

## Medición a Bordo de Buque-Tanques (3)

### Medición de Temperatura

La temperatura debe ser medida cuidadosamente en cada tanque de carga, para calcular el volumen estándar de cada compartimento. El Cap. 7 del MPMS API describe los procedimientos para medir la temperatura con distintos tipos de termómetros y también los niveles de medición según la altura de producto. En los tanques de buque, la temperatura se mide con el mismo instrumento utilizado para la medición de niveles (UT1), el cual posee un sensor de temperatura, normalmente del tipo resistivo (Pt-Co) de gran exactitud y resolución (0.1 °C / 0.1°F o mejor).

El procedimiento indica que, una vez que el sensor se posiciona en el nivel correspondiente (normalmente los puntos medios de los tercios Superior, Medio e Inferior de la columna de líquido bajo el punto o escotilla de medición de cada tanque) se debe esperar a que la temperatura se estabilice (entre 30 y 75 segundos) y luego se lee la temperatura en el visor digital del instrumento. La técnica, para conseguir que el sensor se estabilice con la temperatura real del producto en cada nivel en tan poco tiempo, consiste en mover el sensor hacia arriba y hacia abajo del punto de medición unos 30 cm, con lo cual se acelera la transmisión de calor. Si, pasados unos 30 segundos, el visor no muestra cambios en la temperatura, se registra el valor desplegado y se procede a bajar el sensor hasta el siguiente punto predefinido. Algunos equipos muestran en el visor una señal cuando la estabilidad ha sido alcanzada.

Al momento de efectuar estas mediciones, el Inspector debe tener cuidado en hacer respetar los tiempos de estabilización, por cuanto existe la tendencia, de parte de los que operan el instrumento, de no esperar el tiempo suficiente, lo cual normalmente produce una sobreestimación del volumen en el tanque.

### Muestras del Producto

Las muestras del producto tomadas en los tanques del buque son, a menudo, las muestras oficiales para determinar la calidad del producto al arribo al puerto de descarga. Estas pueden ser usadas para establecer la calidad total, el contenido de agua y sedimentos (S+W), la densidad, algunos parámetros de calidad críticos antes de la descarga, o para propósitos especiales determinados por el receptor o comprador.

Cada tanque del buque debe ser muestreado separadamente y las muestras de cada tanque deben

mantenerse también separadas, aun cuando se haya requerido una muestra compuesta del buque para los análisis de calidad. Lo ideal es que la muestra compuesta se prepare en condiciones controladas en un laboratorio, para reducir la pérdida de hidrocarburos livianos, además que debe ser preparada proporcionalmente, en función del volumen contenido en cada tanque. Si la muestra compuesta no cumple con las especificaciones, la porción remanente de cada tanque, o una muestra adicional de cada uno, puede luego ser analizada para intentar determinar cuál o cuáles tanques están fuera de especificaciones.

### Muestreo de Agua Libre

El agua libre presente a bordo de un buque puede provenir, principalmente, de dos fuentes diferentes: la instalación de tierra (en la operación de carga) o la operación de lastrado del buque. También podría darse el caso de que algún compartimento o espacio del buque que contiene agua (de lastre, de lavado, de consumo, por ejemplo) pueda sufrir una fuga debido a algún tipo de deterioro (fisura) o por una mala operación de válvulas. Cada vez que la presencia de agua libre a bordo sea excesiva podría ser requerido tomar muestras de esa agua y también tomar muestras del agua contenida en el tanque de lastre y del agua de mar en la cual el buque está flotando. Estas muestras pueden ser analizadas antes de la descarga (o más tarde, si el receptor o destinatario así lo determina) con el fin de determinar la naturaleza (agua dulce o agua de mar) y el probable origen del agua libre detectada.

### Muestreo en Sistemas Cerrados

Al igual que para las mediciones de nivel y temperatura, hoy los buques están equipados con dispositivos herméticos o restringidos de muestreo que se acoplan a las válvulas de control de vapor. En estos casos es importante verificar qué tipo de muestras es posible obtener con tal dispositivo, ya que no siempre son adecuados para tomar muestras suficientemente representativas. En general, estos dispositivos sólo permiten tomar muestras de niveles (S, M, I) en volúmenes pequeños (300 o hasta 500 ml por muestra), por lo que el muestreo de todos los tanques toma bastante tiempo y debe realizarse con mucho cuidado y precisión. Las condiciones y limitaciones del muestreo deben ser registradas e informadas claramente.



# Informativo Técnico N° 17

## Factor de Experiencia de Buque

Asumiendo que la mayoría de los volúmenes basados en mediciones de tierra o flujómetros son suficientemente exactos, un historial de las razones (cocientes) entre las mediciones de buque y tierra, para cada carga, puede ser establecido (utilizando los volúmenes TCV). El promedio de esos cocientes o factores individuales, corregido eliminando los valores fuera de rango y otros que se consideran no válidos, se llama **Factor de Experiencia del Buque (VEF, Vessel Experience Factor)**. El VEF tiene un papel particular e importante en el análisis de las transferencias de custodia por vía marítima.

El **Cap.17.9 del MPMS API** establece la metodología y los requisitos para determinar el VEF de un buque y la forma de reportarlo. Para un barco determinado, puede existir un VEF de Carga (VEF-L) y un VEF de Descarga (VEF-D), cuyo valor puede ser distinto, debido a que ciertas condiciones a bordo del buque son diferentes en los puertos de carga y descarga. En los puertos de descarga, el producto residual (ROB) sobre las paredes de los tanques no se puede medir antes del zarpe. En los puertos de carga, la porción fluida del ROB habrá decantado en el fondo del tanque, donde sí puede ser medida (OBQ). Aun así, en la práctica es más fácil establecer el VEF de un buque a la carga, pues los datos de las mediciones de tierra y nave se encuentran casi siempre disponibles a bordo, en cambio los datos de lo recibido en tierra en las descargas (Outturn) normalmente no son informados a la nave, ya que usualmente las mediciones finales en tierra son hechas después de que el buque zarpa hacia el siguiente puerto. Por tal razón, es usual utilizar el VEF de Carga (VEF-L) para analizar las diferencias buque-tierra y, si es acordado entre las partes, ajustar el volumen medido a bordo tanto en la carga como en la descarga de un buque.

Por tanto, una de las principales utilidades que tiene el VEF es su uso como factor de ajuste para las cantidades medidas a bordo, al compararlas con las cantidades determinadas en tierra y, de este modo, tener una visión probablemente más exacta de la diferencia entre ambas cantidades, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Cantidad Medida a bordo	: 350.350 Bbls TCV
Cantidad medida en tierra	: 348.000 Bbls TCV
Diferencia	: 2.350 Bbls
Porcentaje	: 0,68 %

Esta diferencia es considerablemente alta y puede considerarse que está “fuera de lo normal”, por lo que podría sospecharse de algún error de medición.

Sin embargo, si el VEF del buque tuviera un valor mayor que 1, por ejemplo, 1,0057, al hacer el ajuste el panorama podría ser diferente:

VEF (TCV Buque/TCV Tierra)	: 1,0057
Cantidad a bordo corregida	: 348.364 Bbls
Cantidad medida en tierra	: 348.000 Bbls
Diferencia Corregida	: 364 Bbls
Porcentaje Corregido	: 0,10 %

Lo cual representa una diferencia mucho menor y que podría considerarse dentro de los márgenes normales o aleatorios.

Del ejemplo anterior se desprenden los siguientes comentarios:

- Para ajustar la cantidad del buque, se divide ésta por el VEF.
- El VEF, por definición, es la suma de las cantidades medidas a bordo (recibida, normalmente) en el total de cargas o viajes considerados, dividida por la suma de las cantidades medidas en tierra en todas aquellas transferencias (ver Cap.17.9).
- Lo anterior implica que un buque en el cual, por lo general, se mide más cantidad de la que se mide en tierra, tendrá un VEF mayor que 1 (1,xxxx). En cambio, para un buque donde se mide normalmente una cantidad menor a la de tierra, el VEF será menor que 1 (0,xxxx). Se utilizan 4 decimales para expresar el VEF.
- A primera vista, pareciera que la diferencia resultante entre las mediciones de buque y tierra, 0,68 %, fuera bastante significativa y fuera de un comportamiento normal, lo cual haría necesario una investigación de tal discrepancia y/o una verificación de las mediciones y los cálculos realizados (y eventualmente la presentación de una Carta de Protesta por la diferencia).
- Sin embargo, haciendo la corrección por el VEF, el resultado indica que tal grado de discrepancia probablemente no es tan real y que la diferencia remanente, después de la corrección, se enmarca dentro del rango normal o típico.



# Informativo Técnico N° 17

A pesar de las argumentaciones anteriores, al trabajar con el VEF se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El VEF es un parámetro estadístico basado en el comportamiento histórico de las diferencias que presentan las cantidades determinadas a bordo de un buque con respecto a las correspondientes cantidades determinadas en tierra, para un número dado de transferencias.
- El propósito original para desarrollar este parámetro fue el de servir como una herramienta del control de pérdidas (Loss Control) para ayudar a identificar la procedencia de cierto tipo de mermas. En este sentido, la mayor o menor validez de un VEF dependerá de la cantidad y exactitud de los datos empleados en la determinación de su valor.
- Por lo tanto, el uso del VEF para efectuar correcciones o ajustes a las cifras de buque o de tierra no siempre ofrece la seguridad de que las cifras corregidas sean más exactas que las físicamente medidas. Sólo ofrece la “probabilidad”, basada en datos estadísticos, de que la cifra corregida por el VEF tenga una exactitud mayor. Por esta razón, normalmente se dice que las cifras corregidas por el VEF son de carácter “teórico”.
- La aplicación del VEF para efectos de determinar la cantidad oficial en una transferencia de custodia requiere del acuerdo entre las partes involucradas.

Las consideraciones señaladas adquieren especial importancia cuando la cantidad oficialmente transferida (el Bill of Lading, por ejemplo) se basan en las mediciones efectuadas en el buque, las que deben ser previamente corregidas en función del VEF de la nave. Esto se presenta usualmente en las transferencias buque-buque, o en el caso de que las cifras de tierra no puedan ser determinadas confiablemente.

Del mismo modo que el VEF sirve para “ajustar” las diferencias entre tierra y buque, también sirve para detectar anomalías y probables errores de medición, de cálculo o bien sistemáticos en uno de los puntos de la transferencia. Por ejemplo, supongamos que, para el mismo buque del ejemplo anterior, la cantidad medida a bordo sea ahora menor que la cantidad medida en tierra:

Medido a bordo	: 347.860 Bbls
Medido en tierra	: 348.000 Bbls
Diferencia	: -140 Bbls
Porcentaje	: 0,04 %

La diferencia de 0,04% es bastante pequeña y normalmente se considera dentro de los márgenes aceptables para una transferencia de custodia.

Sin embargo, si aplicamos el VEF al volumen medido en el buque, la interpretación podría cambiar sustancialmente:

VEF	: 1,0057
Medido a bordo corregido	: 345.888 Bbls
Medido en tierra	: 348.000 Bbls
Diferencia Corregida	: -2.112 Bbls
Porcentaje Corregido	: 0,61 %

En este caso, si bien la diferencia resultante de las mediciones es muy baja (0,04%) y puede parecer un muy buen rendimiento, la verdad es que esconde una anomalía que, con toda seguridad, quedaría al descubierto cuando se realice la descarga.

El valor del VEF indica que en el buque siempre, o casi siempre, se mide una cantidad apreciablemente mayor que la medida en tierra. Al hacer el ajuste con el VEF, en vez de disminuir la diferencia entre buque y tierra, ésta se ve aumentada en forma considerable. Esta situación probablemente refleja un error de medición en tierra o en nave y, por lo tanto, se deben realizar las investigaciones que posibiliten resolver la discrepancia, o explicarla.

## Procedimientos de Análisis de Viaje

Con la publicación del **Capítulo 17.5 del MPMS API**, se hizo posible contar con procedimientos consistentes y estandarizados para analizar las probables fuentes de las diferencias y/o discrepancias que surgen en toda transferencia de carga.

El análisis de viaje comienza con la recolección de los datos y mediciones tomadas en cada etapa de la transferencia marítima de custodia. Los datos usados para el análisis provienen de diferentes lugares, usualmente llamados las “cuatro esquinas de un viaje” o, simplemente, los cuatro puntos básicos de la cadena de transferencia. Ellos son:

1. La instalación de tierra en el puerto de carga
2. El buque en el puerto de carga
3. El buque en el puerto de descarga
4. La instalación de tierra en el puerto de descarga



# Informativo Técnico N° 17

El Volumen Neto Estándar (NSV) de una carga, establecido en el Bill of Lading (B/L), la mayoría de las veces se basa en el volumen medido en la instalación de tierra del puerto de carga. Esto significa que, bajo condiciones ideales, el NSV medido en el puerto de descarga será idéntico al B/L. Sin embargo, siempre hay diferencias entre el NSV del B/L y el NSV a la descarga. El propósito principal del análisis de viaje es encontrar la o las razones para aquellas diferencias, **cuando ellas exceden las diferencias que son comercialmente aceptables para las partes contractuantes.**

Los datos recolectados se registran en un documento denominado **Voyage Analysis Report (VAR)**, el cual debería originarse en el puerto de carga y completado en el puerto de descarga.

El Cap. 17.5 del MPMS API contiene en detalle los procedimientos y recomendaciones aplicables para desarrollar el análisis de viaje en forma adecuada.

## El Rol de las Mediciones de Buque

Las mediciones de buque normalmente no se usan para la transferencia de custodia, pero a veces ocurre que no hay otras mediciones disponibles. Por ejemplo, cuando el producto se transfiere desde un buque de gran tamaño a otro más pequeño, las cifras de buque son determinantes. Lo mismo ocurre cuando un buque se emplea como almacenamiento flotante y desde allí se cargan otros buques.

Actualmente muchas transferencias de custodia se basan en los volúmenes medidos a bordo del buque-tanque, tanto en el puerto de carga como en el puerto de descarga. Especialmente en los casos, cada vez más frecuentes, en que las cargas de Petróleo Crudo se realizan desde plataformas de almacenamiento flotantes (FPSO o FSO), donde estas instalaciones reciben el crudo directamente de los pozos ubicados en el fondo marino y luego lo embarcan en buque-tanques que lo transportan hacia los puertos de destino. Si bien estas instalaciones poseen capacidades para un tratamiento (separación) preliminar del crudo, es normal que una cantidad significativa de agua sea transferida al buque receptor. Gran parte de esa agua no es detectada al realizar la medición del buque después de la carga y luego decanta durante el viaje hacia el puerto de descarga, donde el volumen de agua libre detectado es

mayor. En estos casos, es obvio que para el comprador es conveniente que la transferencia de custodia se base en el volumen neto medido en el puerto de descarga.

Independientemente de lo indicado antes, los volúmenes medidos a bordo se usan también para propósitos específicos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a) Contabilizar las diferencias en tránsito
- b) Contabilizar la cantidad de producto a bordo antes de una carga
- c) Contabilizar la cantidad de producto a bordo después de una descarga
- d) Contabilizar el Agua Libre transferida
- e) Relacionar volúmenes de tierra y de buque como parte del proceso de análisis de viaje
- f) Determinar el VEF

Sólo la exactitud y precisión de las mediciones, tanto en tierra como a bordo de los buques, permiten desarrollar análisis de viaje confiables para ofrecer soluciones realistas para las discrepancias que surgen en un proceso de transferencia de custodia.

JZH