

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	2
2. ALCANCE.....	2
3. RESPONSABLES.....	2
4. DEFINICIONES	3
5. UNIDADES DE MEDICIÓN	3
6. EQUIPOS	3
7. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD	4
8. INCERTIDUMBRE.....	6
9. REFERENCIAS	8

1. OBJETIVOS

Describir el procedimiento técnico para la medición de densidad de Gas Licuado de Petróleo usando hidrómetros a presión basado en la referencia API MPMS 9.2 *Standard Test Method for Density or Relative Density of Light Hydrocarbons by Pressure Hydrometer*.

Describir la estimación de incertidumbre asociada al proceso de medición de densidad del GLP mediante hidrómetros a presión.

2. ALCANCE

Este procedimiento describe el método de ensayo para la medición de densidad de Gas Licuado de Petróleo usando hidrómetros a presión basado en los lineamientos técnicos de la API MPMS 9.2.

Por último, se describe la estimación de incertidumbre asociada al proceso de medición de densidad usando hidrómetros a presión.

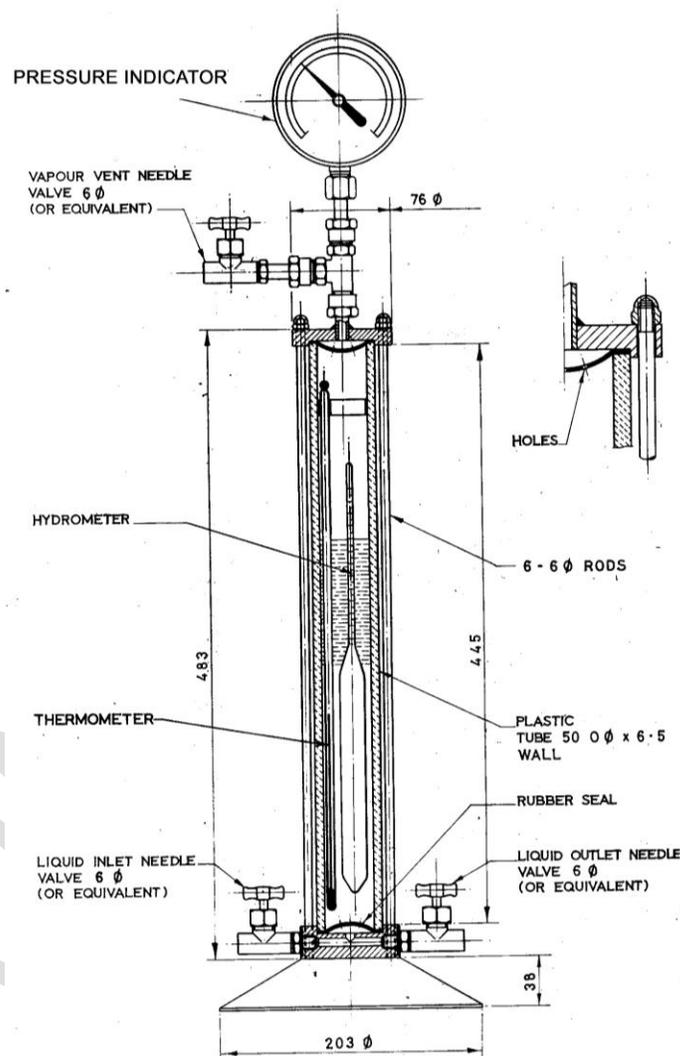
3. RESPONSABLES

Los responsables de este procedimiento técnico para la medición de densidad usando hidrómetros a presión son los operarios de planta, encargados de la manipulación y medición de densidad, así como supervisores, administradores y/o ingenieros de planta, funcionarios de NORGAS S.A. E.S.P. y sus filiales. Que demuestren ser competentes, calificados y autorizados para la operación de los equipos e instrumentos usados.

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

de control de temperatura debe ser capaz de mantener una estabilidad de temperatura de 0,25 °C de la temperatura del ensayo durante el tiempo de ejecución del ensayo. Este equipo no es obligatorio, se puede ejecutar el ensayo de medición de densidad sin el baño térmico aplicando la corrección por temperatura conforme a API a través del formato “Factores de corrección volumétrica”.

Figura 1. Hidrómetro a presión



Fuente: API MPMS 9.2. Figura 1.

7. PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD

A continuación, se describe una secuencia de actividades para la ejecución del método de ensayo y correcta medición de densidad utilizando como instrumento un hidrómetro a presión:

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

- 1) Como buena práctica, acostumbre periódicamente a limpiar el hidrómetro usando un alifático ligero como la acetona.
- 2) Inserte el hidrómetro y el termómetro en el cilindro de presión y tápelos con la placa de cubierta.
- 3) Conecte la línea de suministro del líquido a la válvula de entrada mediante accesorios adecuados de forma que una cantidad representativa de GLP pueda ser introducida dentro del cilindro. Asegúrese de que estas conexiones no tengan fugas.
- 4) Abra las válvulas de salida y venteo, y purgue las conexiones abriendo ligeramente la válvula de entrada, permitiendo que el producto fluya a través de la válvula de salida en la parte inferior del cilindro y la válvula de purga en la parte superior del cilindro.
- 5) Luego de haber purgado las conexiones, cierre las válvulas de salida y purga y abra la válvula de entrada, permitiendo que el líquido ingrese al cilindro hasta que esté lleno. Si es necesario, la válvula de ventilación se puede abrir ligeramente para permitir el llenado completo del cilindro, después de lo cual se cerrará.
- 6) Cuando se haya llenado el cilindro, cierre la válvula de entrada y abra las válvulas de salida y ventilación, permitiendo que el contenido del cilindro se extraiga completamente y la presión dentro del cilindro vuelva a la presión atmosférica.
- 7) Cierre las válvulas de salida y ventilación y abra la válvula de entrada, llenando el cilindro hasta un nivel en el que el hidrómetro flote libremente. Si es necesario para lograr este llenado puede ventilar el vapor a través de la válvula de venteo superior. Esta operación de purga se debe repetir para enfriar el cilindro lo suficiente como para permitir su funcionamiento sin necesidad de ventear gases que se generen.
- 8) Con todas las válvulas cerradas, examine el sistema en busca de fugas. En caso de detectar fugas, drene la muestra dentro del cilindro, reduzca la presión a la atmosférica y elimine las fugas. Luego repita el procedimiento garantizando que no existan fugas.
- 9) Desconecte el cilindro de presión del hidrómetro de la fuente de suministro de líquido y colóquelo sobre una superficie firme y nivelada y mientras el hidrómetro está flotando libremente¹.
- 10) Observe un punto ligeramente por debajo del plano de la superficie del líquido y luego eleve la línea de visión hasta que esta superficie, vista como una elipse, se convierta en una línea recta. Registre el punto donde esta línea corta la escala del hidrómetro, estimando la lectura del hidrómetro con una precisión de 1/5 de una división de escala. Una tarjeta blanca colocada detrás del cilindro justo debajo del nivel del líquido mejorará la visibilidad de la superficie.
- 11) Lea y registre la temperatura del líquido tomada del termómetro incorporado dentro del hidrómetro.

¹ Este ensayo puede realizarse en condiciones de ensayo de campo sin requerirse el uso de un baño a temperatura constante. Realizarlo bajo estas condiciones disminuye su precisión. En este caso, el cilindro debe purgarse y el resultado del ensayo descartarse si la presión se incrementa por encima de la presión manométrica de 1,4 MPa (200 psi).

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

- 12) Aplique las correcciones correspondientes a las lecturas observadas y reporte las lecturas corregidas con una precisión de 0,5 kg/m³ o 0,0005 de densidad relativa.
- 13) Para las correcciones, en caso de ser necesario, utilice el formato de corrección volumétrica para calcular la densidad relativa a 60 °F (Formato basado en la tabla la tabla 23 del API MPMS 11.2.4 para hidrómetros con escala de densidad relativa.
- 14) Los resultados medidos deben estar dentro de los valores de referencia del GLP, estos son el propano (en grado puro) y el butano (en grado puro).
- 15) Luego de terminar la ejecución del ensayo y las mediciones, vacíe el cilindro y colóquelo en un lugar seguro con ventilación adecuada para reducir su presión hasta la presión atmosférica.
- 16) Como buena práctica, acostumbre a limpiar el hidrómetro y la pared interna del cilindro de presión usando solventes como la acetona, alcohol isopropílico o diclorometano. Esto se debe realizar cada vez que por medio de inspección visual se detecte la necesidad o durante los mantenimientos preventivos programados. En caso de detectar empañamiento del material, agrietamientos, o rayaduras que comprometan tomar la medición de forma confiable reemplace el cilindro de presión.

8. INCERTIDUMBRE

La medición de densidad es un proceso de importancia en la industria del GLP, ya que ésta permite llevar la cantidad de producto a un estado termodinámico específico y así determinar parte de las propiedades fisicoquímicas del producto. Es el mecanismo para la conversión de volumen a masa para fines de inventario o liquidación.

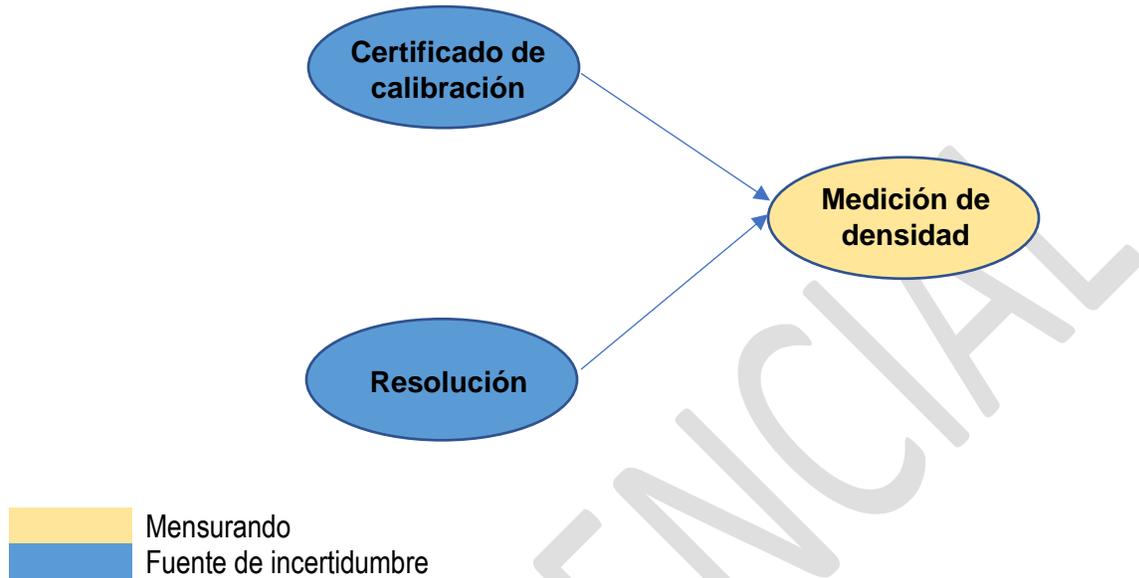
La densidad medida con un hidrómetro a presión asocia una incertidumbre. La incertidumbre de medición es un parámetro que caracteriza la duda sobre el resultado de medición. Normalmente se expresa como un porcentaje de la lectura (medida relativa), con un intervalo de confianza, que generalmente se asume con un factor de cobertura de $k=2$.

La incertidumbre de la medición para el hidrómetro asocia como fuentes de incertidumbre el certificado de calibración y la resolución del instrumento.

A continuación, se presenta el diagrama de árbol que asocia las fuentes de incertidumbre de la medición de densidad con hidrómetros a presión:

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

Figura 2. Diagrama de árbol de la medición de densidad con hidrómetro a presión



Descripción	Fuente de incertidumbre	Referencia o criterio aplicado	Símbolo	Distribución	Fórmula
Hidrómetro a presión	Resolución	Obtenida de la ficha técnica del fabricante	u_{res}	Tipo B. Rectangular	$\frac{u_{res}}{2\sqrt{3}}$
	Certificado de calibración	Obtenido del certificado de calibración vigente de la balanza	u_{calib}	Tipo B Normal k=2	$\frac{u_{calib}}{k}$

A continuación, estas fuentes de incertidumbre se combinan mediante:

$$u_c = \sqrt{\sum (c_i \cdot u_i)^2}$$

Donde c_i hace referencia a los coeficientes de sensibilidad, que para este caso corresponden a 1 para cada fuente de incertidumbre, es decir $c_i=1$.

Posterior, se estima la incertidumbre expandida - U, la cual es el producto entre la incertidumbre combinada, u_c por el factor de cobertura - k, donde el factor de cobertura es $k=2$.

$$U = u_c \cdot k$$

	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE DENSIDAD USANDO HIDRÓMETROS A PRESIÓN	Versión	1
		Fecha Elaboración	30/06/2022
		Código	AYG-MTT-0809

9. REFERENCIAS

- [1] CREG, Resolución CREG 237 de 2020 - Por la cual se adopta el Código de Medida de Gas Licuado de Petróleo, GLP, Bogotá D.C., 2021.
- [2] API, API MPMS 9.2 Standard Test Method for Density or Relative Density of Light Hydrocarbons by Pressure Hydrometer, Third Edition ed., 2012.

Manrique
Vo.Bo. Diego Manrique
Coordinador de metrología

CONFIDENCIAL