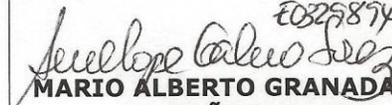


	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

### RELACIÓN DE VERSIONES

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	Emisión del documento	20/03/2013

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
<p><i>EO225874</i>  <b>MARIO ALBERTO GRANADA</b> CAÑAS VSM-GPS</p> <p> <b>DARÍO BUITRAGO PATIÑO</b> VIT-GOC</p> <p> <b>ELKIN MAURICIO CLARO MARTÍNEZ</b> VRP-GRB</p> <p><i>P/P</i>  <b>DIEGO ALEJANDRO SILVA RINCÓN</b> VRP-GRC</p> <p> <b>ANGELA PATRICIA ALVAREZ</b> VPR</p> <p>Grupo Extendido Especialidad Medición, Balances y Contabilización</p>	<p> <b>REYNALDO PRADA GRATERÓN</b> Líder Corporativo de Normas y Estándares</p>	<p> <b>NÉSTOR FERNANDO SAAVEDRA TRUJILLO</b> Vicepresidencia de Innovación y Tecnología</p>

Este documento es propiedad de ECOPETROL S.A. no debe ser copiado, reproducido y/o circulado sin su autorización

This document is property of ECOPETROL S.A. it shall not be copied, reproduced and/or circulated without authorization

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
<b>1. OBJETO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ALCANCE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. GLOSARIO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DOCUMENTOS DEROGADOS.....</b>	<b>4</b>
<b>5. REFERENCIAS NORMATIVAS .....</b>	<b>4</b>
<b>5.1. NORMATIVA INTERNA .....</b>	<b>4</b>
<b>5.2. NORMATIVA EXTERNA .....</b>	<b>6</b>
<b>6. CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>6</b>
<b>6.1. TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1.1. Por su forma .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1.2. Por el producto almacenado .....</b>	<b>9</b>
<b>7. DESARROLLO .....</b>	<b>9</b>
<b>7.1. MEDICIÓN MANUAL ESTÁTICA DE NIVEL EN TANQUES ATMOSFÉRICOS.....</b>	<b>9</b>
<b>7.1.1. Cintas de medición .....</b>	<b>10</b>
<b>7.1.2. Plomadas y varillas de medición .....</b>	<b>12</b>
<b>7.1.3. Dispositivos electrónicos portátiles de medición manual de nivel (cinta electrónica de medición de nivel de producto) (PEGD).....</b>	<b>13</b>
<b>7.1.4. Medición del nivel de producto y agua libre.....</b>	<b>13</b>
<b>7.1.5. Exactitud de la medición.....</b>	<b>14</b>
<b>7.1.6. Incertidumbre de las mediciones en un tanque.....</b>	<b>14</b>
<b>7.1.6.1. Exactitud de la tabla de aforo .....</b>	<b>14</b>
<b>7.1.6.2. Movimiento del fondo .....</b>	<b>15</b>
<b>7.1.6.3. Tubo de quietamiento (tubo de aforo, tubo de medición) en tanques .....</b>	<b>15</b>
<b>7.1.6.4. Cambios en la altura del punto de referencia .....</b>	<b>15</b>
<b>7.1.6.5. Plato de medición (datum plate) .....</b>	<b>16</b>
<b>7.1.6.6. Fuentes adicionales de incertidumbre.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1.7. Precauciones operativas.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2. MEDICIÓN MANUAL ESTÁTICA DE NIVEL EN TANQUES PRESURIZADOS.....</b>	<b>17</b>
<b>7.3. MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE NIVEL EN TANQUES (MAN) .....</b>	<b>18</b>
<b>7.3.1. Medición de nivel electromecánica por flotador.....</b>	<b>19</b>
<b>7.3.2. Medición de nivel electromecánica por desplazador Servo-operado.....</b>	<b>20</b>

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b> <b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA</b> <b>CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>

<b>7.3.3. Medición de nivel por radar .....</b>	<b>21</b>
<b>7.3.4. Medición de nivel por ultrasonido .....</b>	<b>21</b>
<b>7.4. SISTEMAS HÍBRIDOS DE MEDICIÓN DE TANQUES .....</b>	<b>22</b>
<b>7.5. VERIFICACION Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE NIVEL ....</b>	<b>22</b>
<b>8. CONTINGENCIAS.....</b>	<b>22</b>
<b>9. REGISTROS.....</b>	<b>23</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>23</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>23</b>

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

## 1. OBJETO

Describir los procedimientos para la determinación de nivel y de agua libre en tanques de almacenamiento atmosférico y presurizado, mediante medición estática (manual) y medición automática de nivel, para asegurar metrológicamente la confiabilidad y trazabilidad de las liquidaciones e inventarios de productos.

## 2. ALCANCE

Aplica a todas las áreas operativas que requieran determinar el contenido volumétrico neto de hidrocarburo a condiciones estándar en tanques de almacenamiento para transferencia de custodia, control de inventarios y fiscalización de petróleo y sus derivados en condiciones estáticas. Cubre desde la determinación de la altura del líquido de hidrocarburo y agua libre, hasta el cálculo del volumen neto de hidrocarburo almacenado en el tanque.

## 3. GLOSARIO

Para una mayor comprensión de este documento consulte el Manual de Medición de Hidrocarburos y Biocombustibles de ECOPETROL (MMH) — Capítulo 1. Condiciones Generales y Vocabulario, Numeral 2 Glosario.

## 4. DOCUMENTOS DEROGADOS

- ECP-VSM-M-001-03 Manual de Medición de Hidrocarburos Capítulo 3 Medición Estática.

## 5. REFERENCIAS NORMATIVAS

### 5.1. NORMATIVA INTERNA

En la elaboración de este documento se referencian los siguientes documentos de ECOPETROL S.A.:

<b>CÓDIGO CNE</b>	<b>CODIGO ANTIGUO</b>	<b>TÍTULO</b>
ECP-VIN-P-MBC-FT-014	ECP-PMC-F-023	Tiquete de Medición Estática de Tanques para Crudos.
ECP-VIN-P-MBC-FT-015	ECP-PMC-F-024	Tiquete de Medición Estática de Tanques para Refinados.
ECP-VIN-P-MBC-FT-016	ECP-PMC-F-025	Liquidación volumétrica de GLP por Medición Estática.
ECP-VIN-P-MBC-FT-017	ECP-PMC-F-026	Formato de Verificación para Cintas Métricas de Medición.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

ECP-VIN-P-MBC-FT-018	ECP-PMC-F-027	Formato de Inspección Física y Visual para Cintas de Medición.
ECP-VIN-P-MBC-FT-019	ECP-PMC-F-028	Formato de Sticker para Verificación de Cintas de Medición.
ECP-VIN-P-MBC-FT-031	No aplica	Revisión Tablas de Aforo.
ECP-VIN-P-MBC-MT-001	ECP-VSM-M-001	Manual de Medición de Hidrocarburos y Biocombustibles. Capítulo 1 — Condiciones Generales y Vocabulario.
ECP-VIN-P-MBC-MT-002	ECP-VSM-M-001-02	Manual de Medición de Hidrocarburos Capítulo 2 Calibración de Tanques.
ECP-VIN-P-MBC-MT-007	ECP-VSM-M-001-07	Manual de Medición de Hidrocarburos - Capítulo 7. Determinación de Temperatura.
ECP-VIN-P-MBC-MT-012	ECP-VSM-M-001-12	Manual de Medición de Hidrocarburos y Biocombustibles Capítulo 12 — Cálculo de Cantidades de Petróleo.
ECP-VIN-P-MBC-PT-061	ECP-VSM-P-061	Procedimiento para la Verificación de Tablas de Aforo.
ECP-VIN-P-MBC-PT-014	ECP-VSM-P-014	Procedimiento para la Medición de Temperatura de Hidrocarburos y Biocombustibles en Tanques de Almacenamiento y Sistemas de Medición Dinámica.
ECP-VIN-P-MBC-PT-015	ECP-VSM-P-015	Procedimiento para Medición de Nivel en Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos y Biocombustibles.
ECP-VIN-P-MBC-PT-016	ECP-VSM-P-016	Procedimiento para Muestreo de Hidrocarburos y Biocombustibles Líquidos en Tanques de Almacenamiento Atmosféricos.
ECP-VIN-P-MBC-PT-017	ECP-VSM-P-017	Procedimiento para Medición y Liquidación de Hidrocarburos y Biocombustibles Líquidos en Tanques Atmosféricos.
ECP-VIN-P-MBC-PT-018	ECP-VSM-P-018	Procedimiento para la Medición de Hidrocarburos y Biocombustibles Líquidos en Carrotanques Atmosféricos.
ECP-VIN-P-MBC-PT-023	ECP-VSM-P-023	Procedimiento para Medición Estática y Liquidación Volumétrica de Hidrocarburos en Tanques Presurizados.
ECP-VIN-P-MBC-PT-024	ECP-VSM-P-024	Procedimiento para Ajuste y Verificación de la Medición Automática de Nivel (MAN) en Tanques de Almacenamiento.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

ECP-VIN-P-MBC-PT-030	ECP-VSM-P-030	Procedimiento para Verificación de Cintas de Medición.
ECP-VST-P-MBC-ET-002	NO APLICA	Estándar de Sistemas Híbridos de Medición de Tanques (SHMT).

## 5.2. NORMATIVA EXTERNA

### **AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API)**

API MPMS 3.1A	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3.1A - Standard Practice for the Manual Gauging of Petroleum and Petroleum Products.
API MPMS 3.1B	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3 - Tank Gauging Section 1B - Standard Practice for Level Measurement of Liquid Hydrocarbons in Stationary Tanks by Automatic Tank Gauging.
API MPMS 3.2	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3—Tank Gauging Section 2—Standard Practice for Gauging Petroleum and Petroleum Products in Tank Cars.
API MPMS 3.3	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3—Tank Gauging Section 3—Standard Practice for Level Measurement of Liquid Hydrocarbons in Stationary Pressurized Storage Tanks by Automatic Tank Gauging.
API MPMS 3.4	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3 - Tank Gauging Section 4 - Standard Practice for Level Measurement of Liquid Hydrocarbons on Marine Vessels by Automatic Tank Gauging.
API MPMS 3.6	Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 3—Tank Gauging Section 6—Measurement of Liquid Hydrocarbons by Hybrid Tank Measurement Systems.

## 6. CONDICIONES GENERALES

Las lecturas de la medición de nivel de petróleo y agua libre en un tanque atmosférico, se comparan con las alturas de la tabla de aforo del tanque con el propósito de determinar el volumen total observado (TOV) del hidrocarburo y/o biocombustible almacenado y del agua libre. Al volumen total observado se aplican varios factores de corrección para calcular el volumen bruto estándar (GSV) y el volumen neto estándar (NSV); para mayor información acerca de la liquidación de volúmenes consulte el MMH Capítulo 12.

El proceso de medición estática requiere de una serie de condiciones mínimas para que la incertidumbre sea la menor posible; entre otras:

- El hidrocarburo contenido en el tanque debe encontrarse en condiciones de reposo total (estático). Antes de tomar medidas de un tanque, todas las válvulas de entrada y salida, drenajes, balances deben estar cerradas para prevenir pases o desplazamientos de productos desde o hacia otros tanques u otros sistemas.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

- La cinta de trabajo y la cinta de referencia debe encontrarse en buen estado y contar con el certificado de verificación según procedimiento corporativo ECP-VSM-P-030 Procedimiento para verificación de cintas de medición.
- Los tanques de almacenamiento deben encontrarse en buen estado y contar con las tablas de calibración (aforo) vigentes (ver MMH Capítulo 2).
- Para la determinación de la temperatura del producto y ambiente, se debe utilizar un termómetro con certificado de verificación y calibración vigente. Ver procedimiento corporativo ECP-VIN-P-MBC-PT-014 Procedimiento para Medición de Temperatura de Hidrocarburos y Biocombustibles en Tanques de Almacenamiento y Sistemas de Medición Dinámica.
- Para la determinación de las especificaciones de calidad se debe tomar una muestra representativa del hidrocarburo contenido en el tanque de almacenamiento. Ver procedimiento corporativo ECP-VIN-P-MBC-PTP-016 Procedimiento para Muestreo en Tanques de Almacenamiento.
- Para la determinación del volumen de hidrocarburo contenido en tanque se debe seguir el procedimiento corporativo ECP-VIN-P-MBC-PTP-017 Procedimiento para medición y liquidación de hidrocarburos y biocombustibles líquidos en tanques atmosféricos Procedimiento.
- Todo equipo utilizado para la medición debe estar verificado y en buenas condiciones físicas y mecánicas.
- Para la medición de líquidos oscuros (crudos, asfaltos o combustóleos) se recomienda utilizar una cinta clara o revestida de cromo. Para líquidos claros (crudos, refinados y biocombustibles, etc.), se recomienda utilizar una cinta oscura o una cinta clara recubierta con una pasta reveladora.
- En tanques de techo cónico debe evitarse la medición con más de dos (2) personas sobre el techo para evitar que la altura de referencia cambie con el peso de las personas. Si ello fuere inevitable, se debe verificar que la altura de referencia no cambie.
- Antes de medir un tanque de techo flotante debe drenarse totalmente el agua que esté localizada en el techo para que no afecte la exactitud de la medición al cambiar el peso total del techo.
- No se debe realizar la medición en la zona crítica de un tanque de techo flotante por existir en esta zona alta incertidumbre.
- Se debe usar la misma cinta y plomada para la medición inicial y final para una transferencia de producto y el mismo punto de medición.
- Las personas que realizan mediciones de nivel de hidrocarburos en los tanques, están en la obligación de informar sobre la pérdida de cualquier objeto en el interior del tanque (trapos, muestreadores, etc.).
- Es recomendable e importante mantener drenados los tanques, para que la cantidad de agua libre sea mínima y no sea transferida en las entregas.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

## 6.1. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los tanques de almacenamiento de hidrocarburos son recipientes fabricados generalmente en acero, los cuales pueden ser cilíndricos verticales, cilíndricos horizontales o esféricos. Un tanque se considera que es atmosférico cuando está diseñado para contener un producto con presión de vapor Reid (RVP) menor a los 15 psia. Se considera que un tanque es presurizado cuando la presión (RVP) es igual o superior a los 15 psia.

El área donde se instala el tanque debe tener un dique de contención con capacidad de 1,5 veces la capacidad volumétrica del tanque. Los tanques se pueden clasificar de la siguiente manera:

### 6.1.1. Por su forma

#### a. Tanque Cilíndrico Vertical con Techo Cónico

Por la forma de construcción, el techo es fijo y tiene forma cónica positiva. Está sostenido por un soporte que o bien llega al fondo del tanque o que se apoya sobre las paredes del mismo. Estos tanques deben estar equipados de respiraderos y/o válvulas de presión y vacío. La desventaja de este tipo de diseño es que para tanques de mediano y gran volumen, el techo debe soportarse sobre columnas que dificultan la instalación de una membrana flotante.

#### b. Tanque Cilíndrico Vertical con Techo Flotante

Estos tanques se construyen de forma que el techo flota sobre la superficie del producto, minimizando la formación de vapores. Los techos flotantes son en la actualidad los más usados puesto que reducen las pérdidas por evaporación.

#### c. Tanque Cilíndrico Vertical con Techo Geodésico

Es un tanque cuyo techo es fijo y tiene forma de domo o cúpula geodésica. La ventaja de este diseño es que el techo es auto-portante, es decir, no necesita columnas de soporte y por tanto no se necesitaría perforar la membrana en el caso de instalarse.

#### d. Tanque de Techo Fijo con Membrana Flotante

Las membranas se instalan en tanques de techo fijo con el fin de minimizar las pérdidas por evaporación. La membrana debe ser diseñada y construida de forma que flote sobre la superficie del producto almacenado, disminuyendo las pérdidas por la evaporación del producto.

#### e. Tanques Cilíndricos Horizontales (Tabacos)

Se usan generalmente para almacenar productos con una presión de vapor relativamente alta, es decir, con gran tendencia a emitir vapores o vaporizarse totalmente a la temperatura ambiente.

#### f. Tanques Esféricos

Generalmente no tienen componentes estructurales internos. Normalmente se instalan soportados sobre columnas externas, de modo que la totalidad del tanque se encuentra por encima del nivel del piso. Su ventaja es que soportan mayor presión que los cilíndricos. Se usan generalmente para almacenar productos con una presión de vapor alta, es decir, con gran tendencia a emitir vapores o

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado 20/03/2013</b>	<b>Versión: 1</b>

vaporizarse totalmente a la temperatura ambiente como el gas licuado del petróleo, gas natural licuado y el propileno.

### g. Tanques de Domo

La Figura 1 muestra los tipos de tanques usados para almacenar hidrocarburos y biocombustibles.



**Figura 1. Tipos de Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos.**

#### 6.1.2. Por el producto almacenado

- Para crudos.
- Para productos refinados.
- Para GLP.
- Para residuos.
- Para biocombustibles.
- Para petroquímicos.

## 7. DESARROLLO

### 7.1. MEDICIÓN MANUAL ESTÁTICA DE NIVEL EN TANQUES ATMOSFÉRICOS

Existen dos formas de medición que se utilizan para obtener una medición de nivel: a fondo y a vacío.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

En la **medición a fondo** se determina la distancia vertical desde el punto de medición en la platina de fondo del tanque hasta el nivel del líquido. La medición a fondo es una determinación directa del nivel de líquido en el tanque. El nivel de agua libre se determina midiendo la distancia vertical desde el punto de medición en la platina de fondo hasta la línea de corte de la interfase agua/producto.

En la **medición a vacío**, el nivel de producto se determina deduciendo a la altura de referencia la distancia vertical medida desde el punto de referencia en la boquilla del tanque hasta la superficie del líquido. De igual forma, el nivel de agua libre se determina deduciendo de la altura de referencia, la distancia vertical medida desde el punto de referencia en la boquilla hasta la línea de corte de interfase agua/producto. Este es un método indirecto de determinación del nivel.

Teóricamente los dos métodos son igualmente exactos con respecto a la medición de nivel. El método de medición a vacío elimina los efectos de las imperfecciones en la platina de fondo (datum plate) y la acumulación de elementos extraños en ella. Adicionalmente se evita la deformación de la plomada cada vez que esta golpea la platina de medición. Cuando se utiliza el método de medición a vacío se debe verificar periódicamente la altura de referencia del tanque, con el propósito de confirmar que no haya cambiado. Para realizar las mediciones de nivel use el procedimiento corporativo ECP-VIN-P-MBC-PT-015 Procedimiento para medición de nivel en tanques de almacenamiento de hidrocarburos y biocombustibles.

#### **7.1.1. Cintas de medición**

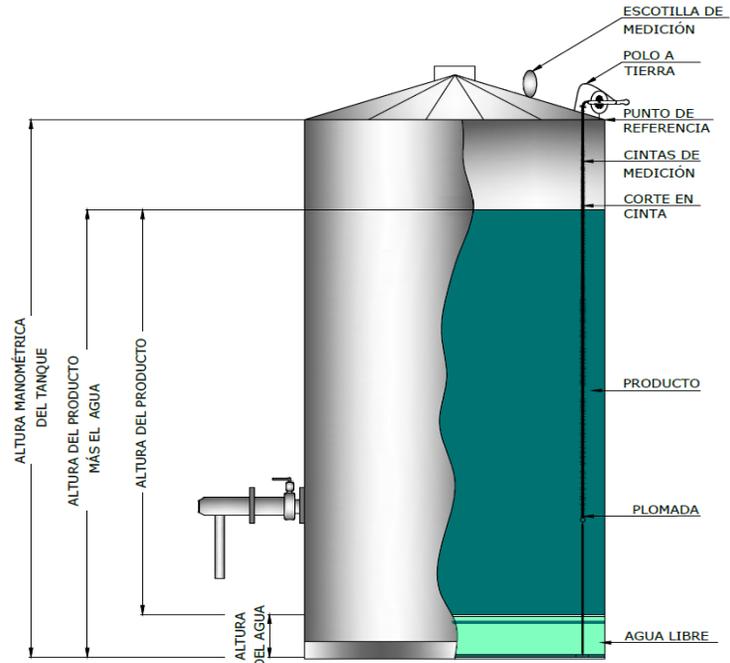
Para la medición de nivel de líquido (a fondo o a vacío), se requiere de cintas graduadas que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Material: acero o material resistente a la corrosión. El acero debe tener un coeficiente de expansión térmico similar al acero del tanque.
- Longitud: debe estar acorde con la altura del tanque a ser medido.
- Espesor: el área de sección transversal de la cinta debe ser tal que cuando la cinta esté en una posición horizontal sobre una superficie plana no se estire más de 0,0075% cuando es tensionada por una fuerza de 44 N (10 lb-f).
- Carcasa: el carrete y manivela deben estar contruidos de un material resistente y durable. Deben estar ensambladas en una cubierta protectora.
- Extremo libre: debe estar provisto de un gancho o broche con cierre automático u otro dispositivo de retención, para sujetarlo al ojo de la plomada. La unión entre la cinta y el gancho debe ser de tipo giratorio para disminuir la torsión sobre la cinta.
- La escala de la cinta de medición debe estar en metros, centímetros y milímetros.
  - Cinta de fondo: la punta de la plomada será el punto cero de la escala.
  - Cinta de vacío: el cero de la escala está en el punto de contacto entre el gancho y el ojo de la plomada.

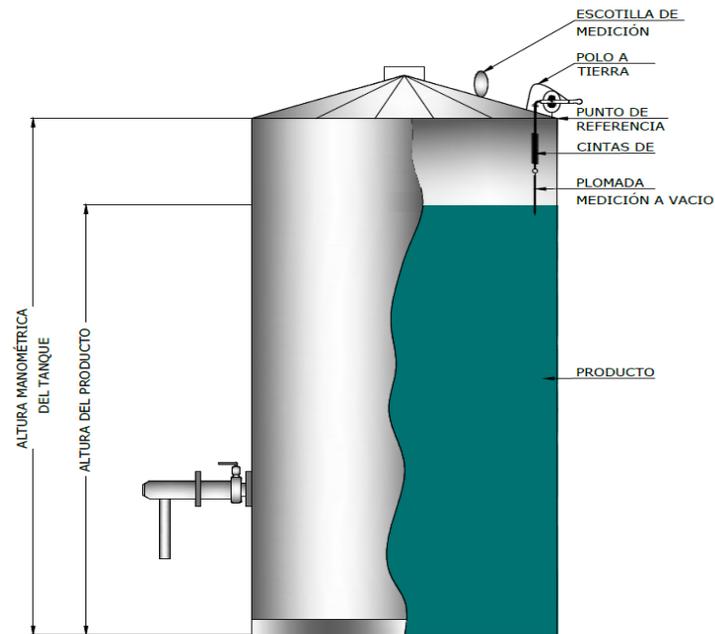
**Nota:** no se deben usar cintas dobladas, rotas o con la escala ilegible.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado 20/03/2013</b>	<b>Versión: 1</b>

Las Figuras 2a) y 2b) muestran los esquemas de medición manual de tanques a fondo y a vacío respectivamente.



2a) Medición de Nivel a Fondo.



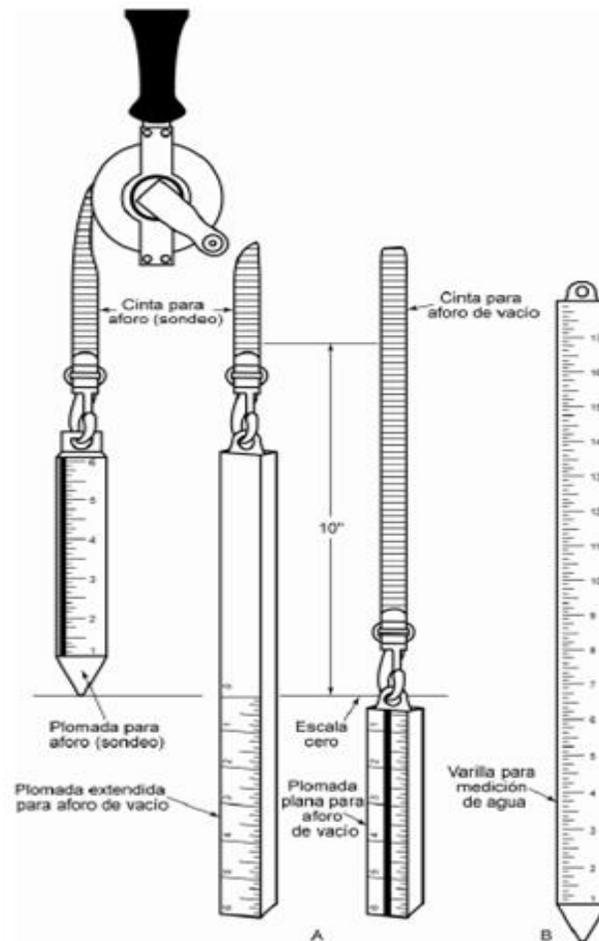
2b) Medición de Nivel a Vacío.

**Figura 2. Esquemas de Medición Manual a Fondo y a Vacío de Tanques.**

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

### 7.1.2. Plomadas y varillas de medición

Se requieren plomadas graduadas cilíndricas o prismas cuadrangulares o varillas para medición de agua (ver Figuras 3a y 3b) que cumplan con las siguientes especificaciones:



3a) Cintas de medición      3b) Varilla para medición de agua.  
Fuente: API MPMS Capítulo 3.1 A Medición Estática.

#### Figura 3. Plomadas y Varillas de Medición.

- Material: No genera chispay resistente a la corrosión (generalmente en bronce).
- Longitud: 15 cm (6"), 30 cm (12") ó 45 cm (18").
- Peso: mínimo **20 onzas** y máximo  $2\frac{3}{8}$  de libra.
- Ojo: parte integral de la plomada o varilla; preferiblemente con un refuerzo templado para evitar desgaste.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

- Escala:

- Plomadas y varillas para medición a fondo graduadas en centímetros con subdivisiones de 1 mm y con el punto cero de la escala en la punta de la plomada.
- Plomadas para medición a vacío graduadas en centímetros con subdivisiones de 1 mm y con el punto cero de la escala en la parte interna del ojo.

**Plomada extendida o varilla extendida:** se usa cuando la cantidad de agua libre y/o sedimento esperada en el tanque es alta (ver Figura 3).

### **7.1.3. Dispositivos electrónicos portátiles de medición manual de nivel (cinta electrónica de medición de nivel de producto) (PEGD)**

El dispositivo electrónico portátil de medición manual de nivel, también se denomina dispositivo portátil de medición electrónica o cinta portátil de medición electrónica y se usa para la medición a vacío del producto y del agua libre. Debe estar certificado metrológicamente por un organismo autorizado y tener certificado vigente. Debe tener certificación para ser usado en ambientes con atmósferas inflamables y con líquidos que acumulan cargas estáticas (explosión proof o intrínsecamente seguro).

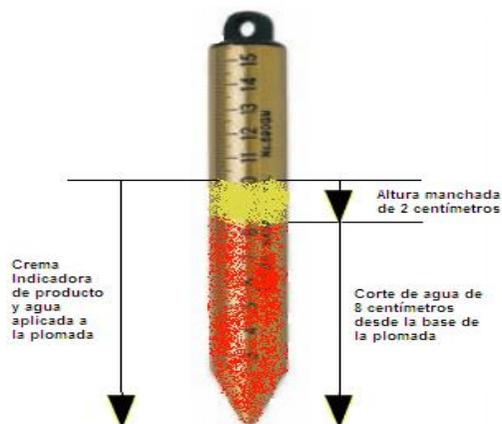
El dispositivo electrónico portátil de medición manual de nivel debe cumplir como mínimo la misma precisión que la especificada para una cinta manual. Para tanques atmosféricos el dispositivo electrónico portátil de medición manual de nivel puede ser usado directamente en la escotilla de medición. Para tanques inertizados y tanques presurizados se requiere el uso de válvulas de bloqueo de vapor las cuales deben ser compatibles con el punto de conexión del tanque.

### **7.1.4. Medición del nivel de producto y agua libre**

Para la determinación del nivel de producto y agua libre se debe seguir el procedimiento corporativo ECP-VIN-P-MBC-PT-015 Procedimiento para Medición de Nivel en Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos y Biocombustibles. Para realizar la medición manual del volumen de líquido y agua libre almacenados en tanques se debe tener en cuenta:

- Los productos refinados de color claro deben medirse con una cinta cubierta con una capa delgada de pasta reveladora, para poder establecer con claridad el corte sobre la cinta o plomada (según sea el método) y determinar con exactitud el nivel de producto en el tanque (ver Figura 4).
- La pasta reveladora de agua se utiliza para indicar la interfase petróleo-agua. Lo que permite determinar el nivel de agua libre. Se recomienda usar el método de medición a fondo. Es recomendable e importante mantener drenados los tanques, de tal forma, que la cantidad de agua libre siempre sea mínima (máximo 5 cm. de agua).
- Pasta indicadora de producto: para productos volátiles el nivel de líquido no se puede leer en la cinta o plomada (según sea el método) y se debe usar pasta para producto con el fin de determinar claramente el corte sobre la cinta.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1



**Figura 4. Lectura del Corte de Agua en una Plomada de Fondo.**

#### **7.1.5. Exactitud de la medición**

Las cintas nuevas deben inspeccionarse en toda su longitud para determinar que los números y las divisiones entre los incrementos sean legibles. La precisión de la cinta de trabajo y su plomada adjunta debe verificarse mediante la comparación con un dispositivo de medición de referencia (cinta de referencia) que haya sido certificada, o sea trazable a un patrón nacional o internacional (API MPMS 3.1A Apéndice A). El conjunto cinta y plomada deberá inspeccionarse diariamente, o antes de cada uso para asegurarse que el desgaste en el broche de la cinta, el ojo de la plomada o la punta de la plomada no introduce errores cuando se lee la escala de la cinta. La cinta también debe inspeccionarse en busca de dobleces. Si la cinta tiene dobleces se debe verificar para determinar si su exactitud está dentro del rango permitido.

Existen dos formas de verificar las cintas de medición: método horizontal y método vertical (ver procedimiento ECP-VSM-P-030 Procedimiento para verificación de cintas de medición). La verificación debe realizarse mensualmente. La verificación metrológica se debe realizar una vez al año preferiblemente por el método horizontal.

El PEGD debe tener una precisión igual o mejor que una cinta manual certificada. Se verificará de la misma forma que se verifican las cintas manuales.

#### **7.1.6. Incertidumbre de las mediciones en un tanque**

Las lecturas de la medición y las tablas de aforo del tanque, se utilizan para determinar el volumen total observado (TOV) del líquido contenido en el tanque. La exactitud del TOV está limitada por la exactitud inherente a la tabla de aforo del tanque y a las mediciones de nivel realizadas en el tanque, independientemente del equipo de medición utilizado.

##### **7.1.6.1. Exactitud de la tabla de aforo**

El MMH Capítulo 2 describe los métodos y procedimientos utilizados para calibrar un tanque, así como los procedimientos de cálculo utilizados para desarrollar un conjunto de tablas de aforo con base en los datos de calibración del mismo. Las tablas de aforo del tanque generadas a partir de estos procedimientos incluyen imprecisiones inherentes debido a:

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

- a. Calibración de la cinta de medición de anillos.
- b. Expansión térmica de la cinta de medición de anillos.
- c. Tensión de la cinta de medición de anillos.
- d. Corrección por la expansión de la pared debido a la columna de líquido (cabeza estática).
- e. Medición del espesor de la placa de pared.
- f. Cálculo de material inútil.
- g. Otros factores.

Los errores originados a causa de dichas imprecisiones pueden derivar en la sobreestimación o subestimación de la cantidad de errores.

#### **7.1.6.2. Movimiento del fondo**

El fondo de un tanque puede deformarse hacia el cimientado en el que se encuentra soportado, por el peso del contenido del tanque. Esta deformación puede ser permanente (asentamiento) o elástica (actuando como un diafragma). Generalmente cuando el tanque se llena, la sección del fondo adyacente a las paredes del tanque se mueve hacia arriba por causa de la deflexión angular de la estructura del tanque. A medida que se aleja de las paredes, el fondo del tanque queda inmóvil. En el centro, el fondo del tanque se mueve hacia abajo. La cantidad de movimiento depende de la fuerza compresiva del cimientado y de la forma del fondo del tanque.

#### **7.1.6.3. Tubo de aquietamiento (tubo de aforo, tubo de medición) en tanques**

Los tanques, especialmente los de techo flotante, frecuentemente están equipados con tubos de aforo fijos. El extremo inferior del tubo puede servir para fijar la platina de medición. Sin embargo, un movimiento vertical del tubo hará que tanto el punto de referencia, como la platina de medición se desplacen también verticalmente. Este movimiento causa errores en la altura del líquido en el tanque. Para que un tubo de aquietamiento quede bien instalado, tener en cuenta:

- a. El diámetro mínimo recomendado de un tubo perforado o ranurado es de 20 cm (8"). Se puede usar diámetro de 6", asegurando que exista suficiente espacio para efectuar el muestreo manual.
- b. El extremo inferior del tubo debe quedar dentro de 30 cm (12") del fondo del tanque.
- c. Debe tener una guía en la parte superior y no estar sujeto de manera rígida.
- d. Debe tener dos filas de ranuras o perforaciones ubicadas opuestamente, los cuales comienzan en el extremo inferior y continúan por encima del máximo nivel de líquido en el tanque. El tamaño típico de las ranuras es de 2,5 cm (1") de ancho y 25 cm (10") de largo. El diámetro típico de las perforaciones es de 5 cm (2").
- e. La medida de un tanque no debe tomarse en un tubo de aforo sin perforaciones o ranuras, ya que el nivel de líquido no es igual al nivel de líquido fuera del tubo.

#### **7.1.6.4. Cambios en la altura del punto de referencia**

La deflexión angular de la pared del tanque podría hacer que la platina de medición y/o el punto de referencia para aforo se muevan hacia arriba cuando cualquiera de ellos está conectado en forma rígida al tramo inferior de la pared del tanque. Al aumentar la columna de líquido las láminas de los anillos

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

superiores se mueven hacia abajo como resultado de la contracción del acero perpendicular a la expansión de la pared.

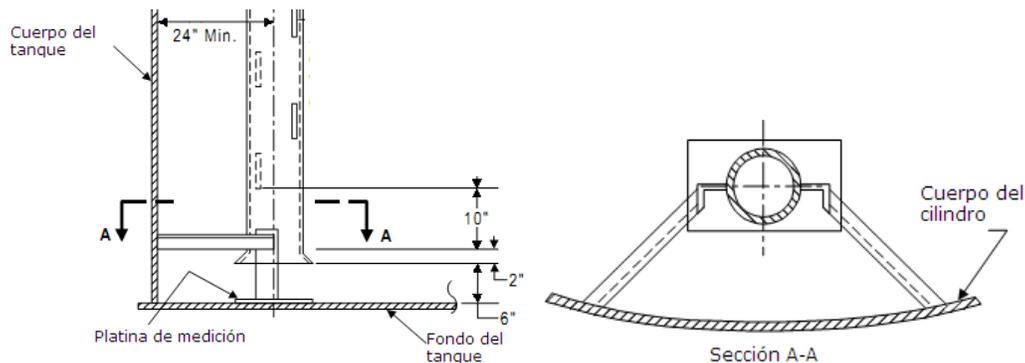
#### 7.1.6.5. Plato de medición (datum plate)

Si un tanque tiene platina o plato de medición, la misma puede estar:

- Fijada al fondo del tanque.
- Fijada a la esquina en la que juntan la pared y el fondo del tanque.
- Situada directamente en la parte inferior del tubo de aquietamiento.

No hay normativa específica sobre la ubicación de la platina de medición, ya que la ubicación de la misma depende del diseño del tanque y de las características del producto almacenado (ejemplo: formación de depósitos de agua libre o sedimentos). Sin embargo, el punto central del plato de medición debe localizarse entre 45 cm (18") y 80 cm (30") de la pared del tanque, la platina debe estar localizada directamente debajo del punto de referencia, en la línea vertical correspondiente a dicho punto en la escotilla de medición. Se debe dejar un espacio libre entre el extremo inferior del tubo de aquietamiento y la platina de medición.

A manera de guía general sobre la ubicación de la platina para productos refinados en un tanque con tubo de aquietamiento, ver Figura 5.



Fuente: EXXON BEST PRACTICE.

**Figura 5. Ubicación del Plato de Medición en el Fondo del Tanque.**

#### Notas:

- Los movimientos del fondo del tanque pueden originar así mismo movimientos en el plato de medición.
- Los platos que estén fijados rígidamente a la pared del tanque y que se proyectan hacia afuera, se moverán hacia arriba cuando el tanque está lleno, debido a la deflexión angular de la pared del

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

tanque. En la mayoría de los casos la deflexión angular de la pared del tanque deja de causar movimientos del fondo a aproximadamente 45 a 60 cm de la pared del tanque.

- 3) La platina de medición instalada en el extremo del tubo de aquietamiento se moverá conjuntamente con cualquier movimiento de éste.

#### **7.1.6.6. Fuentes adicionales de incertidumbre**

- a. Expansión de las láminas del tanque por efecto de la columna de líquido.
- b. Movimiento del fondo del tanque.
- c. Movimiento del tubo de aquietamiento.
- d. Cambios en la altura del punto de referencia.
- e. Movimiento o deterioro del plato de medición.
- f. Incrustaciones en las paredes del tanque o depósitos de material en el fondo.
- g. Expansión o contracción térmica de las láminas del tanque y del tubo de aforo.
- h. Verticalidad del tanque.

#### **7.1.7. Precauciones operativas**

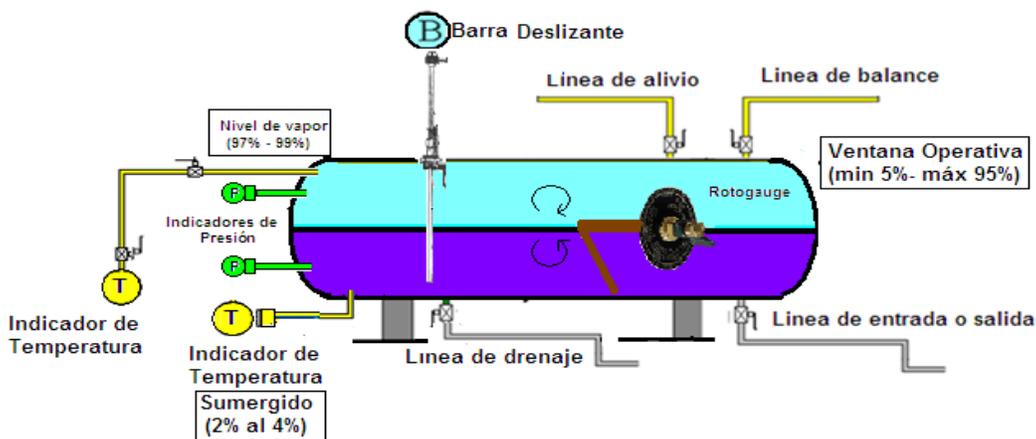
La exactitud global de la medición estática de nivel puede ser influenciada por los siguientes aspectos operativos usados en la transferencia de hidrocarburos líquidos desde o hacia un tanque:

- a. Fugas.
- b. Desplazamiento de líneas.
- c. Mezcladores o agitadores internos.
- d. Drenado de agua.
- e. Aire o espuma en el líquido.
- f. Escotilla de medición cerrada.
- g. Desplazamiento del techo o membrana flotante.
- h. Fondos.
- i. Determinación de temperatura y muestreo.

### **7.2. MEDICIÓN MANUAL ESTÁTICA DE NIVEL EN TANQUES PRESURIZADOS**

La medición estática en tanques presurizados es un proceso que requiere una serie de condiciones mínimas para que la incertidumbre sea la menor posible. Consulte el ECP-VSM-P-023 Procedimiento Para Medición Estática y Liquidación Volumétrica de Hidrocarburos en Tanques Presurizados, donde se detalla el procedimiento de medición y liquidación.

Los elementos y actividades incluidas en el proceso se detallan a continuación (ver Figura 6):



**Figura 6. Elementos de un Tanque Presurizado.**

- 1) El fluido contenido en el tanque, debe encontrarse en condiciones de quietud y/o reposo total.
- 2) El nivel de líquido se puede determinar por medición manual con Rotogauge, tubo o varilla deslizante:
  - El Rotogauge (medidor rotatorio de nivel), indica el porcentaje de líquido en el tanque. Consiste en un tubo buzo curvado (en forma de L) que gira accionado manualmente desde el exterior. Su extremo interno está abierto, mientras que el externo termina en una válvula o llave de venteo que incorpora una flecha indicadora deslizante sobre un dial de medición. Para operarlo se abre la válvula de venteo y se gira lentamente el tubo de nivel del espacio de vapor al espacio de líquido del tanque. La diferencia en el perfil de la descarga indica cuando se ha llegado al nivel de líquido.
- 3) Los tanques de almacenamiento deben estar en buen estado y contar con tablas de aforo vigentes.

### **7.3. MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE NIVEL EN TANQUES (MAN)**

Este equipo mide continuamente el nivel del líquido dentro de un tanque y transmite esta señal a un dispositivo de lectura que puede ser local y/o remoto. El equipo puede ser de tecnología intrusiva o no.

El equipo debe soportar todas las condiciones operacionales, climáticas y clasificación de áreas a las cuales va a estar expuesto. Todas las partes de un equipo de MAN que estén en contacto con el producto o con sus vapores, deben ser compatibles entre sí para evitar la contaminación del producto y/o corrosión del equipo.

En transferencia de custodia se debe dejar el tiempo de reposo establecido antes de tomar las lecturas inicial y final de nivel para la liquidación volumétrica (API MPMS 3.1A).

El equipo debe tener seguridad por hardware y software contra intentos de ajuste no autorizados o mal intencionados. Deberá tener las facilidades para instalar sellos protectores.

La precisión intrínseca o certificada de fábrica de un equipo de medición automático de nivel de tanques (MAN), debe ser de  $\pm 1$  mm dentro de todo el rango de operación del equipo y el nivel de incertidumbre

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>		
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

referenciado no debe exceder 0,5 mm con el equipo debidamente calibrado. La precisión total de un equipo de MAN para transferencia de custodia no debe sobrepasar de  $\pm 4$  mm una vez que esté instalado, en servicio y se tengan en cuenta los efectos de la instalación, de las condiciones operacionales, las propiedades fisicoquímicas y/o eléctricas del producto. Para servicio de control de inventarios la exactitud debe estar dentro de  $\pm 25$  mm.

Existen diferentes tecnologías para la medición automática de nivel de un líquido, tales como:

- a. Medición de nivel electromecánica por flotador.
- b. Medición de nivel electromecánica por desplazador servo-operado.
- c. Medición de nivel por radar.
- d. Medición de nivel por ultrasonido.
- e. Medición de nivel por presión.
- f. Medición de nivel por radiación gamma.
- g. Medición de nivel por efecto capacitivo.
- h. Medición de nivel por efecto magnetostrictivo.
- i. Medición de nivel por microondas guiadas.

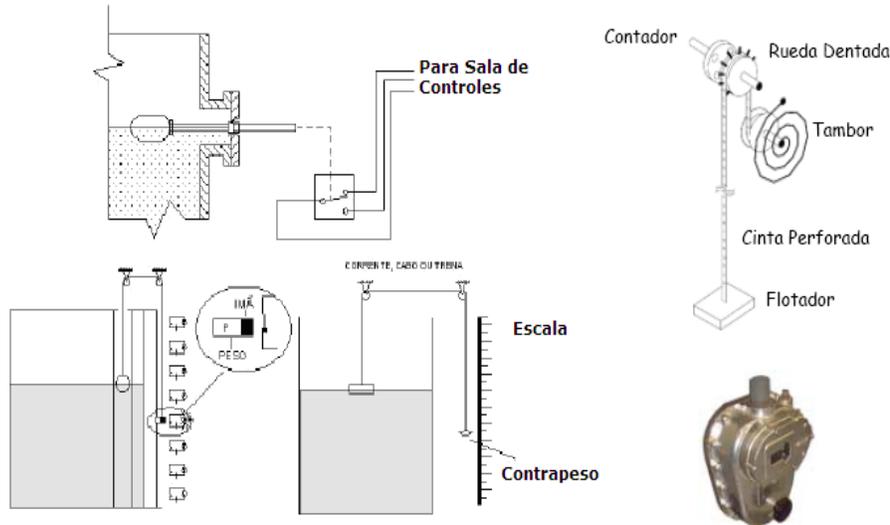
Para verificación y ajuste de la MAN referirse al documento ECP-VSM-P-024 Procedimiento para ajuste y verificación de la medición automática de nivel (MAN) en tanques de almacenamiento. A continuación se describen las tecnologías más usadas:

### **7.3.1. Medición de nivel electromecánica por flotador**

Este sistema funciona por el principio de medición a vacío y está compuesto por un flotador que se mueve con la superficie del líquido, y que está conectado a un mecanismo exterior al tanque donde se visualiza la altura de nivel. Es el modelo más antiguo y tienen típicamente una exactitud del  $\pm 0,5\%$ . Son adecuados para tanques abiertos o cerrados a presión o vacío y son independientes del peso específico del líquido, sin embargo, tienen la desventaja de que las partes móviles están expuestas al fluido y pueden romperse, además el flotador debe mantenerse limpio.

El flotador puede tener formas geométricas variadas y se construye de diversos materiales dependiendo del tipo de fluido al cual está expuesto. El flotador puede instalarse con tubo guía. En este tipo de montaje existe el riesgo de que el flotador pueda atascarse por eventuales depósitos de los sólidos o cristales que el líquido pueda contener y adicionalmente los tubos guía muy largos pueden dañarse ante olas bruscas en la superficie del líquido (ver Figura 7).

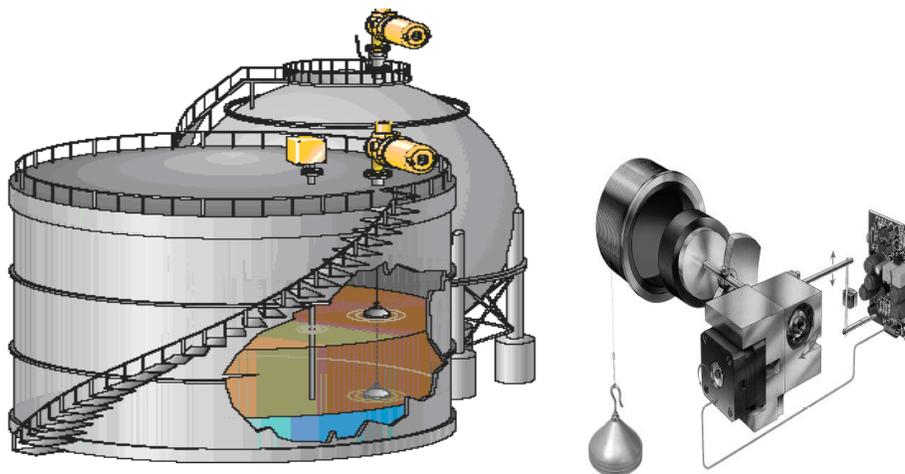
	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado 20/03/2013</b>	<b>Versión: 1</b>



**Figura 7. Medición de Nivel con Flotador.**

### 7.3.2. Medición de nivel electromecánica por desplazador Servo-operado

El principio de funcionamiento se basa en la detección de variaciones en la flotabilidad de un desplazador. El desplazador está suspendido de un cable de medición resistente y flexible que a su vez está enrollado en un tambor de medición acanalado con precisión. El eje del tambor está conectado a un motor paso a paso a través de un acoplamiento magnético. El peso aparente del desplazador es medido por un transductor de fuerza. La señal real del transductor de fuerza es comparada con un valor deseado de peso aparente del desplazador. Si existe diferencia entre el valor medido y el deseado, el módulo de control ajusta la posición del motor paso a paso (ver Figura 8).



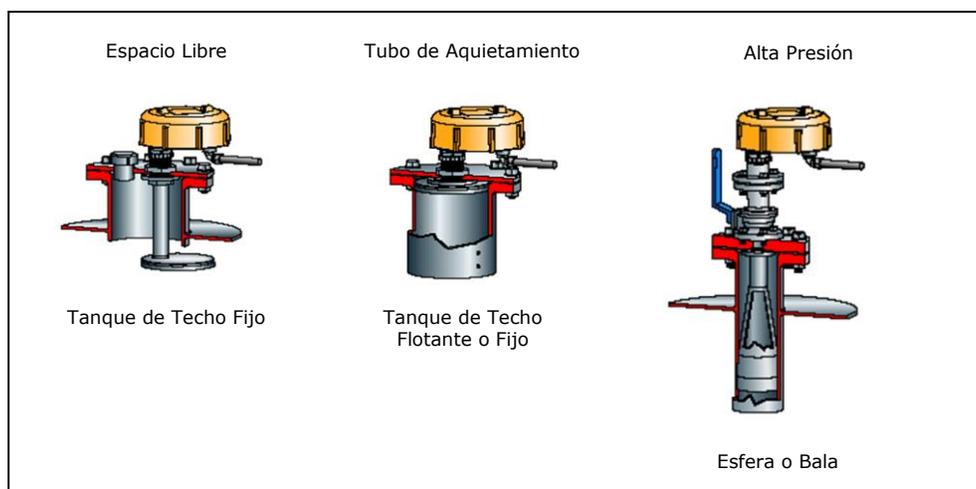
**Figura 8. Medición de Nivel con Desplazador.**

Esta tecnología también puede medir el nivel de interfase producto/agua libre.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE</b> ECP-VIN-P-MBC-MT-003	<b>Elaborado</b> 20/03/2013	<b>Versión:</b> 1

### 7.3.3. Medición de nivel por radar

Su principio de funcionamiento se basa en el envío de una señal de microondas hacia la superficie del producto en el tanque y a partir de la información del eco recibido desde la superficie del líquido se calcula su nivel. La forma y tamaño de la antena (ver Figura 9) depende del tipo de tanque y de producto que almacena.



**Figura 9. Medición con Radar - Tipo de Antena según Aplicación.**

Existen tres tecnologías de medición por radar:

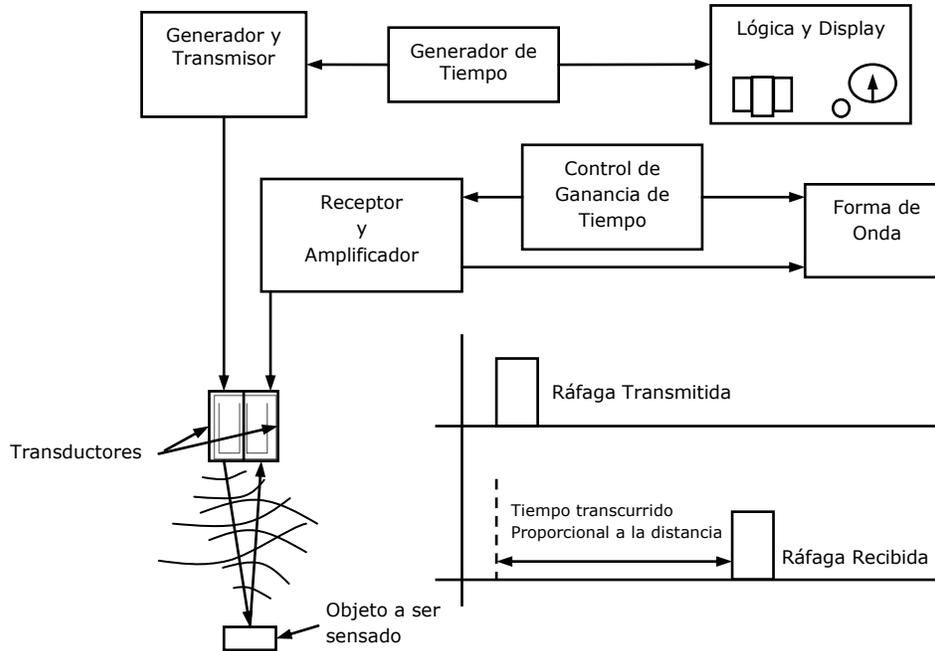
- 1) **Tecnología de pulsos:** pulsos cortos de energía electromagnética son transmitidos a través de la antena contra la superficie del líquido a medir y éstos son reflejados en forma de eco. El tiempo de tránsito de la señal de radar reflejada es medido con gran exactitud usando las técnicas de procesamiento de eco, y el nivel del líquido es expresado en milímetros. La exactitud es  $\pm 1$  mm.
- 2) **Tecnología de microondas guiada:** Una guía de onda se instala desde el transmisor hasta el fondo del tanque. A través de ésta se transmite una señal de pulsos de baja potencia en el rango de nano segundos. Esta señal es reflejada parcialmente por la superficie del producto a través de la misma onda guiada. La diferencia de tiempo entre la señal transmitida y reflejada es convertida en altura de vacío. Ésta tecnología también puede medir el nivel de interfase producto/agua libre. La exactitud es  $\pm 1$  mm.
- 3) **Tecnología de FMCW:** Consiste en transmitir una señal de onda continua modulada en frecuencia en el rango de diez GHz y medir la diferencia de fase entre la señal enviada y la recibida, la cual es proporcional a la distancia entre la antena emisora y la superficie del producto. La exactitud es  $\pm 0,5$  mm.

### 7.3.4. Medición de nivel por ultrasonido

El medidor de nivel ultrasónico se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante y la recepción del eco del mismo en un receptor. El retardo en la captación del eco depende del nivel del tanque (ver Figura 10). Las frecuencias ultrasónicas son susceptibles a sufrir

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b>	
	<b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>	
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>	
<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

amortiguamiento o reflexión debido a los vapores presentes en el tanque. Se debe analizar el uso de esta tecnología en tanques con productos livianos y temperaturas relativamente altas. Son muy sensibles a la densidad del fluido sobre todo en aquellos que contienen espuma o emulsión, originando un alto grado de error. La precisión típica de estos instrumentos es  $\pm 1\%$  a  $\pm 3\%$ .



**Figura 10. Medición con Dispositivo Ultrasónico.**

#### **7.4. SISTEMAS HÍBRIDOS DE MEDICIÓN DE TANQUES**

El ECP-VST-P-MBC-ET-002 Estándar de Sistemas Híbridos de Medición de tanques (SHMT) tiene como objetivo unificar los criterios que deben ser aplicados a los procesos de ingeniería para el mejoramiento y estandarización del diseño, montaje y puesta en servicio de facilidades SHMT que contengan hidrocarburos líquidos o biocombustibles y establece las bases para identificar las alternativas que se deben analizar en el proceso de maduración de los proyectos.

#### **7.5. VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN AUTOMÁTICA DE NIVEL**

Para la periodicidad, revisar el documento ECP-VSM-M-001 Capítulo 1 Tabla 1.

### **8. CONTINGENCIAS**

No aplica.

	<b>MANUAL DE MEDICIÓN DE HIDROCARBUROS Y BIOCOMBUSTIBLES</b> <b>CAPÍTULO 3 MEDICIÓN ESTÁTICA</b>		
	<b>VICEPRESIDENCIA DE INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA</b> <b>CORPORATIVO DE NORMAS Y ESTÁNDARES</b>		
	<b>CÓDIGO CNE</b> <b>ECP-VIN-P-MBC-MT-003</b>	<b>Elaborado</b> <b>20/03/2013</b>	<b>Versión:</b> <b>1</b>

## 9. REGISTROS

En los puntos de transferencia de custodia y fiscalización se debe tener registro de:

- Verificación del estado de las cintas de medición a fondo/vacío.
- Tablas de aforo de los tanques.
- Verificación de comparación de medida manual vs. medida automática de nivel en tanques.
- Medidas tomadas del nivel de producto y agua libre.
- Liquidación volumétrica del contenido del tanque a NSV.
- Verificaciones periódicas de la altura de referencia.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

No aplica.

## 11. ANEXOS

No aplica.

### Para mayor información sobre este documento dirigirse a:

Líder Corporativo de Normas y Estándares: Reynaldo Prada Graterón – [NormasyEstandares@ecopetrol.com.co](mailto:NormasyEstandares@ecopetrol.com.co)  
 Teléfono: ++ 57 – 1 – 2344473 – 2344871 South América  
 Dependencia: VIN