

**DISMINUCIÓN DEL ÍNDICE DE PÉRDIDAS EN DIFERENTES ÁREAS DE LA
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (GCB) DE ECOPETROL A PARTIR
DEL MEJORAMIENTO DE LA MEDICIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA
- PRÁCTICA INDUSTRIAL-**

WILSON CASTILLO FANDIÑO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2006**

**DISMINUCIÓN DEL ÍNDICE DE PÉRDIDAS EN DIFERENTES ÁREAS DE LA
GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (GCB) DE ECOPETROL A PARTIR
DEL MEJORAMIENTO DE LA MEDICIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA
- PRÁCTICA INDUSTRIAL-**

Autor:

WILSON CASTILLO FANDIÑO

**Informe de Práctica Empresarial para optar el título de
Ingeniero Electrónico**

Director:

M.I(c). JOSÉ ALEJANDRO AMAYA PALACIO

Tutor:

ING. CARLOS ARTURO SALAZAR BETANCUR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES**

BUCARAMANGA

2006

DEDICATORIA

A mi hijo Gabriel David, con su alegría y cariño ha sido apoyo incondicional en esta época

A mi madre, quien ha sido la gran gestora en el apoyo material y que me ha ayudado mucho haciendo grandes sacrificios

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le doy un agradecimiento muy especial a Dios quien me ha dado la vida y me ha bendecido con salud, me ha iluminado y muchas otras facultades que no me hicieron desfallecer en esta enseñanza para la vida. A mi hijo Gabriel David Castillo quien con su amor y alegría me dio una gran colaboración en fortaleza y empuje para realizar las cosas bien. A mis Padres quienes con su apoyo material y moral han sido los mayores colaboradores para realizar esta práctica. A Ecopetrol S.A quienes me brindaron la oportunidad de realizar esta labor que ha sido de gran enseñanza para mi vida. A la Universidad Industrial de Santander, quienes me han fundamentado y preparado de una manera excelente en mi formación intelectual, personal y social, mostrando estos resultados en la actividad Industrial. A mi tutor en la práctica Ing. Carlos Arturo Salazar quien ha sido un maestro y amigo en la duración de la práctica. Al profesor M.I(c) José A. Amaya, director de mi tesis de grado, quien me ha colaborado en la realización de esta práctica industrial y me ha ayudado a salir adelante con este proyecto. Al Equipo de medición liderado por la Ing. Sara Isabel Parra, quienes con su espíritu de ayuda siempre estuvieron dispuestos a colaborar en todos los aspectos de mi práctica, fueron como una familia con su hospitalidad, compañerismo, respeto, tolerancia, paciencia y muchas otras virtudes que me brindaron. A mis compañeros EPIS quienes fueron unos grandes compañeros. A los coordinadores, supervisores y operadores en especial en Casabombas 8 quienes me recibieron desde el primer día con hospitalidad y siempre dispuestos a colaborar. Al Ing. Hugo Villamizar quien al comando de Materias Primas me escogió para tener la oportunidad de pertenecer en este grupo selecto de trabajadores altamente enriquecidos de valores y virtudes. Y en general agradezco a todas las personas que de una u otra forma me colaboraron en el desarrollo de la práctica.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. MEDICIÓN	3
1.1.1. <i>Medición estática</i>	4
1.1.2. <i>Medición dinámica</i>	8
1.2. HERRAMIENTA SIO.....	10
1.3. HERRAMIENTA PI	11
1.4. TABLAS DE AFORO	11
1.5. TELEMETRÍA	13
1.5.1. <i>Indicador de telemetría</i>	15
1.6. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN NETO ESTÁNDAR.....	15
1.7. BALANCE MÁSIICO	17
2. ACTIVIDADES REALIZADAS	19
2.1. MEJORAMIENTO DE LA TELEMETRÍA Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	20
2.1.1. <i>DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA</i>	21
2.1.2. <i>DESARROLLO</i>	23
2.1.2.1. Indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB	23
2.1.2.2. Plantilla PI – SIO	25
2.1.2.3. Cuadro comparativo de tanques de Ecopetrol.....	30
2.1.2.3.1. Colaboración en la actualización de los datos de las tablas de aforo contenidos en el SIO para el correcto cálculo del volumen del producto.....	31
2.1.2.3.2. Corrección de algunas alturas de referencia en la refinería de Barrancabermeja.....	32
2.1.2.4. Actividades complementarias.....	32
2.1.2.4.1. Seguimiento de la telemetría en Casabombas 1.....	32
2.1.2.4.2. Comparación de las tablas de aforo nuevas contra las tablas antiguas	34
2.1.2.4.3. Archivo de las tablas de aforo actualizadas	34
2.2. RECUPERACIÓN DE LA MEDICIÓN DE COMBUSTÓLEO DE CONSUMO INTERNO	35
2.2.1. <i>DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA</i>	35
2.2.2. <i>DESARROLLO</i>	36
2.2.2.1. Medición del combustóleo a calderas en Balance	36
2.2.2.2. Medición del combustóleo a calderas en Central del Norte.....	41
2.3. DIVULGACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN.....	43
2.3.1. <i>DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA</i>	43
2.3.2. <i>DESARROLLO</i>	45
2.3.2.1. Visita a las plantas de la GCB que tienen tanques a su custodia para repartir información sobre medición de tanques.....	45
2.3.2.2. Procedimientos realizados para la refinería	47
2.3.2.2.1. Colaboración en la actualización del manual de procedimientos para el envío de jet-a a botes	47
2.3.2.2.2. Realización de un procedimiento para la revisión de las nuevas tablas de aforo y una plantilla para la generación de las ecuaciones.....	49

2.3.2.2.3. Colaboración en la realización del procedimiento para la distribución, implementación y archivo de las tablas de aforo de tanques en la GCB.....	49
2.3.2.3. Colaboración en las especificaciones para el contrato de aforo de tanques de almacenamiento.....	50
2.3.2.4. Colaboración en la auditoria interna de medición en Casabombas 5.....	50
2.4. CONTRIBUCIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA MEDICIÓN EN LAS PLANTAS NUEVA ESTACIÓN DE GAS LICUADO DEL PETRÓLEO (GLP) Y CASABOMBAS 7.....	51
2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	51
2.4.2. DESARROLLO.....	55
2.4.2.1. Colaboración en la revisión y arreglo de algunos transmisores RFT9739 en la nueva estación de GLP.....	55
2.4.2.2. Colaboración de la revisión del estado de la esfera del calibrador bidireccional compacto de Propano en la nueva estación de GLP.....	56
2.4.2.3. Seguimiento a las órdenes de trabajo generadas a partir de la inspección del tren de medición de Casabombas 7 para su recuperación.....	57
2.5. COLABORACIÓN EN LA LOGÍSTICA PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE INTERNO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN.....	57
2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA.....	57
2.5.2. DESARROLLO.....	58
2.5.2.1. Encuesta de satisfacción y conocimiento del balance másico de la refinería “La voz del cliente”.....	58
2.5.2.2. Actualización del folleto “Buscando el barril perdido” para el año 2006.....	58
2.6. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.....	59
2.6.1. Colaboración en el alistamiento y posterior calibración del prover Calibron ubicado en Casabombas 8.....	59
2.6.2. Verificación de las escotillas de medición y realización de un cuadro donde se informa el estado de las boquillas de medición manual de tanques en Materias Primas y Petroquímica.....	61
2.6.3. Revisión de los tanques en mantenimiento para verificar la instalación de la escotilla de medición y plato de medición.....	64
3. CONCLUSIONES.....	65
4. RECOMENDACIONES.....	69
5. BIBLIOGRAFÍA.....	71
ANEXOS.....	73
ANEXO 1. HISTÓRICO DE LAS DIFERENCIAS DEL INDICADOR DE CONFIABILIDAD DE LATELEMETRÍA.....	73
ANEXO 2. PLANTILLA PI – SIO.....	74
ANEXO 3. CUADRO COMPARATIVO DE TANQUES DE ECOPETROL.....	76
ANEXO 4. MEMORANDO INFORMATIVO SOBRE EL CAMBIO DE ALTURAS DE REFERENCIA EN EL SIO.....	78
ANEXO 5. COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE UNA TABLA DE AFORO NUEVA CONTRA LA TABLAS ANTIGUAS.....	79
ANEXO 6. INFORME SOBRE LA INSPECCIÓN DEL MEDIDOR MÁSIKO TIPO CORIOLIS.....	80
ANEXO 7. RECOMENDACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE COMBUSTÓLEO EN LA PLANTA DE CENTRAL DE NORTE.....	84

ANEXO 8. PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN DE LAS TABLAS DE AFORO...	90
ANEXO 9. PLANTILLA DE COMPARACIÓN DE ECUACIONES DE LAS TABLAS DE AFORO.....	100
ANEXO 10. PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ARCHIVO DE LAS TABLAS DE AFORO DE TANQUES DE LA GCB.....	102
ANEXO 11. AUDITORIA DE MEDICIÓN REALIZADA EN CASABOMBAS 5.....	109
ANEXO 12. ENCUESTA SOBRE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE INTERNO.....	111
ANEXO 13. FOLLETO “BUSCANDO EL BARRIL PERDIDO” SEGUNDA EDICIÓN.	114
ANEXO 14. TABLA INFORMATIVA DE LAS ESCOTILLAS DE MEDICIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA GCB.....	116
ANEXO 15. RECOMENDACIÓN SOBRE LA INSTALACIÓN DEL PLATO DE MEDICIÓN EN TANQUES.....	118

TABLA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Medición a fondo y una cinta con plomada de fondo.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Medición a vacío y una cinta con plomada de vacío.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Medición de nivel tipo ultrasónico o Radar.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Medición de nivel tipo servo.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5. Componentes principales de un sistema de telemetría.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 6. Procedimiento para la liquidación de tanques.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 7. Clasificación de las pérdidas.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 8. Porcentaje de pérdidas desde el año 2000 al 2005 y proyección para el 2006</i>	<i>19</i>
<i>Figura 9. Indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 10. Trabajos a realizar en la planta de Aromáticos.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11. Medidor de flujo tipo cuña.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 12. Funcionamiento de los medidores tipo Coriolis.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13. Esquema de distribución del combustóleo a calderas en Balance.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 14. Medidor Coriolis y transmisor instalados en la planta de Balance.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15. Esquema de distribución de combustóleo en Central del Norte.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 16. Sistema o patín de medición utilizando medidor másico tipo Coriolis.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 17. Sistema de probador bidireccional de esfera.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 18. Arreglo de una estación con tres medidores de desplazamiento positivo.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 19. Probador portátil para calibrar los medidores en Casabombas 7.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Prover Calibron (izquierda) y medidor de desplazamiento positivo (derecha) ubicado en Casabombas 8.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 21. Escotilla de medición de tanques.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 22. Error de paralelaje.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 23. Porcentaje de pérdidas según el balance másico de la refinería.....</i>	<i>65</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Comparación entre instrumentación analógica y digital</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2. Clasificación de los métodos de medición de flujo.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Tabla de aforo de un tanque</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 4. Estados del indicador de telemetría</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5. Procedimiento de despacho del Jet-A hacia botes.....</i>	<i>47</i>

RESUMEN

TÍTULO: DISMINUCIÓN DEL ÍNDICE DE PÉRDIDAS EN DIFERENTES ÁREAS DE LA GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (GCB) DE ECOPETROL A PARTIR DEL MEJORAMIENTO DE LA MEDICIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA¹

AUTOR: WILSON CASTILLO FANDIÑO²

PALABRAS CLAVES: TELEMETRÍA, MEDICIÓN ESTÁTICA, MEDICIÓN DINÁMICA, BALANCE MÁSSICO, TABLAS DE AFORO, COMBUSTÓLEO.

DESCRIPCIÓN:

Este documento contiene la información correspondiente a la práctica industrial realizada en la refinería de Barrancabermeja que tiene por nombre la disminución del índice de pérdidas en diferentes áreas de la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB) de Ecopetrol a partir del mejoramiento de la medición estática y dinámica, con el fin de realizar actividades que ayuden a mejorar las prácticas de medición a los trabajadores y la verificación y control de las mediciones manuales y automáticas. El objetivo principal es el de mejorar el porcentaje de pérdidas no identificadas para así mejorar el balance másico de la refinería y así obtener mayores ingresos con pequeñas inversiones.

Para realizar las actividades se comienza con el estudio de las herramientas y tecnologías existentes en las áreas, siguiendo con el desarrollo de los objetivos encaminados para tal fin, en esta práctica industrial se trazaron cinco objetivos los cuales tienen que ver con la telemetría o medición automática de nivel y temperatura, la validación y actualización de las tablas de aforo en los sistemas de información, el estudio de la medición del combustóleo de consumo interno, la realización de procedimientos y recomendaciones para el mejoramiento de los procesos de las plantas, entre otras. Además se realizaron otras actividades que tienen que ver con la inspección de los tanques para verificar la existencia y estado de elementos que influyen en la medición como las escotillas, platos de medición, placas informativas, instrumentos de medición como cintas y termómetros, entre otras.

¹ Práctica Industrial.

² Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Ingeniería Electrónica, Director: José Amaya Palacio

SUMMARY

TITLE: DECREASE OF THE INDEX OF LOSSES IN DIFFERENT AREAS OF THE BARRANCABERMEJA COMPLEX MANAGEMENT (GCB) OF ECOPETROL WITH THE IMPROVEMENT OF THE STATIC AND DYNAMIC MEASUREMENT³

AUTHOR: WILSON CASTILLO FANDIÑO⁴

KEY WORDS: TELEMETRY, STATIC MEASUREMENT, DYNAMIC MEASUREMENT, MASS BALANCE, CALIBRATION TABLE, COMBUSTOIL.

DESCRIPTION:

This document contains the information corresponding to the industrial practice doing in the Barrancabermeja's refinery that is called decrease of the index of losses in different areas of the Barrancabermeja Complex Management (GCB) with the improvement of the static and dynamic measurement, with the purpose of to achieve activities that help to improve the measurement practices to the workers and the verification and control of the automatic and manual measurements. The main objective is to improve the non identified percent of losses and this way to improve the mass balance of the refinery and so to obtain more revenues with small inversions.

To achieve the activities, it begins with the study of the tools and existent technologies in the areas, continuing with the development of the objectives guided for this, in this industrial practice five objectives those were traced related with the telemetry or automatic measurement of level and temperature, the validation and modernization of the calibration tables in the information systems, the study of the measurement of the combust oil of internal consumption, the realization of procedures and recommendations for the improvement of the processes of the plants, and others. Other activities has developed too related with the inspection of the tanks to verify the existence and state of elements that influence in the measurement like the scuttles, measurement plates, informative badges, measurement instruments like tapes and thermometers, and others.

³ Industrial Practice.

⁴ Faculty of Physical-Mechanical Engineering. Electronic Engineering, Director: José Amaya Palacio.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aforo de tanque:** Es la calibración que se hace a un tanque de almacenamiento para la determinación de la equivalencia entre medida y volumen de producto, capacidad, diámetro, ventana operativa, entre otras. Estos datos se recopilan en la tabla de aforo del tanque.
- **Altura de Referencia:** Es la medida correspondiente a la distancia desde el plato de medición del tanque hasta el punto de referencia.
- **Balance másico:** Es Operación que se realiza para determinar y controlar las entradas, salidas, cambios de inventario, consumo, pérdidas, etc. de un producto en masa, para una determinada planta de almacenamiento de productos. Se determina por :

$$\text{Pérdidas / ganancias} = \text{Inv. Inicial} + \text{Entradas} - \text{Salidas} - \text{Pérdidas Identificables} - \text{Inv. final}$$

- **Base de datos PI:** Es una base de datos donde se captura la información en tiempo real de los estados y medidas de la GCB que se realizan automáticamente. En esta base se lleva un histórico de las medidas por un prolongado periodo de tiempo.
- **CPL:** Corrección por efecto de la presión en la densidad del líquido. Se calcula a partir del coeficiente de compresibilidad isotérmico del fluido.
- **CTL:** Corrección por efecto de la temperatura en la densidad del líquido. Se calcula a partir del coeficiente de expansión volumétrico del fluido.
- **ENTIS, Tankmaster:** Sistema donde se recolectan y visualizan las medidas automáticas de nivel y temperatura, además contiene un archivo histórico de esta información.
- **Escotilla o boquilla de medición:** Es un orificio en el techo del tanque el cual sirve para la toma de la medición manual de nivel y temperatura, también sirve para la toma de muestras del producto.
- **Gravedad API:** Es una forma de expresar la densidad de un líquido en una escala de 0 a 100 para una mayor facilidad en la comparación. Es un valor adimensional el cual se nombra como API. Es función de la gravedad específica o densidad relativa del producto y se representa por :

$$GravedadAPI = \frac{141.5}{GravedadEspecifica^{60^{\circ}F/60^{\circ}F}} - 131.5$$

- **Medición manual del tanque:** Es la medición que realiza el operador directamente en el tanque al nivel y temperatura del producto utilizando la cinta de medición y el termómetro.
- **Medidor másico:** Es un equipo utilizado para la medición de flujo de un producto de manera indirecta. Su principio de funcionamiento es el efecto Coriolis, el cual infiere la medida a partir de la proporcionalidad que existe entre el flujo másico y la diferencia del tiempo (desfase- ΔT) encontrado entre las señales de entrada y de salida del medidor.
- **Meter Factor:** MF (Factor del medidor): Valor adimensional el cual corrige el volumen indicado en el medidor hacia el volumen verdadero. Se define normalmente como el cociente entre el volumen del probador sobre el volumen indicado por el medidor.
- **Orden de trabajo (OT):** Es una solicitud para realizar alguna tarea específica o intervenir un equipo dentro de las instalaciones de ECOPETROL. Todos los trabajos que se realicen debe tener su respectiva orden.
- **Plato de Medición:** Es el punto situado en el fondo del tanque, directamente debajo del punto de referencia y que provee una superficie de contacto firme para la determinación exacta del nivel del líquido.
- **Probador o prover:** Es un medidor maestro de alta confiabilidad utilizado para la comparación de medidas con respecto a los medidores que están operando permanentemente con el fin de hallar el Meter Factor.
- **Punto de Referencia:** Es un punto fijo que se encuentra en la cima del tanque, en la escotilla de medición, el cual sirve como referencia para tomar las medidas del tanque.
- **Sistema de Control Distribuido (DCS):** Es un sistema que puede visualizar y controlar múltiples procesos, como la medición, la apertura de válvulas, generación de alarmas, etc.

- **Sistema de Información Operacional SIO:** Sistema en donde se registran los movimientos y se maneja el inventario de los productos de las diferentes áreas de la GCB.
- **Sistema RIS:** Es el sistema de información de la GCB, donde se presentan los indicadores de los productos e información de la empresa en general.
- **Tabla de aforo:** También llamada tabla de medición o calibración, es una tabla que establece el volumen del tanque a diferentes niveles de líquido en el interior, esta tabla ofrece aparte de lo mencionado otros datos de gran importancia como altura de referencia, capacidad nominal, fecha, calibración de fondo, zona crítica, entre otros.
- **Tag-PI:** Identificación de un instrumento particular para que se pueda tomar su información en la base de datos PI. Este Tag es único para cada instrumento.
- **Telemetría:** Sistema de medición automático que permite por medio de diferentes tecnologías, conocer el estado del producto en el tanque, ya sea nivel o temperatura, entre otras. Estas señales son llevadas a un sistema remoto de verificación y/o control. También es llamada medición automática
- **Ventanas Operativas:** Rango de operación segura de un almacenamiento.
- **Volumen Neto Estándar (NSV):** Es el volumen total del producto, excluido el sedimento, el agua mezclada y el agua libre corregido a través de los factores de corrección a condiciones de referencia.
- **Zona crítica del tanque:** Aplica para tanques con techo o membrana flotante. Es la distancia comprendida desde que el producto toca el fondo del techo o membrana que se encuentra apoyado en sus soportes hasta cuando el techo o membrana flota libremente en el producto.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las industrias están buscando la optimización de sus procesos, basándose en una gran parte en la disminución de las pérdidas, es por esto que la medición juega un papel muy importante ya que colabora mucho en mejorar la eficiencia de la industria en general y se pueden obtener grandes beneficios en los procesos que se realizan.

En una cadena de suministros la medición está presente en casi todos los procesos que se requieren para que la industria entregue un determinado producto al cliente, desde la transformación de su materia prima, en el control de la entrada (compra o suministro) hasta su salida (venta). Tener en funcionamiento sistemas de medición con un alto porcentaje de incertidumbre reduce considerablemente la calidad del producto y esto conlleva a que la satisfacción del cliente disminuya.

En la industria colombiana, y específicamente hablando de la Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol S.A.) la medición es de vital importancia, ya que debe estar presente en el ingreso de la materia prima (Crudo) para realizar la conciliación o compra del producto a los proveedores. En el proceso de refinación la medición existe para diferentes usos como el tener conocimiento de la cantidad de producto que se tiene o para preparar las diferentes mezclas y obtener el producto terminado y una de las más importantes aplicaciones es para la venta de los diferentes productos que se fabrican en la refinería a los clientes, donde se debe tener una medida muy confiable.

En el proceso de optimización tecnológica en la empresa, la medición ha ganado mucha importancia con respecto a otras variables del sistema, con un cambio progresivo de los sistemas analógicos por sistemas electrónicos que ofrecen una confiabilidad elevada, además del monitoreo y control de una manera remota.

Pertenecer al equipo de medición de la GCB es un gran privilegio, ya que con su colaboración se pueden adquirir muchos conocimientos en relación a las técnicas de medición que se utilizan en la Refinería, a los procesos que se realizan en esta industria que es la más importante del país. Como estudiante universitario de

Ingeniería Electrónica se puede aprovechar al máximo esta práctica para conocer mejor la industria petrolera y tener la experiencia de trabajar en un ambiente diferente al que el estudiante está acostumbrado. Hacer una práctica Industrial es en realidad ingresar a otra universidad en donde se puede aprender muchas cosas nuevas, es un complemento ideal para la excelente formación académica y social que ha dado la Universidad Industrial de Santander.

En este informe se presentan las actividades realizadas en el transcurso de la práctica industrial, las cuales se desarrollaron teniendo en cuenta los objetivos que se presentaron en el comienzo de esta labor, algunos de los cuales fueron complementos de actividades realizadas por integrantes anteriores del equipo y otras tareas encaminadas al mejoramiento de la medición. Una parte muy importante ha sido tener la prioridad en áreas que no tienen productos en transferencia de custodia, pero por los procesos que se manejan son áreas muy importantes para obtener productos terminados de excelente calidad, y esto tiene una gran incidencia en el Balance Másico de la Refinería.

Este informe de proyecto de grado consta de cinco capítulos y quince anexos donde se detallan los trabajos realizados. El capítulo 1 de este informe presenta un marco teórico donde se explica brevemente los conceptos que tienen mayor importancia en la medición de la Refinería, en el capítulo 2 se presenta el desarrollo de las actividades realizadas en la práctica industrial, en los capítulos 3 y 4 se escriben las conclusiones sobre el trabajo realizado y las recomendaciones a la refinería para el mejoramiento de la medición y por último en el capítulo 5 se escribe la bibliografía.

1. MARCO TEÓRICO

En la introducción se ha hablado de la gran importancia de la medición en la industria, especialmente en esta Refinería donde se trabaja con compras y despachos de líquidos y gas, y donde el mejoramiento de este proceso es una de las mayores preocupaciones para la empresa por el beneficio económico que representa. Adicionalmente, los operadores de las plantas al tener una medición que se pueda llevar hasta la base de datos no tiene la necesidad de realizar mediciones físicas muy seguido, sólo para comparar si el sistema de medición está descalibrado.

1.1. MEDICIÓN

La medición es un conjunto de operaciones que tienen como fin determinar el valor de una magnitud y su visualización, para lo cual existen varios tipos de señales de transmisión, siendo las más empleadas en la industria las señales neumáticas y las eléctricas. Para la Refinería de Barrancabermeja generalmente la normativa utilizada es la que rige a Estados Unidos en cuanto a los estándares de medición, ya que Europa adopta una normativa un poco diferente.

Las señales neumáticas tienen un rango de 3 a 15 PSI (Libras por pulgada cuadrada) que tienen un campo de medida del 0 al 100% de la magnitud.

Las señales eléctricas más utilizadas son las salidas de 4 a 20 mA y de 1 a 5 V. Los cuales tienen la misma relación de 1 a 5 que los sistemas neumáticos.

Al realizar una comparación entre los medidores analógicos y digitales, cada uno presenta sus ventajas y desventajas, como se muestra en la *Tabla 1*

En la actualidad hay preferencia por los medidores digitales debido a las ventajas establecidas en la *Tabla 1*. Además con estos dispositivos se pueden controlar sistemas de seguridad, como válvulas o alarmas, etc. y este control puede ser remoto.

Tabla 1. Comparación entre instrumentación analógica y digital

SISTEMA ANALÓGICO	SISTEMA DIGITAL
VENTAJAS	VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> * No requiere fuente de alimentación * Son sencillos y de fácil mantenimiento * Facilidad de operación * Entrenamiento más sencillo * Se entiende fácilmente su operación 	<ul style="list-style-type: none"> * Tiene transmisión a altas distancias * Posee alta resolución * Alta exactitud * No tiene error de medida dependiendo del ángulo de visión * Elimina error de escalas * Alta rapidez de lectura
DESVENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> * Poca Resolución * Error de medida por ángulo de visión * Rapidez de lectura baja * Dificultad de expansión y de adaptación a sistemas digitales * Difícil transmisión a distancia 	<ul style="list-style-type: none"> * La construcción del dispositivo es compleja * Requiere de fuentes de alimentación * El mantenimiento y puesta en funcionamiento pueden ser complejos

Fuente: manual de instrumentación, Roncancio Rafael

Un término muy importante en el vocabulario del petróleo es la transferencia de custodia, que consiste en trasladar a otra área o a un comprador el deber del cuidado o conservación del producto, derivado de la entrega o recibo entre áreas o terceros para dar el título de tenencia o de propiedad.

Hay dos clases de mediciones importantes que se utilizan en la industria que se describen a continuación:

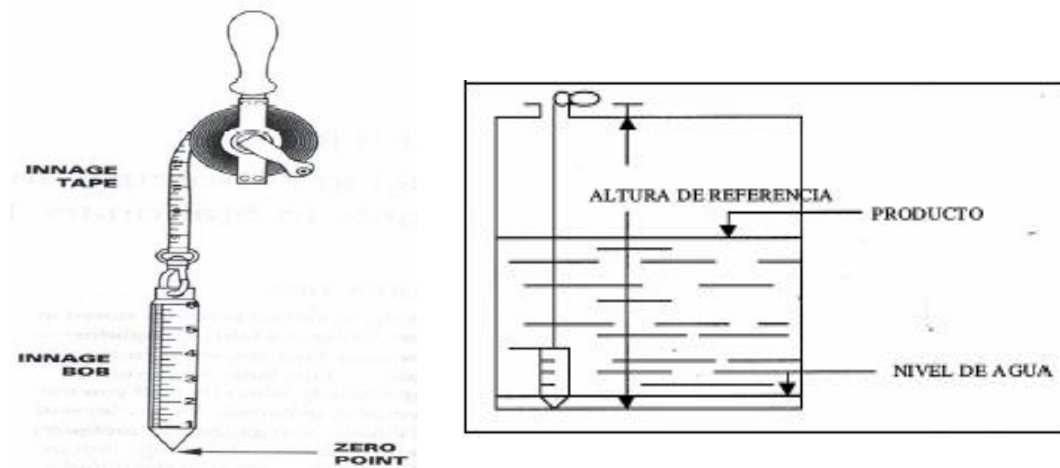
1.1.1. Medición estática

Es la medición empleada para determinar el volumen de los líquidos almacenados en los tanques, se utiliza para transferencia de custodia, control de inventario y fiscalización del producto. Con este método se puede determinar la altura de llenado del tanque, la altura del agua libre, la temperatura del producto y el cálculo del volumen

La medición del nivel manual del producto puede realizarse por el método de medición a vacío o por el método de medición a fondo, empleando la cinta de medición correspondiente.

La medición a fondo consiste en la medición del líquido directamente, que es la distancia desde el fondo del tanque o plato de medición hasta el nivel del líquido. Con este método también se puede medir el nivel de agua del tanque. La cinta con plomada de fondo tiene el cero de la escala en la punta de la plomada, es decir que la medida se inicia de forma ascendente desde el cero de referencia de la plomada que tiene forma cilíndrica, En la *Figura 1* se muestra la forma de medir a fondo y también una cinta para medición a fondo

Figura 1. Medición a fondo y una cinta con plomada de fondo

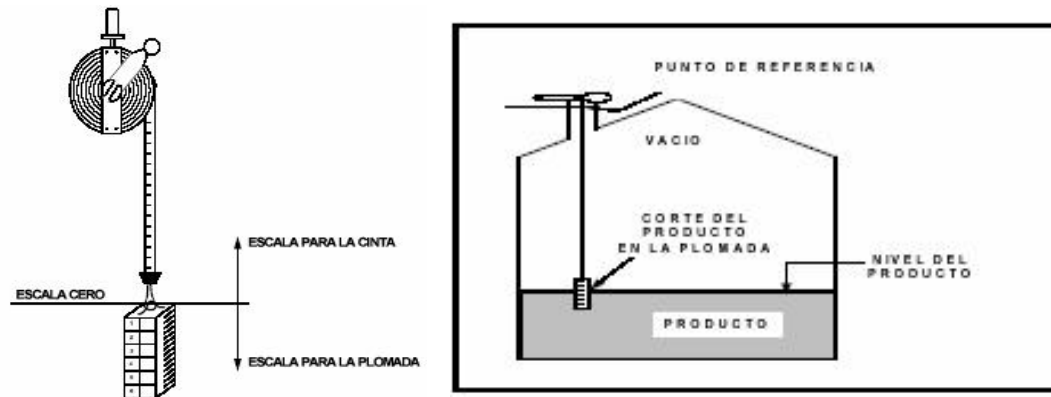


Fuente: manual único de medición, Ecopetrol S.A.

La medición a vacío consiste en deducir el nivel del líquido midiendo la distancia desde la superficie del producto hasta el punto de referencia ubicado en la escotilla de medición que se encuentra en el techo del tanque.

La cinta con plomada a vacío tiene el cero en el gancho de unión entre la cinta y la plomada. La escala de la cinta inicia en forma ascendente desde el cero y para la plomada en forma descendente desde el mismo punto. La plomada tiene forma rectangular. Esta cinta solo se usa para medir a vacío. La forma para medir a vacío y una cinta para medición a vacío se muestra en la *Figura 2*.

Figura 2. Medición a vacío y una cinta con plomada de vacío



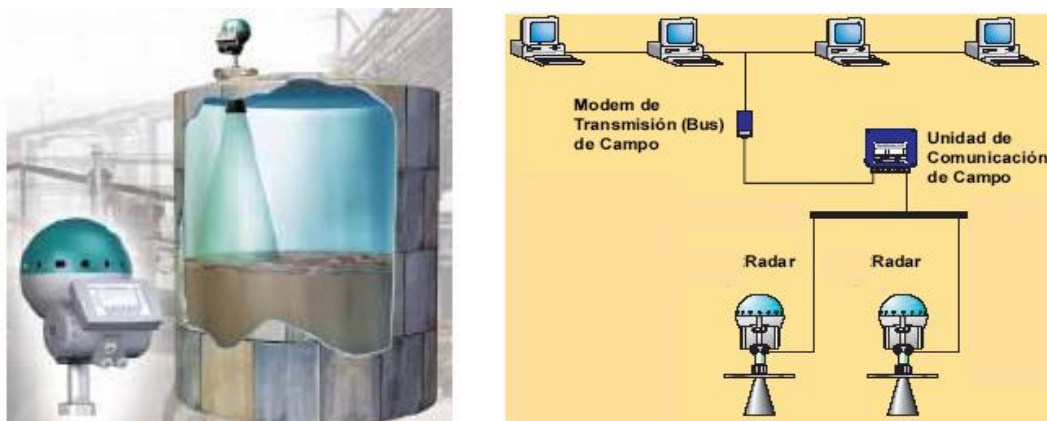
Fuente: manual único de medición, Ecopetrol S.A.

Para la medición a vacío también se puede utilizar la cinta con plomada de fondo. Nunca se deben intercambiar las plomadas, son propias de su cinta.

La medición automática de nivel se puede realizar de varias formas siendo las más utilizadas en la refinería:

- a) El Medidor de Ultrasonido o medición tipo Radar: El principio de funcionamiento de este método es enviar un pulso a una superficie reflectante y la recepción del eco tiene un tiempo determinado. Este tiempo es proporcional a la distancia entre el emisor y la superficie. De este modo, si el tiempo es conocido el nivel del producto puede ser calculado. Este tipo de medición es ideal para líquidos oscuros (que no tengan refracción) y en los que no haya evaporación o gases dentro del tanque. Un sistema de medición de nivel por radar se muestra en la *Figura 3*.

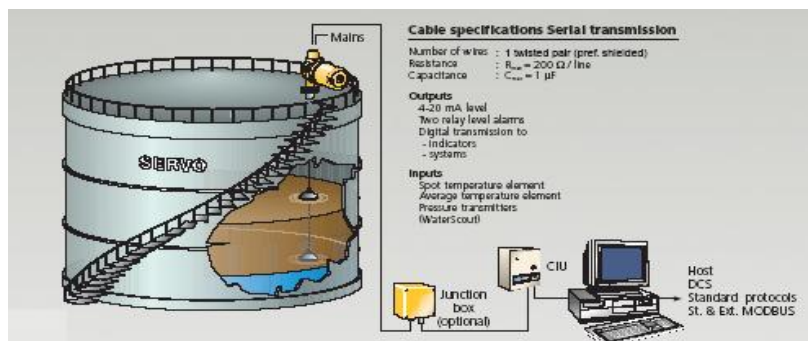
Figura 3. Medición de nivel tipo ultrasónico o Radar



Fuente: Catálogo de Enraf.

- b) El medidor tipo servo. Es un dispositivo que consta de un servo-mecanismo que es una especie de flotador superpuesto al líquido y que está sujeto a un hilo, en la parte superior está el sistema que capta la medición. El servo al estar siempre en la superficie detecta los cambios de nivel y se calcula contando las vueltas que da el eje donde está sujetado el hilo. Una medición tipo servo se muestra en la *Figura 4.*

Figura 4. Medición de nivel tipo servo.



Fuente: Catálogo de Enraf.

Para la medición de temperatura también se utiliza el método manual con un equipo llamado Termo Prober el cual consiste en un sensor de temperatura conectado al final de un cable aislado térmicamente para que se puedan hacer mediciones en diferentes niveles del tanque y obtener la temperatura promedio. Para la medición automática se tienen sensores de temperatura múltiple, esto para asegurar que la medida sea

tomada uniformemente, que consta de varios sensores puestos a lo largo del tanque, también indican si están sumergidos en producto, los que están sumergidos toman medida y los otros no aplican para obtener la temperatura promedio.

Para calcular el volumen del tanque se requiere la ayuda de la tabla de aforo que está en la herramienta SIO.

1.1.2. Medición dinámica

Es un método para medir el volumen del producto que se recibe o entrega ya sea para ser procesado y/o transportado utilizando medidores que están instalados en línea. Los medidores se clasifican en tres grupos según su principio de operación:

- a) Medidores volumétricos directos: los cuales miden el flujo llenando segmentos de volumen conocido que se van contando automáticamente.
- b) Medidores volumétricos de Inferencia: Deducen la cantidad de flujo midiendo alguna otra propiedad, como presión, velocidad, etc.
- c) Medidores máxicos: Estos medidores miden la masa del producto, estos medidores se pueden catalogar como medidores volumétricos de inferencia ya que también pueden medir densidad.

En la tabla 2 se encuentra la clasificación de los métodos de medición de flujo

Tabla 2. Clasificación de los métodos de medición de flujo

CLASIFICACION DE LOS MÉTODOS DE MEDICIÓN DE FLUJO



Fuente: Diplomado de medición de hidrocarburos 9a promoción, UIS

El objetivo de la medición dinámica es obtener el volumen neto del producto, que es el total del líquido excluyendo agua y sedimentos, a una temperatura, presión y densidad determinada. Un factor que se tiene en cuenta es el Factor de Medición (MF) que es un coeficiente adimensional que corrige el volumen indicado en el medidor al volumen verdadero, este valor se obtiene al calibrar el medidor.

Los medidores más utilizados en esta refinería debido a su bajo costo o alta confiabilidad son: Platina de Orificio, Desplazamiento positivo, Tipo Turbina, Ultrasónico y Tipo Coriolis. Los medidores utilizados para obtener una alta confiabilidad son los cuatro últimos, y de ellos el medidor tipo Coriolis es el único que no necesita conocer la densidad del líquido, la cual se mide con el densitómetro. Aparte de la medición del flujo se requiere tener las medidas de temperatura, presión, densidad para obtener el volumen neto estándar, que es la medida utilizada para la transferencia de custodia.

El Computador de Flujo es un sistema que procesa las medidas de flujo, presión, temperatura y densidad para mostrar los diferentes volúmenes del líquido (neto, bruto y total), los cálculos se efectúan a través de tablas matriciales normalizadas. Aparte de esta función tiene otras como la visualización de todas las medidas, llevar inventario y tiene la posibilidad de configurar ventanas operativas con alarmas en el límite inferior y superior.

En la industria petrolera es muy común utilizar el término Gravedad API refiriéndose a la densidad del producto. La Gravedad API es un término sugerido por el Instituto Americano del Petróleo y es una forma de expresar la densidad de un líquido en una escala normalizada de 0 a 100 para compararse fácilmente; es un factor que determina un factor de calidad en los crudos y productos terminados para relacionar diferentes propiedades y tener una aproximación de la composición del hidrocarburo y el calor de combustión. La Gravedad API que es adimensional es función de la gravedad específica y está dada por la siguiente ecuación:

$$GravedadAPI = \frac{141,5}{GravedadEspecifica \ 60^{\circ}F} - 131,5 \quad (1)$$

Donde la gravedad específica de un líquido es la relación de la densidad de un líquido determinado a cierta temperatura con respecto a la densidad del agua a una temperatura de referencia.

1.2. HERRAMIENTA SIO

El Sistema de Información Operacional (SIO) es una herramienta creada para solucionar el manejo de un gran volumen de datos que se generan diariamente, los cuales provienen del campo o de algún sistema de medición, monitoreo o control de procesos de la refinería, para que sean transformados en información oportuna, confiable y apropiada. Consta de varios módulos que tienen diferentes aplicaciones como registro de datos, inventarios, informes, movimientos, entre otras. La información suministrada por esta herramienta sirve de soporte para el análisis y posterior toma de decisiones. Está conformado por una base de datos que recoge toda la información

diaria, la cual es importante para el soporte efectivo y la toma de decisiones oportunas para la operación de la refinería.

1.3. HERRAMIENTA PI

El Sistema de Base de Datos en Tiempo Real Plant Information (PI) es un sistema de información que tiene como fin principal la recolección centralizada en una base de datos de la información operacional en tiempo real de las diferentes plantas de la Gerencia Complejo Barrancabermeja, con el fin de que el sistema pueda mantener un histórico de las operaciones que se están realizando y las que ya se han hecho en la refinería y además monitorear esta información en cualquier parte donde exista red de Ecopetrol. Cada uno de los equipos e instrumentos que se manejan electrónicamente están identificados con un nombre o TAG que es único, los cuales se configuran sea en un PLC o DCS. El servidor PI pide la información de estos dispositivos y la va almacenando en su memoria, donde se guardan durante un prolongado periodo de tiempo. Cabe resaltar que este sistema es solo de información y no puede modificarse ni sobrescribirse.

1.4. TABLAS DE AFORO

Una tabla de aforo, o tabla de medición o calibración es una tabla que establece el volumen del tanque a diferentes niveles de líquido en el interior, esta tabla ofrece aparte de lo mencionado otros datos de gran importancia. Un ejemplo de una tabla de aforo es la mostrada en la *Figura 13*

Tabla 3. Tabla de aforo de un tanque

TANQUE TK XXXX										
CALIBRACION DEL FONDO			CUERPO DEL CILINDRO							
ALTURA	VOLUMEN	INCREMENTO	ALTURA	VOLUMEN	ALTURA	VOLUMEN	ALTURA	VOLUMEN	TABLA DE FRACCIONES	
mm	Barriles	Barriles/mm	cms	Barriles	cms	Barriles	cms	Barriles	DESDE	HASTA
0	0.00		1	10.50	350	3,688.42	700	7,381.85	cm	cm
10	10.50	1.05	10	104.99	360	3,793.89	710	7,487.41	26	808.56
30	31.50	1.05	20	210.00	370	3,899.36	720	7,592.97	ALTURA	VOLUMEN
50	52.50	1.05	30	315.17	380	4,004.83	730	7,698.63	cm	Barriles
70	73.50	1.05	40	420.55	390	4,110.29	740	7,804.28	1	10.54
90	94.49	1.05	50	525.93	400	4,215.76	750	7,909.94	2	21.09
120	125.99	1.05	60	631.31	410	4,321.23	760	8,015.59	3	31.63
140	146.99	1.05	70	736.73	420	4,426.70	770	8,121.25	4	42.18
180	189.00	1.05	80	842.16	430	4,532.17	780	8,226.90	5	52.72
220	231.00	1.05	90	947.58	440	4,637.63	790	8,332.56	6	63.27
260	273.01	1.05	100	1,052.97	450	4,743.10	800	8,438.21	7	73.81
			110	1,158.35	460	4,848.57	808.56	8,528.65	8	84.36
ALTURA DE REFERENCIA XXXXmm			120	1,263.72	470	4,954.04			9	94.90
FECHA AFORO: Junio 15 de 2005			130	1,369.10	480	5,059.51			mm	Barriles
CONTENIDO: ACPM			140	1,474.48	490	5,165.07			1	1.05
GRAVEDAD: 31.5 API			150	1,579.86	500	5,270.63			2	2.11
TABLA CALCULADA PARA: 83°F			160	1,685.24	510	5,376.19			3	3.16
ALTURA MAXIMA LLENADO: 8085.6 mm			170	1,790.62	520	5,481.75			4	4.22
CAPACIDAD MAXIMA: 8528.65 Barriles			180	1,896.00	530	5,587.31			5	5.27
ALTURA NOMINAL: 8058.48 mm			190	2,001.38	540	5,692.87			6	6.33
CAPACIDAD NOMINAL: 8500 Barriles			200	2,106.76	550	5,798.43			7	7.38
			210	2,212.14	560	5,904.00			8	8.44
			220	2,317.52	570	6,009.56			9	9.49
			230	2,422.90	580	6,115.12				
			240	2,528.27	590	6,220.68				
			250	2,633.74	600	6,326.24				
			260	2,739.21	610	6,431.80				
			270	2,844.68	620	6,537.36				
			280	2,950.15	630	6,642.92				
EMPRESA AFORADORA			290	3,055.61	640	6,748.48				
			300	3,161.08	650	6,854.04				
			310	3,266.55	660	6,959.61				
División Legal de Hidrocarburos			320	3,372.02	670	7,065.17				
Ministerio de Minas y Energía			330	3,477.49	680	7,170.73				
La calibración del tanque y cálculos de acuerdo con el API MPMS Capítulo 2 Sección 2A, "Measurement and Calibration of Upright			340	3,582.95	690	7,276.29				

Fuente: Archivos de tablas de aforo, Ecopetrol S.A.

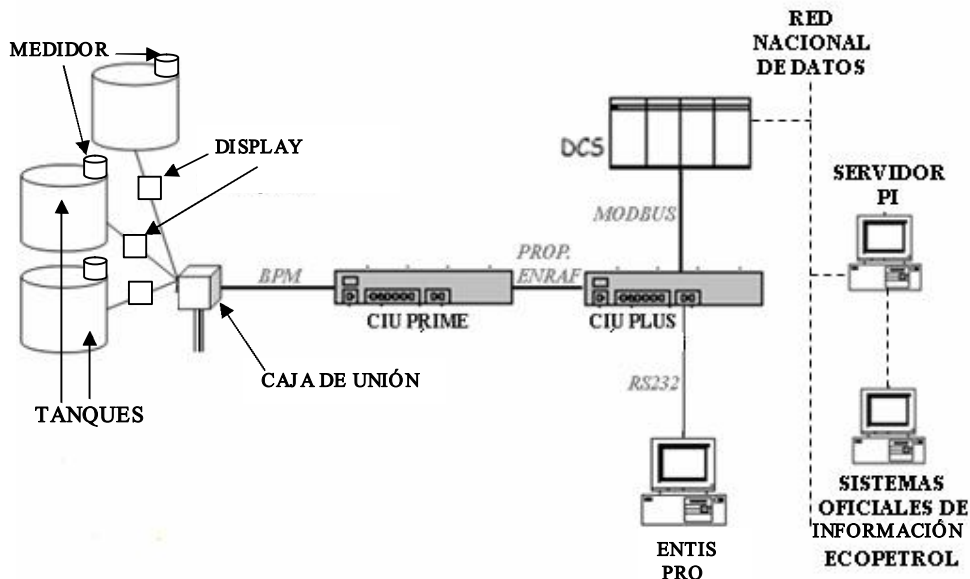
La tabla de aforo debe contener: ventana operativa (rango de operación segura), capacidades mínimas y máximas, diámetro del tanque, altura de referencia, producto almacenado y gravedad API de referencia para la calibración, fecha de calibración y fecha del último mantenimiento, entre otros. Los niveles se deben presentar en unidades de metros, centímetros y milímetros y los volúmenes en barriles.

Con la tabla de aforo se logra tener una equivalencia entre la altura y el volumen total del tanque, esta información es muy importante ya que se almacena en las diferentes herramientas para llevar información y para hacer el control del inventario (PI, SIO), y también afecta el balance másico, por lo que estas calibraciones se hacen con empresas especializadas.

1.5. TELEMETRÍA

Como ya se ha descrito anteriormente, la telemetría es la medición automática en variables de nivel y temperatura en los tanques, para llevar estas señales y que se puedan monitorear en el cuarto de control y en general en cualquier punto de la red en Ecopetrol, es necesario que la información se encuentre en la base de datos PI y se pueda distribuir a otros sistemas de información como el sistema RIS. Un esquema para la telemetría completo se muestra en la *Figura 5*.

Figura 5. Componentes principales de un sistema de telemetría



Fuente: diseño del autor.

Los componentes principales de este sistema son:

- **MEDIDOR:** Es el instrumento que se encuentra realizando la medida permanente en el tanque, puede ser tipo servo o tipo radar para la medición de nivel, para la medición de la temperatura se utiliza la RTD o multispot que es un arreglo de varias RTD en toda la capacidad del tanque con sensores de producto y su medida es el promedio de los datos de las RTD que están sumergidas dentro del producto.

- DISPLAY DE CAMPO E INTERFASE: Es un dispositivo cuya función es proveer información de las medidas de nivel y temperatura en el campo, además sirve como unidad de interfase entre el instrumento de medición y la unidad remota de monitoreo, las señales de la medida son moduladas por medio de un protocolo privado llamado Bi-Phase-Mark (BPM)

- CAJA DE UNION. Cuando se encuentran múltiples tanques en una zona, se requiere de un dispositivo donde se concentren todas las conexiones desde los display de campo. La función de la caja de unión es recibir todo el cableado que llega de los display y su salida es un cableado más sencillo para transportar las señales al cuarto de control, como un multiplexor. La señal sigue modulada por el protocolo privado BPM

- UNIDAD INTERFASE DE COMUNICACIÓN CIU Prime: La función principal de este equipo es el escaneo y la adquisición de los datos de todas las medidas de los tanques continuamente. Esta información se guarda en una base de datos en tiempo real. Tiene puertos para la conexión con el DCS, o PLC y con la CIU Plus. Para la conexión con el DCS utiliza protocolo MODBUS.

- UNIDAD INTERFASE DE COMUNICACIÓN CIU Plus: La función principal de la CIU Plus es calcular los datos para el inventario de los tanques, usando las fórmulas apropiadas y los datos enviados desde la CIU Prime, la CIU Plus calcula el inventario de los tanques con las siguientes variables: Volumen Total Observado (TOV), Volumen Bruto Observado (GOV), Volumen Bruto Estándar (GSV), Volumen Neto Estándar (NSV), Flujo y Masa total.

- SOFTWARE ENTIS Pro: Es un paquete de software cuyo propietario es Enraf, se instala en un computador común y sirve para administrar los inventarios del producto, con este software se puede visualizar todas las medidas y los datos calculados que se necesitan en un inventario de tanques y se pueden visualizar en forma numérica y gráfica. Además se pueden programar alarmas para las diferentes medidas del producto.

- CONEXIÓN AL DCS: El objeto de enviar la información de las medidas al DCS es la posibilidad de monitoreo y control en el cuarto de control, además en este sistema se puede subir la información al sistema de base de datos PI y teniendo las medidas en este sitio se puede suministrar esta información a los diferentes sistemas de información de la empresa.

1.5.1. Indicador de telemetría

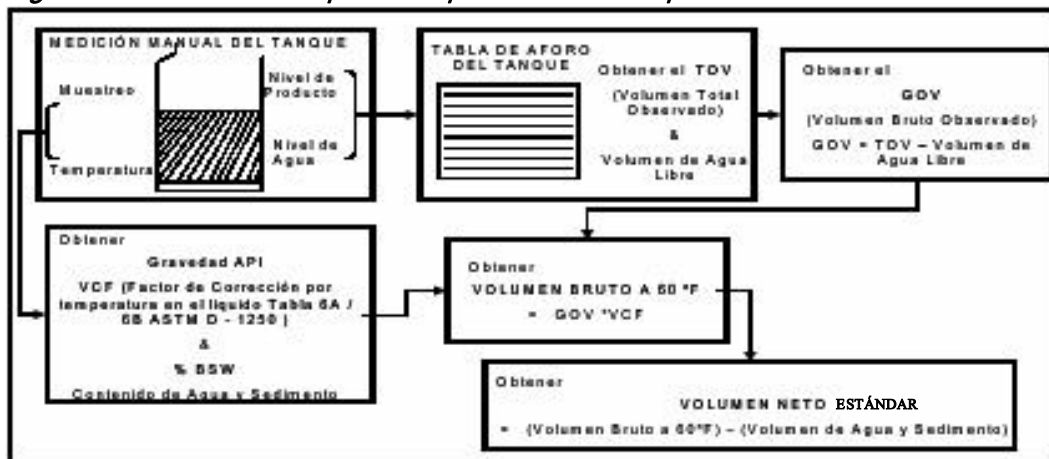
El indicador de telemetría es un reporte que se encuentra en la herramienta del Sistema de Información de la Refinería (RIS); herramienta que se encuentra en el sistema y compara las mediciones estáticas de temperatura y nivel con respecto a las mediciones manuales que deben hacer los operadores semanalmente; el objetivo de este indicador es tomar acciones correctivas cuando las diferencias entre las comparaciones sean considerables. Aparte de este indicador se lleva un histórico con las diferencias de todos los tanques en las semanas.

1.6. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN NETO ESTÁNDAR

Para la liquidación de productos en transferencia de custodia, normalmente se trabaja con el volumen neto estándar, este volumen es utilizado para determinar el volumen real corrigiendo los efectos que produce la temperatura, el agua en suspensión y otros factores a condiciones de referencia, que en nuestro país son temperatura de 60°F y una presión de 14.73 PSIA. Esta liquidación se puede realizar en forma de medición estática en los tanques o en forma dinámica directamente en el cuarto de control.

En la *Figura 6* se puede apreciar el método para la liquidación de tanques (medición estática) para determinar el volumen neto estándar.

Figura 6. Procedimiento para la liquidación de tanques



Fuente: manual único de medición, Ecopetrol S.A.

Para realizar la liquidación de producto por medio de la medición dinámica corregido se realiza por:

- VOLUMEN A CONDICIONES DE REFERENCIA CORREGIDO POR EL COMPORTAMIENTO DEL MEDIDOR: $GSV = IV \times CTL \times CPL \times MF$

Donde:

GSV: Volumen Bruto Estándar o a condiciones de referencia

IV: Volumen indicado por el medidor

CTL: Factor de corrección por temperatura

CPL: Factor de corrección por presión

MF: Factor del Medidor

- DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN NETO A CONDICIONES DE REFERENCIA (NSV) $NSV = GSV \times CSW$

CSW: Corrección por contenido de agua y sedimento

Los factores de corrección son usados para ajustar el volumen medido y el volumen de un probador a condiciones de referencia.

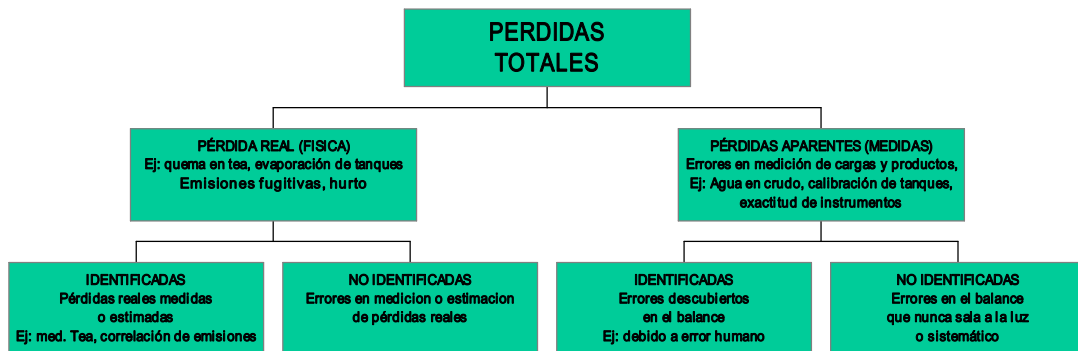
1.7. BALANCE MÁSSICO

El balance es una ecuación donde se balancean los inventarios por medio de las mediciones hechas a los productos, incluyendo el combustible propio. Cualquier balance representa las pérdidas o ganancias. La ecuación para realizar el balance es:

$$\text{Pérdidas o Ganancias} = \text{Inventario Inicial} + \text{Recibos} - \text{Inventario de Cierre} - \text{Entregas} - \text{Consumo Propio}$$

Las industrias deben realizar un balance para controlar las pérdidas o ganancias del sistema que opera. Con el establecimiento de parámetros de control se logra identificar y/o detectar inconvenientes en esa planta, además es una herramienta para tomar decisiones preventivas y correctivas. La falta de un control en el volumen del producto en una planta u oleoducto genera pérdidas económicas. Las pérdidas se pueden clasificar de acuerdo a la *Figura 7*.

Figura 7. Clasificación de las pérdidas



Fuente: Diplomado de medición de hidrocarburos 9a promoción, UIS

Un balance se realiza para:

- Medir correctamente los recibos o entradas y las entregas o salidas
- Controlar y revisar los inventarios del negocio de la manera más exacta posible
- Revisar de manera objetiva su propio consumo de combustible
- Ayudar a garantizar que los datos sean procesados correctamente

En la refinería de Barrancabermeja se realiza el balance en masa y en volumen. Para transformar los datos del Balance volumétrico a masa se debe asegurar la exactitud en la toma de temperatura, nivel del producto en tanque y densidad (tomando muestras representativas).

Los datos que presenta la refinería se relacionan preferiblemente en masa ya que esta medida es internacionalmente única y no es afectada por factores, así por ejemplo la temperatura influye en el volumen del producto de acuerdo a la relación:

$$V = V' \cdot (1 + A(T - T'))$$

Donde:

A = Coeficiente de dilatación térmica

V' = Es el volumen a una temperatura de referencia T'

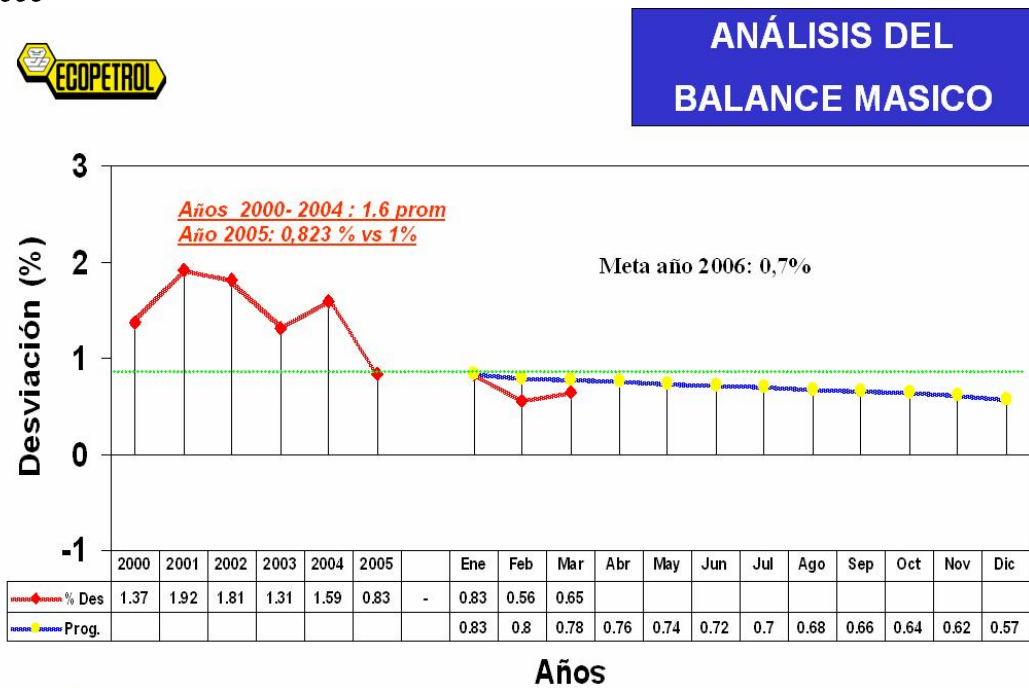
V = Es el volumen a una nueva temperatura

En esta relación se puede evidenciar que el volumen aumenta al aumentar la temperatura, además la presión también puede afectar el volumen, factores que son inherentes a la masa del producto.

2. ACTIVIDADES REALIZADAS

Anteriormente la refinería de Barrancabermeja no tenía tanta preocupación con respecto a la medición, pero al realizarse un estudio de energía y pérdidas, llamado CEL (Indicador de energía y pérdidas) el cual consiste en comparar la refinería con otras a nivel mundial, se comprobó que ocupaba un puesto muy bajo por lo que surgió la necesidad de mejorar el porcentaje de pérdidas.

Figura 8. Porcentaje de pérdidas desde el año 2000 al 2005 y proyección para el 2006



La Energía de los Colombianos

www.ecopetrol.com.co

Fuente: presentación balance másico marzo 2006

Como se puede apreciar en la *Figura 8*, en los años anteriores del 2005 el porcentaje de pérdidas era superior al 1%, y según los informes la producción de la refinería es de 250000 barriles por día, entonces las pérdidas eran superiores 2500 barriles por día, lo cual era una cantidad muy grande de producto y de dinero.

El grupo de medición nace en el año de 2005 y tiene como objetivo principal disminuir el porcentaje de pérdidas de la refinería, el cual influye directamente en el mejoramiento del balance másico de la empresa. Este grupo ha demostrado ser muy efectivo, como se muestra en la figura anterior, ya que el porcentaje promedio de pérdidas entre el año 2000 y 2004 que estaba en 1,6% se logró disminuir hasta el 0,83% en el año 2005.

La otra parte de la figura muestra que el grupo de medición tiene como meta este año llegar al 0,7% en pérdidas en la refinería, y para lograrlo está mejorando la medición estática y dinámica de los productos, con capacitaciones a los diferentes operadores de la refinería e instalando equipos de última tecnología los cuales ofrecen porcentaje de confiabilidad elevado, pero para cumplir con la meta requiere seguir mejorando el Departamento de Materias Primas y Productos terminados, y extender el mejoramiento de los equipos y la medición a diferentes departamentos, entre ellos Petroquímica.

Otro punto importante para mejorar el Balance Másico es identificar las pérdidas y medir algunos consumos que no se están cuantificando correctamente, este es el caso del consumo interno del combustóleo en la refinería, que es enviado como el combustible que se quema en algunas calderas para procesar o generar productos.

Por las razones expuestas anteriormente se puede apreciar que es muy importante invertir económicamente y en personal para que el mejoramiento del porcentaje del Balance Másico se pueda lograr en la meta fijada, ya que se tendrá un beneficio económico muy grande y la imagen de la empresa a nivel mundial será mucho mejor.

Las actividades realizadas en la Gerencia Complejo Barrancabermeja se describen a continuación:

2.1. MEJORAMIENTO DE LA TELEMETRÍA Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las actividades realizadas en este capítulo están relacionadas con las acciones requeridas en telemetría, en medición estática con variables nivel y temperatura, para el mejoramiento del indicador de confiabilidad en el departamento de Materias Primas

y Petroquímica, además del aseguramiento de la información de las tablas de aforo en las herramientas SIO y PI y seguimiento semanal a indicadores de telemetría para la realización de acciones y ajustes.

2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

En la Refinería de ECOPETROL de Barrancabermeja existen plantas de proceso para la transformación del petróleo en diferentes productos que se utilizan para múltiples procesos. En estas plantas necesariamente deben tener un sistema de almacenamiento de los productos, para tal fin se utilizan los tanques de almacenamiento. En la Refinería existen 252 tanques que se pueden clasificar por su forma en:

- Tanques cilíndricos con techo cónico: Se usan generalmente para almacenar productos que tienen una baja presión de vapor, es decir que no tienden a producir vapores a la temperatura ambiente, entre estos productos se encuentran los asfaltos, las ceras, los crudos, etc.

- Tanques cilíndricos con fondo y tapas cóncavas: Estos tanques generalmente almacenan productos que tienen una alta presión de vapor, es decir que tienen una gran tendencia a producir vapores a temperatura ambiente, como el Gas Licuado del Petróleo (Butano y Propano).

- Tanques cilíndricos con techo flotante: Son parecidos a los tanques con techo cónico con la diferencia de que su techo flota sobre el producto almacenado, este método disminuye las pérdidas por evaporación.

- Tanques cilíndricos con membrana flotante: Es un tanque con techo cónico al cual se le ha adaptado una membrana en el interior para que flote sobre el producto almacenado, de esta manera se disminuye la formación de gases y la evaporación del producto

- Tanques esféricos: Se utilizan para productos con alta presión de vapor, como el gas natural.

La instalación de los sistemas automáticos de medición de variables nivel y temperatura surge de la necesidad de tener un mayor control en los tanques y los productos que se reciben o despachan, ya que teniendo esta medida en tiempo real se puede realizar un inventario o balance de la planta con una mayor exactitud, además se puede configurar en el sistema de monitoreo alarmas por bajo nivel para evitar posibles daños en las bombas de succión del tanque y alarmas por alto nivel para evitar derrames del producto almacenado.

Otra ventaja de estos sistemas automáticos de medición es el aumento de la seguridad y optimización de la operación, debido a la diversidad de tanques y las emisiones de algunos productos almacenados que pueden ser nocivos para la salud, los trabajadores no deben tomar múltiples medidas al mismo tanque evitando la permanente exposición a estos vapores y además hay una mejor distribución de tiempo para la realización de las tareas asignadas.

Con la instalación de la telemetría se obtuvieron muchas ventajas, pero con el paso del tiempo estos sistemas automáticos de medidas perdieron confiabilidad en las áreas debido a que no se podía detectar fácilmente cuándo el equipo telemétrico presentaba mediciones erróneas, y esta situación estaba afectando en gran parte el balance másico de la refinería.

Para asegurar la confiabilidad de la telemetría y detectar los inconvenientes se debía hacer una revisión de todos los sistemas de información donde estas mediciones estuvieran presentes (PI, SIO, ENTIS, Tankmaster), además se requería hacer un seguimiento de la telemetría por medio de herramientas que permitieran detectar errores en la información y documentar las acciones en instructivos y procedimientos para que las fallas detectadas se eviten.

2.1.2. DESARROLLO

2.1.2.1. Indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB

El equipo de medición y el área de informática crearon una herramienta en el sistema RIS llamada “indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB”. Con esta herramienta se quería asegurar la integridad operativa realizando seguimiento, gestión y control de los sistemas de medición estáticos en variables de nivel y temperatura para brindar una mayor seguridad al personal y las instalaciones.

El indicador de confiabilidad de la telemetría es un reporte donde se muestra la medición manual y automática en variables de nivel y temperatura tomadas en el mismo instante en un tanque determinado, además realiza una comparación entre estas mediciones (manual y automática) presentando su diferencia en milímetros para el caso del nivel y en grados Fahrenheit en el caso de la temperatura. Este reporte se realiza con el fin de detectar rápidamente cuando un equipo telemétrico presenta mediciones erróneas, además presenta unos estados o colores que indican el estado de la telemetría. Este reporte se muestra en la *Figura 9*.

Figura 9. Indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB



Tanque	TEMPERATURA			NIVEL			INDICADOR GLOBAL
	Automático	Manual	Ind.	Telemetría	Cinta	Ind.	
K0201	45	45	1	78	77	1	Verde
K0202	15	16	1	16	65	0	Amarillo
K0203	20	25	0	32	45	0	Rojo
K0674	32	43	0	43	32	0	Rojo

Fuente: Indicador de reporte de telemetría de la GCB

La información suministrada en este indicador es ingresada por el operador del área encargada del tanque semanalmente. Como se muestra en la *Figura 9*, este reporte tiene tres estados los cuales se explican en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Estados del indicador de telemetría

COLOR	ROJO	AMARILLO	VERDE
ESTADO			
SIGNIFICADO	Diferencia entre mediciones de nivel mayor o igual que 5 mm Y entre temperaturas mayor o igual a 3° F	Diferencia entre mediciones de nivel mayor o igual que 5 mm O entre temperaturas mayor o igual a 3° F	Diferencia entre mediciones de nivel menor que 5 mm Y entre temperaturas menor a 3° F

Fuente: diseño del autor

Cuando un tanque tiene grandes diferencias entre estas medidas influye directamente en el Balance Másico de la refinería debido a que en muchos tanques toman los datos de la telemetría para los movimientos que se realizan en el SIO, y al estar descalibrado el equipo genera una diferencia en este Balance.

Para obtener resultados, a esta herramienta se le debía hacer un seguimiento periódico y encontrar rápidamente los equipos en falla. Para cumplir con esta tarea se hacía la revisión los días lunes y martes del Indicador de confiabilidad de la telemetría en tanques de la GCB. Este seguimiento se realizaba con el fin de generar un reporte dirigido a los integrantes del equipo de medición y los coordinadores de las áreas operativas de la refinería con las diferencias más alarmantes para que se realizaran las respectivas órdenes de trabajo y el equipo en aseguramiento se calibrara con la mayor rapidez posible.

Adicional al seguimiento realizado al indicador de telemetría se llevaba un registro de los datos encontrados en este indicador, el cual es un histórico para tener las diferencias de todos los datos para nivel y temperatura durante un prolongado periodo de tiempo y verificar las acciones de mejora que se han hecho para los equipos descalibrados. Este histórico se guardaba en un formato en Excel, una parte de este registro se encuentra en el *anexo 1*.

2.1.2.2. Plantilla PI – SIO

Las mediciones automáticas de nivel y temperatura de los tanques se pueden visualizar en el cuarto de control por medio de un software apropiado (Entis, tankmaster), y una gran ventaja de estos datos es que pueden ser guardados en diferentes sistemas de información. Para el caso de Ecopetrol, muchos de los datos automáticos se guardan en una base de datos llamada base de datos PI en tiempo real, es decir la información está siempre actualizada, esto se puede utilizar para monitorear las medidas en tiempo real desde cualquier parte de la red en toda Colombia, además esta base de datos guarda la información por un prolongado periodo de tiempo, por lo que también se utiliza para verificar inventarios de productos además de otras funciones. En la *Figura 5* (página 12) se muestra el sistema para que llegue la información a la base de datos PI

En las plantas de la refinería se realiza un corte para control de inventarios y generar el balance másico diario para la liquidación de tanques, este corte se hace a la medianoche y se genera por los datos que han ingresado los operadores en el sistema SIO. Al realizar el balance másico diario, se encontró que las pérdidas tenían un alto porcentaje sin encontrar la razón por lo que se determinó buscar soluciones.

Un trabajo realizado por el equipo de medición para encontrar las pérdidas fue desarrollar una plantilla para verificar el estado de las medidas que se guardan en la base de datos PI llamada plantilla PI – SIO. Esta plantilla es una comparación que se realiza a los datos que se están generando en el sistema SIO contra la información que se muestra en el sistema automático de medición en el corte de medianoche tomando las mediciones de nivel y temperatura que idealmente debían ser iguales. Una parte de la plantilla se muestra en el *anexo 2*.

La plantilla PI - SIO realiza automáticamente la diferencia entre el dato reportado en SIO a medianoche y el actualizado en la base de datos PI, y a partir de este resultado se evidenciaron grandes diferencias.

El trabajo que se desarrolló con respecto a esta plantilla fue la colaboración en la creación y realización del seguimiento a estas diferencias para corregir los datos que

se estaban suministrando en el SIO por parte de los operadores y detectar los posibles puntos de falla para obtener un inventario más confiable. Con el seguimiento de esta plantilla se encontraron varias situaciones como la diferencia de hora en los sistemas ENTIS O Tankmaster y la red de Ecopetrol, digitación errónea de los datos por parte del operador, nombre de la medida en la red o Tag-PI que no correspondían con la información deseada, entre otras.

Con la realización de este seguimiento se detectó que en las plantas de Parafinas y Aromáticos del departamento de Petroquímica todos los datos en PI se encontraban erróneos, y al realizar la visita a estas plantas se encontró que los datos no estaban llegando a este sistema.

Al hacer la inspección del sistema de telemetría en la planta de Parafinas, se encontró que hay una falla de comunicación entre el módem CIU Plus y el DCS, esto es debido a la ausencia de una tarjeta de comunicación que viene contenida dentro de la unidad CIU Plus la cual sirve de modulador y transductor que convierte las señales de medida que genera esta unidad y las modula en protocolo MODBUS para que el DCS pueda adquirir la información y monitorearla. Las conexiones para la comunicación de estos dispositivos se encuentran hechas. La recomendación realizada al Departamento de Petroquímica para la solución de este inconveniente fue la compra de esta tarjeta de comunicación.

En la inspección hecha en la planta de Aromáticos, se evidenció que las señales de telemetría sólo se encuentran monitoreadas desde un computador el cual está por fuera del cuarto de control, y el traslado de las señales hacia el sistema DCS no existe.

Al realizar las revisiones al sistema de la planta surgió la siguiente recomendación:

Antecedentes

En la planta de aromáticos los tanques tienen medición automática de nivel y temperatura, pero estas señales no están llegando al DCS del área, la visualización del nivel y temperatura de los tanques se hace en un computador el cual no tiene la posibilidad de enviar señales a los sistemas de información corporativos (PI, RIS).

Diagnóstico:

Los equipos que se encuentran en la planta de aromáticos para la recolección de los datos de la telemetría instalada en los tanques se encuentran desactualizados, el equipo receptor de las señales de campo es la Unidad Interfase de Comunicaciones CIU 858, el sistema operativo para la visualización de las señales se realiza en plataforma DOS y el software implementado es antiguo y no es muy amigable para el manejo de la información por parte de los operadores.

Las señales de telemetría solo se pueden visualizar en un computador que no se encuentra en el cuarto de control, este equipo se encuentra ubicado en el cuarto de permisos de trabajo y no hay manera de observar las mediciones en el cuarto de control por parte del operador.

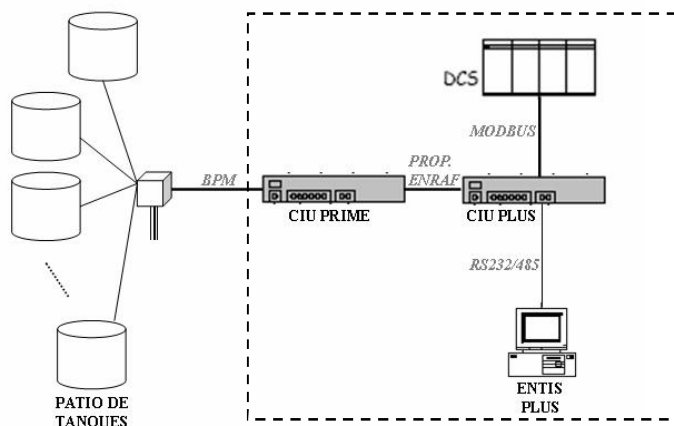
Los datos de la telemetría no se pueden capturar en la base de datos PI para llevar un registro histórico de esta información por lo que no se puede hacer seguimiento a las no conformidades ni detectar fallas en la medición

Acciones recomendadas:

En el proceso de optimización de la tecnología utilizada se recomienda realizar un proyecto en la planta de aromáticos para la actualización y mejoramiento de los equipos utilizados y el software implementado para la recepción y visualización de las mediciones de nivel y temperatura automáticos.

Los trabajos a realizar en la planta de aromáticos se encuentran encerrados en el cuadro de la *Figura 10*.

Figura 10. Trabajos a realizar en la planta de Aromáticos



Fuente: diseño del autor

El proyecto consta de los siguientes trabajos:

- Actualización de la unidad interfase de comunicaciones (CIU) 858 por una unidad con mayor tecnología capaz de realizar operaciones para el cálculo del volumen total, volumen corregido a la temperatura y el flujo que entra o sale del tanque. La nueva unidad tiene dos componentes: La CIU PRIME y la CIU PLUS.
- Actualización del software ENTIS que está en la plataforma DOS utilizado para el monitoreo en el computador del cuarto de control por el software ENTIS Pro hecho en plataforma Windows, el cual soporta todas las señales y cálculos que realiza la CIU PLUS y las muestra en la pantalla.
- Realización de la conexión entre la CIU PLUS y el DCS utilizando el cableado de comunicación adecuado que soporte el protocolo MODBUS para que en el DCS se puedan ver las medidas automáticas de nivel y temperatura.
- Configuración en el DCS la base de datos y gráficos de cada una de las variables para que las medidas sean correctas. Adicionalmente se deben crear los correspondientes TAG-PI para que estas medidas puedan subir correctamente a la Base de Datos en tiempo real PI.

En resumen los equipos y software que se requieren para la realización de este proyecto son:

- Unidad interfase de comunicaciones CIU PRIME
- Unidad interfase de comunicaciones CIU PLUS
- Licencia para la actualización del software ENTIS con sistema operativo DOS, sería reemplazado por el software ENTIS Pro el cual utiliza como sistema operativo Windows.
- Tarjeta de recepción de datos vía protocolo MODBUS para el DCS

Con este proyecto se obtendrán los siguientes beneficios:

- Las señales automáticas de nivel y temperatura se podrán ver en el DCS y además estas medidas se pueden almacenar en la base de datos PI y llevar un registro en línea, Al llegar la información a PI se puede ver también en otros sistemas de información como el RIS.
- Al tener las señales en la base de datos PI se puede hacer un comparativo con los datos que se están registrando en SIO y posteriormente habilitar la opción en SIO de tomar los datos por medio de la telemetría, esto elimina posibles errores de digitación por parte de los operadores y se obtienen datos muy confiables que favorecerán el Balance Másico de la refinería
- Aumento de la confiabilidad de la medición con equipos de alta tecnología que reducen la incertidumbre
- Posibilidad de monitorear las señales desde accesos remotos sin necesidad de estar directamente conectado al dispositivo de recepción de las señales.
- Un monitoreo de las medidas en varios sitios de la planta y visualización en lugares remotos (DCS y ENTIS)

- Las variables de volumen total, volumen corregido por temperatura y flujo que entra o sale del tanque se pueden observar en el DCS y en el ENTIS, también se indica si el tanque está recibiendo, entregando o en reposo.
- Una visualización más amigable para el operador del área de la medición.

Controles de calidad requeridos:

- Simulación de alarmas en los sistemas que monitorean las señales
- Verificación de la calibración de los tanques en los sistemas.
- Aseguramiento del cargue de las tablas de aforo actualizadas en los sistemas.
- Verificación de la comunicación entre el sistema CIU PLUS y el DCS.

Además con el seguimiento de la plantilla se hizo gestión para solucionar las fallas encontradas en las plantas y se habilitó en el sistema SIO la captura automática del dato de telemetría cuando se requiera realizar un movimiento en varios tanques que se les hizo seguimiento en varios días y tuvieron un buen comportamiento y así automatizar la entrada de datos para reducir posibles fuentes de error.

2.1.2.3. Cuadro comparativo de tanques de Ecopetrol.

Una necesidad que se evidenció fue la de reunir la información de los tanques de la refinería, esto debido a que en muchas situaciones no era sencillo encontrar dicha información ya que se encontraba en diferentes partes de los sistemas informativos, y en otras situaciones no había información al respecto. El cuadro comparativo de tanques de Ecopetrol es un cuadro hecho en Excel donde se encuentran los tanques de Materias Primas y Petroquímica con información de interés para los trabajadores. La información que contiene es la siguiente: Nombre del tanque, ubicación (área donde pertenece), producto que contiene, fecha del último aforo, tipo de techo, empresa aforadora, la comparación de las alturas de referencia en la tabla de aforo con la pintada en el techo del tanque y con la registrada en SIO (que idealmente deben ser iguales), comparación de los puntos de la tabla de aforo con los puntos registrados en los sistemas SIO y ENTIS o Tankmaster (que idealmente deben ser

iguales), notas para correcciones, ventana operativa, Gravedad API, temperatura y zona crítica cuando el tanque es de techo o membrana flotante. Este cuadro se muestra en el *anexo 3*.

Para realizar este cuadro comparativo se hizo una revisión de la información de los sistemas de información SIO, ENTIS y Tankmaster y revisar también los datos que suministraba las tablas de aforo vigentes para los tanques. En muchos casos donde no se tenía información se procedió a realizar una visita al tanque e inspeccionar los datos de campo, como la altura de referencia, producto que contiene, entre otras.

Con la centralización de la información de mayor importancia para los trabajadores de la refinería se encontraron varios aspectos donde se requería una actualización de los datos. En la casilla del nombre del tanque se han puesto comentarios que son correcciones que se deben realizar en algunos de los sistemas informativos sea la tabla de aforo, la telemetría y/o en el SIO.

Algunos trabajos que se realizaron con respecto a este cuadro comparativo fueron:

2.1.2.3.1. Colaboración en la actualización de los datos de las tablas de aforo contenidos en el SIO para el correcto cálculo del volumen del producto

Para el cálculo del volumen del producto que se ha almacenado, despachado o recibido en el sistema de información SIO, las tablas de aforo juegan un papel muy importante, y las diferencias que se estaban presentando en el balance de la refinería en parte es ocasionada por las tablas obsoletas que se estaban utilizando para este cálculo. Además algunas ventanas operativas de los tanques no estaban actualizadas ocasionando una posible emergencia por derrame del producto o daño de equipos. En conjunto de los administradores del sistema de información SIO se hizo una actualización de algunos datos de tanques conforme con lo encontrado en el cuadro comparativo de tanques, además se informó a los ingenieros de proceso sobre la importancia de la actualización de las ventanas operativas y la urgencia que esta tarea necesita, con el fin de actualizar en la mayor brevedad posible estas ventanas en el sistema SIO.

2.1.2.3.2. Corrección de algunas alturas de referencia en la refinería de Barrancabermeja

Para el operador hay tres sistemas para la obtención de la altura de referencia:

- La placa informativa ubicada en el techo del tanque
- La tabla de aforo
- La información en SIO

Con la ayuda del archivo comparativo de tanques se encontró que algunas alturas de referencia no coincidían con la información suministrada por la tabla de aforo en comparación con el sistema SIO y/o los datos que se encontraban en el techo del tanque. Se realizó visitas a los tanques que estaban contenidos en esta situación y se procedió a medir su altura de referencia. En los tanques donde se encontró diferencias con el SIO se procedió a realizar un memorando interno informativo donde se divulgaba la diferencia de estas alturas y la corrección en el sistema SIO. Un memorando para información del cambio de altura de referencia en el sistema SIO se muestra en el *anexo 4*. En tanques donde se encontró diferencias con respecto a la altura pintada en el techo se procedió a borrar esta medida y se anotó provisionalmente la altura correcta mientras se realiza la nueva placa de identificación.

2.1.2.4. Actividades complementarias

2.1.2.4.1. Seguimiento de la telemetría en Casabombas 1

En el área de Casabombas 1 perteneciente al departamento de Materias Primas y Productos la medición de nivel y temperatura en la gran mayoría de tanques se realizaba por medio de cinta y termómetro, en esta área se encuentran tanques con productos terminados de todo tipo, en algunos de ellos los vapores son nocivos para la salud, como los disolventes o productos aromáticos que se encuentran disponibles para la venta, por lo que se tomó la determinación de instalar la telemetría a 23 tanques de Casabombas 1 y aumentar la confianza en la medición. El esquema de la instalación que se realizó en el área se muestra en la *Figura 5* (página 12).

En el área de Casabombas 1 hay un total de treinta tanques, pero dos de éstos se desmantelarán, por este motivo no se les instaló la telemetría

En este contrato también se contempló el arreglo de las escotillas de medición para una mayor comodidad del operador en el momento de hacer la medición y además evitar el error de la medición por el efecto de paralelaje. El análisis de las escotillas de medición se tratará en el numeral 2.6.2. (Página 62).

El trabajo realizado en esta área fue hacer el seguimiento a la instalación de los equipos telemétricos en el área de tanques, verificación de la correcta instalación de las escotillas de medición. Al hacer un cambio en las escotillas de medición, el punto de referencia ubicado en la parte superior del tanque se modificó y por lo tanto la altura de referencia del tanque tuvo una alteración, por este motivo se realizaron las mediciones de altura de referencia, nivel y temperatura del producto para la calibración de los equipos telemétricos y para hacer los cambios respectivos en los diferentes sistemas de información, además se revisó el cargue de las tablas de aforo en los sistemas ENTIS y DCS, con el fin de que los datos enviados desde la unidad CIU Prime se observaran correctamente en estos sistemas de monitoreo. Otra actividad realizada fue la verificación de la correcta configuración de la base de datos y de los gráficos en el sistema DCS y por último se colaboró en la creación de los TAG-PI en el sistema DCS y así realizar monitoreos de estas medidas en unidades remotas y además se guardara esta información en la base de datos PI.

Para la verificación de la confiabilidad de la telemetría instalada en esta área, se incluyeron los tanques con esta nueva medición automática en el reporte del indicador de confiabilidad de la telemetría en la GCB explicado en el numeral 2.1.2.1. (página 20). En este reporte se le entregó una gran prioridad a los tanques de Casabombas 1 para realizar los respectivos ajustes en los equipos telemétricos que tenían diferencias con las medidas tomadas manualmente.

2.1.2.4.2. Comparación de las tablas de aforo nuevas contra las tablas antiguas

Para realizar la validación y cargue de las nuevas tablas de aforo entregadas por la empresa contratista se debe antes que todo revisar que la información contenida sea confiable, por esta razón se realizó una comparación de los puntos y datos de las nuevas tablas de aforo contra las que en ese momento estaban vigentes en los sistemas de información. Con la comparación realizada se detectaron algunas tablas cuyos datos tenían grandes diferencias respecto a las tablas anteriores y estas diferencias no estaban justificadas debido a que los tanques no habían sufrido transformaciones en su estructura interna. Por este motivo el equipo de medición no validó estas nuevas tablas de aforo con grandes diferencias. Una comparación de tablas de aforo se muestra en el *anexo 5*

2.1.2.4.3. Archivo de las tablas de aforo actualizadas

Las tablas de aforo de los tanques en la GCB se encontraban en varios sitios y cuando se necesitaba alguna información de estas tablas, para encontrarlas era un poco dispendioso. La solución para esta situación fue reunir todas las tablas de aforo existentes y ubicarlas en un archivo provisional. El trabajo realizado ha sido buscar toda la información de las tablas de aforo y equivalencias medida - volumen de los tanques en la refinería con el fin de escoger la información y organizarla en un solo sitio. En este archivo que custodia el equipo de medición de la GCB se encuentra el departamento de materias primas, incluyendo las balas de la nueva y vieja estación de GLP y el departamento de Petroquímica con las plantas de Aromáticos y Parafinas. Además de esta recolección y agrupación, se hizo una actualización de la información contenida en las carpetas, ya que algunas de éstas se encontraban con tablas de aforo que no tenían vigencia.

Además de este trabajo se hizo una copia de estas tablas de aforo actualizadas y se distribuyó a las plantas que custodian los tanques. Con esta búsqueda se evidenció que algunos tanques no tenían información de tablas de aforo y por este motivo son de prioridad a la hora de realizar aforos.

2.2. RECUPERACIÓN DE LA MEDICIÓN DE COMBUSTÓLEO DE CONSUMO INTERNO

Con esta actividad se realizó la actualización de procedimientos y gestión para la recuperación de la medición dinámica de combustóleo para el consumo interno de la refinería.

2.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

Otro punto importante para mejorar el Balance Másico es identificar las pérdidas y medir algunos consumos que no se están cuantificando correctamente, este es el caso del consumo interno del combustóleo en la refinería, que es enviado como el combustible que se quema en algunas calderas para procesar o generar productos.

La medición de este combustible no se realiza de manera adecuada debido a que los elementos de medición se encuentran en un estado regular y el mal diseño del sistema también está presente. El cálculo del consumo de este combustible no tiene en cuenta el sistema de medición, este consumo es estimado por unas tablas de promedio de consumo de las calderas. Se estima que la incertidumbre en esta medición llega aproximadamente al 15% y el consumo diario es aproximadamente 3000 barriles, luego se hablaría de un error de 13500 barriles mensuales cuyo precio por barril se estima en US\$ 15.

En la refinería de Barrancabermeja existen dos plantas en donde existen calderas que utilizan el combustóleo como combustible para la generación de vapor y energía eléctrica de uso interno. Los diseños del sistema de medición son similares ya que poseen los mismos elementos importantes, pero las soluciones para una medición confiable del combustible son independientes porque cada sistema de medición tiene una oportunidad de mejora diferente.

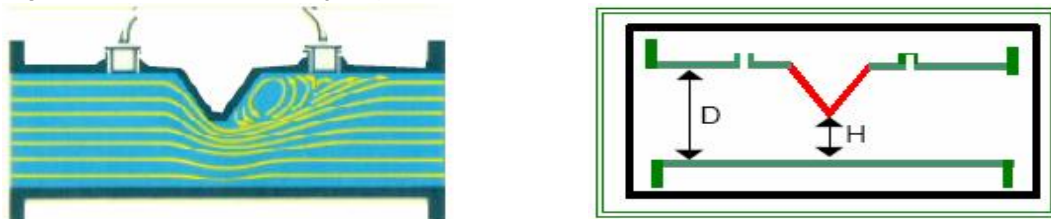
2.2.2. DESARROLLO

2.2.2.1. Medición del combustóleo a calderas en Balance

En la Unidad de Balance se encuentra ubicado el tanque K-2991 el cual es el encargado de recibir el combustóleo de Casabombas B y despachar el producto que se requiere para la quema en calderas y generar vapor. En esta unidad hay cinco calderas habilitadas para este tipo de producto y cada caldera tiene en la entrada un medidor tipo cuña para la medición de flujo. Este medidor tipo cuña no está recomendado para transferencia de custodia según las normas API.

El medidor tipo cuña es un medidor volumétrico de inferencia que utiliza la técnica de presión diferencial a través de un elemento de flujo primario. En la *Figura 11* se muestra el medidor tipo cuña y su funcionamiento.

Figura 11. Medidor de flujo tipo cuña



Fuente: catálogo del medidor tipo cuña marca Preso

En el medidor tipo cuña mostrado en la *Figura 11*, el fluido genera presiones diferentes en cada lado de la restricción, estas presiones son tomadas y se halla la presión diferencial en el medidor y con este valor deduce el flujo correspondiente que circula a través de la tubería. La restricción en V está caracterizada por la relación H/D (Análoga al Beta de la platina de orificio). Estos dispositivos se colocaron debido a su buen comportamiento en la medición de fluidos viscosos, como es el caso del combustóleo.

Para que el producto no haga algún tipo de taponamiento generalmente se pone a recircular el combustóleo así no se queme el producto, y este flujo se está

contabilizando con los medidores tipo cuña ubicados a la entrada de calderas, ocasionando un desbalance en el inventario del tanque.

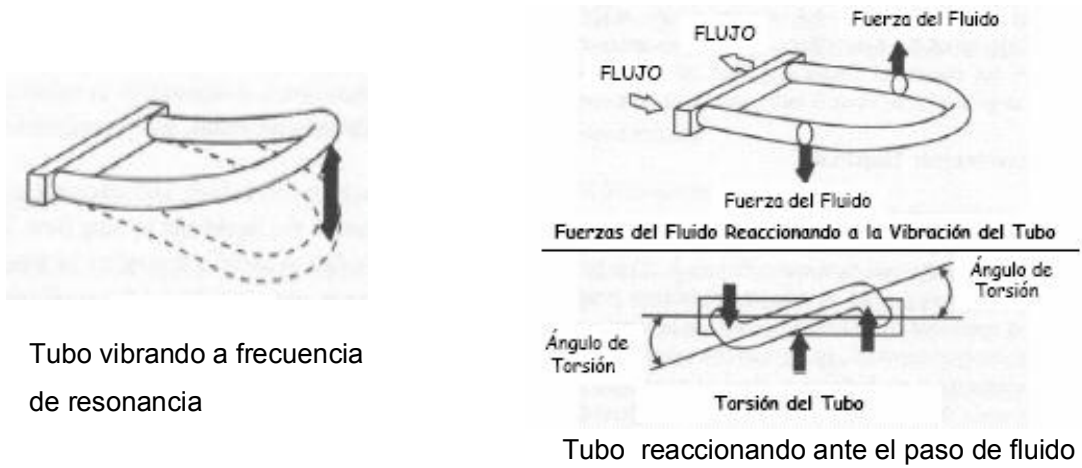
Para la realización del Balance Másico del combustóleo en Balance, esta área envía un estimado del volumen quemado haciendo la relación del consumo promedio de una caldera en un tiempo determinado y se suma el número de calderas que consumieron combustible. La medición no se encuentra presente el cálculo de este balance.

El tanque K-2991 tiene instalada la medición automática de nivel y temperatura, estas señales llegan a la Casabombas B y allí se monitorea, pero a la planta de custodia del tanque que es la unidad de Balance no llegan automáticamente las mediciones. Para la medición del recibo de combustóleo en el tanque K-2991, en su entrada se encuentra instalado un medidor másico el cual mide el flujo en masa y la densidad del fluido, siendo estas características que lo hacen versátil, puesto que al tener la masa y la densidad se puede inferir el volumen.

El principio de funcionamiento de este medidor másico es el efecto Coriolis, el cual es la superimposición de movimiento lineal a acción rotatoria. En la *Figura 12* se muestra la forma de funcionamiento del medidor Coriolis.

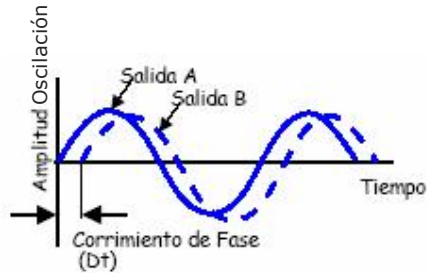
Como se muestra en la *Figura 12*, cuando no hay paso de fluido el tubo vibra a una frecuencia de resonancia o frecuencia natural, en este momento la señal de salida originada es la salida A, cuando empieza el flujo en el tubo, por efecto de la fuerza Coriolis comienza a deformarse, como se indica en la reacción ante el paso del fluido, este cambio en la fase se indica en la salida como la salida B. En la salida de las señales se denota un corrimiento de fase que es proporcional a la masa que está en flujo. El corrimiento de fase (Dt) aumenta cuando la masa por unidad de tiempo aumenta.

Figura 12. Funcionamiento de los medidores tipo Coriolis



Tubo vibrando a frecuencia de resonancia

Tubo reaccionando ante el paso de fluido



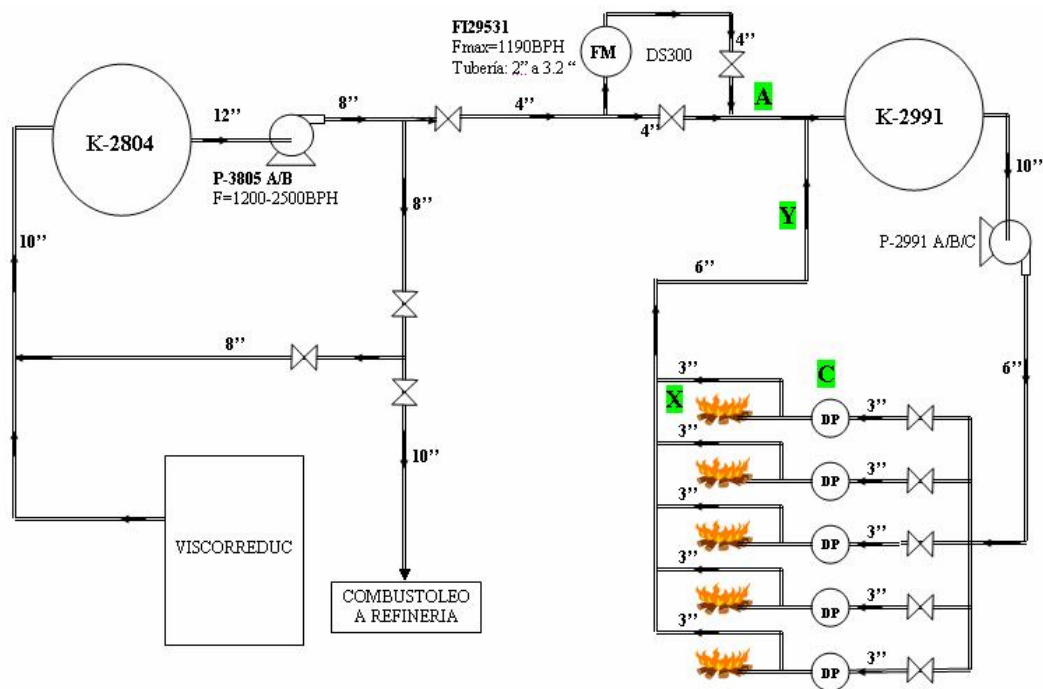
Salidas de las señales originadas en el tubo

Fuente: diplomado de medición de hidrocarburos 9ª promoción, UIS

El medidor másico instalado en la entrada del tanque K-2991 tiene incluido un sensor de temperatura dinámica del producto, pero este medidor en la actualidad se encuentra fuera de servicio.

El esquema que se muestra en la *Figura 13* es la distribución del combustible que se despacha hacia el tanque K-2991 hasta que el producto es quemado en las calderas.

Figura 13. Esquema de distribución del combustóleo a calderas en Balance



Fuente: diseño del autor

Las letras que están resaltadas son las variables que intervienen en el cálculo del volumen del combustóleo en un tiempo determinado. Para llegar a la relación que conduce al cálculo del volumen consumido por las calderas se realiza el siguiente estudio:

Datos:

A = Volumen Medidor Coriolis (si el By-pass está cerrado)

C = Sumatoria del volumen de medidores tipo cuña

Vol.in = Volumen inicial del tanque

Vol.fi = Volumen final del tanque

X = Sumatoria del consumo en calderas

Y = Volumen en la recirculación

Haciendo la relación de las entradas con las salidas tenemos:

$$A + Y + Vol.in - C = Vol. fi \quad (1)$$

$$C - X = Y \quad (2)$$

Reemplazando ecuación (2) en ecuación (1) tenemos

$$A + C - X + Vol.in - C = Vol. fi$$

Se anula C y -C, luego la ecuación final es:

$$X = Vol.in + A - Vol. fi \quad (3)$$

De la ecuación N° 3 podemos deducir que el consumo de las calderas no depende de los medidores que se encuentran en la entrada de las calderas. Hay que asegurar el volumen inicial, el volumen final y el volumen que entra al tanque.

Con relación al volumen del producto que entra al tanque (A) se puede contabilizar por medio del medidor másico de marca Micromotion modelo DS300 ubicado antes de la recirculación del tanque, la masa medida por este instrumento debe convertirse a volumen. Este medidor no se encuentra en servicio por lo que se procedió a revisarlo. Al realizar la medición se llegó a la conclusión que el transmisor encargado de llevar las señales se encuentra en falla. El informe sobre la revisión hecha al medidor se encuentra en el *anexo 6*. En la *Figura 14* se muestra la instalación del medidor másico con su respectivo transmisor en el campo.

Con relación al volumen inicial y final del tanque (vol.in), (vol.fi) se pueden conocer por medio de la medición automática de nivel instalada en el tanque, pero esta medición no está llegando al DCS ubicado en la planta de Balance sino su sitio de monitoreo es en Casabombas B.

Figura 14. Medidor Coriolis y transmisor instalados en la planta de Balance



Fuente: fotografía en campo

Con los trabajos realizados en la planta de Balance y con las inspecciones hechas a los equipos de medición se sugieren las siguientes recomendaciones:

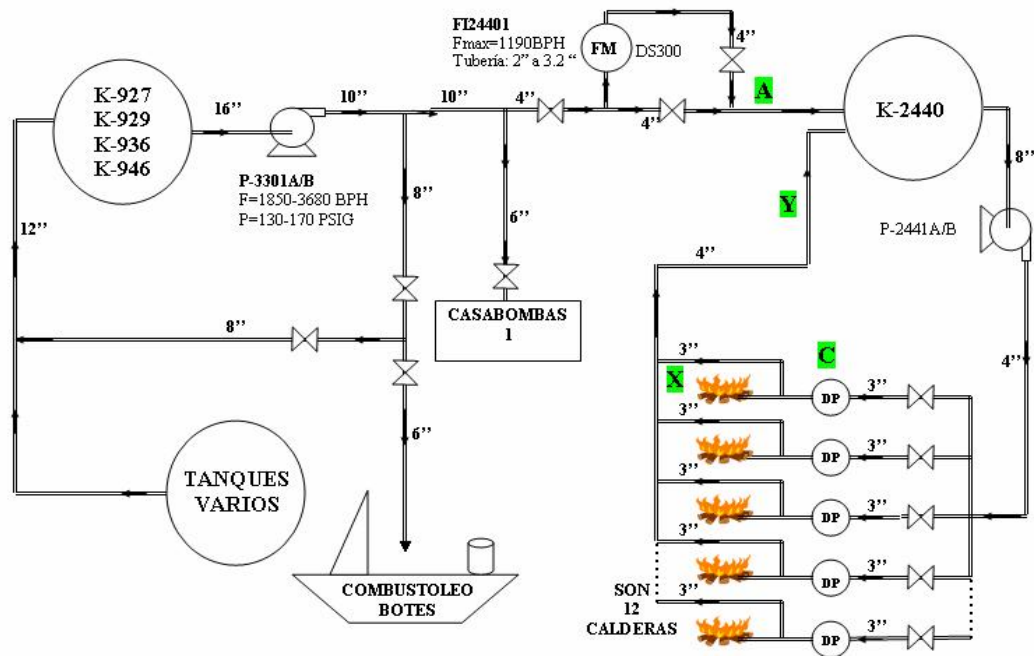
- El transmisor RFT9739 es el que recibe las señales del medidor másico, este transmisor se encuentra dañado por lo que se recomienda cambiar el dispositivo y asegurar la medición de la entrada del producto al tanque.
- La información de la telemetría está llegando al DCS ubicado en Casabombas B por lo que se recomienda llevar estas señales al cuarto de control de las calderas en Balance y realizar las operaciones para asegurar el correcto cálculo del volumen del combustóleo que se quema en calderas

2.2.2.2. Medición del combustóleo a calderas en Central del Norte

En el área de Central de Norte se encuentra el tanque K-2440 que se encarga de recibir combustóleo de una planta llamada casabombas 7 y despacha este producto a las calderas que son encargadas de generar energía eléctrica a algunas zonas de la refinería. En esta planta se encuentran doce calderas que tienen la posibilidad de utilizar el combustóleo como combustible para realizar su función. En la entrada de estas calderas se encuentran instalados los medidores tipo cuña que se muestran en la *Figura 11* (página 36).

Por la viscosidad del producto que se maneja, este sistema recircula el producto permanentemente sin tener consumo en las calderas, y esta recirculación se está contabilizando por los medidores tipo cuña ocasionando una medida errónea de consumo para el cálculo del balance másico. En esta planta también se halla el consumo de combustible por un estimado, sin que la medición se haga presente para este cálculo. El esquema de distribución de combustóleo para el área de Central del Norte se muestra en la *Figura 15*.

Figura 15. Esquema de distribución de combustóleo en Central del Norte



Fuente: diseño del autor

Como se puede apreciar en la *Figura 15*, el cálculo del volumen del combustóleo que se quema en calderas tiene las mismas variables que el esquema en la Unidad de Balance (*Figura 13*), y el estudio hecho aplica también para este caso, entonces la ecuación utilizada para el cálculo de combustóleo quemado en calderas se realiza por medio de la ecuación 3

$$X = Vol.in + A - Vol. fi \quad (3)$$

En esta unidad no se puede obtener las variables del volumen inicial y final (vol.in), (vol.fi) automáticamente ya que este tanque no tiene instalación de ningún de telemetría en el tanque, además no tiene un cuarto de control que se encuentre con un sistema DCS u otro sistema para el monitoreo automático de las señales.

Para el cálculo del volumen de entrada del tanque (A) se tiene un medidor másico de marca Micromotion modelo DS300 similar al instalado en la Unidad de Balance, a este equipo se le deben realizar varias pruebas debido a que la bomba que surte producto al tanque es muy grande y puede generar inconvenientes a las líneas y equipos que contiene el sistema.

Con relación a los trabajos que se deben realizar para el aseguramiento de la medición de combustóleo consumido en las calderas en Central del Norte, se hizo una recomendación a la planta que se muestra en el *anexo 7*

2.3. DIVULGACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN

Con esta actividad se busca el aseguramiento de la implementación de las políticas corporativas de medición y transferencia de custodia que se soporta en los procedimientos de medición estática del manual único de medición y hacer gestión para que los departamentos de Materias Primas y Petroquímica actualicen los instructivos correspondientes para la reducción de las pérdidas.

2.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

En la refinería de Barrancabermeja existen 42 plantas donde se manejan procesos donde se generan diversos productos terminados derivados del petróleo, estos productos se utilizan comúnmente en el diario vivir de las personas, ya que sirven para la fabricación de alimentos, bolsas, jabones, combustibles y lubricantes, entre muchos otros.

Los productos derivados del petróleo que se generan en la refinería son más de 120, sin contabilizar con las diferentes clases de gases que también se producen.

El Departamento de Materias Primas y Productos Terminados comprende los siguientes procesos:

- Recibo y manejo de materias primas y productos intermedios. El objetivo de este proceso es asegurar y garantizar el manejo adecuado de estos productos para entregarlo a las unidades de procesos, comprende el recibo, almacenamiento, medición y preparación de estos productos.
- Recibo y manejo de productos terminados: Asegura y garantiza el adecuado manejo de los productos terminados para la entrega a clientes externos, comprende el recibo, almacenamiento, medición y preparación de los componentes que provienen de las unidades de proceso hasta la entrega de los productos terminados a clientes externos.
- Medición en sistemas: Asegura y garantiza los sistemas de medición utilizados en los procesos, comprende todas las actividades de medición de cantidad desde el recibo de crudos hasta la entrega de los productos terminados a los clientes a través de los llevaderos de carrotanques, poliductos y botes.

El Departamento de Petroquímica comprende los siguientes procesos:

- Planta de aromáticos. Comprende la generación y manejo de diversos productos que son derivados del benceno, estos productos en su mayoría producen vapores los cuales son nocivos para la salud, por lo que es obligatorio el uso de respiradores en esta planta.
- Planta de Parafinas. En esta planta se generan y manejan las bases lubricantes y las parafinas, en esta planta se hace la venta de estas bases y parafinas a los clientes externos.

En el *anexo 3* se encuentran todos los tanques de Ecopetrol que manejan petróleo o sus derivados, cuya gran mayoría se encuentran en los departamentos de Materias Primas y de Petroquímica. Todos estos productos tienen características definidas, dependiendo de su densidad, temperatura, entre otras. Para la medición es muy importante identificar estas características para escoger el sistema correcto que pueda realizar una medición confiable.

Debido a la diversa variedad de productos con diferentes propiedades, es imposible crear un sistema de medición único que pueda servirle a todos, por este motivo hay que realizar diversas capacitaciones dependiendo del producto que se maneje para que la confiabilidad de la medición sea mejorada, esta mejora se reflejará en el cálculo de los inventarios de los productos y el balance másico.

Un trabajo que ha venido realizando el equipo de medición ha sido capacitar a los operadores del departamento de materias primas para que tengan conocimiento sobre las diferentes prácticas de la medición en su área y el uso correcto de los elementos de medición estática como la cinta de medición y el termómetro, pero en otros departamentos como Petroquímica o Servicios Industriales no se había hecho énfasis en la importancia de la medición y del cálculo correcto de los inventarios de los productos que se manejaban. Además algunos instructivos y procedimientos en diferentes plantas no se encontraban actualizados.

2.3.2. DESARROLLO

2.3.2.1. Visita a las plantas de la GCB que tienen tanques a su custodia para repartir información sobre medición de tanques.

Para crear una conciencia sobre la importancia de la medición y de realizar un correcto inventario de los productos en las plantas, se realizaron visitas a las áreas donde se encuentran tanques de almacenamiento de productos derivados del petróleo para la distribución de un manual llamado “medición de tanques” hecho por el equipo de medición. En este manual se encuentra información que es muy importante para los trabajadores de las plantas, está basado en el contenido del manual único de medición primordialmente, con los capítulos que habla de la terminología usada para la

medición, tablas de aforo, medición estática y dinámica, determinación de la temperatura y toma de muestras. Además en este manual se encuentra un formato para la verificación de los instrumentos de medición que tienen a su cargo explicando la forma de como se debe realizar y por último contiene las tablas de aforo existentes de los tanques del área visitada. Al llegar a la planta se desarrollaron dos tareas importantes:

- Realización de charlas explicando el contenido del manual de medición de tanques.

En la planta se hizo una reunión con los trabajadores presentes para hacer divulgación sobre este manual de medición y prestar atención a los trabajadores solucionando sus preguntas o tomando nota de las sugerencias para el mejor funcionamiento de la medición.

- Realización de una auditoria a los instrumentos de medición para tanques, evaluándolos de acuerdo al formato de inspección

En un formato se hizo una pequeña auditoria sobre los instrumentos de medición, observando el estado de la cinta de medición y de la plomada respectiva, examinando el termómetro midiendo la temperatura del cuarto y que estuviera acorde y revisando los lugares en donde se guardan estos instrumentos.

- Charlas sobre medición manual y automática en tanques

Se realizó pequeñas charlas al personal de operaciones para el uso correcto de los instrumentos para la medición de nivel y temperatura, acompañando a algunos operadores para que realizaran estas medidas a los tanques recomendando las mejores prácticas que pueden aumentar la confiabilidad de la medición.

2.3.2.2. Procedimientos realizados para la refinería

2.3.2.2.1. Colaboración en la actualización del manual de procedimientos para el envío de jet-a a botes

En el área de Casabombas 5 del departamento de materias primas se realiza el despacho de varios productos en transferencia de custodia hacia botes, uno de estos productos es el Jet-A. Este producto por sus características y refinación es uno de los que tienen mayor precio en la refinería, alrededor de US\$ 112 el barril. Por la importancia de este despacho se debe asegurar muy bien el procedimiento para esta transferencia y evitar en lo posible las pérdidas o errores en la medición.

El trabajo realizado en Casabombas 5 fue la revisión y actualización del manual de procedimientos de despacho de Jet-A hacia botes, en el cual participó personal de la vicepresidencia de transporte (VIT), el equipo de medición y operaciones. Este manual indica los pasos necesarios para la correcta metodología, medición y aseguramiento de esta transferencia, que va desde la verificación del visto bueno del producto, siguiendo con el alistamiento y despacho del producto hasta la realización del movimiento en sistema SIO. En la *Tabla 5* se muestra el procedimiento para el despacho de Jet-A hacia botes.

Tabla 5. Procedimiento de despacho del Jet-A hacia botes

Rev. A		Procedimiento de referencia				
Unidad	No.	Definición de tarea				
DESPACHO DE JET-A POR BOTES						
PLAN:			Condiciones previas			
<i>De 1 a 11 en orden</i>						
1		CONFIRMA ORDEN DE VENTAS	a. OPERADOR COMPETENTE			
2		REVISAR PROGRAMACION DE BOTES	b. AUTORIZACION DE VENTAS			
3		VERIFICA INVENTARIO DE PRODUCTO CON V.B. A ENTREGAR	c. PROGRAMA DE TRANSPORTE FLUVIAL			
4		VERIFICA V.B. DE LA BOCATOMA	d. QUE NO HAYA TORMENTA ELECTRICA			
5		MEDICION DE BOTES Y TANQUES	e. DISPONIBILIDAD DE PRODUCTO CON V.B.			
6		DILIGENCIAR PERMISO PARA CONEXIÓN DE MANGUERAS, ATS, CERTIFICADO DE MUELLES Y PERMISO PARA CARGUE	f. CUPO DISPONIBLE EN EL MUELLE PARA LOS BOTES.			
7		ALINEAR EL SISTEMA PARA DESPACHO DE JET-A1	g. BOTES APROPIADOS PARA CARGUE DE JET-A			
8		ENTREGA DEL PRODUCTO A BOTES	h. V.B. DE LA BOCATOMA			
9		REALIZAR MEDIDA FINAL DE BOTES Y TANQUE	EPP extra a las normas del sitio de trabajo:			
10		REALIZAR MOVIMIENTOS EN EL SIO	Mascara para vapores			
11		EFFECTUAR LIQUIDACION DE BOTES EN EL SIO				
Task		Who	HAZARDS		Consequence	
			Type	RAM		
1	CONFIRMAR ORDEN DE VENTAS					
	<i>Plan:</i>					
	1,1	Revisar la orden de ventas que corresponda al nombre del Remolcador	OP VIT	EC	M	Despachar un producto a un Remolcador no programado
	1,2	Verificar que el codigo del producto corresponda al programa de transporte Fluvial.	OP VIT	EC	L	No se puede hacer la liquidacion
	1,3					
2.	REVISAR PROGRAMACION DE BOTES					
	<i>Plan:</i>					
	2,1	Verificar que el producto a despachar se encuentre dentro de la programación de botes	OP VIT OP GCB	EC	M	Entrega de producto no programado

3	Plan: VERIFICA INVENTARIO DE PRODUCTO CON V.B. A ENTREGAR				
	3.1 Verificar el inventario de producto disponible para entregar	OP GCB	EC	L	No cumplimiento con la entrega
	3.2 Programar el tanque que se va a entregar.	OP GCB	EC	M	Demoras en la entrega
4	Plan: VERIFICAR V.B. DE LA BOCATOMA				
	4.1 El V.B. De la bocatoma no debe ser mayor a 15 días	OP VIT	IM / EC	M	Entrega de producto fuera de especificaciones
	4.2 Si el V.B. es mayor a quince días se procede a tomar nuevas muestras y enviar al laboratorio.	OP VIT	IM / EC	M	Entrega de producto fuera de especificaciones
	4.3 Si la bocatoma no da V.B. Se programa camión de vacío para hacer limpieza de línea, si no hay disponibilidad de camión de vacío se puede hacer la limpieza de línea hacia una relojera de un bote para luego ser retirado el producto con el camión de vacío y se envía de nuevo las muestras al laboratorio.	OP VIT OP GCB	IM / EC	M	Entrega de producto fuera de especificaciones
	4.4 El numeral 4.3 se repite hasta obtener V.B. de la bocatoma.	OP VIT OP GCB	IM / EC	M	Entrega de producto fuera de especificaciones
5	plan: MEDICION DE BOTES Y TANQUE				
	5.1. La medición o verificación inicial del bote debe realizarse en presencia del representante del transportador.	OP VIT	EC	M	Evitar reclamos por medidas erróneas
	5.2. Verificar que los botes estén aptos para el cargue de JET-A, estos deben estar secos y limpios	OP VIT	EC	L	Contaminación de producto
	5.3. Si el cargue anterior fue de un producto diferente al JET-A1, estos deben ser lavados, secados y revisados por el coordinador de Transporte Fluvial quien dará el V.B.	SUP VIT	EC	L	Contaminación del producto con remanentes sin V.B.
	5.4. Se toma la medida de Nivel y Temperatura del tanque y se compara con el ENTIS.	OP GCB OP VIT	EC	M	Desbalance volumétrico
6	plan: DILIGENCIAR PERMISO PARA CONEXIÓN DE MANGUERAS, ATS, CERTIFICADO DE MUELLES Y PERMISO PARA CARGUE				
	6.1 Realizar ATS para conexión de mangueras y para el cargue de producto	OP VIT	P	L	Mala coordinación de los trabajos.
	6.2 Diligenciar el certificado de apoyo para muelles.	OP VIT	P	L	Desconocimiento de las normas de seguridad
	6.3 Diligenciar permiso para conexión de mangueras y para cargue de producto	OP VIT	P	L	Desconocimiento de las normas de seguridad
7	plan: ALINEAR EL SISTEMA PARA DESPACHO DE JET-A1				
	7.1. Alinear el tanque que está programado a entregar y que tenga V.B. Comunicar al operador del muelle que el sistema de despacho se encuentra alineado.	OP GCB	EC	M	Entrega de producto fuera de especificaciones
	7.2 Verificar conexión de mangueras, retiro de remolcador, realizar apertura de válvulas de bocatoma y de botes.	OP VIT	EC / AM	M	Incendios explosiones, escapes por presionamiento, contaminación al río.
8	plan: ENTREGA DEL PRODUCTO A BOTES				
	8.1 Solicitar al operador de la casa de bombas # 5 el inicio del bombeo.	OP VIT	IM	L	Demoras en el inicio del cargue.
	8.2 Verificar el estado de la bomba, iniciar el bombeo e informar al operador del muelle la hora de inicio.	OP GCB	IM / EC	M	Daños en la bomba.
	8.3 El operador revisa posibles escapes o fugas por las conexiones o mangueras	OP VIT	P / AM	M	Contaminación del río, resbalones y/o caídas.
	8.4 Hacer seguimiento al llenado de las bodegas de los respectivos botes	OP VIT	AM / EC	M	Derrame de producto, contaminación al río.
	8.5 Informa al operador de la C.B. 5 cuando esté próximo a terminar el llenado de los botes.	OP VIT	AM / EC	M	Derrame por sobrellenado de los botes, contaminación
	8.6 Apagar la bomba e informar al operador del muelle para que cierre la válvula en la bocatoma.	OP GCB	EC	L	Daños en equipos, derrame por sobrellenado de los botes
	8.7 Informar al operador de la CB 5 que la válvula de la bocatoma está cerrada, para que bloquee el sistema, permitiendo que la línea quede empacada.	OP VIT	EC	L	Desbalance volumétrico en la liquidación por tanque
	8.8 Verificar la desconexión de las mangueras de la bocatoma, de entre botes y asegurar su ubicación en el sitio asignado.	OP VIT	P / IM	L	Perdida de elementos de cargue, regueros, desorden, caídas.
9	plan: REALIZAR MEDIDA FINAL DE BOTES Y TANQUE				
	9.1 Medir nivel y temperatura final a cada una de las bodegas de los botes y registrar en la hoja para medidas de botes de acuerdo con las normas de medición.	OP VIT	EC	L	Desbalance volumétrico
	9.2 Si las relojeras y/o los ranchos contienen producto se reporta con el fin de realizar la liquidación de este cargue por medida de tanque.	OP VIT	EC	M	Desbalance volumétrico
	9.3 Tomar muestras compuestas de los botes en presencia de un representante de la empresa transportadora y enviarlas al laboratorio para	OP VIT	IM / EC	M	Producto fuera de especificaciones.
	9.4 Medir nivel y temperatura final del tanque y registrar en la bitacora de medición del operador.	OP GCB OP VIT	IM / EC	M	Desbalance volumétrico
10	plan: REALIZAR MOVIMIENTOS EN EL SIO				
	10.1 Registrar los movimientos en el SIO teniendo en cuenta la medida de nivel y temperatura, tomadas manualmente.	OP GCB	EC	L	Desbalance volumétrico
11	plan: EFECTUAR LIQUIDACION DE BOTES EN EL SIO				
	11.1 Efectuar la liquidación del cargue en el SIO de acuerdo con su instructivo de liquidación de botes.	OP VIT	EC	M	Digitación errónea de los datos.
	11.2 Si la liquidación da una desviación menor al 1% se puede autorizar el zarpe.	SUP VIT	EC	L	Demoras en el zarpe
	11.3 Si la diferencia es mayor al 1% se debe medir de nuevo los botes y revisar la liquidación, si persiste la diferencia mayor al 1% se pide autorización al coordinador para el zarpe.	SUP VIT	EC	L	Demoras en el zarpe
	11.4 Se debe entregar 3 conocimientos de embarque, una liquidación de botes, una liquidación de tanque y una conciliación de volumen al representante de la empresa transportadora.	SUP VIT	IM	L	Demoras en el zarpe
12	PLAN: CONTINGENCIA EN CASO DE Lluvia				
	12.1 Ver ayuda de trabajo	SUP	EC	M	No obtener el volumen a despachar.
ELABORADO POR: BELARMINO RIVERA ARDILA HUMBERTO GOMEZ D. NESTOR TORRES CARLOS SALAZAR WILSON CASTILLO		REVISADO POR: LUIS FERNANDO BERMUDEZ			

Fuente: Ecopetrol S.A.

2.3.2.2.2. Realización de un procedimiento para la revisión de las nuevas tablas de aforo y una plantilla para la generación de las ecuaciones.

Con base en los resultados obtenidos en la comparación de las tablas de aforo nuevas contra las tablas antiguas donde se evidenció que muchas de las tablas nuevas generaban una gran diferencia, además de la asignación de la revisión de las tablas de aforo al equipo de medición, se desarrolló un instructivo para la revisión de los datos contenidos en las tablas de aforo, con este instructivo se verifican todos los datos que la tabla de aforo debe tener conforme a lo establecido por el Manual Único de Medición. Adicionalmente se hizo una plantilla en formato Excel para la generación de las ecuaciones en tanques cilíndricos, los cuales tienen una relación lineal entre el nivel del producto y su correspondiente volumen, esta plantilla se le ingresan las medidas y su correspondiente volumen que se encuentran en la tabla de aforo y tiene por función generar los coeficientes de las ecuaciones con el fin de comparar los coeficientes de las ecuaciones de la nueva tabla de aforo para verificar su linealidad. En el *anexo 8* se muestra el procedimiento para la revisión de las tablas de aforo y en el *anexo 9* se puede apreciar la plantilla realizada para la generación de los coeficientes de las tablas.

2.3.2.2.3. Colaboración en la realización del procedimiento para la distribución, implementación y archivo de las tablas de aforo de tanques en la GCB.

Para asegurar la correcta revisión, cargue a los sistemas de información y archivo de las tablas de aforo se hizo un procedimiento en conjunto con el ingeniero Carlos Arturo Salazar y la estudiante en práctica Olga Marcela Parra donde se explica paso a paso la correcta distribución de las tablas de aforo empezando desde la entrega por parte de la empresa aforadora, su correspondiente revisión por parte del equipo de medición, la entrega a los ingenieros e proceso para que actualicen las ventanas operativas, la entrega de la información para que los encargados realicen la actualización en todos los sistemas de información y control que aplica y por último los lugares donde se ubicarán estas tablas para su correspondiente archivo. Este procedimiento se encuentra en el *anexo 10*

2.3.2.3. Colaboración en las especificaciones para el contrato de aforo de tanques de almacenamiento

Las tablas de aforo juegan un papel primordial en el cálculo de la medición del producto, además está presente para el control de las alarmas de los tanques y una de las actividades de mayor prioridad para el equipo de medición es realizar o actualizar las tablas de aforo de los tanques de la refinería.

Según lo estipulado en el capítulo 2 del Manual Único de Medición de Ecopetrol, la calibración de tanques se debe realizar por personal experimentado y cada cinco años se requiere hacer una verificación de este tanque para generar una nueva tabla de aforo, además en casos excepcionales, o sea cuando en el tanque se vea afectada su integridad mecánica por reparaciones o cambios estructurales como en el cambio de la inclinación, en el diámetro, en la altura de referencia o en el espesor de la lámina, el aforo se debe realizar de inmediato.

Debido a los múltiples inconvenientes presentados con las tablas de aforo, y en algunos casos que no existía ningún aforo para el tanque, se decide realizar un contrato para el aforamiento de 150 tanques de la GCB. Estos tanques no cumplían lo estipulado para la vigencia de los aforos según el Manual Único de medición en el capítulo 2. En conjunto el Ingeniero Carlos Arturo Salazar y soportado en el cuadro comparativo de tanques de Ecopetrol (Anexo 3) se hizo la selección de los tanques para aforar dando prioridad a los más críticos los cuales fueron tanques que se les hizo mantenimiento y no se les realizó el respectivo aforo, luego fueron los tanques que nunca se les había realizado un aforo y por último tanques que debido a la función o producto ameritaba un aforo inmediato. En esta selección se encuentran todas las áreas que contengan tanques en la GCB.

2.3.2.4. Colaboración en la auditoria interna de medición en Casabombas 5

En conjunto con el Ing. Carlos Salazar se hizo una visita al área de Casabombas 5, el personal de operaciones del área y de la VIT también estuvo colaborando en la realización de esta auditoria interna al área, y de acuerdo al formato presentado en el capítulo 23 del Manual Único de medición se realizó la auditoria donde se abarcaron

temas como la gestión realizada a la medición, existencia de los estándares, manuales e instructivos que proporcionen información acerca de una correcta medición, evaluando la capacidad del personal, inspección de los instrumentos de medición estática y la realización de los balances y conciliaciones del área. En el *anexo 11* se puede apreciar la auditoria realizada en Casabombas 5.

2.4. CONTRIBUCIÓN EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA MEDICIÓN EN LAS PLANTAS NUEVA ESTACIÓN DE GAS LICUADO DEL PETRÓLEO (GLP) Y CASABOMBAS 7

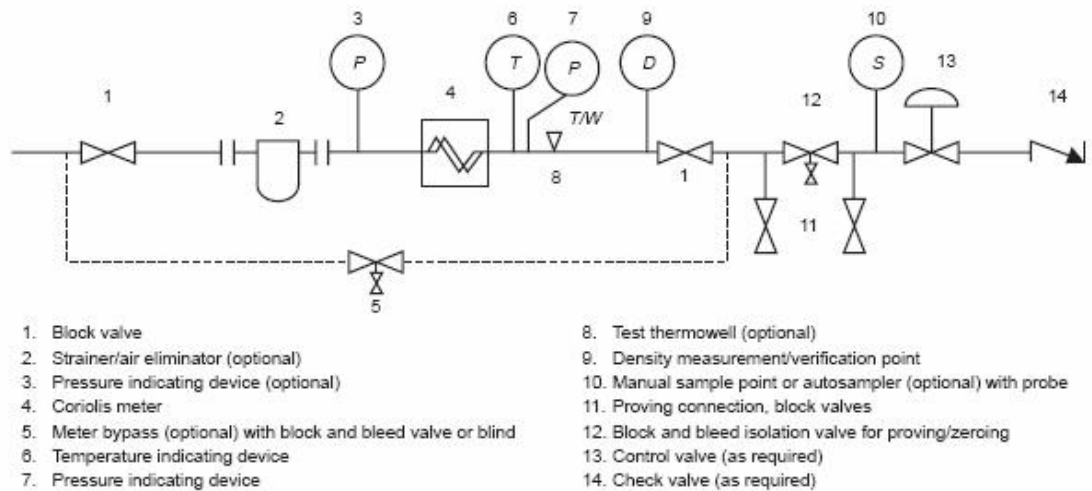
2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

En la planta de Nueva Estación de GLP y en Casabombas 7 se encuentran diseñados e instalados sistemas de medición dinámica para realizar transferencia de custodia.

Los productos que se manejan en la Nueva Estación de GLP primordialmente son Propano y Butano. Estos productos a temperatura ambiente se encuentran en fase gaseosa, pero tienen la propiedad de que al someterlos a una presión determinada se pueden comprimir y convertirlos a fase líquida. En cuestión de medición no se recomienda que el producto se encuentre en dos fases, es decir que no sea una mezcla entre líquido y gas, por este motivo los productos manejados en esta planta se encuentran a alta presión, alrededor de 200 PSI para que se puedan mantener en fase líquida y así obtener una medición confiable. El sistema de medición empleado para estos productos ha sido el medidor tipo Coriolis, el cual ofrece una alta confiabilidad en la medición de estos líquidos.

Según las normas API MPMS, un sistema de medición o patín de medición que utiliza tecnología Coriolis para que tenga una buena confiabilidad en la medición y alta seguridad para el medidor debe llevar los instrumentos y equipos que se muestran en la *Figura 16*.

Figura 16. Sistema o patín de medición utilizando medidor másico tipo Coriolis



Note: All sections of line that may be blocked in must have provisions for pressure relief.

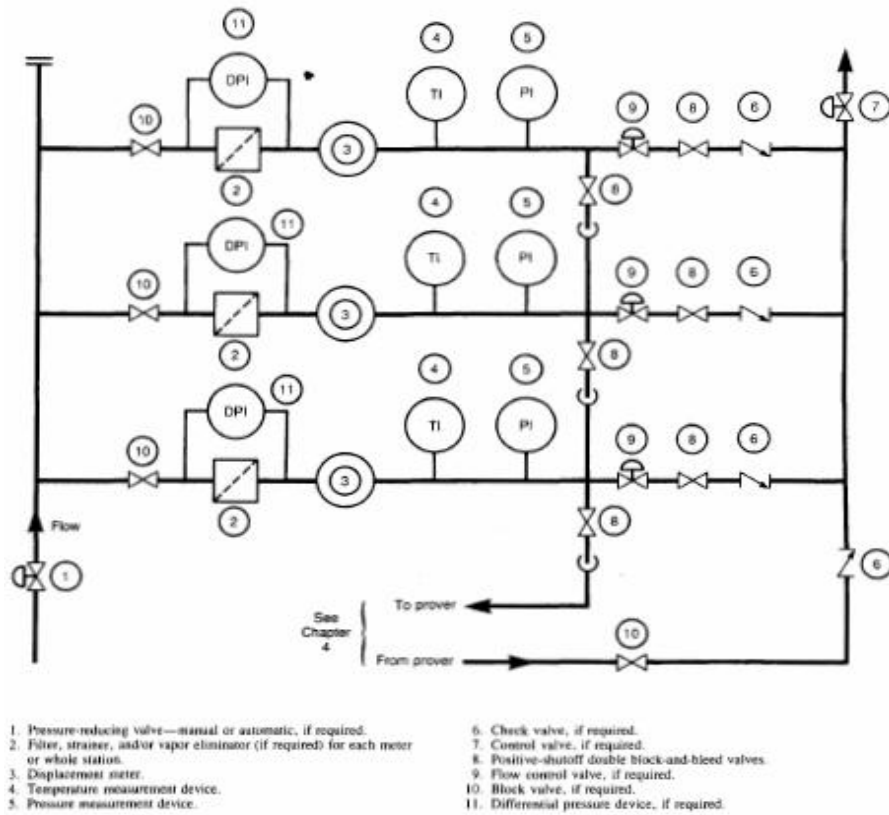
Fuente: API MPMS capítulo 5

El instrumento para la calibración de los medidores se llama Probador el cual es de clase bidireccional de tipo esfera. En esta planta se encuentran dos probadores bidireccionales, un probador para el Propano y otro para el Butano, la diferencia entre estos dos probadores radica en la diferencia de tamaño ya que el de Propano es de mayor tamaño porque en esta planta se maneja un alto volumen de este producto. Estos probadores son dedicados, es decir, se encuentran instalados en la planta y no se pueden trasladar. Según la *Figura 16*, en la parte número 11 se encuentra la conexión del patín del medidor con el probador. Un probador bidireccional se puede apreciar en la *Figura 17*.

El equipo de medición al hacer una inspección a esta planta, pudo evidenciar que algunos medidores másicos no estaban llevando las señales de medición al cuarto de control, y la contabilización del volumen se estaba realizando por la liquidación de los tanques, además las corridas de calibración para hallar el Meter Factor o factor del medidor en estos medidores másicos no se estaban realizando debido a que los probadores bidireccionales se encontraban fallando.

En la planta llamada casabombas 7 se encuentran instalados tres patines de medición para la transferencia de custodia del combustóleo, estos tres patines están comunicados entre sí en sus líneas de entrada y de salida para realizar las corridas de medición, es decir están conectados en paralelo. El medidor que utiliza este sistema es de tipo desplazamiento positivo. Un esquema de los patines de medición utilizados en Casabombas 7 se muestra en la figura 17.

Figura 18. Arreglo de una estación con tres medidores de desplazamiento positivo



Note: All sections of the line that may be blocked between valves shall have provisions for pressure relief (preferably not to be installed between the meter and the prover).

Fuente: API MPMS capítulo 5.

En esta área para determinar el Factor del Medidor se utiliza un probador portátil de tipo pistón. Este probador se muestra en la *Figura 19*.

Figura 19. Probador portátil para calibrar los medidores en Casabombas 7



Fuente: fotografía en campo

Los patines de medición para esta área se encontraban fuera de servicio debido a que los diferentes medidores no estaban enviando señales por lo que era imposible contabilizar dinámicamente el producto que se estaba despachando.

El objetivo de la actividad desarrollada en estas dos plantas es la colaboración en la identificación de los inconvenientes que se están presentando en los sistemas de medición y recuperar su confiabilidad, además es necesario hacerle un seguimiento a las actividades generadas para tal fin y asegurar las mediciones de estos productos.

2.4.2. DESARROLLO

2.4.2.1. Colaboración en la revisión y arreglo de algunos transmisores RFT9739 en la nueva estación de GLP.

En la revisión que se realizó en compañía de mi tutor en la empresa y un representante de la firma encargada de la distribución de los medidores másicos instalados en la estación, se procedió a revisar los equipos que no estaban suministrando información al cuarto de control realizando algunas pruebas a los medidores y transmisores siguiendo un procedimiento similar a la revisión hecha con

el medidor másico instalado en la planta de Balance que se puede observar en el *anexo 6*.

Con la revisión hecha se encontró que los sensores se encontraban en buen estado, la causa de la falla en la comunicación se generaba en los transmisores asociados a estos medidores, encontrando que algunos de estos no estaban conectados correctamente, por lo que se procedió a realizar las conexiones y de esta manera a estos sistemas de medición se les corrigió el inconveniente

Otros transmisores estaban fuera de servicio y al realizarles las pruebas se encontró que están dañados, por lo que se solicitó a la empresa Ecopetrol la reposición e instalación de estos equipos para corregir la situación. Debido a los múltiples trámites que se requieren para realizar una compra en esta empresa la actividad quedó inconclusa, lo importante de esta tarea fue identificar los inconvenientes que no permitían esta medición e informar su solución.

2.4.2.2. Colaboración de la revisión del estado de la esfera del calibrador bidireccional compacto de Propano en la nueva estación de GLP.

Otra actividad realizada en esta planta ha sido la recuperación de las calibraciones de los medidores por intermedio de los probadores bidireccionales de Butano y Propano existentes. Se inició la revisión del probador de propano inspeccionando el estado de la esfera del probador, que es la encargada de realizar la medida del producto dentro del probador. Se realizó un alistamiento para sacar esta esfera y evaluar su estado, y se pudo comprobar que no presentaba ningún inconveniente, además se procedió a la calibración de su diámetro. Otra actividad realizada fue la verificación del estado de la válvula de 4 vías y del sistema en general para ubicar pases que no permitieran una correcta comparación de las medidas con el probador. En este probador se encontró que la mayoría de las válvulas, incluyendo la de cuatro vías se encontraban en mal estado ya que estaban permitiendo pases de producto al sellarse completamente. Se realizaron las respectivas órdenes de trabajo para la adecuación de este probador y se hizo seguimiento a estas órdenes generadas. Debido a la demora en la realización de los trabajos no se pudo terminar el seguimiento en la reparación de este probador, pero se adelantó en gran parte estos trabajos.

2.4.2.3. Seguimiento a las órdenes de trabajo generadas a partir de la inspección del tren de medición de Casabombas 7 para su recuperación.

En Casabombas 7 se hizo una inspección de los arreglos que se debían realizar para la recuperación de los patines de medición y con esta evaluación se tomó la determinación de arreglar un solo patín para este año, ya que todos los despachos se pueden alinear por este tren y el suministro de las partes que se necesitan reemplazar es un poco dispendioso. El ing. Carlos Salazar generó las órdenes de trabajo para diversas fallas en el tren, entre las cuales están involucrados la instrumentación, las válvulas, el medidor de desplazamiento positivo, el desaireador y el filtro. Se hizo seguimiento a los arreglos solicitados quedando pendientes algunos pases en las tuberías por lo cual no se ha podido realizar ninguna corrida de calibración en este tren de medición.

2.5. COLABORACIÓN EN LA LOGÍSTICA PARA LA REALIZACIÓN DE UNA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE INTERNO CON RESPECTO A LA MEDICIÓN

2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA OPORTUNIDAD DE MEJORA

El equipo de medición y balance másico de la GCB tiene a su responsabilidad múltiples tareas que son muy importantes en la refinería, muchas de estas tareas tienen un gran impacto en las plantas. Aunque estas tareas representen una mejora en las plantas, no hay una evidencia clara o no se conoce las opiniones escritas que se puedan generar por parte de los trabajadores u otras personas que se beneficien. Para solucionar esta situación se ha realizado por parte de los integrantes del equipo de medición una encuesta que evalúa la satisfacción del cliente interno para que se pueda conocer las opiniones sobre la gestión realizada en el año. Este formato llamado "La voz del cliente" se distribuye en el final del año para permitir una evaluación global de las tareas del equipo.

Otra tarea realizada por el equipo de medición de la GCB ha sido la creación de un folleto informativo donde se explica de una manera abreviada diferentes temas que

son muy importantes para los trabajadores con respecto a la medición, este formato se ha entregado a estos trabajadores y tuvo gran acogida a nivel nacional.

Con la constante modernización que se está realizando en la empresa, es necesario que sus folletos informativos, encuestas o cualquier otro medio de información se encuentren actualizados, es así como surgió la necesidad de hacer ajustes al formato de encuesta de satisfacción al cliente interno para el año 2006, además surgió la necesidad de informar a los operadores sobre los temas tratados en la encuesta de una manera didáctica y de sencilla comprensión.

2.5.2. DESARROLLO

A partir de esta necesidad se realizó las actualizaciones a los informativos en la refinería de Barrancabermeja, con estas actualizaciones se brinda una información moderna de los temas que son tratados en estos medios. El trabajo se centró en:

2.5.2.1. Encuesta de satisfacción y conocimiento del balance másico de la refinería “La voz del cliente”

Con base en la información más importante sobre la medición estática y dinámica que los operadores manejan en las plantas se hizo una actualización al formato para realizar una encuesta a los trabajadores de la GCB, sea operador, supervisor, ingeniero u otros cargos para tener conocimiento sobre la gestión realizada por el equipo de medición y así mejorar la confiabilidad en las áreas. Una de las actualizaciones realizadas a esta encuesta ha sido la inclusión de algunas preguntas relacionadas con el Balance Másico de la refinería, medición y toma de muestras. Este formato se puede apreciar en el *anexo 12*.

2.5.2.2. Actualización del folleto “Buscando el barril perdido” para el año 2006.

Se realizó la actualización del folleto “Buscando el barril perdido” para que se encontraran las respuestas de la evaluación contenida en la encuesta “La voz del cliente” mencionada anteriormente. En este folleto se describe brevemente los tópicos

más importantes sobre medición. Tiene información referente a la importancia de la medición en Ecopetrol, las descripciones de la cinta de fondo y la cinta de vacío, informa los capítulos del Manual Único de medición, sobre el Balance Másico y el Indicador de Telemetría, además contiene algunos conceptos importantes relacionados con la medición. Este folleto se entrega a las personas que respondieron la encuesta. En el *anexo 13* se puede apreciar este folleto.

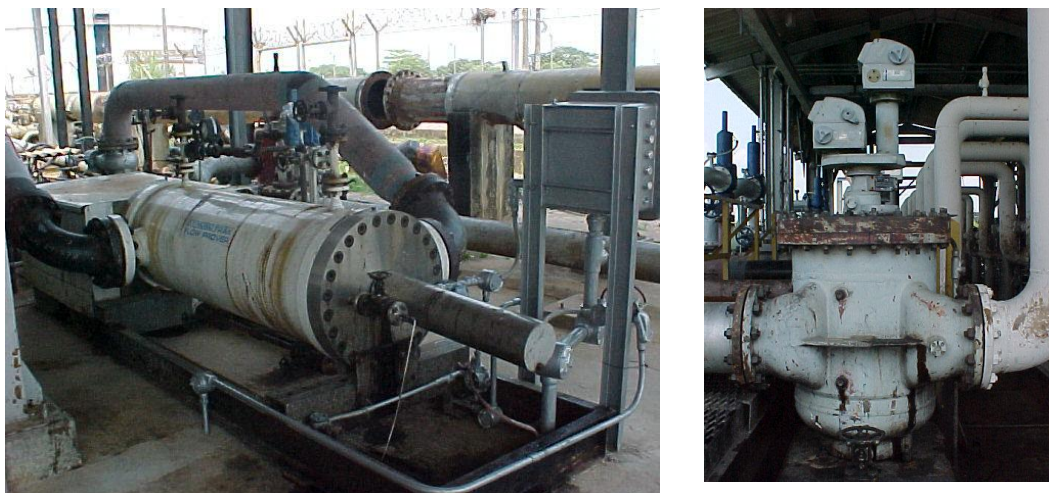
2.6. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Aparte de los objetivos que se plantearon al principio de la práctica, hubo algunas actividades importantes que se realizaron, estas actividades fueron:

2.6.1. Colaboración en el alistamiento y posterior calibración del prover Calibron ubicado en Casabombas 8

En el área de Casabombas 8 se encuentra instalado un sistema de medición donde se realiza el recibo de todo el petróleo crudo que entra a la refinería de diferentes proveedores del país. En esta planta se recibe en promedio 245 000 barriles de crudo por día, y debido a este volumen tan elevado de producto se tienen diez líneas de recibo. Para hacer la medición del producto, cada línea de recibo contiene un sistema de medición con el medidor de desplazamiento positivo. En la *Figura 18* (página 51) se muestra un arreglo de tres patines de medición de esta clase. Para hacer la verificación de las medidas del producto y la determinación del factor del medidor de desplazamiento positivo, en esta planta se encuentra ubicado un prover unidireccional marca Calibron, este probador es dedicado o permanente ya que verifica las mediciones de todo el petróleo crudo que entra a la refinería. En la *Figura 20* se muestra el prover Calibron de Casabombas 8 y los medidores de desplazamiento positivo

Figura 20. Prover Calibron (izquierda) y medidor de desplazamiento positivo (derecha) ubicado en Casabombas 8



Fuente: fotografía en campo

Cada patín de medición está calibrado para un crudo en particular, esto es porque a la refinería llegan crudos de diferentes clases dependiendo de la gravedad API y del contenido de sedimento.

Un trabajo realizado en la planta de Casabombas 8 fue la colaboración en el alistamiento y posterior calibración del prover marca Calibron. Antes de la realización de las corridas para la calibración de este prover se realizó un alistamiento ubicando los implementos necesarios para una medición correcta, encontrándose un problema de voltaje en la fuente que alimenta el probador, lo que ocasionó daños en los switches detectores del desplazador y en el control de las válvulas automatizadas, luego se tuvo la necesidad de montar otra fuente independiente de todo el sistema del área para la protección de los equipos necesarios en la calibración.

Una vez hecho el alistamiento se procedió a hacer las corridas de verificación de la calibración encontrándose una buena repetibilidad, posteriormente se hallaron los nuevos factores de medida para realizar la corrección al computador de flujo y a los sistemas que aplica.

2.6.2. Verificación de las escotillas de medición y realización de un cuadro donde se informa el estado de las boquillas de medición manual de tanques en Materias Primas y Petroquímica.

La escotilla de medición es un orificio que se encuentra ubicado en el techo del tanque el cual sirve para la toma de la medición manual de nivel y temperatura y la toma de las muestras del producto para que se analice en el laboratorio. En la figura 20 se encuentran escotillas de medición de tanques de almacenamiento. Según las mejores prácticas de medición estas escotillas deben tener ciertos parámetros que ayuden a realizar las actividades correspondientes. Los parámetros son:

- Tapa asegurada a la escotilla de medición. Uno de los inconvenientes encontrados es que en algunos tanques la tapa no cuenta con una visagra o pasador que la sujete a la escotilla de medición ocasionando pérdidas por fugas y puede ocasionar accidentes.

Figura 21. Escotilla de medición de tanques

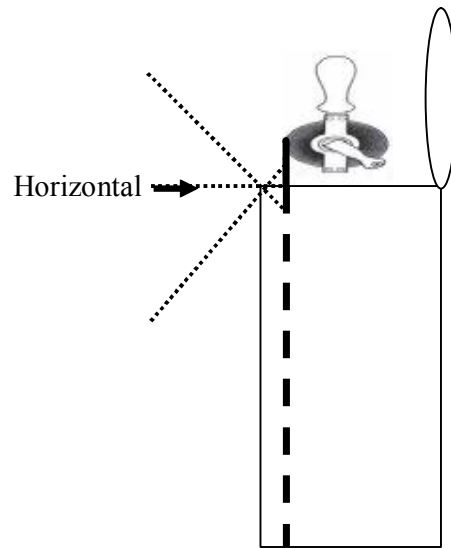


Fuente: fotografía en campo

- Apertura segura de la tapa: La tapa de la escotilla de medición se debe diseñar teniendo en cuenta que no se cierre sorpresivamente por acción del viento o del mismo peso de la tapa.
- Hermeticidad de la tapa: Se debe evitar que haya espacios libres entre la tapa y la escotilla de medición para evitar fugas de producto evaporado o la entrada de agua en épocas de lluvia que pueda afectar la calidad del producto almacenado.
- Punto de referencia debidamente marcado: El final de la escotilla de medición es un buen sitio para la ubicación del punto de referencia del tanque, este punto debe estar debidamente marcado por una guía o pestaña pegada en el final de la escotilla evitando que se modifique este lugar
- Altura de la boquilla según la normas: Las mejores prácticas de medición aconsejan que la altura desde el techo del tanque hasta la tapa de la escotilla de medición sea de aproximadamente 36 pulgadas. En la inspección de tanques se encontró que muchas escotillas de medición tenían una altura entre 10 y 36 cm., lo que aumenta la incertidumbre de las medidas de nivel por el efecto del paralelaje y problemas para el operador del área por la posición incómoda en que debe hacer la medición manual.

El efecto de paralelaje es para estos casos el desplazamiento aparente del corte de la medición en la cinta debido a un cambio de punto de vista, es decir que la medida se puede ver afectada en el cambio de posición del operador frente a la cinta. En la *Figura 22* se muestra el efecto de paralelaje mostrando una línea de vista horizontal y otras diagonales donde se evidencia que la medida real de la cinta es en el caso donde se mira con línea de vista horizontal, en los otros casos se incluye un error que está entre los 2 y 5 milímetros.

Figura 22. Error de paralelaje



Fuente: diseño del autor

- Placa de identificación: Por norma los tanques deben tener una placa de identificación que se ubica en el techo del tanque para brindar información al personal referente al tanque, esta información debe estar actualizada siempre para que se puedan evitar confusiones debido a las diferencias de los datos con los sistemas de información.

El trabajo realizado en este punto fue la inspección e informe sobre el estado de las escotillas de medición en los tanques de la refinería, la información de esta actividad se almacenaba en una tabla en Excel donde se encuentran divididos por coordinaciones. En la *Figura 21* se muestra dos escotilla de medición, la escotilla de la izquierda tiene una instalación correcta ya que tiene la altura apropiada, apertura segura de la tapa y otras, en cambio la escotilla de la derecha se puede evidenciar que su altura es muy baja y se necesita mejorar de acuerdo a los parámetros enunciados. En el *anexo 14* se puede observar una parte de la tabla donde se anotó la información de las escotillas de medición y placas de identificación de los tanques.

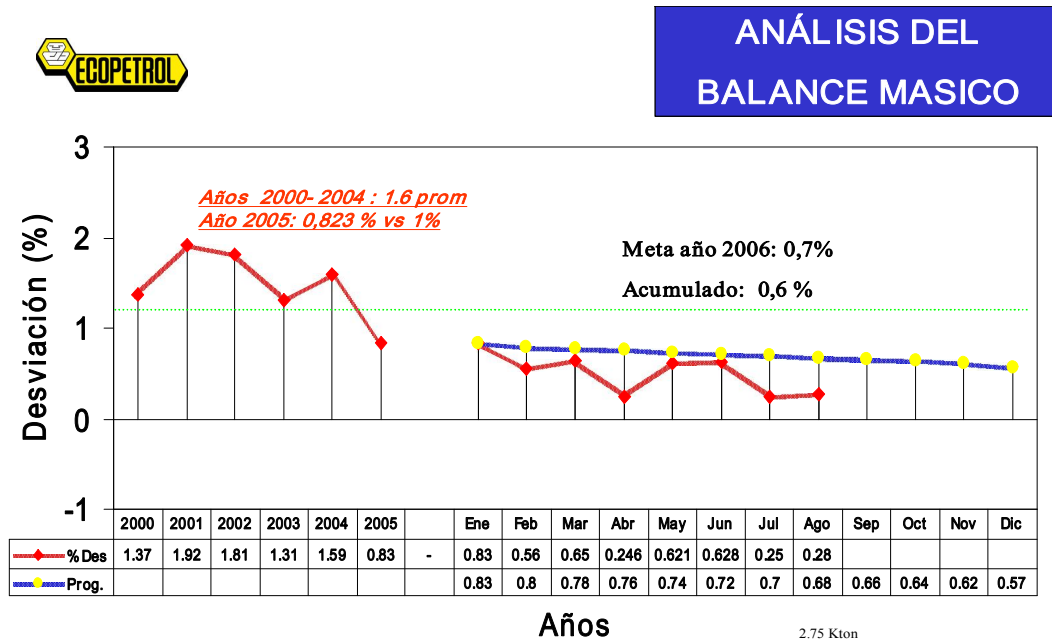
2.6.3. Revisión de los tanques en mantenimiento para verificar la instalación de la escotilla de medición y plato de medición

El Plato de medición es una platina localizada debajo del tubo de medición. Este plato proporciona una superficie de contacto fija donde comienza la medida del nivel del líquido. Hubo varios tanques que salieron a mantenimiento durante la práctica empresarial, se les hizo una inspección a estos tanques para verificar la correcta instalación de la escotilla de medición y el plato de medición, además se verificaba si la realización de una nueva tabla de aforo del tanque se había tenido en cuenta. Se logró el contrato para la realización de aforos de algunos tanques que se les hizo mantenimiento y no se habían aforado, los cuales estaban incumpliendo la norma dispuesta por el MUM, a estos tanques se les hizo seguimiento del aforo para revisar el método. Con respecto al plato de medición se encontró que se están colocando de una manera inadecuada por lo que se generó una recomendación dirigida a los ingenieros de equipo estático donde se especifica la instalación de este plato. En el *anexo 15* se muestra la recomendación sobre el plato de medición.

3. CONCLUSIONES

- Los trabajos realizados en conjunto con el equipo de medición para el desarrollo de esta práctica empresarial fueron muy significativos para cumplir la meta establecida en el principio de año en el porcentaje de pérdidas en el balance másico de la refinería, esto se puede observar en la *Figura 23* donde se lleva el histórico del porcentaje de las pérdidas de la refinería en el año 2006 y la meta propuesta. En esta figura además se muestra que el porcentaje de pérdidas mensualmente nunca ha sobrepasado el 0,7% en pérdidas. Para cumplir esta meta no se hizo grandes inversiones de dinero, ya que el equipo de medición desarrolló diferentes métodos de seguimiento y control en los sistemas de medición estática y dinámica los cuales demandaban solamente talento humano sin la compra de grandes infraestructuras físicas o software. Para lograr esta meta se aprovechó al máximo las herramientas disponibles en la refinería como los sistemas de información y la infraestructura.

Figura 23. Porcentaje de pérdidas según el balance másico de la refinería



- Por medio del indicador del reporte de telemetría en la refinería de Barrancabermeja se logró identificar pérdidas aparentes a las cuales no se les realizaba ningún tipo de control y que estaban influyendo fuertemente en los balances de productos de la refinería. Estas pérdidas son las relacionadas con la diferencia de la medición automática y manual en los tanques, donde se detecta rápidamente cuándo el equipo telemétrico se descalibra, además verifica los datos que se ingresan a los sistemas de inventarios como los sistemas SIO y PI.
- La plantilla PI-SIO es una comparación de las medidas en nivel y temperatura de los datos que aparecen en el sistema SIO contra la información que se está guardando en la base de datos PI, mostrando su diferencia que idealmente debería ser cero. Con esta plantilla se encontró que en muchos tanques esta diferencia es elevada, estas diferencias se presentaban por varias situaciones como la diferencia en las horas de los sistemas, digitación errónea de los datos, el no reporte de movimientos, entre otros. Con este descubrimiento se tomó la determinación de hacer los movimientos en algunos tanques con las mediciones automáticas evitando así algunos de estos inconvenientes. En otras plantas se encontró que los datos no estaban llegando al sistema PI, y al inspeccionar las áreas se evidenció que no se cuenta con la estructura adecuada para que estas señales lleguen, la solución de esta situación requiere una inversión económica por lo que se generaron las recomendaciones para la actualización tecnológica de los equipos utilizados.
- Las tablas de aforo son fundamentales para el cálculo correcto del volumen del producto almacenado, por este motivo se debe asegurar que estas tablas se encuentren actualizadas y no pierdan la vigencia de acuerdo al Manual Único de Medición. Otro aspecto importante es la ubicación de todas estas tablas en un solo sitio para facilitar la búsqueda de su información, además se requiere que la información suministrada por estas tablas de aforo se asegure en los diferentes sistemas de información como el SIO, el Entis o Tankmaster y la placa de identificación ubicada en el tanque de almacenamiento.

- El cuadro comparativo de tanques de Ecopetrol inicialmente se creó con el objetivo de centralizar la información más importante de las plantas en un solo sitio para su búsqueda por parte del personal, pero al desarrollarse este cuadro se encontró que en muchos tanques los sistemas de información presentaban diferentes datos para una misma variable generando posibles errores en el cálculo del volumen del producto, la confusión del operador en la información o emergencias por derrames del producto al no coincidir las ventanas operativas. Por este motivo se procedió a actualizar la información presentada en las tablas de aforo vigentes en estos sistemas y así evitar estas situaciones.
- La realización de visitas y pequeñas charlas a los trabajadores en las plantas de la refinería se puede considerar una capacitación donde se pueden informar sobre las mejores prácticas en medición, solucionar dudas y escuchar comentarios de las personas más importantes en la realización del balance másico, por esta razón se dio énfasis en estas pequeñas charlas donde se muestra la importancia de la medición para un proceso, sobre todo si es un área donde hay transferencia de custodia de producto.
- Los procedimientos, instructivos, recomendaciones y cualquier medio informativo escrito donde se explique una temática particular es de gran importancia para una empresa, por esta razón se debe validar en el menor tiempo posible para que se pueda divulgar y así mantener la transferencia de conocimiento en todo el personal.
- Para comprobar la competitividad del personal y la gestión hecha por el equipo de medición en las plantas se hizo el formato de una encuesta donde estaba incluida una pequeña evaluación al personal, en esta encuesta se encuentra información que los trabajadores de medición deben saber, de esta manera se comprueba si las capacitaciones realizadas han sido aprovechadas al máximo por este personal.

- Una pérdida no cuantificada en la refinería es el consumo interno del combustóleo para la generación de energía o vapor. Se estima que la incertidumbre en esta medición llega aproximadamente al 15% y el consumo diario es aproximadamente 3000 barriles, luego se hablaría de un error de 13500 barriles mensuales cuyo precio por barril se estima en US\$ 15. En los estudios realizados en estas plantas se ha encontrado que para hacer un correcto cálculo de este consumo que afecta el balance másico se debe realizar una pequeña inversión que es recuperada en un tiempo menor de un año considerando los altos costos del crudo.

RECOMENDACIONES

- Según el reporte de energía y pérdidas, llamado CEL (Indicador de energía y pérdidas) el cual consiste en comparar la refinería con otras a nivel mundial, El porcentaje de pérdidas en las mejores refinerías del mundo se encuentra alrededor del 0.3% y la refinería de Barrancabermeja está alrededor del 0.6%. Para mejorar este índice se recomienda la actualización tecnológica de los instrumentos que ofrecen gran incertidumbre en comparación con las nuevas tecnologías, este es el caso de transmisores de presión, temperatura, y los medidores obsoletos de flujo existentes en algunas plantas que se encuentran instalados hace más de veinte años en las plantas de transferencia de custodia la refinería
- El indicador de confiabilidad de la telemetría de la GCB ha sido de gran ayuda para la verificación y control de las mediciones automáticas en los tanques, por lo que se recomienda seguir realizando este seguimiento realizando reportes semanales de los casos más críticos para que se pueda solucionar el inconveniente por parte de los trabajadores.
- El cuadro comparativo de tanques es una base de datos en la cual muchas personas buscan información, por lo que se recomienda que cada vez que se modifique en el área algún dato, como cambio de la altura de referencia o una nueva tabla de aforo, entre otras, se le haga el respectivo cambio en este cuadro comparativo y así evitar confusiones.
- En el proceso de actualización tecnológica se debe tener mucho cuidado ya que estos nuevos equipos pueden tener grandes posibilidades de fallas debido al cargue de la información, por este motivo se recomienda hacer un seguimiento fuerte a la instalación de nuevos equipos para garantizar la confiabilidad de estas tecnologías.

- Los sistemas de información como el sistema SIO, Tankmaster, Entis y placas informativas en el tanque ofrecen grandes facilidades para la operación de la planta y la refinería, datos erróneos afectan directamente el inventario del producto y por lo tanto generan pérdidas, por lo que se recomienda seguir actualizando toda la información de estos sistemas de una manera prioritaria.
- El seguimiento de la plantilla PI-SIO verifica las diferencias que presenta la medición automática de los tanques con los movimientos que se realizan para el control de inventarios el cálculo del balance másico, por lo tanto se recomienda el seguimiento de esta plantilla y además hacer la inversión en las plantas donde no se tiene la infraestructura para que se instale y así tener un mayor control de los inventarios.
- Las auditorías internas son una buena herramienta para la sugerencia de las oportunidades de mejora que puede tener una planta, por esta razón se debe realizar periódicamente estos programas en toda la refinería con el personal capacitado para esta labor, además se puede dictar unas pequeñas charlas para que los trabajadores estén informados sobre la importancia de la medición y las mejores prácticas a seguir.
- Las encuestas son un medio para el acercamiento con los trabajadores y una evaluación para el gestor, con estas herramientas se pueden detectar las fallas cometidas en la ejecución de las actividades, por lo que se recomienda realizar la encuesta de satisfacción al cliente junto con la entrega del folleto “buscando el barril perdido” y así el equipo de medición puede seguir mejorando en su labor.
- La realización y actualización de los medios informativos escritos tales como procedimientos, instructivos y otros permiten compartir el conocimiento a los trabajadores de las plantas, es recomendable seguir actualizando estos medios informativos escritos y además hacer divulgación del material existente a quien corresponda para que tengan una alta preparación en su trabajo.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API). Manual of Petroleum Management Standard. 1994-2005.
- RONCANCIO, Rafael. Manual de Instrumentación. Universidad Industrial de Santander. 2003.
- ECOPETROL S.A. Manual Único de medición. Versión 01. Agosto De 2005
- FLÓREZ LL. Wilson E. Tesis de Grado Informe Práctica Empresarial en la Gerencia Complejo Barrancabermeja de Ecopetrol S.A. Universidad Industrial de Santander. 2005.
- GÁNDARA F. ANTONIO J. interconexión de los sistemas de control distribuido (DCS) Advant OCS con Mod 300 de las estaciones planta DOL y planta ODC del Terminal petrolero de Coveñas. Universidad Industrial de Santander. 2006
- VAN DE KAMP. Win. Teoría y práctica de medición de niveles. Editorial Endress+Hauser. 19ª Edición. 2005.
- ENRAF. Catalogue. Instruction Manual. Base de datos Ecopetrol S.A.1999
- ENDRESS+HAUSER. Medición de Caudal. 1ª Edición española. 2005.
- UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Memorias del diplomado de medición de hidrocarburos líquidos y gas. 9ª Promoción. 2006
- CDT DE GAS. Memorias del curso sobre medición de flujo y cálculo de incertidumbre. 16 al 18 de Mayo de 2006.
- PROASEM LTDA. Memorias del curso de transferencia de conocimiento de medición de hidrocarburos. 6 al 8 de Junio 2006

- FMC TECHNOLOGIES. Memorias del seminario sobre mejores prácticas de Medición. 26 de Julio de 2006.
- Artículos sobre hidrocarburos
<http://www.hydrocarbononline.com/Content/news/article.asp?Bucket=Article&DocID=%7B59603DD6-F514-11D2-A405-00C04F4F7C39%7D&VNETCOOKIE=NO>
- Medidor Másico tipo Coriolis
http://www.emersonprocess.com/micromotion/solutions/PDF/app_reflist.pdf
- Protocolo MODBUS
<http://www.modicon.com>

ANEXOS

ANEXO 1. HISTÓRICO DE LAS DIFERENCIAS DEL INDICADOR DE CONFIABILIDAD DE LATELEMETRÍA

DETALLE			SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32	SEMANA 33	SEMANA 34	SEMANA 35	SEMANA 36	SEMANA 37
			Jun 27 /Jul 3 -06	Jul 4 /Jul 10 -06	Jul 11 /Jul 17 -06	Jul 18 /Jul 24 -06	Jul 25 /Jul 31 -06	Ago 1 /Ago 7 -06	Ago 8 /Ago 14 -06	Ago 15 /Ago 21 -06
TANQUE	UBIC.	PRODUCTO	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm	NIV - mm
K-1304	AROM	Nafta V. Debutaniz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1305	AROM	Nafta V. Debutaniz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1401	AROM	PLATFORMADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1501	AROM	EXT AROM	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1502	AROM	BENCENO	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1503	AROM	BENCENO	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1504	AROM	ORTHOXILENO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1505	AROM	ORTHOXILENO	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1507	AROM	TOLUENO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1702	AROM		10,0	5,0	7,0	4,5	6,0	5,0	7,0	0,0
K-1703	AROM		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-1707	AROM	BENCENO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-12	CB1	Comb. Pesado						1,0	1,0	2,0
K-16	CB1	ACPM						1,0	1,0	2,0
K-17	CB1	Jet					75,0	10,0	4,0	3,0
K-27	CB1	Acido sulfúrico								1888,0
K-28	CB1	Acido sulfúrico						1298,0	845,0	850,0
K-44	CB1	Disolvente 2						1,0	0,0	3,0
K-53	CB1	Base					3,0	1,0	0,1	0,0
K-56	CB1	Disolvente 4								8112,0
K-94	CB1	Disolvente 2					4816,0	1,0	2,0	80,0
K-95	CB1	Disolvente 4					192,0	1,0	0,0	1,0
K-99	CB1	Avigas						0,0	1,0	1,0
K-200	CB1	Asfalto					134,0	82,0	285,0	0,0
K-201	CB1	Comb. Pesado	11,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	0,0	100,0
K-202	CB1	Comb. Pesado	4,0	0,0	1,0	2,0	3,0	1,0	3,0	15,0
K-203	CB1	Comb. Pesado	27,0	0,0	0,0	1,0	1,0	3,0	3,0	9,0
K-205	CB1	Asfalto					364,0	296,0	805,0	7,0
K-206	CB1	Asfalto							0,0	0,0
K-606	CB1	Destilado nafténico					1,0	0,0	2,0	3,0
K-620	CB1	Soda	0,0	4,0	3,0	2,0	2,0	0,0	3,0	6,0
K-656	CB1	DNM					6,0	0,0	2,0	4,0
K-669	CB1	Base					0,0	1,0	0,8	90,0
K-671	CB1	Avigas						0,0	0,0	15,0
K-672	CB1	Hexano					1,0	1,0	1,0	2,0
K-673	CB1	Disolvente 3						1,0	2,0	4,0
K-674	CB1	GMR	0,0	3,0	3,0	1,0	1,0	0,0	0,0	2897,0
K-675	CB1	Base					1,0	1,0	1,0	0,0
K-3110	CB1	Hexano					6,0	1,0	2,0	2,0
K-3111	CB1	Base					5,0	0,0	1,0	2,0
K-4	CB2	Gasoleo	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0	6,0
K-102	CB2	Crudo mezcla	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0
K-801	CB2	Crudo nafténico	0,0						0,0	
K-802	CB2	Crudo nafténico	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0
K-803	CB2	Gasoleo	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0
K-804	CB2	Crudo mezcla	1,0	1,0	3,0	2,0	3,0	4,0	1,0	2,0
K-805	CB2	Crudo Cusiana	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0
K-812	CB2	Gasoleo	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0	2,0
K-813	CB2	Gasoleo	0,0						0,0	
K-814	CB2	Gasoleo	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	10,0
K-816	CB2	Crudo Paraf.	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
K-817	CB2	Crudo Paraf.	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	2,0	2,0
K-822	CB2	Crudo mezcla	2,0	2,0	2,0	18,0	0,0	29,0	2,0	2,0
K-823	CB2	Crudo mezcla	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0
K-5	CB4	ALC	35,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0	3,0
K-7	CB4	Combustoleo	13,0	3,0	2,0	1,0	2,0	1,0	1,0	5,0
K-10	CB4	Gasolina	24,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	2,0
K-104	CB4	Comb. Liviano	6,0	2,0	1408,0	2,0	3,0	3,0	2,0	4,0
K-806	CB4	Nafta Crak.	5,0	1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	1,0
K-808	CB4	Combustoleo	8,0	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0	4,0	5,0
K-818	CB4	Nafta Crak.	85,0	17,0	2,0	1,0	2,0	12,0	3,0	3,0
K-819	CB4	Nafta Mezcla	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-824	CB4	Nafta Crak.	3,0	0,0	1,0	3,0	2,0	3,0	2,0	1,0
K-829	CB4	Nafta Crak.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-3	CB5	Gasoleo	0,0	4,0	4,0	1,0	4,0	3,0	14,0	14,0
K-902	CB5	GMR	14,0	11,0	1,0	2,0	1,0	6,0	1,0	3,0
K-910	CB5	Alquil. Aviacion	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	1,0	5,0	5,0
K-911	CB5	ACPM	5,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	2,0
K-921	CB5	ACPM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
K-922	CB5	ACPM		10,0	9,0	10,0	1,0	1,0	10,0	4,0
K-924	CB5	ACPM	1,0	0,0	1,0	5,0	14,0	0,0	8,0	2,0
K-925	CB5	Gas. Aviacion	0,0	30,0	0,0	0,0	1,0	6,0	3,0	1,0
K-928	CB5	ACPMEC	4,0	3,0	4,0	13,0	4,0	2,0	4,0	1,0
K-930	CB5	VOIL	1,0	3,0	2,0	2,0	998,0	29,0	12,0	16,0
K-931	CB5	Gas. Aviacion	0,0	41,0	0,0	2,0	1,0		1,0	209,0
K-934	CB5	Nafta Mezcla	3,0	0,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	3,0
K-938	CB5	Turbo	19,0	2,0	0,0	2,0	1,0	0,0	0,0	6,0
K-939	CB5	GMR	1,0	4,0	3,0	3,0	3,0	0,0	1,0	4,0
K-940	CB5	GMR	0,0	3,0	4,0	2,0	3,0	0,0	0,0	4,0
K-942	CB5	Nafta Mezcla	5,0	5,0	3,0	2,0	1,0	3,0	1,0	2,0
K-943	CB5	Turbo	0,0	1,0	3,0	0,0	10,0	2,0	2,0	1,0
K-944	CB5	Turbo	0,1	0,0	11,0	0,0	2,0	1,0	4,0	0,0
K-945	CB5	Turbo	0,0	0,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
K-947	CB5	Nafta Crak.	1,0	2,0	0,0	3,0	0,0	0,0	2,0	0,0
K-1812	CB5	Alquil. Aviacion	8,0	2,0	8942,0	657,0	1,0	0,0	2,0	3829,0
K-1813	CB5	Platform.	0,0		0,0	1,0	2,0	0,0	1,0	0,0

ANEXO 2. PLANTILLA PI - SIO

NIVEL PI-SIO 00:00 Horas					
MEDIDAS DE LA FECHA : 04/10/2006					
TANQUE	TAG	PointID	PI	SIO	PI-SIO
K0012	CB1-K0012 LI_PROD R	51250	3.793	3.797	-4
K0013				8.535	-8.535
K0017	CB1-K0017 LI_PROD R	51254	6.639	6.642	-3
K0027	CB1-K0027 LI_PROD R	51874	3.280	4.754	-1.474
K0028	CB1-K0028 LI_PROD R	51875	343	343	0
K0044	CB1-K0044 LI_PROD R	51256	4.179	4.182	-3
K0053	CB1-K0053 LI_PROD R	51862	1.430	1.432	-2
K0056	CB1-K0056 LI_PROD R	51258	6.428	6.871	-443
K0094	CB1-K0094 LI_PROD R	51260	6.062	6.065	-3
K0095	CB1-K0095 LI_PROD R	51262	2.484	2.417	67
K0099	CB1-K0099 LI_PROD R	51264	7.836	7.859	-23
K0200				10.243	-10.243
K0201	CB1-K0201 LI_PROD R	51850	4.712	4.719	-7
K0202	CB1-K0202 LI_PROD R	51852	4.600	4.440	160
K0203	CB1-K0203 LI_PROD R	51854	8.336	8.231	105
K0205	CB1-K0205 LI_PROD R	51858	4.878	2.153	2.725
K0206	CB1-K0206 LI_PROD R	51860	0	527	-527
K0606	CB1-K0606 LI_PROD R	51870	6.383	6.401	-18
K0620				2.560	-2.560
K0656	CB1-K0656 LI_PROD R	51872	6.553	6.590	-37
K0669	CB1-K0669 LI_PROD R	51864	1.494	1.499	-5
K0671	CB1-K0671 LI_PROD R	51266	3.305	3.305	0
K0672	CB1-K0672 LI_PROD R	51268	1.452	1.433	19
K0673	CB1-K0673 LI_PROD R	51270	2.015	2.016	-1
K0674	CB1-K0674 LI_PROD R	51272	2.508	2.510	-2
K0675	CB1-K0675 LI_PROD R	51866	656	650	6
K3110	CB1-K3110 LI_PROD R	51274	4.086	4.089	-3
K3111	CB1-K3111 LI_PROD R	51868	897	909	-12
K0004	CB2-K0004NIVEL	26623	8.275	8.287	-12
K0005	CB2-K-5 LI32005B	124278	4.590	4.591	-1
K0007	CB2-K-7 LI32007	125407	2.564	2.564	0
K0010	CB4-K-10 LI34010B	124345	4.421	4.421	0
K0102	CB2-K-102 LI32102B	124324	4.507	4.509	-2
K0104	CB2-K-104 LI32104B	124286	1.700	1.700	0
K0801	CB2-K-801 LI32801	125417	2.758	2.759	-1
K0802	CB2-K-802 LI32802B	124318	5.023	5.041	-18
K0803	CB2-K0803NIVEL	125699	13.162	13.162	0
K0804	CB2-K-804 LI32804	125427	14.157	14.157	0
K0805	CB2-K-805 LI32805B	124320	15.053	15.056	-3
K0806	CB4-K-806 LI34806	125474	9.110	9.110	0
K0808	CB2-K-808 LI32808B	124289	7.228	7.228	0
K0812	CB2-K0812NIVEL	26620	15.723	15.770	-7
K0813	CB2-K0813NIVEL	26621	-1	15.520	-15.521
K0814	CB2-K0814NIVEL	26622	14.287	14.283	4
K0816	CB2-K-816 LI32816B	124405	14.407	14.406	1
K0817	CB2-K-817 LI32817	125446	11.665	11.634	31
K0818	CB4-K-818 LI34818B	124347	8.621	8.621	0
K0819	CB4-K-819 LI34819B	124348	-1	0	-1
K0822	CB2-K-822 LI32822	125451	8.779	8.780	-1
K0823	CB2-K-823 LI32823	125456	11.788	11.787	1
K0824	CB4-K0824NIVEL	27012	6.383	6.383	0
K0826	CB2-K-826 LI32826	125461	1.003	991	12
K0827	CB2-K-827 LI32827B	124297	2.000	3.735	-1.735
K0829	CB4-K0829NIVEL	27013	-1	405	-406
K0003	CB5-K-3 LI35003B	124357	9.085	9.120	-35
K0902	CB5-K-902 LI35902B	124359	3.290	2.716	574
K0903	CB5-K-903 K-903.LI	124361	762	742	20
K0904	CB5-K-904 K-904.LI	124449	5.153	5.153	0
K0906	CB5-K-906 K-906.LI	124363	9.338	9.344	-6
K0907	CB5-K-907 K-907.LI	124365	0	0	0
K0910	CB5-K-910 K-910.LI	124367	2.007	2.017	-10
K0911	CB5-K-911 K-911.LI	124369	13.716	13.723	-7
K0913	CB5-K-913 K-913.LI	124371	1.974	1.945	29
K0917	CB5-K-917 K-917.LI	124373	6.193	6.188	5
K0918	CB5-K-918 K-918.LI	124375	8.349	8.356	-7
K0921	CB5-K-921 K-921.LI	124377	0	50	-50
K0922	CB5-K-922 K-922.LI	124379	3.921	3.896	25
K0924	CB5-K-924 K-924.LI	124381	6.550	6.571	-21
K0925	CB5-K-925 K-925.LI	124383	1.279	1.240	39
K0927	CB7-K-927 LI33927	125589	4.773	4.754	19
K0928	CB5-K-928 K-928.LI	124385	10.239	10.236	3
K0929	CB7-K-929 LI33929B	124258	3.979	3.979	0
K0930	CB5-K-930 K-930.LI	124387	2.808	2.805	3
K0931	CB5-K-931 K-931.LI	124389	3.879	3.903	-24
K0934	CB5-K-934 K-934.LI	124391	2.554	2.552	2
K0935	CB7-K-935 LI33935	125597	6.342	6.343	-1
K0936	CB7-K-936 LI33936	125601	2.804	2.807	-3
K0938	CB5-K-938 K-938.LI	124393	4.767	4.765	2
K0939	CB5-K-939 LI35939	125537	3.558	3.547	11
K0940	CB5-K-940 LI35940	125543	6.396	6.400	-4
K0942	CB5-K-942 LI35942	125549	1.768	1.767	1
K0943	CB5-K-943 K-943.LI	124395	1.462	1.467	-5
K0944	CB5-K-944 K-944.LI	124397	882	883	-1
K0945	CB5-K-945 K-945.LI	124399	1.020	1.019	1
K0946	CB5-K-946 LI33946	125561	2.409	2.413	-4
K0947	CB5-K-947 LI35947	125567	2.265	2.247	18
K0948	CB5-K-948 LI35948B	124988	10.090	10.112	-22
K1812	CB5-K-1812 LI35012B	124989	2.056	2.045	11
K1813	CB5-K-1813 K-1813.LI	124401	9.651	0	9.651
K1814	CB5-K-1814 K-1814.LI	124403	2.043	2.043	0

TEMPERATURA PI-SIO 00:00 Horas					
PRINCIPAL					
TAG	PointID	PI	SIO	PI-SIO	
CB1-K0012 TI R	51251	89	92	-3	
			140	-140	
CB1-K0017 TI R	51255	89	90	-1	
			90	-90	
			90	-90	
CB1-K0044 TI R	51257	90	93	-3	
CB1-K0053 TI R	51863	94	96	-2	
CB1-K0056 TI R	51259	91	92	-1	
CB1-K0094 TI R	51261	86	87	-1	
CB1-K0095 TI R	51263	87	89	-2	
CB1-K0099 TI R	51265	84	84	0	
CB1-K0200 TI R	51857	377	380	-3	
CB1-K0201 TI R	51851	161	157	4	
CB1-K0202 TI R	51853	175	194	-19	
CB1-K0203 TI R	51855	176	139	37	
CB1-K0205 TI R	51859	360	350	10	
CB1-K0206 TI R	51861	34	200	-166	
			88	92	-4
			89	-89	
CB1-K0656 TI R	51873	87	97	-10	
CB1-K0669 TI R	51865	87	87	0	
CB1-K0671 TI R	51267	85	85	0	
CB1-K0672 TI R	51269	87	88	-1	
CB1-K0673 TI R	51271	85	85	0	
CB1-K0674 TI R	51273	86	88	-2	
CB1-K0675 TI R	51867	84	92	-8	
CB1-K3110 TI R	51275	0	86	-86	
CB1-K3111 TI R	51869	85	88	-3	
CB2-K0004temperatura	26632	95	99	-4	
CB2-K-5 TI32005B	125402	97	97	0	
CB2-K-7 TI32007	125409	151	162	-11	
CB4-K-10 TI34010B	125468	-400	98	-498	
CB2-K-102 TI32102B	125410	88	88	0	
CB2-K-104 TI32104B	125415	111	126	-15	
CB2-K-801 TI32801B	125416	90	89	1	
CB2-K-802 TI32802B	125421	89	91	-2	
CB2-K0803temperatura	125700	138	139	-1	
CB2-K-804 TI32804B	125426	88	89	-1	
CB2-K-805 TI32805B	125431	89	89	0	
CB4-K-806 TI34806B	125473	-400	92	-492	
CB2-K-808 TI32808B	125436	164	164	0	
CB2-K0812temperatura	26629	-1	130	-131	
CB2-K0813temperatura	26627	-1	133	-134	
CB2-K0814temperatura	26628	125	125	0	
CB2-K-816 TI32816B	125440	0	88	-88	
CB2-K-817 TI32817	125448	0	87	-87	
CB4-K-818 TI34818	125481	91	94	-4	
CB4-K-819 TI34819	125486	92	92	0	
CB2-K-822 TI32822	125453	-400	92	-492	
CB2-K-823 TI32823	125458	91	92	-1	
CB2-K0824temperatura	28535	90	90	0	
CB2-K-826 TI32826	125463	90	92	-2	
CB2-K-827 TI32827B	125464	112	90	22	
CB2-K0829temperatura	28534	90	87	3	
CB5-K-3 TI35003B	125488	92	92	0	
CB5-K-902 TI35902B	125493	-400	92	-492	
CB5-K-903 TI35903	125498	90	90	0	
CB5-K-904 TI35904	125501	87	87	0	
CB5-K-906 TI35906	125503	91	91	0	
CB5-K-907 TI35907	125505	92	91	1	
CB5-K-910 TI35910	125507	84	85	-1	
CB5-K-911 TI35911	125509	0	115	-115	
CB5-K-913 TI35913	125511	85	86	-1	
CB5-K-917 TI35917	125513	0	86	-86	
CB5-K-918 TI35918	125515	0	89	-89	
CB5-K-921 TI35921	125517	0	90	-90	
CB5-K-922 TI35922	125519	111	110	1	
CB5-K-924 TI35924	125521	114	114	0	
CB5-K-925 TI35925	125523	81	81	0	
CB7-K-927 TI33927B	125588	130	143	-13	
CB5-K-928 TI35928	125525	0	116	-116	
CB7-K-929 TI33929B	125592	143	150	-7	
CB5-K-930 TI35930	125527	94	94	0	
CB5-K-931 TI35931	125529	89	90	-1	
CB5-K-934 TI35934	125531	104	104	0	
CB7-K-935 TI33935B	125596	151	150	1	
CB7-K-936 TI33936	125603	0	138	-138	
CB5-K-938 TI35938	125533	94	93	1	
CB5-K-939 TI35939	125539	85	85	0	
CB5-K-940 TI35940	125545	94	94	0	
CB5-K-942 TI35942	125551	95	94	1	
CB5-K-943 TI35943	125553	105	94	11	
CB5-K-944 TI35944	125555	92	87	5	
CB5-K-945 TI35945	125557	83	82	1	
CB5-K-946 TI35946	125563	139	141	-2	
CB5-K-947 TI35947	125569	89	89	0	
CB5-K-948 TI35948B	125572	135	142	-7	
CB5-K-1812 LI35012B	125578	86	89	-3	
CB5-K-1813 TI351813	125584	79	80	-1	
CB5-K-1814 TI351814	125586	0	86	-86	

K0800	C88-K-800	LI38800B	125604	9,952	9,951	1	C88-K-800	TI38800B	125606	88	89	-1
K0961	C88-K-961	LI38961B	125608	880	884	-4	C88-K-961	TI38961B	125610	90	90	0
K0962	C88-K-962	LI38962B	125612	5,066	5,069	-3	C88-K-962	TI38962B	125614	90	90	0
K0963	C88-K-963	LI38963B	125616	2,097	2,098	-1	C88-K-963	TI38963B	125618	0	90	-90
K0964	C88-K-964	LI38964B	125620	9,105	9,107	-2	C88-K-964	TI38964B	125622	88	88	0
K0965	C88-K-965	LI38965B	125624	1,998	1,997	1	C88-K-965	TI38965B	125626	90	90	0
K0966	C88-K-966	LI38966B	125628	5,967	5,966	1	C88-K-966	TI38966B	125630	90	91	-1
K3850	C88-K-3850	LI38500B	125632	6,923	6,924	-1	C88-K-3850	TI38500B	125634	0	90	-90
K3851	C88-K-3851	LI38510B	125636	3,359	3,351	8	C88-K-3851	TI38510B	125638	0	90	-90
K3852	C88-K-3852	LI38520B	125640	4,198	4,200	-2	C88-K-3852	TI38520B	125642	0	84	-84
K0950	C89-K-950	LI39550B	125644	3,686	3,690	-4	C89-K-950	TI39550B	125646	100	101	-1
K0954	C89-K-954	LI39554B	125651	6,912	6,944	-32	C89-K-954	TI39554B	125653	92	92	0
K0956	C89-K-956	LI39556B	125658	8,858	8,864	-6	C89-K-956	TI39556B	125660	93	93	0
D3160	U3160-LT3160A		44206	4,142	0	4,142	U3160-TT3160A		44207	94	95	-1
D3161	U3160-LT3161A		44213	1,705	0	1,705	U3160-TT3161A		44214	95	95	0
D3162	U3160-LT3162A		44220	5,863	0	5,863	U3160-TT3162A		44221	97	96	1
D3163	U3160-LT3163A		44227	5,924	0	5,924	U3160-TT3163A		44228	94	94	0
D3164	U3160-LT3164A		125740	3,111	0	3,111	U3160-TT3164A		125744	88	95	-7
D3165	U3160-LT3165A		125741	1,994	0	1,994	U3160-TT3165A		125745	95	86	9
K2652	CBB-K2652NIVEL		29832	6,369	6,369	0	CBB-K2652temperatura		29815	202	195	7
K2653	CBB-K2653NIVEL		29833	8,947	8,947	0	CBB-K2653temperatura		29816	276	277	-1
K2701	CBB-K2701NIVEL		29835	6,952	6,952	0	CBB-K2701temperatura		29818	170	187	-17
K2702	CBB-K2702NIVEL		29836	8,551	8,551	0	CBB-K2702temperatura		29819	175	195	-20
K2703	CBB-K2703NIVEL		29837	11,362	11,361	1	CBB-K2703temperatura		29820	119	115	4
K2501	CBB-K2501NIVEL		26432	7,997	7,996	1	CBB-K2501_Temp		27395	390	390	0
K2502	CBB-K2502NIVEL		26433	0	0	0	CBB-K2502_Temp		27396	250	250	0
K2801	CBB-K2801NIVEL		26434	9,466	9,442	24	CBB-K2801_Temp		27397	355	355	0
K2802	CBB-K2802NIVEL		26435	6,713	6,716	-3	CBB-K2802_Temp		27398	366	366	0
K2806	CBB-K2806NIVEL		26436	7,933	7,933	0	CBB-K2806_Temp		27399	370	370	0
K2991	CBB-K2991NIVEL		29842	8,762	8,727	35	CBB-K2991temperatura		29828	203	205	-2
K2803	CBB-K2803NIVEL		29840	12,144	12,142	2	CBC-K2803_Temp		27405	120	120	0
K2804	CBB-K2804NIVEL		29841	11,998	11,997	1	CBC-K2804_Temp		27406	175	175	0
K2704	CBB-K2704NIVEL		29838	8,467	8,468	-1	CBC-K2704_Temp		27403	97	97	0
K2705	CBB-K2705NIVEL		29839	9,705	9807	-102	CBC-K2705_Temp		27404	120	120	0
K2654	CBB-K2654NIVEL		29834	6,784	6014	770	CBC-K2654_Temp		27402	90	90	0
K3063	CBB-K3063NIVEL		29843	2,679	2678	1	CBB-K3063temperatura		29829	91	90	1
K3064	CBB-K3064NIVEL		29844	3,643	3639	4	CBB-K3064temperatura		29830	160	120	40
K2503	CBB-K2503NIVEL		29812	314	0	314	CBC-K2503_Temp		27400	72	72	0
K2504	CBB-K2504NIVEL		29831	0	5296	-5,296	CBC-K2504_Temp		27401	80	80	0
K0644	UTP-TK 644_NIVEL		125361	0	520	-520	UTP-TK 644_TEMP		125325	0	103	-103
K0645	UTP-TK 645_NIVEL		125363	0	569	-569	UTP-TK 645_TEMP		125327	0	93	-93
K0646	UTP-TK 646_NIVEL		125374	0	4354	-4,354	UTP-TK 646_TEMP		125338	0	100	-100
K0647	UTP-TK 647_NIVEL		125385	0	908	-908	UTP-TK 647_TEMP		125349	0	108	-108
K0648	UTP-TK 648_NIVEL		125391	0	4001	-4,001	UTP-TK 648_TEMP		125355	0	104	-104
K0649	UTP-TK 649_NIVEL		125392	0	1625	-1,625	UTP-TK 649_TEMP		125356	0	105	-105
K0663	UTP-TK 663_NIVEL		125393	0	548	-548	UTP-TK 663_TEMP		125357	0	95	-95
K0664	UTP-TK 664_NIVEL		125394	0	3201	-3,201	UTP-TK 664_TEMP		125358	0	140	-140
K0665	UTP-TK 665_NIVEL		125395	0	8032	-8,032	UTP-TK 665_TEMP		125359	0	120	-120
K0666	UTP-TK 666_NIVEL		125396	0	5505	-5,505	UTP-TK 666_TEMP		125360	0	155	-155
K0667	UTP-TK 667_NIVEL		125362	0	5294	-5,294	UTP-TK 667_TEMP		125326	0	122	-122
K0677	UTP-TK 677_NIVEL		125364	0	790	-790	UTP-TK 677_TEMP		125328	0	100	-100
K0681	UTP-TK 681_NIVEL		125365	0	4817	-4,817	UTP-TK 681_TEMP		125329	0	120	-120
K0685	UTP-TK 685_NIVEL		125366	0	6593	-6,593	UTP-TK 685_TEMP		125330	0	120	-120
K0686	UTP-TK 686_NIVEL		125367	0	4910	-4,910	UTP-TK 686_TEMP		125331	0	120	-120
K0687	UTP-TK 687_NIVEL		125368	0	6829	-6,829	UTP-TK 687_TEMP		125332	0	120	-120
K0751	UTP-TK 751_NIVEL		125369	0	822	-822	UTP-TK 751_TEMP		125333	0	120	-120
K1271	UTP-TK 1271_NIVEL		125370	0	12729	-12,729	UTP-TK 1271_TEMP		125334	0	326	-326
K1272	UTP-TK 1272_NIVEL		125371	0	866	-866	UTP-TK 1272_TEMP		125335	0	97	-97
K1273	UTP-TK 1273_NIVEL		125372	0	1435	-1,435	UTP-TK 1273_TEMP		125336	0	173	-173
K1274	UTP-TK 1274_NIVEL		125373	0	292	-292	UTP-TK 1274_TEMP		125337	0	132	-132
K1275	UTP-TK 1275_NIVEL		125375	0	13906	-13,906	UTP-TK 1275_TEMP		125339	0	170	-170
K1276	UTP-TK 1276_NIVEL		125376	0	5680	-5,680	UTP-TK 1276_TEMP		125340	0	130	-130
K1279	UTP-TK 1279_NIVEL		125377	0	2700	-2,700	UTP-TK 1279_TEMP		125341	0	167	-167
K1280	UTP-TK 1280_NIVEL		125378	0	3396	-3,396	UTP-TK 1280_TEMP		125342	0	150	-150
K1281	UTP-TK 1281_NIVEL		125379	0	3304	-3,304	UTP-TK 1281_TEMP		125343	0	165	-165
K1282	UTP-TK 1282_NIVEL		125380	0	988	-988	UTP-TK 1282_TEMP		125344	0	150	-150
K1283	UTP-TK 1283_NIVEL		125381	0	2912	-2,912	UTP-TK 1283_TEMP		125345	0	150	-150
K1284	UTP-TK 1284_NIVEL		125382	0	10976	-10,976	UTP-TK 1284_TEMP		125346	0	150	-150
K1292	UTP-TK 1292_NIVEL		125383	0	1178	-1,178	UTP-TK 1292_TEMP		125347	0	150	-150
K1293	UTP-TK 1293_NIVEL		125384	0	8268	-8,268	UTP-TK 1293_TEMP		125348	0	167	-167
K1294	UTP-TK 1294_NIVEL		125386	0	1847	-1,847	UTP-TK 1294_TEMP		125350	0	150	-150
K1295	UTP-TK 1295_NIVEL		125387	0	2582	-2,582	UTP-TK 1295_TEMP		125351	0	150	-150
K1296	UTP-TK 1296_NIVEL		125388	0	2832	-2,832	UTP-TK 1296_TEMP		125352	0	100	-100
K1297	UTP-TK 1297_NIVEL		125389	0	844	-844	UTP-TK 1297_TEMP		125353	0	95	-95
K1807	UTP-TK 1807_NIVEL		125390	0	442	-442	UTP-TK 1807_TEMP		125354	0	95	-95

TARJETAS DE ALMACENAMIENTO COPETROL SA.										PROBLEMAS SERVIDOR		TARJETA DE MANTENIMIENTO		CONEXIONES			VISITACION OPERATIVAS			
TARJETA	CIBIC	PRODUCTO	FECHA DE AFORO	TIPO DE TERCIO	POR	ALTURA DE REFERENCIA			PUNTOS DE TABLAS DE AFORO			NOTAS	UBICACION PLACAS	CAPACIDAD			AFORO TABLA DE AFORO	TEMPERATURA PT TABLA DE AFORO	ZONA CRITICA	
						TABLA	TARJETA	SO	TARJETA	TABLA/FEBLA	TARJETA			CAJONADA	CAJONADA	CAJONADA				
B-1364	ARONA	Maiba	02 Abr-07	REMBLANA F	IF	1501	1493	1501												
B-1365	ARONA	Maiba	02 Abr-07	REMBLANA F	IF	1502	1495	1502												
B-1366	ARONA	Refrigerante	02 Abr-07	CONICO	IF	1241	1243	1241												
B-1403	ARONA	HC Acosta	02 Abr-07	CONICO	IF	2747		2747												
B-1367	ARONA	Dichlorometano	02 Abr-07	CONICO	IF	2548		2548												
B-1368	ARONA	Etanol	02 Abr-07	CONICO	IF	1249	1247	1249												
B-1369	ARONA	Bisnaga	02 Abr-07	CONICO	IF	2728		2728												
B-1370	ARONA	Bisnaga	02 Abr-07	CONICO	IF	2709		2709												
B-1371	ARONA	Dichlorometano	02 Abr-07	CONICO	IF	2624		2624												
B-1368	ARONA	Dichlorometano	02 Abr-07	CONICO	IF	2671		2671												
B-1407	ARONA	Tolueno	02 Abr-07	CONICO	IF	1246	1246	1246												
B-1370	ARONA	Cloroformo	02 Abr-07	CONICO	IF	2703		2703												
B-1370	ARONA	Cloroformo	02 Abr-07	CONICO	IF	2703		2703												
B-1372	ARONA	Metanol	02 Abr-07	CONICO	IF	2623	2623	2623												
B-1370	ARONA	Maiba	02 Abr-07	CONICO	IF	1530		1530												
B-144	PARAF	R.E.F. BUSTOCK	25 Abr-07	CONICO	IF	1270		1270												
B-145	PARAF	R.E.F. 4	25 Abr-07	CONICO	IF	1140		1140												
B-146	PARAF	R.E.F. 4	25 Abr-07	CONICO	IF	1140		1140												
B-147	PARAF	DEST. MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1140		1140												
B-148	PARAF	DEST. LINDO	25 Abr-07	CONICO	IF	1140		1140												
B-149	PARAF	R.E.F. 2	25 Abr-07	CONICO	IF	1145		1145												
B-143	PARAF	REFINADO	25 Abr-07	CONICO	IF	927		927												
B-144	PARAF	DEST. B. BUSTOCK	25 Abr-07	CONICO	IF	920		920												
B-145	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-146	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-147	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-148	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-149	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-150	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-151	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-152	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-153	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-154	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-155	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-156	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-157	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-158	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-159	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-160	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-161	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-162	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-163	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-164	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-165	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-166	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-167	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-168	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-169	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-170	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-171	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-172	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-173	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-174	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-175	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-176	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-177	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-178	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-179	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-180	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-181	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-182	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-183	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-184	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-185	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-186	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-187	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-188	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-189	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-190	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-191	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-192	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-193	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-194	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-195	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-196	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-197	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-198	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-199	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-200	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-201	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07	CONICO	IF	1206		1206												
B-202	PARAF	DEST. MUY MEDIO	25 Abr-07																	

**ANEXO 4. MEMORANDO INFORMATIVO SOBRE EL CAMBIO DE ALTURAS DE
REFERENCIA EN EL SIO**



GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA
Departamento de Materias Primas y Productos

**MEMORANDO INTERNO
ACTA DE ACUERDO**

PARA: DEPARTAMENTOS DE XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
DE : EQUIPO DE MEDICION GCB
REF. : MODIFICACIÓN ALTURAS DE REFERENCIA

Debido a múltiples reparaciones y mantenimientos que se han hecho a tanques, algunos de éstos han sufrido cambios en su altura de referencia, y para la divulgación por parte de Operaciones de las nuevas alturas y su respectiva corrección en SIO por parte del administrador funcional se realiza esta acta. Los tanques que tienen modificaciones son:

Tanque	Ubicación	Altura Referencia Antigua	Altura Referencia Nueva
K-802	CasaBombas 4	18135	18142
K-827	CasaBombas 8	14690	15157
K-1812	CasaBombas 5	10819	10803
K-2652	CasaBombas A	14973	14850
K-2654	CasaBombas C	14848	15614

Para una correcta divulgación se debe realizar el respectivo control de cambios y la corrección de la tabla de aforo.

ANEXO 5. COMPARACIÓN DE LOS PUNTOS DE UNA TABLA DE AFORO NUEVA CONTRA LA TABLAS ANTIGUAS

TK - 946			
FECHA	Junio 2005	SIO	Marzo 2008
ALTURA	CMAC	SIO	DIFERENCIA
(cm)	(Bis)	(Bis)	(Bis)
1	183,51		183,51
10	1835,12		1835,12
20	3670,26		3670,26
30	5507,13		5507,13
40	7344,01	5507,83	1836,18
50	9180,87	7343,63	1837,24
60	11017,77	9179,43	1838,34
70	12854,75	11015,23	1839,52
80	14691,67	12851,03	1840,64
90	16528,58	14686,83	1841,75
100	18365,49	16522,63	1842,86
110	20202,4	18358,43	1843,97
120	22039,31	20194,23	1845,08
130	23876,19	22030,03	1846,15
140	25712,83	23865,84	1846,99
150	27549,49	25701,64	1847,85
160	29386,14	27537,44	1848,7
170	31222,79	29373,24	1849,55
180	33059,45	31209,04	1850,41
190	34896,1	33044,84	1851,26
200	36732,75	34880,62	1852,13
210	38569,41	36716,40	1853,01
220	40406,06	38552,18	1853,88
230	42242,71	40387,96	1854,75
240	44079,37	42223,74	1855,63
250	45916,01	44059,54	1856,47
260	47752,65	45895,34	1857,31
270	49589,3	47731,14	1858,16
280	51425,94	49566,94	1859,01
290	53262,59	51402,74	1859,85
300	55099,24	53238,54	1860,7
310	56935,89	55074,34	1861,55
320	58772,54	56910,14	1862,4
330	60609,19	58745,94	1863,29
340	62445,84	60581,74	1864,18
350	64282,49	62417,54	1865,07
360	66119,14	64253,34	1865,96
370	67955,79	66089,14	1866,85
380	69792,44	67924,94	1867,74
390	71629,09	69760,74	1868,63
400	73465,74	71596,54	1869,52
410	75302,39	73432,34	1870,41
420	77139,04	75268,14	1871,3
430	78975,69	77103,94	1872,21
440	80812,34	78939,74	1873,1
450	82648,99	80775,54	1874,0
460	84485,64	82611,34	1874,9
470	86322,29	84447,14	1875,8
480	88158,94	86282,94	1876,7
490	90000,0	88118,74	1877,6
500	91841,06	90000,0	1878,5
510	93682,12	91881,54	1879,4
520	95523,18	93763,04	1880,3
530	97364,24	95644,54	1881,2
540	99205,3	97526,04	1882,1
550	101046,36	99407,54	1883,0
560	102887,42	101289,04	1883,9
570	104728,48	103170,54	1884,8
580	106569,54	105052,04	1885,7
590	108410,6	106933,54	1886,6
600	110251,66	108815,04	1887,5
610	112092,72	110696,54	1888,4
620	113933,78	112578,04	1889,3
630	115774,84	114459,54	1890,2
640	117615,9	116341,04	1891,1
650	119456,96	118222,54	1892,0
660	121298,02	120104,04	1892,9
670	123139,08	121985,54	1893,8
680	124980,14	123867,04	1894,7
690	126821,2	125748,54	1895,6
700	128662,26	127630,04	1896,5
710	130503,32	129511,54	1897,4
720	132344,38	131393,04	1898,3
730	134185,44	133274,54	1899,2
740	136026,5	135156,04	1900,1
750	137867,56	137037,54	1901,0
760	139708,62	138919,04	1901,9
770	141549,68	140800,54	1902,8
780	143390,74	142682,04	1903,7
790	145231,8	144563,54	1904,6
800	147072,86	146445,04	1905,5
810	148913,92	148326,54	1906,4
820	150754,98	150208,04	1907,3
830	152596,04	152089,54	1908,2
840	154437,1	153971,04	1909,1
850	156278,16	155852,54	1910,0
860	158119,22	157734,04	1910,9
870	159960,28	159615,54	1911,8
880	161801,34	161497,04	1912,7
890	163642,4	163378,54	1913,6
900	165483,46	165260,04	1914,5
910	167324,52	167141,54	1915,4
920	169165,58	169023,04	1916,3
930	171006,64	170904,54	1917,2
940	172847,7	172786,04	1918,1
950	174688,76	174667,54	1919,0
960	176529,82	176549,04	1919,9
970	178370,88	178430,54	1920,8
980	180211,94	180312,04	1921,7
990	182052,99	182193,54	1922,6
1000	183894,05	184075,04	1923,5
1010	185735,11	185956,54	1924,4
1020	187576,17	187838,04	1925,3
1030	189417,23	189719,54	1926,2
1040	191258,29	191601,04	1927,1
1050	193099,35	193482,54	1928,0
1060	194940,41	195364,04	1928,9
1070	196781,47	197245,54	1929,8
1080	198622,53	199127,04	1930,7
1090	200463,59	201008,54	1931,6
1100	202304,65	202890,04	1932,5
1110	204145,71	204771,54	1933,4
1119,66	206027,71		

CALIBRACION DE FONDO SIO		
ALTURA (mm)	VOLUMEN (Bis)	INCREMENTO (Bis/mm)
10	6,05	0,000
20	23,94	0,605
30	53,24	0,605
40	93,57	2,360
50	144,5	2,360
60	205,63	2,360
70	276,56	5,080
80	356,86	5,080
90	446,15	5,080
100	544	8,017
110	650,01	8,017
120	763,77	10,588
130	884,88	10,588
140	1012,93	10,588
150	1147,5	12,908
160	1288,19	12,908
170	1434,59	12,908
180	1586,3	12,908
190	1742,9	14,627
200	1904	14,627
210	2069,17	14,627
220	2238,01	16,096
230	2410,12	16,096
240	2585,08	17,197
250	2762,49	17,197
260	2941,94	17,197
270	3123,03	17,932
280	3305,34	17,932
290	3488,46	17,932
300	3672,04	18,300

CALIBRACION DE FONDO CMAC		
ALTURA (mm)	VOLUMEN (Bis)	INCREMENTO (Bis/mm)
0	0	0
10	183,51	18,35
30	550,53	18,35
50	917,56	18,35
70	1284,58	18,35
90	1651,6	18,35
110	2018,63	18,35
130	2385,65	18,35
150	2752,68	18,35
170	3119,71	18,35
190	3486,74	18,35

FRACCION EN cm			
cm	Barriles CMAC	Barriles SIO	Diferencia (Bis)
1	183,97	183,79	0,18
2	367,95	367,58	0,37
3	551,92	551,37	0,55
4	735,9	735,16	0,74
5	919,87	918,95	0,92
6	1103,85	1102,74	1,11
7	1287,82	1286,53	1,29
8	1471,8	1470,32	1,48
9	1655,77	1654,11	1,66

FRACCION EN mm			
mm	Barriles CMAC	Barriles SIO	Diferencia (Bis)
1	18,4	18,38	0,02
2	36,79	36,76	0,03
3	55,19	55,14	0,05
4	73,59	73,52	0,07
5	91,99	91,9	0,09
6	110,38	110,24	0,14
7	128,78	128,63	0,15
8	147,18	147,02	0,16
9	165,58	165,41	0,17

ANEXO 6. INFORME SOBRE LA INSPECCIÓN DEL MEDIDOR MÁSIICO TIPO CORIOLIS

Informe sobre la inspección del medidor másico tipo coriolis ds300 y transmisor fi-29531 del área de servicios industriales de balance.

Este medidor másico se encuentra en el área de Balance, su propósito es medir el flujo y la temperatura en forma dinámica del combustóleo que llega al tanque K-2991 y posteriormente se envía para las calderas, este producto es el combustible que se quema para que las calderas generen vapor.

De acuerdo con el manual de instrucciones del transmisor se procede a verificar el equipo de la siguiente manera:

En primer lugar se verifica el LED de diagnóstico conforme a la tabla 1

El LED de diagnóstico hace esto:	Condición
Destella ON (encendido) una vez por segundo (25% ON, 75% OFF)	Operación normal
Permanece ON continuamente	Puesta en marcha e inicialización, ajuste de cero en progreso
Destella ON tres veces, luego OFF por 1 segundo	Modo de configuración de comunicación (interruptor 10 en posición ON)
Destella OFF una vez por segundo (75% ON, 25% OFF)	Slug flow (densidad debajo o arriba de los límites definidos por el usuario)
Destella ON 4 veces por segundo	Condición de falla

Tabla 1. Condiciones indicadas por el LED de diagnóstico

La verificación resulta que el LED destella cuatro veces por segundo, lo que nos indica que el transmisor está detectando una falla que puede ser del sensor o del transmisor.

Teniendo el equipo libre de fuentes de alimentación se procede a revisar las líneas de alimentación para verificar un posible contacto entre ellas, sobre todo entre neutro y tierra. Al medir la continuidad se encontró que no hay contacto entre estas líneas lo que significa que las líneas de alimentación no tienen problemas eléctricos. También se revisaron los valores de resistencia para los circuitos del medidor de caudal. La configuración de las conexiones entre el sensor y el transmisor RFT9739 se muestran en la figura 1.

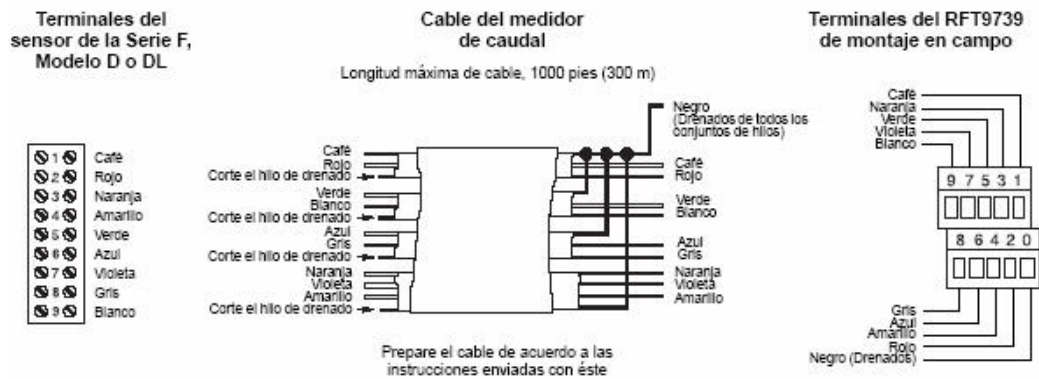


Figura 1. Conexiones entre el sensor y el transmisor

Teniendo en cuenta esta conexión se procede a tomar los valores y compararlos con la tabla 2

Circuito	Colores de hilos	Terminales del sensor	Rango de resistencia nominal
Bobina drive	Café a rojo	1 a 2	8 a 2650 Ω
Pickoff izquierdo	Verde a blanco	5 a 9	15.9 a 300 Ω
Pickoff derecho	Azul a gris	6 a 8	15.9 a 300 Ω
Sensor de temperatura	Naranja a violeta	3 a 7	100 Ω a 0°C + 0.38675 Ω por °C
Compensador de longitud de punta	Amarillo a violeta	4 a 7	100 Ω a 0°C + 0.38675 Ω por °C

Tabla 2, valores nominales de resistencia para los circuitos del sensor

Los valores que se midieron en campo entre los terminales del sensor se muestran en la tabla 3

Circuito	Terminales del sensor	Conectados al transmisor	Desconectados del transmisor
Bobina drive	1 a 2	49 Ω	52.5 Ω
Pickoff izquierdo	5 a 9	160 Ω	159 Ω
Pickoff derecho	6 a 8	153 Ω	153 Ω
Sensor de temperatura	3 a 7	114.4 Ω	120.6 Ω
Compensador long de punta	4 a 7	114.4 Ω	120.6 Ω

Tabla 3. Valores de resistencia para el sensor Micro Motion en Balance

Como se puede apreciar en la tabla 3 los valores de resistencia de los circuitos están dentro del rango normal.

Descartando un posible corto o circuito abierto en el sensor se procedió a medir los voltajes en los terminales de salida que se utilizan. Para el caso del transmisor RFT9739 con el Tag FI-29531 solo utiliza las salidas 17, 18, 19 y 20. La distribución de los pines de salida se puede apreciar en la figura 2 y en la tabla 4.

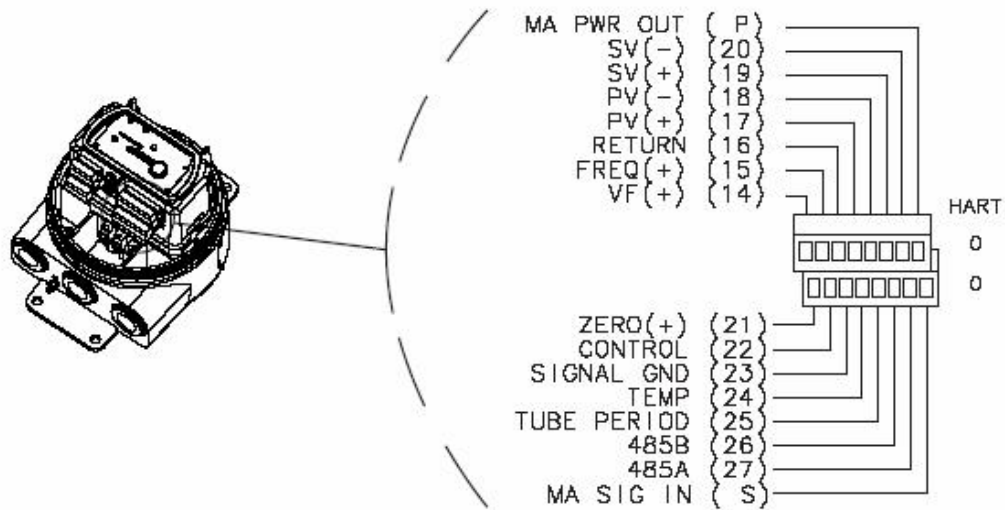


Figura 2. Terminales de salida del transmisor RFT9739

Terminal	Función
14	Salida de frecuencia, voltaje de la fuente de CD
15 y 16	Salida de frecuencia/pulsos
17 y 18	Salida de mA de la variable primaria (PV)
19 y 20	Salida de mA de la variable secundaria (SV)
21 y 16	Entrada remota de cero
22 y 16	Salida de control
23	Tierra de señal
24 y 23	Salida de temperatura
25 y 23	Salida de período del tubo
26 y 27	E/S RS-485
P	Alimentación de CD al transmisor de presión o DP
S	Entrada de mA desde el transmisor de presión o DP
HART	Lazos de conexión del Comunicador, igual que el circuito de salida de mA de la PV

Tabla 4. Descripción de los terminales de salida del transmisor RFT9739

El procedimiento para la revisión de las salidas fue tomar los voltajes correspondientes entre los terminales 17 y 18 (Salida en mA de la variable primaria) y entre los terminales 19 y 20 (Salida en mA de la variable secundaria). Los valores se pueden observar en la tabla 5

Función	Terminales de salida	Voltaje con carga al transmisor	Voltaje sin carga (Desconectado)
Voltaje Primario	17 a 18	0 V	2 V
Voltaje Secundario	19 a 20	0 V	32 V

Tabla 5. Voltajes de los terminales de salida medidos en el transmisor

Conclusiones:

- De acuerdo con las resistencias medidas a los circuitos del sensor que se muestran en la Tabla 3, tenemos que los valores están entre el rango normal, este diagnóstico permite saber si los circuitos del medidor están en corto o abiertos y en el caso del medidor DS300 ubicado en Balance no tiene este tipo de fallas.
- Al realizar la medición del voltaje de los terminales de salida del transmisor como se puede apreciar en la tabla 5 se tiene el voltaje en cero cuando se conectan estos terminales, sea para la salida primaria como para la secundaria, lo que demuestra que las salidas del transmisor están en mal estado y como recomendación se requiere cambiar el transmisor RFT9739 para que la señal de flujo y temperatura del combustóleo pueda llegar nuevamente al cuarto de control.

**ANEXO 7. RECOMENDACIÓN PARA LA MEDICIÓN DE COMBUSTÓLEO EN LA
PLANTA DE CENTRAL DE NORTE**

	GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA	PAO-22-F-002	
	DEPARTAMENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	2006-08-24	84/1 29
	RECOMENDACIONES	ACT: 3	PMP

No. PIM-Z	EQUIPO : Tanques GCB	MDD	X
SERVICIO :		PPY	
OT No :	DIRIGIDO A : PTB	POSTERIOR	
CON COPIA:	VALORACIÓN RAM=M FRP:	REVISIÓN No:	

1. ANTECEDENTES

En el área de la Unidad 14 ubicada en la planta eléctrica de Central del Norte se encuentra el tanque K-2440 encargado de recibir combustóleo que proviene de Casabombas 7. Este combustóleo cuando se requiere es enviado a las calderas y se utiliza como combustible para la generación de energía eléctrica para el consumo de la refinería. Este tanque no tiene una medición confiable de nivel y temperatura, además el volumen de combustóleo que se quema en calderas no se está midiendo correctamente.

2. DIAGNOSTICO:

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

El tanque K-2440 no tiene instalación de telemetría para la medición automática de nivel y temperatura, se cuenta con equipos indicadores en el cuarto de control que no ofrecen confianza generando gran incertidumbre y no tienen la posibilidad de ser monitoreados desde otros lugares. Para la medición de nivel en este tanque se utiliza un método indirecto el cual mide la presión del producto y de este dato deduce el nivel, lo cual aumenta la incertidumbre de la información. Además este tipo de instrumento es análogo por lo que puede ocasionar un gran error en la medición, además por el producto que se maneja hay riesgos de taponamientos u obstrucciones que puede generar una medición incierta.

El sensor del medidor de temperatura se encuentra en un solo punto de contacto con el producto. La forma correcta de realizar esta medición es tomar la temperatura en varios puntos a diferentes niveles del producto y promediar estos resultados.

El medidor de flujo que se encuentra ubicado en la entrada del tanque es el encargado de contabilizar el caudal que está recibiendo el tanque, este medidor se encuentra en mal estado debido a que no está contabilizando la medida en el totalizador ubicado en el cuarto de control y además cuenta con un by-pass que se encuentra abierto. Este

medidor es de gran importancia para realizar el Balance Másico del combustóleo que se quema en calderas.

Las bombas que surten al tanque K-2440 son de alta rata de flujo, en la ventana operativa se indica que están entre 1850 BPH y 3680BPH, estas bombas despachan también a botes y a Casabombas 1. Cuando se requiere combustible para central del norte ponen en recirculación la bomba y abre el by-pass que se encuentra en el medidor másico ubicado en la entrada del tanque de calderas para evitar caídas de presión.

2.1. VALORACION RAM

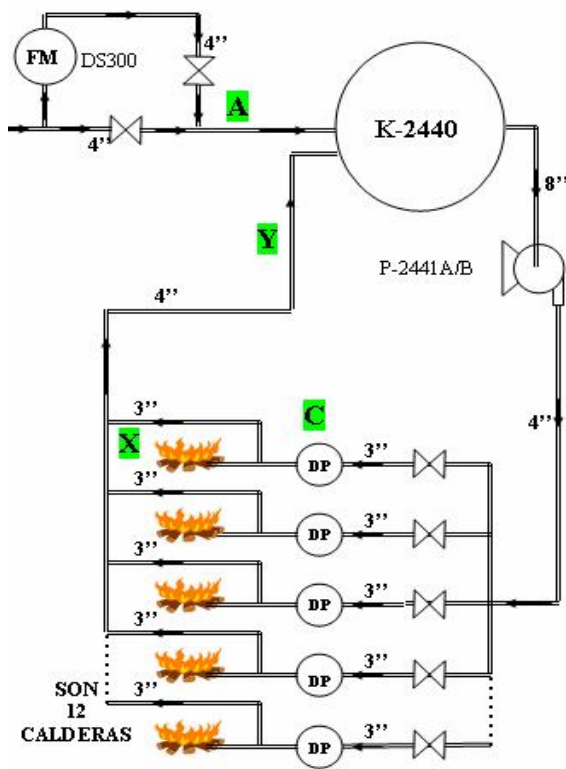
Personas: 0E-N; Económica: 2E-M; Ambiental: 1E-L; Imagen de la empresa: 1E-L

3. ACCIONES RECOMENDADAS:

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

3.1. ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA MEDICION DEL CONSUMO DE COMBUSTOLEO EN CALDERAS.

En el Balance Másico de la refinería hay un cierto porcentaje de pérdidas debido a que no se tiene asegurado la medición del combustóleo para el consumo interno en las calderas, esta situación ha generado la búsqueda del aseguramiento de esta medición. En el estudio hecho para evaluar la mejor opción de cuantificar este consumo se tiene un breve resumen que se muestra en la figura 1. :



Datos:

A = Volumen Medidor Coriolis (si el By-pass está cerrado)

C = Sumatoria del volumen de medidores tipo cuña

Vol.in = Volumen inicial del tanque

Vol.fi = Volumen final del tanque

X = Sumatoria del consumo en Calderas

Y = Volumen en la recirculación

Ecuaciones:

$$Vol.in + A + Y - C = Vol. fi$$

$$C - X = Y$$

Ecuación principal:

$$X = A + Vol.in - Vol. fi$$

Figura 1. Estudio de la medición del consumo en calderas

La propuesta que se muestra en la figura 1 es viable para realizar ya que la infraestructura para la medición de flujo en la entrada del tanque está montada, además con el aseguramiento de las mediciones automáticas de nivel y temperatura en el tanque se obtiene varios beneficios como la generación de alarmas, una medición más confiable, entre otras. Como se puede apreciar en la figura 1, para la medición del volumen del combustóleo que se quema en calderas en un tiempo determinado depende directamente del producto que es suministrado al tanque, del volumen inicial en el instante donde se empieza el consumo y del volumen del producto al final de un cierto tiempo.

3.2. RECOMENDACIONES

De este estudio se generan las siguientes recomendaciones:

3.2.1. Recuperación del medidor másico de flujo para cuantificar la entrada de producto al tanque K-2440.

Al realizarse la inspección del transmisor se concluye que está en buen estado y trabajando correctamente, se sugiere hacer la revisión de los circuitos internos del sensor y verificar si la señal de 4-20 mA en el transmisor se está generando, además se requiere revisar el totalizador que se encuentra en el cuarto de control donde llega la señal de este transmisor.

3.2.2. Adelantar una revisión hidráulica de las líneas, la bomba que envía el combustible al tanque y su recirculación.

Esta revisión se hace con el fin de encontrar posibles puntos de falla, ya que el dimensionamiento del medidor másico en calderas está por debajo de las condiciones que se presentan en este sistema de distribución.

3.2.3. Realizar el aforamiento al tanque K-2440.

Este tanque no tiene un aforo, la guía es un cuadro comparativo entre el nivel del tanque y su porcentaje de llenado. Para la instalación de la telemetría es sumamente importante tener los datos del aforo del tanque ya que asegura la confiabilidad de la medición de nivel y la generación de ventanas operativas y alarmas del tanque.

3.2.4. Instalar la telemetría en el tanque K-2440.

Las variables inicial y final de la ecuación del consumo de combustóleo en calderas están directamente relacionadas con el nivel del producto. Además se incluye la instalación de la medición automática de temperatura que se realice en varios niveles del producto y realizar un promedio con el fin de hacer la corrección del volumen.

Para la instalación de la telemetría se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La tecnología utilizada para la medición de nivel debe cumplir que no tenga una parte mecánica móvil en contacto con el producto, ya que se maneja combustóleo y este tipo de producto es pesado y viscoso, por lo que se recomienda una medición libre de contacto. Se sugiere escoger la tecnología radar.
- Para la medición de temperatura se debe utilizar una RTD múltiple que sea capaz de sensar el producto, tomar la temperatura en los puntos que tiene contacto y realizar el promedio. Esto garantiza una medición confiable.

- El cableado de la alimentación y de las señales de los medidores deben estar protegidos con un tubo especial que sea a prueba de explosión.
- Para la instalación del cableado y montaje de los equipos que se necesitan para llevar las señales hasta el cuarto de control y ser monitoreadas se tienen tres diseños:

A. Una unidad CIU con mayor tecnología capaz de realizar operaciones para el cálculo del volumen total, volumen corregido a la temperatura y el flujo que entra o sale del tanque. La nueva unidad tiene dos componentes: La CIU PRIME y la CIU PLUS

Instalación del software ENTIS PLUS hecho en plataforma Windows, el cual soporta todas las señales y cálculos que realiza la CIU PLUS y las muestra en la pantalla

Realizar la conexión entre la CIU PLUS y el DCS utilizando cableado de comunicación adecuado que soporte el protocolo MODBUS para que en el DCS se puedan ver las medidas automáticas de nivel y temperatura.

Configurar en el DCS la base de datos y gráficos de cada una de las variables. Adicionalmente se deben crear los correspondientes TAG-PI para que estas medidas puedan subir correctamente a la Base de Datos en tiempo Real PI.

El diseño de esta primera opción se muestra en la figura 2.

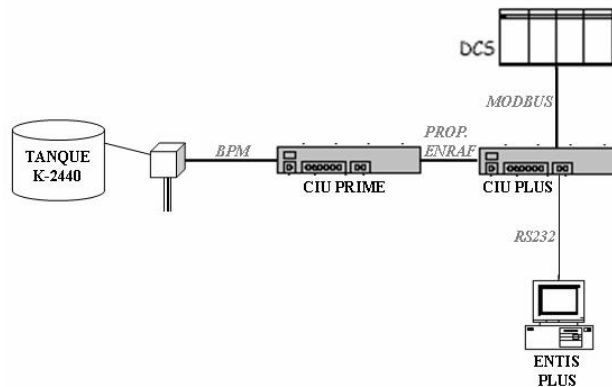


Figura 2. Primer diseño para instalación de telemetría

B. En la planta de aromáticos existe una infraestructura que envía las señales de la telemetría al cuarto de control en el sistema ENTIS, hay una recomendación para el mejoramiento de la comunicación en esta planta donde se propone actualizar todos los componentes que intervienen en la comunicación entre los equipos telemétricos y el DCS. Actualmente en esta planta no se tiene comunicación entre la CIU y el DCS. Si se realiza la actualización en esta planta se tendrá la posibilidad de llevar las mediciones de nivel y temperatura del tanque K-2440 a este cuarto de control donde se podrán monitorear en el DCS y en ENTIS y por medio de la conexión a la red de datos nacional enviar estas señales a los sistemas de información de la refinería en tiempo real. El diseño de esta propuesta se muestra en la figura 3.

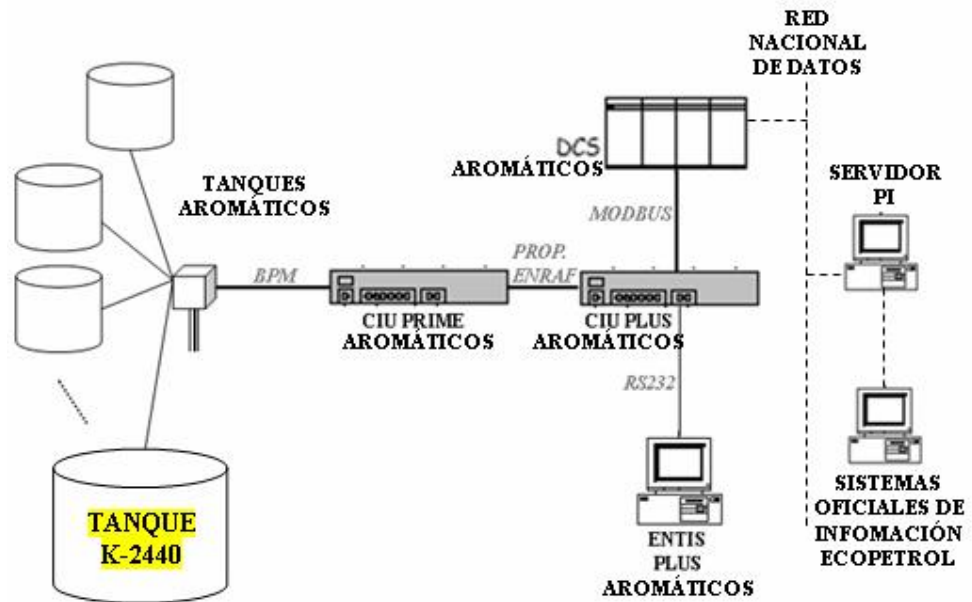


Figura 3. Segundo diseño para la instalación de la telemetría

C. Enviar las señales de los medidores de nivel y temperatura al transmisor ubicado al lado del tanque y éste envía a un cuarto de control la información por medio de la generación de señales de 4 a 20 mA que llegan a un I/O remoto del DCS actualmente instalado en la planta.

El I/O remoto es una extensión del Bus de nodo del DCS que puede ser comunicado por medio de una conexión de fibra óptica para que se puedan monitorear las señales en el cuarto de control. Actualmente este I/O remoto es un proyecto por lo que actualmente no existe y esta opción puede realizarse en un periodo de tiempo prolongado.

Al utilizar la transmisión de las medidas en conexión de 4 a 20 mA aumenta la incertidumbre de la medición debido a que no se utiliza la conexión más adecuada para el monitoreo de estas señales, el protocolo utilizado por ENRAF para el envío de las señales al cuarto de control es especial.

El diseño de esta tercera opción se muestra en la figura 4

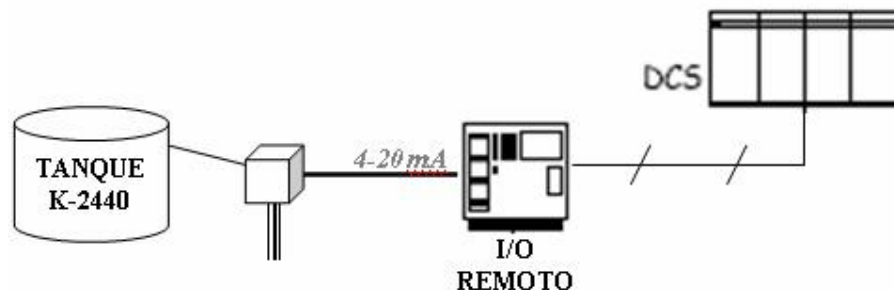



Figura 4. Tercer diseño para la instalación de la telemetría

ANEXOS :	
ELABORÓ : WILSON CASTILLO FANDIÑO	REGISTRO: Z-2145
FECHA: Agosto de 2006	FIRMA :
EJECUCION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:	

ANEXO 8. PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN DE LAS TABLAS DE AFORO

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 01	ECP- XXX-P-XXX
	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LAS NUEVAS TABLAS DE AFORO	Fecha divulgación:	1 Página 90 de 129

RELACIÓN DE VERSIONES

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
01	Emisión del documento.	
DEPENDENCIA RESPONSABLE	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE DEL JEFE DE LA DEPENDENCIA RESPONSABLE Nombre del cargo ELABORÓ: WILSON CASTILLO FANDIÑO Cargo EPI Equipo de Medición	NOMBRES DE LOS JEFES DE LAS DEPENDENCIAS QUE REVISARON Nombre de los cargos RESPONSABLE DEL PROCESO NORMATIVO Normativa Corporativa	NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo

1. OBJETO

Verificar que la información de las nuevas tablas de aforo entregadas por la empresa contratista sea confiable con el fin de validar esta información en los diferentes sistemas de la GCB.

2. ALCANCE

El ente encargado de realizar esta verificación es el equipo de medición, quienes con una serie de verificaciones y comparativos revisan la información contenida en las tablas de aforo e informan si se acepta o rechaza los aforos, estableciendo las causas. Este procedimiento aplica desde la entrega de la información por parte del coordinador del área hasta la emisión del concepto de validación por parte del equipo de medición.

3. GLOSARIO

- **Altura de Referencia:** Es la medida correspondiente a la distancia desde el plato de medición del tanque hasta el punto de referencia.
- **Punto de Referencia:** Es un punto fijo que se encuentra en la cima del tanque, en la escotilla de medición, el cual sirve como referencia para tomar las medidas del tanque.
- **Sistema de Información Operacional SIO:** Sistema en donde se registran los movimientos y se maneja el inventario de los productos de las diferentes áreas de la GCB.
- **Tabla de aforo:** También llamada tabla de medición o calibración, es una tabla que establece el volumen del tanque a diferentes niveles de líquido en el interior, esta tabla ofrece aparte de lo mencionado otros datos de gran importancia como altura de referencia, capacidad nominal, fecha, calibración de fondo, zona crítica, entre otros.
- **Tabla de fracciones:** Es una tabla que se coloca en el aforo que relaciona los incrementos entre uno a nueve centímetros y milímetros de nivel y su volumen correspondiente, sirve para obtener con una medida particular en milímetros su volumen correspondiente sin realizar aproximaciones o promedios.

4. DOCUMENTOS DEROGADOS

No aplica

5. CONDICIONES GENERALES

- Todas las tablas de aforo nuevas deben ser revisadas por el equipo de medición para que se verifique su información y como ente evaluador determine si se aceptan o rechazan.
- Las tablas de aforo deben contener toda la información de acuerdo a lo expuesto en el Manual Único de Medición, en el capítulo 2.
- El equipo de medición debe tener un rol especial en el Sistema de Información Operacional SIO debido a que tiene que generar las tablas de aforo y hacer la comparación con las entregadas por la empresa contratista.

6. DESARROLLO

Para hacer la correspondiente verificación y validación de las tablas de aforo el coordinador del área operativa encargada de la custodia de los tanques recientemente aforados hace entrega al equipo de medición:

- Cuatro originales de la tabla de aforo, firmadas por el representante del Ministerio de Minas y Energía.
 - Ecuaciones que relacionan nivel y volumen del tanque.
 - Memorias de cálculo y datos de campo.
 - Copia magnética de la tabla de aforo con las ecuaciones y datos de campo.
1. El equipo de medición debe revisar en primer lugar los datos contenidos en la tabla de aforo. La tabla debe contener la información conforme al Manual Único de Medición (MUM), la cual es:
 - Altura de referencia
 - Capacidades máxima y mínima
 - Diámetro del tanque
 - Producto almacenado
 - Gravedad API del producto
 - Temperatura del producto
 - Fecha de calibración
 - Número de identificación de Ecopetrol del tanque
 - Compañía aforadora
 - Rango de zona crítica para tanques de de techo o membrana flotante.
 2. El siguiente paso es la comparación de las equivalencias entre medida y volumen de la tabla de aforo nueva con la tabla que no cumple con la vigencia y se encuentra en SIO. Esta comparación solo aplica cuando el tanque no ha sufrido cambios significativos en su capacidad interna. En el sistema de información SIO se pueden encontrar dos tipos diferentes de almacenamiento de las equivalencias entre medida y volumen los cuales son:

a) **Tipo de aforo por medida:** Consiste en ingresar puntualmente los datos de nivel y su correspondiente volumen, estos datos son los que aparecen en la tabla resumen de aforo, además se ingresa la calibración del fondo del tanque y las tablas de fracciones. Para visualizar los puntos la ruta en SIO es la siguiente:

- Informes
 - Consulta Aforos
 - Tablas aforo
- Administración
 - Aforos /vcf /ctl
 - Aforos por medida

La forma de ingresar en SIO se muestra en las figuras 1 y 2

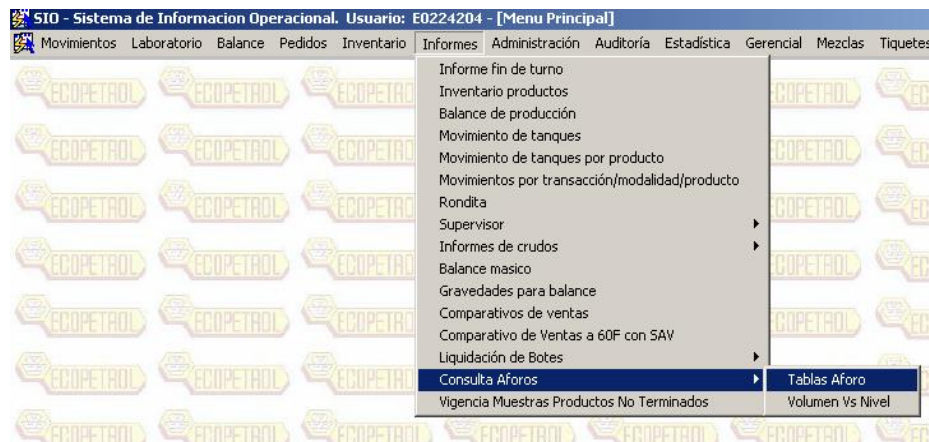


Figura 1. Ingreso a SIO para observar las tablas de aforo por medida



Figura 2. Forma alterna de ingreso a SIO para observar aforos por medida

Al ingresar la ruta aparece en la pantalla la figura 3, que contiene entre otros el dato del tipo de aforo, que puede ser por medida o ecuación. Cuando las tablas están cargadas con el tipo de aforo por medida se despliega el la parte

inferior de la figura 3 la calibración de fondo, el cuerpo del cilindro y las tablas de fracciones.

SIO - Sistema de Información Operacional. Usuario: E0224204 - [AFOROS / VCF / CTL]

Acción Edición Registro Consulta Window Ayuda

22-08-2006 AFOROS POR MEDIDA TAD70501

UNIDAD ALMACENAMIENTO

Codigo	Descripcion	Fecha Aforo	Tipo Alm	Capacidad BLS Minima	Maxima	Tipo Aforo	Api @ 60	Correccion Volumetrica
K0099	CASA DE BOMBAS #1	16-06-2005	TK	306	3,701	M	71.1	0.00

CALIBRACION FONDO			CUERPO CILINDRO		CENTIMETROS		MILIMETROS	
Altura mm	Volumen	Increment BLS/mm	Altura cm	Volumen	Altura cm	Volumen	Altura mm	Volumen
10	21.10	2.000	40	181.49	1	4.20	1	0.40
20	24.30	0.400	50	222.86	2	8.30	2	0.80
30	28.40	0.400	60	264.23	3	12.50	3	1.20
40	32.60	0.400	70	305.60	4	16.60	4	1.70
50	36.70	0.400	80	346.97	5	20.80	5	2.10
60	40.80	0.400	90	388.35	6	24.90	6	2.50
70	45.00	0.400	100	429.72	7	29.10	7	2.90

Figura 3. Datos de la tabla de aforo por medida

Hay que tener especial cuidado cuando al realizar esta ruta se despliegue en el tipo de aforo por ecuación y muestre en la parte inferior los datos de la tabla de aforo, como se muestra en la figura 4, debido a que esta tabla ha sido cargada en SIO por los dos tipos y la primera opción es por ecuación, en este caso se recomienda hacer una pequeña comparación entre los dos tipos de tablas y asegurar que no hayan diferencias significativas. Si hay diferencias considerables se recomienda contactar al administrador funcional del SIO para que suprima el tipo de aforo que sea más antiguo. Cuando se presente este caso siga las instrucciones que se presentan en el tipo de aforo por ecuación (Página 7).

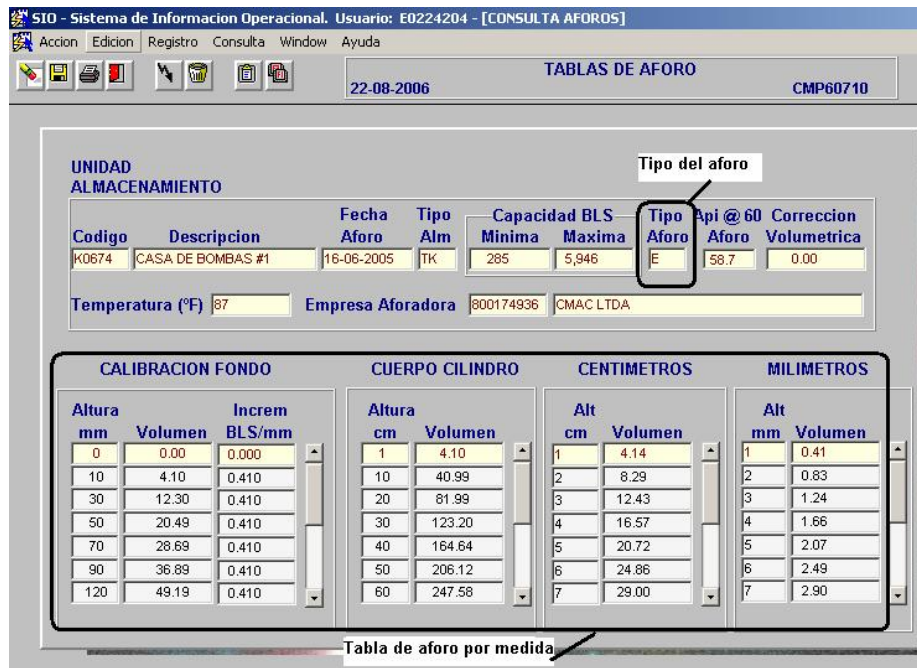


Figura 4. Tabla de aforo cargada en SIO por Ecuación y Medida

b) **Tipo de aforo por ecuación:** La empresa contratista entrega una serie de ecuaciones que asocian el nivel del líquido con el volumen del producto almacenado del tanque, y estas ecuaciones son las que se almacenan en el SIO, para visualizar los puntos del aforo por ecuación la ruta es la siguiente

- Informes
- Liquidación Botes
 - Aforos Tanque

El ingreso de esta opción en SIO se muestra en la figura 5

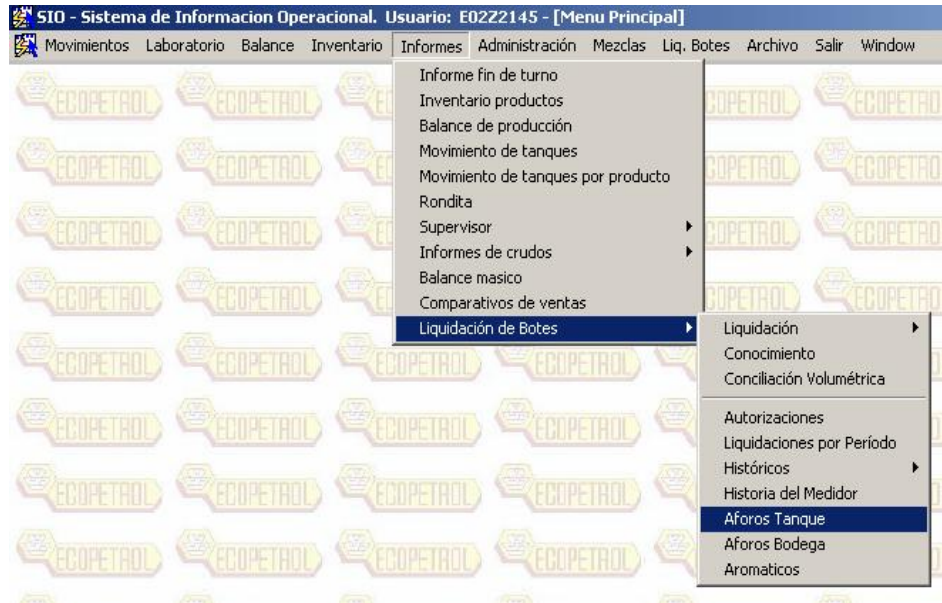


Figura 5. Ruta de ingreso para la generación de la tabla de aforo por ecuación



Figura 6. Parámetros para la generación de los puntos de la tabla por ecuación

En la figura 6 se muestra la forma de ingresar los parámetros para que en un reporte se genere una tabla que contiene la información deseada. Hay que tener cuidado especial en las unidades que se va a generar el reporte ya que una mala elección bloquea el SIO, se sugiere trabajar con el rango de 0.5 en unidades de decímetros (DM). Se tiene la posibilidad de escoger la altura inicial y la altura final, colocando estos valores en la unidad escogida. A

continuación se pulsa en la barra el icono de imprimir y así se genera el reporte para la comparación.

En la figura 7 se encuentra la forma de acceder a la equivalencia entre medida y volumen sin tener importancia en que tipo de aforo se encuentre, además de otros datos importantes como las ventanas operativas, las cuales se deben comparar con la capacidad máxima de la tabla de aforo, tipo de aforo, entre otros.

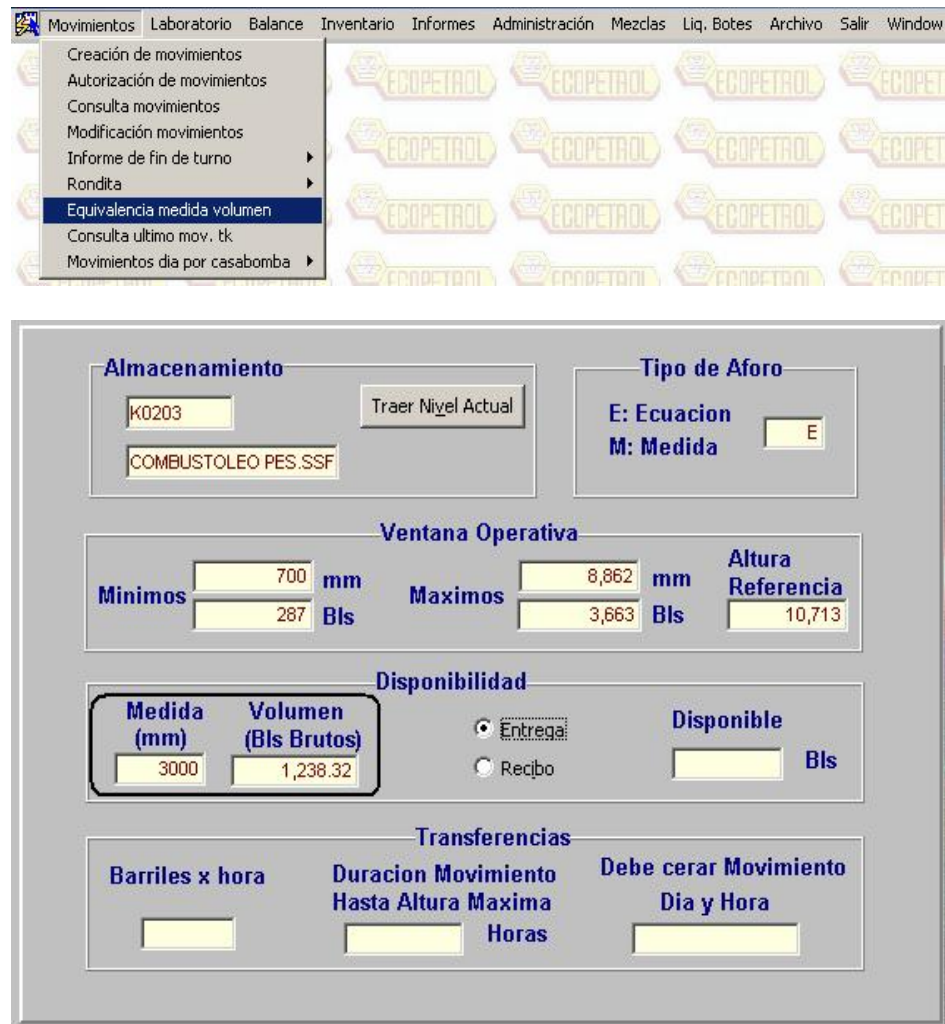


Figura 7. Equivalencia medida-volumen

3. generalmente las ecuaciones que presentan las tablas de aforo son lineales, si este es el caso, el último paso para la revisión de las tablas de aforo nuevas es la comparación de las ecuaciones dadas con la plantilla realizada en Excel para tal fin. Esta plantilla se encuentra en la red por medio de la ruta:

W / Materias Primas y Productos / Medición / Tanques GCB / PLANTILLA COMPARACION ECUACIONES AFORO

A esta plantilla se le ingresan los puntos de la tabla general y los respectivos volúmenes, y ésta genera unos coeficientes de ecuaciones de la siguiente forma:

$$VOLUMEN = (PENDIENTE * NIVEL) + CORTE Y$$

ó

$$Vol = m * Nivel + C$$

Donde el nivel se expresa en milímetros y el volumen en barriles

El promedio de la pendiente es el primer coeficiente que se calcula para las ecuaciones (**m**), e igualmente se hace promedio con el corte con el *eje Y* para generar el segundo coeficiente (**C**). La casilla de la desviación estándar del corte del *eje Y* indica si este corte (**C**) está dentro de un rango aceptable de aproximación.

4. Al haber realizado estas revisiones el Equipo de Medición emite un concepto de la siguiente manera:
 - Si la información NO CUMPLE con los requerimientos establecidos en el contrato, o si se encuentra alguna anomalía en los datos, la documentación es regresada al ente encargado del contrato de aforo o al interventor por medio de un memorando interno donde se explican los motivos de esta devolución.
 - Si la información SI CUMPLE, es enviada al Coordinador del área nuevamente, para que se generen los respectivos controles de cambio.

7. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Anexo 1

8. REGISTROS

- Informe al coordinador del área operativa custodia del tanque si la tabla de aforo es aceptada.
- Memorando dirigido al Jefe de Departamento custodia del tanque explicando los motivos de la no conformidad en caso de no ser aceptada la información.

9. CONTINGENCIAS

No Aplica

10. BIBLIOGRAFÍA

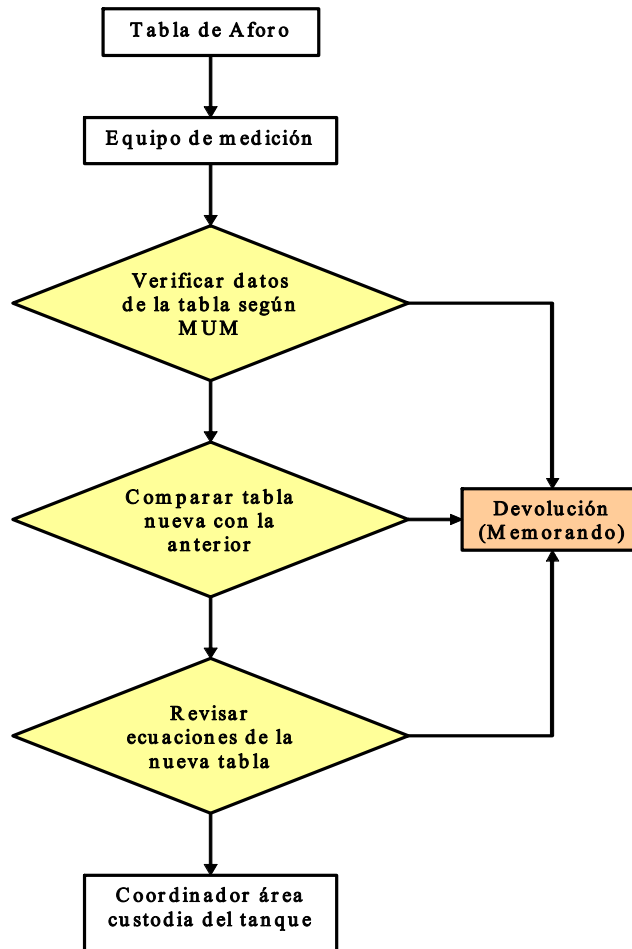
No aplica

11. ANEXOS

No.	Título
1	Diagrama para la revisión de las tablas de aforo

Para mayor información sobre este documento dirigirse a quien lo elaboró, en nombre de la dependencia responsable: WILSON CASTILLO FANDIÑO Tel: 3002079990 EPI Equipo de Medición		
DEPENDENCIA RESPONSABLE	NOMBRE DEL JEFE DE LA DEPENDENCIA RESPONSABLE Nombre del cargo	
REVISÓ	NOMBRES DE LOS JEFES DE LAS DEPENDENCIAS QUE REVISARON Nombre de los cargos	RESPONSABLE DEL PROCESO NORMATIVO Normativa Corporativa
APROBÓ	NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo	

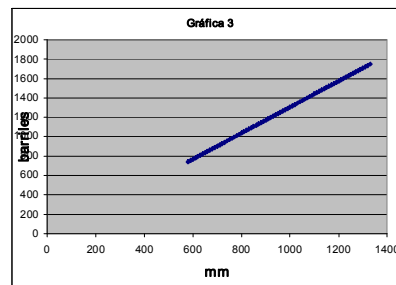
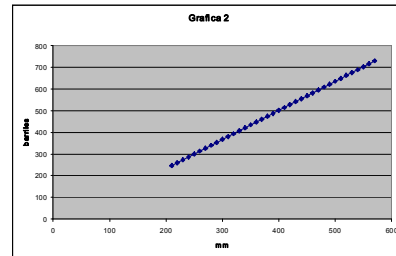
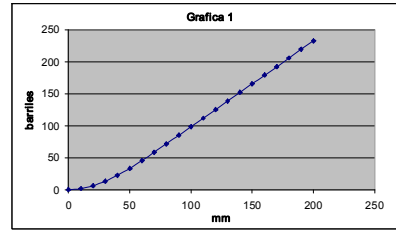
Anexo 1. Diagrama para la revisión de las tablas de aforo



ANEXO 9. PLANTILLA DE COMPARACIÓN DE ECUACIONES DE LAS TABLAS DE AFORO


TABLA GENERAL TANQUE K-

Medida mm	Volumen bariles	Pendiente (coef. t)	corte en eje y	Promedio pendiente	Promedio corte	desviación Estándar corte
0	0	0	0	0	0	0
10	1.605655	0.1605655	-1.11022E-16	0,1605655	-1,11022E-16	0
20	6.144655	0.4539	-2.93334E-16	0,4539	-2,93334E-16	0
30	13.10765	0.703295	-7.98193E-16	0,703295	-7,98193E-16	0
40	22.34640	0.914854	-14.24767E-16	0,914854	-14,24767E-16	0
50	33.17120	1.082473	-20.95243E-16	1,082473	-20,95243E-16	0
60	45.25311	1.208169	-27.23823E-16	1,208169	-27,23823E-16	0
70	58.17308	1.291997	-32.28671E-16	1,291997	-32,28671E-16	0
80	71.51211	1.333903	-35.20013E-16	1,340431002	-35,754003008	0,105971179
90	84.91949	1.340738	-35.74693E-16			
100	98.37266	1.340807	-35.75214E-16			
110	111.7356	1.340804	-35.75284E-16			
120	125.1437	1.34081	-35.7533E-16			
130	138.5516	1.34081	-35.7533E-16			
140	151.9618	1.341	-35.7782E-16			
150	165.3718	1.34101	-35.7786E-16			
160	178.7819	1.341	-35.7781E-16			
170	192.1933	1.34114	-35.8003E-16			
180	205.6027	1.34094	-35.7665E-16			
190	219.0127	1.34095	-35.7683E-16			
200	232.4200	1.34117	-35.8110E-16			
210	245.8449	1.34157	-35.8848E-16	1,340804000	-35,66475678	0,23408574
220	259.2695	1.34156	-35.8827E-16			
230	272.6769	1.34157	-35.8848E-16			
240	286.092	1.34158	-35.8872E-16			
250	299.5076	1.34156	-35.8824E-16			
260	312.9234	1.34158	-35.8874E-16			
270	326.339	1.34156	-35.8824E-16			
280	339.7547	1.34157	-35.8848E-16			
290	353.1704	1.34157	-35.8848E-16			
300	366.5862	1.34158	-35.8872E-16			
310	380.0018	1.34155	-35.8816E-16			
320	393.4176	1.34158	-35.888E-16			
330	406.8332	1.34156	-35.8816E-16			
340	420.2546	1.34214	-36.073E-16			
350	433.6862	1.34136	-35.8078E-16			
360	447.0836	1.34154	-35.8708E-16			
370	460.4930	1.34097	-35.6656E-16			
380	473.9031	1.34098	-35.6693E-16			
390	487.3128	1.34097	-35.6655E-16			
400	500.7166	1.34038	-35.4354E-16			
410	514.1186	1.3402	-35.3634E-16			
420	527.5207	1.34021	-35.3679E-16			
430	540.9229	1.34021	-35.3679E-16			
440	554.3249	1.3402	-35.3632E-16			
450	567.727	1.34022	-35.372E-16			
460	581.129	1.3402	-35.363E-16			
470	594.5311	1.34021	-35.3679E-16			
480	607.9332	1.34021	-35.3679E-16			
490	621.3353	1.34021	-35.3679E-16			
500	634.7373	1.3402	-35.3627E-16			
510	648.1394	1.34021	-35.3677E-16			
520	661.5419	1.34025	-35.3881E-16			
530	674.9503	1.34084	-35.6943E-16			
540	688.3586	1.34085	-35.702E-16			
550	701.7673	1.34085	-35.7002E-16			
560	715.1758	1.34085	-35.7002E-16			
570	728.5842	1.34084	-35.6944E-16			
580	741.9955	1.34153	-36.0879E-16	1,341974737	-36,31975760	0,241216400
590	755.4143	1.34148	-36.0589E-16			
600	768.8414	1.34269	-36.172E-16			
610	782.2610	1.34201	-36.0469E-16			
620	795.6815	1.34202	-36.0709E-16			
630	809.1016	1.34201	-36.0647E-16			
640	822.5216	1.34202	-36.071E-16			
650	835.9419	1.34201	-36.0646E-16			
660	849.362	1.34201	-36.0646E-16			
670	862.782	1.34202	-36.0712E-16			
680	876.2022	1.342	-36.0578E-16			
690	889.6224	1.34202	-36.0714E-16			
700	903.0426	1.34202	-36.0714E-16			
710	916.4627	1.34201	-36.0644E-16			
720	929.8829	1.34202	-36.0715E-16			
730	943.303	1.34201	-36.0643E-16			
740	956.7231	1.34201	-36.0643E-16			
750	970.1432	1.34201	-36.0643E-16			
760	983.5634	1.34202	-36.0715E-16			
770	996.9836	1.34204	-36.0715E-16			
780	1010.404	1.34204	-36.0715E-16			
790	1023.824	1.342	-36.055E-16			
800	1037.244	1.342	-36.055E-16			
810	1050.664	1.342	-36.055E-16			
820	1064.084	1.342	-36.055E-16			
830	1077.504	1.342	-36.055E-16			
840	1090.924	1.3421	-36.043E-16			
850	1104.345	1.342	-36.055E-16			
860	1117.765	1.342	-36.055E-16			
870	1131.185	1.342	-36.055E-16			
880	1144.605	1.342	-36.055E-16			
890	1158.025	1.342	-36.055E-16			
900	1171.445	1.342	-36.055E-16			
910	1184.865	1.3421	-36.044E-16			
920	1198.285	1.342	-36.054E-16			
930	1211.706	1.342	-36.054E-16			
940	1225.126	1.342	-36.054E-16			
950	1238.546	1.342	-36.054E-16			
960	1251.966	1.342	-36.054E-16			
970	1265.386	1.342	-36.054E-16			
980	1278.807	1.3421	-36.045E-16			
990	1292.227	1.342	-36.053E-16			
1000	1305.647	1.342	-36.053E-16			
1010	1319.067	1.342	-36.053E-16			
1020	1332.487	1.342	-36.053E-16			
1030	1345.907	1.342	-36.053E-16			
1040	1359.327	1.342	-36.053E-16			
1050	1372.746	1.3421	-36.045E-16			
1060	1386.166	1.342	-36.052E-16			
1070	1399.586	1.342	-36.052E-16			
1080	1413.006	1.342	-36.052E-16			
1090	1426.426	1.342	-36.052E-16			
1100	1439.846	1.342	-36.052E-16			
1110	1453.266	1.342	-36.052E-16			
1120	1466.686	1.3421	-36.045E-16			
1130	1480.106	1.342	-36.051E-16			
1140	1493.526	1.342	-36.051E-16			
1150	1506.946	1.342	-36.051E-16			
1160	1520.366	1.342	-36.051E-16			
1170	1533.786	1.342	-36.051E-16			
1180	1547.206	1.342	-36.051E-16			
1190	1560.63	1.3421	-36.046E-16			
1200	1574.05	1.342	-36.05E-16			
1210	1587.47	1.342	-36.05E-16			
1220	1600.89	1.342	-36.05E-16			
1230	1614.31	1.342	-36.05E-16			
1240	1627.73	1.342	-36.05E-16			
1250	1641.15	1.342	-36.05E-16			
1260	1654.57	1.342	-36.05E-16			
1270	1667.991	1.3421	-36.047E-16			
1280	1681.411	1.3426	-37.111E-16			
1290	1694.83	1.3413	-35.447E-16			
1300	1708.244	1.3414	-35.676E-16			
1310	1721.659	1.3414	-35.676E-16			
1320	1735.072	1.3414	-35.676E-16			
1330	1748.485	1.3413	-35.444E-16			



PENDIENTE (m)	CONSTANTE (C)	ECUACION	ALTURA (mm)	
			DESDE	HASTA
0				
0,1605655	0,0000000	$Y = 0,1605655 * X + 0,0000000$	0,0	10,0
0,4539	-2,9333450	$Y = 0,4539000 * X + -2,9333450$	10,0	20,0
0,7053295	-7,9619350	$Y = 0,7053295 * X + -7,9619350$	20,0	30,0
0,914854	-14,2476700	$Y = 0,9148540 * X + -14,2476700$	30,0	40,0
1,082473	-20,9524300	$Y = 1,0824730 * X + -20,9524300$	40,0	50,0
1,208189	-27,2382300	$Y = 1,2081890 * X + -27,2382300$	50,0	60,0
1,291997	-32,2667100	$Y = 1,2919970 * X + -32,2667100$	60,0	70,0
1,3404317	-35,7340031	$Y = 1,3404317 * X + -35,7340031$	70,0	200,0
1,3409595	-35,6647568	$Y = 1,3409595 * X + -35,6647568$	200,0	570,0
1,3419747	-36,3197579	$Y = 1,3419747 * X + -36,3197579$	570,0	1330,0
1,3403926	-34,3438490	$Y = 1,3403926 * X + -34,3438490$	1330,0	4840,0
1,3409740	-37,0510620	$Y = 1,3409740 * X + -37,0510620$	4840,0	7260,0
1,3405339	-33,4973634	$Y = 1,3405339 * X + -33,4973634$	7260,0	12130,0

**ANEXO 10. PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y
ARCHIVO DE LAS TABLAS DE AFORO DE TANQUES DE LA GCB**

	VICEPRESIDENCIA O DIRECCIÓN RESPONSABLE Dependencia Responsable	Versión: 01	ECP- XXX-P-XXX
	PROCEDIMIENTO PARA LA DISTRIBUCION, IMPLEMENTACIÓN Y ARCHIVO DE LAS TABLAS DE AFORO DE TANQUES DE LA GCB	Fecha divulgación:	2 Página 102 de 129

RELACIÓN DE VERSIONES

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
01	Emisión del documento.	
DEPENDENCIA RESPONSABLE	REVISÓ	APROBÓ
<p align="center">HUGO VILLAMIZAR ARIZA Jefe de Departamento de Materias Primas y Productos</p> <p>ELABORÓ:</p> <p>CARLOS ARTURO SALAZAR Ing. Electrónico- Equipo de Medición</p> <p>WILSON CASTILLO FANDIÑO EPI- Equipo de Medición</p> <p>OLGA MARCELA PARRA G. EPI- Equipo de Medición</p>	<p align="center">NOMBRES DE LOS JEFES DE LAS DEPENDENCIAS QUE REVISARON Nombre de los cargos</p> <p align="center">RESPONSABLE DEL PROCESO NORMATIVO Normativa Corporativa</p>	<p align="center">NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo</p>

1. OBJETO

Asegurar que la información de los aforos de los tanques en los diferentes sistemas de la GCB sea real y consistente de acuerdo con la tabla entregada por la empresa aforadora.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica a todas las áreas en donde se tiene la responsabilidad de los tanques de almacenamiento, a los sistemas de información y control que se manejan y al personal encargado de la verificación y custodia de éstos, empezando desde la entrega de las tablas por parte de la empresa aforadora, la verificación de la información suministrada en la tabla, su correspondiente validación, ingreso a los sistemas de información y control y archivo de las tablas.

3. GLOSARIO

- **Altura de Referencia:** Es la medida correspondiente a la distancia desde el plato de medición del tanque hasta el punto de referencia.
- **Punto de Referencia:** Es un punto fijo que se encuentra en la cima del tanque, en la escotilla de medición, el cual sirve como referencia para tomar las medidas del tanque.
- **Sistema de Información Operacional SIO:** Sistema en donde se registran los movimientos y se maneja el inventario de los productos de las diferentes áreas de la GCB.
- **Tabla de aforo:** También llamada tabla de medición o calibración, es una tabla que establece el volumen del tanque a diferentes niveles de líquido en el interior, esta tabla ofrece aparte de lo mencionado otros datos de gran importancia como altura de referencia, capacidad nominal, fecha, calibración de fondo, zona crítica, entre otros.
- **Telemetría:** Sistema de medición automático que permite por medio de diferentes tecnologías, conocer el estado del producto en el tanque, ya sea nivel o temperatura, entre otras. Estas señales son llevadas a un sistema remoto de verificación y/o control.
- **Plato de Medición:** Es el punto situado en el fondo del tanque, directamente debajo del punto de referencia y que provee una superficie de contacto firme para la determinación exacta del nivel del líquido.
- **Alarmas:** Son avisos generados cuando ocurre alguna condición específica en el proceso.
- **Ventanas Operativas:** Rango de operación segura de un almacenamiento.

4. DOCUMENTOS DEROGADOS.

No Aplica

5. CONDICIONES GENERALES

- Se debe realizar un nuevo aforo a todo tanque que salga a mantenimiento, que se le realice algún cambio en su estructura o que cumpla la vigencia de su tabla según el Manual Único de Medición (MUM).
- El Departamento de Paradas de Planta y Administración de Proyectos o el Departamento custodio del tanque, son los encargados de realizar el contrato de aforo de acuerdo al tipo de intervención: Si el tanque sale a mantenimiento o cambia su estructura el responsable del contrato es el Departamento de Proyectos; si el aforo es por vigencia el responsable es el Departamento custodio del tanque.
- Es responsabilidad de cada coordinador del área operativa en conjunto con el líder de Medición mantener control sobre el archivo de estas tablas de aforo.

6. DESARROLLO

El ente encargado del contrato de aforos (Departamento de Paradas de Planta y Administración de Proyectos o el Departamento custodio del tanque) o su respectivo interventor, recibe de la empresa contratista:

- Memorando de entrega con la información del aforo del tanque.
- Cuatro originales de la tabla de aforo, firmadas por el representante del Ministerio de Minas y Energía.
- Ecuaciones que relacionan nivel y volumen del tanque.
- Memorias de cálculo y datos de campo.
- Copia magnética de la tabla de aforo con las ecuaciones y datos de campo.

Estos documentos son distribuidos de la siguiente manera:

1. El ente encargado debe entregar estos documentos al coordinador del área a la cual pertenece el tanque aforado.
2. Una vez recibida la información, es enviada por el coordinador del área respectiva, al equipo de medición para su verificación.

3. El Equipo de Medición revisa esta información y procede de la siguiente manera:
 - Si la información NO CUMPLE con los requerimientos establecidos en el contrato, o si se encuentra alguna anomalía en los datos, la documentación es regresada al ente encargado del contrato de aforo o al interventor por medio de un memorando interno donde se explican los motivos de esta devolución.
 - Si la información SI CUMPLE, es enviada al Coordinador del área nuevamente, para que se generen los respectivos controles de cambio.
4. El coordinador envía al Jefe del Departamento de Apoyo Técnico a la Producción (PTB) una copia de la tabla de aforo para que los Ingenieros responsables generen las nuevas ventanas operativas del tanque y las alarmas correspondientes (Alto-Alto, Alto, Bajo y Bajo-Bajo). Las nuevas ventanas operativas y alarmas deben ser entregadas y divulgadas a todas las áreas que les corresponda, por medio de un memorando interno. El Ingeniero de proceso debe actualizar en RIS y en la unidad de red: W/Optimización/integridad operativa/PFI's/ventanas operativas, los datos de la nueva Ventana Operativa correspondiente al tanque aforado y confirmar al coordinador del área respectiva cuando esta información se haya actualizado.
5. Al estar validadas las alarmas y las ventanas operativas, el coordinador entrega:
 - Una copia de la tabla de aforo, las alarmas y las ventanas operativas actualizadas al ingeniero electrónico de confiabilidad en PTB, para que ingrese esta información a la base de datos del sistema automático de nivel existente en el área (Enraf o Saab).
 - Una copia magnética al administrador funcional del Sistema de Información Operacional SIO, para que cargue la tabla de aforo con todos los datos correspondientes: fecha de aforo, medidas de referencia, capacidad máxima y mínima, para lo cual establece comunicación con el ingeniero de confiabilidad para confirmar que la información sea la misma tanto para el sistema automático de nivel existente en el área (Enraf o Saab) como para el SIO. Una vez este procedimiento sea efectuado, el Administrador del SIO le debe regresar al Coordinador el archivo magnético.
6. Cada responsable después de cargar y validar la información en los sistemas mencionados debe realizar un memorando interno informativo firmado por el

jefe de departamento, el interventor del contrato y el coordinador del área, divulgando estas actualizaciones al personal correspondiente (Ingenieros, supervisores operadores, etc.).

7. Después de haberse realizado el control de cambios, el coordinador queda con una original de la tabla de aforo y procede a repartir las tablas restantes soportadas con un memorando interno de la siguiente manera:
 - Una tabla original, la copia magnética y los memorandos internos (actualización en los sistemas, las ventanas operativas y alarmas) al Centro de Información Técnica (CIT), el cual lo archiva en el expediente del tanque.
 - Una tabla original para el equipo de medición, quien la archivará en la carpeta del tanque.
 - Una tabla original para el Departamento de Paradas de Planta y Administración de Proyectos (PPY) o al ente encargado del contrato de aforo, la cual es archivada en la carpeta del contrato del tanque.
 - Una copia controlada al área responsable del tanque, para que se guarde en la carpeta de medición de tanques.

7. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Anexo 1.

8. REGISTROS

- Memorando por parte de la empresa aforadora donde se entrega la información del aforo del tanque al jefe del departamento del área respectiva.
- Memorando interno informativo en donde los ingenieros de PTB especifican las nuevas alarmas y ventanas operativas
- Memorando interno donde se informa la actualización de la información en los diferentes sistemas de control e inventarios (SIO, Entis).
- En el caso de que la información del aforo no cumpla con las especificaciones establecidas en el contrato se realiza un memorando interno por parte del equipo de medición al jefe del departamento, explicando los motivos.
- Formato para el control de cambios de planta en la VRP. VRP – F – 003.

9. CONTINGENCIAS

Cuando se modifique la altura de referencia del tanque, sin que se haga algún cambio dentro de la estructura interna del mismo y no haya perdido la vigencia el aforo que le corresponda, se debe realizar un memorando informativo, firmado por el jefe del departamento, el coordinador del área y el líder del equipo de medición, con divulgación al administrador funcional del SIO, al ingeniero encargado del sistema de telemetría y al personal que le corresponda para que se realicen los cambios respectivos, sin necesidad de hacer un nuevo contrato de aforo.

10. BIBLIOGRAFÍA

ECOPETROL S.A. Manual Único de Medición MUM. Versión 01. ECP-VSM-M-001-01.

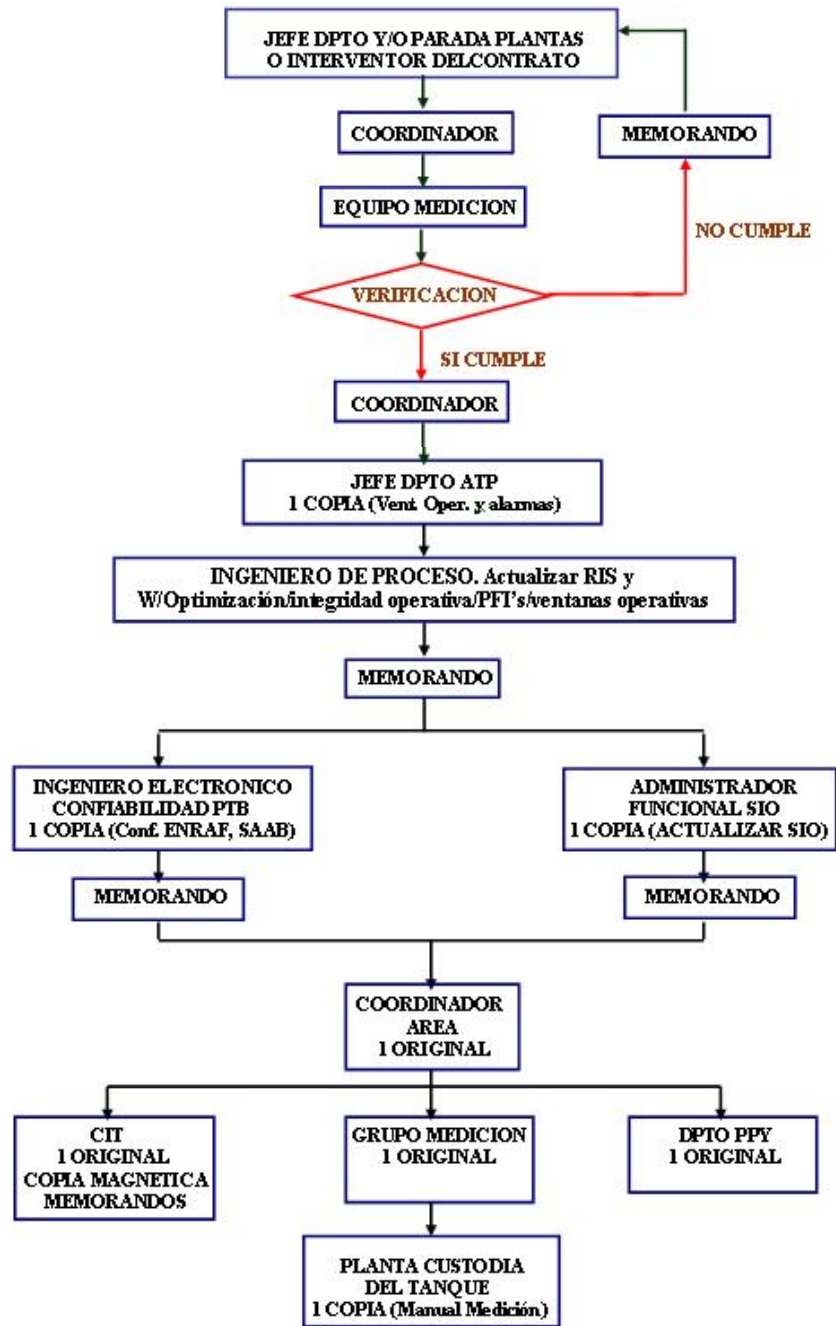
11. ANEXOS

No.	Título
1	Diagrama de distribución de las tablas de aforo

Para mayor información sobre este documento dirigirse a quien lo elaboró, en nombre de la dependencia responsable: Nombre de la Persona que la elaboró Tel: Nombre de la Dependencia

DEPENDENCIA RESPONSABLE	HUGO VILLAMIZAR ARIZA Jefe de Departamento de Materias Primas y Productos	
REVISÓ	SARA ISABEL PARRA Líder Equipo de Medición GCB	RESPONSABLE DEL PROCESO NORMATIVO Normativa Corporativa
APROBÓ	NOMBRE DE QUIEN APRUEBA Nombre del cargo	

Anexo 1. Diagrama de distribución de las tablas de aforo



ANEXO 11. AUDITORIA DE MEDICIÓN REALIZADA EN CASABOMBAS 5

ANEXO 1 ECP-VSM-M-023-2005

LISTA DE VERIFICACIÓN IGSM

INDICE DE GESTIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN

Vicepresidencia de Refinación y de Transporte

Gerencia Complejo Barrancabermeja - Estación Galán

SISTEMA DE TRANSPORTE POR MUELLES GCB-MUELLES VT

DETECCIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORAMIENTO

Inspección a los sistemas de medición de cantidad y calidad en puntos de transferencia de custodia de hidrocarburos de la cadena de suministros de Ecopetrol S.A.

GRUPO AUDITOR:
 Humberto Gómez (Operador GCB)
 Néstor (Operador Muelles VT)
 Wilson Castillo (SRI Medición)
 Carlos A Salazar (Lider)

FECHA Mayo 19 2006

Item	Área Responsable	Impacto	FECHA Mayo 19 2006			Status Item	Comentario Auditado	Responsable Acción	Fecha culminación	Prioridad
			A	M	S					
	LISTA DE VERIFICACIÓN									
	COMENTARIO INICIAL									
	GENERALES									
	Gestión									
1	El proceso de medición es un proceso crítico en el punto de transferencia de custodia y tiene la máxima prioridad para su atención, operación y mantenimiento?									
2	Existe un ente administrativo a nivel de gerencia que responda, de lineamientos y haga seguimiento a los índices de gestión de los SM?									
3	El Coordinador de planta y/o supervisor realiza periódicamente seguimientos a la operación, mrito a los SM, balances de línea y planta (inventarios)?									
4	El ingeniero de medición y/o técnico de controles realiza periódicamente seguimiento al desempeño y funcionalidad de los Sistemas de Medición. Existen líderes de medición?									
5	El personal de operaciones que interactúa con los SM les realiza periódicamente seguimiento a su operación?									
	Estándares									
6	Existe copia dura y/o magnética de las normas nacionales (CÓD. DE PETRÓLEOS, DECRETOS MINIMINAS, REGULACIONES CREC) e internacionales (API MPMS, ASTM, AGA, ISO 9001, ISO 10012, ISO 17020, ISO 17025), relacionadas con la Medición de cantidad y calidad?									
7	Existen procedimientos e instructivos (operativos, de mantenimiento y calibración) para el cumplimiento de estas normas?									
8	Se divulgan y se cumplen estas normas (API MPMS, ASTM, AGA, ISO 9001, ISO 10012, ISO 17025, estándares (Políticas, Directrices, Manual Único de Medición), procedimientos e instructivos (Operativos)?									
9	Todos los equipos de medición e instrumentación asociada se encuentran calibrados y/o certificados? (Normas API MPMS y ASTM)									
	Personal									
11	El personal responsable de los sistema de medición (gestión, operación, mantenimiento, calibración y laboratorio) se encuentran capacitados y tienen suficientes experiencias con SM?									
12	En los Planes de Desarrollo (objetivos de desempeño) del personal implicado con los sistemas de medición se encuentran previstos cursos, capacitación, pasantías y/o actualizaciones tecnológicas en medición de cantidad y calidad?									
13	Los líderes de medición realizan periódicamente charlas informativas, reentrenamiento teórico-práctico en medición de cantidad y calidad?									

		MEDICIÓN ESTÁTICA			
14		Los tanques de almacenamiento cuentan con certificado de calibración vigente (Tabla de Aforo validada ante el Min Minas con fecha inferior a cinco años), de acuerdo con el API MPMS capítulo 2, sección 1a. 7.	La mayoría de los tanques tienen la tabla de aforo vigente, sin embargo se observó que hay tanques que salen a mantenimiento y no tienen contrato para aforar como el K1812 y K921. Se recomienda organizar una carpeta con las copias de las últimas tablas de aforo de cada tanque.	Si. Contamos con la información de SIO, sin embargo no tenemos copias en el cuarto de control.	
15		Las cintas tanto de vacío como de fondo se encuentran en buen estado, están identificadas (TAGs) y cuentan con certificado de calibración vigente, de acuerdo con el API MPMS capítulo 3, sección 1a. 7.	Se encontraron 2 cintas de fondo: No. 77 En buen estado, sin cable antiestático No. 75 En buen estado Se encontró una cinta de vacío: No. 48 En buen estado, sin cable antiestático Se encontró una cinta de vacío No. 24 con plomada de fondo, no permitida por la norma. Se retiró y se recomienda no intercambiar plomadas. No se evidencia revisión trimestral de las cintas como se recomendó al entregar el kit de medición. Se sugiere implementar e incluir en las rondas estructuradas.	Falta organización para realizar la verificación de las cintas trimestralmente.	
16		Las cintas de medición tienen su protección y polo a tierra, de acuerdo con el API MPMS capítulo 3, sección 1a. 7.	Solo una de las cintas encontradas tiene el polo a tierra.		
17		Las cremas reveladoras de agua y producto se encuentran en su respectivo envase y con tapa de acuerdo con el API MPMS capítulo 3, sección 1a. 7.	Si, se encontraron debidamente conservadas.		
18		El instrumento de medición de temperatura (manual y/o electrónico), se encuentra en buen estado y cuenta con certificado de calibración vigente, de acuerdo con el API MPMS capítulo 7.7.	Se encontraron 2 termoprober, un TP-7 para productos blancos y un TP-8 para productos negros en buen estado y debidamente calibrados. Sin embargo el TP-7 no se le estaba dando uso. Se recomienda mantener el debido cuidado y conservación de estos equipos.	Si, pero no se tiene carpeta con los respectivos certificados. Se solicita el uso de TP-7 en vez de TP-8 para la medición de temperatura, por su facilidad de limpieza y uso.	
19		Se hace seguimiento periódico y se lleva registro del cambio de las alturas de referencia en los tanques de almacenamiento para transferencia de custodia, de acuerdo con el API MPMS capítulo 2, sección 2a. 7.	No se encontró seguimiento periódico a las alturas de referencia, se debe implementar este programa mensual de seguimiento, preferiblemente en RIS.	No se realiza este seguimiento.	
20		El tanque de almacenamiento cuenta con escotillas de medición manual y de telemetría independientes, y perfectamente marcado el punto de medición en la escotilla manual, de acuerdo con el API STD 650 y 653. 7.	La mayoría de los tanques se encuentra marcado en su punto de medición, se ha notado una mejoría en este aspecto, pero se deben verificar que todos los tanques queden debidamente marcados.	Casi todos, pero no existe registro.	
21		El tanque de almacenamiento cuenta con identificación en las escotillas de medición con información básica sobre el tanque y el producto que almacena, de acuerdo con el API STD 653. 7.	Se recomienda actualizar todas las placas en la base de los tanques conforme a los productos almacenados.	Si tienen identificación, pero no tienen el dato del producto, esto se toma de SIO.	
22		Para control de operativo y de inventarios, se tiene implementado un sistema de medición automática de nivel (TELEMETRÍA) de acuerdo con la norma API MPMS capítulo 3 sección 1b. 7.	Si se tiene. El sistema usado es Entis, algunos tienen telemetría redundante radar, sin embargo los operadores toman como dato oficial, el que aparece en servo. Se recomienda mantener un seguimiento a la información en los 2 sistemas y corregir las discrepancias oportunas.	No se realiza este seguimiento.	
23		Se hace seguimiento periódico y se lleva registro del desempeño de la telemetría para control operativo y/o de inventarios en tanques de almacenamiento para transferencia de custodia (Medición manual con cinta versus nivel telemetría), de acuerdo con el API MPMS capítulo 3, sección 1b. 7.	Se recomienda continuar con esta práctica semanal que redunda en las mejoras que se han venido realizando en el presente año.	Si, se hace seguimiento y se registra en el Indicador de RIS.	
24		Se cumplen los procedimientos de medición al vacío y/o fondo de acuerdo con el API MPMS capítulo 3, sección 1a. 7.	Se encontraron algunas oportunidades de mejoría en las mejores prácticas de medición estática que desarrollan los operadores. Se requiere reforzar en dichos procedimientos.	Si se cumplen pero se solicita reforzar en los procedimientos de acuerdo al MUM.	
25		Se cumplen los procedimientos de liquidación manual de productos en tanques de acuerdo con el API MPMS capítulo 12, sección 1, numeral 1. 2.	No se tiene capacitación para estas liquidaciones. Se requiere programar y reforzar estos conceptos.	No se tiene conocimiento en esto.	
26		El muestreo manual de productos, al igual que el muestreador están de acuerdo con el API MPMS capítulo 8, sección 1 y ASTM D-4057. 7.	Si se realiza conforme a las normas. Se recomienda mejorar el sistema de muestreo conforme a mejores prácticas vistas en otras estaciones.	Si.	
27		El mezclado de la muestra, al igual que el recipiente utilizado para almacenamiento y transporte al laboratorio cumple con la norma API MPMS capítulo 8, secciones 1 y 3.7.	Si se realiza conforme a las normas.	Si.	
28		Se utiliza la medición estática como respaldo de la medición dinámica. Se tiene establecido un procedimiento oficial que lo respalda de acuerdo con las mejores prácticas de la industria y las normas API MPMS. 2.	Se está desarrollando un plan de recuperación de la medición dinámica que permitirá realizar este comparativo y respaldo frente a la estática, se recomienda mejorar el seguimiento a este programa y apoyo operativo para recuperar el sistema.	No se tiene medición dinámica actualizada.	
		BALANCES Y CONCILIACIONES			
50		Se realizan balances de planta y líneas periódicamente y se compara contra una meta. ¿Cuál es esta meta?	Se encontró que existe indicador de comparativo de medición de Entregas de Botes vs Tanques. La meta en SIO está en 1% de error en RIS.	No se realiza balance, se hace comparativo de Tanques vs. botes en forma puntual.	
51		Los comparativos de tanques vs botes son verificados diariamente y su pérdida o ganancia es comparada volumétricamente contra la meta de 0.8%. ¿Cuál fue el % promedio de pérdidas o ganancias del último año y cuál de lo que va corrido del año?	Se encuentra un archivo con el comparativo del año anterior el cual se le presenta a los operadores presentes. Se debe mejorar en la divulgación de este indicador y en los resultados del año anterior y del actual en forma semanal. Existe un indicador con esta información.	Se compara vs 1% en cada cargue a botes. No se conoce el indicador del año anterior por parte del operador presente.	
53		Existe una acción inmediata sobre los SM con base en los resultados de dichos balances y conciliaciones.	Se verificó esta acción, sin embargo falta mejorar la identificación de las causas cuando se supera el 1% en la diferencia entre bote y tanque.	Si, se realiza verificación de la medición hasta que la diferencia esté entre el 1%, de lo contrario no se permite en bote.	
54		Existen registros estadísticos y graficas de control de dichos balances, conciliaciones y pérdidas?	Solo existen de manera virtual, pero falta tener mayor información y divulgación a los operadores.	Si existen en el sistema pero no se tiene registro en carpetas.	
		Los comentarios y observaciones detallados en los numerales anteriores buscan detectar oportunidades de mejoramiento en los sistemas de medición de calidad y cantidad en sus facilidades, sugerimos sean tomados en cuenta para implementar unas acciones preventivas y correctivas buscando el mejoramiento continuo recomendadas por la norma ISO 9001 en sus numerales 8.5.6 . Evaluamos la alta disponibilidad del equipo auditado (Coordinador de Productos Terminados, Supervisor de CBS, el personal de operaciones tanto de CBS como de muelles VIT) para con la auditoría y el interés demostrado para poner en práctica las sugerencias dadas como oportunidades de mejoramiento. Igualmente, sugerimos realizar unas auditorías internas lideradas por los coordinadores de operación de Ecopetrol dejando los respectivos registros, tal como lo sugiere la norma ISO 9001 numeral 8.2.2 , buscando la satisfacción del cliente ISO 9001 numeral 8.2.1 .			
COMENTARIO FINAL					

ANEXO 12. ENCUESTA SOBRE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE INTERNO

La Voz del Cliente ECOPETROL	Equipo de medición y Balance Másico	Formulario
<p>Con el fin de mejorar la calidad del servicio y la atención, El Equipo de Medición y Balance Másico está realizando un estudio sobre las opiniones de sus clientes. Por esa razón pedimos que por favor responda unas preguntas sobre el tema (quince minutos). Le agradecemos de antemano sus opiniones y sugerencias que serán muy valiosas para el Equipo de Medición y Balance Másico de la GCB</p>		

Sección 0 – Información descriptiva	
Departamento al cual pertenece el encuestado	Fecha
Cargo del encuestado:	
Operador	Supervisor
Coordinador	Ingeniero
Otro	
Área donde labora (CasaBombas, Planta, Sección, etc)	

Sección 1 – CONCEPTOS GENERALES	Tengo total conocimiento	Tengo alguna información	No tengo información	Observaciones y comentarios
1. Sabe usted cómo se realiza un Balance Másico o Volumétrico de los productos que tiene a su cargo?				
2. Tiene conocimiento sobre cómo se transforma los datos volumétricos a masa y para qué se hace?				
3. Sabe usted de quién es responsabilidad de los datos del Balance Másico?				

Sección 2 – SISTEMAS DE INFORMACIÓN				Observaciones y comentarios
1. Sabe usted en qué sitio de la red se puede consultar el Balance Másico o volumétrico de la GCB?	Si lo conozco y lo reviso	Si lo conozco y no lo reviso	No lo conozco	
2. Conoce en qué parte de la red se puede consultar el comparativo entre telemetría y medición manual?	Si lo conozco y lo reviso	Si lo conozco y no lo reviso	No lo conozco	

3. Ha recibido capacitación sobre alguno de los sistemas informativos de la GCB? (SIO, RIS, PI, SAV, SILAB)	Si	No	NS/NR	
4. Cree usted que la información que presenta la Telemetría en variables de nivel y temperatura es confiable?	Si	En ocasiones	No	
5. Usted cree que los sistemas informativos facilitan el desempeño en su puesto de trabajo?.	Si	En ocasiones	No	

Sección Sección 3 – CONOCIMIENTOS DE MEDICION				
1. Sabe usted dónde consultar el manual que rige los estándares de medición en la GCB (Manual Único de Medición)?	Si conozco y lo reviso	Si conozco y no lo reviso	No conozco	Observaciones
2. Usted ha recibido alguna capacitación en medición estática o dinámica?	Periódicamente	En algunas ocasiones	En ninguna ocasión	Observaciones
3. una de las características más importantes de la cinta, sea de fondo o de vacío es:	No hay diferencia entre las cintas	La plomada de fondo es cuadrada y la de vacío cilíndrica	El cero de la de fondo está en la punta de la plomada y en la de vacío en el gancho	Las cintas son iguales y las plomadas diferentes
4.Cuál es el objetivo mínimo en porcentaje para las diferencias en recibos y entrega de productos de transferencia de custodia?	1%	0.8%	0.5%	0.25%
5. De qué forma toma la temperatura en el tanque?	No la tomo, la asumo	Con Termoprobador	Del sistema de telemetría	Con termómetro de vidrio
6. Un muestreo representativo del tanque para el control de calidad es	Muestra corrida	3 muestras en cualquier nivel	1 muestra compuesta	3 muestras: superior, mitad y fondo
7. La diferencia entre Volumen Bruto Estándar y Volumen Neto Estándar es	La temperatura de referencia a 60° F	El neto no incluye el BSW	El neto incluye el BSW	NS/NR

8. En su turno de trabajo se incluyen tópicos de medición como verificación de cintas, instrumentos, comparaciones con la telemetría vs cinta o termómetro, drenajes y su reporte en SIO, verificación de niveles, etc.?	Siempre se incluye	En forma regular (3 veces al mes mínimo)	No se incluye	NS/NR
9. En su área de trabajo se efectúan comparativos de medición manual contra telemetría?	Si, mínimo una vez al mes	Si, mínimo dos veces al mes	Si, mínimo una vez por semana	No se realiza

Sección 4 – GESTION DEL EQUIPO DE MEDICION Y BALANCE MASICO				Observaciones y comentarios
1. Ha recibido información acerca de los trabajos y alcance del Equipo de Medición y Balance Másico?	De manera frecuente	En algunas ocasiones	En ninguna ocasión	
2. Considera usted que la gestión realizada durante el equipo de medición este año con el grupo de trabajadores ha mejorado la medición en un nivel	Alto	Medio	Bajo	

SUGERENCIAS Y OPINIONES:

¡GRACIAS POR SU COLABORACION!

ANEXO 13. FOLLETO “BUSCANDO EL BARRIL PERDIDO” SEGUNDA EDICIÓN

INDICADOR DEL BALANCE MÁSTICO



- Para realizar un Balance Mástico o volumétrico se hace por la siguiente ecuación:

$$\text{Recibos} + \text{Inv}_{\text{INICIAL}} - \text{Inv}_{\text{FINAL}} - \text{Entregas} = 0(\text{Ideal})$$

Pérdidas

En las refinerías se presentan diferentes tipos de pérdidas como evaporación, incertidumbre, no identificadas, etc. Por este motivo el Balance Mástico no es cero.

- La meta del Balance mástico en la GCB es llegar al 0.3% y posicionarse entre las mejores refinerías a nivel mundial
- Los datos del Balance Mástico y Volumétrico y su respectiva gráfica pueden revisarse en el portal ingresando a través de la intranet de la GCB en:

Iris / RIS / Gestión / Balances Globales Ref. / Balance Refinería

- Los Operadores de las plantas de la GCB son los dueños primarios de los datos que se suministran al Balance Mástico por medio del SIO.
 - Para transformar los datos del Balance volumétrico a masa se debe asegurar la exactitud en la toma de:
 - Temperatura
 - Nivel del producto en tanque
 - Densidad (tomando muestras representativas).
- Los datos se relacionan preferiblemente en masa ya que esta medida es internacionalmente única y no es afectada por factores tales como la temperatura o presión externos.



INDICADOR DE TELEMETRÍA

Para mejorar la confiabilidad de la medición en la red se encuentra un comparativo entre la medición automática de nivel y radar (telemetría) contra la medición manual, se actualiza semanalmente. El portal se encuentra en la intranet en la ruta:

Iris / RIS / Materias Primas / Reportes / Confiabilidad Telemetría TK

En los turnos se deben verificar los instrumentos de medición así como la telemetría para lograr una mayor confiabilidad en los datos.



DATOS DE INTERES

- **Volumen Bruto estándar (GSV)** es el volumen total del líquido incluyendo agua y sedimentos (BSW) aplicando el factor de corrección (CPL y CTL) y el Factor del Medidor.
- **Volumen neto estándar (NSV)** es el volumen bruto estándar sin incluir el BSW
- **Un muestreo representativo** del tanque para control de calidad es tomar tres muestras sectorizadas: superior, mitad y fondo

RECONOCIMIENTO

El Equipo de Medición de la GCB exalta al personal de operaciones por su constante empeño en mejorar y aportar cada día mejores ideas para el aseguramiento del balance mástico.

EQUIPO DE MEDICIÓN 2006

Sara Isabel Parra, Carlos Arturo Salazar, Elkin Mauricio Claro, Edwin Yesid Vásquez, Julio César Vargas, José Emilio Landínez, Ulpiano Díaz, Ojiga Marceola Parra, Wilson Castillo



BUSCANDO EL BARRIL PERDIDO



LA MEDICIÓN

La medición es un conjunto de operaciones cuyo objeto es determinar una magnitud

POLÍTICA DE MEDICIÓN

“En Ecopetrol S.A. la medición de cantidad y calidad de hidrocarburos es un proceso crítico y de máxima prioridad para su atención, operación y mantenimiento con el fin de minimizar las pérdidas, lograr una satisfacción a nuestros clientes y generar valor en un marco de mejoramiento continuo

Todas nuestras acciones están enmarcadas dentro de la legislación, los estándares nacionales e internacionales y las mejores prácticas de la industria petrolera”.

EQUIPO DE MEDICIÓN Y BALANCE MASICO DE LA GCB



Nuestra Gestión

El trabajo del Equipo se ha enfocado en mejorar la medición dinámica y estática según las mejores prácticas y estándares, buscando la disminución e identificación de las pérdidas en la GCB y la satisfacción de nuestros clientes.



Nuestra Meta

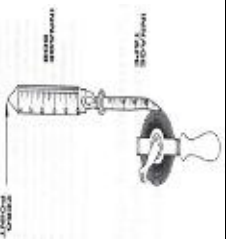
Asegurar la medición en todos los procesos de Transferencia de Custodia de la GCB y hacer gestión para que el balance másico sea sostenible y puedan ser cuantificadas y controladas las diferentes clases de pérdidas.



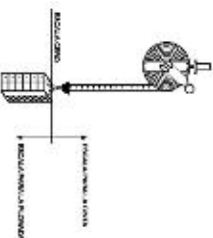
RECORDEMOS CONCEPTOS

Las cintas de Fondo y Vacío son diferentes, tanto en la cinta como en la plomada. Se debe medir tres veces consecutivas y la diferencia entre estas medidas debe ser inferior a 3 mm

Cinta y Plomada de Fondo: Esta cinta tiene el “cero” de la escala en la punta de la plomada la cual hace parte de la cinta, es decir que la escala para la cinta se inicia en forma ascendente desde el cero de referencia de plomada que tiene forma cilíndrica.



Cinta y Plomada de Vacío: La cinta de medición a vacío tienen el “cero” en el gancho de unión entre cinta y plomada. La escala para la cinta se inicia en forma ascendente desde el cero en el gancho y para la plomada en forma descendente desde el mismo punto. La plomada tiene forma rectangular. Esta cinta solo se usa para medir en vacío



PRECAUCIÓN: No intercambie nunca las Plomadas de sus Cintas

MANUAL ÚNICO DE MEDICIÓN

Este manual es un documento de consulta permanente que establece criterios y parámetros que deben ser usados para la operación, mantenimiento y control de los sistemas de medición de Ecopetrol S.A. Este manual se encuentra ingresando a través de la Intranet de la GCB en:

Itis / Negocios y Soporte / Suministro y Mercadeo / Nuestras Comunicaciones / Manual Único de Medición

Consta de 24 capítulos los cuales son:

1. Condiciones Generales
2. Calibración de tanques
3. Medición estática y carrotanques
4. Sistemas probadores
5. Medición dinámica
6. Medición para oleoductos y poliductos
7. Determinación de temperatura
8. Muestreo de productos
9. Determinación de densidad
10. Determinación de agua y sedimentos
11. Factores de corrección volumétrica
12. Cálculo de cantidades del petróleo
13. Control estadístico medición y muestreo
14. Medición de Gas Licuado del Petróleo
15. Guía para el uso del sistema internacional de medidas
16. Medición de Hidrocarburo por peso
17. Medición marina y formatos API / MPMS
18. Pruebas de laboratorio
19. Pérdidas por evaporación
20. Medición de asignaciones
21. Medición de flujo electrónicamente
22. Formación de medición en Hidrocarburos
23. Auditoría, Lista verificación y matriz valoración
24. Atención a clientes

ANEXO 14. TABLA INFORMATIVA DE LAS ESCOTILLAS DE MEDICIÓN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA GCB

CASA BOMBAS 5, 6 Y 7								
CASA BOMBAS	Tanque	Tapa asegurada a boquilla	Apertura segura de la tapa	Hermeticidad de la tapa	Altura boquilla según norma (36 pulgadas)	Tiene Punto de referencia (guía o pestaña)?	Tiene placa de identificación?	Observaciones
CASABOMBAS 5	K-3	SI	SI	SI	SI	SI	NO	
	K-15	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	K-809	SI	SI	SI	SI	SI	NO	
	K-902	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-910	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-911	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-921							Mtto
	K-922	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
	K-924	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-925	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-928	SI	SI	SI	SI	NO	SI	
	K-930	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-931	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-934	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-938	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-939	SI	SI	SI	SI	NO	SI	
	K-940	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-942	NO	NO	SI	SI	NO	SI	
	K-943	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-944	SI	SI	SI	SI	NO	SI	
K-945	SI	SI	SI	NO	NO	SI		
K-947	SI	SI	SI	SI	SI	SI		
K-1812	SI	SI	SI	NO	SI	NO		
K-1813	SI	SI	SI	NO	SI	SI		
CASABOMBAS 6	K-903	SI	NO	SI	SI	SI	SI	
	K-904	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-906	SI	SI	SI	NO	NO	SI	
	K-907	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-908	NO	NO	SI	NO	SI	SI	
	K-913	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-917	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-918	SI	NO	SI	NO	NO	NO	
	K-1814	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
CASABOMBAS 7	K-923	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-927	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-929	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-935	SI	SI	SI	NO	SI	SI	
	K-936	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-946	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
K-948	SI	SI	SI	NO	SI	NO		
CASABOMBAS 9	K-950	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-954	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
	K-956	SI	SI	SI	SI	SI	SI	

Como observación informan que la cinta de medición no cabe en la pestaña de medición

PARAFINAS / AROMATICOS								
CASA BOMBAS	Tanque	Tapa asegurada a boquilla	Apertura segura de la tapa	Hermeticidad de la tapa	Altura boquilla según norma (36 pulgadas)	Tiene Punto referencia (guía o pestaña)?	Tiene placa de identificación?	Observaciones
AROMATICOS	K-1304	SI	NO	SI	90 cm	SI	SI	
	K-1305	SI	SI	SI	90 cm	SI	SI	
	K-1401	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1402	no	no	no	NO 20 cm	SI	no	
	K-1403	no	no	no	NO 20 cm	SI	no	
	K-1501	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1502	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1503	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1504	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1505	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1507	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1702	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1703	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	K-1707	SI	SI	SI	NO 20 cm	SI	SI	
	D-1706	na	na	na	na	SI	no	es un drum para soda
PARAFINAS	K-644	SI	SI	SI	NO 27"	NO	SI	
	K-645	SI	SI	SI	NO 8.6"	NO	SI	
	K-646	NO	SUELTA	SI	NO 8.6"	NO	SI	
	K-647	SI	SUELTA	SI	NO 8.6"	NO	SI	
	K-648	NO	SUELTA	SI	NO 8.6"	NO	SI	
	K-649	NO	SUELTA	SI	NO 8.6"	NO	SI	
	K-663	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-664	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-665	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-666	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-667	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-677	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-681	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-685	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-686	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-687	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-693	NO	SUELTA	NO	NO	SI	NO	
	K-698	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-751	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1271	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1272	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1273	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1274	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1275	SI	SUELTA	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1276	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1277	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	TANQUE F/S,CEGADO
	K-1278	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1279	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1280	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1281	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1282	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1283	NO TIENE	NO TIENE	NO TIENE	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1284	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1285	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1286	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1287	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1288	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1289	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1290	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1291	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	NO	
	K-1292	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1293	NO	SUELTA	NO	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1294	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1295	NO TIENE	NO TIENE	NO TIENE	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1296	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1297	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	K-1807	SI	SI	SI	NO 8.6"	SI	SI	
	D-1219	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	TANQUE F/S,CEGADO
	D-1220	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S	TANQUE F/S,CEGADO
	D-1221	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	NO	
D-1222	SI	NO	SI	NO 8.6"	SI	NO		

ANEXO 15. RECOMENDACIÓN SOBRE LA INSTALACIÓN DEL PLATO DE MEDICIÓN EN TANQUES

	GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA	PAO-22-F-002	
	DEPARTAMENTO DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	2006-08-24	118/129
	RECOMENDACIONES	ACT: 3	PMP

No. PIM-Z	EQUIPO : Tanques GCB	MDD	X
SERVICIO :		PPY	
OT No :	DIRIGIDO A : PTB	POSTERIOR	
CON COPIA:	VALORACIÓN RAM=M FRP:	REVISIÓN No:	

1. ANTECEDENTES

- Algunos tanques de la GCB no tienen una superficie de contacto fija y plana que sirva como punto de inicio para la medición de sus alturas de referencia
- Los tanques que recientemente han tenido mantenimiento se les ha instalado platos de medición de acuerdo a la norma Exxon IP 9.7.1 cuyas dimensiones no cumplen con las nuevas especificaciones de las normas API MPMS 3.1A y 3.1B, las cuales son las mas apropiadas para la medición del producto.

2. DIAGNOSTICO:

(CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL, MODO DE FALLA, POSIBLES CAUSAS):

La acumulación de lodos, sedimentos o material en el fondo ocasiona diferencias de medición por cambio en la altura de referencia, lo que afecta el cálculo del nivel del líquido, que es la variable principal para deducir el volumen del producto, situación que puede generar diferencias en el Balance Másico de la Refinería.

2.1. VALORACION RAM

Personas:0E-N; Económica:2E-M; Ambiental:0E-N; Imagen de la empresa: 1E-L

3. ACCIONES RECOMENDADAS:

(MAGNITUD, MATERIALES, PLANOS DE REFERENCIA Y LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO):

El Plato de medición (Datum Plate) es una platina localizada directamente debajo del tubo de medición. Este plato proporciona una superficie de contacto fija donde comienza la medida del nivel del líquido.

La altura de referencia es la medida que hay desde la superficie del plato de medición hasta el punto de referencia localizado en la parte superior de la boquilla de medición, este punto está debidamente marcado. El plato de medición, el punto de referencia y la altura de referencia del tanque se muestran en la figura 1.

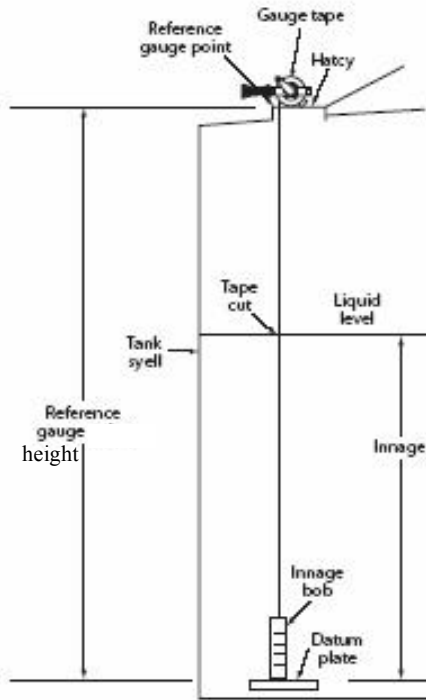
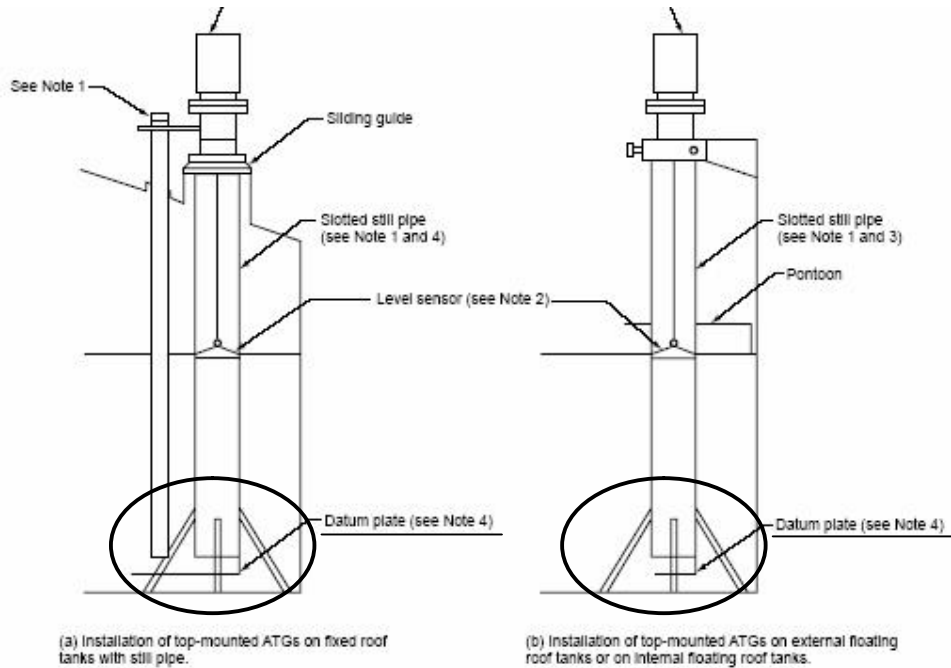


Figura 1. Altura de Referencia, Punto de Referencia y plato de medición en un tanque

Para la instalación de un plato de medición en el tanque se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones que están basadas en las Normas API 3.1A y 3.1B:

- El extremo final del tubo de medición debe estar localizado a 30 cm o 12 pulgadas por encima del fondo del tanque.
- Debe existir un plato de medición (platina) con el objeto de brindar una superficie de contacto fija al realizar la medición de la altura de referencia del tanque y este plato se debe ubicar a 4 pulgadas por debajo del extremo final del tubo de medición como se muestra en la figura 2.
- El eje del plato de medición debe coincidir con el eje del tubo de medición y su distancia con respecto a la pared del tanque está entre 45 y 80 cm. El tamaño del plato de medición es igual que el diámetro del tubo de medición (8 pulgadas)



Notes:

1. Separate slotted still pipe(s) for manual gauging and temperature measurement may be installed adjacent to the ATG slotted still pipe.
2. Non-contact, top-mounted ATGs can be installed in a similar way.
3. Use of slotted still pipes for ATG, manual gauging, and temperature measurement on open floating tanks may be subject to environmental regulations. See MPMS Chapter 19.2.
4. Datum plate should be mounted on tank bottom, below the slotted still pipe or located 100 to 150 mm (4 to 6 inches) below the slotted still pipe (as shown).

Figura 2. Tubo de medición con su correspondiente plato de medición. En las notas se encuentran especificados los parámetros de diseño

4. CONTROLES DE CALIDAD REQUERIDOS:

- Verificación de la instalación del plato de medición de acuerdo a las normas API 3.1A y 3.1B
- Verificar el cumplimiento de las medidas especificadas en esta recomendación y su inclusión en el formato de entrega del tanque por parte de la empresa encargada del mantenimiento

5. PROTOCOLOS E INSTRUCTIVOS A UTILIZAR:

No aplica

ANEXOS :	
ELABORÓ : WILSON CASTILLO FANDIÑO	REGISTRO: Z-2145
FECHA: Agosto de 2006	FIRMA :
EJECUCION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:	