con los cuales se deja en funcionamiento.

4.2 Evaluación de desempeño

La etapa final del proceso de evaluación de desempeño para los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, consiste en verificar si las lecturas del analizador, considerando las incertidumbres de cada registro, se encuentran dentro del límite de error máximo permisible aplicable para el control del parámetro de calidad de gas.

No obstante, dado el alcance del presente protocolo, la evaluación de desempeño se limitará a la determinación de los errores de medición considerando las incertidumbres asociadas en cada caso.

5. DETERMINACIÓN DEL EMP

Teniendo en cuenta los objetivos del presente protocolo, con los resultados del mismo se determinará el error máximo permisible (EMP) que podría ser razonablemente atribuible en el proceso de verificación de sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático

Para el tratamiento de los datos recopilados durante las pruebas, así como la determinación de errores y estimación de incertidumbre se seguirán las recomendaciones dadas en ISO 10723 “Natural gas - performance evaluation for analytical systems” y ASTM D3764 “Standard Practice for Validation of the Performance of Process Stream Analyzer Systems”.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO PARA SISTEMAS DE ANÁLISIS DE PUNTO DE ROCÍO DE HIDROCARBURO EN LÍNEA

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que en los puntos de transferencia de custodia, principalmente entre productor y transportador, es muy importante el control de los parámetros de calidad de gas definidos en la regulación con la finalidad de garantizar la integridad y seguridad tanto de las líneas de transporte como de las redes de distribución, se proyectó dar inicio en el CNO-gas a un programa de evaluación de las diferentes prácticas actuales empleadas por los agentes para la confirmación del desempeño de los sistemas de análisis en línea instalados en los puntos de recibo.

Debido al requerimiento de diferentes agentes, el primer parámetro de calidad de gas a abordar corresponde a la temperatura de punto de rocío de hidrocarburo (HCDP por su sigla en inglés), por tal motivo, el protocolo descrito a continuación establece una metodología aplicable en la inspección y verificación de sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, con la finalidad de determinar su desempeño e idoneidad para ser usado en aplicaciones de transferencia de custodia de gas natural.

2. OBJETIVOS

Con el desarrollo y validación del protocolo propuesto se busca dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

- Definir requerimientos técnicos de instalación y operación para sistemas de análisis en línea de punto de rocío de hidrocarburos, incluyendo instalación de analizador, sistema de muestreo, regulación, calentamiento, etc.
- Establecer los requerimientos técnicos asociados a los materiales de referencia (MR) certificados que deben ser empleados en la evaluación de desempeño de los analizadores de punto de rocío de hidrocarburo, características del material de referencia: presión mínima, composición, exactitud en los componentes, certificación del valor de punto de rocío de hidrocarburo y EOS (ecuaciones de estado) aplicables para validación.
- Elaborar un protocolo para verificación de los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea empleando los MR (materiales de referencia) seleccionados.
- Con la aplicación del protocolo y el uso de los MR establecidos anteriormente se debe determinar el nivel de exactitud aplicable, expresado como error máximo permisible (EMP), en la medición de punto de rocío de hidrocarburo con analizadores automáticos, de tal forma que se pueda garantizar la medición de punto de rocío de hidrocarburo dentro de los límites regulatorios con un nivel de confianza adecuado.
- A partir de los resultados del proceso de evaluación de desempeño consolidar un protocolo de verificación periódica para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, el cual debe contener los siguientes aspectos: características del MR

(composición, exactitud, etc.), frecuencia de verificación, procedimiento de verificación y EMP aplicable.

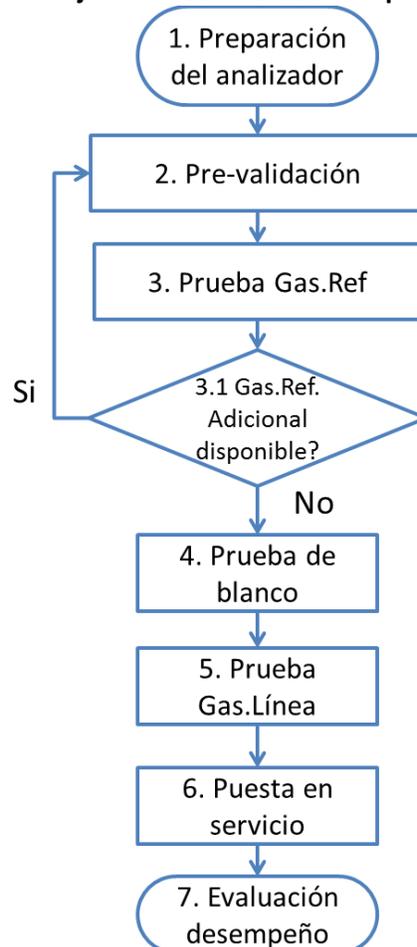
3. ALCANCE

Las especificaciones técnicas y los procedimientos contenidos en el presente protocolo son aplicables en la verificación del desempeño de sistemas de análisis en línea del punto de rocío hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático, los cuales se encuentran instalados en los sistemas de transferencia de custodia de gas natural entre productor y transportador, independiente de la marca, número de materiales de referencia disponibles y configuración del mismo.

4. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN

En la figura 1 se encuentra un diagrama de flujo con el procedimiento a seguir para lograr el objetivo de evaluación de desempeño de los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, lo cual comprende de manera general tres etapas.

Figura 1. Diagrama de flujo – Procedimiento de inspección y verificación



- Etapa de Inspección, correspondiente al numeral 1 de la figura 1. Mediante el desarrollo de esta etapa se busca establecer si el analizador, la instalación, configuración y condiciones operativas, se encuentran conformes de acuerdo con los estándares técnicos aplicables en cada aspecto. Con el cumplimiento de estos requerimientos se busca mantener bajo control los diferentes parámetros que podrían influir en la calidad de los resultados obtenidos.
- Etapa de toma de datos de prueba, correspondiente a los numerales 2 al 6 de la figura 1. Independiente de la cantidad de gases de referencia disponibles para la prueba, la aplicación de los numerales mencionados permiten obtener de manera sistemática y estructurada los resultados de medición del analizador que serían empleados posteriormente para la evaluación del desempeño.
- Etapa de verificación, numeral 7 de la figura 1. Posterior a la recopilación de los resultados de prueba se realiza la evaluación de la calidad de los mismos mediante comparación con los criterios de verificación aceptados. Para el caso particular de este protocolo, el objetivo de las diferentes pruebas realizadas es determinar los criterios de verificación válidos y aplicables para las condiciones encontradas en campo.

A continuación se describen cada uno de los numerales del procedimiento de inspección y verificación propuesto.

4.1 Preparación del sistema de análisis

Un sistema de análisis incorpora una selección y configuración de elementos complementarios aparte del analizador, por tal motivo se debe tener en cuenta que para la obtención confiable de una propiedad física o química representativa debe involucrar la totalidad de los elementos que conforman el sistema, entre los cuales se encuentran: sistema de muestreo, línea de conducción de la muestra, acondicionador de muestra, instrumentación, hardware, software e indicación.

En consideración a lo anterior, la aplicación del presente protocolo requiere que el sistema de análisis opere bajo condiciones específicas que incluyen el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Códigos eléctricos y de seguridad.
- Recomendaciones del fabricante.
- Condiciones operativas especificadas por el fabricante.
- Algoritmos de cálculo.
- Programas de mantenimiento y verificación.

A continuación se relacionan los diferentes parámetros a tener en cuenta en el proceso de preparación del analizador considerando los siguientes elementos: instalación, sistema de muestreo, configuración y gases de referencia. Los parámetros y condiciones encontradas en el proceso de preparación del sistema de análisis se deben registrar en la hoja correspondiente del Formato No. 1.

4.1.1 Instalación y configuración del analizador.

Con respecto a la instalación del analizador, durante la etapa de preparación del sistema de análisis se debe verificar y registrar en el Formato No. 1 (Hoja 1) los siguientes parámetros, considerando en cada caso las recomendaciones del fabricante:

- Flujo de la muestra.
- Flujo de la línea de purga.
- Presión de operación.
- Temperatura ambiente de operación.
- Instalación y suministro eléctrico.
- Tiempo de análisis configurado (debe ser inferior a 15 minutos).

Si alguno de los parámetros mencionados no se encuentra dentro de los límites establecidos por el fabricante, se debe proceder con el ajuste correspondiente y realizar el registro de los valores, tanto inicial como después de ajuste.

Adicional a los parámetros de configuración relacionados anteriormente, durante la etapa de preparación del sistema de análisis se deben registrar las siguientes condiciones operativas del analizador:

- Lecturas iniciales para los parámetros de medición, tanto temperaturas de punto de rocío como las presiones correspondientes.
- Estado de los filtros. En caso de requerirse cambio de los mismos por tiempo de uso o por evidencia de suciedad, no se debería continuar con la aplicación del protocolo hasta que las condiciones de los elementos no se hayan mejorado.
- Temperaturas en calentador y espejo.
- Estado de las alarmas de mayor impacto en la medición del equipo.
- Condición de funcionamiento de sensor de presión.

4.1.2 Sistema de muestreo.

El sistema de muestreo conformado por: toma muestra, válvulas, líneas de conducción de muestra, unidad de acondicionamiento, reguladores, filtros, manómetros, etc., debe cumplir los requisitos establecidos en API MPMS 14.1 "Natural Gas Fluids Measurement, Section 1: Collecting and Handling of Natural Gas Samples for Custody Transfer" y/o ISO 10715 "Natural gas -- Sampling guidelines".

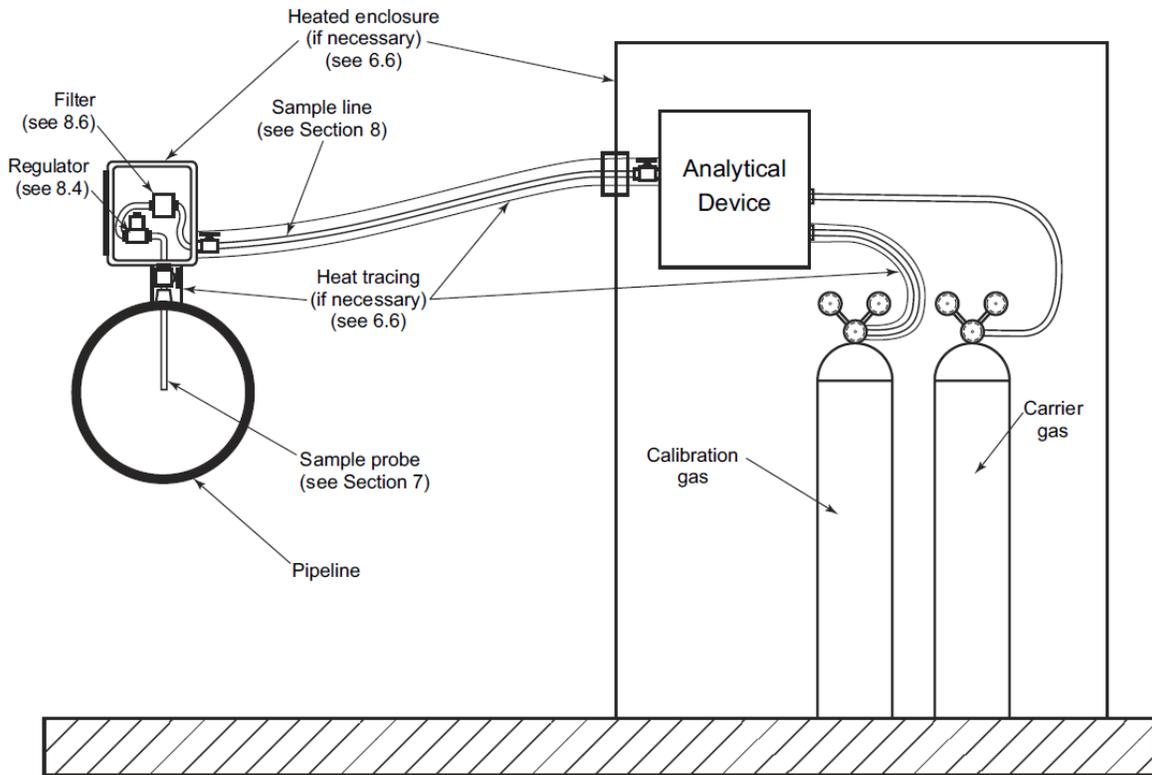
En la tabla 1 se relacionan los parámetros más relevantes que se deben evaluar en la etapa de preparación del sistema de análisis del sistema de muestreo, considerando el respectivo valor requerido por la normativa aplicable; los valores encontrados en campo durante la verificación deben ser registrados en el Formato No. 1 (Hoja 2).

Tabla 1. Verificación sistema de muestreo

Parámetro	Valor requerido
La sonda de muestreo debe estar ubicada como mínimo 5D aguas abajo de la singularidad más cercana.	5D aguas abajo.
Longitud de inserción de la sonda dentro de la tubería, según API 14.1, numeral 8.1.	1/3 – 2/3 del diámetro de la tubería.
Longitud de la sonda, según API 14.1, numeral 7.4.1.	Ecuación numeral API 14.1 numeral 7.4.1
Sistema de muestreo debe contar con regulación calentada a una temperatura mínima de 75°F, la cual puede estar instalada con el analizador o en el punto de muestreo. Para el caso en el cual se haga la regulación con calentamiento en el punto de muestreo se debe colocar al tubing un sistema que garantice la temperatura de mínimo 75°F a la entrada del analizador.	Temperatura mínima a la entrada del analizador de 75°F.
El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador cuando éste forma parte integral del equipo. Cuando el regulador es externo al analizador, deberá garantizar una presión de salida dentro de los límites establecidos para la presión regulada, considerando las condiciones de presión de línea y de caudal requerido por el sistema (Flujo de muestra y by-pass).	El regulador de presión deberá cumplir con las recomendaciones del fabricante del analizador.
La longitud máxima de las líneas de tubing debe garantizar una muestra representativa en el analizador del gas que pasa por la tubería, siguiendo lo establecido en API 14.1, numeral 8.1.	Garantizar el tiempo en el cual la muestra representativa llega al equipo para su análisis.

En la figura 2 se encuentra la configuración típica de un sistema de muestreo continuo de gas para análisis en línea.

Figura 2. Configuración típica sistema de muestreo de gas en línea



4.1.3 Presión regulada.

La presión con la cual se regula la muestra de gas que llega al analizador debe ser tal que permita la medición de temperatura de punto de rocío cercana al punto cricondentérmico del gas, con una diferencia teórica que no puede ser mayor a 1°F (1,8°C).

En la tabla 3 se relacionan los diferentes parámetros que se deben verificar cuando se está validando la presión regulada en un sistema de análisis durante la etapa de preparación del sistema. Los valores obtenidos en campo para cada uno de los parámetros deben ser registrados en el Formato No. 1 (Hoja 2).

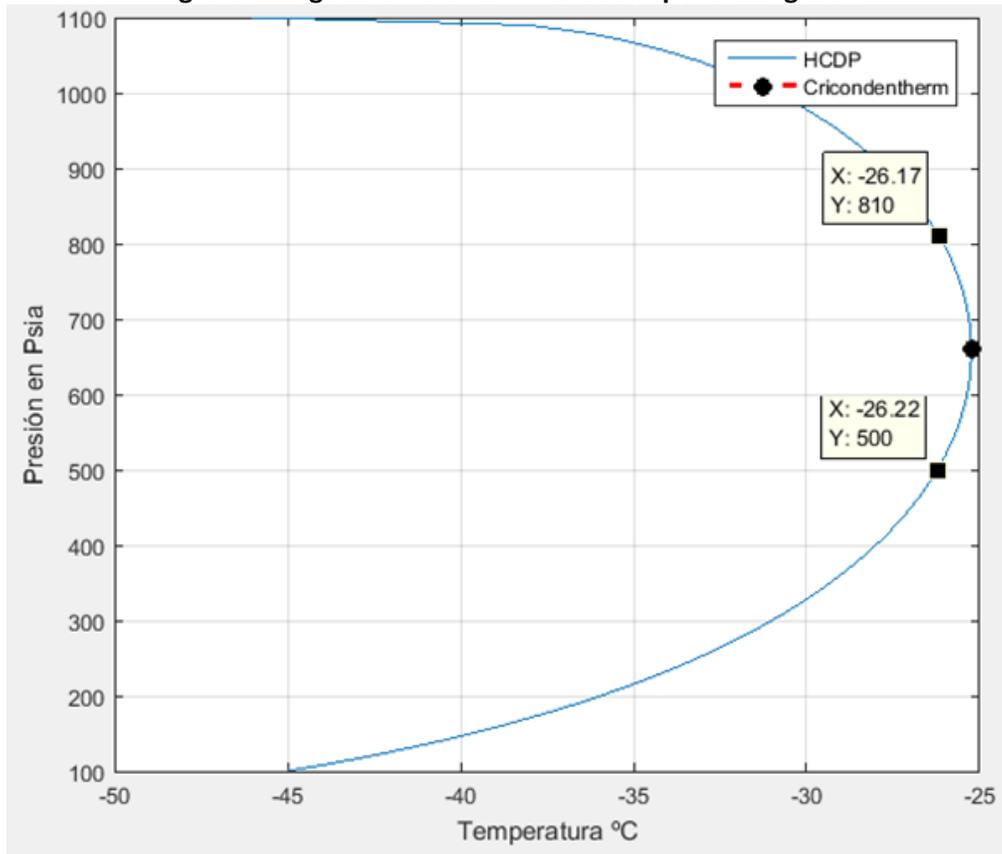
Tabla 3. Verificación presión regulada

Parámetro	Valor requerido
El método empleado para la validación de la Temperatura cricondentérmica y su correspondiente presión de regulación se realizará empleando SRK como ecuación de estado y cromatografía extendida como entrada.	SRK (ecuación de estado) y cromatografía extendida.
El intervalo de presión seleccionado para la regulación	Verificación en campo

Parámetro	Valor requerido
a la entrada del analizador debe permitir cálculo teórico de la temperatura cricondentérmica con una variación máxima menor a un 1°F (1.8°C).	empleando diagrama de fase correspondiente (ver Figura 3).
La presión media para el ajuste del sistema de regulación debe ser validada con una frecuencia anual.	Valor medio de presión ajustado.

La figura 3 se muestra como ejemplo un esquema de la selección del margen de presión que podría utilizarse (entre 500 y 810 psia) para que la diferencia teórica entre el punto de rocío de hidrocarburo a la presión seleccionada y el punto cricondentérmico sea inferior a 1°F (1,8°C).

Figura 3. Diagrama de fase – selección de presión regulada



4.1.4 Gases de referencia

En la tabla 2 se encuentran los parámetros que deben evaluarse en la etapa de preparación del sistema de análisis con respecto al gas de referencia empleado en la verificación del analizador. Los valores encontrados en campo durante la verificación deben ser registrados en el Formato No.

2. Adicionalmente, en el Formato No. 2 mencionado se debe incluir los aspectos más importantes que identifican el gas de referencia: proveedor, serial cilindro, identificación certificado, fecha de fabricación, periodo de validez, temperatura cricondentérmica, etc.

Tabla 2. Verificación gas de referencia

Parámetro	Valor requerido
La presión máxima de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.	No condensación. Verificado a través de diagrama de fase.
Si la regulación con calentamiento no se realiza a la entrada del analizador, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 75°F.	75°F
El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 para los gases a emplear en los cromatógrafos.	NTC 6167 o GPA 2198.
El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142 y certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.	ISO 6141 e ISO 6142
El certificado del gas de referencia debe contar con el valor de temperatura cricondentérmica aplicando la ecuación de estado SRK.	Valor de temperatura cricondentérmica certificado
El certificado debe contar con unidades en sistema inglés (Ej. BTU's, PIES ³ , °F, PSIG) y las condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.	Sistema inglés y @ condiciones
El gas de referencia debe encontrarse en su periodo de validez al momento de desarrollar las pruebas.	Gas de referencia válido para su uso durante las pruebas

Los parámetros relacionados en la Tabla 2 deben ser verificados de manera individual para cada uno de los gases de referencia disponibles para el desarrollo de las pruebas, identificando en la casilla "consecutivo" la identificación del cilindro de prueba.

Si el gas de referencia no cumple con la totalidad de los parámetros relacionados en la tabla no se debería emplear en la ejecución de las etapas posteriores.

4.2 Prevalidación

Cuando un analizador es instalado inicialmente y después de haberse realizado un mantenimiento mayor, se debe realizar una prueba de diagnóstico para demostrar que el analizador cumple las especificaciones del fabricante o las condiciones de desempeño históricas. Esta prueba de diagnóstico puede requerir el ajuste del analizador para proporcionar un nivel de respuesta predeterminado de acuerdo con el material de referencia empleado. El ajuste puede realizarse mediante Hardware, Software, o la combinación de los dos.

En un sistema que se encuentra en operación, el diagnóstico puede realizarse mediante una prueba de blanco, para lo cual se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Se debe emplear nitrógeno grado 5 como blanco. No se debe emplear gas con calidad diferente debido a que esto puede alterar considerablemente el resultado de las mediciones.
- Permitir un periodo de estabilización en el cual el nitrógeno debe fluir a través del analizador por un tiempo de entre 30 a 40 minutos, la presión con la cual ingresa el nitrógeno al analizador debe encontrarse entre 30 y 50 psig.
- Una vez transcurrido el periodo de estabilización, se deben registrar las lecturas de temperatura de rocío entregadas por el analizador.
- Si en tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas se obtienen valores inferiores a 5°F (-15°C) se da por terminada la prueba de diagnóstico con resultado Satisfactorio y se procede con la prueba con gas de referencia.
- Si las tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas presentan valores superiores a 5°F (-15°C) se da por finalizada la prueba con resultado No Satisfactorio. En tal caso se deberá proceder a realizar un mantenimiento del analizador considerando las recomendaciones del fabricante.

Los resultados correspondientes a las pruebas de diagnóstico en la etapa de prevalidación deben ser registrados en el Formato No. 3, indicando si fue necesario realizar alguna etapa de ajuste con gas de referencia o mantenimiento de los elementos sensores.

4.3 Prueba con gas de referencia

Una vez la prevalidación del sistema de análisis entrega resultados satisfactorios durante la prueba de diagnóstico se procede con el desarrollo de la prueba con gas de referencia.

En el desarrollo de las pruebas con gas de referencia se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El gas de referencia a emplear debe haberse validado con resultados satisfactorios de acuerdo con lo establecido en el numeral 4.1.3.
- La conexión del gas de referencia al analizador e debe realizar teniendo en cuenta las consideraciones de regulación de presión descritas en el numeral 4.1.4.
- Se debe mantener el gas de referencia instalado lo más cerca posible al analizador.

- Ajustar el flujo de gas de referencia al analizador de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, buscando el mínimo flujo que permita una operación confiable del analizador optimizando la cantidad de gas disponible en el cilindro.
- Registrar en el Formato No. 3 los parámetros iniciales de prueba: flujo de gas de referencia al analizador, presión en el cilindro de gas de referencia y presión regulada.
- Permitir el paso de gas de referencia a través del analizador confirmando que el equipo se encuentra operativo.
- Tomar 10 lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo entregadas por el analizador, así como la presión de gas correspondiente; dichos valores deben ser registrados en el Formato No. 3 verificando que se haya identificado inequívocamente el gas de referencia asociado a estos resultados.
- De estas 10 lecturas, las primeras 3 serán consideradas como periodo de estabilización y por lo tanto no se tendrán en cuenta para la evaluación estadística posterior.

4.3.1 Pruebas adicionales con gas de referencia

En caso de contarse con más de un gas de referencia certificado que cumpla con las condiciones señaladas en el numeral 4.1.3, se procederá con la aplicación de las etapas 2 y 3 registradas en el diagrama de flujo (Figura 1), las cuales se encuentran descritas en los numerales 4.2 y 4.3.

Para cada prueba con gas de referencia se deberán registrar los resultados tanto de la prevalidación como de la prueba con gas de referencia en formatos separados (Formato No. 3). Una vez completadas las pruebas con todos los gases disponibles se continúa con la ejecución de las pruebas con gas de línea, lo cual se encuentra descrito en el diagrama de la figura 1 a partir de la etapa 4.

4.4 Prueba de blanco

Con la finalidad de purgar del analizador cualquier residuo de gas de referencia que pueda afectar las lecturas del gas de línea se realiza una prueba de blanco como la descrita en la etapa de prevalidación, la cual considera los siguientes aspectos:

- Se debe emplear nitrógeno grado 5 como blanco. No se debe emplear gas con calidad diferente debido a que esto puede alterar considerablemente el resultado de las mediciones.
- Permitir un periodo de estabilización en el cual el nitrógeno debe fluir a través del analizador por un tiempo de entre 30 a 40 minutos, la presión con la cual ingresa el nitrógeno al analizador debe encontrarse entre 30 y 50 psig.
- Una vez transcurrido el periodo de estabilización, se deben registrar las lecturas de temperatura de rocío entregadas por el analizador.
- Si en tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas se obtienen valores inferiores a 5°F (-15°C) se da por terminada la prueba de blanco con resultado Satisfactorio y se procede con la prueba con gas de línea.
- Si las tres lecturas de temperatura de rocío consecutivas presentan valores superiores a 5°F (-15°C) se da por finalizada la prueba con resultado No Satisfactorio. En tal caso se

deberá proceder a realizar un mantenimiento del analizador considerando las recomendaciones del fabricante.

4.5 Prueba con gas de línea

La prueba con gas de línea tiene por objeto la recopilación de información del comportamiento del analizador con gases reales, diferentes a las mezcla de gases de referencia, ya que estas últimas carecen de ciertos compuestos hidrocarburos que se encuentran presentes de forma natural en el gas transportado en las tuberías. Dicho comportamiento del analizador será contrastado posteriormente con los valores teóricos obtenidos a partir del análisis cromatográfico extendido realizado al gas de línea.

En consideración a lo anterior, la prueba con gas de línea se divide en dos etapas: toma de lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo del gas de línea con analizador y en laboratorio a partir de muestras tomadas en campo.

4.5.1 Prueba gas de línea con analizador

En el desarrollo de las pruebas con gas de línea se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se deben mantener las condiciones verificadas durante la preparación del sistema de análisis, particularmente en lo relacionado en los numerales 4.1.1 Instalación y configuración del analizador, 4.1.2 sistema de muestreo y 4.1.4 presión regulada.
- Verificar y registrar en el Formato No. 2 las condiciones de operación del analizador: presión regulada y flujo de muestra. Lo anterior teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- Permitir el paso de gas de línea a través del analizador confirmando que el equipo se encuentra operativo y sin alarmas de funcionamiento que puedan afectar la exactitud de las lecturas.
- Tomar 10 lecturas de temperatura de rocío de hidrocarburo entregadas por el analizador, así como la presión de gas, registrando dichos valores en el Formato No. 2.
- De estas 10 lecturas, las primeras 3 serán consideradas como periodo de estabilización y por lo tanto no se tendrán en cuenta para la evaluación estadística posterior.

4.5.2 Prueba gas de línea en laboratorio

Para el desarrollo de la segunda etapa de la prueba con gas de línea, correspondiente al análisis cromatográfico extendido en laboratorio (C10+), se requiere realizar la toma de muestra y contra muestra del gas de línea que fue medido por el sistema de análisis de acuerdo con lo descrito en el numeral 4.5.1.

El análisis cromatográfico de las muestras se deberá desarrollar en un laboratorio acreditado de acuerdo con el estándar ISO/IEC 17025 para la realización de ensayos de cromatografía aplicando la norma GPA 2286 "Method for the Extended Analysis for Natural Gas and Similar Gaseous Mixtures by Temperature Program Gas Chromatography". Con los resultados del análisis cromatográfico se obtendrán los diferentes valores teóricos de punto de rocío de hidrocarburo

empleando la ecuación de estado SRK, valores que serán posteriormente contrastados con los resultados obtenidos en el numeral 4.5.1 “prueba de gas de línea con analizador”.

Con la finalidad de obtener muestras de gas representativas de la línea, en el proceso de muestreo se deben seguir los lineamientos descritos en las normas ISO 10715 “Natural gas - Sampling guidelines” y API MPMS 14.1 “Collecting and handling of natural gas samples for custody transfer”, particularmente en lo relacionado con alistamiento de los cilindros, conexión, procedimiento de muestreo y manejo de las muestras.

4.1 Puesta en servicio

Considerando que las pruebas se desarrollarán sobre analizadores en línea que hacen parte de sistemas de transferencia de custodia entre productores y transportadores, se debe garantizar que al finalizar el desarrollo de las actividades el sistema de análisis de punto de rocío de hidrocarburo se encuentra operativo, con los parámetros recomendados por el fabricante y reportando señales al productor y transportador, según aplique.

Como parte del protocolo de puesta en servicio del sistema de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, se deben registrar en el Formato No. 2 los diferentes parámetros operativos con los cuales se deja en funcionamiento.

4.2 Evaluación de desempeño

La etapa final del proceso de evaluación de desempeño para los sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo, consiste en verificar si las lecturas del analizador, considerando las incertidumbres de cada registro, se encuentran dentro del límite de error máximo permisible aplicable para el control del parámetro de calidad de gas.

No obstante, dado el alcance del presente protocolo, la evaluación de desempeño se limitará a la determinación de los errores de medición considerando las incertidumbres asociadas en cada caso.

5. DETERMINACIÓN DEL EMP

Teniendo en cuenta los objetivos del presente protocolo, con los resultados del mismo se determinará el error máximo permisible (EMP) que podría ser razonablemente atribuible en el proceso de verificación de sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburos en gas natural empleando el método de espejo enfriado automático

Para el tratamiento de los datos recopilados durante las pruebas, así como la determinación de errores y estimación de incertidumbre se seguirán las recomendaciones dadas en ISO 10723 “Natural gas - performance evaluation for analytical systems” y ASTM D3764 “Standard Practice for Validation of the Performance of Process Stream Analyzer Systems”.

CNO Gas	Evaluación de desempeño para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea.	Formato 1
		Hoja 1 / 2

ID Sistema:

Fecha:

Datos generales de la prueba

Sistema de transferencia de custodia	Ubicación del sistema:	<input type="text"/>
	Agente Productor:	<input type="text"/>
	Agente Transportador:	<input type="text"/>
	Agente acompañante:	<input type="text"/>

Datos del analizador	Marca:	<input type="text"/>
	Modelo:	<input type="text"/>
	Serial / TAG:	<input type="text"/>
	Principio de medición:	<input type="text"/>

Instalación y configuración del analizador

	Parámetro	Fabricante		Configurado en campo	Evaluación
		Mín	Máx		
Recomendaciones fabricante	Caudal muestra (Qm) []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Flujo línea de purga []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Presión de operación []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Temperatura ambiente []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Temperatura espejo []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Suministro eléctrico []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Tiempo de análisis (ta) []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Parámetro	AF	Ajuste (S/N)	AL
		Caudal analizador []	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ajuste de condiciones operativas	Caudal bypass []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Tiempo de análisis (ta) []	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	HCDP: []	<input type="text"/>	Presión @hcdp: []	<input type="text"/>
Observaciones:				

Condiciones operativas (estado de otros elementos)	Sensor de presión:	<input type="text"/>
	Filtros:	<input type="text"/>
	Alarmas:	<input type="text"/>

CNO Gas	Evaluación de desempeño para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea.	Formato 1
		Hoja 2 / 2

ID Sistema:

Fecha:

Sistema de muestreo

	Parámetro	Evidencia en Campo
Configuración sistema de muestreo	Diámetro de la tubería (D):	[]
	Diámetro sonda de muestreo (d):	[]
	Diámetro tubing línea de muestreo (dt):	[]
	Longitud tubing línea de muestreo (Lt):	[]
	Caudal de muestra, incluido bypass (Qm):	[]
	Tiempo de análisis configurado - AL (ta):	[]
Configuración sistema de regulación	Ubicación sistema regulación (inicio/fin):	
	Presión gas de línea:	[]
	Temperatura gas de línea:	[]
	Regulador con calentamiento (S/N):	
	Línea de muestra con aislante (S/N):	
	Línea de muestra con calentamiento (S/N):	
	Temperatura gas entrada analizador:	[]
Presión de gas entrada analizador:	[]	

	Requerimiento	Evidencia	Evaluación
Verificación de parámetros	Localización sonda muestreo:	$\geq 5 \cdot D$	
	Longitud de inserción sonda:	API 14.1 - 8.1	
	Longitud sonda de muestreo:	API 14.1 Tabla 1	
	Temperatura muestra entrada:	$\geq 75^{\circ}F$	
	Muestra representativa:	f(Qm, dt, Lt, ta)	
	$\Delta P @ T.Cric (1^{\circ}F/1,8^{\circ}C)$	EOS SRK	

Diagrama de la instalación

Participantes	Por Productor:	<input type="text"/>
	Por Transportador:	<input type="text"/>
	Agente acompañante:	<input type="text"/>

CNO Gas	Evaluación de desempeño para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea.	Formato 2
		Hoja 1 / 1

ID Sistema:

Fecha:

Consecutivo:

Gases de referencia

	Parámetro	Evidencia en Campo
Identificación del gas de referencia	Serial / ID certificado:	
	Presión de llenado:	[]
	Fabricante:	
	Fecha de elaboración:	
	Periodo de validez:	

	Requerimiento	Evidencia	Evaluación
Verificación de parámetros	Si el analizador no cuenta con regulación y calentamiento, se debe regular y calentar dicha muestra hasta mínimo 75°F.		
	El nivel de exactitud para GN sintético debe ser similar al establecido en NTC 6167 o en su defecto GPA 2198.		
	El gas de referencia debe ser preparado de acuerdo con ISO 6142.		
	El gas de referencia debe ser certificado de acuerdo con los lineamientos dados en ISO 6141.		
	Unidades del certificado en sistema inglés (BTU's, ft3, °F, PSIG) y condiciones de referencia deben ser: 14,65 PSIA y 60°F.		
	La P.max de llenado del cilindro debe ser tal que durante su transporte, almacenamiento y uso no se presente condensación.		
	El certificado del gas de referencia debe contar con el valor de temperatura cricondentérmica aplicando la ecuación de estado SRK.		

Observaciones	
----------------------	--

Participantes	Por Productor:	
	Por Transportador:	
	Agente acompañante:	

CNO Gas	Evaluación de desempeño para sistemas de análisis de punto de rocío de hidrocarburo en línea.	Formato 3
		Hoja 1 / 1

ID Sistema:

Fecha:

Consecutivo:

	Parámetro	Evidencia en Campo
Identificación gases	Gas de referencia (GN sintético / GN línea*):	
	Identificación cilindro (de ref. o muestreo):	
	T cricondentérmica de ref (valor aprox graf.):	[]
	Gas prevalidación - prueba de blanco (tipo / ID):	

Prevalidación / prueba de blanco

	Parámetro	Evidencia en Campo
Parámetros de prueba	Presión del gas entrada analizador:	[]
	Flujo de muestra cnonfigurado:	[]
	Hora de inicio periodo de estabilización:	
	Hora fin periodo de estabilización:	
	Tiempo total de estabilización:	[]

	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Criterio de Evaluación
T. hcdp	[]	[]	[]	T < 5°F (-15°C) resultado satisfactorio
P. @hcdp	[]	[]	[]	

Observaciones	
----------------------	--

Prueba con gas de referencia (GN sintético / GN línea)

	Parámetro	Evidencia en Campo
Parámetros de prueba	Evaluación instalación-configuración (F1 / H1)	
	Evaluación sistema de muestreo (F1 / H2)	
	Evaluación gas de referencia (F2 / H1)	
	Flujo de gas de referencia al analizador:	[]
	P. gas de referencia antes de regulación:	[]

Lecturas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temp []										
Presión []										

Observaciones	
----------------------	--

Participantes	Por Productor:	
	Por Transportador:	
	Agente acompañante:	