

**INFORME PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA GERENCIA COMPLEJO
BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.**

WILSON ENRIQUE FLÓREZ LLAMOSA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
BUCARAMANGA
2005**

**INFORME PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA GERENCIA COMPLEJO
BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.**

WILSON ENRIQUE FLÓREZ LLAMOSA

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

Director

Dr. RICARDO LLAMOSA VILLALBA

Tutor

Ing. CARLOS ARTURO SALAZAR BETANCUR
Ingeniero Electrónico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO-MECÁNICAS
BUCARAMANGA
2005**

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

Dios.

A Toda mí querida familia, en especial a mis padres, hermanos y abuelos.

A Mis grandes amigos.

A La comunidad de educadores de la Universidad Industrial de Santander, por toda la colaboración prestada durante mi carrera.

A ECOPETROL S.A. por brindarme la oportunidad de realizar la práctica empresarial en la GCB.

José Gabriel Plata, Ingeniero Electricista y Docente Universitario, por su apoyo y sus valiosos consejos.

Ricardo Llamosa Villalba, Doctor en telecomunicaciones y docente universitario, por su incondicional apoyo.

Carlos Arturo Salazar Betancur, Ingeniero Electrónico y tutor en la Práctica Empresarial, por recibirme desde el primer día con todo el gusto y disponibilidad para enseñar.

Sara Isabel Parra, Ingeniera Química y coordinadora del grupo de medición, por sus valiosas enseñanzas.

Elkin Mauricio Claro Martínez, Ingeniero Electrónico, por su constante motivación para la consecución de mis objetivos.

Eudilson Núñez Cossio, Ingeniero Electrónico, por brindarme todo su apoyo incondicional y compartir sus conocimientos conmigo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
ÁMBITO Y OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	3
1.1 LA EMPRESA	3
1.2 GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (G.C.B).....	4
1.3 INDUCCIÓN AL ESTUDIANTE EN PRÁCTICA.....	5
1.4 PARTICIPACIÓN PROFESIONAL EN LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	7
1.5 ESTADO DEL ARTE EN EL DESARROLLO DE INGENIERÍAS	8
1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES	11
2. ÁREAS DE TRABAJO	14
2.1 CASA DE BOMBAS 8 Ó CENTRAL DE CRUDOS	14
2.2 LLENADERO DE CARROTANQUES	15
2.3 CASA DE BOMBAS 7.....	18
2.4 CASA DE BOMBAS 9.....	19
2.5 VIEJA ESTACIÓN DE GLP Ó PLANTA PROPANO	21
3. REALIZACIÓN DE LAS BASES TÉCNICAS PARA EL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS DENSITÓMETROS DE LA CASA DE BOMBAS No. 8.....	22
3.1 OBJETO.....	25
3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	26
3.3 GENERALIDADES	26
3.3.1 Terminología Utilizada	26
3.3.2 Localización y generalidades de la Estación.....	27
3.3.3 Condiciones ambientales y área de trabajo	29
3.3.4 Idioma	29
3.3.5 Formatos.....	29
3.4 DOCUMENTOS APLICABLES	30
3.4.1 Normas, Recomendaciones y Certificaciones.....	30
3.4.2 Documentos entregables por ECOPETROL S.A.	31
3.4.3 Documentos entregables por el CONTRATISTA	31
3.5 ALCANCE Y RESULTADOS	32
3.6 CONDICIONES.....	37
3.6.1 Pruebas de aceptación y garantías:.....	38
3.6.2 Análisis, diseño, instalación y puesta en servicio:.....	39

3.6.3 Programa de capacitación:	39
4. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA VIEJA ESTACIÓN DE GLP (VGLP) Ó PLANTA PROPANO	41
4.1 ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUISITOS	43
4.1.1 Objetivo General	43
4.1.2 Objetivos Específicos.....	44
4.1.3 Justificación	44
4.1.4 Localización y generalidades de la estación	44
4.1.5 Diagnostico del sistema de drenaje de aguas Lluvias.	46
4.1.6 Proceso y características generales del sistema.	49
4.1.7 Planteamiento de Soluciones.....	50
4.1.8 Revisión Bibliográfica.....	50
4.1.9 Revisión Bibliográfica del DCS Foxboro	53
4.1.10 Descripción del software FOXBORO	56
4.1.11 Descripción del Proyecto.	59
4.2.1 Selección de Equipos	60
4.2.2 Cálculo de Niveles Permisibles.....	64
4.2.3 Descripción de la arquitectura de control.....	65
4.3.1 Control de cambio y Recomendación.	66
4.3.2 Compras	66
4.3.3 Configuración del DCS:.....	67
4.3.4 Interfaz gráfica para la aplicación:	68
4.3.5 Conexiones de campo:	69
4.4 PRUEBAS.....	69
4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS	72
5.1 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DEL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS COMPUTADORES DE FLUJO.....	72
5.1.1 Objetivos Generales	72
5.1.2 Objeto	73
5.2 CALIBRACIÓN DE MEDIDORES.....	74
5.2.1 Objeto	74
5.2.2 Desarrollo.....	74
5.3 REALIZACIÓN DE INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO UTILIZANDO PROBADOR COMPACTO.....	75
5.3.1 Objetivo.....	75
5.3.2 Alcance	76
5.3.3 Glosario de términos.....	76
5.3.4 Condiciones Generales.....	77
5.3.5 Descripción del Equipo	79
5.3.6 Descripción del Personal	79
5.3.7 Procedimiento	79
5.3.8 Aceptación del Factor del Medidor.....	82
5.3.9 Notas.....	82

5.3.10 Contingencias	83
5.4 ACTUALIZACIÓN DE INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO, UTILIZANDO EL TANQUE PROBADOR.....	84
5.4.1 Objetivo.....	84
5.4.2 Alcance	85
5.4.3 Glosario de términos.....	85
5.4.4 Condiciones Generales.....	86
5.4.5 Descripción del Equipo	87
5.4.6 Descripción del Personal	88
5.4.7 Procedimiento.....	88
5.4.8 Notas.....	90
5.4.9 Contingencias:.....	91
5.5 INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES MÁSICOS EN CASA DE BOMBAS 9 CON PROBADOR DE VOLUMEN PEQUEÑO.....	92
5.5.1 Objetivo.....	92
5.5.2 Alcance	92
5.5.3 Glosario de Términos.....	93
5.5.4 Condiciones Generales.....	94
5.5.5 Descripción del Equipo	95
5.5.6 Descripción del Personal	95
5.5.7 Procedimiento	96
5.5.8 Notas.....	102
5.5.9 Contingencias	102
5.6 PUESTA A PUNTO PROBADOR CB7.....	103
5.6.1 Objetivos Generales	103
5.6.2 Objeto	103
5.7 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	104
5.8 TANQUES Y TABLAS DE AFORO.....	104
5.9 TERMO-PROVERS Y CINTAS DE MEDICIÓN.....	104
5.10 REALIZACIÓN DE ARCHIVO DE HALLAZGOS DIARIOS.....	105
5.11 CHARLAS TÉCNICAS.....	105
5.11.1 Cuidados de los nuevos equipos de medición.....	105
5.11.2 Auditorias.....	105
5.11.3 Charla sobre Medidores Másicos.....	106
5.11.4 Charlas sobre Balance Másico.....	106
5.12 COMPARACIÓN SIO VS. ENTIS.....	106
5.13 INSTRUCTIVO PARA LA REVISIÓN SINOPER - SIO - RIS.....	106
5.14 CAPACITACIONES RECIBIDAS.....	107
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	113

ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS EXISTENTES	115
ANEXO 2. INFORME DE INSPECCION DE INGEOMINAS	116
ANEXO 3. ESPECIFICACIONES OMNI 6000	118
ANEXO 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	120
ANEXO 5. RECOMENDACION.....	121
ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MEDIDOR DE ULTRASONIDO	124
ANEXO 7. ESPECIFICACIÓN Y CONEXIÓN DE MODULOS FBM	126
ANEXO 8. FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL FACTOR DEL MEDIDOR EN EL LLENADERO DE CARROTANQUES	130
ANEXO 9. ACTA DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES EN EL LLENADERO DE CARROTANQUES	131
ANEXO 10. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CERO DE LOS MEDIDORES DE EFECTO CORIOLIS	132
ANEXO 11. PRESENTACION PARA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE EFECTO CORIOLIS	139
ANEXO 12. FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL FACTOR DEL MEDIDOR EN LA CASA DE BOMBAS No. 9.....	140
ANEXO 13. ACTA DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES EN LA CASA DE BOMBAS No. 9.....	141
ANEXO 14. ARCHIVO DE TANQUES Y TABLAS DE AFORO.	142
ANEXO 15. TERMO-PROVERS Y CINTAS DE MEDICIÓN.....	144
ANEXO 16. REALIZACION DE ARCHIVO DE HALLAZGOS DIARIOS	146

ANEXO 17. COMPARACIÓN SIO VS. ENTIS.	147
ANEXO 18. INSTRUCTIVO PARA LA REVISIÓN SINOPER - SIO - RIS.	148

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cronograma de las actividades desarrolladas en el Grupo de Medición de la G.C.B de ECOPETROL S.A.	13
Tabla 2. Actividades realizadas para el desarrollo de ingeniería en la Central de Crudos.	22
Tabla 3. Comparación de objetivos para las bases técnicas del reemplazo de los densitómetros.	23
Tabla 4. Condiciones operativas de las líneas en la Central de Crudos.	33
Tabla 5. Actividades realizadas para el desarrollo de ingeniería en la VEGLP.	41
Tabla 6. Comparación de objetivos para las bases técnicas de la automatización del sistema de drenaje.	42
Tabla 7. Factores de influencia para la escogencia de medidores de nivel.	51
Tabla 8. Inventario y disponibilidad de equipos FOXBORO en la VEGLP.	56
Tabla 9. Medidas del pozo de almacenamiento de aguas lluvias.	65
Tabla 10. Códigos y órdenes de compra de los equipos a instalar.	66
Tabla 11. Configuración del módulo FBM4.	67
Tabla 12. Configuración del módulo FBM10.	67
Tabla 13. Comparación de objetivos para las bases técnicas del reemplazo de los densitómetros.	73
Tabla 14. Factor de acondicionamiento.	96
Tabla 15. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de configuración de corridas .	98
Tabla 16. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de configuración de calibración .	98
Tabla 17. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de corridas.	99
Tabla 18. Datos a incluir en la consola BCPE para la visualización de los datos arrojados en calibración.	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista de la central de crudos.	14
Figura 2. Ubicación del Llenadero de carrotanques.	15
Figura 3. Líneas de despacho de producto refinado, Medidor de desplazamiento positivo del llenadero.	16
Figura 4. Computador de Flujo DANIEL.	16
Figura 5. Vista del Llenadero de Carrotanques.	17
Figura 6. Ubicación de la casa de Bombas No. 7.	18
Figura 7. Vista del Llenadero de Carrotanques.	18
Figura 8. Ubicación de la Casa de Bombas No. 9.	19
Figura 9. Líneas de Medición de la casa de Bombas No.9.	20
Figura 10. Vista de la Casa de Bombas No. 9.	20
Figura 11. Vista de la Vieja Estación (VEGLP) de GLP o Planta Propano.	21
Figura 12. Ubicación Casa de Bombas No. 8.	27
Figura 13. Líneas de recibo de crudo y medidor de desplazamiento positivo.	28
Figura 14. Cuarto de control CB8, Gabinete de los computadores de flujo OMNI, PLC de la central.	29
Figura 15. Ubicación de la Vieja Estación (VEGLP) de GLP o Planta Propano.	45
Figura 16. Computadores de monitoreo del proceso, UPS`s, Control de alarmas de la planta.	46
Figura 17. Pozo de almacenamiento, Pozo de almacenamiento Vista Superior.	46
Figura 18. Especificaciones de la bomba Goulds.	47
Figura 19. Matriz RAM.	48
Figura 20. Flujograma del Sistema de Drenaje o Aguas Lluvias.	49
Figura 21. Estación de Trabajo.	54
Figura 22. Gabinete de FBMs y Procesador de la estación de trabajo.	54
Figura 23. Módulos de FieldBUS. (FBM`s).	55
Figura 24. Sys y Alarmas. (Menú desplegable).	57
Figura 25. Ambiente de Ingeniería de Proceso. (Menú desplegable).	57
Figura 26. Esquema general de la implementación.	60
Figura 27. Módulos de FieldBus.	61
Figura 28. Flujo grama de utilización de tarjetas FBM`s.	62
Figura 29. Casilla de activación de la Bomba.	63
Figura 30. Plano de Lógica cableada a utilizar para la adecuación de la casilla.	63
Figura 31. Mediciones del pozo de aguas lluvias.	64
Figura 32. Compound para la aplicación a desarrollar.	65
Figura 33. Compound desarrollado para la aplicación.	68

Figura 34. Interfaz Grafica para la Aplicación.	85
Figura 35. Registro Final.	69
Figura 36. Conexiones de Campo	70
Figura 37. Medidas del pozo de aguas lluvias.	71
Figura 38. Lógica cableada a utilizar para la adecuación de la casilla.	73
Figura 39. Probador Compacto de la CB8, Probador Tipo Tanque del llenadero de Carrotanques, Probador bidireccional Cb7.	75
Figura 40. Diagrama de las Válvulas MOV`s de la CB8.	80
Figura 41. Falla de la Bomba.	110

GLOSARIO

API: sigla de American Petroleum Institute, que es una asociación estadounidense de la industria petrolera, que patrocina una división de la producción petrolera en la ciudad de Dallas, Texas.

El instituto fue fundado en 1920 y se constituyó en la organización de mayor autoridad normativa de los equipos de perforación y de producción petrolera.

Publica códigos que se aplican en distintas áreas petroleras y elabora indicadores, como el peso específico de los crudos que se denomina "grados API".

ÁREA OPERATIVA: representa el lugar de trabajo de los operadores, en donde se verifican, mantienen y se desarrollan los diferentes procesos llevados a cabo en la empresa.

AUTORIZACIÓN DE CARGUE: documento entregado en la oficina de ventas y que se debe presentar al vigilante para ingresar al Llenadero y al operador del Llenadero para autorizar el cargue. Contiene información del cliente, del producto a llevar, nombre del conductor y placas del carrotanque.

BAHÍA: vía de acceso de carrotanques, que está ubicada a lado y lado de las islas de llenado.

BALANCE MÁSSICO: índice porcentual que relaciona la salida de producto refinado versus la entrada de materia prima, teniendo en cuenta las perdidas relacionadas a cada proceso de refinación.

BASES TÉCNICAS: proceso de Ingeniería en donde se especifican los requerimientos técnicos fundamentales para el desarrollo de un proyecto industrial.

BÁSCULA: equipo utilizado para medir el peso de los vehículos que traen o llevan carga desde la Refinería de Barrancabermeja para su posterior facturación.

BRAZO DE LLENADO: elemento mecánico escualizable que permite el flujo de producto para llenado de carrotanques.

CALIBRACIÓN: conjunto de procedimientos y operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento de medición. Debido a desajustes en los mecanismos, ya sea por fabricación, instalación o los inherentes a la operación misma, puede presentarse inexactitud en las lecturas resultantes de los

medidores, se requieren entonces, factores de corrección del medidor, también llamados factores del medidor, que sirven para la calibración del equipo.

La calibración consiste en comparar las lecturas originadas por el medidor frente a un volumen conocido, que en este caso serán los sistemas probadores de la empresa.

CARTAS DE AFORO: resumen de las mediciones llevadas a cabo para determinar la capacidad total del tanque y las correspondientes capacidades parciales a diferentes alturas.

CARTA O GRAFICO DE CONTROL: gráfica utilizada en la vigilancia del proceso, de la capacidad del medidor y para dar conformidad al meter factor establecido durante la calibración. Una grafica de control consiste en una línea central, un par de limites de control, uno de ellos colocado por encima de la línea central y otro por debajo, y en unos valores característicos registrados en la grafica que representa el estado del proceso.

CAVITACIÓN: efecto hidrodinámico que se produce cuando el agua o cualquier otro fluido pasa a gran velocidad por una superficie determinada en una zona en particular, produciendo una descompresión del fluido en dicha zona.

COMPUTADOR DE FLUJO DANIELS O DANLOAD 6000: equipo que permite controlar la entrega de una cantidad predeterminada de producto.

ENTIS: Sistema de inventarios de los datos de nivel, volumen total, temperatura, tendencias y alarmas de los equipos de medición ENRAF (medición de nivel de tipo servo o radar) instalados en la empresa. Actualmente se está implementando el sistema ENTIS PLUS en algunas de las casa de Bombas.

CRACKING Ó RUPTURA: es el segundo proceso de descomposición del petróleo, que consiste en romper o descomponer hidrocarburos de elevado peso molecular, en compuestos de menor peso molecular .Existen dos tipos de cracking, el térmico y el catalítico. El primero se realiza mediante la aplicación de calor y alta presión; el segundo mediante la combinación de calor y un catalizador.

DOCSOPEN: sistema de información documental de la GCB, en él se incluye documentación técnica e instructivos de operación y mantenimiento.

DOCUMENTOS AS-BUILT: última actualización del desarrollo de una ingeniería, en él se destacan los planos para el montaje y disposición final detallada de los equipos o implementaciones.

EFFECTO CORIOLIS: aparente deflexión de la trayectoria de un objeto sobre la superficie de un cuerpo en rotación, a consecuencia de la rotación del cuerpo. El efecto es visible, por ejemplo, en la fuerza producida cuando a una manguera se le aplica bruscamente alta presión de agua.

GATEWAY ó PASARELA: enlace entre dos redes. Permite comunicarse a redes con protocolos distintos, utilizando protocolos estándar. En otras palabras, permite la transferencia de datos entre redes en principio incompatibles. Se utiliza, pues, como un puente entre redes distintas.

GRAVEDAD API: una escala arbitraria, utilizada por el Instituto Americano del Petróleo que expresa la gravedad o la densidad de los productos de petróleo líquidos. La escala que mide está calibrada en términos de los grados API.

GRAVEDAD ESPECÍFICA (LÍQUIDOS): razón entre el peso de un determinado volumen de un líquido con el peso de igual volumen de agua.

HART: protocolo de comunicación HART (HART= Transductor Remoto Direccional de Alta velocidad, por sus siglas en inglés), usa una técnica de codificación por modificación de frecuencia (SFK, por sus siglas en inglés) para sobreponer comunicación digital en el bucle de corriente de 4-20 mA que conecta el instrumento de campo con el sistema de control. Se utilizan dos frecuencias (1.200 Hz y 2.200 Hz) para representar un 1 y un 0 binarios.

HANDHELD: equipo utilizado para supervisión de las características operacionales de otros equipos electrónicos por medio de comunicación HART[®].

HMI: del inglés Human Machine Interface, es una aplicación de software (típicamente una interfase gráfica) que presenta información al operador acerca del estado del proceso, y acepta e implementa las instrucciones de control del operador. Igualmente puede interpretar la información de la planta y guía la interacción del operador con el sistema.

ISLA DE LLENADO: plataforma en la cual se encuentran distribuidos los sistemas de despacho de productos refinados.

MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO: equipo utilizado para cuantificar el flujo de un producto midiéndolo directamente, al separarlo en segmentos continuos de volumen conocido, los cuales se van contando automáticamente. Los medidores utilizados para la transferencia de custodia en llenaderos son de tipo *paleta* o alabe, cada uno posee una tarjeta electrónica Pexp1000 que se encarga de contar el flujo y transmitir esta cantidad en forma de pulsos hacia los cuartos de control.

MEDIDORES MÁSICOS: equipo utilizado para cuantificar el flujo de un producto realizando una medición indirecta. El principio de funcionamiento de los medidores en Casa de bombas No.9 (CB9) es el efecto coriolis, del cual se puede inferir la medición a partir de la proporcionalidad que existe entre el flujo másico y el delta

de tiempo (desfase- ΔT) encontrado entre las señales electrónicas de entrada y de salida del medidor.

METER FACTOR MF (Factor de corrección): 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.

PASADAS DE PRUEBA: éste término aplica a los probadores compactos y es el volumen encontrado en un viaje del desplazador entre los switches detectores en una sola dirección.

POLIETILENO: es uno de los polímeros (moléculas orgánicas) más simples y baratos, además de uno de los plásticos más comunes. Es químicamente inerte. Se obtiene de la polimerización del etileno, de lo cual se deriva, además, su nombre.

PROBADOR TIPO COMPACTO: éste sistema probador se basa en el movimiento de un pistón sobre un eje fijo, trasladando volúmenes constantes. La medición se infiere de switches detectores que se encuentran a ambos extremos del probador. El sistema es ayudado por la precisión de los detectores y con la técnica de interpolación de pulsos. Existen dos probadores de volumen compacto los unidireccionales permiten al desplazador medir en una sola dirección y por medio de un arreglo retornar a su posición inicial, y los bidireccionales que permiten al desplazador medir en ambas direcciones.

PROBADOR VOLUMÉTRICO TIPO TANQUE: son recipientes de volumen conocido que pueden ser cerrados o abiertos. El líquido que pasa a través del medidor se recoge en el tanque, hasta alcanzar la marca de calibración o un volumen muy próximo a ella. El volumen se lee en la escala calibrada y luego se compara con el volumen registrado por el medidor. De esta comparación se calcula un factor de corrección o MF. Este probador es de funcionamiento muy sencillo y puede manejar distintos productos líquidos El probador utilizado por la empresa es de tipo abierto.

REPETIBILIDAD: capacidad de un equipo determinado para repetir el resultado obtenido en una medición bajo las mismas condiciones de operación.

RIS: sistema de información de la refinería, en donde se representan muchos de los indicadores de gestión de la empresa, reportes por departamento, e información general; es aquí donde se presenta a todos los empleados el balance másico de la refinería.

SCADA: es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en

computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo.

SISTEMA PROBADOR: la función del probador es verificar el volumen medido por cada uno de los medidores instalados, realizando una comparación sencilla entre el volumen del medidor y el volumen certificado del probador que se encuentra plenamente identificado por medio de dos o más switches indicadores o mirillas de indicación.

SIO: sistema de información operativa de la empresa, en el se consignan sin numero de aplicaciones que van desde las mismas tablas de aforo de tanques, hasta todos los movimientos diarios de productos.

SINOPER: sistema de información operacional de la VIT (Vicepresidencia de Transporte), en el que se digitan los valores de ventas por oleoducto. El reporte oficial de ventas de la GCB es tomado directamente de este sistema, ya que actualmente la medición de la VIT es más confiable.

TOPPING: primer proceso de descomposición del petróleo. El crudo se calienta a 350°C y se envía a una torre de fraccionamiento, en donde de platos ubicados a convenientes alturas se extraen diversas fracciones de la materia prima.

TRANSFERENCIA EN CUSTODIA: es el cambio de responsabilidad en la tenencia y/o pertenencia del hidrocarburo o sus derivados en los campos de producción, refinerías, oleoductos, poliductos, estaciones y terminales terrestres y marítimos, ya sea dentro de ECOPETROL S.A. o con sus clientes externos.

VÁLVULAS MOV'S: válvula que regula el paso de líquidos, que tiene las características exigidas por el API para transferencia en custodia.

VIAJE COMPLETO DE PRUEBA (PROVER ROUND TRIP): es el volumen bidireccional del probador cuando el desplazador viaja entre switches detectores en una dirección y en la de retorno.

VOLUMEN GROSS: volumen de un líquido sin aplicación de correcciones por temperatura ni presión.

VOLUMEN STANDARD: volumen de un líquido con la aplicación de correcciones por temperatura ni presión.

RESUMEN

TITULO: INFORME PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.¹

AUTOR: WILSON ENRIQUE FLÓREZ LLAMOSA²

PALABRAS CLAVES: ECOPETROL, CALIBRACIONES, DENSITOMETROS, CONTROL, INSTRUCTIVOS, MEDICION, INGENIERIAS, AUTOMATIZACIÓN.

CONTENIDO:

El objetivo de este informe es presentar de modo sucinto, la descripción de las actividades desempeñadas durante la ejecución de la práctica empresarial, en el Grupo de Medición del Departamento de Materias Primas y Productos de la Gerencia Complejo Barrancabermeja que hace parte de ECOPETROL S.A., con el animo de mostrar la relevancia de la Universidad Industrial de Santander en el desarrollo de todas las entidades, cuya finalidad es el beneficio de la comunidad que la sostiene.

Los conocimientos técnicos adquiridos durante el desarrollo de la carrera universitaria, fueron aplicados para lograr los objetivos que se fijaron, al momento de programar las diferentes actividades cuya ejecución acarrearán beneficios generales para la Gerencia Complejo Barrancabermeja de ECOPETROL S.A.; es el caso de las especificaciones de ingeniería realizadas entre las que se encuentran el análisis y desarrollo de las bases técnicas para el reemplazo funcional de los densitómetros de la casa de bombas No.8 y las bases técnicas con las que se especificó la automatización del sistema de desagüe en la Vieja Estación de GLP ó Planta Propano, la auditoria permanente al reemplazo de los computadores de flujo de la casa de bombas No.8 y el desarrollo de instructivos de calibración de medidores de flujo. La ejecución de estas actividades se identifica con la mejora y confiabilidad de la medición, trabajo que desempeñan los integrantes del Grupo de Medición en las áreas de transferencia en custodia de la Refinería.

Es importante resaltar el valor agregado que se obtuvo en esta práctica empresarial, ya que además de aplicar directamente los conocimientos académicos, se pudo contar con el apoyo incondicional de un grupo de profesionales altamente capacitados con excelentes valores éticos y morales, que realmente motiva a la experiencia profesional.

¹ Tesis

² Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Electrónica, Director: Dr. Ricardo Llamosa

ABSTRACT

TITLE: ENTERPRISE REPORT PRATICE IN COMPLEX MANAGEMENT BARRANCABERMEJA OF ECOPETROL S.A..¹

AUTHOR: WILSON ENRIQUE FLÓREZ LLAMOSA ²

KEY WORDS: ECOPETROL, CALIBRATIONS, DENSITOMETERS, CONTROL, INSTRUCTIVE, MEASUREMENT, INGENIERIAS.

CONTENT:

The objective of this report is to present/display in a brief way, the description of the developed activities during the execution of practices in a enterprise, in the Group of Measurement of the Department of Raw materials and Products of the Complex Management Barrancabermeja, that is part of ECOPETROL S.A., with the animate to show the relevance of the Industrial University of Santander in the development of all the organizations, whose purpose is the benefit of the community that maintains it.

The acquired technical knowledge during the development of the university career, were applied to obtain the pointed objectives, at the time of programming the different activities whose execution, carried general benefits to the Gerencia Complejo Barrancabermeja of ECOPETROL S.A.; it is the case of the engineering requirements made between which are the analysis and development of the technical bases for the functional replacement of the densitometers of the House of pumps No.8 and the technical bases with which specify the automatization of the drainage system in the Old Station of GLP or Propane Plant, the permanent audit in the replacement of the flow computers in the house of pumps No.8 and the development of instructives to calibrate flow measurers. The execution of these activities identifies with the improvement and trustworthiness of the measurement, work that the members of the Group of Measurement develop in the areas of transference in safekeeping of the Refinery.

It is important to emphasize the added value that it was obtained in this practices enterprise, since in addition to apply the academic knowledge directly, could be added the unconditional support of a group of highly enabled professionals, with excellent ethics and moral values, whose really motivate to the professional experience.

¹ Tesis

² Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Electrónica, Director: Dr. Ricardo Llamosa

INTRODUCCIÓN

Este documento representa el informe final de la práctica empresarial y se debe entender como el reporte de los resultados obtenidos durante el desarrollo de las actividades encomendadas.

En éste informe se hace énfasis en las competencias adquiridas con el desarrollo, análisis, supervisión, gestión y consecución de proyectos de ingeniería, otorgando al estudiante en práctica las habilidades y conocimientos necesarios para poner en ejecución un proyecto. Las competencias y comportamientos adquiridos netamente con la experiencia laboral, justifican la realización de la práctica empresarial en ECOPETROL S.A.

Dentro del proceso de formación del Ingeniero, reviste gran importancia el paso de lo netamente académico a la praxis de una profesión cuya esencia está en la práctica constante. Las practicas o experiencias de proyectos reales, garantizan la conformación de una eficaz asimilación de los conocimientos recibidos en el claustro universitario.

Los sectores productivos de ECOPETROL S.A., como lo son, las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, están en un proceso de modernización para lograr una mayor eficiencia, calidad y productividad, lo que refuerza aún más la participación de Ingenieros Electrónicos en la empresa.

Colombia desde mediados de los 90 entra a formar parte dinámica en el proceso de globalización con su política de apertura económica. Esto permitió que el mercado se ampliara y que la industria se abriera a nuevas fronteras, quedando el mercado de consumo invadido de nuevas tecnologías de telecomunicación, automatización y sistematización de la industria en todos sus procesos, lo que constituye la mejor oportunidad para que un estudiante reconozca que su formación integral lo debe capacitar para gestionar y realizar proyectos que ofrezcan soluciones en el ámbito tecnológico.

El Grupo de medición, formado en octubre del 2005 y perteneciente al departamento de Materias Primas y Productos, es el encargado directo de mejorar y estabilizar el balance másico de la refinería. Está conformado por dos Ingenieros electrónicos, un técnico en medición y una ingeniera Química quien tiene el rol de coordinación. La idea principal de la conformación del grupo, es que por medio de los adelantos tecnológicos y prestación de servicios electrónicos se pueda

implementar una mejora substancial en la medición de la materia prima y los productos refinados, o lo que es igual, asegurar y optimizar la medición en las áreas de transferencia en custodia. Es importante resaltar la gran responsabilidad que tiene este grupo de ingenieros, ya que en su área de trabajo se manejan grandes cantidades de dinero, representadas en equipos, productos y materia prima. Estos ingenieros requieren máxima coordinación con el área operativa para que, en cuanto se realicen modificaciones, no se alteren las condiciones normales de operación y los procesos que se adelantan en las plantas no se vean alterados.

El objetivo general de la Práctica Empresarial es desarrollar las actividades dispuestas por el grupo de medición de la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB) de ECOPETROL S.A. dando respuesta inmediata a los requerimientos que impacten directamente al balance másico de la refinería.

En Los seis meses de duración de la práctica se laboró en dicho grupo de medición bajo la directa tutoría de ingenieros electrónicos, que sirvieron como ejemplo de ética profesional, dinamismo, efectividad, y responsabilidad en el desarrollo de las actividades propuestas.

Los trabajos realizados durante la práctica empresarial se enfocan principalmente en el mejoramiento y confiabilidad de la medición en el área de materias primas y productos. Actividades como el desarrollo de especificaciones de ingeniería que en la empresa se conocen como “bases técnicas”, organización y aseguramiento del conocimiento con el desarrollo o actualización de instructivos técnicos de calibración, realización de calibraciones de los equipos de medición de flujo; auditoria, verificación y desarrollo de proyectos junto con las charlas técnicas presentadas hacen que el trabajo realizado sea de gran impacto para la GCB.

En este documento se plantean seis capítulos en donde se describen a grandes rasgos, los antecedentes, las especificaciones de ingeniería desarrolladas, otros trabajos realizados, las conclusiones y recomendaciones, que en total plantean las necesidades, desarrollos, habilidades y competencias adquiridas durante el desarrollo de la práctica empresarial. Siendo preciso aclarar que en este informe todos los trabajos presentados fueron modificados según las Norma Técnica Colombiana, debido a que encontraban elaborados con las normas y formatos de ECOPETROL S.A.

ÁMBITO Y OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

1.1 EMPRESA

En 1921 la Tropical Oil Company (Troco) dio inicio a la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá. El campo hacía parte de la “Concesión De Mares”¹ cuya reversión al Estado colombiano dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos el 25 de agosto de 1951.

La naciente compañía emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, creció en la medida en que otras concesiones revirtieron y asumió su operación.

En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956.

En septiembre de 1983 se produce la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo.

En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte LLanero, en asocio con la British Petroleum Company.

En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos. A través del Decreto 1760 de 2003, la Compañía se convirtió en una Sociedad Pública por Acciones denominada ECOPETROL S.A., cuyos accionistas son entidades estatales encabezadas por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Actualmente ECOPETROL S.A. se dedica exclusivamente a buscar, producir, transportar, almacenar, refinar y comercializar hidrocarburos.

¹ Concesión de Mares: Concesión o permiso petrolero realizado por Colombia en 1.905, que lleva el apellido de Roberto Mares quien la firmo junto el presidente Rafael Núñez, la cual dejaba los bienes de la empresa en manos extranjeras.

Desde hace largo tiempo, ECOPETROL S.A. ha brindado a jóvenes de todo el país la oportunidad de hacer parte de la empresa, como estudiantes en práctica empresarial, en las diferentes áreas de trabajo y para los diferentes perfiles laborales. Una experiencia que aporta bienes sustanciales, no únicamente al estudiante, sino también al grupo de profesionales de la empresa y en general a sus plantas, procesos y bienes. La concepción general del practicante es la de un estudiante con las mejores iniciativas, aptitudes, liderazgo académico y conocimientos básicos, que serán reforzados durante los seis meses de trabajo; que prestará a la empresa un servicio profesional, dependiendo de sus habilidades, y estará acompañado por un profesional, para todas las actividades a desempeñar.

En conclusión, en ECOPETROL S.A., los estudiantes en práctica empresarial aplican y fortalecen los conocimientos adquiridos en su formación profesional, a través de las vivencias reales de su desempeño en actividades propias de su perfil de formación, contribuyendo al mismo tiempo al mejoramiento de la empresa.

1.2 GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA (G.C.B)

La ciudad de Barrancabermeja, esta localizada en la región central de Colombia, a orillas del Magdalena. La principal arteria fluvial del país es la sede de la industria petroquímica nacional.

Es un honor que le corresponde desde los inicios del siglo XX, cuando José Joaquín Bohórquez halló los primeros manaderos de crudo en la zona de Infantas, que hoy se conoce como el corregimiento El Centro. Allí, la Tropical Oil Company, empresa norteamericana que obtuvo la concesión por parte del gobierno del General Rafael Reyes, desarrolló toda una infraestructura para la exploración y explotación del crudo colombiano.

Una vez consolidado este proceso, se iniciaron las operaciones de refinación, con una capacidad instalada de 1.500 barriles por día. Así se inició la construcción de la inmensa infraestructura que hoy se conoce como la Gerencia Complejo Barrancabermeja de ECOPETROL S.A.

La Gerencia Complejo Barrancabermeja se extiende en un área de 254 hectáreas, en las que se distribuyen más de 50 modernas plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental. Entre ellas se cuenta con cinco unidades topping, cuatro unidades de ruptura catalítica, dos plantas de polietileno y plantas de alquilación, ácido sulfúrico, parafinas, aromáticos, y plantas para el procesamiento de residuos.

Además, existen los procesos denominados facilidades auxiliares. Estos corresponden a aquellos equipos y procedimientos que no están directamente involucrados con la refinación pero adelantan funciones vitales para su operación.

La Gerencia Complejo Barrancabermeja tiene la gran responsabilidad de generar el 75% de la gasolina, combustóleo, ACPM y demás combustibles que el país requiere, así como el 70% de los productos petroquímicos que circulan en el mercado nacional.

Los procesos de la G.C.B son analizados, monitorizados, y administrados por grupos de ingenieros altamente capacitados, quienes son a su vez los encargados de responder por los equipos, bienes, productos y materia prima que se encuentren en la gerencia.

Es en la Gerencia Complejo Barrancabermeja, donde se desarrollan los proyectos más avanzados de ingeniería, encaminada a la optimización de los procesos, equipos y plantas en general; y es en donde el estudiante en práctica tendrá la oportunidad de realizar las actividades propuestas por el grupo de medición de la refinería.

1.3 INDUCCIÓN AL ESTUDIANTE EN PRÁCTICA

Durante las primeras 2 (dos) semanas de práctica empresarial en ECOPETROL S.A. se realizó un seguimiento a las normas de seguridad y requisitos básicos para laborar dentro de la refinería de Barrancabermeja, se reconoció como está conformada la empresa y se presentaron las áreas operativas.

En las charlas dictadas por ingenieros de gran trayectoria, se percibe que en la empresa, las actividades de ingeniería están en mayor proporción, enfocadas en la optimización de equipos y procesos, que en el mantenimiento preventivo y proactivo de los mismos. Por esta razón es esencial que el estudiante en práctica se prepare para su ámbito laboral, con la realización, auditoria, gestión y seguimiento de proyectos de ingeniería, y genere ideas innovadoras en bien de la empresa y sus bienes,.

Igualmente se hizo énfasis en algunos puntos, los cuales fueron parte fundamental del desarrollo de la práctica empresarial.

- **Filosofía de cero accidentes:** Esta filosofía se intensifica a través de años creando un ambiente de sensibilización y seguridad en toda la empresa.

Los accidentes o incidentes¹ son archivados y detallados para definir la práctica segura de las labores a realizar. Se recalca que no se puede eliminar la accidentalidad, pero si reducirla con base en las lecciones aprendidas y de las situaciones a corregir. La reducción de la accidentalidad va enfocada a la seguridad de las personas, equipos, materia prima y productos de la empresa.

- **Condiciones Inseguras:** El estado intrínseco de algún equipo de trabajo, elemento de protección personal, o en general la planta de operación que por su condición pueda presentar alguna eventualidad que perjudique las características normales y funcionales de la misma o a las personas que trabajen en el área. El reto para la empresa es identificar y dar respaldo inmediato con el fin de eliminar cualquier condición insegura para evitar incidentes o futuros accidentes.
- **Análisis de Riesgos:** En la empresa se debe estar siempre alerta, y realizar un análisis de riesgos a todo proceso, planta y operación en particular, el análisis de riesgo no se presenta únicamente para los trabajos a realizar, sino que se desarrolla para evitar un daño general a partir de la observación del comportamiento de los procesos llevados a cabo.
- **Matriz RAM:** Es una matriz de valoración de riesgos de la empresa, en ella se contemplan y valoran todas las condiciones inseguras que se tienen al realizar un trabajo en ECOPETROL S.A..
- **Aseguramiento del proceso:** El “área operativa” es la esencia de la empresa, por tal razón la prevención e identificación de situaciones a corregir en las plantas se hace fundamental en el trabajo diario de sus empleados.
- **Elementos de Protección Personal EPP:** Son aquellos elementos que proveen la seguridad de los empleados en las áreas clasificadas dentro las zonas de riesgo laboral. La utilización de los EPP es obligatoria por parte del personal. Los EPP deben ser de uso individual y no intercambiables. Los equipos y elementos de protección personal, son proporcionados a los trabajadores, una vez inician sus actividades profesionales en la GCB.

¹ Incidentes: evento o cadena de eventos no planeados que causaron (accidente) o que pudieron haber causado (casi-accidente) lesiones, enfermedades, daño (o muerte) a las personas, a los bienes, al medio ambiente y/o a la imagen de la Empresa y/o la satisfacción del cliente.

1.4 PARTICIPACIÓN PROFESIONAL EN LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

Entre las necesidades generales de carácter electrónico, identificadas en ECOPETROL S.A. y que hacen parte del desarrollo constante de la empresa se pueden mencionar las siguientes:

- Necesidad de una permanente generación, apropiación y actualización de conocimiento en electrónica como tecnología matriz.
- Atención a proyectos específicos de control de procesos, reemplazo y adquisición de equipos, especificación de requisitos electrónicos para desarrollo de proyectos y todo aquel que surja como pertinente dentro de la electrónica.
- Desarrollo de las Telecomunicaciones y tecnologías de información para la infraestructura de la empresa.
- Apoyo al desarrollo de proyectos en investigación y desarrollo (I+D) en redes, gestión de redes, multimedia, tecnología inalámbrica, tecnología satelital, nuevas tecnologías de transmisión de señales, fibra óptica, acceso a Internet, y otras para optimizar servicios. Además del uso de última tecnología en telecomunicación.
- Apoyo a proyectos que con nuevas tecnologías favorezcan el cumplimiento de universalización de servicios de telecomunicaciones y automatización de procesos industriales.
- Optimización industrial e innovación de los procesos de los sectores productivos de la empresa.
- Modernización de equipos y de procesos productivos, permitiendo mayor exactitud, eficiencia, calidad y productividad.
- Desarrollo de proyectos específicos encaminados a la automatización industrial en general y a la innovación en sistemas de supervisión y control.
- Necesidad de crear espacios de comunicación entre la Universidad y la Industria para aprovechar la tecnología que adquiere la empresa y los resultados de investigaciones realizadas en la universidad.

La globalización, exige a ECOPETROL S.A. una respuesta rápida a los mercados y capacidad de soporte técnico global, por esta razón, visualizando el ámbito laboral en la empresa, las nuevas aplicaciones industriales deben responder a:

- 1) Automatización Industrial integrada a sistemas de comunicación para conformar redes locales.
- 2) Tele presencia: Plantas desatendidas
- 3) Tele servicio: enviar datos, mantenimiento y diagnóstico remoto.

Las necesidades básicas de la empresa permite orientar el carácter de la práctica empresarial y aseguran el interés del estudiante de ingeniería Electrónica en el cumplimiento de los objetivos de la misma, promoviendo el desarrollo de actividades como:

- Optimización de procesos industriales.
- Evaluación de diferentes configuraciones tecnológicas, presentando recomendaciones para la adquisición y/o modificación de equipos con el fin de adaptar y actualizar en los procesos de medición reglamentada según las normas API, tratando de aprovechar los recursos existentes.
- Análisis, diseño e implementación de sistemas de control que respondan a una filosofía de atención al cliente y soluciones a las necesidades del usuario (operador) .
- Análisis de mercado, que le lleve a definir la mejor opción en la adquisición de equipos industriales.
- Gestión de proyectos, en donde el estudiante interactuará con Profesionales en el sector de la industria para la consecución de los proyectos que le son adjudicados.

1.5 ESTADO DEL ARTE EN LA APLICACIÓN DE INGENIERÍAS

El objetivo de los desarrollos de ingeniería en la GCB, es modificar sistemas, desarrollar productos, especificar requerimientos, proponer mejoras para la optimización de procesos y productos, entre otros; que satisfagan las necesidades de los clientes y de los operadores.

Para ello se debe garantizar la calidad del sistema final, lo que hace necesario disponer de un proceso de desarrollo de calidad, definiendo sus actividades y dependencias, así como documentando sus características fundamentales.

Un proceso de desarrollo de ingeniería se define entonces, como el conjunto de actividades necesarias para el desarrollo y optimización de un sistema, planta o equipo. A continuación se describen, brevemente, cada una de las fases identificadas en el modelo de desarrollo de proyectos de ingeniería adoptada por la empresa:

1) Especificación y análisis de requisitos:

En esta fase se establecen los objetivos del sistema, las necesidades de los usuarios o clientes y el dominio de aplicación. Esta fase concluye cuando se dispone de una especificación del sistema a implementar.

En la actualidad, las actividades de esta fase se engloban, en una disciplina denominada Ingeniería de Requisitos (RE). Se define RE como el proceso de adquisición, refinamiento y consulta de las necesidades de un cliente para el diseño, desarrollo y propuesta para la optimización de un sistema.

El término “requisito” se puede definir como:

- (a) Una condición o capacidad que un usuario necesita para resolver un problema o alcanzar un objetivo.
- (b) Una condición o capacidad que debe poseer el equipo o sistema para satisfacer un contrato, norma, especificación, u otros documentos formales.
- (c) Una representación documentada de una condición o capacidad satisfaciendo (a) o (b).

Los requisitos se dividen en funcionales¹, que especifican los servicios que debe proporcionar el sistema, equipo o modificación; y en no funcionales, que especifican las restricciones bajo las cuales deberá operar el sistema (tiempo de respuesta, consumo de recursos, etc.).

2) Ingeniería y Diseño:

Tiene como objetivo la determinación de la arquitectura del sistema, equipo u optimización a realizar, descomponiéndolo en módulos o componentes. Toma como entrada la especificación obtenida en la fase anterior, y concluye cuando se dispone de la documentación de cada uno de los

¹ En este trabajo se hará énfasis en los requisitos funcionales.

módulos, el mecanismo de comunicación entre los componentes del sistema, los algoritmos y las estructuras de datos.

En ECOPETROL S.A esta fase suele presentarse en tres formas:

- Ingeniería Conceptual: Especificación de requisitos operativos y de proceso, documentados para realizar una mejora substancial a una planta o proceso, contiene solo las ideas básicas para la implementación y no posee estudios técnicos avanzados.
- Ingeniería Básica: Especificación de ingeniería, requisitos operativos, de proceso y técnicos, utilizados para el desarrollo de un proyecto de implementación directa en la mejora substancial de un equipo, proceso o planta. Tiene los desarrollos básicos para la implementación, estudios realizados, cotizaciones pertinentes, y si es requerido, las condiciones de contratación y compra.
- Ingeniería de Detalle: Especificación de ingeniería, en donde se especifican al máximo nivel de detalle, las condiciones técnicas y de conexionado, se presentan planos de instalación, ubicación y listados de conformidad. En la GCB estos procesos de ingeniería suelen ser contratados a terceros para no influir en las actividades diarias de los profesionales de la empresa.

3) Desarrollo del proyecto:

A partir de la arquitectura definida en la fase anterior, se implementan los componentes del sistema, se instalan los equipos requeridos, o se realizan las optimizaciones recomendadas, de forma que se acoplen a las necesidades y condicionamientos funcionales normales de la refinería.

4) Pruebas:

El objetivo de esta fase es asegurar que el sistema, equipos o modificaciones implementadas, satisface los requisitos especificados (verificación), y las expectativas del cliente (validación). A este proceso se le denomina proceso de Verificación y Validación (VyV). En primer lugar, se realizan pruebas unitarias de cada uno de los módulos del sistema. Una vez realizadas las pruebas individuales, se añaden gradualmente cada uno de los módulos del sistema, realizando pruebas de integración y acople.

5) Operación y mantenimiento.

Una vez que el sistema, equipo o implementación, ha sido aceptado por el cliente, se instala y se pone en funcionamiento. A partir de aquí comienza una fase de mantenimiento en la que se subsanan errores no detectados en fases anteriores y se realizan modificaciones en el sistema a medida que van surgiendo nuevos requisitos.

En la empresa existen tres tipos de mantenimiento, con características claramente diferenciadas:

- a) **Mantenimiento Correctivo:** Aquel que se ocupa de la reparación una vez se ha producido el fallo y el paro súbito de la máquina o instalación.
- b) **Mantenimiento Preventivo:** Este tipo de mantenimiento surge de la necesidad de anticipar el fallo y todo lo que representa. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos defectuosos.
- c) **Mantenimiento Predictivo:** Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que ésta se produzca mientras se esta operando el equipo. Se trata de adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas, mediante la monitorización supervisión y control en línea.

1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES

Todas las actividades programadas en el plan de trabajo se ejecutaron bajo la directa tutoría de Carlos Arturo Salazar Betancur, Ingeniero Electrónico en los aspectos relacionados con la medición y confiabilidad de la GCB, y bajo la dirección de Sara Isabel Parra Gómez, Ingeniera Química, coordinadora del Grupo de Medición, en los demás aspectos.

Algunas de las actividades desarrolladas se fundamentaron el desarrollo de necesidades básicas de la empresa y en particular del Grupo de medición de la GCB; un resumen de dichas actividades se describen a continuación.

- Realización de las Bases Técnicas para el reemplazo de los densitómetros de la casa de bombas No.8, donde se requería sustituir los equipos de medición radioactivos actuales y especificar los requerimientos para la compra e instalación de nuevos equipos con mejores características para medición de transferencia en custodia.

- Aseguramiento de la medición y confiabilidad de las áreas de transferencia en custodia con el desarrollo de Calibraciones de medidores de flujo de desplazamiento positivo, en campo, con la supervisión directa de los Ingenieros a cargo.
- Calibración de los medidores de flujo con principio de funcionamiento Coriolis.
- Desarrollo de las bases técnicas para la automatización del sistema de drenaje de la vieja estación de GLP o Planta Propano, cuya realización se basó en el aseguramiento del área operativa.
- Auditoria y seguimiento permanente del proyecto “Reemplazo funcional de los computadores de flujo de la casa de bombas No.8 de la G.C.B”.
- Aseguramiento del conocimiento con la realización de instructivos de calibración de medidores de desplazamiento positivo y medidores de flujo másico con principio Coriolis.
- Charla técnica para los Ingenieros Electrónicos del Departamento de apoyo técnico a la producción sobre las características y especificaciones de funcionamiento de los equipos de medición de flujo másico tipo Coriolis.

El cronograma de las actividades desarrolladas durante la Práctica Empresarial se puede apreciar en la Tabla 1:

Tabla 1. Cronograma de las actividades desarrolladas en el Grupo de Medición de la G.C.B de ECOPETROL S.A.

ACTIVIDADES	ANO 2004												Ejec.	Observaciones
	O	N	D	E	F	M	A	J	J	A	S	D		
CENTRAL DE CRUDOS DE CB 8 CALIBRACION DE MEDIDORES DE CASA DE BOMBAS 8													100	Se presencio la calibración y se realizo por lo menos 1 procedimiento cada vez que se disponia producto en la casa bomba, todos con la respectiva supervisión de los encargados. Se debe culminar estas labores antes del 31 de Diciembre.
SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DEL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS COMPUTADORES DE FLUJO													100	Se realiza un seguimiento del alcance del proyecto, se elaboran resúmenes semanales del progreso del mismo y se presenta a los interesados vía mail. Una vez terminado el proyecto se determinan los pendientes y se verifica la conformidad de la entrega.
ELABORACIÓN DE INSTRUCTIVO DE CALIBRACION													100	Se realizo el instructivo teniendo en cuenta la calibración desde los computadores de flujo OMNI.
REALIZACIÓN DE LA INGENIERIA CONCEPTUAL DEL REEMPLAZO DE LOS DENSITÓMETROS													100	Durante el mes de Diciembre se estuvo elaborando la Ingeniería conceptual del reemplazo de los densitómetros en la CB8. Se envió a revisión al departamento de contratación.
CASA DE BOMBAS 1 Y LLENADERO CALIBRACION DE MEDIDORES DE CASA DE BOMBAS 1													100	Se realizo un seguimiento y se colaboro en la calibración en brazos del llenadero con el Probador Volumétrico Tipo Tanque, se implementaron nuevos factores en 5 brazos. Se identifico el procedimiento para posterior actualización.
ACTUALIZACIÓN DE INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACION DE LOS MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO. UTILIZANDO EL TANQUE PROBADOR													100	Se realizo la actualización del instructivo sobre la calibración de los medidores de desplazamiento positivo. La revisión fue realizada por parte del Ing. Carlos Salazar y se esta esperando la aprobación y posterior publicación en el DOCSOPEN.
CASA DE BOMBAS 7 PUESTA A PUNTO PROBADOR CB7													100	Se colaboro con la revisión de todos los trabajos requeridos para la puesta a punto de los probadores. Se verifico la disposición de los repuestos faltantes en el prober de 18". Se colaboro en la reparación y calibración del probador de 12" con los Ingenieros a cargo.
CASA DE BOMBAS 9 CALIBRACIONES DE MEDIDORES MASICOS UTILIZANDO EL PROBADOR COMPACTO DE 12"													100	Se realizaron las calibraciones de 3 medidores masicos en el blending con la colaboración de el técnico de medición y con el Ingeniero de Instrumentos y controles; solo se pudieron hacer 3 calibraciones y quedaron pendientes las calibraciones de las turbinas. Se verifico el procedimiento para la posterior actualización.
GENERACION DE INSTRUCTIVOS (Calibración y formato ecopetrol para Blending)													100	Generación del instructivo de las calibraciones de medidores masicos para el almacenamiento en la CB9
VIENA ESTACION DE GP AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE DESAGUE													100	Generación de los instructivos de las calibraciones de medidores masicos en el blending.
OTROS													100	Se realizo la automatización de este sistema utilizando un medidor ultrasonico y un control programado en el DCS de la estación
TANQUES Y TABLAS DE AFORO													100	Se realizaron comparativos tablas de aforo vs SIO vs Entis. Se organizo el archivo de tablas de aforo conforme a la Norma Documental. Falta la creación de acta para eliminar archivos.
PROBADORES Y EQUIPOS DE MEDICION													100	Se realizaron las verificaciones trimestrales de los Thermoprober y se crearon los registros de uso y mantenimiento preventivo.
CHARLAS SOBRE CUIDADOS DE LAS NUEVAS CINTAS DE MEDICION													100	Se organizo archivo y se crearon las actas de entrega de cintas de medición. Se dejaron archivos para ser actualizados continuamente por el grupo de medición
CHARLAS SOBRE AUDITORIAS													100	Se realizaron charlas sobre el cuidado que se debe tener con las nuevas cintas de medición, sobre como verificar el manual unico de medición y se dejaron registro tanto de la entrega como de las charlas.
CHARLAS SOBRE MEDIDORES MASICOS													100	Se realizaron charlas sobre la auditoria a realizar el día 29 de Dic, con el fin de dar a conocer los cuidados que se les debe realizar a los instrumentos de medición, el manual unico de medición de la empresa, explicación de la auditoria a realizarse, entrega de cintas y thermoprober en algunas de las casa bombas donde hacían falta.
REALIZACION DE TABLA Y ACTA DE HALLAZGOS MENSUALES EN LA GCB													100	Se realizo charla en reunion sistematica con Ingenieros electronicos de soporte del Departamento de Apoyo Tecnico a la Produccion, explicando funcionamiento, mantenimiento y configuraciones generales de los medidores masicos en el Blending En ella se resumen las rondas de medición que se harán mensualmente en la GCB, se realiza un acta en donde se explica a las respectivas dependencias los hallazgos mas representativos para su respectiva solución
ADMINISTRATIVOS CAPACITACION													100	Asistencia a inducción por parte de ECOPETROL. Curso de Medición en ICP. Capacitación en Medición Estática y Dinámica Capacitación en uso de cintas de medición y Thermoprober. Capacitaciones sobre balance masico y manejo de los programas SIO, SAV, SINOPER para la revisión constante del balance. Capacitación en medidores masicos de Blending. Capacitación de nuevo sistema de control en Llenadero de Carrotanque. Capacitación de configuración de los nuevos computadores de flujo OMNI en Casa de Bombas No.8

2. ÁREAS DE TRABAJO.

En este capítulo se dará una breve introducción a las áreas de trabajo del grupo de medición y las áreas en donde se efectuaron los diferentes trabajos de la Práctica Empresarial, que corresponden al “área externa” de la refinería, es decir, que no pertenecen a las áreas correspondientes donde se desarrollan los procesos de refinación como tal.

2.1 CASA DE BOMBAS 8 Ó CENTRAL DE CRUDOS.

El soporte del grupo de medición en esta área se basa en la calibración de los medidores de desplazamiento positivo, en la revisión de la confiabilidad de los equipos electrónicos de medición y los sistemas de control, y el más importante, generar ideas innovadoras para la adecuación de esta casa de bombas de acuerdo con las necesidades de exactitud y precisión recomendadas para transferencia de custodia por el API – MPMS.

Es importante recalcar que esta casa de bombas es la central más importante de la refinería, ya que de esta se obtiene la materia prima para los procesos de refinación y cualquier falla de medición, conllevaría pérdidas de gran magnitud para la refinería influyendo directamente en el porcentaje del balance másico.

Una descripción más detallada de esta central, se realiza en el Capítulo 3.

Figura 1. Vista de la central de crudos.



2.2 LLENADERO DE CARROTANQUES.

El llenadero de carrotanques se encuentra ubicado en el área delimitada entre el Río Magdalena la Casa de Bombas No.1, el casino de alimentos y la entrada principal a la refinería.

Figura 2. Ubicación del Llenadero de carrotanques.



El llenadero de carrotanques es el encargado de despachar algunos de los productos que se obtienen del proceso de refinación, tales como: ACPM, AVIGAS, Gasolinas, Disolventes 1, 2, 3,4, y Combustóleos; está conformado por ocho islas de llenado, cada una de ellas, con cuatro brazos de inyección de fluido y cuatro computadores de flujo Daniel para el control del producto despachado. Las líneas de suministro, provienen directamente de los tanques de almacenamiento ubicados en las distintas áreas de procesamiento y refinación y pasan por un sistema de adecuación y medición de producto conformado por:

- Válvulas de contrapresión para desvío al tanque reserva.
- Filtro de residuos sólidos.
- Medidor de flujo de desplazamiento positivo smith - meter
- Indicador - transmisor de presión.
- Indicador - transmisor de temperatura.
- Regulador de flujo.

Figura 3. Líneas de despacho de producto refinado, Medidor de desplazamiento positivo del llenadero.



Entre los equipos de control electrónicos encontrados en el llenadero de carrotanques se pueden destacar los siguientes:

- Cuatro computadores personales para uso de los operadores.
- Computadores de flujo Daniel DanLoad 6000 para cada una de los brazos de llenado. Los cuales se comunican con los computadores personales de chequeo de peso y control de tiquetes por medio el software de control y supervisión TP- 6000.
- Sistema de control distribuido (DCS - FOXBORO), recientemente instalado, cuya función será inicialmente la de comunicación efectiva con otras áreas de trabajo.
- Computador con software ENTIS para la supervisión de nivel de algunos tanques de almacenamiento.

Figura 4. Computador de Flujo DANIEL.



El soporte del grupo de medición en esta área se basa, de manera similar que en la casa de bombas 8, en la calibración de los medidores de desplazamiento positivo, en la revisión de la confiabilidad de los equipos electrónicos de medición

y los sistemas de control, el aseguramiento del funcionamiento de los computadores de flujo DANIEL, y en la supervisión permanente al funcionamiento del recientemente instalado software de control TP-6000.

El proceso llevado a cabo en esta área de trabajo representa una alta responsabilidad para los ingenieros y operadores a cargo, ya que en el proceso de transferencia de custodia de los productos refinados, se manejan grandes cantidades de dinero. El llenadero de carrotanques es uno de las áreas más importantes en cuanto a seguridad se refiere, Los mecanismos de control electrónico juegan un papel esencial en la supervisión de las cantidades de producto despachado, la elaboración de tiquetes de compra, el sensado del peso de los carrotanques (cuando el carrotanque requiere esta modalidad de despacho).

En los procesos de calibración de los medidores y verificación de los elementos de medición y control del área, se tiene que disponer siempre de los elementos de protección personal (EPP), ya que los productos livianos, tales como el AVIGAS y los disolventes pueden causar daños perjudiciales para la salud.

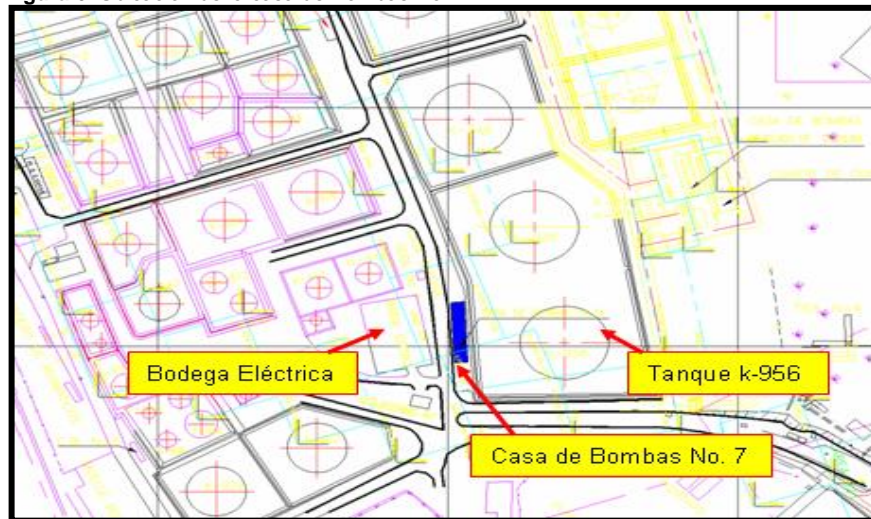
Figura 5. Vista del Llenadero de Carrotanques.



2.3 CASA DE BOMBAS 7.

La Casa de Bombas No. 7 (CB7) se encuentra ubicada en el área delimitada entre la Bodega Eléctrica, y el tanque k-956, contigua a la vía principal que conduce a la Departamento de Apoyo Técnico a la Producción.

Figura 6. Ubicación de la casa de Bombas No. 7.



Esta casa de bomba se encuentra actualmente fuera de servicio, en lo que a medición local se refiere, ya que los medidores de desplazamiento positivo allí instalados no se encuentran en funcionamiento. Por el momento se está en un proceso de adecuación y actualmente no representa un área de transferencia de custodia. En esta casa de Bombas se efectuaron las labores de reparación y posterior calibración del Probador compacto de 16”.

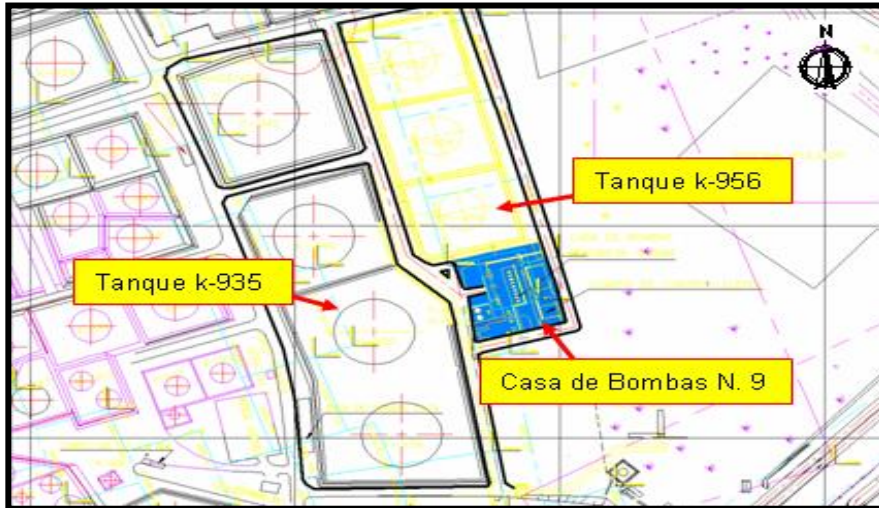
Figura 7. Vista del Llenadero de Carrotanques.



2.4 CASA DE BOMBAS 9.

La casa de Bombas No.9 o Blending¹ de productos medios se encuentra en el área delimitada por los tanques K-956 y k-935. En esta nueva Casa de Bombas se ejecutan los procesos de mezcla de productos intermedios tales como las Naftas y Combustóleos, con el fin de encontrar mejores características en los productos y ser más eficientes en la combinación de productos para generar gasolinas de alta calidad.

Figura 8. Ubicación de la Casa de Bombas No. 9.



Esta nueva planta, tiene los últimos avances en tecnología de control de procesos con la inclusión del sistema de control distribuido de ABB, con el cual se programan las mezclas, manejando, en tiempo real, la apertura y cierre de las válvulas MOV's, controlando el funcionamiento del mezclador estático, supervisando la presión y temperatura de fluido, así como las características químicas de los diferentes productos.

¹ Blending: Proceso de mezcla de productos con ciertas características químicas para lograr mejoras específicas.

Figura 9. Líneas de Medición de la casa de Bombas No.9.



La Casa de Bombas No 9. no pertenece al área de trabajo del Grupo de Medición, debido a que los procesos que se llevan a cabo en ella, no se identifican con la transferencia de custodia.

La medición de flujo en la casa de bombas No. 9 se realiza utilizando el principio Coriolis que se implementa a través de los equipos de medición de MICRO MOTION®, por lo que, el grupo de medición dedico uno de los objetivos de la Práctica Empresarial al reconocimiento de las características de estos medidores, la capacitación en la operación y mantenimiento de los equipos, la calibración y posterior desarrollo de los instructivos de calibración de los mismos.

Figura 10. Vista de la Casa de Bombas No. 9.



2.5 VIEJA ESTACIÓN DE GLP Ó PLANTA PROPANO

El soporte del grupo de medición en está área se basa en la optimización general de la medición, en la revisión de la confiabilidad de los equipos electrónicos de medición y los sistemas de control. Una descripción más detallada de esta estación se realiza en el Capítulo 4.

Figura 11. Vista de la Vieja Estación (VEGLP) de GLP o Planta Propano.



3. REALIZACIÓN DE LAS BASES TÉCNICAS PARA EL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS DENSITÓMETROS DE LA CASA DE BOMBAS No. 8

En este capítulo, se presentará el desarrollo de ingeniería realizado para el cumplimiento de los objetivos propuestos, al igual que el desarrollo final de las Bases técnicas para la el reemplazo funcional de los densitómetros en la central de crudos.

En la siguiente tabla, se da a conocer un resumen del desarrollo de ingeniería y las actividades ejecutadas, que se identificaron con el ejercicio de la labor realizada.

Tabla 2. Actividades realizadas para el desarrollo de ingeniería en la Central de Crudos.

DESARROLLO DE INGENIERIA	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
Especificación y análisis de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar las condiciones del área y de los equipos de la central de crudos. • Identificar las necesidades básicas para la medición de densidad en la central de crudos, sus características más importantes y su caracterización como punto de transferencia en custodia. • Revisar las características funcionales de los equipos actuales, identificando fallas, condiciones actuales de operación y mantenimiento, verificando la viabilidad del equipo a futuro, representado en costos y disposición de repuestos, identificar si estos equipos cumplen con las características para transferencia en custodia esperadas. • Presentar la justificación para el desarrollo del proyecto. • Realizar un sondeo de mercado, para indagar por equipos que se acoplen a las características funcionales requeridas, cotizaciones, entre otros. • Teniendo en cuenta las características de instalación de los equipos revisados, establecer los requerimientos básicos para la adecuación de los mismos. • Establecer las necesidades para la disposición de los equipos radioactivos actuales. • Gestionar la visita de funcionarios de Ingeominas para la revisión de emisividad y fugas de radiación en los equipos actuales. • Definir el alcance y resultado del proyecto.

	<ul style="list-style-type: none"> • Presentar las bases técnicas para la contratación del reemplazo funcional de los densitómetros de la central de crudos, para revisión y disposición final en contratación.
Ingeniería y Diseño	No aplica
Desarrollo ó implementación:	No aplica
Prueba.	No aplica
Operación y mantenimiento.	No aplica

Con la consecución de las actividades anteriormente descritas, se logró el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Tabla 3. Comparación de objetivos para las bases técnicas del reemplazo de los densitómetros.

OBJETIVOS ECOPETROL S.A.	OBJETIVOS UIS⁹
<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de procesos industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y dar solución a problemas concretos en el área electrónica, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de mercado, que lleve a definir la mejor opción en la adquisición de equipos industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicarse adecuadamente con los miembros de la comunidad científica y tecnológica.
<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de bases técnicas para contratación de equipos industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y dar solución a problemas concretos en el área electrónica, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas. • Administrar en forma óptima los recursos técnicos, humanos físicos y financieros requeridos en los proyectos y empresas en que intervenga o que promueva. • Asimilar la literatura técnica del área electrónica a incluso la que se publique en idiomas extranjeros. • Actualizar permanentemente los conocimientos científicos y tecnológicos.

La densidad se define como la masa por unidad de volumen de un material. El término es aplicable a mezclas y sustancias puras y a la materia en el estado sólido, líquido, gaseoso o de plasma. Las unidades comunes de la densidad son gramos por centímetro cúbico y slugs o libras por pie cúbico. La densidad relativa

⁹ Objetivos acorde a la presentación de Prácticas Empresariales en la Universidad Industrial de Santander.

(gravedad específica) de un material se define como la razón de su densidad a la densidad de algún material estándar, como el agua a una temperatura especificada, por ejemplo, 15.56°C (60°F), o bien, para los gases la base puede ser aire a la temperatura y presión estándar. Otro concepto relacionado es el peso específico, que se define como el peso de una unidad de volumen del material.

La densidad de todas las sustancias depende de la temperatura; en el caso de los gases, de la temperatura y la presión. La temperatura utilizada como base para determinar o reportar valores de la densidad no es la misma para todas las sustancias. Para los sólidos, 0°C (32°F) es la temperatura preferida; para muchos líquidos, la temperatura de referencia es 15.56°C (60°F), y para los gases, 32°F y una presión de 0°C y 760 mm Hg o 101.325 kilopascales (29.921 in Hg) se utilizan para la mayor parte del trabajo científico y para las tablas de datos sobre gases.

En el caso de un sólido, si la muestra tiene una forma regular, como un cubo o un cilindro, puede determinarse su volumen por medidas lineales. La masa de la muestra se determina pesándola en una balanza adecuada; entonces este peso dividido entre el volumen da la densidad. Normalmente el peso se determina en el aire, y éste es el valor de la densidad en el aire o densidad aparente. Al hacer un ajuste por el efecto de empuje del aire sobre el peso de la muestra (y también sobre las pesas si se utiliza una balanza analítica) se obtiene la densidad real.

Un segundo procedimiento, aplicable a muestras de forma irregular, así como regular, consiste en pesar la muestra en el aire y a continuación suspenderla en un líquido de densidad conocida. El volumen de la muestra es igual a su pérdida de peso en el líquido dividida entre la densidad de éste. Tal es el método de la pesada hidrostática. Inversamente, es posible determinar la densidad de un líquido pesando en su seno un peso de masa y volumen conocidos.

Un método para determinar la densidad de un gas es vaciar por completo un recipiente ligero, pero resistente, de tamaño adecuado, cuyo volumen interior se conoce. Se pesa el recipiente que se ha vaciado, se llena con una muestra del gas y después se pesa una vez más. Por supuesto, debe conocerse la presión y temperatura de esta muestra de gas.

Para conocer y registrar la densidad o densidad relativa (gravedad específica) de una corriente de líquido o gas puede emplearse un densitómetro o gravitómetro.

La creciente demanda de valores exactos de la densidad de fases y sistemas ha generado un gran esfuerzo hacia la mejora de la tecnología de las mediciones necesarias. Han surgido dos métodos, el del oscilador o vibrador y el magnético, los cuales eliminan la mayor parte de las dificultades anteriores que estaban asociadas a las determinaciones rápidas y exactas sobre sistemas líquidos.

En el método del oscilador, la densidad de una muestra se relaciona con el cambio en la frecuencia de resonancia f de un tubo (hecho de vidrio especial o de cuarzo) que vibra lateralmente. Esta frecuencia es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa m del tubo y su contenido.

Los instrumentos que aplican el método magnético se llaman densitómetros magnéticos. Este densitómetro es un dispositivo por medio del cual un diminuto ($<10 \text{ mm}^3$ o 0.4 in) cilindro ferromagnético, dentro de una cubierta de vidrio o plástico, se sostiene a una altura precisa dentro de un medio, mediante un solenoide controlado por un sistema servo, en el circuito de un sensor de altura. La cubierta y el material ferromagnético constituyen una boya o flotador.

A continuación se presentan las bases técnicas para el reemplazo funcional de los densitómetros de la central de crudos, que corresponden a la especificación de requisitos presentada para el grupo de medición de la empresa, cuyo destino final será la contratación de las obras requeridas.



BASES TÉCNICAS PARA EL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS DENSITOMETROS EN LA CASA DE BOMBAS No.8 DE ECOPETROL GCB.

3.1 OBJETO.

El presente documento contiene las condiciones generales, mediante las cuales se registrará el contrato para el desmantelamiento de los equipos existentes, suministro, adecuaciones, instalación, capacitación y garantías para el reemplazo funcional de los densitómetros de la casa de bombas No. 8 (central de crudos) de la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB), para medición de transferencia en custodia de la densidad, con indicación en °API para los productos líquidos que se reciben allí, teniendo en cuenta las facilidades que se tienen en los Computadores de flujo OMNI 6000 ubicados en el cuarto de control, según las normas, requisitos y lineamientos que se encuentren en esta especificación, instrucciones de montaje y conexión dadas por los fabricantes de los elementos a instalar, al igual que los documentos contractuales y prácticas de construcción y montaje, bajo los principios de buena fe, transparencia, economía, responsabilidad, equidad, planeación, calidad y responsabilidad social y ambiental.

Este documento debe entenderse como las bases técnicas para la contratación de los trabajos y es del alcance del Contratista validar toda la información aquí

suministrada para que desarrolle la ingeniería detallada que deberá entregar, al igual que la actualización final conocida como documentos As-Built.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El reemplazo de los densitómetros Kay-Ray® (cuyas especificaciones se pueden ver en el **(ANEXO 1)** se hace necesario, ya que los equipos y sus repuestos actualmente no son soportados por el fabricante, dificultando y afectando la confiabilidad y viabilidad en el futuro de los mismos. Adicionalmente, el principio de medición radioactivo de estos medidores, no es recomendado.

3.3 GENERALIDADES.

3.3.1 Terminología Utilizada

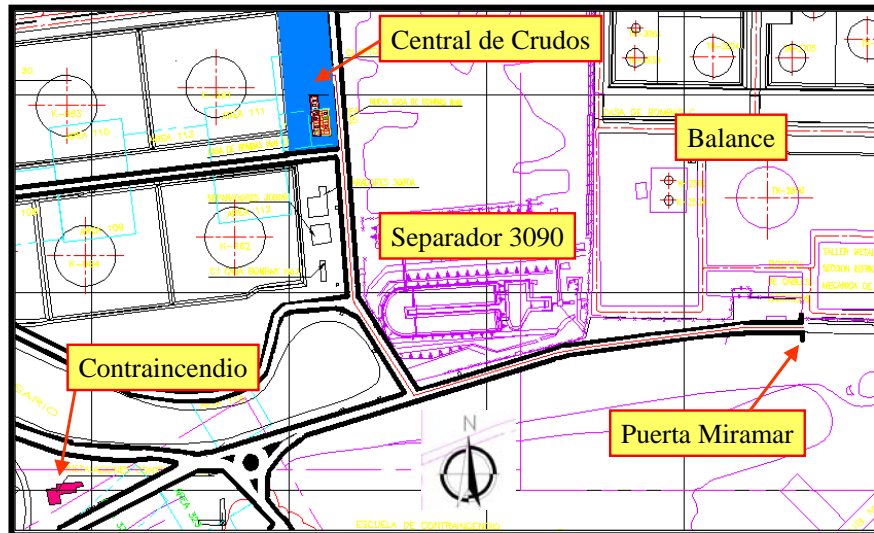
- **BACHE:** Lote de producto de las mismas características, planeado para entrega o recibo.
- **GRAVEDAD ESPECÍFICA O DENSIDAD RELATIVA:** es la relación de la densidad del líquido a cierta temperatura con respecto a la densidad del agua a una temperatura normalizada o de referencia. Los requerimientos de temperatura para líquidos son dados por la expresión “Gravedad específica” 60/60 ° F. La gravedad es un factor que determina un criterio de calidad en crudos, la cual esta correlacionada con otras propiedades y ayuda a dar una composición aproximada de hidrocarburo y calor de combustión.
- **GRAVEDAD API:** es una forma de expresar la densidad de un líquido en una escala de 0-100 para una fácil comparación.
- **DENSITÓMETROS:** Instrumento utilizado para determinar la densidad, gravedad específica o grados API en forma continua o baches discretos sobre una línea o tren de medición.
- **COMPUTADOR DE FLUJO:** Es el equipo encargado de realizar la medición sobre las cantidades de producto recibidas o entregadas en el área, realizando las adecuadas compensaciones según las condiciones de temperatura, presión y densidad que hayan en el momento de los recibos y entregas en tiempo real.
- **CONTRATISTA:** Será el proponente que se escoja para la ejecución de trabajos.

- INTERVENTOR: Será el grupo de personas que sea designado por ECOPETROL S.A. para llevar a cabo la verificación de los procesos técnicos y legales para el desarrollo de los trabajos.
- TREN DE MEDICIÓN: Conjunto de instrumentos que garantizan la medición adecuada en una línea de recibo y/o entrega de productos, con equipos tales como contador volumétrico o másico, medidor de temperatura, presión y densidad.

3.3.2 Localización y generalidades de la Estación

La casa de bombas No 8 (CB8) o central de crudos se encuentra ubicada en el área delimitada entre la estación de contra-incendios y las unidades de balance de la GCB, contigua a la vía principal que conduce a la puerta Miramar.

Figura 12. Ubicación Casa de Bombas No. 8.



La casa de Bombas No. 8 es la central de recibo de materia prima, en ella se reciben aproximadamente 245.000 barriles de crudo diariamente, por medio de las diez líneas de recibo de los diferentes proveedores. Entre las diferentes tareas que revisten de gran responsabilidad, los operadores de la casa de bombas No. 8 están encargados de la supervisión del recibo de crudo, la coordinación y control del alineamiento manual hacia los diferentes tanques de almacenamiento, la revisión de la calidad del crudo recibido por medio de la supervisión de los elementos de medición electrónicos dispuestos para tal finalidad, la elaboración de tiquetes por medio de la manipulación de los computadores de flujo, entre otras. Cada una de las líneas de recibo de crudo esta compuesta por diferentes instrumentos de medición y adecuación de flujo como:

- Filtro de residuos sólidos.
- Desaireador.
- Válvula de contrapresión.
- Medidor de Flujo de desplazamiento positivo.
- Sistema toma-muestras.
- Indicador - transmisor de presión.
- Densitómetro.
- Indicador - transmisor de temperatura.
- Válvulas Mov's de doble sello y purga para desvío de crudo al probador.

Figura 13. Líneas de recibo de crudo y medidor de desplazamiento positivo.



En el cuarto de control se encuentran los equipos electrónicos de supervisión y control tales como:

- PLC Ge-Fanuc: Utilizado como GATEWAY de comunicaciones entre las diferentes casa de bombas y la central de crudos. Junto con el HMI CIMPLICITY conforman el sistema SCADA para la supervisión del proceso de recibo.
- Computador de flujo ELLIOT: Existían diez computadores de flujo ELLIOT que fueron reemplazados recientemente por cuatro computadores de flujo OMNI, unas de las principales funciones de Computadores de Flujo es adquirir las señales de los diferentes instrumentos de medición de las líneas, y compensar la medición, por temperatura y presión. Igualmente es el encargado de elaborar los tiquetes de recibo, controlar el funcionamiento de los toma-muestras, implementar el Meter Factor en la corrección de la medición de cantidades volumétricas.
- 2 Computadores personales para supervisión del proceso.
- Computador con software ENTIS para la supervisión de la telemetría en los tanques de almacenamiento.

Figura 14. Cuarto de control CB8, Gabinete de los computadores de flujo OMNI, PLC de la central.



3.3.3 Condiciones ambientales y área de trabajo

Las condiciones ambientales de las unidades son consideradas severas, los aspectos principales que se deben tener en cuenta son:

* Temperatura al sol	95 a 111.2°F (35 a 44°C)
* Temperatura a la sombra	84.2 a 104°F (29 a 40°C)
* Presión Atmosférica	740 a 760 mm.Hg
* Caída máxima pluviométrica (1 hora)	200mm
* Caída máxima pluviométrica (24 horas)	700mm
* Humedad relativa	70 a 90%
* Interferencia de radiofrecuencia	50 volt./mt @ 27-900 MHz
* Velocidad del aire	Superior a 300 ft/min (1.5m/s)
* Dirección dominante del viento	S.E.
* Nivel sobre el nivel del mar	100 metros.

Los equipos serán instalados directamente en los trenes de medición en el campo por lo que **deberán soportar condiciones extremas.**

3.3.4 Idioma

El idioma Español será utilizado en la documentación contractual que genere la parte legal y comercial.

3.3.5 Formatos

Toda información suministrada por el proveedor y/o fabricante debe estar consignada en formatos estandarizados por la norma ISA (Instrument Society of

America) que aplique para cada caso en particular. Los siguientes son algunos de los tamaños que se deben tener presente para la elaboración de planos:

* Tamaño A	8 1/2"	X	11"
* Tamaño B	17"	X	11"
* Tamaño C	22"	X	11"
* Tamaño D	22"	X	34"
* Tamaño E	34"	X	44"

3.4 DOCUMENTOS APLICABLES

3.4.1 Normas, Recomendaciones y Certificaciones

El diseño y la terminología de los densitómetros como su instalación y puesta en marcha deberán estar en concordancia con la última revisión de los siguientes códigos y estándares:

- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- Institute of Electrical Electronic Engineers (IEEE)
- National Electrical Code (NEC)
- International Standard Organization (ISO/OSI)
- American Petroleum Institute (API)
- Installation of Refinery Instruments and Control System (API RP 550)
- Manual of Petroleum Measurement Standards
- Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures (IEC 529)
- Basic Enviromental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment (IEC 68/2).
- Instrument Society of America (ISA)
- Graphic Symbols for Distributed Control System (ISA S5.3.)
- Instrumentation Symbols and Identification (ISA S 5.1)
- Graphic Symbols for Distributed Control Systems (ISA S 5.3)
- (ISA S 5.4)
- Prácticas básicas de la EXXON (BP 15-12-1 Alambres y Cables)
- Deutsche Industrie Normen (DIN)
- Manual Único de Medición de ECOPETROL S.A

En caso de discrepancia entre los códigos referentes a un mismo aspecto, prevalecerá aquel cuyos requerimientos sean más estrictos desde el punto de

vista de seguridad y de operación del proceso.

3.4.2 Documentos entregables por ECOPETROL S.A.

Al comenzar los trabajos y durante la ejecución de los mismos, ECOPETROL S.A. suministrará toda la información que se considere necesaria para las reformas del caso, tales como las aplicaciones, adecuaciones y equipos existentes, lo cual será de carácter confidencial y en ningún momento podrán ser utilizadas para otras aplicaciones del CONTRATISTA sin la autorización de ECOPETROL S.A.

3.4.3 Documentos entregables por el CONTRATISTA

Toda la información técnica se debe suministrar en un mínimo de un original y tres (3) copias. Esta información debe contener como mínimo lo siguiente:

- Suministro de los manuales de usuario, instalación y mantenimiento preferiblemente en español.
- Suministro del listado de repuestos mínimos necesarios para la correcta operación del instrumento, con sus respectivos nombres, códigos y referencias.
- Instructivo en español para la revisión, mantenimiento y calibración.
- Hoja de especificaciones (DATA - SHEETS), informando las condiciones de operación de los equipos (temperatura, humedad relativa, vibración, etc).
- Lista de Chequeo y verificación de todas las instalaciones y configuraciones realizadas.
- Protocolo de pruebas.
- Planos de instalación.
- Planos de conexión de instrumentación.
- Planos de acometida eléctrica.
- Instaladores originales de las aplicaciones montadas y backups de las configuraciones utilizadas.
- Diagrama de flujo para el diagnóstico y solución de falla (Troubleshooting chart).
- Información para la operación y el mantenimiento, en medio magnético y en papel (ver detalles en requerimientos en el programa de Capacitación).
- Documentación de las modificaciones realizadas en cualquiera de los sistemas que se intervinieron.
- Elaboración y entrega de planos "as-built" de todos los trabajos realizados.

En general, el proveedor entregará al personal de ECOPETROL S.A, toda la información de consulta, necesaria para garantizar la buena operación y funcionamiento del equipo.

3.5 ALCANCE Y RESULTADOS

El **CONTRATISTA** deberá realizar con carácter obligatorio:

- 1) Ejecutar los trabajos de dismantelamiento de los densitómetros KAY-RAY® actuales (los cuales contienen fuentes radiactivas de Cesio 137) y será responsable de cumplir con los lineamientos y normas exigidos por INGEOMINAS, único ente encargado para asuntos de seguridad nuclear en Colombia. La revisión de emisividad y fugas de los equipos (**ANEXO 2**) fue realizada por INGEOMINAS en Febrero de 2005 y demuestra que los equipos están en óptimas condiciones para su transporte y almacenamiento.

ECOPETROL S.A. dispone de un lugar para almacenar temporalmente dichas fuentes en la ciudad de Facatativa (Cundinamarca), el transporte y aseguramiento del mismo desde la GCB hasta dicha ciudad, será responsabilidad del CONTRATISTA con la debida supervisión y aprobación de INGEOMINAS.

Adicionalmente se deberá planear y ejecutar un plan de contingencia para todos los trabajos (incluyendo traslado y ubicación en Facatativa) de los equipos radioactivos, que garantice la salud y seguridad de todos los responsables del trabajo, de los trabajadores de ECOPETROL S.A. y de la comunidad en general. Se deberán asegurar los equipos ante cualquier eventualidad en su transporte.

Todos los trabajos de dismantelamiento deberán ser igualmente verificados por los especialistas de seguridad industrial HSE¹⁰ de ECOPETROL S.A. quienes deberán tener conocimiento de la totalidad de las tareas a efectuar.

Realizar informes de seguimiento permanente de los equipos de acuerdo a los entregados por el grupo de seguridad nuclear hasta que lleguen a su ubicación final, con el fin de dar conocimiento a ECOPETROL S.A. del traslado seguro de los mismos.

Asegurar la disposición final de los elementos retirados, tales como tarjetas, cableado, y partes restantes de los equipos actuales, todo con el aval y revisión por parte de ECOPETROL S.A. y la interventoria del contrato.

- 2) Suministrar los 10 nuevos equipos para medición de densidad que cumpla la totalidad de las siguientes especificaciones:
 - a) El material con el que se compone el equipo no será en NINGÚN caso perjudicial para la salud de los trabajadores de ECOPETROL S.A.
 - b) El equipo tendrá facilidades para su limpieza y operación directa.

¹⁰ HSE: Health Security Enviroment, departamento de seguridad industrial en ECOPETROL S.A.

- c) La frecuencia de recalibración – verificación de los equipos suministrados deberá ser superior a 5 meses.
- d) Los equipos a instalar deberán cumplir con la norma vigente API MPMS Capítulo 9. en cuanto a precisión para transferencia en custodia, con una repetibilidad de $\pm 0.0005 \text{ gr./cm}^3$ sobre el rango de las condiciones de proceso.
- e) El CONTRATISTA deberá tener en cuenta las señales de error que posea el instrumento y la indicación de estas en el computador de flujo OMNI.
- f) Cada densitómetro tendrá la capacidad de entregar la señal requerida por los computadores de flujo OMNI 6000 en tiempo real y sumamente confiable, para que dicho computador realice los cálculos necesarios obteniendo y presentando la gravedad específica (SG) y el API a 60°F.
- g) Los equipos deberán tener la capacidad para manejar cambios repentinos de baches y condiciones externas extremas.
- h) El equipo deberá acoplarse en rango, instalación, adecuaciones, a las todas las condiciones operativas que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 4. Condiciones operativas de las líneas en la Central de Crudos.

LINEA	PRODUCTO	DIAMETRO	GRAVEDAD D (°API)	TEMPERATURA NOMINAL (°F)	PRESION	RATA DE FLUJO (BPH)
3851-52-56	MEZCLA VASCONIA	L/20"	23-25	90	20-80	3500-9000
3851-52-56	CUSIANA	L/20"	42-44	90	20-80	3500-1000
3851-52-56	CUPIAGUA	L/20"	44-45	90	20-80	3500-1000
3853	LCT CENTRO	L/10"2	24-24.5	90	20-30	2000-3500
3853	HCT CENTRO	L/10"3	28-30	90	20-30	2000-3500
3854	PAYOA	L/8"1	23-29	90	20-30	2000-3500
3854	PROVINCIA	L/8"2	23-23.5	90	20-30	2000-3500
3855	M. AYACUCHO	L/14"	33-33.5	90	20-30	2000-3500
3855	ISLA 6	L/14"1	20-20.4	90	20-30	2000-3500
3855	CAÑO LIMON	L/14"2	28-29.4	90	20-30	2000-3500
3857	OMIMEX	L/10"4	19.6-20	90	20-30	2500-3000
3858	CASABE	L/10"1	20-21.2	90	20-30	2000-3500
3859	GALAN	L/6"1	20-21	90	20-30	500-2000
3860	M. DOL/CAR	L/18"2	20-22	90	120-150	1000-3000

Esta tabla esta sujeta a modificaciones por parte de operaciones ECOPETROL S.A. GCB.

Adicionalmente se requiere capacidad para manejar productos alternativos como ACPM, GASOLINA y AGUA. La presión de proceso de la línea puede variar de 50 a 100 psi de acuerdo con la rata de flujo y con el sistema de bombeo.

El CONTRATISTA deberá tener en cuenta que la casa de bombas 8 es una unidad de recibo de estaciones remotas que usan bombas de alta presión para poder impulsar el crudo hasta 200 kilómetros es por lo tanto que se tendrá que realizar una evaluación cuidadosa para colocar restricciones en la tubería de la estación, ya que estas pueden presionar la línea aguas abajo y así presentar graves problemas de hidráulica.

- i) Los equipos tendrán que soportar la influencia de la vibración de las líneas cuando éstas se encuentren en operación, por lo tanto, el CONTRATISTA deberá suministrar e instalar las adecuaciones y protecciones necesarias para evitar que ocurran ya sean fallos en la medición, interferencias, o dialogo cruzado. Se tendrá que demostrar con certificados y comparaciones, que las condiciones de operación no influyen en la toma y migración de los datos hacia los Computadores de Flujo.
 - j) Los nuevos equipos serán debidamente instalados por el Contratista, de tal forma que estén protegidos con sistemas de aterrizamiento adecuados, si los previstos por ECOPETROL S.A. no son suficientes a criterio del Proponente, el cual, a su vez, dará garantía sobre los equipos, con la instalación con que finalmente los deje montados.
 - k) Los densitómetros deben estar debidamente calibrados por el CONTRATISTA o por un tercero que tenga un aseguramiento del proceso, completamente acreditado y certificado por los organismos y normas vigentes (normas API) y se deben entregar documentadas las ecuaciones correspondientes a los factores de calibración de cada uno de los equipos, con sus respectivos parámetros de configuración y constantes de calibración respectivas. Por otra parte se deberán entregar los procedimientos y frecuencias requeridas para la verificación o recalibración de los equipos.
- 3) Elaborar el diseño detallado para la ubicación e instalación de los nuevos densitómetros así como un plan de trabajo para la adecuación de los nuevos carretes de tubería que están en poder de ECOPETROL S.A., previo a todos los trabajos de instalación, con el fin de dar una revisión formal por parte de los especialistas de ECOPETROL S.A. y la interventoria de obra, teniendo en cuenta las condiciones de proceso, especificaciones del fabricante, normas establecidas vigentes y condiciones por parte del área operativa de la casa de bombas 8.

4) Adecuación de tubería:

- a) Realizar los trabajos de desmantelamiento de los tramos especificados por la revisión del punto 3, y adecuarlos (facilidades en tubería) para la instalación de los instrumentos de medición de temperatura, presión y densidad. Los sensores y transmisores de temperatura y presión actuales, serán removidos y se pondrán a disposición de ECOPETROL S.A. mientras se realizan los trabajos de adecuación de la tubería fuera de línea.
 - b) Instalar los nuevos carretes de tubería sobre la línea de acuerdo a los planes realizados y revisados en el punto 3. Realizar sobre la tubería los trabajos de pintura e identificación. Instalar y conectar nuevamente los sensores y transmisores de presión y temperatura existentes.
 - c) Todos los trabajos de desinstalación e instalación de tubería se deberán efectuar sin que perjudiquen la operación. El tiempo ideal de entrega será de 1 (un) día por línea. Las actividades de instalación, adecuaciones mecánicas, y conexiónado serán efectuadas con extrema precaución y **coordinación con el área operativa** y se realizarán mientras la casa de bombas está en plena operación, teniendo en cuenta que la Casa de Bombas No.8. permanece en actividad las 24 horas del día.
- 5) Instalar los nuevos equipos sobre los nuevos carretes de tubería asignados, presentando individualmente los costos y tiempo de ejecución detallados para ello. El Contratista deberá instalar los equipos, teniendo en cuenta las recomendaciones hechas por los ingenieros de ECOPETROL S.A. normas vigentes aplicables, las características propias del proceso, las condiciones ambientales y su propia experiencia con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del mismo de acuerdo a las aplicaciones de **transferencia en custodia**. En la instalación el CONTRATISTA tendrá en cuenta:
- a) Los nuevos densitómetros se deberán instalar sin realizar cambios substanciales que perjudiquen la operación en una línea en particular por más de 1 (un) día. Las actividades de instalación, adecuaciones mecánicas, eléctricas, electrónicas o de instrumentación serán efectuadas con extrema precaución y **coordinación con el área operativa** y se realizarán mientras la casa de bombas está en plena operación, teniendo en cuenta que la Casa de Bombas No8. permanece en actividad las 24 horas del día.
 - b) En los trabajos de instalación de los equipos se deberá tener todas las facilidades para su ubicación en todos los trenes de medición, igualmente las adecuaciones para realizar la verificación en sitio, purgas del equipo y facilidades para remoción en caso de fallo permanente.
 - c) La instalación de los densitómetros, garantizará la confiabilidad de la

operación asegurando y demostrando que la medida tomada por los equipos es realmente representativa.

- d) La ubicación y adecuaciones de los equipos NO permitirán la sedimentación del producto en los ductos internos del instrumento de medición.
 - e) El CONTRATISTA suministrará e instalará un nuevo cableado tanto para la alimentación independiente de cada uno de los equipos como para la comunicación de los mismos con los computadores de flujo OMNI 6000.
 - f) El CONTRATISTA deberá evaluar y verificar las facilidades actuales, suministrar e instalar todos los accesorios necesarios para el conexionado y organización del cableado de los densitómetros, tales como borneras, regletas, canaletas (si se necesitan), marquillas, placas de identificación en bajo relieve, tortillería, etc.
 - g) Es parte del alcance del Contratista realizar el suministro, instalación y trabajos para que los equipos establezcan conexión directa y efectiva con los computadores de flujo OMNI 6000, cuyas especificaciones técnicas y de comunicación se encuentran en el **ANEXO 3**, para efectos de verificación de los tipos de entradas, posibles salidas y conexiones generales. Para esta última conexión se deberá conservar la medición sin ningún dispositivo adicional de conversión, a fin de minimizar el error y tener una mayor disponibilidad de la señal en el Computador de Flujo, teniendo en cuenta los tipos de señales de entrada disponibles en éste (preferiblemente pulsos). En caso de requerir ampliación de hardware en el Computador de Flujo, será del alcance del Contratista, previa aprobación del diseño por parte de ECOPETROL S.A.
 - h) El tipo de instalación utilizado en el área es Explosion-Proof (tubería, cajas y sellos). Se deberá revisar el estado y disponibilidad de estas facilidades para completar la ingeniería y construcción que sean necesarios a fin de llevar las señales de campo al cuarto de control, cumpliendo con las normas que para esta filosofía de instalación se requieran.
 - i) Realizar todo el marquillado e identificación para fácil localización de los equipos y cables acorde con los planos que se entreguen.
- 6) Realizar la configuración y puesta en servicio de los nuevos equipos y garantizar su funcionalidad con las condiciones del proceso, los equipos y facilidades existentes en la Casa de Bombas No 8 de la GCB.
- 7) Realizar la calibración o verificación de los nuevos densitómetros en SITIO, con la supervisión directa de los ingenieros de ECOPETROL S.A.

- 8) Capacitación (refiérase al punto 3.6.3) y entrega final de toda la documentación exigida por estas bases.

3.6 CONDICIONES

La totalidad de los trabajos que se encuentren en estas bases técnicas, deberán estar regidos y fundamentados en las siguientes condiciones generales.

- a) El CONTRATISTA deberá cerciorarse sobre el alcance del proyecto y su total magnitud. En su oferta deberá contemplar todas las actividades, con los correspondientes costos, necesarios para la ejecución del contrato.
- b) El CONTRATISTA será responsable de comprobar la información suministrada por ECOPETROL S.A, además de todos los servicios no indicados en las especificaciones, pero necesarios para lograr los objetivos del proyecto.
- c) Los dispositivos de medición propuestos y las adecuaciones realizadas, en ningún caso deberán desmejorar ninguna de las características operacionales del sistema actual, por el contrario, deberá proveer mejor desempeño y ser más versátil en su operación.
- d) Para la implementación de los nuevos densitómetros, se deben tener en cuenta todos los procedimientos y normas, establecidos por ECOPETROL para garantizar la seguridad de la operación, las instalaciones y las personas que intervengan en los mismos.
- e) El CONTRATISTA deberá entregar un plan detallado de los trabajos a realizar considerando los riesgos en cada uno de ellos y consignados en los formatos vigentes de ATS, hasta lograr la aprobación y permisos de Operaciones por parte de ECOPETROL S.A - GCB.
- f) La oferta deberá ajustarse a los tiempos de entrega reflejados en el cronograma elaborado por ECOPETROL S.A GCB del **ANEXO 4**, además el CONTRATISTA deberá entregar un plan de trabajo detallado para evaluar este cumplimiento (incluyendo el recurso humano) y logística para la implementación en línea con la operación, dependiendo esencialmente de las recomendaciones dadas por el área operativa de la planta.
- g) Para la ejecución de los trabajos, ECOPETROL S.A. no suministrara ningún elemento ni herramienta, salvo los carretes de tubería de 10" dispuestos para

la instalación de los densitómetros. Todos los equipos necesarios para la correcta y óptima ejecución de los trabajos deberán ser suministrados por el CONTRATISTA.

- h) El CONTRATISTA deberá demostrar con certificados, el nivel de capacitación y entrenamiento de TODO su personal en la realización de estos trabajos y la experiencia de esta firma en por lo menos 2 trabajos similares.

3.6.1 Pruebas de aceptación y garantías:

- Pruebas operacionales: Se buscará el visto bueno a nivel operacional de los equipos.
- Pruebas técnicas: Eficiencia en las comunicaciones con los equipos y los sistemas internos.
- Pruebas de seguridad: El personal CONTRATISTA y el de ECOPETROL S.A. deberá realizar todas las posibles operaciones sobre los equipos en busca de puntos vulnerables en la operación. Estas pruebas son muy importantes ya que asegurarán la confianza en el sistema.

El CONTRATISTA deberá además:

- Elaborar el protocolo pruebas de aceptación tanto en fábrica (FAT) como en sitio (SAT) de los equipos a instalar y entregarlos a ECOPETROL S.A. con una semana de anticipación a las pruebas para revisión y posibles cambios que puedan surgir.
- Garantizar TODOS los equipos y facilidades incluidas dentro del alcance del suministro contra defectos de material, diseño, acabados, instalación y fabricación por lo menos durante 2 (dos) años contados a partir de la firma de recibo en funcionamiento a satisfacción por ECOPETROL S.A.
- Dar las Garantías de corrección de errores detectados durante el primer año, ante cualquier deficiencia presentada durante este periodo, se harán los correctivos necesarios para resolverlos en un periodo de máximo 2 días.
- Dar soporte presencial por 5 días, posterior a la puesta en producción de los equipos suministrados y sus aplicaciones.
- Presentar el certificado de fábrica en donde se notifique la permanencia en el mercado de todos los repuestos de los equipos ofertados, en por lo menos 10 años a partir de la compra.

TODAS las garantías y costos adicionales expuestos anteriormente serán libres de cargo para ECOPETROL S.A

3.6.2 Análisis, diseño, instalación y puesta en servicio:

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos se deberán realizar las siguientes actividades:

- Analizar toda la información correspondiente al Sistema utilizado en la central de crudos de la GCB. Para esta etapa de análisis, se requiere detallar la operación de los equipos actuales, el proceso y el flujo de la información, elaborar una lista detallada de requerimientos del Sistema para cumplir los objetivos del alcance.
- Diseño del procedimiento.
 - Definición de los niveles de seguridad para el reemplazo en plena operación.
 - Generación del procedimiento: Se definen los pasos a seguir durante todo el desmantelamiento de los actuales equipos y la instalación de los nuevos.
 - Validación del funcionamiento: Se hacen las pruebas para comprobar el correcto flujo de la información.
 - Afinar requerimientos.
- Acople a las interfases.
Los nuevos equipos tendrán que comunicarse efectivamente con los computadores de flujo OMNI 6000.
- Evaluación final del Sistema.

3.6.3 Programa de capacitación:

Se debe considerar la experiencia que ya tenga el personal de ECOPETROL S.A. en el mantenimiento y operación de equipos similares a los ofrecidos para entregar un programa de capacitación y entrenamiento que realmente sea beneficioso.

Este programa debe cubrir todos los elementos necesarios para su correcta operación y aprovechamiento tanto de las facilidades que brinda los nuevos equipos, así como la instalación, diagnóstico, configuración y solución de problemas de los equipos y las facilidades instaladas.

Estos cursos se realizarán en la planta misma, en contacto con los equipos instalados, para dos grupos con perfil distinto: un grupo de operadores cubriendo un total de 10 personas y un grupo de mantenimiento e ingenieros cubriendo 10 personas más. Para cada participante se deberá entregar una cartilla de resumen sobre el manejo de los equipos, su diagnóstico y solución de problemas, para las personas que realizarán la operación y mantenimiento. Se deberán entregar por lo menos cinco (5) manuales completos en copia dura (papel), con todos los detalles y referencias adicionales de la capacitación impartida, para su posterior distribución (Operaciones CB8 y Grupo de Medición, ATP, Taller y CIT).

Los dos tipos de documentos deberán ser entregados en medio digital informático editables, elaborados con programas de Microsoft Office®.

En el sitio ECOPETROL S.A cuenta con un salón de reuniones para realizar la capacitación, suministrando además el proyector de señal de video para PC, telón de proyección y tablero de marcador seco.

ECOPETROL S.A. se encargará y tendrá libertad de publicar los documentos de esta capacitación en sus sistemas de información, para dejarlos disponibles en red de datos a múltiples usuarios.

Fecha: 27/01/2005	ELAB: WEFL	REV: CASB / EMCM / ENC	APROBO: JEP
-------------------	------------	------------------------	-------------

4. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA VIEJA ESTACIÓN DE GLP (VGLP) Ó PLANTA PROPANO

Este capítulo, se presentará el desarrollo de ingeniería realizado para el cumplimiento de los objetivos propuestos, al igual que el desarrollo final de las Bases técnicas para la automatización del sistema de desagüe de la VGLP.

En la siguiente tabla, se da a conocer un resumen del desarrollo de ingeniería y las actividades desarrolladas, que se identificaron con el ejercicio de la labor requerida:

Tabla 5. Actividades realizadas para el desarrollo de ingeniería en la VEGLP.

DESARROLLO DE INGENIERÍA	ACTIVIDADES DESARROLLADAS
Especificación y análisis de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el área y las condiciones de trabajo de la vieja estación de GLP ó Planta Propano. • Verificar el funcionamiento del sistema de drenaje de la estación. • Identificar equipos que hacen parte del sistema de drenaje. • Presentar recomendación para dar solución a las oportunidades de mejora encontradas. • Presentar Justificación, Alcance y Objetivos del proyecto. • Definir requisitos funcionales para la aplicación. • Definir equipos necesarios para la aplicación. • Realizar un sondeo de mercado, para indagar por equipos que se acoplen a las características funcionales requeridas, cotizaciones, entre otros.
Ingeniería y Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Definir claramente los equipos utilizados para la aplicación. • Definir las conexiones de los equipos y demás elementos que harán parte de la aplicación. • Identificar los niveles de activación de la bomba por alto y bajo nivel, realizando un análisis de capacidades de la bomba instalada. • Definir la arquitectura del desarrollo a implementar.
Desarrollo ó implementación:	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de la interfaz gráfica a utilizar. • Configuración del DCS FOXBORO para la adquisición de señales por medio del modulo FBM. • Realizar órdenes de trabajo para las diferentes tareas a ejecutar, y ordenes de compra de los equipos requeridos.

Prueba.	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba virtual de la interfaz grafica desarrollada.
Operación y mantenimiento.	No aplica


En la siguiente tabla se verá como se interrelaciona el desarrollo de las actividades propuestas, con el cumplimiento de los objetivos planteados para la ejecución de Prácticas Empresariales. Igualmente se podrá hacer una comparación con los objetivos específicos desarrollados para la ejecución del proyecto:

Tabla 6. Comparación de objetivos para las bases técnicas de la automatización del sistema de drenaje.

OBJETIVOS ECOPETROL S.A	OBJETIVOS UIS	OBJETIVOS DEL PROYECTO
<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de procesos industriales. • Análisis, diseño e implementación de sistemas de control que respondan a una filosofía de atención al cliente y soluciones a las necesidades del usuario (operador) . 	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar y dar solución a problemas concretos en el área electrónica, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar los requerimientos mínimos para la automatización del proceso de drenaje, con el fin de controlar la inundación provocada por el desborde del pozo de almacenamiento de "aguas lluvias". • Realizar la ingeniería básica para la implementación y conexión de los equipos en campo con el cuarto de control, y si es posible, la configuración del DCS FOXBORO existente y la interfaz grafica a utilizar.
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de mercado, que lleve a definir la mejor opción en la adquisición de equipos industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asimilar la literatura técnica del área electrónica, incluso la que se publique en idiomas extranjeros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Especificar los equipos necesarios que hacen parte de la solución a las recomendaciones presentadas. • Escoger las mejores alternativas ofrecidas por los proveedores para adquirir los equipos, teniendo como criterio las condiciones a las que van a ser sometidos, las necesidades básicas de operación y mantenimiento y las

		oportunidades de utilizar recursos de la empresa.
<ul style="list-style-type: none"> Presentación de bases técnicas para optimización de sistemas ó procesos industriales. 	<ul style="list-style-type: none"> Administrar en forma óptima los recursos técnicos, humanos físicos y financieros requeridos en los proyectos y empresas en que intervenga o que promueva. Actualizar permanentemente los conocimientos científicos y tecnológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar el funcionamiento del proceso de desagüe de la VEGLP, estableciendo las oportunidades de mejora y realizando las respectivas recomendaciones.
<ul style="list-style-type: none"> Gestión de proyectos, en donde el estudiante interactuará con Profesionales en el sector de la industria para la consecución de los proyectos que le son adjudicados. 	<ul style="list-style-type: none"> Comunicarse adecuadamente con los miembros de la comunidad tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> Gestionar la compra de equipos, realizar el control de cambios requerido para los trabajos, generar las ordenes de trabajo para todas las adecuaciones a realizar.

A continuación se presentan las bases técnicas para la automatización del sistema de drenaje de la Vieja Estación de GLP o Planta Propano, que corresponden a la especificación de requisitos presentada para el grupo de medición de la empresa.

 GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA	BASES TÉCNICAS PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE DESAGÜE DE LA VIEJA ESTACION DE GLP (VEGLP)
--	---

4.1 ESPECIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUISITOS

4.1.1 Objetivo General

El objetivo del proyecto es especificar los requerimientos mínimos para la automatización del proceso de drenaje, con el fin de controlar la inundación

provocada por el desborde del pozo de almacenamiento de “aguas lluvias”, en la vieja estación de GLP¹¹ (VEGLP) en la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB) de ECOPETROL S.A.

4.1.2 Objetivos Específicos.

- Revisar el funcionamiento del proceso de desagüe de la VEGLP, estableciendo las oportunidades de mejora y realizando las respectivas recomendaciones.
- Especificar los equipos necesarios que hacen parte de la solución a las recomendaciones presentadas.
- Escoger las mejores alternativas ofrecidas por los proveedores para adquirir los equipos, teniendo como criterio las condiciones a las que van a ser sometidos, las necesidades básicas de operación y mantenimiento y la oportunidad de utilizar recursos de la empresa.
- Realizar la ingeniería básica para la implementación y conexión de los equipos en campo con el cuarto de control, y si es posible, la configuración del DCS FOXBORO existente y la interfaz gráfica a utilizar.

4.1.3 Justificación

La automatización del sistema de drenaje de aguas lluvias de esta estación se hace necesaria ya que los modernos equipos recientemente instalados en el cuarto de control pueden ser afectados por una inundación, provocada por el desbordamiento del pozo de almacenamiento. La aplicación a desarrollar consiste básicamente en la implementación de un control automático para accionar la bomba de desagüe, permitiendo la visualización del proceso desde las pantallas del DCS en el cuarto de control de la estación.

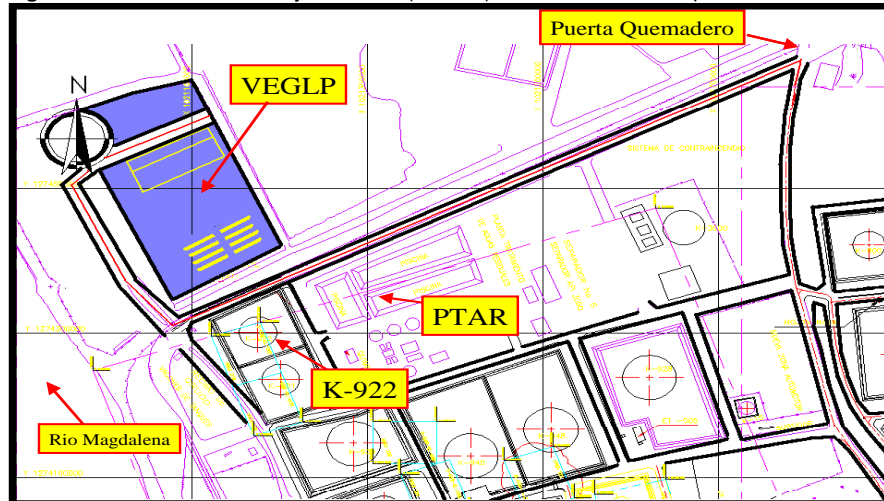
4.1.4 Localización y generalidades de la estación

La VEGLP se encuentra ubicada en el área delimitada entre el río Magdalena, el tanque K-922 y la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), contigua a la vía principal que conduce a la puerta quemadero. Esta planta es relativamente

¹¹ GLP: Gas Licuado de Petróleo, una mezcla de propano y butano, que en condiciones ambientales es gaseoso, pero sometido a presión moderada se convierte en líquido. Tiene usos industriales, domésticos, de ganadería y agricultura.

nueva para la Gerencia Complejo Barrancabermeja (GCB), fue entregada por la Vicepresidencia de Transporte (VIT) de ECOPETROL a principios de Mayo del 2004, para que la gerencia, tomara las riendas de almacenamiento y despacho de productos como Propano, Butano, Isobutano y Normalbutano. Esta planta como cualquier otra que esté dentro de la refinería, genera un gran valor productivo al país; sus equipos, procesos y operaciones representan millones de dólares.

Figura 15. Ubicación de la Vieja Estación (VEGLP) de GLP o Planta Propano.



A la planta ubicada en el “área externa” de la empresa, se le han realizado diferentes modificaciones a partir de su recibo, tales como la adecuación del DCS existente, la instalación de una pantalla DCS adicional, la instalación de telemetría en las 28 balas de almacenamiento, entre otros, que demuestra el gran interés que tiene la gerencia en brindar a los operadores y trabajadores una planta completamente funcional y segura.

La VEGLP tiene un cuarto de control adecuado con:

- a) Un DCS FOXBORO en su respectivo gabinete tipo RITTAL utilizado para el control de los procesos de la planta.
- b) Dos computadores Foxboro usados para la visualización de niveles y condiciones generales de la planta.
- c) Un Computador Personal usado para el monitoreo de nivel de las Balas de almacenamiento de GLP.
- d) Un computador Personal para uso del operador.
- e) Un panel de alarmas de nivel en Balas.
- f) Cuatro UPS's para el respaldo de potencia de los equipos.

Figura 16. Computadores de monitoreo del proceso, UPS's, Control de alarmas de la planta.



4.1.5 Diagnostico del sistema de drenaje de aguas Lluvias.

Según el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO, RAS - 2000, para permitir el diagnostico adecuado de un sistema pluviométrico (aguas lluvias) se deben describir los siguientes aspectos:

- ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO

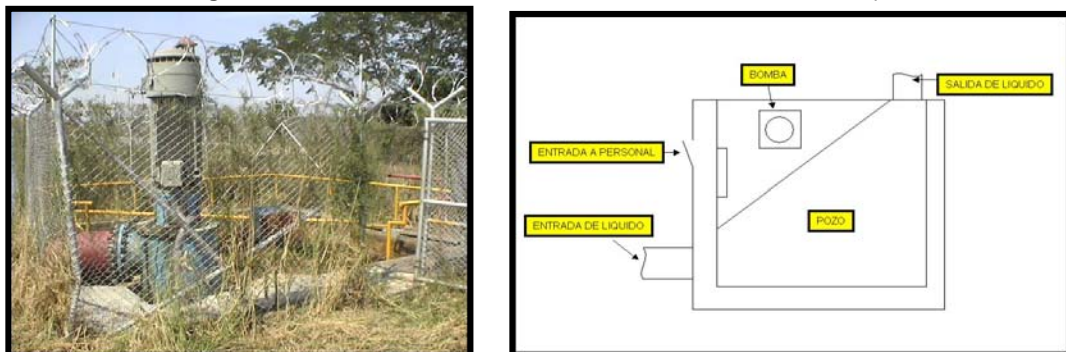
La entidad responsable por este servicio es ECOPETROL S.A. G.C.B. y el encargado directo del área y sus funciones es el departamento de Materias Primas y Productos con los ingenieros ambientales del área.

- COMPONENTES DEL SISTEMA

El sistema de aguas residuales se compone de:

- Un canal de recolección de aguas lluvias que rodea el extremo Nororiente en los limites de la estación.
- Un pozo de almacenamiento de aguas lluvias: El pozo de aguas lluvias es el encargado de recibir el agua que proviene de plantas aledañas por medio de canales de conducción y despacharlas hacia el río magdalena.

Figura 17. Pozo de almacenamiento, Pozo de almacenamiento Vista Superior.



- Una bomba vertical para realizar el drenaje de aguas lluvias, cuyas especificaciones se pueden apreciar en la siguiente figura:

Figura 18. Especificaciones de la bomba Goulds.

BOMBA GOULDS	
SERIAL No.	756754
MODELO	VIT - FF
R.P.M	710
TAMAÑO	24"
IMP-LEFT	0.02
CAP.U.S.GPM	17175
HEAD-FT	27
SPEC. GR.	1
LIQUIDO.P.O.	Agua de rio
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	Mar-01



- Un canal de drenaje hacia el río Magdalena.

El sistema de drenaje como tal es sencillo, tiene un canal para entrada y uno para salida del líquido recolectado; alrededor de toda el área que ocupa el sistema existe una espesa vegetación y fauna, por lo que los taponamientos de los ductos de succión de la bomba y los canales de recibo y desagüe son probables.

- OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- La operación de la bomba es responsabilidad del “área operativa” de la planta, los operadores realizan generalmente una a dos rutinas de bombeo en el día, dependiendo de las condiciones atmosféricas. El accionamiento de la bomba se realiza desde la casilla vecina al cuarto de control, ubicado a aproximadamente 200 metros del pozo.
- La rutina para el mantenimiento de los componentes del sistema de desagüe no se ha establecido aún, pero se tiene pendiente la revisión por parte de ingenieros de soporte, la medición, cartografía, identificación de TAGS¹² y determinación de capacidades nominales del sistema. La revisión que hace parte del mantenimiento preventivo de la bomba vertical instalada se tiene propuesta para Octubre del año 2005.

¹² TAGS: Traducción de “Etiquetas”, que son precisamente la forma de identificación de equipos en la refinería.

- DEFICIENCIAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y/O PLUVIALES

El desbordamiento del pozo de aguas lluvias ha producido en más de una ocasión la inundación del cuarto de control, poniendo en riesgo la operación, los equipos y el correcto funcionamiento de la planta. Hay varias situaciones críticas que expondrían al sistema de aguas lluvias a un eventual desbordamiento, ellas son:

- Taponamiento de los canales de conducción de líquido: Se puede presentar debido a que el sistema de desagüe suele transportar sólidos como ramas, frutos, arena, animales, desechos y sedimentos en general.
- Accionamiento tardío o no accionamiento de la bomba de control: El descuido de los operadores de la planta, la imposición de otras tareas sobre la rutina de accionamiento de la bomba, son razones para influenciar una inundación.
- La acumulación de sedimentos: La acumulación de sedimentos en el pozo, disminuye la capacidad de almacenamiento del mismo, por lo que en temporada de lluvias, se puede generar una inundación.

- VALORACIÓN DE RIESGOS Y PÉRDIDAS POR FALLA.

Para este ítem en particular se hará una valoración RAM para calcular el riesgo que corre la planta al ocurrir una inundación del cuarto de control. Para ello se utilizara la Matriz RAM.

Figura 19. Matriz RAM.

CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD				
Personas	Economica *	Ambiental	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
					No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en nuestra Empresa	Sucede varias veces por año en la refinería
Una o mas Fatalidades	Catastrofica > \$10M	Masivo	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad Permanente	Grave \$1M a \$10M	Mayor	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad Temporal > 1 día	Severo \$100K to \$ 1.0 M	Localizado	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesion Menor (sin)	Importante \$10K to \$100K	Menor	Local	2	N	N	L	L	M
Lesion Leve (1ros auxilios)	Marginal < \$10K	Leve	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna Lesion	Ninguna	Ningun Efecto	Ningun Impacto	0	N	N	N	N	N

Debido a que en el cuarto de control existe el sistema de control distribuido DCS de la planta y equipos como UPS's, Computadores y paneles que llegan a costar entre 100 millones a 1000 millones de pesos; y que una vez inundada la planta existe el riesgo de una electrocución de personal, la evaluación de riesgos resulta en Factor M.

RIESGO M: se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.

- ANÁLISIS DE ESTUDIOS PREVIOS

Debido a que esta planta es relativamente nueva para la GCB aún no se le han realizado diagnósticos, análisis, ni estudios previos al sistema de desagüe, en los documentos de entrega de la planta NO figuraba nada con respecto a dicho sistema.

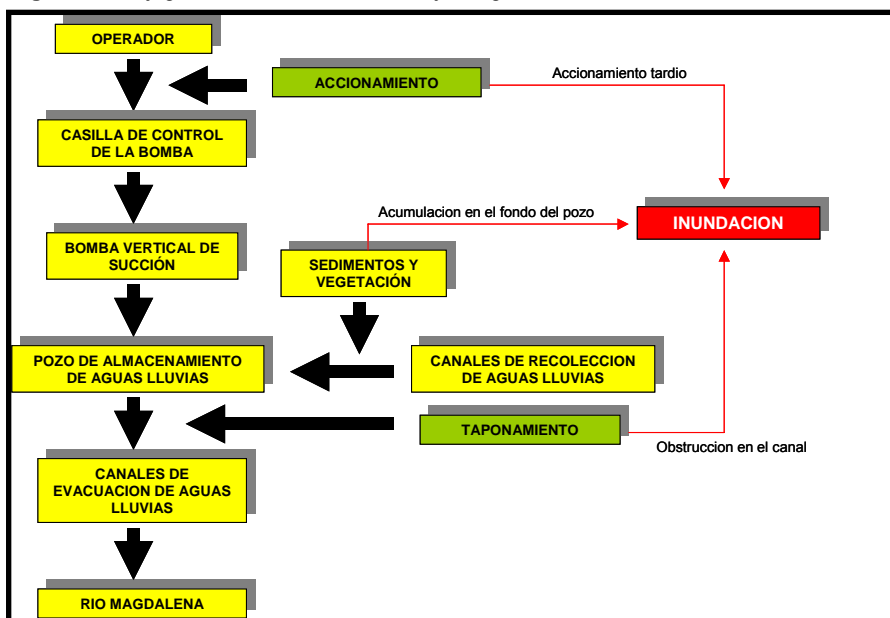
- PERCEPCIÓN DE LA EMPRESA

En general, el trabajo de la Empresa y del grupo de medición es optimizar todos los procesos de las plantas que tiene a cargo con la premisa de evitar cualquier tipo de eventualidad o accidente que pueda ocurrir. La VEGLP y en particular el sistema de drenaje requieren de modificaciones que conlleven a mejorar la productividad, evitar incidentes y ubicar al operador en labores de mucha más trascendencia.

4.1.6 Proceso y características generales del sistema.

Una visión general del proceso se puede observar en la siguiente figura:

Figura 20. Flujoograma del Sistema de Drenaje o Aguas Lluvias.



Se puede resumir entonces que las condiciones de operación del sistema de aguas lluvias siempre será susceptible a cualquier eventualidad en cuanto a la sedimentación y taponamiento de los canales y del pozo de almacenamiento, una manera de reducir la posible inundación del cuarto de control y de la estación en general, está en controlar el accionamiento de la bomba vertical. Los precios que se podrían pagar por la inundación del cuarto de control son muy elevados y la evaluación de riesgos con matriz RAM demostró que se debe implementar una mejora inmediata al sistema de desagüe de la estación.

4.1.7 Planteamiento de Soluciones

Para reducir el riesgo de una eventual inundación del cuarto de control de la planta, se plantean las siguientes opciones de mejora:

1. Ampliar la capacidad del sistema de aguas lluvias: Realizar las obras civiles de reestructuración, para ampliar la capacidad de almacenamiento del pozo y de sus respectivos canales, rigiéndose lógicamente de todas las normas de construcción establecidas para este tipo de sistemas.
2. Controlar automáticamente el manejo de la bomba utilizada para el desagüe del pozo de almacenamiento: Implementar un control para el accionamiento de la bomba vertical instalada, logrando la automatización del proceso con el suministro e instalación de un medidor no intrusivo y controlando por medio del DCS la activación de dicha bomba.

La ampliación del pozo de almacenamiento de aguas lluvias no se tiene prevista aún dentro de los planes de optimización de la planta, ya que, actualmente se están realizando obras civiles para la adecuación de las balsas de almacenamiento de gas; igualmente la respuesta a la oportunidad de mejora debe de ser inmediata, es por esto que se decide implementar un **control electrónico**, que responda a las necesidades básicas de supervisión y control del proceso de drenaje.

4.1.8 Revisión Bibliográfica.

Para poder dar una recomendación de tipo electrónica en el área se tiene que haber realizado un estudio bibliográfico que se identifique con las posibles mejoras a implementar. En razón a esto, se resumen los estudios realizados:

- Nivel

El cálculo de nivel es una de las mediciones más antiguas y comunes dentro de la medición de variables. Personas alrededor del mundo se

interesaron en la verificación del nivel de los ríos y de las cantidades de granos en silos.

En la industria del petróleo en particular la medición de nivel es completamente esencial, tanto para controlar datos de producción en tanques, como para otras aplicaciones de alto interés operativo. Los instrumentos de medición de nivel que se emplean actualmente en la industria varían en complejidad y costo según el tipo de aplicaciones que se dispongan y en la selección correcta de este tipo de instrumentos, intervienen en mayor o menor grado los siguientes factores:

Tabla 7. Factores de influencia para la escogencia de medidores de nivel.

Factores	Características en VEGLP
1. Rango de medición.	Aproximadamente de 1 a 3.7 metros
2. Naturaleza del fluido que va a ser medido.	Desagües, agua de lluvia, no tiene composición definida, contiene sólidos en suspensión
3. Condiciones de operación.	Consideradas extremas según temperatura y humedad

Los instrumentos que se mencionan a continuación cubren prácticamente todas las aplicaciones de medición de nivel que existen en la actualidad.

- Medición de tipo Visual.

Este método es uno de los más antiguos y de los más simples para la medición continua de nivel de líquidos contenidos en un tanque o pozo. Se usa solamente cuando se requiere indicación local directa sobre el proceso y cuando el líquido es (apreciablemente) limpio. Las mirillas y los manómetros de vidrio consisten simplemente en un vidrio transparente o tubo plástico (transparente), adjunto al tanque; de tal manera que el nivel del líquido en el tubo y en el tanque sean equivalentes. Una escala calibrada marcada en el tubo o colocada dentro de este, nos proporciona un medio conveniente para leer el nivel en pulg, pies, cms, mts o unidades de volumen: galones, pies³, m³, etc.

- Medición por Presión Hidrostática.

Una columna líquida crea una presión hidrostática directamente proporcional a la altura del líquido arriba del punto de referencia. Un elemento de presión apropiado, conectado adecuadamente al proceso, mide el nivel del líquido en unidades apropiadas para las cuales se debe calibrar cada elemento. Los instrumentos que con más frecuencia se usan para medir nivel por presión hidrostática son el tipo de burbujeo y la caja de diafragma.

Los medidores de tipo burbujeo emplean un tubo sumergido en el líquido a través del cual se hace burbujear aire mediante un rotámetro con un regulador de caudal incorporado. La presión de aire en la tubería equivale a la presión hidrostática ejercida por la columna del líquido, es decir, al nivel. El método de burbujeo es simple y da un buen resultado, en particular en el caso de líquidos muy corrosivos o con sólidos en suspensión o en emulsiones.

Los sistemas de caja de diafragma se usan para medir nivel cuando no se puede contar con aire o gas o cuando el método por el tubo de burbujeo no es recomendable. Consiste esencialmente en una copa recubierta con un diafragma flexible el cual está protegido por medio de un anillo metálico. La caja está dividida en dos secciones, con el diafragma insertado entre las dos y sellado a prueba de aire. Un tubo capilar se usa para conectar la parte de arriba de la caja del diafragma con el instrumento. La caja está colocada a una altura determinada del tanque, la cual servirá como nivel de referencia. La presión causada por la columna del líquido por encima del nivel de referencia actúa sobre el diafragma para comprimir el aire en el sistema sellado de presión en una cantidad equivalente a la cabeza actual del líquido. Las variaciones de nivel producen cambios de presión proporcionales en el sistema de aire. Esos cambios de presión actúan a un resorte de presión en el instrumento el cual está conectado en una pluma de registro o a un puntero indicador.

Uno de los instrumentos del tipo de diafragma más ampliamente aceptado para la medición de nivel sobre todo, en aquellos procesos que tienen sólidos en suspensión, es el transmisor de presión diferencial bridado.

- **Medición con Flotador y Cable.**

La medición de nivel de líquidos en tanques abiertos se lleva a cabo frecuentemente por el método del flotador y cable, pero está limitado a líquidos limpios, ya que partículas o sólidos pueden adherirse al flotador y produciría lecturas erróneas.

La medición por medio del flotador y cable es más factible encontrarlas en las plantas de tratamiento de agua. Este sistema no depende de la presión hidrostática para la medición de nivel. Son instrumentos que se auto-operan por el movimiento del flotador sobre la superficie del líquido.

Existen muchas versiones de los instrumentos de flotador y cable. Fundamentalmente consisten de un flotador y contra peso conectados por medio de un cable el cual opera una polea. El flotador hace que la polea se mueva de esta manera el movimiento vertical del flotador se transforma a una medición uniforme por medio de un mecanismo de reducción, el cual puede ser usado para indicación, registro o control.

- Medición por ultrasonido.

La medición de nivel por ultrasonido se basa en la emisión pulsante de ondas sonoras por medio de una fuente emisora, las ondas de energía se reflejan a través de la fase líquida o la fase de vapor en el tanque para ser captadas en la superficie por un receptor. El tiempo de tránsito se convierte electrónicamente a una medición de nivel en unidades comunes.

- DCS

En el sistema de control distribuido (DCS) se emplea el concepto de inteligencia distribuida según el cual el control no está centralizado en un punto, sino que el manejo del conjunto se efectúa en forma coordinada mediante varios procesadores, cada uno de los cuales aporta una parte o una función del todo.

En la actualidad FOXBORO proporciona soluciones de automatización integradas mediante instrumentos y sistemas avanzados, combinando control regulatorio, control avanzado, manejo de recetas, conexión sistemas SCADA (distintos lazos de control controlados por el operador) y en general ingeniería aplicada a cualquier necesidad de manejo de procesos en ECOPEL S.A. y en la industria en general.

4.1.9 Revisión Bibliográfica del DCS Foxboro

El DCS o sistema de control distribuido que se encuentra en la estación es un sistema Intelligent Automation (I/A) de FOXBORO. Este sistema expandible permite a una planta ajustar el sistema a sus requerimientos de procesamiento. Una de las ventajas de este sistema industrial es que diversos módulos tienen responsabilidades específicas. Se comunican unos con otros incluso aunque puedan estar ubicados en una variedad de sitios, dependiendo de las condiciones y la distribución física de cada planta en particular.

Algunos de los elementos y módulos más importantes de este sistema se describen a continuación:

a) Estación de trabajo (Interface Humana):

La consola de estación de trabajo es una Terminal de gráficos desde la cual los operadores interactúan con los displays de la serie I/A para:

- Monitorear y controlar variables de proceso.
- Recibir notificación de alarmas de proceso y tomar acción.
- Monitorear la salud del hardware del sistema.

- Mostrar datos de proceso historizados.

La estación de trabajo también se usa para interactuar con los displays del sistema en orden de operar diversos configuradores de la serie para construir y configurar displays, crear y ejecutar programas y reportes.

Figura 21. Estación de Trabajo.



b) Procesador de la Estación de Trabajo (WP)

El Procesador de la Estación de Trabajo (WP) actúa como la interfase humana, proveyendo un vínculo entre el usuario y las funciones del sistema. Un WP controla las terminales graficas y sus dispositivos periféricos, como los teclados anunciadores, mouse y teclado alfanumérico.

Figura 22. Gabinete de FBMs y Procesador de la estación de trabajo.



c) Procesador de Control:

El procesador de control (CP) contiene la “inteligencia” o estrategia de control automático de proceso, configurada por los ingenieros de proceso¹³. Un CP

¹³ Ingenieros de Proceso: Para ECOPETROL S.A son los Ingenieros Químicos, encargados de la verificación, análisis y control de los procesos llevados a cabo en las plantas.

controla las variables de proceso usando algoritmos matemáticos que desempeñan funciones específicas. Un CP se comunica con el proceso mediante un set predefinido de módulos de Fieldbus (FBM's)

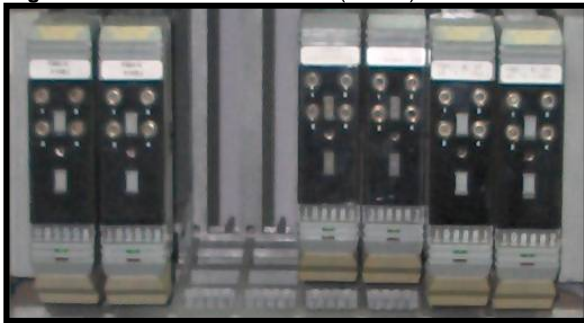
d) Módulos de Fieldbus (Fieldbus modules):

Un procesador de control envía señales hacia el proceso y recibe señales desde el proceso mediante los módulos de Fieldbus (FBM's). Pero las FBMs NO son estacione; físicamente, son mas pequeñas y se encuentran en un canal de comunicaciones separado llamado Fieldbus.

Se conectan directamente a los elementos del proceso, como bombas, válvulas de control, transmisores y termocuplas, y pasan información acerca del proceso al CP donde queda a disposición de la estrategia de control, y de otras estaciones en la red de la serie I/A. El CP también pasa información generada desde la estrategia de control de proceso a través del fieldbus a las FBMs conectadas.

Los módulos de Fieldbus (FBM's), pueden ser analógicos ó digitales, poseen borneras de conexión o puntos, que son habilitados y configurados para su utilización, por medio del **ambiente de configuración** que se verá posteriormente.

Figura 23. Módulos de FieldBUS. (FBM's).



El inventario del DCS FOXBORO encontrado en la VEGLP se encuentra a continuación:

Tabla 8. Inventario y disponibilidad de equipos FOXBORO en la VEGLP.

VIEJA ESTACION DE GLP INVENTARIO Y DISPONIBILIDAD PARA APLICACIÓN			
SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO DCS			
CP			
CP1001			
CP1001			
FBM			
FBM	CODIGO	PTOS DISPONIBLES	NOTAS
7B/12B	I00014	Ninguno	
7B/12B	I00015	Ninguno	
7A/12A	I00016	Ninguno	
6	I00008	5-6-7-8	
6	I00009	1-2-3-...-8	
6	I00006	5-6-7-8	
6	I00007	4-5-6-7-8	
04,39	I00001	1-2-3-4-6-7-8	
04,39	I00002	2-3-...-8	
1	I00007	8	
1	I00008	8	
1	I00006	8	
1	I00005	Ninguno	
1	I00004	Ninguno	
1	I00003	Ninguno	
1	I00002	Ninguno	
1	I00001	5	
10,15	I00003	Ninguno	
10,15	I00004	Ninguno	
10,15	I00005	Ninguno	
8,13	I00013	Ninguno	
8,13	I00009	11-12-13-14-15-16	
8,13	I00010	Ninguno	
8,13	I00011	Ninguno	
8,13	I00012	1-2-3-...-16	

4.1.10 Descripción del software FOXBORO

A continuación se hará énfasis en algunos aspectos que se utilizarán para la aplicación a desarrollar.

a) Características:

Algunas de las características del software de la serie I/A que son aplicables son:

- Interface Humana amistosa, que emplea, gráficos personalizados y cuadros de dialogo fáciles de usar.
- Gráficos y herramientas para construir gráficos interactivos de control y administración.
- Herramientas Integradas de Control para construir esquemas de control que controlan el proceso y proveen al operador actualizaciones visuales, en tiempo real de los parámetros operativos.
- Un grupo sofisticado de herramientas de configuración de alarmas que vinculan parámetros de proceso inválidos con gráficos designados de la estación de trabajo.
- Configuradores fáciles de usar.

b) Interface Humana:

Los procesadores de la estación de trabajo (WP) y las estaciones de trabajo personales (PW) son típicamente interfaces humanas con el sistema I/A para controlar un proceso. Estas estaciones son capaces de controlar el proceso, llevando a cabo las tareas de ingeniería y configuración en el desarrollo de la estrategia de control. Los usuarios e ingenieros utilizan la WP para:

- Configurar el sistema.
- Acceder y configurar gráficos.
- Manipular variables de proceso.
- Operar los diversos configuradores para construir estrategias de control y displays especiales.
- Crear y ejecutar programas y reportes.

c) Ambientes:

Se refiere como un ambiente a un grupo particular de recursos de software y displays.

- Change_Env: La selección de un ambiente específico se hace a través de la selección Change_Env en el menú desplegable de la tecla [Sys]. Cuando se selecciona, aparece un segundo menú, que lista los ambientes disponibles. Se provee seguridad para evitar acceso a ambientes con contraseña, para aquellos ambientes que solo pueden ser modificados por ingenieros. A continuación se listan algunos de los ambientes relacionados al desarrollo de la práctica.

Figura 24. Sys y Alarmas. (Menú desplegable).



- Proc_Eng_Env (Ingeniería de Proceso): Accede a los distintos programas de software necesarios para crear configuraciones, exhibir gráficos predeterminados o posibilitar ciertos aspectos basados en el software. Al seleccionar este ambiente, se pueden visualizar las siguientes opciones:

Figura 25. Ambiente de Ingeniería de Proceso. (Menú desplegable).



La selección de configuración "config" (figura 25) será clave en el desarrollo de la configuración y la interfaz gráfica del proyecto.

d) Funciones del Configurador:

Hay varias herramientas de configuración incluidas con el software de la serie I/A. Cada una tiene una función específica, de las cuales se definirán las más determinantes para el proyecto.

- Display_build: Constructor de Displays (Display Builder), utilizado para crear y/o editar displays gráficos. Utiliza las diferentes librerías de elementos gráficos diseñados por Foxboro para asistir en la construcción de un display grafico especial.
- Display_Cfg: Configurador de Displays (Display Configurator), Utilizado para agregar características dinámicas a los gráficos creados con el Display Builder. Dichas características dinámicas incluyen acceso a otros displays y cambios de color para representar condiciones.
- Control _Cfg: Configuración de control, Utilizado para crear y/o editar Esquemas de Control de Proceso y hacer listas de bloques y parámetros que comprenden los esquemas de control de proceso disponibles para otros recursos software. Estos incluyen entre otros, al configurador de display.

e) Descripción de Compounds y Bloques:

El software de control del proceso en un sistema I/A corre en el Procesador de Control (CP). Los CPs interactúan con los dispositivos de medición y control del proceso físico por medio del FieldBus y las FBMs. Las señales hacia y desde los dispositivos de campo pasan a través de las FBMs y el fieldbus hasta el CP.

- Compound: Las estrategias de control están arregladas en agrupaciones llamadas compounds. Cada compound en una instalación I/A tiene un único nombre. Los compounds comprenden algoritmos específicos de control llamados bloques, que desempeñan las funciones requeridas por el lazo del proceso que el compound va a controlar. Los compounds son almacenados en la memoria de los CPs durante la operación, y corren mediante su procesador.
- Bloque: Los segmentos individuales que constituyen los compounds son llamados Bloques. Se dispone de diversos bloques de Foxboro como parte del software de la Serie I/A, los nombres de los bloques dentro de un compound debe ser únicos para ese compound.
- Parámetro: Las entradas y salidas específicas de los bloques son llamadas parámetros. Para conectar bloques, la entrada de un bloque debe referirse a la salida del bloque al cual está conectado. Un compound debe contener

al menos un bloque para ser un compound válido, y los bloques dentro de un compound pueden recibir entradas desde bloques que corren otros compounds.

La sintaxis también es muy importante. La única manera de que el sistema operativo reconozca declaraciones de parámetros es según la siguiente expresión:

COMPOUND:BLOQUE.PARÁMETRO

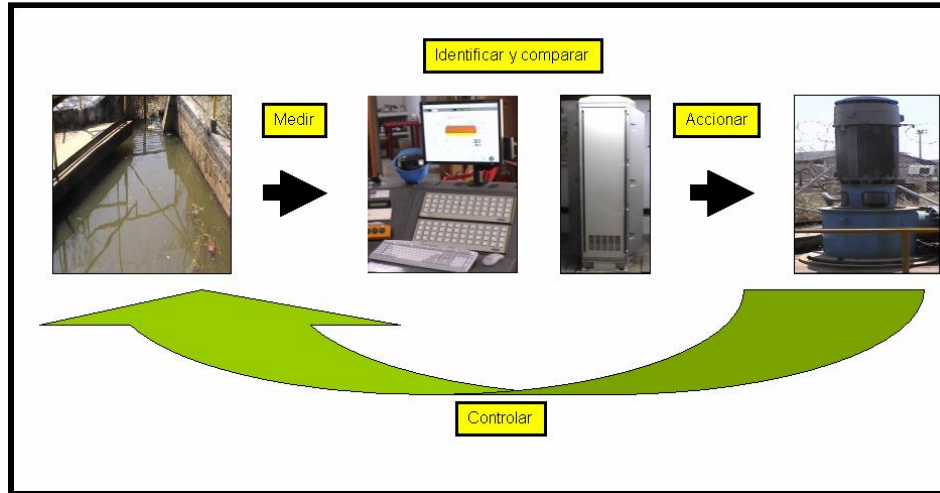
f) Displays Gráficos:

El sistema I/A tiene un programa de gráficos que se usa para construir displays gráficos especiales por medio del Display Builder. Una vez construido, el display es salvado como un archivo, luego conectado a los compounds y bloques que controlan el lazo de proceso que representa, mediante el Configurador de Display.

4.1.11 Descripción del Proyecto.

El proyecto tendrá como objetivo realizar la ingeniería básica para la implementación y conexión de los equipos necesarios para la automatización del sistema de drenaje de la VEGLP, desarrollando si es posible la configuración del DCS FOXBORO existente y la interfaz grafica a utilizar; la idea general del control, es sensar la cantidad de agua existente en el pozo, identificando los niveles críticos (nivel alto, para la activación de la bomba, y bajo para la desactivación de la misma), y accionar la bomba de acuerdo al nivel del pozo controlando así una eventual inundación. Un esquema general de la implementación a realizar se puede ver en la Figura 26.

Figura 26. Esquema general de la implementación.



Para la realización de este proyecto, se deberán tener en cuenta las siguientes necesidades básicas:

- Medidor electrónico de nivel: Se necesitará la compra de un medidor electrónico de nivel para sensar el nivel del pozo de aguas lluvias, este medidor se deberá acoplar a las necesidades y condiciones del sistema.
- DCS: Se requerirá la adquisición y configuración de las tarjetas de entrada y salida de señal y la designación de la lógica de alarmas de nivel al igual que el desarrollo de la interfaz grafica para la visualización del proceso en el cuarto de control. Se tendrá que realizar ampliación de hardware en el DCS, solo si la configuración o capacidad del sistema lo requiere.
- Casilla de la bomba: Se necesitará adecuar dicha casilla, para recibir la señal del DCS y realizar el conexionado para una configuración en modo manual y automático.
- Evaluar el cableado existente, y solo si se requiere, realizar uno nuevo.

4.2 INGENIERÍA Y DISEÑO:

4.2.1 Selección de Equipos

De acuerdo con las necesidades básicas para la implementación del lazo de control se hace necesaria la adquisición de los siguientes equipos:

- Medidor electrónico de nivel: Como se mencionó anteriormente, el medidor electrónico destinado para la aplicación no deberá ser intrusivo, por lo que

el medidor que más se acopla a las condiciones de operación es el medidor ultrasónico. Actualmente la empresa cuenta con el respaldo directo de SORinc®. Quienes distribuyen medidores ultrasónicos de la misma marca.

El equipo de medición a adquirir para esta aplicación es el medidor SOR® modelo U71 - CL7j – 00 - 30RR, cuyas especificaciones técnicas se pueden apreciar en el **ANEXO 6**.

- Tarjetas FBM: Según las características del proceso y de las tarjetas FBM (Figura 27), teniendo en cuenta la disponibilidad expresada en la Tabla 8, se requieren las siguientes tarjetas:

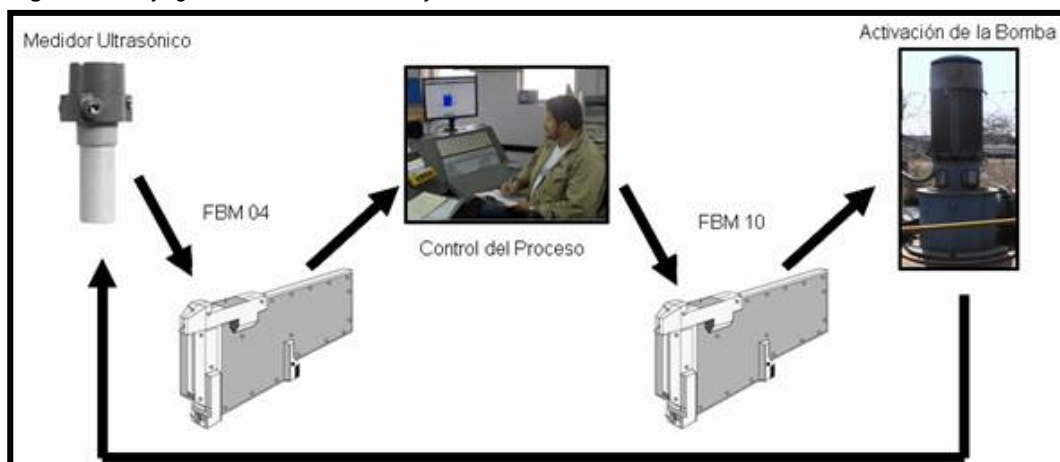
Figura 27. Módulos de FieldBus.

TYPE	DESCRIPTION	POINTS	TYPE	DESCRIPTION	POINTS
FBM01	0-20 MA INPUT	8AI	FBM17A	0-10 VDC, 125VDC/5A I/O	4AI/4DI 2AO/4DO
FBM02	THERMOCOUPLE/MV INPUT	8AI	FBM17B	0-10VDC, 125VDC/10MA I/O	ditto
FBM03A	RTD INPUT (3 WIRE)	8AI	FBM17C	0-10VDC, CONTACT/5A I/O	ditto
FBM03B	RTD INPUT (2 OR 4 WIRE)	8AI	FBM17D	0-10 VDC, CONT./10MA I/O	ditto
FBM04	0-20 MA INPUT/OUTPUT	4AI/4AO	FBM18	INTELLIGENT TRANSMITTER	8AI
FBM05	REDUNDANT I/O 0-20MA	4AI/4AO	FBM20	240 VAC INPUT	16DI
FBM06	PULSE INPUT, 0-20 MA OUT	4PI/4AO	FBM21	240 VAC EXPANSION INPUT	16DI
FBM07A	24-125VDC INPUT	16DI	FBM22	AUTO/MANUAL STATION INT.	1AI/1AO
FBM07B	CONTACT INPUT	16DI	FBM24A	125 VDC/CONTACT INPUT/OUTPUT	16DI
FBM08	120 VAC INPUT	16DI	FBM24B	2A OUT/CONTACT IN	ditto
FBM09A	24-125 VDC/5A I/O	8DI/8DO	FBM24C	CONTACT/EXT SUPPLY	ditto
FBM09B	24-125 VDC/10MA I/O	8DI/8DO	FBM25A	125VDC EXPAN I/O	ditto
FBM09C	CONTACT/5A I/O	8DI/8DO	FBM25B	CONTACT INPUT EXPANSION	ditto
FBM09D	CONTACT/10MA I/O	8DI/8DO	FBM25C	CONTACT/EXT SUP EXP	ditto
FBM10	120 VAC I/O	8DI/8DO	FBM26A	125 VDC/CONTACT I/O	8DI/8DO
FBM11	240 VAC I/O	8DI/8DO	FBM26B	2A OUT/CONTACT IN	ditto
FBM12A	24-125 VDC EXPAN INPUT	16DI	FBM26C	2A OUT/CONT IN/EXT SUP	ditto
FBM12B	CONTACT EXPANSION INPUT	16DI	FBM27A	125 VDC/CONTACT I/O EXP	ditto
FBM13	120 VAC DI EXPANSION	16DI	FBM27B	2A OUT/CONTACT IN EXP	ditto
FBM14A	24-125 VDC/5A EXPAN I/O	8DI/8DO	FBM27C	2A OUT/CONT IN EXT SUP	ditto
FBM14B	24-125 VDC/10MA EXPAN I/O	8DI/8DO	FBM39	ITT INPUT/0-20MA OUTPUT	4IT/4I/4AO
FBM14C	CONTACT/5A EXPAN I/O	8DI/8DO	FBM41A	24-60VDC INPUT/OUTPUT	8DI/8DO
FBM14D	CONTACT/10MA EXPAN I/O	8DI/8DO	FBM41C	CONTACT INPUT	ditto
FBM15	120 VAC EXPANSION I/O	8DI/8DO	FBM42A	24-60 VDC I/O EXP	ditto
FBM16	240 VAC EXPANSION I/O	8DI/8DO	FBM42C	CONTACT INPUT EXP	ditto
			FBM43	INTELLIGENT TRANSMITTER	8 AI
			FBM44	INTELLIGENT TRANSMITTER	8 AI

- FBM 04: Es necesaria para la adquisición de datos del medidor ultrasónico, ya que éste se utilizará con la opción de transmisión de 4-20mA que posee. En el gabinete de FBM's de la estación existen puntos de conexión disponibles para este tipo de tarjeta, por lo que la compra de un modulo FBM 4 NO es necesaria.
- FBM 10: Es necesaria para la aplicación de un voltaje de 110 V a un relé con la finalidad de implementar el circuito de control automático en la casilla de la bomba, tal como se podrá ver posteriormente. La compra de esta tarjeta se hace necesaria, ya que las FBM's de este tipo que se encuentran en el gabinete no tienen puntos de conexión disponibles.

La disposición de estas tarjetas en el lazo de control se explica de una mejor manera en la siguiente figura:

Figura 28. Flujo grama de utilización de tarjetas FBM's.

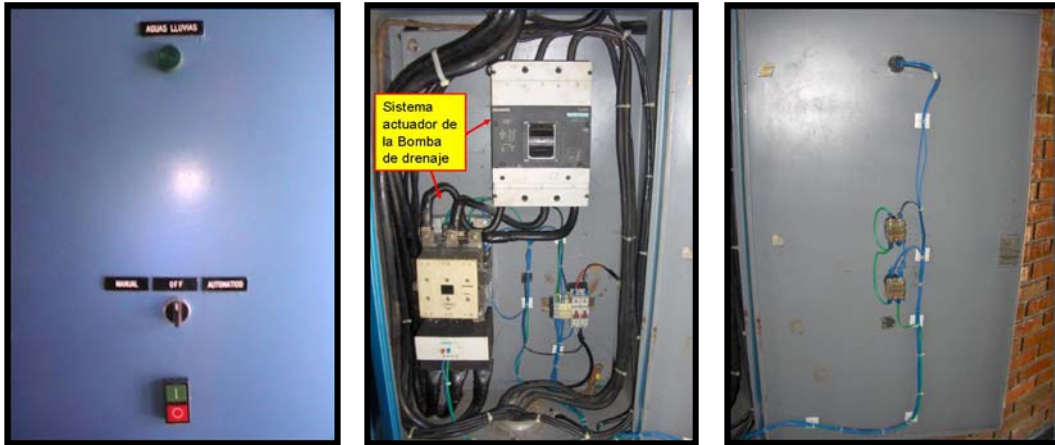


Las características de operación y conexonado de estas tarjetas se pueden apreciar en el **ANEXO 7**.

- Adecuación de la casilla para la activación de la bomba: Para la operación correcta del lazo de control se tendrán que realizar las modificaciones que permitan el control efectivo de la bomba en modo manual y automático. La casilla está actualmente acondicionada como fue entregada por la Vicepresidencia de Transporte, por lo que es necesario que se le realicen las siguientes modificaciones:
 - Actualmente el voltaje de la casilla de control es suministrado directamente desde el red de alumbrado externo, por lo que, con el fin de dar aseguramiento al proceso a implementar, se tendrá que instalar un transformador de control de 440v/110v monofásico, para que la casilla opere a voltaje de 110 v.
 - Se tendrá que adquirir un relé monoestable que se incluirá en el nuevo circuito a implementar, con el fin de ajustar el modo automático.

Las imágenes de la configuración actual de la casilla de la bomba se pueden apreciar en la Figura 29.

Figura 29. Casilla de activación de la Bomba.



En la casilla de la bomba se tienen los siguientes componentes:

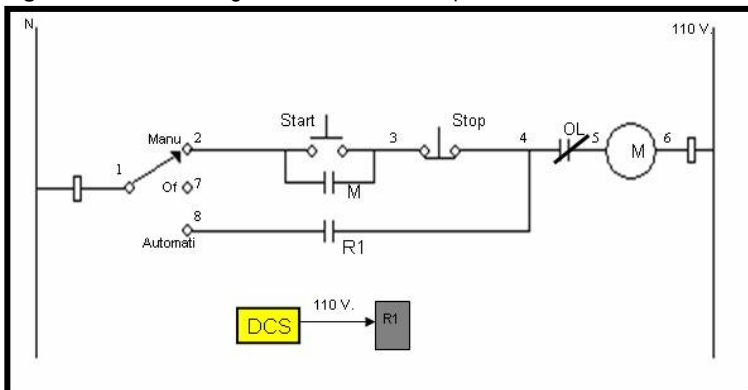
- Switch de tres selecciones MANUAL, AUTOMATICO, OFF.
- Switch para encendido y apagado (ON/OFF).
- Relé de interposición del motor.
- Relé de sobrecorriente.
- Fuente de alimentación del motor.

Actualmente, únicamente funciona la selección manual y apagado; en la nueva configuración de la casilla, deberá ser incluida la selección del modo automático.

El operador tendrá la posibilidad, en caso de falla, de activar la bomba de manera manual desde la casilla de la bomba, en operación normal la casilla se encontrará en modo automático y el operador podrá supervisar el proceso desde el cuarto de control.

Teniendo en cuenta las necesidades del proceso, las características del control automático a ser implementado y los elementos a disposición para la casilla de la bomba, el circuito de lógica cableada que se utilizará en la casilla de la bomba será:

Figura 30. Plano de Lógica cableada a utilizar para la adecuación de la casilla.



4.2.2 Cálculo de Niveles Permisibles.

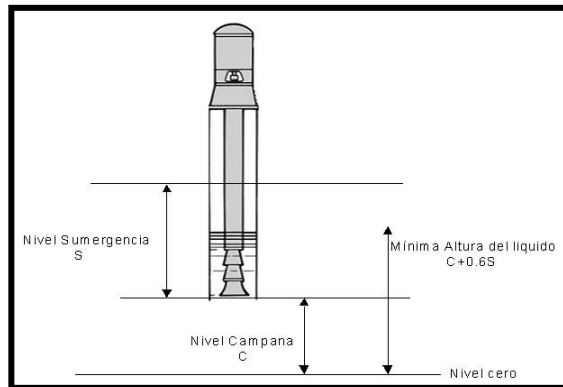
Para el correcto funcionamiento de la bomba instalada en la planta se requiere que los niveles de líquido en el pozo se dispongan de manera correcta, ya que si la bomba trabaja a niveles por debajo de su nivel de aspiración, puede reflejar daños permanentes debido a cavitación.

Por esta razón se tiene que calcular el nivel mínimo de succión de la bomba. Esta labor se ejecuta reconociendo algunas características del pozo y con la utilización de algunas ecuaciones que se adquieren de la empresa fabricante.

S: Nivel de sumergencia.
C: Nivel de campana.
D: Diámetro de la campana. (24")

$$S = D + \frac{0.574 * Q}{D^{1.5}} \quad (1)$$

Figura 31. Mediciones del pozo de aguas lluvias.



El valor de C, puede ser elegido según el siguiente criterio, $C = 0.3D \rightarrow 0.5D$, para el pozo de almacenamiento de la estación es de $0.3D$, es decir, 7.2 pulgadas.

Al reemplazar todos los datos en la ecuación (1), se encuentra que el valor de S (Valor de sumergencia) es de 107"; el valor de la altura mínima requerida es $C + 0.6S$, lo que equivalen a **1.8 metros**, medidos desde el nivel cero del pozo de almacenamiento. Este valor, de ahora en adelante "L", será necesario para la desactivación de la bomba, valores por debajo de este nivel expondrían a la bomba a daños severos.

El valor determinado para la activación de la bomba es aleatorio y es escogido normalmente como el 70% del valor nominal. Este valor, de ahora en adelante "H", será necesario para la activación de la bomba, valores por encima de este nivel expondrían a la estación a una inundación.

Las dimensiones del pozo de almacenamiento se adquieren por medio de la medición con cinta y plomada, obteniéndose:

Tabla 9. Medidas del pozo de almacenamiento de aguas lluvias.

Ancho	Largo	Profundidad
5.97 [m]	5.97 [m]	3.605 [m]

Con lo que el valor de “L” sería de **2.52 metros** medidos desde el nivel cero del pozo de almacenamiento.

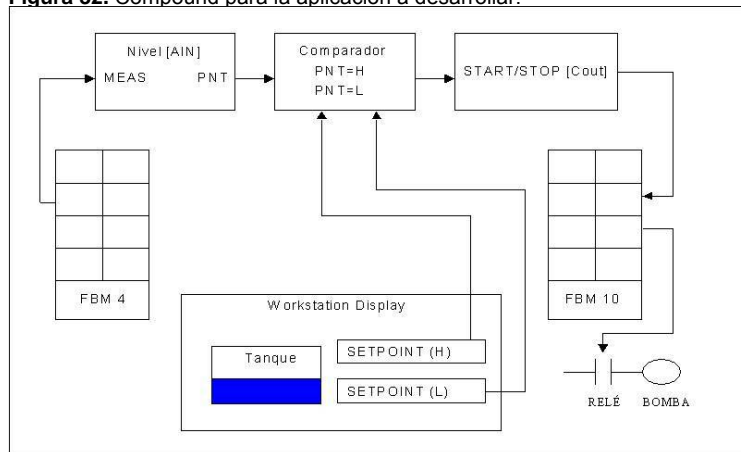
Es claro entonces que la bomba estará en operación hasta que el nivel del pozo haya disminuido aproximadamente 72 centímetros por debajo del nivel H.

La calibración del medidor se tendrá que realizar teniendo en cuenta la medida, que existe desde la ubicación del equipo ultrasónico, hasta la altura nominal del pozo.

4.2.3 Descripción de la arquitectura de control

La estructura del compound a realizar debe ser como se indica en la Figura 32. Los bloques utilizados en dicho compound son bloques analógicos y de comparación. He aquí una descripción de cada uno.

Figura 32. Compound para la aplicación a desarrollar.



- **Nivel (AIN):** Este es un bloque de entrada analógica (AIN), y está configurado para recibir la señal de una FBM 4 analógica conectada al transmisor de nivel (SOR) de 4-20 mA.
- **Comparador:** Este es el nombre dado al Bloque de lógica Programable (PLB) configurado para la comparación del nivel del tanque con los niveles permisibles (SETPOINTS) predefinidos.
- **START/STOP:** Este es un bloque de salida analógica (AOUT), que toma la salida del bloque comparador y la modifica para ser recibida por la FBM 10. Se

tendrán que ajustar los parámetros para seleccionar el punto de salida de dicha FBM.

4.3 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.3.1 Control de cambio y Recomendación.

En ECOPETROL S.A. las recomendaciones para control de cambios y optimización de las oportunidades de mejora, tienen un formato definido y se tiene que seguir un protocolo especial para su publicación. Como complementación del avance del proyecto se incluirá la recomendación realizada para la ejecución de la aplicación, en el **ANEXO 5**.

Todas las obras de adecuación para efectuar la automatización del sistema de drenaje de la VEGLP fueron incluidos en la orden de trabajo: OT-164020.

El código del control de cambios para la realización de las obras es: 1163

La recomendación efectuada para la realización de las obras y que sirve como respaldo para la aceptación del control de cambios tiene el código: PIM-Z210116.

4.3.2 Compras

Para la adquisición de los equipos se tienen que realizar sus respectivas órdenes de compra con los códigos o TAG's de los elementos a adquirir y gestionar su compra inmediata para asegurar la disponibilidad en bodega de materiales.

Los equipos solicitados y sus respectivas órdenes de compra son:

Tabla 10. Códigos y órdenes de compra de los equipos a instalar.

EQUIPO	CÓDIGO DE REFERENCIA	ORDEN DE COMPRA
Medidor Transmisor de Nivel SOR	3632726	H08354
Tarjeta FBM 10	770420	H12844
Cabezote de tarjeta ¹⁴	770255	H12844
Cable armado par sencillo AWG x 16	991059	H12844

¹⁴ Estructura de montaje de las FBM, poseen el panel de indicación de conexión e incluyen las borneras de conexión de los módulos.

Transformador de control 440/110	No Aplica ¹⁵	No Aplica
-------------------------------------	-------------------------	-----------

Las compras se realizaron durante el transcurso de la Práctica Empresarial y los equipos y elementos fueron puestos a disposición del grupo de medición en manos del Ing. Elkin Mauricio Claro Martínez.

4.3.3 Configuración del DCS:

Para la configuración del DCS, y de las tarjetas FBM's se utiliza la interfaz Control_Cfg que se encuentra en el ambiente de Ingeniería de Proceso.

El nombre del Compound desarrollado es: DRENAJE AGUAS LLUVIAS.

Se definió la configuración de la tarjeta FBM 4, que se tenía instalada en el momento, según la disponibilidad de nomenclatura y puntos de conexión así:

Tabla 11. Configuración del modulo FBM4.

Modulo	TAG	Tarjeta Utilizada	Punto referido	Tipo de Bloque
FBM 04	LT_31801	IO0001	15	[AIN] entrada de datos

Aunque físicamente la tarjeta FMB10 no estaba instalada, se definió la configuración provisional de la misma así:

Tabla 12. Configuración del modulo FBM10.

Modulo	TAG	Tarjeta Utilizado	Punto referido	Tipo de Bloque
FBM 10	LT_31801	IO0010 ¹⁶	15	[Cout] salida de datos

Debido a que la tarjeta FBM10, TAG (IO0010), no se encuentra instalada, se presenta una señal de error que fue deshabilitada. Esta tarjeta se instalará y configurará una vez se disponga de la calibración del medidor de ultrasonido y de la adecuación de la casilla de la bomba.

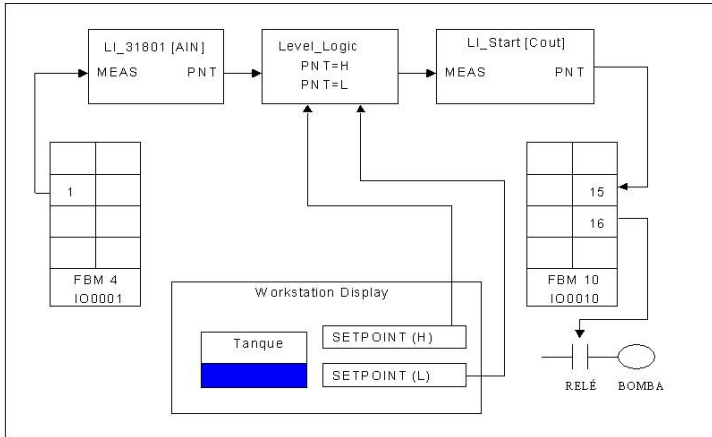
Para la realización de éste procedimiento, se utilizó la detección automática de la tarjeta, luego la inclusión de los datos anteriores para la configuración de los puertos de entrada.

Según la definición de la arquitectura de la sección 4.2.3, se presenta a continuación el estado final de la configuración:

¹⁵ No fue adquirido en la Bodega de Materiales de ECOPETROL.

¹⁶ Tarjeta no instalada.

Figura 33. Compound desarrollado para la aplicación.



- Nivel (AIN): LI_31801; La entrada de este bloque se configuró como el punto uno (1) de la FBM 4 (IO0001).
- Comparador: Level_Logic; En este bloque (de la librería de Foxboro) se realizó la comparación entre el nivel del tanque y los Setpoints predefinidos. Cuando la entrada a este bloque tenga el valor máximo de nivel permisible, denominado como “H”, el bloque se activa y queda en éste estado, hasta que el nivel presentado en LI_31801 sea el valor mínimo permitido “L”.
- START/STOP: LI_Start; La salida de este bloque se configuró como el punto uno (15) de la FBM 10 (IO0010).
- La salida hacia el relé en la lógica ladder planteada, se configuró en el punto 16 de la tarjeta FBM10.

4.3.4 Interfaz gráfica para la aplicación:

Para el desarrollo de la interfaz gráfica se utilizó el área de configuración gráfica, Display Builder (Display_build) y Configurador de Display (Display_Cfg) del ambiente de Ingeniería de Proceso en el Software Foxboro I/A, cuya manipulación es más simplificada que aplicaciones tales como FOXDRAW¹⁷.

La edición de los gráficos se realiza de manera similar que cualquier editor de imágenes como PAINT® de Microsoft®.

El display es salvado con nombre “drenaje de aguas lluvias”, para luego ser conectado al compound del mismo nombre, utilizando el Configurador de Display.

¹⁷ Software de configuración grafica avanzada del sistema Foxboro.

Figura 34. Interfaz Grafica para la Aplicación.

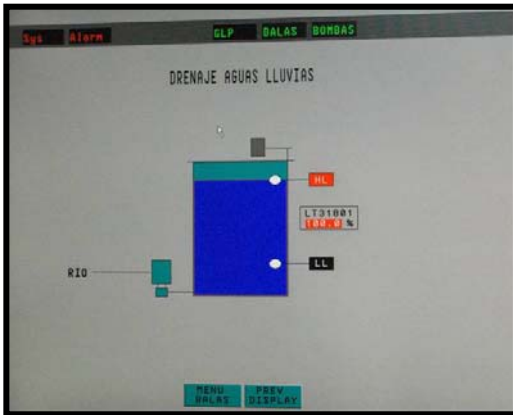


Figura 35. Registro Final.



- Características especiales:
 - La visualización es dinámica, la figura que representa al pozo de almacenamiento, se modifica de acuerdo con la entrada de nivel referenciada al bloque LI_31801.
 - El nivel del tanque se presenta de manera porcentual en un indicador.
 - Cuando el nivel del pozo está próximo a los niveles críticos (H,L), Los indicadores cambian de color.

4.3.5 Conexiones de campo:

Se realizó el tendido de cable de 1*16 AWG desde el cuarto de control hasta la casilla de la bomba y desde ésta hacia la caja de campo situada a un metro de la bomba. Se requieren de empalmes y un cable extra desde la caja de campo hasta el medidor ultrasónico.

4.4 PRUEBAS.

Se realizó la prueba virtual de la interfaz grafica, verificando las características previstas, simulando cambios de nivel en el bloque LI_31801 y verificando la comunicación entre bloques dentro del compound.

Existen otros tipos de pruebas que tendrán que ser realizadas para la culminación exitosa del proyecto, las cuales se enuncian en la siguiente sección.

4.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto “Automatización del sistema de desagüe”:

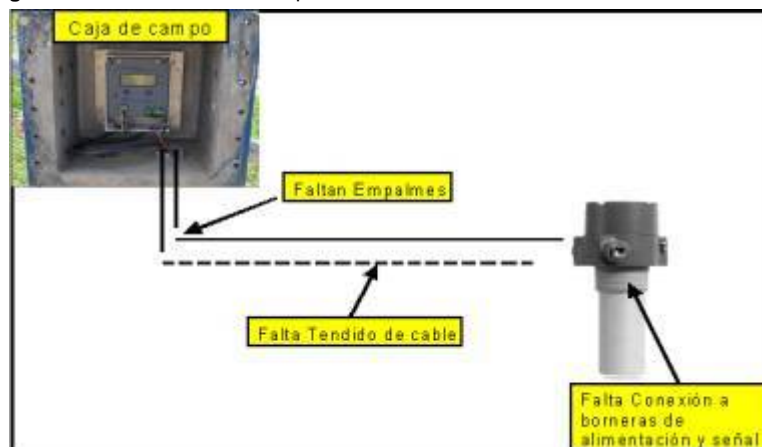
Recomendación: PIM - Z - 210116

Control de Cambios: 1163.

tiene pendientes los siguientes trabajos para una finalización exitosa:

- Reacomodación eléctrica de la casilla de la bomba:
Este trabajo ya tiene una OT con prioridad y orden de ejecución (164020).
Trabajo a realizar:
 - Instalar el transformador de 440/110 Voltios.
 - Configurar la lógica cableada de acuerdo al plano de la Figura 30.
- Conexión de la tarjeta FBM:
 - Se debe conectar la tarjeta FBM 10 que está en poder del Ing. Elkin Claro y configurarla para que quede funcionando con la aplicación desarrollada.
- Conexiones de campo:
 - Empalme de los cables de 1*16 AWG, de un par de hilos, desde la caja de campo hasta el medidor ultrasónico, los cuales llevan alimentación y señal de 4-20 mA hasta el sensor.
 - Tendido de cable de 1*16 AWG desde la caja de campo hasta el medidor ultrasónico, realizando sus respectivos empalmes.

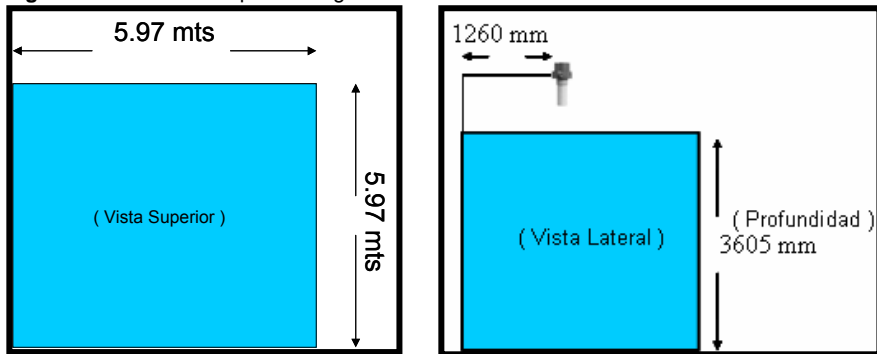
Figura 36. Conexiones de Campo



- Calibración del medidor SOR:

La calibración de este instrumento la debe realizar el área de instrumentación.

Figura 37. Medidas del pozo de aguas lluvias.



- Pruebas:
 - Comunicación: Pruebas que determinen la comunicación efectiva entre los diferentes componentes (Pruebas de lazo).
 - Calibración del medidor: Comparación de las lecturas de nivel ofrecidas por el medidor contra un patrón específico (cinta métrica).
 - Pruebas de instalación: Se deberá probar el funcionamiento de la casilla de la bomba.

Fecha: 28/03/2005

ELAB: WEFL

REV: CASB / EMCM / ENC

APROBO: JEP

5. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En éste capítulo se presentan las diferentes actividades desarrolladas para el grupo de medición de la empresa, que no hacen parte del desarrollo de ingeniería, pero que igualmente aportaron a la empresa y a la formación personal.

5.1 SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DEL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS COMPUTADORES DE FLUJO.

5.1.1 Objetivos Generales

- Identificar el alcance del proyecto “Reemplazo funcional de los computadores de flujo de la casa de Bombas No. 8 en la Gerencia Complejo Barrancabermeja de ECOPETROL S.A.”. Reconocer los puntos más relevantes y resumir el objeto y alcance para el conocimiento general del grupo de medición.
- Realizar resúmenes semanales del estado del proyecto y de las decisiones tomadas por la interventoría de obra.
- Capacitarse en el manejo de los computadores de flujo OMNI que van a ser instalados, y reconocer las desventajas de los equipos a reemplazar.
- Prestar auditoria y seguimiento permanente en el momento de las instalaciones.
- Verificar la instalación final, dejando constancia firmada del cumplimiento de las pautas identificadas en el contrato.
- Asegurar la calibración automática de los medidores de desplazamiento positivo desde los computadores de flujo OMNI.

5.1.2 Objeto

Los computadores de flujo son parte esencial del proceso llevado a cabo en el recibo de crudos de la casa de bombas 8, en él se pueden supervisar y utilizar las variables de presión, temperatura, flujo; realizar la calibración automática (en los nuevos equipos); compensación y corrección de dichas variables. El alcance del proyecto del reemplazo funcional de los computadores de flujo, se basaba en la desinstalación de diez computadores de flujo ELLIOTT 4000 y reemplazarlos con cuatro computadores de flujo OMNI 6000, con todas las tareas que este trabajo implicaba. El grupo de medición dispuso uno de los objetivos de la Práctica Empresarial en la revisión, resumen del alcance, seguimiento, comunicación e información permanente asistencia a reuniones con la interventoría de obra, asistencia a la capacitación de configuración de los equipos OMNI 6000, verificación de la configuración, condicionamiento de la realización del proyecto a no entorpecer las condiciones de operación actuales, aseguramiento de los datos durante la instalación de los nuevos equipos y aseguramiento de la calibración automática.

Figura 38. Lógica cableada a utilizar para la adecuación de la casilla.



Con la consecución de las actividades propuestas se logró el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Tabla 13. Comparación de objetivos para las bases técnicas del reemplazo de los densitómetros.

OBJETIVOS ECOPETROL S.A	OBJETIVOS UIS
<ul style="list-style-type: none">• Gestión de proyectos, en donde el estudiante interactuará con Profesionales en el sector de la industria para la consecución de los proyectos que le son adjudicados.	<ul style="list-style-type: none">• Comunicarse adecuadamente con los miembros de la comunidad tecnológica.• Asimilar la literatura técnica del área electrónica a incluso la que se publique en idiomas extranjeros.• Actualizar permanentemente los conocimientos científicos y tecnológicos.

5.2 CALIBRACIÓN DE MEDIDORES.

5.2.1 Objeto

Debido a la gran importancia que tiene la calibración de los medidores de desplazamiento positivo para la empresa y su implicación directa con el resultado del balance másico, el grupo de medición realiza calibraciones mensuales de estos equipos según las recomendaciones MPMS¹⁸ API para el recibo de crudos, y el despacho de productos refinados. La relación del volumen neto (Volumen corregido con las condiciones actuales de temperatura y presión) del probador sobre el volumen neto dado por el medidor, resulta en un Meter Factor (MF) que es implementado directamente en los computadores de flujo de las respectivas casas de Bombas.

5.2.2 Desarrollo

En el caso de la casa de Bombas No. 8 la calibración de los medidores se realiza utilizando un probador compacto fijo, marca CALIBRON instalado en el área.

Se utiliza un computador portátil con el Software CONDAT y su adecuación con el hardware de la misma marca. Las actas de calibración y registros de lo ocurrido quedan en manos del técnico de medición quien archiva los documentos y se actualizan las cartas de calibración. La última calibración fue desarrollada por medio de los nuevos computadores de flujo OMNI en los cuales se debía implementar la calibración automática de los 10 medidores de flujo.

En el llenadero de carrotanques la calibración de los medidores de desplazamiento positivo se hace mensual y según cronograma del grupo de medición. Durante el año 2004 se tuvo la oportunidad de estar presentes y prestar toda la colaboración solicitada para realizar cinco calibraciones, con la debida revisión del ingeniero y técnico encargados de esta labor, igualmente se trabajaba en la instalación del tanque probador, la toma de datos, la adecuación de los equipos requeridos y la elaboración de los reportes especificados para esta labor. De esta manera se pudo documentar fielmente los pasos para el procedimiento de calibración.

Aunque en la casa de bombas No. 9 no se maneja transferencia en custodia se realizaron las calibraciones de tres medidores másicos, con la colaboración del técnico de medición y con el ingeniero de una empresa contratista.

¹⁸ MPMS: Manual de Normas para Medición de Petróleo, Desarrollado por el American Petroleum Institute (API) y que es utilizado como referencia en la industria del petróleo.

Se verificó el procedimiento, para la posterior realización del instructivo de calibración. Se adecuaron los cables de conexión para facilitar la calibración de los medidores y se maneja la consola BCPE del prover de 18" para todas las calibraciones.

Figura 39. Probador Compacto de la CB8, Probador Tipo Tanque del llenadero de Carrotanques, Probador bidireccional Cb7.



5.3 REALIZACIÓN DE INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO UTILIZANDO PROBADOR COMPACTO.

A continuación se presenta el instructivo de calibración desarrollado, el cual, fue presentado para su revisión, aprobación y publicación en el DOCSOPEN de la refinería.



INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO EN CASA DE BOMBAS 8 CON PROBADOR COMPACTO.

5.3.1 Objetivo

Especificar los procedimientos necesarios para la calibración de los medidores de desplazamiento positivo, ubicados en el área de la casa de bombas No 8 (Central de Crudos) por medio de la utilización del probador compacto, conforme a la

norma API-MPMS, Capítulo cuarto, sección tres y al manual único de medición de ECOPEtrol capítulo cuarto.

5.3.2 Alcance

El contenido de este instructivo, está dirigido tanto a la orientación del personal del grupo de medición, como al personal de operativo, el cual necesariamente deberá estar formado por técnicos capacitados para cumplir con las responsabilidades a su cargo, por lo tanto no se pretende que dicho instructivo se constituya en instrumento de entrenamiento ni aprendizaje, por el contrario, ha sido concebido como una compilación de información útil y necesaria para que las personas involucradas puedan utilizarlo en el mejor desempeño de sus tareas.

5.3.3 Glosario de términos

A continuación se dará alguna terminología específica utilizada en la calibración de los medidores de desplazamiento positivo en la casa de bombas No. 8. Como complemento puede consultar el Capítulo primero del Manual Único de medición “Condiciones Generales” en su numeral tres.

- **CALIBRACIÓN:** Es el conjunto de procedimientos y operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento de medición. Debido a desajustes en los mecanismos, ya sea por fabricación, instalación o los inherentes a la operación misma, puede presentarse inexactitud en las lecturas resultantes de los medidores se requieren entonces, factores de corrección del medidor, también llamados factores del medidor, que sirven para la calibración del equipo esto consiste en comparar las lecturas originadas por el medidor frente a un volumen conocido, que en nuestro caso será el probador compacto.
- **PASADAS DE PRUEBAS:** Es el volumen en un viaje del desplazado entre los switches detectores en una sola dirección.
- **CORRIDAS:** Conjunto de pasadas que determinan una prueba de calibración.
- **MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO:** Equipo utilizado para cuantificar el flujo de un producto midiéndolo directamente, al separarlo en segmentos continuos de volumen conocido los cuales se van contando automáticamente. Los medidores utilizados para la transferencia en custodia son de tipo paleta o alabe, cada uno posee una tarjeta electrónica

Pexp1000 que se encarga de contar electrónicamente el flujo y transmitir esta cantidad en forma de pulsos.

- **PROBADOR TIPO COMPACTO:** Equipo empleado para verificar el volumen medido por cada uno de los equipos de medición de flujo (medidores) que conforman un sistema de medición dinámico, realizando una comparación sencilla entre el volumen del medidor y el volumen certificado del probador.. Los probadores compactos de la empresa son de tipo movable.
- **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.
- **BACHE:** Cantidad de producto preestablecido por recibir o para despachar.
- **COMPUTADOR DE FLUJO:** Equipo que permite controlar la entrega de una cantidad predeterminada de producto, realizar las correcciones por temperatura, presión y densidad según las normas establecidas e imprimir los tiquetes de compra. Los computadores de flujo que se manejan actualmente en la central de crudos (Casa de bombas 8) son OMNI 6000, estos permiten además reconocer alarmas de los instrumentos de medición en línea, las cantidades y productos establecidos para un bache.
- **CARTA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS FACTORES DE MEDICIÓN:** Gráfica estadística donde se ubican los puntos correspondientes a los factores del medidor, correspondientes a las corridas realizadas. El valor promedio (X) para establecer los límites de control del factor del medidor se obtiene hallando la sumatoria de los factores y dividiendo por el número de datos. Para el caso se toman los primeros 25 factores. Todos los valores del factor del medidor deben estar localizados entre $X+3DS$ y $X-3DS$ (DS : Desviación estándar) lo cual indica que el sistema está en control. Cuando los valores están fuera de $X \pm 3 DS$, se dice que el sistema se halla fuera de control.

5.3.4 Condiciones Generales

- Se debe verificar la disponibilidad de bache en curso por el tren de medición requerido; para el caso de la central de crudos se deberá mantener flujo continuo durante más de 2 horas para realizar una calibración segura y sin paradas inesperadas.

- Se debe elaborar un plan de calibración que permita tener claramente determinado qué medidores se van a calibrar durante el día con base en los recibos pronosticados (éste plan debe conocerlo el Ingeniero de Medición, el técnico de soporte y el Supervisor de Casa de Bombas N° 8).
- Cada medidor debe contar con una carpeta o archivo histórico del comportamiento de los factores.
- El factor del medidor definido para la liquidación del bache o de los baches de un periodo establecido, es el resultado del promedio aritmético de las tres (3) corridas de calibración con una repetibilidad inferior a 0.05% obtenida durante un bache.
- El probador a ser utilizado deberá estar calibrado y certificado en el sitio de trabajo por el método de drenado de agua (Water Draw) y se deberán tener asegurado los factores de calibración dentro de los computadores de flujo OMNI. La calibración de estos probadores la debe realizar un ente certificado por el Ministerio de Minas y Energía y deberá ser ejecutado periódicamente cada tres (3) años.
- Para cada medidor calibrado, se deberá elaborar una gráfica de control estadístico. El Meter factor encontrado durante la calibración no podrá ser oficializado si dicho factor queda localizado en las áreas fuera de control, es decir fuera de $X \pm 3$ desviaciones estándar.
- El ingeniero de medición será el responsable de verificar la implementación del factor.
- Elaborar el Tres Que's¹⁹ con la participación de los involucrados en el proceso con sus firmas.
- Tramitar el permiso en frío²⁰ con las firmas de aprobación del Supervisor y Operador de turno de Casa Bombas No. 8.
- Se debe verificar las condiciones del probador compacto en campo, la indicación de las señales de temperatura, presión del probador y del tren de medición en el respectivo computador de flujo.
- Para calibración se requiere contar con todas las medidas de seguridad disponibles, tales como hidrantes de contraincendio, y tubería para drenaje

¹⁹ Tres Que's: Formato para análisis de riesgo de ECOPETROL en donde se especifica el, Que se va a realizar?, Que puede eventualidad puede ocurrir ?, Que se puede hacer para evitarse ?.

²⁰ Permiso en Frío: Permiso para ejecutar una labor cuando los equipos relacionados no se encuentran operando en normalidad o cuando se controlen a totalidad las funciones de los mismos.

del producto, que se encuentre debidamente conectada al probador cuando se le realice la purga, además se debe tener en cuenta que los equipos utilizados sean intrínsecamente seguros, es decir, que por sus condiciones normales de operación y funcionamiento NO produzcan chispa.

- Para el alineamiento del producto hacia el probador, se deberá tener la verificación y aprobación del operador antes y después de la calibración.
- Se deberá energizar el probador en campo con 110 V.

5.3.5 Descripción del Equipo

- Probador de volumen pequeño o compacto.
- Válvulas Mov de doble sello y purga.
- Impresora con conexión serial.
- Computadores de flujo.
- Transmisores de temperatura y presión.

5.3.6 Descripción del Personal

Durante la calibración se deberá disponer de la atención de los operadores de casa de bombas No.8. Para la calibración se debe tener a un Ingeniero electrónico o a su colaborador del equipo de medición que puede ser un técnico con conocimientos generales del procedimiento (lectura de este instructivo y del manual único de medición).

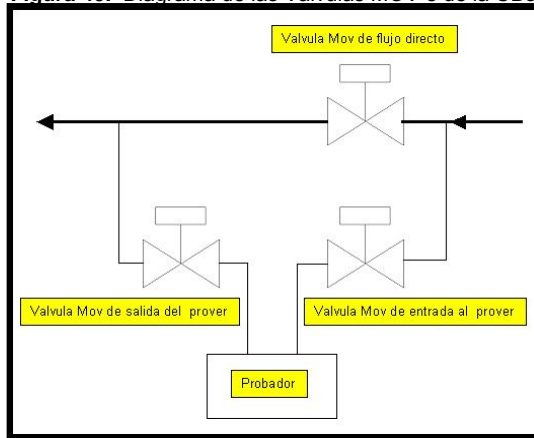
5.3.7 Procedimiento

Previamente realizada la verificación del producto a pasar y estando los responsables de la calibración preparados, los pasos para calibrar los medidores con el probador compacto son los siguientes:

- a) Revisar los alineamientos de todos los trenes de medición (Las válvulas de entrada y salida hacia el probador deben estar cerradas y la válvula de flujo directo abierta).
- b) Realizar el alineamiento del medidor al cual se le va a realizar la calibración junto al operador, manipulando las válvulas Mov en el siguiente orden:

- 1) Abrir la válvula de salida del probador.
- 2) Abrir la válvula de entrada hacia el probador.
- 3) Cerrar la válvula de flujo directo.

Figura 40. Diagrama de las Válvulas MOV's de la CB8.



- c) Realizar purga al sistema probador abriendo la válvula manual que se encuentra junto al PI (indicador de presión del probador), revisando la indicación de presión del mismo.
- d) Ubicándose en el cuarto de control frente al computador de flujo OMNI que tiene la información del medidor a ser calibrado, realice el siguiente procedimiento:
 - Program — Prove — Enter
Se visualizarán entonces las siguientes opciones:
 Invar Deg°F = XX (Valor de la temperatura en la barra del Probador)
 Print passes (Yes/No)= XX (Seleccionar si se requiere imprimir las pasadas y corridas de la calibración o si únicamente se desea imprimir un resumen de la calibración).
 Trial report (Yes/No)= XX (Se utiliza para realizar una sola corrida de prueba).
 Trial prove mtr "N" = XX (Es utilizado para indicar el número del medidor al cual se le va a realizar la prueba).
 Prove meter "N"= XX (Es utilizado para Indicar el numero del medidor al cual se le ira a realizar la corrida de calibración).
 Abort prove ? (Y) = (indicar si se requiere abortar la corrida en cualquier momento).
 - Digitar el valor de la temperatura de la barra en invar. Deg.
 - En "Print passes" escoger "Y" (Alpha -Y).

- En “Prove meter N” digitar el numero del medidor a ser calibrado de acuerdo al orden en que se encuentren configurados (1,2,3,4).

Luego de que se realice la verificación de la estabilidad de la temperatura (aprox. un minuto), la calibración iniciará automáticamente; y al finalizar se imprimirá el resumen de la calibración con el respectivo Meter Factor.

e) Las situaciones más frecuentes que se verán en el computador de flujo y en la impresión respectiva, durante la calibración, son:

- Prover Inactivity: Esta señal de alarma se da cuando existe una falla de alimentación de 110 V al motor del probador en campo.
- Flow Rate Unstable: Variación de flujo mayor a 100 BPH.
- Prover and meter temperatura out of limit: La diferencia en temperatura entre el transmisor del medidor y del probador presenta una variación mayor a 2°F.
- Bad Prove Repeatability: La desviación del Meter Factor es mayor a 0.05%.
- Prove abort requested: Corrida Interrumpida por solicitud del usuario.
- Prove temperature unstable: Alta variación en temperatura del probador.

f) Si la calibración termina con éxito se debe referir al ítem “ACEPTACIÓN DEL FACTOR DEL MEDIDOR” enunciado posteriormente; si la calibración no se termina correctamente, realice nuevamente los enunciados anteriores.

g) Realizar el alineamiento del medidor, cerrando la entrada de producto al probador de la siguiente manera:

- 1) Abrir la válvula de flujo directo.
- 2) Cerrar la válvula de entrada hacia el probador.
- 3) Cerrar la válvula de salida del probador.

h) Hacer los respectivos cierres de los permisos en frío de trabajo.

i) En coordinación con el Ingeniero Electrónico o técnico a cargo implementar el nuevo factor del medidor obtenido por la calibración y debidamente aceptado; se requiere de un password para cambiar este factor (El ingeniero o técnico a cargo lo digitará).

- Meter – Factor -- (# del medidor calibrado).
- Digite el Meter Factor aceptado
- Digite la clave

5.3.8 Aceptación del Factor del Medidor

- Verificar que las corridas promedio se encuentren dentro del 0.05% de desviación.
- Verificar que la diferencia de temperatura entre el medidor y probador no sea mayor de 2°F.
- Si la prueba no cumple con las especificaciones mencionadas, informar inmediatamente al Ingeniero de medición.
- Verificar que el factor del medidor se encuentre dentro de los límites de la carta de control que arrojó la certificación.

Limite Superior = Promedio + 3 Desv. Estándar.

Limite Inferior = Promedio – 3 Desv. Estándar.

Si el factor se sale de rango informar de inmediato al Ingeniero de Medición de esta situación, repetir la prueba, si esta se sale de rango nuevamente el medidor debe salir de servicio para su revisión. Esto debe ser analizado con el Ingeniero de medición y se enviará un reporte por escrito al Coordinador del Área. En el acta de calibración deben reportarse los hallazgos al respecto.

- Si el medidor es llevado a mantenimiento, se debe solicitar al departamento de Instrumentos un informe detallado del arreglo que se le hizo al medidor.
- Una vez el medidor es puesto en línea, el Operador debe realizar al menos 10 corridas. Si las 10 corridas están dentro del rango de la carta de control y el Instrumentista no le hizo ningún cambio al medidor, este continúa con la misma carta de control. Pero si el medidor fue intervenido internamente, o si el Instrumentista le hizo cambio en los internos al medidor, realice mínimo 25 corridas para una nueva carta de control, aunque las corridas estén dentro del rango de la carta de control anterior.

5.3.9 Notas

- Se deben realizar mínimo 3 corridas de 5 pasadas para averiguar si hay repetibilidad entre los datos obtenidos.
- Todos los puntos de transferencia de custodia deben tener probadores dedicados o estacionarios.

- Se deben confirmar los datos de configuración del probador en el computador de flujo OMNI para verificar su equivalencia con respecto a la última calibración vigente del probador.
- Se sugiere tener la rutina de mantenimiento y verificación de los probadores cada 180 Días.
- Toda la instrumentación y patrones utilizados en las rutinas de verificación y calibración deben estar calibrados.
- En caso que los probadores volumétricos se encuentren calibrados con una temperatura base diferente a 60°F, se debe utilizar como volumen base de la calibración, el volumen equivalente a 60 °F calculado con base en el valor del volumen certificado y la diferencia de temperaturas base.

5.3.10 Contingencias


- Si se presentan escapes antes del medidor no se deberá llevar a cabo la calibración ya que esto ocasionara errores en la medición del volumen. Escapes mínimos como gotas en la salida, por conexión de mangueras no interfieren en la calibración pero deben corregirse lo antes posible para evitar contaminación y pérdida de producto.
- Cuando no se tenga disponible el probador, se deberá hacer comparativo de despacho vs recibo en la GCB para lo cual se debe destinar un tanque que solo reciba el producto a comparar. El dato del tanque es comparado con el dato de medidor en campo, junto con el tiquete del computador de flujo y el de despacho. Esta comparación permite determinar si hay diferencias para lo cual se establece que el factor está fuera del rango o que el factor puede seguirse utilizando si no se presenta diferencia alguna. En la medida de lo posible el probador debe habilitarse. Si el factor está fueran de rango de control debe repetirse esta prueba y posteriormente analizar si debe enviarse el medidor a mantenimiento. En caso de no poder comparar los datos de recibo y despacho, por la dificultad de tener un tanque disponible, se debe validar el dato de despacho, siempre y cuando durante los últimos dos meses haya tenido una desviación dentro de los parámetros establecidos, no superior al 0,2%.
- Cuando no sea posible obtener repetibilidad en las corridas de calibración aún después de repetida la prueba, se debe analizar si el medidor presenta suciedad, daño en el contador de pulsos, defecto en el probador, que éste contenga agua, válvula de seguridad del probador disparada, pase en válvulas, cambios fuertes de temperatura del producto, cambios fuertes de la presión, variaciones significativas en la gravedad del producto o en la rata de flujo, daños en los internos del medidor o corrosión interna del probador.

- Inspeccionar el área de trabajo y sus alrededores para observar elementos de seguridad, líneas de evacuación y zonas de alto riesgo.
- Utilizar elementos de contención para regueros, escapes y drenajes tales como baldes, canecas, etc.
- Utilizar elementos de protección personal en todo momento.

Desarrolló	Wilson E. Flórez Llamosa	Revisó:	Ing. Carlos Arturo Salazar	Aprobó:	Ing. Sara Isabel Parra
Fecha	2004-12-27	Fecha	2005-01-05	Fecha	2005-0127

5.4 ACTUALIZACIÓN DE INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO, UTILIZANDO EL TANQUE PROBADOR.

A continuación se presenta el instructivo de calibración desarrollado, el cual, fue presentado para su revisión, aprobación y publicación en el DOCSOPEN de la refinería.

 GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA	INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MEDIDORES <i>DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO</i> EN EL LLENADERO DE CARROTANQUES CON TANQUE PROBADOR
--	--

5.4.1 Objetivo

Especificar los procedimientos necesarios para la calibración de los medidores de desplazamiento positivo ubicados en el área del llenadero de carrotanques por medio de la utilización del probador volumétrico tipo tanque (Seraphín) conforme a la norma API-MPMS Capitulo cuarto, sección cuatro y al Manual Único de Medición de ECOPETROL S.A Capitulo cuarto.

5.4.2 Alcance

El contenido de este instructivo, está dirigido tanto a la orientación del personal del grupo de medición, como al personal de operativo, el cual necesariamente deberá estar formado por técnicos capacitados para cumplir con las responsabilidades a su cargo, por lo tanto no se pretende que dicho instructivo se constituya en instrumento de entrenamiento ni aprendizaje, por el contrario, ha sido concebido como una compilación de información útil y necesaria para que las personas involucradas puedan utilizarlo en el mejor desempeño de sus tareas.

5.4.3 Glosario de términos

A continuación se dará alguna terminología específica utilizada en la calibración de los medidores de flujo en el llenadero de carrotanques. Como complemento puede consultar el Capítulo primero del Manual Único de medición “Condiciones Generales” en su numeral tres.

- **CALIBRACIÓN:** Es el conjunto de procedimientos y operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento de medición. Debido a desajustes en los mecanismos, ya sea por fabricación, instalación o los inherentes a la operación misma, puede presentarse inexactitud en las lecturas resultantes de los medidores se requieren entonces, factores de corrección del medidor, también llamados factores del medidor, que sirven para la calibración del equipo esto consiste en comparar las lecturas originadas por el medidor frente a un volumen conocido, que en nuestro caso será el probador volumétrico tipo tanque conocido como seraphín.
- **MEDIDORES DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO:** Equipo utilizado para cuantificar el flujo de un producto midiéndolo directamente, al separarlo en segmentos continuos de volumen conocido los cuales se van contando automáticamente. Los medidores utilizados para la transferencia de custodia en llenaderos son de tipo *paleta* o *álabe*, cada uno posee una tarjeta electrónica Pexp1000 que se encarga de contar electrónicamente el flujo y transmitir esta cantidad en forma de pulsos.
- **PROBADOR VOLUMÉTRICO TIPO TANQUE:** La función del probador es verificar el volumen medido por cada uno de los medidores instalados, realizando una comparación sencilla entre el volumen del medidor y el volumen certificado del probador. El probador utilizado por la empresa es de tipo abierto.
- **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.

- ISLA DE LLENADO: Plataforma en la cual se encuentran distribuidos los sistemas de despacho de productos.
- BAHIA: Vía de acceso de carrotaques, que está ubicada a lado y lado de las islas de llenado.
- BRAZO DE LLENADO: Elemento mecánico escualizable que permite el flujo de producto para llenado de carrotaques.
- BASCULA: Equipo utilizado para medir el peso de los vehículos que traen o llevan carga desde la Refinería de Barrancabermeja para su posterior facturación.
- COMPUTADOR DE FLUJO DANIELS O DANLOAD 6000: Equipo que permite controlar la entrega de una cantidad predeterminada de producto.
- AUTORIZACIÓN DE CARGUE: Documento entregado en la oficina de ventas y que se debe presentar al vigilante para ingresar al Llenadero y al operador del Llenadero para autorizar el cargue. Contiene información del cliente, del producto a llevar, nombre del conductor y placas del carrotaque.

5.4.4 Condiciones Generales

- Elaborar el respectivo formato de análisis de trabajo seguro (ATS), con la participación de los involucrados en el proceso con sus respectivas firmas.
- Tramitar el permiso en frío con las firmas de aprobación del Supervisor y Operador de turno de Casa Bombas No. 1.
- Se debe elaborar un plan de calibración que permita tener claramente determinado qué medidores se van a calibrar durante el día con base en los inventarios disponibles (éste plan debe conocerlo el Ingeniero de Medición, el Ing. de soporte de mantenimiento, el Jefe de Ventas, las Secretarías de Ventas, el coordinador de productos terminados y el Supervisor de Casa de Bombas N° 1).
- Para calibración se requiere contar con carrotaques de capacidad superior a 4000 galones.

- Se debe informar al Supervisor del Área Ambiental con el fin de recibir en caso de ser necesario, todo el apoyo logístico necesario para efectuar las limpiezas con el camión de vacío²¹ y así mitigar el impacto ambiental y minimizar las condiciones de inseguridad en el Llenadero.
- Se deben tener disponibles canecas de 55 galones (mínimo 3, sin tapa) para recoger productos líquidos que se generan por la limpieza de manguera y el probador volumétrico, al iniciar y finalizar cada calibración. Se acordará previamente con el supervisor si este producto sobrante puede ser vertido al sistema de aguas aceitosas del llenadero.
- Al finalizar la corrida de calibración, el probador volumétrico debe enjuagarse con un Disolvente o un líquido biodegradable, esencialmente cuando se vayan a realizar calibraciones consecutivas con productos de características químicas muy diferentes o se haya hecho una calibración anterior con un producto que requiera de esta limpieza (Bases Lubricantes).
- Solicitar a las Secretarías de Ventas que expliquen al conductor sobre la calibración del medidor que se va a intervenir y por tanto sobre la necesidad que tienen de pesar antes y después del cargue.

5.4.5 Descripción del Equipo

- Probador volumétrico tipo tanque o seraphín.
- Herramientas (una llave para tubo de 18 pulgadas y una llave expansiva de 10 pulgadas)
- Nivel.
- Termómetro Digital.
- Mínimo tres canecas de 55 galones sin tapa.
- Dos baldes o recipientes plásticos medianos, para recoger el producto que se drene del probador volumétrico.
- Manguera de 2 pulgadas de diámetro. (Para ubicar a la salida de la bomba del probador volumétrico hacia el carrotanque)
- Cintas de seguridad para cierre de bahía.

²¹ Camión de Vacío: Camión con bomba de succión, utilizado para la limpieza de pozos y drenajes

5.4.6 Descripción del Personal

Durante la calibración se deberá disponer de toda la atención de los operadores de casa de bombas No.1, además se debe tener coordinación con la secretaria de ventas para la disposición de un carro tanque y la supervisión directa de personal de servicios ambientales. Para la calibración se debe tener un valor mínimo de 2 personas, un Ingeniero electrónico y su colaborador del grupo de medición que puede ser otro ingeniero o un técnico con conocimientos generales del procedimiento (lectura de este instructivo y del manual único de medición).

5.4.7 Procedimiento

Situado el carro tanque en la bahía del producto a cargar y estando los responsables de la calibración con los elementos de protección personal, los pasos para calibrar con un probador volumétrico son los siguientes:

- Ubicar el probador volumétrico en la bahía contraria a la ubicación del carro tanque, para introducir el brazo del medidor a calibrar y verificar que este quede en una posición centrada con la boquilla del probador.
- Soportar el probador volumétrico sobre los tornillos de nivelación dejando las llantas libres, y a su vez dejándolo a nivel (Utilizar un nivel de gota en las platinas de los costados).
- Introducir dentro del probador volumétrico el brazo de llenado y asegurarlo amarrándolo a la boquilla del tanque probador.
- Introducir el termómetro digital para lectura de temperatura del producto a calibrar.
- Conectar la tierra del probador volumétrico a la tierra del llenadero y verificar su correcto funcionamiento (Esto se verifica con el color verde en el indicador de tierra que se encuentra a un lado del brazo del medidor).
- Conectar la Alimentación de la Bomba del probador volumétrico a una toma de 220V.
- Abrir válvula del probador volumétrico para drenar posible humedad o producto residuo de una calibración anterior.
- Conectar un extremo de la manguera a la salida de la bomba para drenar el producto del Probador volumétrico.

- Ubicar el otro extremo de la manguera dentro del carrotanque que cargará el producto del brazo a calibrar asegurándola con la tapa del compartimiento o amarrándola a su soporte.
- Tomar datos técnicos del medidor (Modelo, Serial, Presión, Numero Interno, Producto, API) y datos del vehiculo con que se va a calibrar (Número de autorización, empresa, capacidad, volumen autorizado).
- Verificar que la válvula de drenaje del tanque probador esté cerrada y que al abrir la válvula manual “hombre-muerto” del brazo no se presente pase de producto.
- Solicitar al Supervisor de Casa Bombas No. 1 el permiso para el cambio de estado del computador de flujo danload (Automático – Manual) y dejar en manos del Ingeniero Electrónico encargado realizar este cambio.
- Tomar nota de: Factores actuales en las diferentes ratas, ratas de flujo del medidor, volumen gross inicial, volumen standard inicial.
- Cambiar temporalmente los factores del danload en las diferentes ratas de flujo estableciéndole un valor de 1.0000 ante de iniciar la calibración.
- Programar 750 gls. en el danload para llenar el probador volumétrico.
- Arrancar el despacho del producto teniendo en cuenta el nivel de sobrellenado del probador volumétrico (no exceder de la escala graduada) y tomar nota de las ratas de llenado, presión, temperatura y CTL del danload, volumen gross y standard indicados y tiempo total de llenado.
- Al finalizar el cargue se tomara nota de: temperatura en el termoprober y la escala del probador volumetrico.
- Es necesario tener tres personas en el sitio de calibración, ubicadas, una cerca del computador de flujo danload, para oprimir el botón de parada (en caso de fallas de cerrado automático), otra próxima a la válvula de cierre del brazo y otra cerca al Probador volumétrico para dictaminar los datos y verificar que el nivel, no sobrepase la medida de la escala.
- Desocupar el producto del Probador volumétrico trasladándolo al carrotanque por medio de la bomba tomando el tiempo total de descargue y contabilizando 30 segundos inmediatamente después de desocupado para secado total, luego de este tiempo se cerrará la válvula de media vuelta y se apaga la bomba no simultáneamente.

- Repetir los pasos o), p), q), r), s) para cada corrida de calibración (mínimo cuatro, dependiendo de la repetibilidad observada) NOTA: la primera corrida es de remojo y no debe ser tomada en cuenta como corrida de calibración.
- Drenar todo el producto que se encuentra en la manguera con la ubicación de las canecas y dejarlo a disposición del supervisor de la Casa de Bombas 1 o a uno de los delegados del área ambiental.
- Desmantelar el probador volumétrico y recoger todo el equipo para la normalización total del llenadero.
- Hacer los respectivos cierres de los permisos en frío de trabajo (Inicio y cambio de estado del danload).
- Introducir los datos obtenidos, en la hoja de cálculo diseñada a partir de los cálculos recomendados por el API capítulo doce sección dos, referidos igualmente en el manual único de medición capítulo quinto sección 6.5 para obtener el nuevo factor del medidor. El formato normalmente usado para presentar el nuevo meter factor en ECOPETROL S.A es como el que se indica en el **ANEXO 8**.
- En coordinación con el Ingeniero Electrónico a cargo implementar el nuevo factor del medidor obtenido por la calibración en el danload y pasar este a su vez a automático nuevamente.
- Realizar un acta o reporte similar al mostrado en el **ANEXO 9**, para archivar en la carpeta de actas del grupo de medición.

5.4.8 Notas

- La primera corrida que se le haga al probador volumétrico será para remojo y observación con respecto al danload (galonaje).
- Se deben realizar mínimo 4 corridas para averiguar si hay repetibilidad entre los datos obtenidos. La repetibilidad se obtiene comparando el despacho de galones brutos del danload con respecto a la lectura de la escala del probador volumétrico.
- Se debe tener en cuenta que cada línea de la escala del probador volumétrico hace 25 pulgadas cúbicas, y que un galón son 231 pulgadas cúbicas.
- En ECOPETROL cada medidor debe contar con una carta histórica del comportamiento de los factores donde se grafique los factores del medidor

obtenidos durante las corridas de verificación, los cuales deben tener repetibilidad.

- Todos los puntos de transferencia de custodia deben tener probadores dedicados o estacionarios.
- Se sugiere tener la rutina de mantenimiento y verificación de los probadores cada 180 días.
- Toda la instrumentación y patrones utilizados en las rutinas de verificación y calibración deben estar calibrados.
- En caso que los probadores volumétricos se encuentren calibrados con una temperatura base diferente a 60°F, se debe utilizar como volumen base de la calibración, el volumen equivalente a 60 °F calculado con base en el valor del volumen certificado y la diferencia de temperaturas base.


5.4.9 Contingencias:

- **Derrame por sobrellenado del probador volumétrico:** En el danload se debe oprimir el botón rojo de parada y cerrar la válvula de cierre rápido del brazo de llenado en caso que continúe saliendo producto se deberá cerrar la válvula de bloqueo debajo de la bahía antes del medidor. El producto derramado se debe arrastrar con agua hacia las cunetas que van hacia la caja de aguas aceitosas. No se debe encender el motor del vehículo hasta tanto no esté debidamente controlado el derrame y limpio el sitio de cargue.
- **Escapes:** Si se presentan escapes antes del medidor no se deberá llevar a cabo la calibración ya que esto ocasionara errores en la medición del volumen. Escapes mínimos como gotas en la salida, por conexión de mangueras no interfieren en la calibración pero deben corregirse lo antes posible para evitar contaminación y pérdida de producto.
- Inspeccionar el área de trabajo y sus alrededores para observar elementos de seguridad, líneas de evacuación y zonas de alto riesgo.
- Cerrar la bahía a trabajar con cintas de aviso.
- Utilizar elementos de contención para regueros, escapes y drenajes tales como baldes, canecas, etc.
- Ubicar la toma de 220V con recomendación técnica explosion prove dentro del llenadero.
- Utilizar elemento de protección personal en todo momento.

Actualizó	Ing. Wilson E. Flórez Llamosa	Revisó:	Ing. Carlos Arturo. Salazar	Aprobó:	Ing. Sara Isabel Parra
Fecha	2004-12-01	Fecha:	2004-12-17	Fecha	2005-01-05

5.5 INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES MÁSCOS EN CASA DE BOMBAS 9 CON PROBADOR DE VOLUMEN PEQUEÑO.

A partir de las condiciones y procedimientos realizados durante las calibraciones, se desarrollaron tres instructivos; uno para su disposición en la casa de bombas 9, otro denominado “Procedimiento para la calibración del cero” de los diferentes medidores máscos (**ANEXO 10**) y un tercero con diferente formato para publicación y disposición para el grupo de medición, cuyo resultado final se puede apreciar a continuación. Además se realizó una presentación informativa de las conexiones e instrumentos que hacen parte del desarrollo de las calibraciones (**ANEXO 11**).

 <p>GERENCIA COMPLEJO BARRANCABERMEJA</p>	<p>INSTRUCTIVO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES MÁSCOS EN CASA DE BOMBAS 9 CON PROBADOR DE VOLUMEN PEQUEÑO.</p>
---	---

5.5.1 Objetivo

Especificar los procedimientos necesarios para la calibración de los medidores máscos ubicados en el área de la casa de bombas No. 9 (Blending) por medio de la utilización del probador de volumen pequeño o compacto de 12” o 18” conforme a la norma API-MPMS Capitulo cuarto sección tres y al manual único de medición de ECOPETROL capitulo cuarto.

5.5.2 Alcance

El contenido de este instructivo, está dirigido tanto a la orientación del personal del grupo de medición, como al personal de operativo, el cual necesariamente deberá estar formado por técnicos capacitados para cumplir con las responsabilidades a su cargo, por lo tanto no se pretende que dicho instructivo se constituya en instrumento de entrenamiento ni aprendizaje, por el contrario, ha sido concebido

como una compilación de información útil y necesaria para que las personas involucradas puedan utilizarlo en el mejor desempeño de sus tareas.

5.5.3 Glosario de Términos

A continuación se dará alguna terminología **específica utilizada en la calibración de los medidores de flujo másico en la casa de bombas 9**. Como complemento puede consultar el Capítulo primero del Manual Único de medición “Condiciones Generales” en su numeral tres.

- **CALIBRACIÓN:** Es el conjunto de procedimientos y operaciones que tienen por finalidad determinar los errores de un instrumento de medición. Debido a desajustes en los mecanismos, ya sea por fabricación, instalación o los inherentes a la operación misma, puede presentarse inexactitud en las lecturas resultantes de los medidores se requieren entonces, factores de corrección del medidor, también llamados factores del medidor, que sirven para la calibración del equipo esto consiste en comparar las lecturas originadas por el medidor frente a un volumen conocido, que en nuestro caso será el probador compacto.
- **VIAJE COMPLETO DE PRUEBA (PROVER ROUND TRIP):** Es el volumen bidireccional del probador cuando el desplazador viaja entre switches detectores en una dirección y en la de retorno.
- **PASADAS DE PRUEBAS:** Es el volumen en un viaje del desplazado entre los switches detectores en una sola dirección.
- **MEDIDORES MASICOS:** Equipo utilizado para cuantificar el flujo de un producto midiéndolo **INDIRECTAMENTE**. El principio de funcionamiento de los medidores en CB9 es el efecto coriolis, del cual se puede inferir la medición a partir de la proporcionalidad que existe entre el flujo másico y el delta de tiempo (desfase- ΔT) encontrado entre las señales de entrada y de salida del medidor.
- **PROBADOR TIPO COMPACTO:** La función del probador es verificar el volumen medido por cada uno de los medidores instalados, realizando una comparación sencilla entre el volumen del medidor y el volumen certificado del probador que se encuentra plenamente identificado por medio de dos o mas switches indicadores. Los probadores compactos de la empresa son de tipo móvil.
- **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.

- CONSOLA “COMPACT PROVER”: Equipo que permite controlar a manera de computador de flujo (recibe y calcula datos de corrección y compensación por temperatura o presión) la calibración de una manera sencilla desde un cuarto de control.

5.5.4 Condiciones Generales

- Se debe realizar la gestión para enviar el probador compacto desde su sitio de almacenamiento (normalmente Casa de Bombas No7) hacia la Casa de bombas 9 con una semana de anticipación a la calibración, realizando las conexiones aguas arriba y aguas abajo en las bridas correspondientes.
- Elaborar el respectivo formato de análisis de trabajo seguro (ATS), con la participación de los involucrados en el proceso con sus firmas.
- Tramitar el permiso en frío con las firmas de aprobación del Supervisor y Operador de turno de Casa Bombas No. 9.
- Se deben tener disponibles canecas de 55 galones (mínimo 3, sin tapa) para recoger productos líquidos que se generan por la limpieza de las mangueras de conexión del probador compacto al finalizar la calibración. Se acordará previamente con el supervisor si este producto sobrante puede ser vertido al sistema de aguas aceitosas del llenadero.
- Se debe elaborar un plan de calibración que permita tener claramente determinado qué medidores se van a calibrar durante el día con base en los inventarios disponibles (éste plan debe conocerlo el Ingeniero de Medición, el técnico de soporte y el Supervisor de Casa de Bombas N° 9).
- Para calibración se requiere contar con todas las medidas de seguridad disponibles, tales como mangueras de contraincendio, y mangueras para desagüe del producto que se encuentre dentro del probador cuando se le realice la purga, además se debe tener en cuenta que los equipos utilizados sean intrínsecamente seguros.
- Se debe informar al Supervisor del Área Ambiental con el fin de recibir si es necesario todo el apoyo logístico básico para efectuar las limpiezas de los residuos y así mitigar el impacto ambiental y minimizar las condiciones de inseguridad en el Blending.

- Se deben tener disponibles mangueras conectadas al desagüe de aguas aceitosas para recoger productos líquidos que se generan por la limpieza de manguera y el probador compacto, al iniciar y finalizar cada corrida y calibración.
- Al finalizar las corridas de calibración, al probador compacto se le debe pasar internamente un Disolvente o un líquido biodegradable..
- La conexión entre el transmisor de los medidores y la consola debe tener un divisor de tensión que adapte la señal a la entrada de la consola a máximo 12V. Esto es imprescindible para el transmisor MVD-2700 en el cual se presenta un voltaje de salida de 24V max.
- La casa de Bombas No9. debe proveer las conexiones eléctricas con sus respectivas extensiones hacia campo dos de 220V y tres de 110V.

5.5.5 Descripción del Equipo

- Probador de volumen pequeño o compacto.
- Herramientas (una llave para tubo de 18 pulgadas y una llave expansiva de 10 pulgadas)
- Nivel de gota.
- Termómetro Digital.
- Cilindro con nitrógeno.
- Regulador de presión.
- 2 mangueras de desagüe.
- Cintas de seguridad para cierre del área.
- HART Handheld o Computador personal si se tiene el software PROLINK.
- Borneros.
- Impresora con conexión serial.

5.5.6 Descripción del Personal

Durante la calibración se deberá disponer de toda la atención de los operadores de casa de bombas No.9, además se debe tener coordinación y la supervisión directa de personal de servicios ambientales y de seguridad. Para la calibración se debe tener un valor mínimo de dos personas, un Ingeniero electrónico y su colaborador del equipo de medición que puede ser otro ingeniero o un técnico con conocimientos generales del procedimiento (lectura de este instructivo y del manual único de medición).

5.5.7 Procedimiento

Previamente realizada la verificación del producto a pasar y estando los responsables de la calibración con los elementos de protección personal, los pasos para calibrar con un probador compacto son los siguientes:

- a) Soportar el probador compacto sobre los tornillos de nivelación dejando las llantas libres, y a su vez dejándolo a nivel (Utilizar un nivel de gota en las platinas de los costados).
- b) Realizar el conexionado entre la consola el transmisor y el probador compacto con la respectiva impresora.
- c) Para verificación del proceso se debe conectar el computador personal o el handheld al transmisor del medidor másico.
- d) Introducir dentro de los desagües de los tanques adyacentes las mangueras del probador compacto para cuando se realice la purga del equipo.
- e) Realizar la conexión del cilindro de nitrógeno y ajustar la presión del “*spring plenum*” según la formula:

$$\text{Plenum Pressure} = \frac{\text{Pipeline Gauge Pressure (psig)}}{R} + 60 \text{ psig}$$

Donde R =

Tabla 14. Factor de acondicionamiento.

Tamaño	R
18”	3.2
12”	5

- f) Conectar la Alimentación de la o las Bombas del probador compacto a una toma de 220V.
- g) Realizar las conexiones de alimentación a la consola (110V). No encienda la consola (BCPE) en este momento.
- h) Revisar que el reservorio hidráulico este entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de su capacidad total.
- i) Abrir las válvulas de drenaje del probador compacto para purgar el aire o producto residuo de una calibración anterior.

- j) Tomar datos técnicos del medidor (Modelo, Serial, Presión, Numero Interno, Producto, API).
- k) Realizar alineamiento junto con el operador de la casa de bombas No.9 para que se empiece a pasar producto por el probador compacto. Dejando que el producto pase durante 15 a 30 minutos antes de empezar la calibración.
- l) Tomar nota de: ratas de flujo del medidor, K factor dispuesto para el medidor (al solicitarlo en la consola, ésta debe indicar el mismo valor que muestra el transmisor, mas adelante se puede revisar este ítem).
- m) Ubicar el termómetro digital en el probador compacto en el área del pistón.
- n) Revisar que las indicaciones de Presión y temperatura tanto del medidor como del probador estén disponibles y se puedan visualizar igualmente durante la calibración.
- o) Es necesario tener dos personas en el sitio de calibración, ubicadas una en la consola digitando los datos y configurando la calibración y otra para tomar los datos, verificar constantemente el transmisor y escribiendo los datos arrojados por la consola durante la calibración.
- p) Cuando el producto ha pasado por el probador durante un periodo de tiempo moderado (si se requiere hacer calibración de cero al medidor refiérase al “Procedimiento de calibración del cero” de los medidores másicos de la GCB) se configura la consola de la siguiente manera:
- Encender la consola, observando que en el display se complete el diagnostico sin ningún error.
 - En el display de la consola aparecerá “Flow meter K-Factor”, digitarlo de acuerdo al K establecido para el producto en particular (estas tablas las manejan los operadores de la CB9).
 - Dar Click en la opción ↑ (forward)
 - Verificar la rata de flujo del producto tanto en el transmisor (por medio del handheld o el PC) como en la consola.
 - Dar Click ↑ (forward), ↑ (forward), o RESET.
 - En la pantalla se debe visualizar el home de la consola. ECOPETROL SA GCB PMP [Select mode].
 - Seleccionar INPUT
 - Seleccionar: Run sets = 1 (utilizando “Next choice”)
 - Dar Clic en ↑ (forward).
 - Digitar los datos de la siguiente tabla: (ingresando los datos numéricos) y luego de cada selección dar clic en ↑ (forward).

Tabla 15. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de configuración de corridas.

Selección	Datos a ingresar
Number of passes per run	5
Number of multi-pass proving runs	3
Meter position	upstream
Do you want press-temp compensation	yes
Correction-temperature of the liquid CTL	API tables
API table for calculation of CTL	6B
Correction – pressure on liquid CPL	Linear equation
Liquid compressibility factor Fmethod	Table 11.2.1

Para volver a las opciones de corrida (RUN) se debe hacer doble clic en el botón RESET.

- Hacer Clic en “ NEXT CHOICE”, escogiendo la opción “CALIBRATION”. Y luego dar clic en siguiente, ↑ (forward).
- Levantar la perilla de seguridad, hacer clic en ↑ (forward). Digitar el código por defecto “ 0 ” y dar clic en ENTER. Ahora se desplegarán una serie de selecciones las cuales se actualizarán según la siguiente tabla, haciendo clic en ↑ (forward) después de cada selección:

Tabla 16. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de configuración de calibración.

Selección	Datos a ingresar
Do you want units conversion	NO
Units of measure	BPH/DGF/PS
Number of calibrated volumes	No aplica
Upstream base volume #1 of the prover	Digitar el valor según la ultima calibración del probador (Esta información se encuentra en el acta dejada por la empresa contratista que realizó dicha calibración)
Dawnstream base volume #1 of the prover	Digitar el valor según la ultima calibración del probador (Esta información se encuentra en el acta dejada por la empresa que realizó dicha calibración)
Calibration reference temperature	60 °F.
Calibration reference pressure	0
Prover material	Seleccionar con “NEXT CHOICE” el

	dato según lo especificado en el manual del probador (actualmente se tienen dos probadores de 17-4 ST. Steel)
Invar coeff. Of expansion	Digitarlo de acuerdo al manual del equipo (Actualmente está por defecto el valor 0.00000080/DGF)
Prover cylinder inside diameter	Digitarlo de acuerdo a la última calibración del equipo (Actualmente está por defecto el valor 17.500 inches para el probador compacto de 18")
Prover cylinder wall thickness	Digitarlo de acuerdo al manual del equipo (Actualmente está por defecto el valor 1.2500 inches para el probador de 18")
Liquid reference temp. for corrections	60
Meter liquid temp. source	Escoger con "NEXT CHOICE" la opción "manual entry"
Prover liquid temp. source	Escoger con "NEXT CHOICE" la opción "manual entry".
Meter liquid pressure source	Escoger con "NEXT CHOICE" la opción "manual entry"
Prover liquid pressure source	Escoger con "NEXT CHOICE" la opción "manual entry"
Prover liquid density source	Escoger con "NEXT CHOICE" la opción "manual entry"
Density correct for temp	NO
Data communication Mode	OFF
Mod. Printer port variables	NO
Security access code	0
Language	English

Para volver a la pantalla principal, se debe hacer doble clic en el botón RESET, o simplemente se hace clic en HOME y se baja la perilla de seguridad.

- Al ubicarse en la pantalla principal, "HOME", seleccionar la opción de corridas "RUN", e introducir en los diferentes campos las opciones descritas en la siguiente tabla, haciendo clic en ↑ (forward), después de cada selección:

Tabla 17. Datos a incluir en la consola BCPE en la sección de corridas.

Selección	Datos a ingresar
Selection of run sets	1
Proving run printout	OFF si no se tiene impresora en el

	momento de calibrar.
Flowmeter Base K-factor	Comprobar que sea el mismo valor ya digitado.
Does flowmeter have auto temp. comp.	YES (si se va a calibrar el medidor con el transmisor RFT-9739 y tiene seleccionada la opción de densidad en el transmisor), NO (Si está calibrando el medidor con el transmisor MVD-2700)
Equilibrium vapor pressure of liquid	0.
Temp of optical sensor mounting ROD	Digitar el valor de la temperature In var que señala el termómetro digital.
API Gravity of the liquid at 60°F	Digitar la densidad del producto, preferiblemente del último VoBo ²² del tanque de entrega.
Temperature of the liquid at the prover	Digitar la temperatura del probador, señalada en el indicador del mismo.
Pressure on liquid at the prover	Digitar el dato arrojado por el PI del probador.
Temp. of liquid at the meter	Digitar la temperatura que se indica en el TI que se encuentra antes del mezclador estático, agregándole de uno a tres °F dependiendo de la temperatura ambiente. y de su seguimiento con el PC o Handheld.
Pressure on liquid at the meter	Digitar la presión que se indica en el PI que se encuentra antes del mezclador estático.

- q) Se le da inicio a la calibración automática con el botón START.
- r) Si no se tiene impresora, es recomendable anotar cada valor arrojado por la consola durante cada una de las pasadas en cada corrida para llevarla a la hoja de reporte correspondiente.
- s) Al finalizar la corrida la consola arroja los datos obtenidos y se pueden visualizar todos con el siguiente procedimiento, haciendo clic en ↑ (forward) después de cada selección :

Tabla 18. Datos a incluir en la consola BCPE para la visualización de los datos arrojados en calibración.

Selección	Datos a ingresar
En HOME seleccione DATA	No aplica.
Should data be displayed or printed	displayed o printed (si posee impresora en el momento de la calibración, seleccione printed).
Select parameter type to be displayed	Run results.

²² Densidad con VoBo: Densidad encontrada en laboratorio que se rija con las normas API.

Hacer anotación de los siguientes datos arrojados, después de cada selección hacer clic en ↑ (forward) .

- Average K Gross.
- Average time to displace prover volume.
- Average time for meter pulses.
- Average number of meter pulses.
- Average flow rate of the liquid.
- Average meter frequency during RUN.
- Meter factor.
- Meter factor repeatability.
- Net prover volume.
- Net meter volume.
- Average Net K factor corrected for T/P.
- API Gravity.
- Average CPL_P over all runs.
- Average CPL_M over all runs.
- Average CTL_P over all runs.
- Average CTL_M over all runs.
- Average CPS_P over all runs.
- Average CTS_P over all runs.
- Flowtube SQ coeff of expansion.
- Invar coeff of expansion.
- F-factor for liquid at the prover.
- F-factor for liquid at the meter.
- Average temp_P over all runs.
- Average Press_P over all runs.
- Average temp_M over all runs.
- Average Press_M over all runs.

Para regresar al inicio dar clic en HOME.

- t) Drenar todo el producto que se encuentra en las mangueras de conexión del probador con la ubicación de las canecas y dejarlo a disposición del supervisor de la Casa de Bombas 9 o a uno de los delegados del área ambiental.
- u) Desmantelar el probador compacto realizar la limpieza indicada en “condiciones generales” y recoger todo el equipo para la normalización total de la Casa de Bombas No.9.
- v) Hacer los respectivos cierres de los permisos en frío de trabajo.
- w) En coordinación con el Ingeniero Electrónico a cargo implementar el nuevo factor del medidor obtenido por la calibración utilizado el software PROLINK o el Handheld.
- x) Existen dos formas de reportar la calibración, con la hoja de calculo ofrecida por la consola y su respectiva impresión, o, si no se posee impresora, con

la anotación de todos los datos recolectados en el numeral 19, editados en cualquier programa de Microsoft Office en donde se señale claramente el nuevo meter factor a implementar, la fecha, el medidor calibrado, la repetibilidad de la calibración y el/los responsable/s. Como referencia véase **ANEXO 12.**

- y) Realizar el acta de calibración correspondiente, tal como se indica en el **ANEXO 13.**

5.5.8 Notas

- La primera corrida (escoger “1” corrida en las opciones de la consola) que se le haga al probador compacto será para remojo y seguimiento de la información arrojada por el medidor y el probador compacto.
- Se deben realizar mínimo tres corridas de cinco pasadas para averiguar si hay repetibilidad entre los datos obtenidos. La repetibilidad se dicta automáticamente en la consola.
- En Ecopetrol cada medidor debe contar con una carta histórica del comportamiento de los factores donde se grafique los factores del medidor obtenidos durante las corridas de verificación, los cuales deben tener repetibilidad.
- Todos los puntos de transferencia de custodia deben tener probadores dedicados o estacionarios.
- Se sugiere tener la rutina de mantenimiento y verificación de los probadores cada 180 Días.
- Toda la instrumentación y patrones utilizados en las rutinas de verificación y calibración deben estar calibrados.
- En caso que los probadores volumétricos se encuentren calibrados con una temperatura base diferente a 60°F, se debe utilizar como volumen base de la calibración, el volumen equivalente a 60 °F calculado con base en el valor del volumen certificado y la diferencia de temperaturas base.

5.5.9 Contingencias

- **Escapes:** Si se presentan escapes antes del medidor no se deberá llevar a cabo la calibración ya que esto ocasionara errores en la medición del volumen. Escapes mínimos como gotas en la salida, por conexión de mangueras no interfieren en la calibración pero deben corregirse lo antes posible para evitar contaminación y pérdida de producto.
- Inspeccionar el área de trabajo y sus alrededores para observar elementos de seguridad, líneas de evacuación y zonas de alto riesgo.

- Cerrar la zona de trabajo con cintas de aviso.
- Utilizar elementos de contención para regueros, escapes y drenajes tales como baldes, canecas, etc.
- Ubicar la toma de 220V con recomendación técnica explosion prove dentro del Blending.
- Utilizar elementos de protección personal en todo momento.

Desarrolló	Wilson E. Flórez Llamosa	Revisó:	Ing. Carlos Arturo Salazar	Aprobó:	Ing. Sara Isabel Parra
Fecha	2005-01-15	Fecha	2005-03-09	Fecha	2005-03-18

5.6 PUESTA A PUNTO PROBADOR CB7.

5.6.1 Objetivos Generales

- Reconocer el funcionamiento del probador por medio de la reparación del equipo, su funcionamiento y verificar las condiciones y estado del mismo.
- Identificar las condiciones de calibración de los equipos probadores que son utilizados para la calibración de los medidores de flujo de la empresa.

5.6.2 Objeto

Se colaboró con la revisión de todos los trabajos requeridos para la puesta a punto del probador de 12" ubicado en esta casa de Bombas. Este prover estaba afectado por una fuga por una de sus bases, al abrirse se encontró que necesitaba reemplazo en uno de sus O-Rings²³. Siendo reparado se dispuso de su calibración con la empresa contratista encargada, en donde se pudo verificar y colaborar en la instalación y procedimiento de calibración de probadores según las normas API establecidas para este tipo de trabajos, todo con la supervisión y respaldo de los ingenieros a cargo y la empresa contratista.

²³ O-Rings: Empaque, para asegurar adherencia de las partes de un equipo.

5.7 ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

En el transcurso de la práctica industrial se pudo realizar la organización de cierta información que para los diferentes propósitos resulta de mucha utilidad. Entre los trabajos realizados se encuentra la organización definitiva de las carpetas de aforo de los tanques de materias primas, y la organización de información para el recién conformado grupo de medición. Es importante recalcar que los trabajos se realizaron de acuerdo a las normas de retención documental de ECOPETROL S.A.

5.8 TANQUES Y TABLAS DE AFORO.

Debido a que en la empresa empezó a regir la norma de retención documental, se dispuso a organizar las tablas de aforo encontradas en los gabinetes del salón de reuniones de la casa de Bombas 8. Las tablas de aforo que estaban “vencidas” fueron separadas y todas las carpetas fueron modificadas y presentadas según la nueva normatividad. La información fue documentada en medio magnético y se presento así por primera vez el listado actualizado de todos los tanques de ECOPETROL S.A. con sus respectivas fechas de aforo, productos que se manejan, alturas de referencia y volumen máximo de cada uno. Este fue un trabajo dispendioso pero sumamente útil para todos los trabajos del grupo de medición. Cabe resaltar que este fue uno de los puntos de partida para la identificación de los tanques que se requieren aforar dentro del contrato que adelanta el grupo de medición. El archivo puede ser encontrado en el disco duro compartido (W:) adjudicado al grupo de medición y también es presentado en el ANEXO 14 de este documento.

5.9 TERMO-PROVERS Y CINTAS DE MEDICIÓN.

El grupo de metrología de la empresa realiza la verificación y/o calibración de las cintas métricas y los termo-provers con una frecuencia determinada de un año para las cintas y tres meses para los medidores de temperatura. El trabajo que se realizó consiste en la elaboración de un documento informativo, para llevar control de las calibraciones, el estado del instrumento, la ubicación de los mismos y el

responsable de su cuidado. Este archivo se puede acceder en el disco duro compartido (W:) de medición y apreciar en el ANEXO 15 de este documento.

5.10 REALIZACIÓN DE ARCHIVO DE HALLAZGOS DIARIOS.

Conformado el grupo de medición, este dispuso a evaluar las diferentes situaciones por corregir de las diferentes áreas cuyo proceso influye directamente en el resultado del balance másico de la refinería. El trabajo realizado en esta ocasión fue generar un reporte informativo en el que se pudiera visualizar las diferentes acciones realizadas por el grupo de medición, los responsables de las diferencias encontradas entre los sistemas operativos, los detalles a evaluar y los responsables de su corrección, y una grafica indicativa de los responsables de las eventualidades. Este archivo se puede acceder en el disco duro compartido (W:) de medición (BITÁCORA) y apreciar en el ANEXO 16 de este documento.

5.11 CHARLAS TÉCNICAS.

Dentro de la Práctica Empresarial se tuvo la gran oportunidad de interactuar con diferentes áreas operativas dictando distintas charlas sobre medición, balance másico, o simplemente charlas de carácter informativo.

5.11.1 Cuidados de los nuevos equipos de medición.

Dentro de la disposición del grupo de medición se encontraba la capacitación directa a los operadores de casa de bombas sobre medición en general y los cuidados de los instrumentos de medición, además se explico como referirse por la intranet al Manual Único de Medición MUM. En muchas ocasiones se tuvo el acompañamiento del técnico de medición, con el que se dictaron, en la totalidad de las áreas de materias primas, dichas charlas y se hicieron la entrega de las nuevas cintas de medición.

5.11.2 Auditorias.

Presentando la necesidad de informar al área operativa de los trabajos del grupo de medición, se impartieron charlas informativas, sobre las auditorias realizadas el

31 de Diciembre y el 28 de Febrero, en donde se explicaban los pasos a seguir para la medición y aseguramiento de los datos en el corte de media noche²⁴.

5.11.3 Charla sobre Medidores Másicos.

En el marco técnico, se presentó una exposición en una reunión sistemática de ingenieros electrónicos de PAO- ATP, en donde se explicaba el funcionamiento y la configuración de los medidores másicos en Blending. Se contó con buen Quórum y se desarrolló para gran satisfacción del expositor, con gran éxito.

5.11.4 Charlas sobre Balance Másico.

Con el fin de concientizar a los operadores de prestar más atención en el resultado del balance másico, las implicaciones de las mediciones y determinadas acciones con respecto al SIO, se dictaron las charlas informativas sobre balance másico y su representación en RIS.

5.12 COMPARACIÓN SIO VS. ENTIS.

Esta comparación fue realizada en la casa de bombas 1, 5, 2 y 8, la propuesta era revisar las diferencias entre la medida del tanque y la telemetría, en el histórico del software ENTIS, para los cortes de media noche de los días críticos del mes de febrero, ésta comparación, se puede detallar en el ANEXO 17.

5.13 INSTRUCTIVO PARA LA REVISIÓN SINOPER - SIO - RIS.

Este instructivo será utilizado en la comparación diaria de los datos digitados en el SIO versus los encontrados en SINOPER, Los datos deben ser equivalentes, y deben migrar correctamente en el RIS. Ésta comparación deberá realizarse, hasta cuando se tengan plenamente asegurados todos los procedimientos y migración de los datos. Dicho instructivo puede ser encontrado en el ANEXO 18.

²⁴ Corte de media noche: corte para calcular inventarios finales en los tanques de almacenamiento.

5.14 CAPACITACIONES RECIBIDAS.

- ❑ Asistencia a inducción por parte de ECOPETROL.
- ❑ Curso de Medición Estática y dinámica en el ICP.
- ❑ Capacitación en Medición Estática y Dinámica con Ingenieros de la empresa.
- ❑ Capacitación en uso de cintas de medición y Termo-prober.
- ❑ Capacitaciones sobre balance másico y manejo de los programas SIO, SAV, SINOPER para la revisión constante del balance.
- ❑ Capacitación en medidores másicos de Blending.
- ❑ Capacitación de nuevo sistema de control en Llenadero de carrotanque.
- ❑ Capacitación en configuración de los computadores de flujo OMNI.
- ❑ Capacitación en sistemas de configuración FOXVIEW y FOXDRAW.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generales:

- En la industria, la medición hace parte esencial para el desarrollo de procesos, es por esta razón que los ajustes o mejoras a los equipos de medición es fundamental para mejorar el desempeño y evitar pérdidas económicas; en el caso de ECOPETROL S.A. la calibración de los equipos de medición es un proceso necesario para la optimización de la cuantificación de la materia prima y el producto refinado.
En el desarrollo de la práctica empresarial se tuvo la oportunidad de realizar la calibración de diferentes medidores en más de una oportunidad, con la supervisión directa de integrantes del grupo de medición, dejándose el respectivo registro de lo ocurrido. Observando y analizando así un proceso que no solo pertenece a ECOPETROL S.A. sino a toda la industria en general, y en donde los ingenieros electrónicos son los encargados de realizar la supervisión y análisis de los resultados para prever posibles mejoras.
- Durante el transcurso de la práctica empresarial y el adelanto de este informe, se ha puesto especial hincapié en los desarrollos de ingeniería, y en la especificación de requisitos para procesos y productos industriales. Dicha labor se sustenta sobre la definición jerárquica del desarrollo de ingeniería, explicado en detalle en el Capítulo 1. Sin embargo, no se aborda éste desarrollo como un objetivo general, sino que igualmente se trata de presentar cada una de las actividades propuestas y su desarrollo particular, con el fin de definir las características de la práctica empresarial en ECOPETROL S.A.
- La experiencia del trabajo desarrollado sugiere que en ECOPETROL S.A y en general en la industria los procesos y equipos requieren una constante renovación y optimización, en donde el desarrollo de especificaciones es primordial en la sustentación de propuestas y contratación de los trabajos requeridos.
- Se puede decir que la importancia de la práctica empresarial no solo radica en la adquisición de competencias técnicas, sino también al valor agregado que soportan las aptitudes que se aseguran al estar completamente

soportado por un grupo de personas de alta experiencia laboral, destacados por su responsabilidad y ética.

- El ingeniero Electrónico de la Universidad Industrial de Santander, debe ser un profesional que sintetice toda una serie de conocimientos científicos, tecnológicos y técnicos para la solución de los problemas de la sociedad en el campo de la Electrónica. Deberá ser el puente entre las necesidades y las soluciones. La parte más importante de su formación es el desarrollo de la capacidad para crear, manejar y aplicar modelos físico-matemáticos de la realidad. Además de este conocimiento básico debe adquirir una serie de elementos que son proporcionados fielmente por el ejercicio de la práctica empresarial, como lo son las bases de la automatización de procesos industriales, conocimientos económicos, legales, administrativos y de contratación, junto con toda una serie de conocimientos adquiridos con el ejercicio constante, como son el desarrollo de labores técnicas y desarrollo de instructivos.
- La práctica empresarial es un complemento de la educación universitaria, en donde los estudiantes aumentan la capacidad de autogestión de su conocimiento, de ser autónomos, complementan su capacidad de análisis y síntesis en la electrónica, demuestran su habilidad para el trabajo interdisciplinario, capacidad de liderazgo para innovar utilizando la tecnología electrónica, responsabilidad personal y social, visión y compromiso organizacional, en concordancia con la misión institucional de la Universidad Industrial de Santander que "tiene como propósito la formación de personas de alta calidad ética, política y profesional; la generación y adecuación de conocimientos; la conservación y reinterpretación de la cultura y la participación activa liderando procesos de cambio por el progreso y mejor calidad de vida de la comunidad."
- La Empresa actualmente se encuentra en proceso de reestructuración. Esto con el fin de ser competitivo en la industria nacional e internacional. Trabajar en la Empresa no es imposible, el problema es que se generan muy pocos puestos de trabajo para demasiados buenos técnicos y profesionales. Adicionalmente se está trabajando con muchos procesos contratados con terceros. La oportunidad como ingeniero Electrónico radica en la creación de empresas para prestación de servicios especializados en la industria en general, en concordancia, ECOPETROL S.A. a corto plazo (5 años) contratará el 70 % de sus procesos, en los cuales están los especializados.

Sobre las actividades desarrolladas:

- Durante el desarrollo de las actividades relacionadas al proyecto del reemplazo funcional de los densitómetros, se pudieron asimilar los siguientes logros de gran importancia:
 - Realización de una especificación de requisitos para la industria.
 - Gestión de la inspección de funcionarios de Ingeominas.
 - Reconocimiento de las bases de contratación.
 - Interacción con diferentes ingenieros contratistas.
 - Evaluación de equipos y realización de sus cotizaciones.
- Durante los seis meses de práctica empresarial, se pudo constatar lo importante que es la medición para todos los procesos industriales dentro de la refinería. La gerencia estaba encaminada al mejoramiento de la calidad, exactitud y repetibilidad de las mediciones que se hacen para la cuantificación de producto y materia prima. Las labores desempeñadas, tales como las calibraciones de los equipos de medición, la especificación para el reemplazo de equipos, la determinación de errores de medición, entre otras, dejan entrever un promisorio futuro para los ingenieros electrónicos que se especialicen en esta área de trabajo.
- El mantenimiento de la Bomba vertical Goulds[®], utilizada en el sistema de desagüe de la Vieja Estación, presenta problemas debido a su falta de mantenimiento predictivo y correctivo, es de carácter urgente que se le dé prioridad a la reparación de éste equipo, para permitir el correcto funcionamiento del sistema. En la Figura 41. se puede apreciar el desbordamiento de agua por encima de su cabezal de succión.

Figura 41. Falla de la Bomba.



Sobre la política de calidad ISO 9001.

ECOPETROL S.A. ha establecido sus sistemas de calidad en función de estos estándares. La empresa considera a las series ISO 9000 como una ruta para abrir mercados y mejorar su competitividad. Igualmente esta empeñada a conseguir la acreditación y certificación de la calidad según ésta norma en todos sus procesos.

- Los trabajos realizados tales como el desarrollo de documentación técnica, y la organización de la información técnica del grupo de medición, fueron efectuados acorde a las políticas de calidad que se emplean en la empresa. ECOPETROL S.A. establece y mantiene un sistema de calidad documentado como medio de asegurar que los productos y procesos cumplen con los requerimientos especificados, igualmente establece y mantiene procedimientos para controlar todos los documentos y datos, incluyendo documentos externos como especificaciones de clientes, cotizaciones, etc. Este control asegura que:
 - La preparación de procedimientos e instructivos para los procesos llevados a cabo se renueve constantemente.
 - La aplicación de los procedimientos y de las instrucciones documentadas se hagan efectivas.
 - Los documentos y su emisión correcta están disponibles en el lugar pertinente.
 - Los documentos obsoletos sean removidos rápidamente de los lugares de uso o emisión.

- El proyecto de las bases técnicas para el reemplazo de los densitómetros en la casa de bombas No.8 es dirigido para la contratación de las obras, por lo que la empresa establece y mantiene procedimientos para la revisión de los contratos y para la coordinación de estas actividades. Cada contrato es revisado por la empresa, en el departamento de contratación, para asegurar que:
 - Los requisitos están adecuadamente definidos y documentados.
 - Sean definidos los requerimientos diferentes de aquellos mencionados en la propuesta.
 - La empresa tenga la capacidad de cumplir con todos los requerimientos contractuales.
 - Adicionar las partes legales y condiciones más generales del contrato.

- Las labores desempeñadas tales como la elaboración de la bitácora del grupo de medición, y las diferentes charlas presentadas a la comunidad de la GCB, se identifican con:
 - **Auditorias internas de calidad:**
El grupo de medición lleva un sistema de auditorias internas de calidad de los procesos de medición en todas las áreas, planeado y documentado, para verificar que las actividades de calidad cumplan con lo planeado y que determine la efectividad del sistema y de los procedimientos de medición. El resultado de las auditorias es mostrado al personal que tenga responsabilidad en el área auditada.
 - **Capacitación:**
El grupo de medición establece y mantiene procedimientos para identificar las necesidades de capacitación y proveer entrenamiento a todo el personal que realice tareas específicas. Dicho grupo mantiene los registros de capacitación.
 - **Técnicas estadísticas:**
Como era apropiado, el grupo de medición estableció técnicas estadísticas adecuadas, requeridas para verificar la respuesta de los diferentes procesos de medición, ante la inconformidad con el indicador del balance másico de la refinería.

BIBLIOGRAFÍA

GCB. Medición Estática y Dinámica, Departamento de Materias Primas y Productos.

MPMS, API Capitulo 9,11. Manual de Normas para Medición de Petróleo.

FOXBORO. (IAM1) Mantenimiento del sistema en los sistemas de la serie I/A, Guía de estudios 23/12/97 Departamento de Capacitación Foxboro Argentina.

FOXBORO. (IAM1) Configuración del sistema en los sistemas de la serie I/A, Guía de estudios 23/12/97 Departamento de Capacitación Foxboro Argentina.

CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial, Editorial Alfaomega, 5° Edición, 1993.

ITT Industries. GPM: General Pump Manual.

MIH. Manual del instituto Hidráulico. CIT ECOPETROL S.A.

SOR. Manual de operación, instalación y mantenimiento de equipos SOR.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.
Normas Colombianas para la presentación de tesis de grado. Bogotá: ICONTEC.
1996.

ANEXOS

ANEXO 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS EXISTENTES

Actualmente existen 10 densitómetros ubicados en cada una de las líneas de medición y con transmisión de señal hacia los computadores de flujo OMNI instalado en el cuarto de control en donde se monitorea la densidad transmitida, por medio del SCADA CIMPLICITY, realizando un seguimiento constante al histórico de densidad para revisar cambios de bache, hay un (1) densitómetro que se encuentra defectuoso y tiene compartida la señal con el equipo adyacente, esto se puede realizar debido a que por las líneas 3851, 3852 y 3856 se transporta el mismo producto.

Figura 1. Densitómetro KAY-RAY®



Kay-Ray / Sensall, Inc.
 KAY – RAY Model 3680
 Smart Density Transmitter

Tabla 1. Especificaciones Técnicas de los densitómetros KAY-RAY®

Exactitud	Exactitud máxima de 0.00001g/cc. Dependiendo de la calibración en campo, datos de referencia y configuración del sistema.
Efecto del campo Magnético	No hay efecto en la salida cuando fue revisado según IEC 770 parágrafo 6.2.9.
Radiación de campo mínima en operación	.8 mR/Hr
Radiación en la superficie	Radiación máxima en la superficie (sin ninguna coraza adicional) es de 0.75 mR/Hr para: * Tuberías de 10" y 12" con una fuente de 100mCi * Tuberías de 8" y menores con una fuente de 50 mCi.
Repetibilidad	0.0015 g/cc típicamente
Estabilidad	Despoja menos de 0.05% de radiación durante 6 meses.
Resolución	Salida analógica de 16-bits con punto flotante.
Efecto de la conexión de potencia	No hay efectos sobre el rango de potencia especificado.
Efectos EMI/RFI	No hay efectos cuando se reviso contra: <ul style="list-style-type: none"> • IEC801-2 • IEC801-3 • IEC801-4

ANEXO 2. INFORME DE INSPECCIÓN DE INGEOMINAS

INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha de inspección: **17 de febrero de 2005**

Nombre del Inspector: **FERNANDO MOSOS PATIÑO, INGEOMINAS**

Datos de la Empresa visitada:

Razón social: **ECOPETROL, GCB – Casa Bombas 8**

Teléfono: 6 209337, 6 209996 y 6 227812 Fax: E-mail:

Wilson.florezL@ecopetrol.com.co

Responsable por el material radiactivo: Francisco Forero – Coordinador de proyectos

Objetivo de la inspección:

Tomar la información de las fuentes que van a ser desmontadas en casa Bombas 8, evaluar las condiciones de seguridad radiológica y recomendar una alternativa para su transporte y almacenamiento transitorio.

Inventario de fuentes y condiciones de seguridad radiológica

Ver Tabla de resumen en la página siguiente.

Recomendaciones:

Disponer lo necesario para que las fuentes sean almacenadas centralizadamente y de forma segura por parte de ECOPETROL, en espera de una gestión definitiva. Las siguientes son las recomendaciones para el desmontaje, transporte y almacenamiento seguro de las fuentes:

- El desmontaje debe ser realizado por una empresa con experiencia en manipulación de material radiactivo (fuentes de uso industrial), que tenga Licencia de manejo de material radiactivo vigente expedida por Ingeominas y cuente con los equipos y medios necesarios para garantizar la seguridad radiológica durante la operación (p ej: instrumentación para medir niveles de radiación y blindajes).
- El transporte también tiene requerimientos de seguridad radiológica por cuanto el gran inventario de material radiactivo exige la elaboración de procedimientos para el transporte seguro de esta carga en particular, así mismo, debe contar el transportador con Licencia para el transporte de las fuentes desmontadas. El Transportador debe garantizar lo estipulado en el Reglamento para el transporte seguro de material radiactivo, ST-1- OIEA.
- Se recomienda que el desmontaje y transporte al sitio de almacenamiento asignado sea realizado por la misma firma.
- Es deseable que el lugar de almacenamiento transitorio tenga características de seguridad radiológica similares al sitio dispuesto en la Planta Mansilla de Facatativa, el cual se adecuó para este fin. De ser posible, se recomienda una centralización de todas las fuentes radiactivas en desuso en este lugar.

Ecopetrol – GCB - Inventario de fuentes a desmontar y condiciones de seguridad radiológica – feb 2005

Serie	Equipo	Material	Actividad	Fecha referencia	Niveles de radiación	Mecanismos de seguridad	Prueba de Contaminación	Seguridad física
S93F1009	DT3860	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo	No detectadas fugas. No hay signos de corrosión en ninguna fuente y la prueba de fugas analizada en laboratorio fue satisfactoria en todos los casos.	Adecuada. Baja probabilidad de intrusión, robo o pérdida del control. Hay señalización sobre el riesgo, no hay cercanía del público a las fuentes. Hay controles administrativos.
S93F1005	DT3859	Cs-137	200mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1004	DT3858	Cs-137	200mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1010	DT3857	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1007	DT3856	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1003	DT3855	Cs-137	200mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1008	DT3854	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1011	DT3853	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1006	DT3852	Cs-137	200mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		
S93F1012	DT3851	Cs-137	500mCi	12/92	OK. Blindaje	OK. Obturador operativo		

Inspector:

Ing. Fernando Mosos

ANEXO 3. ESPECIFICACIONES OMNI 6000

Para la conexión y adecuación de señales de los densitómetros hacia el Computador de flujo OMNI 6000, se tendrá que definir y documentar todo el trabajo y programación realizado.

ECOPETROL S.A. suministrará toda la información necesaria, sobre la configuración de estos equipos. El CONTRATISTA deberá revisar y avalar la información suministrada.

OMNI 6000 Modelo 2D-1S-2A-4E-R20.73

Como información inicial se presentan los dos tipos de tarjetas para la disposición de las conexiones.

2.3.3. The B Type Combo I/O Module

INFO - You will need either a B Type Combo Module or E/D Type Combo Module when using digital densitometers connected to the flow computer. With a B Type Combo Module, Analog Output #2 is never available because the periodic time function uses the internal timer counter that is normally used to generate the second analog output.

The B Type Combo Module also handles 4 process inputs but Input Channel 4 is now used to measure the periodic time of a digital densitometer. The module always has Input Channel 4 jumpered as a frequency input. Signal coupling can be AC or DC with trigger threshold adjustable for 1.5 or 3.5 Vpp sensitivity. Each module is connected to the back panel terminal blocks via 12 wires on the ribbon cables. The actual terminal block used depends upon which backplane connector (TB?) the module is plugged into.

B Combo Module Back Panel Terminal Assignments	
TB? Terminal 1	Input Channel #1 (1-5v, 4-20mA, RTD)
TB? Terminal 2	Input Channel #1 (Isolated Signal Return)
TB? Terminal 3	Input Channel #2 (1-5v, 4-20mA, RTD)
TB? Terminal 4	Input Channel #2 (Isolated Signal Return)
TB? Terminal 5	Input Channel #3 (1-5v, 4-20mA, DC Coupled Flowmeter Pulses)
TB? Terminal 6	Input Channel #3 (Isolated Signal Return)
TB? Terminal 7	Input Channel #4 (AC Coupled Densitometer Frequency)
TB? Terminal 8	Input Channel #4 (Isolated Signal Return)
TB? Terminal 9	RTD Excitation Current Source #1
TB? Terminal 10	Signal Return Terminals 9, 11 & 12 (Internally connected to DC power return)
TB? Terminal 11	Analog Output #1 (4-20mA)
TB? Terminal 12	RTD Excitation Current Source #2

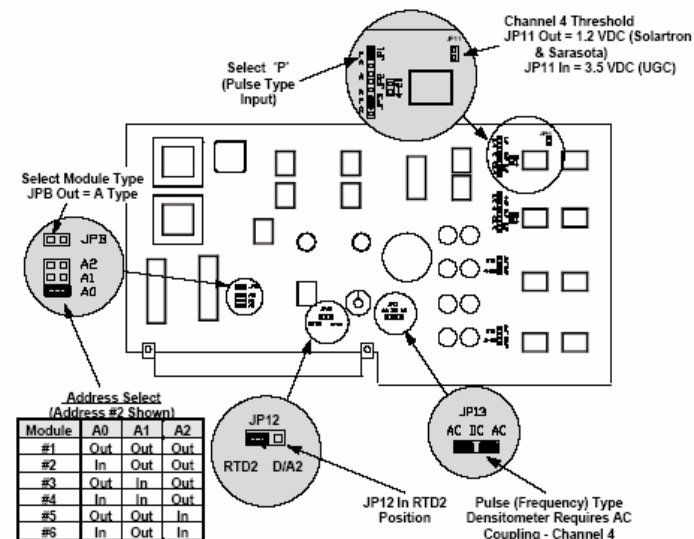


Fig. 2-7. B Type Combo Module - Jumper Settings - Frequency Densitometer Setup

ANEXO 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES²⁵

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL REEMPLAZO FUNCIONAL DE LOS DENSITOMETROS DE LA CENTRAL DE CRUDOS		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
ID	Nombre de tarea							
1	ADECUACION DE BASES TECNICAS	■						
2	ETAPA PRECONTRACTUAL	■						
3	ETAPA CONTRACTUAL	■						
4	COMPRAS	■	■	■	■	■		
5	DESMANTELAMIENTO KAY-RAY					■	■	
6	PRUEBAS FAT				■			
7	INSTALACION Y ADECUACIONES					■	■	
8	DESARROLLO PLANOS AS-BUILT		■	■	■	■	■	
9	PRUEBAS SAT					■	■	
10	CAPACITACION						■	■
11	NORMALIZACION						■	■

²⁵ Cronograma de actividades, predispuesto a modificaciones por parte del departamento de contratación.

ANEXO 5. RECOMENDACIÓN

	EQUIPO : U3180 VEGLP No. COMPONENTE: Ver documento	MDD	
SERVICIO : AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMA DE DESAGÜE		PMP	
OT No :	DIRIGIDO A : DEPARTAMENTO MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS	POSTERIOR	
CON COPIA: DPTO DE APOYO TÉCNICO A LA PRODUCCION	VALORACIÓN RAM = M FRP: ABRIL 30	REVISIÓN No:	

DIAGNOSTICO:

El control actual de la bomba es manual y el encargado directo es el operador, normalmente dichos encargados mantienen una rutina diaria para drenar el pozo, la bomba se enciende y la única indicación que se tiene para apagarla es el ruido que ésta genera cuando ya está succionando aire, poniendo en riesgo la operación de la misma. La VEGLP se inunda continuamente debido al desbordamiento del pozo de aguas lluvias, poniendo en riesgo los elementos instalados en el cuarto de control.

CONDICIÓN DEL COMPONENTE ACTUAL:

En la actualidad el Sistema de desagüe posee la bomba General Electric Motor, serial No. 756754, de 200 caballos de fuerza, que puede manejar hasta 17175 GPM. La bomba es relativamente nueva y se encuentra en buen estado, tanto físico como operativo. Esta bomba no posee facilidad para manejarla desde campo, y la activación de la misma se realiza en la casilla cercana al cuarto de control a aproximadamente a 200 mts del pozo.

En el Pozo no hay instrumentación para la medición de nivel, pero existe la facilidad para su instalación.

El pozo maneja residuos sólidos y agua de lluvia que llegan por canaletas de las plantas aledañas.

Figura 1. Bomba Goulds®; Facilidad para instalación del medidor; Modo de operación actual.



MODOS DE FALLA:

Inundaciones repentinas en época de lluvias pueden provocar incidentes en el cuarto de control, pérdida de información y de control de los dispositivos electrónicos instalados.

VALORACIÓN RAM: M

Personas: M

Económica: M

Ambiental: L

Imagen de la empresa: L

ACCIONES RECOMENDADAS:

Magnitud del trabajo:

El trabajo será efectuado con recursos propios de ECOPETROL S.A.

Se deberá suministrar e instalar el medidor de nivel de tipo ultrasónico en la facilidad existente, adicionalmente se deberá tender y conectar el cable de alimentación como el de transmisión de señal hacia el cuarto de control, teniendo en cuenta los requerimientos del medidor.

Se realizaran las modificaciones en la casilla de la bomba para el control ON-OFF de la misma.

Se deberá realizar la programación en el DCS FOXBORO existente para el suministro de los datos de nivel, control específico del proceso y respuesta de control de la bomba.

Se realizara la interfaz grafica para dicha aplicación teniendo en cuenta los valores implementados para la representación de las alarmas.

El DCS existente provee la facilidad de conexión a las FBM requeridas para la aplicación (FBM1 y FBM10).

Localización del trabajo:

Vieja Estación de GLP – Pozo de agua de lluvias.

Figura 2. VEGLP; Pozo de almacenamiento de Aguas Lluvias



Controles de calidad requeridos:

- Entrega de documentación completa con recomendaciones del fabricante para operaciones y mantenimiento.
- Se realizaran pruebas con la simulación del proceso para verificación y capacitación del personal operativo.
- Se realizara prueba directa de la aplicación, para evaluar la funcionalidad de la misma.

Protocolos e instructivos a utilizar:

Entrega de documentación completa con recomendaciones del fabricante para operaciones y mantenimiento.

ANEXOS :	
ELABORÓ : Wilson Enrique Flórez Llamosa	REGISTRO: z-2031
FECHA : Abril 2005	
FIRMA :	
EJECUCION: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:	

ANEXO 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MEDIDOR DE ULTRASONIDO SOR

Product Specifications

Electronics

Operating voltage

110 VAC version 22 – 27 VDC and/or 100 – 126 VAC

220 VAC version 22 – 27 VDC and/or 200 – 230 VAC

Power consumption

24 VDC power supply <10 W

110/220 VAC power supply <10 VA

Relay Output

Integral version 2 Form 'C' (SPDT) Contacts
Rated 10A @ 240 VAC

Remote version 4 Form 'C' (SPDT) Contacts
Rated 10A @ 240 VAC

All relays have independently adjustable deadbands.

Analog output 4 – 20 mA or 20 – 4 mA
(700 ohm Loop resistance)

Electronic accuracy ±0.25% of Maximum Range

Remote cable length <100m (334 ft.)

Remote cable type TYCAB DMC 71402 or
Carol Cable CO764
7 conductor, 22 Ga. shielded cable

Display 2 Line 8 Character LCD Display

Memory Non-Volatile with >10 Years Retention

Electrical connections ... 2 x 3/4" NPT(F) on Integral Units

Design and specifications are subject to change without notice.

Transducers

Transducer Model/ Frequency	Blanking Distance	Maximum Liquid/ Slurry Range	Maximum Solid/ Power Range
A - 5 kHz	60 in. (1.52m)	260 ft. (80m)	260 ft. (80m)
B - 10 kHz	48 in. (1.22m)	260 ft. (80m)	100 ft. (30m)
K - 15 kHz	24 in. (0.61m)	65 ft. (20m)	33 ft. (10m)
C - 20 kHz	24 in. (0.61m)	65 ft. (20m)	33 ft. (10m)
D - 30 kHz	18 in. (0.46m)	33 ft. (10m)	10 ft. (3m)
Transducer Model/ Frequency	SPL at 3 ft. (1m) in front of transducer	SPL at 3 ft. (1m) to side of unit	SPL at 3 ft. (1m) behind unit
A - 5 kHz	137 dB	113 dB	100
B - 10 kHz	138 dB	105 dB	
K - 15 kHz	135 dB	107 dB	
C - 20 kHz	132 dB	108 dB	
D - 30 kHz	129 dB	102 dB	

These values are based on dB (Lin) Peak, unweighted. Consult local sound protection standards for conversions and limits.

Maximum operating pressure 15 psig (1.0 BAR)

Operating temperature

Integral Unit -40°F (-40°C) to 140°F (60°C)

Remote Electronics -40°F (-40°C) to 140°F (60°C)

Remote Transducer -40°F (-40°C) to 140°F (60°C)

ANEXO 7. ESPECIFICACIÓN Y CONEXIÓN DE MÓDULOS FBM

1. FBM04 (0 to 20 mA Inputs/Outputs)

The 0 to 20 mA Input/Output Interface contains four 20 mA dc analog input channels and four 20 mA dc analog output channels.

Each input channel accepts an analog sensor input such as a 4 to 20 mA transmitter or a self-powered 20 mA source.

Each output channel drives an external load and produces a 0 to 20 mA output. The module performs the signal conversion required to interface the electrical input/output signals from/to the field sensors to/from the redundant Fieldbus. The module is a non-expandable main type, and independently connects to the redundant Fieldbus.

This module executes the Analog I/O application program. The configurable options and their ranges follow.

Tabla 1. FBM04 Options	
Option	Range
Analog Input Resolution (on a per-module basis)	1, 2, 3, 4
	1 = 100 ms integration time 10 ms update period
	2 = 200 ms integration time 10 ms update period
	3 = 500 ms integration time 25 ms update period
	4 = 1000 ms integration time 50 ms update period
Fieldbus Switching Enable	0 = disable; 1 = enable
Fieldbus Switching Time	1 - 65535, in 10 ms increments 250 = default
Analog Output: Failsafe Configuration (Hold/Fallback on a per-channel basis)	0 = fallback; 1 = hold
Rate of Change Limits (Channels 1-4)	Normalized Raw Counts/100ms

Rated Mean Accuracy: $\pm 0.05\%$ of span

Conversion Time (software configurable): see **Tabla 2**

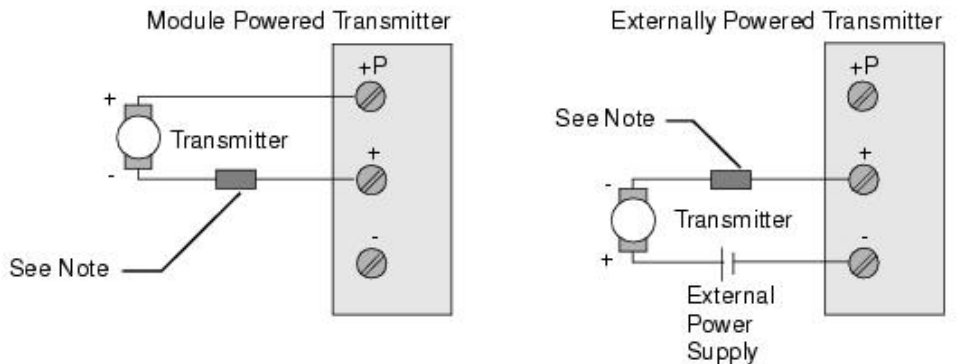
Tabla 2. FBM04 Conversion Time			
Conversion Time (Seconds)	Settling Time* (Seconds)	Linearity Error** (% Of Range)	Resolution Bits
0.1	0.25	0.0125	12
0.2	0.50	0.0075	13
0.5	1.00	0.005	14
1.0	2.00	0.005	15

* Value settles within a 1% band of steady state for a 10 to 90% input step change.
 ** Monotonic; ensures that the signal for Fieldbus communications either increases or remains the same for increasing analog input signals.

1.1 FBM04 Field Connections

Functional connection diagrams are shown in Figure 1.

Figure 1.
 FBM04 and FBM05 Input Connections



NOTE:
 If an I/A Series Intelligent Transmitter is used with FBM01, FBM04, and FBM05, an in-line resistor assembly must be added (see Figure 8-3).

Input compliance voltage
 24 volts nominal at 20 mA
 390 W loop resistance (maximum)
 Input Resistance 50 W

2. FBM10/15 (120 V ac I/O and Expansion I/O)

The 120 V ac Input/Output Interface Module (an expandable main module) and its counterpart 120 V ac Expansion Input/Output Module each provide the following functions:

8 input channels for 120 Volt ac voltage monitoring.

8 output channels for 120 Volt ac output switching with current overload protection. Each module performs the signal conversion required to interface these digital (that is, on/off state) electrical input/output signals from/to the field sensors or actuators to/from the redundant Fieldbus.

The expandable main module independently connects to the Fieldbus and is capable of supporting a single expansion module.

The expansion module connects to the Fieldbus via any expandable main module and is functionally dependent on the supporting module.

When used alone or in conjunction with any expansion module, the main module executes either the Digital I/O or Ladder Logic application program.

The configurable options for each program are specified in Tabla 3:

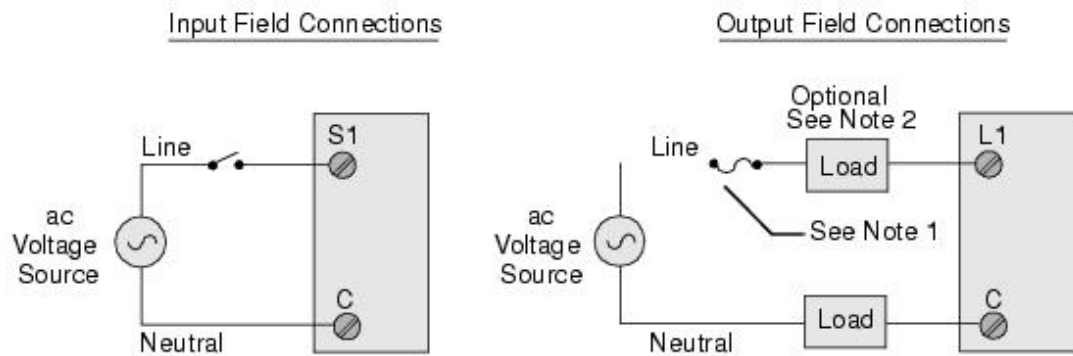
Tabla 3. FBM10/15 Options	
Option	Range
(All applications)	
Main Input Filter Time	0 = 4 ms; 1 = 8 ms; 2 = 16 ms; 3 = 32 ms
Expansion Input Filter Time	0 = 4 ms; 1 = 8 ms; 2 = 16 ms; 3 = 32 ms
Digital Output: Failsafe Configuration Hold/Fallback (on a per-channel basis)	0 = fallback; 1 = hold
Digital Output: Failsafe Fallback Data (on a per-channel basis)	Specifiable per channel
(DI/DO applications)	
Sustained or Momentary Output Configuration (on a per-channel basis)	0 = sustained; 1 = momentary

If the Momentary Output configuration is selected, then the Output Interval is also configurable in increments of 10 ms with a 50% duty cycle.

2.1 FBM10/FBM15 Field Connections

A functional connection diagram is shown in Figura 2

Figura 2.
FBM10/15 Functional Connection Diagram



NOTE 1: External fusing is required if a short circuit current greater than 50 A peak is possible. Fuse rating should be appropriate for inrush current characteristics specified in the FBM Product Specification Sheet.

NOTE 2: The preferred location of the load is in the neutral leg. Optionally the load can be placed on the line side. Check the local code to determine which is acceptable.

ANEXO 8. FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL FACTOR DEL MEDIDOR EN EL LLENADERO DE CARROTANQUES

Este formato diseñado en Microsoft Excel se puede conseguir con el Ing. de medición encargado. Para su desarrollo rellene las XXX con los valores tomados en la calibración.



ATMOSPHERIC TANK PROVER REPORT API MPMS Chapter 12.2 Part 3

Operator : ECOPEOTROL GCB
Location : Casa Bomba 1
Date : xxxxxx

METER DATA		FLUID DATA		REPORT DATA	
Meter No :	FQ-XXXXX	Fluid type:	xxxxxx	History	Previous
Meter type :	Desplazamiento Positivo	Obs API :		Date :	xxxxxx
Manufactured by	Smith Meter	Obs. Temp:		Report:	xxxxxx
Meter size :	3"	API a 60°F :	XX.X	Rate :	xxxxxx
Meter Model :	xxxxxx	(Use table 5B to get API 60°F)		API a 60°F :	xxxxxx
Serial numbe :	MJ XXXX	(Use table 6B for CTLp & CTLm)		Tp :	xxxxxx
		(Use table 11.2.1 for "F" factor)		R (%)	xxxxxx
				CMF	xxxxxx

TANK PROVER DATA		COMPOSITE FACTOR		METER PERFORMANCE	
BPV :					
Type :	ATMOSPHERIC TANK			Repeatability(R)	<0.05%
Serial No :	OP-18523			Criteria:Range Within	#¡VALOR!
ID :	N/A (Mild steel)				
WT :	N/A				
Gc :	0.0000186 per deg F				
E :	30,000,000 per psi				

TANK PROVER DATA/CALCULATIONS												
RUN	In3	BPV (Gls)	Scale(Gls)	BPVa (Gls)	T °F	Pressure	CTSp	CPSp	CTLp	CPLp	CCFp	GSVp(Gls)
1	XXX	750.29	#¡VALOR!	#####	XX.X	Atm	#####	1.0000	#####	1.0000	#¡VALOR!	#¡VALOR!
2	XXX	750.29	#¡VALOR!	#####	XX.X	Atm	#####	1.0000	#####	1.0000	#¡VALOR!	#¡VALOR!
3	XXX	750.29	#¡VALOR!	#####	XX.X	Atm	#####	1.0000	#####	1.0000	#¡VALOR!	#¡VALOR!
											GSVCp (Gls)	#¡VALOR!

FLOW METER DATA/CALCULATION										
RUN	Flow Rate(GPM)	IVm(Gls)	T °F	Pressure	CTLm	CPLm	CCFm	ISVm(Gls)		
1	XXX	XXX	XX.X	XX.X	#####	#####	#####	#¡VALOR!		
2	XXX	XXX	XX.X	XX.X	#####	#####	#####	#¡VALOR!		
3	XXX	XXX	XX.X	XX.X	#####	#####	#####	#¡VALOR!		
									ISVCm(Gls)	#¡VALOR!

METER FACTOR CALCULATIONS	
NEW METER FACTOR :	GSVCp/ISVCm #####
REMARKS	

Signed by Ingenieros o tecnicos supervisores

Checked by Ing de medicion encargado

ANEXO 9. ACTA DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES EN EL LLENADERO DE CARROTANQUES

El acta correspondiente para adjuntar en las carpetas de medición se realiza como se requiera y un ejemplo lo podemos detallar a continuación:



Día/Mes/Año

ACTA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR FQ-XXXX UBICADO EN LA CASA DE BOMBAS No. 1 (LLENADERO DE CARROTANQUES)

El medidor de Desplazamiento Positivo marca Smith Meter, serie MK-XXXXX dedicado para la cuantificación del xxxxx, despachado a clientes a través de carrotanques, fue calibrado el Día/Mes/Año , con el Serafín (Tanque Probador)

Tipe : ATMOSPHERIC TANK
Serie No. De Fabricación : P-2450

El Nuevo Factor como consta en el Reporte de Calibración Anexo es de X.XXXX
Este nuevo Factor es para aplicarlo a partir de la fecha de firma de esta acta.

Para constancia se firma a los X días del mes de XXXX de XXXX

Cordialmente,

*ING. ELECTRÓNICO-MEDICION
DPTO. APOYO TECNICO*

*Técnico o ingeniero Medición
DPTO. XXXXX*

Aprobado para Implementar:

*COORDINADOR PMR-GCB
DPTO. MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS*

*COORD. CONTROL Y OPTIMIZACION
DPTO APOYO TECNICO*

JEFE DPTO APOYO TÉCNICO

JEFE DPTO MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

ANEXO 10. PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE CERO DE LOS MEDIDORES DE EFECTO CORIOLIS

1. *INSTRUCTIVO DE CALIBRACIÓN DE CERO DE LOS MEDIDORES MÁSCOS DE LA GCB, TRANSMISOR RFT9739*

PROCEDIMIENTO

1. Registre los datos de identificación del sensor y del transmisor

IDENTIFICACIÓN		
Equipo:		TAG:
Modelo TX:		N/S:
Modelo Sensor:		N/S:

2. Observe el destello del led de diagnóstico y registre en la tabla.

VERIFICACION DE FUNCIONAMIENTO					
Destello LED	● 25% On 75% Off (Normal)	● 25% Off 75% On (Slug Flow)	● On Continuo (Calib Cero)	● 3 On 1 Seg Off (Configuración)	● On 4 veces (Falla)

3. Si el led se encuentra destellando 4 veces en un segundo, revise el status del transmisor usando prolink o el hand held y registre los datos.
 - a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Test Sttus => View Status
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Status

Observaciones Alarmas:

4. Ingrese a la pantalla de puntos de diagnóstico y registre los datos de configuración en la tabla.
 - a. Hand Held:
 - ii. Diagnostic and Service=> Test Points

- b. Prolink 2:
 - iii. Prolink=> Diagnostic Information

Test Points (Depende de versión del software)					
V bob Iz (tx)		V bob Der (tx)		V drive (tx)	
Frec (Hz)		Fluido			
Criterio aceptación: V bob iz(mV)/Frec(Hz) ≈					

5. Realice la medida de resistencia de las bobinas y la RTD registre los datos.

Medida Resistencia (ohmios)							
R bob Iz		R bob Der		R bob drive		R RTD	
Criterio aceptación: De acuerdo a lo especificado en el manual.							

6. Conecte un medidor de corriente y frecuencia patrón a las salidas de corriente y frecuencia. Ingrese al menú de prueba de lazo, simule los puntos que considere y registre los valores en la tabla.

- a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Loop Test =>Fix AO1, Fix FO
- b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Test=>Fix AO, Fix FO

Si los datos de la salida análoga no son satisfactorios pase al punto 7, si son satisfactorios pase al punto 8. La salida de frecuencia no requiere ajuste.

Verificación de lazo								
AO1	Simulado	4.0m	Medido		Simulado	20.0m	Medido	
	o	A				A		
AO2	Simulado	4.0m	Medido		Simulado	20.0m	Medido	
	o	A				A		
FO	Simulado	1000	Medido		Simulado	10000	Medido	
	o	Hz				Hz		
Instrumento Usado:								
Criterio de aceptación: De acuerdo a las características del instrumento de medida.								

- 7. Conecte un medidor de corriente a la salida de corriente y frecuencia. Ingrese al menú de calibración de lazo, y siga el procedimiento descrito por el Hand Held o el Prolink.
 - a. Hand Held:

- i. Diagnostic and Service=> Trim Analog Output
- b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Calibration => Miliamp Trim

Pase al punto 6.

8. Ingrese a la pantalla de calibración del cero del medidor.
 - a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Calibration=>Auto cero=> Perform Auto zero, Mass flo, zero time, zero.
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Calibration=>Zero Calibration
9. Monitoree la variable Mass flow.
10. Bloquee el flujo mediante el siguiente procedimiento.
 - a. Permita el flujo de producto durante al menos 5 minutos
 - b. Cierre la válvula aguas abajo del medidor.
 - c. Cierre la válvula aguas arriba del medidor.
11. Verifique la lectura de flujo másico y la ganancia, la ganancia debe ser un valor estable y menor que 100%.
12. De la orden de cero y registre los resultados en la tabla.

Calibración de Cero Flujo (Depende versión del Software)				
	Tiempo	Convergencia	Cero (us)	Dev. Std.
Actual				

13. Verifique la lectura de densidad y registre el dato en la tabla.

VERIFICACIÓN MEDIDA DENSIDAD			
	Temperatura	D esperada	D medida
Fluido:			

Después que el procedimiento de ajuste a cero haya sido completado, el LED parpadea otra vez ON (encendido) una vez por segundo para indicar operación normal.

Si el ajuste a cero falla, el LED parpadea ON (encendido) cuatro veces por segundo para indicar una condición de error.

Una condición de error podría indicar:

- Caudal de fluido durante el ajuste a cero del transmisor
- Tubos de caudal vacíos parcialmente
- Un sensor montado inadecuadamente

Para despejar un error de ajuste a cero, apague y encienda el transmisor, asegúrese que los tubos estén llenos y que el caudal se haya parado, y vuelva a realizar el ajuste a cero.

2. *PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE CERO DE LOS MEDIDORES MÁSCOS DE LA GCB, TRANSMISOR MVD2700.*

PROCEDIMIENTO

1. Registre los datos de identificación del sensor y del transmisor

IDENTIFICACIÓN		
Equipo:	TAG:	
Modelo TX:		N/S:
Modelo Sensor:		N/S:

2. Observe el destello del led de diagnóstico y registre en la tabla.

VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO						
Destello LED de Status	Verde (normal)		Amarillo (alarma operacional)		Rojo (alarma critica)	
	<input type="radio"/> Sólido	<input type="radio"/> Destello	<input type="radio"/> Sólido	<input type="radio"/> Destello	<input type="radio"/> Sólido	<input type="radio"/> Destello

3. Si el led se encuentra amarillo o rojo reconozca las alarmas.
 - a. Active los botones infrarrojos SCROLL Y SELECT de manera simultanea durante 5 segundos, hasta que aparezca el mensaje "SEE ALARM"
 - b. Active SELECT, aparece "ACK ALL?"
 - c. Active SELECT, aparece EXIT
 - d. Active SCROLL y registre las alarmas activas hasta que aparezca nuevamente EXIT.
 - e. Active SELECT
 - f. Active SCROLL hasta que aparezca EXIT
 - g. Active SELECT

Otra alternativa es revisar el status del transmisor usando prolink o el hand-held y registre los datos.

- c. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Test Sttus => View Status
- d. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Status

<p>Reconocimiento de Alarmas:</p>
--

4. Ingrese a la pantalla de puntos de diagnóstico y registre los datos de configuración en la tabla.
 - a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Test Points
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Diagnostic Information

Test Points					
V bob Iz (tx)		V bob Der (tx)		V drive (tx)	
Frec (Hz)		Fluido			
Criterio de Aceptación: $V \text{ bob iz(mV)}/\text{Frec(Hz)} \approx$					

5. Conecte un medidor de corriente y frecuencia patrón a las salidas de corriente y frecuencia. Ingrese al menú de prueba de lazo, simule los puntos que considere y registre los valores en la tabla.
 - a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Loop Test =>Fix AO1, Fix FO
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Test=>Fix AO, Fix FO

Si los datos de la salida análoga no son satisfactorios pase al punto 6, si son satisfactorios pase al punto 7. La salida de frecuencia no requiere ajuste.

Verificación de lazo								
AO	Simulado	4.0mA	Medido		Simulado	20.0mA	Medido	
FO	Simulado	1000Hz	Medido		Simulado	10000Hz	Medido	
Instrumento Usado:								
Criterio de aceptación: De acuerdo a las características del instrumento de medida.								

6. Conecte un medidor de corriente a la salida de corriente y frecuencia. Ingrese al menú de calibración de lazo, y siga el procedimiento descrito por el Hand Held o el Prolink.
 - a. Hand Held:
 - i. Diagnostic and Service=> Trim Analog Output
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Calibration => Milliamp Trim

Pase al punto 5.
7. Ingrese a la pantalla de calibración del cero del medidor.
 - a. Hand Held:

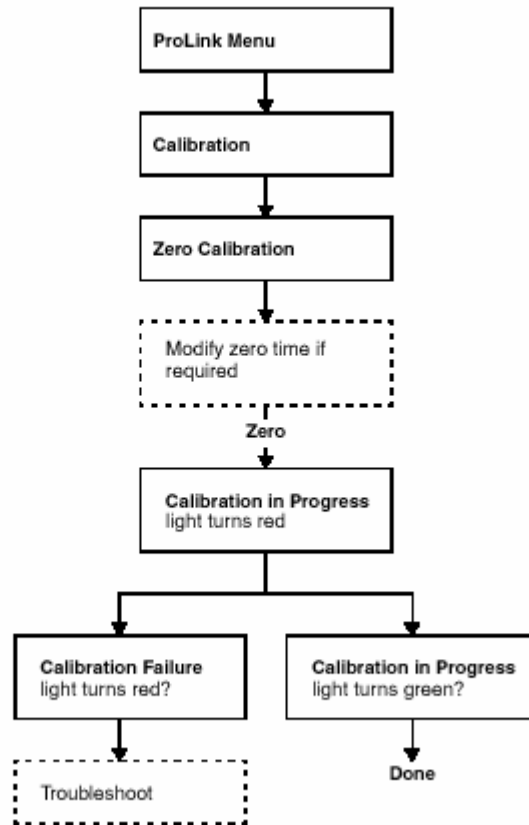
- i. Diagnostic and Service=> Calibration=>Auto cero=> Perform Auto zero, Mass flo, zero time, zero.
 - b. Prolink 2:
 - i. Prolink=> Calibration=>Zero Calibration
- 8. Monitoree la variable Mass flow.
- 9. Bloquee el flujo mediante el siguiente procedimiento.
 - a. Permita el flujo de producto durante al menos 5 minutos
 - b. Cierre la válvula aguas abajo del medidor.
 - c. Cierre la válvula aguas arriba del medidor.
- 10. Verifique la lectura de flujo másico y la ganancia, la ganancia debe ser un valor estable y menor que 100%.
- 11. De la orden de cero y registre los resultados en la tabla.

Calibración de Cero Flujo (Depende versión del Software)				
	Tiempo	Convergencia	Cero (us)	Dev. Std.
Actual				

- 12. Verifique la lectura de densidad y registre el dato en la tabla.

VERIFICACIÓN MEDIDA DENSIDAD			
	Temperatura	D esperada	D medida
Fluido:			

Figure 5-8 ProLink II – Flowmeter zero procedure



ANEXO 11. PRESENTACIÓN PARA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE EFECTO CORIOLIS

A continuación se presenta la presentación sobre las calibraciones de los medidores de flujo CORIOLIS:

Figura 1. Presentación Realizada

<p>CALIBRACION DE MEDIDORES MASICOS EN LA CASA DE BOMBAS 9</p> <p>Por: Wilson Enrique Pineda Llamas 7/ENE/2006</p>	<p>EQUIPO UTILIZADO</p> <p>INSTRUMENTACION GENERAL: PROBADORES MEDIDORES MASICOS Pts / Tts</p> <p>COMPUTADORES DE FLUJO: CONSOLA BOPE INDICADORES DE FLUJO</p> <p>COMPUTADOR PERSONAL: COMPUTADOR PERSONAL CON SOFTWARE PROLINK</p>
<p>CONEXIONADO GENERAL</p> <p>TRANSFORMADOR DEL MEDIDOR MASICO</p> <p>PC PORTATIL</p> <p>CONSOLA BOPE</p> <p>PROBADOR COMPACTO</p>	<p>CARACTERISTICAS PROBADOR COMPACTO</p> <p>CONEXIONES PARA APORTE Y RETORNO</p> <p>CONSOLA DEL PROBADOR MASICO</p> <p>UNIDAD DE ALIMENTACION DE TENSIONAMIENTO DIGITAL</p> <p>OPORTO RS232C</p>
<p>CARACTERISTICAS PROBADOR COMPACTO</p> <p>RECEPTIVO PARA LIQUIDO MEDIBLE</p>	<p>CARACTERISTICAS PROBADOR COMPACTO</p> <p>OPORTO DE LA CONSOLA</p> <p>TABLE DE CONTROL HACIA LA CONSOLA</p>
<p>TRANSISOR RFT-9739</p> <p>CONEXIONES HACIA EL PC CON PROLINK (26-27)</p> <p>CONEXIONES HACIA EL BOPE Y LA CONSOLA (15-16)</p>	<p>TRANSISOR MVD-2700</p> <p>CONEXIONES HACIA EL BOPE Y LA CONSOLA (3-4)</p> <p>CONEXIONES HACIA EL PC CON PROLINK (2-4)</p>

ANEXO 12. FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL FACTOR DEL MEDIDOR EN LA CASA DE BOMBAS No. 9.

Este reporte debe ser adjuntado junto con el acta y almacenado tanto en CB9 como con el ingeniero de medición.



COMPACT PROVER REPORT API MPMS Chapter 12.2 Part 3

Operator : ECOPETROL GCB
Location : Casa Bomba 9
Date :

METER DATA	FLUID DATA	REPORT DATA
Meter No :	Fluid type:	History Previous
Meter type : Medidor Másico	Obs API :	Date :
Manufactured by Micro Motion	Obs. Temp:	Report:
Meter size :	API a 60°F : 	Rate :
Meter Model :	(Use table 5B to get API 60°F)	API a 60°F :
Serial numbe :	(Use table 6B for CTLp & CTLm)	Tp :
	(Use table 11.2.1 for "F" factor)	R (%)
		CMF

COMPACT PROVER DATA	COMPOSITE FACTOR	METER PERFORMANCE
Wall thickness:		
Prover Material: 17-4 ST-STEEL		
Downstream Volume @ 60 DGF and 0 PSIG:		
Flow Tube SQ Coeff:		Repeatability(R) <0.08%
Inside Diameter:		Meter factor repeatability:
Modulus of Elasticity:		
Invar Linear Coeff:		

COMPACT PROVER DATA/CALCULATIONS		
Average K Gross:		Average temp_P over all runs:
Average number of meter pulses:		Average Press_P over all runs:
Average flowrate of the liquid:		Average temp_M over all runs:
Average meter frequency during RUN:		Average Press_M over all runs:
Net prover volume:		Average CTS_P over all runs:
Net meter volume:		
Average Net K factor corrected for T/P:		
API Gravity:		
Average CPL_P over all runs:		
Average CPL_M over all runs:		
Average CTL_P over all runs:		
Average CTL_M over all runs:		
Average CPS_P over all runs:		

METER FACTOR CALCULATIONS

NEW METER FACTOR :

REMARKS

Signed by _____ Testigos: _____
Checked by _____

ANEXO 13. ACTA DE CALIBRACIÓN DE MEDIDORES EN LA CASA DE BOMBAS No. 9.

El acta correspondiente para adjuntar en las carpetas de medición se realiza como se requiera y un ejemplo lo podemos detallar a continuación:



Día/Mes/Año

ACTA DE CALIBRACION DEL MEDIDOR MASICO FQ-XXXX UBICADO EN LA CASA DE BOMBAS No. 9 (BLENDING)

El medidor másico tipo xxxx marca xxxx-xxxx, serie XX-xxxxx dedicado para la cuantificación del (producto), despachado hacia XXXXXXX, fue calibrado el Día/Mes/Año , con el probador compacto xxxxxx de xx pulgadas.

Tipe : Probador de volumen pequeño
Serie No. De Fabricación : XXXX-XXX

El Nuevo Factor como consta en el Reporte de Calibración Anexo es de X.XXXX
Este nuevo Factor es para aplicarlo a partir de la fecha de firma de esta acta.

Para constancia se firma a los X días del mes de XXXX de XXXX

Cordialmente,

*ING. ELECTRÓNICO-MEDICION
DPTO. APOYO TECNICO*

*Técnico o ingeniero Medición
DPTO. XXXXX*

Aprobado para Implementar:


*COORDINADOR PMR-GCB
DPTO. MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS*

*COORD. CONTROL Y OPTIMIZACION
DPTO APOYO TECNICO*

JEFE DPTO APOYO TÉCNICO

JEFE DPTO MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

ANEXO 14. ARCHIVO DE TANQUES Y TABLAS DE AFORO.

 TANQUES DE ALMACENAMIENTO ECOPETROL SA. CARTAS DE AFORO FECHA ELABORACION: NOVIEMBRE 22/04 Problemas serios ACTUALIZACION: ENERO 31/04							
TANQUE	PRODUCTO	FECHA DE AFORO	ALTURA DE REFERENCIA [mm]	S/O [mm]	CAPACIDAD MAXIMA S/O [BBls]	NOTAS	ULTIMA REF
K-3	Gasolina	Julio 24/99	12228	12229	43131		
K-4	Gasoleo	Agosto 7/99	9499	9499	52229		
K-5	ALC	Abril 30/99	9400	9400	51993		
K-6	Combustible			9417	45199	Falta tablas de aforo	
K-7		Sep 17/2004	10275	9500	51399	Nuevo aforo realizado por SGS	9500
K-10	Gasolina	Enero 28/01	13949	13949	52346	Falta fotocopia	
K-11		Agosto 18/99	12140			No existe en S/O	
K-12	Diase Marino	May 2/99	9394	9394	9251		
K-15	Gasolina	Ene 15/99	8530	8279	257.99	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-16	A CPM	Agosto 2/99		13300	5247	No hay dato claro en carpeta	
K-17	Turbo			13310	5269	no hay archivos en carpeta	
K-22	SLOP	Ene 22/03	10290	10290	2894	faltan fotocopias	
K-27	Acido Sulfurico	Mar 15/96	7005	7005	2256	faltan fotocopias	
K-28	Acido Sulfurico	Jul 23/02	7029	7029	2222.2	Faltan originales	
K-44	Disolvente 1	Ene 3/90	9640	9345	4649	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-53	Base para. Mad.	Ene 24/01	11315	10247	3447	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-56	Disolvente 4	Agosto 10/01	9540	9540	1621.1		
K-87	SLOP			7677	1227	Faltan archivos en carpeta	
K-94	Disolvente 2	Ene 3/90	9600	9600	3513		
K-95	Disolvente 4	Jun 25/02	12039	12039	9755	Falta original	
K-99	Gas. Aviacion	Feb 29/94	9830	9475	3791	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-102	Crudo mezcla			17151	103999	Faltan archivos en carpeta	
K-104	Comb. Liviano	Abr 24/02	10174	10174	54999		
K-209	Asfalto	Feb 29/94	13006	13010	10731	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-201	Comb. Pasado	Nov 3/95	8308	8308	5089	falta fotocopia	
K-202	Comb. Pasado	Nov 2/95	10793	10793	3872	falta fotocopia	
K-203	Comb. Pasado	Nov 2/95	10713	10713	3892	falta fotocopia	
K-205	Asfalto	Sep 14/99	11932	11760	12310	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-206	Asfalto	Dic 4/98	11797	11797	12311	falta original	
K-629	Soda	Jun 8/95	10514	10514	397.6	falta fotocopia	
K-669	Base para. Mad.	Nov 2/95	13171	13171	9799		
K-671	Gas. Aviacion	May-96	15775	15775	6047		
K-672	Havano	Sep 25/04	7632	7615	2995	Nuevo aforo realizado por SGS	7615
K-673		May 11/99		7670	2929	No hay dato claro en carpeta	
K-674	GMR	Dic 03/98	15691	15691	5946	Falta original	
K-675	Base para. Btoack	Agosto 11/01	13058	13058	9766.3	Falta original	
K-809	Crudo mezcla	Sep 29/04	19890	19890	102999	Nuevo aforo realizado por SGS	19890
K-801	Crudo naphatico	Dic 21/93	17514	17514	106923		
K-802	Crudo naphatico	Jul 29/00	18135	18135	108972	falta fotocopia	
K-803	Gasoleo	Mar 02/98	18070	18070	107431	falta fotocopia	
K-804	Crudo mezcla	Oct 01/04	18090	18056	104273	Nuevo aforo realizado por SGS	18056
K-805	Crudo Cusiana	Abr 24/02	17393	17393	106929		
K-806	Nafta Crack.	Dic 03/98	14630	14630	47682	Falta original	
K-807				13070	75329	En carpeta figura como de emensado	
K-808	Combustible	Jul 19/00	13141	12700	53284	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-809	A CPM	May 18/96	10816	10816	3942		
K-810	SLOP	Ene 23/03	5332	5332	439	falta fotocopia	
K-811	SLOP	Jun 28/02	4724	4724	349	falta fotocopia	
K-812	Gasoleo	Abr 22/02	18035	18035	109774	falta fotocopia	
K-813	Gasoleo	Ene 29/93	17204	17204	107594	falta original	
K-814	Gasoleo	Oct 9/00	18005	18005	108166		
K-816	Crudo Para.	Oct 10/96	19711	19711	101754	falta fotocopia	
K-817	Crudo Para.	Dic 12/95	19985	19985	102459	falta fotocopia	
K-818	Nafta Crack.	Ene 22/03	19894	16150	47612	Diferencia entre el S/O y carpeta	
K-819	Nafta Mezcla	Sep-04	18976	18990	69441	Nuevo aforo realizado por SGS	18990
K-821	SLOP	Jun 12/92	5540	5540	1015		
K-822	Gasoleo	Ene 18/01	17900	17900	144785	falta fotocopia	
K-824	Nafta Crack.	Sep 99/00	11875	11875	26599	falta fotocopia	
K-902	GMR	Sep 23/04	12131	12083	50999	Nuevo aforo realizado por SGS	12083
K-903	Toluano	Jun 5/98	8262	8262	2859		
K-904	Xileno	Sep 21/04	13163	12422	29492	Nuevo aforo realizado por SGS	12422
K-906	Cido	Sep 22/04	12440	12443	9999	Nuevo aforo realizado por SGS	12443
K-907	Benceno	May 15/90	12400	12400	14119		
K-908	Arom. Pasado	Agosto 21/90	8170	8170	1023		
K-910	Alquili Aviacion	Ene 22/01	11852	11852	23752	falta fotocopia	
K-911	ACPMEC	Agosto 98/01	14830	14830	41999	falta fotocopia	
K-913	Toluano	Feb 29/95	10695	10695	5179	falta fotocopia	
K-917	Cido	Ene 10/93	9220	9220	13753		
K-918	Xileno	Oct 1/92	9130	9130	13795		
K-921	A CPM	Ene 25/99	12392	12392	105595		
K-922	A CPM	Ene 25/90	12372	12372	105335		
K-923	A ROTAR	Ene 23/96	11926	11926	2841	falta fotocopia	



TANQUES DE ALMACENAMIENTO ECOPETROL SA.

CARTAS DE AFORO

FECHA ELABORACION:

NOVIEMBRE 22/04

ACTUALIZACION:

ENERO 31/04

Problemas serios

TANQUE	PRODUCTO	FECHA DE AFORO	ALTURA DE REFERENCIA		CAPACIDAD MAXIMA SIO	NOTAS	ULTIMA REF
			[mm]	SIO [mm]			
K-924	A CPM	Sep/29/04	15200	15200	130939	Nuevo aforo realizado por SGS	15200
K-925	Gas. Aviacion	Ene 24/03	13828	13828	17875	falta fotocopia	
K-927	Comb. pesado	Mar 11/91	12450	12405	97234	falta fotocopia	
K-929	ACPMEC	Jul 24/00	15678	15678	130392	falta fotocopia	
K-929	Comb. Pesado	Ene 18/99	13194	13194	96540	falta fotocopia	
K-930	VOIL	Mar 24/93	14770	14773	22743	diferencias entre tablas y SIO	
K-931	Gas. Aviacion	Sept 15/99	14780	14783	22194	diferencias entre tablas y SIO	
K-934	Nafta Mazola	Feb 29/04	12090	11630	50227	diferencias entre tablas y SIO	
K-935	Comb. Liviano	Abr 21/92	11392	11309	196719	diferencias entre tablas y SIO	
K-936	Comb. pesado	Jul 21/00	12106	11400	198164	diferencias entre tablas y SIO	
K-939	Turbo	Abr 27/01	11235	11243	69939	diferencias entre tablas y SIO	
K-939	GMR	Feb 15/99	13500	13500	190346		
K-940	GMR	Sep/24/04	14490	14490	189764	Nuevo aforo realizado por SGS	
K-942	Nafta Mazola	Sep/28/04	13163	13132	183419	Nuevo aforo realizado por SGS	13132
K-943	Turbo	Ago 04/99	12459	12459	44933		
K-944	Turbo	Mar 15/95	13215	13215	44883	falta fotocopia	
K-945	Turbo	Mar 18/91	12430	12430	54627		
K-948	Comb. Liviano	Nov 2/94	12480	12480	216416		
K-947	Nafta Crack.	Jun 13/95	14395	14395	40391		
K-948	Comb. Liviano	Sep 12/92	12197	12345	211935	diferencias entre tablas y SIO	
K-950	Nafta Mazola	Ene 29/01	14001	14001	70659	falta fotocopia	
K-954	Nafta Crack.	Ene 29/01	14050	14001	70507	diferencias entre tablas y SIO	
K-958	Platform.	Feb 24/91	13938	14001	70412	diferencias entre tablas y SIO	
K-961	Crudo mazola	Mar 26/97	12722	12722	213273		
K-962	Crudo mazola	Ago 9/99	12722	12722	207918		
K-963	Crudo mazola	Abr 7/91	12480	13215	202522	diferencias entre tablas y SIO	
K-964	Crudo Para.	Nov 13/98	13231	13231	203966	falta original	
K-965	Crudo mazola		15505	13505	192191	No tiene fecha	
K-968	Crudo mazola	Abr 10/90	13710	13710	192183		
K-1279	Paraf. Med. a ft		9415	9373	1921	diferencias entre tablas y SIO	
K-1291	Paraf. Med. prod	Feb 29/95	12485	12484	8395	diferencias entre tablas y SIO	
K-1812	Alquil Aviacion	Mar 18/97	10919	10919	15327	falta fotocopia	
K-1813	Platform.	Ene 15/99	11965	11965	9899	falta original	
K-1814	Orthoxilano	Dio 8/91	7730	7730	2951		
K-2001		Feb 29/95	6920	6920	2239	falta fotocopia	
K-2501	Fondo de vaso	Ene 25/00	14945	14945	162984	falta original	
K-2503	But. Butileno	Ago 14/99	9480	9480	2499.2	confirmar data en carpeta	
K-2504	But. Naturalis	Ago 15/99	9480	9480	2499.2	confirmar data en carpeta	
K-2703	Crudo reducido	Abr 19/02	14976	14976	108139		
K-2704	ALC	Jul 16/91	14850	14850	50112		
K-2705	Combustoleo	Oct 26/90	15680	15680	51194	falta original	
K-2751		Ago 12/99		9990	2025	confirmar data en carpeta	
K-2752		Ago 13/99		8990	2025	confirmar data en carpeta	
K-2753		Ago 16/99		14890	10499	confirmar data en carpeta	
K-2891	DEMEX	Oct 24/95	15422	15422	108115	falta fotocopia	
K-2893	Gasoleos	Maz 10/99	15200	15200	108585	falta fotocopia	
K-2894	Combustoleo	Jun 10/92	14870	14870	108619	falta fotocopia	
K-2898	Fondo de vaso		12470	12480	212709	diferencias entre tablas y SIO	
K-3011		Sep 29/91	7650	7690	5322	diferencias entre tablas y SIO	
K-3012	SLOP	Jul 24/91	9496	10224	2551	diferencias entre tablas y SIO	
K-3039	SLOP	Jul 2/91	7470	7770	2842	diferencias entre tablas y SIO	
K-3059				5710	1091	No hay tabla de aforo	
K-3051				5710	1096	No hay tabla de aforo	
K-3083	SLOP	Jun 10/95	12982	12982	18999	falta fotocopia	
K-3119	Hexano	Jun 25/91	11340	11340	2884		
K-3111	Base B.Stock	Ene 24/01	11325	11325	2884		
K-3959	Crudo Cusiana	Mar 13/94	13930	13930	198972	Faltan originales	
K-3951	Crudo Cusiana	Jun 12/93	13929	13929	198959		
K-3952	Nafta Crack.		16408.4	16408	135593	falta carpeta	
K-4002		Oct 4/90	3995			No figura en el SIO	
K-4009		Jul 14/92				Falta datos de tabla y no figura en el SIO	
K-4059				8750	2096	Falta carpeta	

FECHA ELABORACION: NOV EMBRE 22/04

GRUPO DE MEDICION

ELABORADO POR: WILSON ENRIQUE FLOREZ LLAMOSA

CHEQUEADO POR: GRUPO DE MEDICION

ANEXO 15. TERMO-PROVERS Y CINTAS DE MEDICIÓN.



EMPRESA COLOMBIANA
DE PETROLEOS



ECOPETROL

Por favor realice su selección

Thermoprobers

Cintas de medicion

Elaborado por: Wilson E. Florez Llamosa
Verificado por: GRUPO DE MEDICION

		LISTADO DE THERMOPROBER			 Volver a inicio
THERMOPROBERS					
CASA DE BOMBAS No.8					
SERIAL	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS	
TP - 8	8-1754	Sept-9-2004	Oct-04		Se encuentra en verificacion OT No.153128
TP - 7	73491	Sept-9-2004	Oct-04		
TP-2	5875	No tiene dato	No tiene dato	Edwin vasquez	Se encuentra sucio
CASA DE BOMBAS No.2					
SERIAL	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS	
TP2	6100	Dic-21-2004	Mar-21-2004	Nilson Pinilla	Se encuentra en buen estado
CASA DE BOMBAS No.5					
SERIAL	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS	
TP - 8	1755	Dic-21-2004	Mar-21-2004		
CASA DE BOMBAS No.1					
SERIAL	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS	
TP - 2	3838	Dic-17-2004	Mar-17-2004	Javier Mora	No deberia estar en esta casa de bombas



LISTADO DE CINTAS DE MEDICION

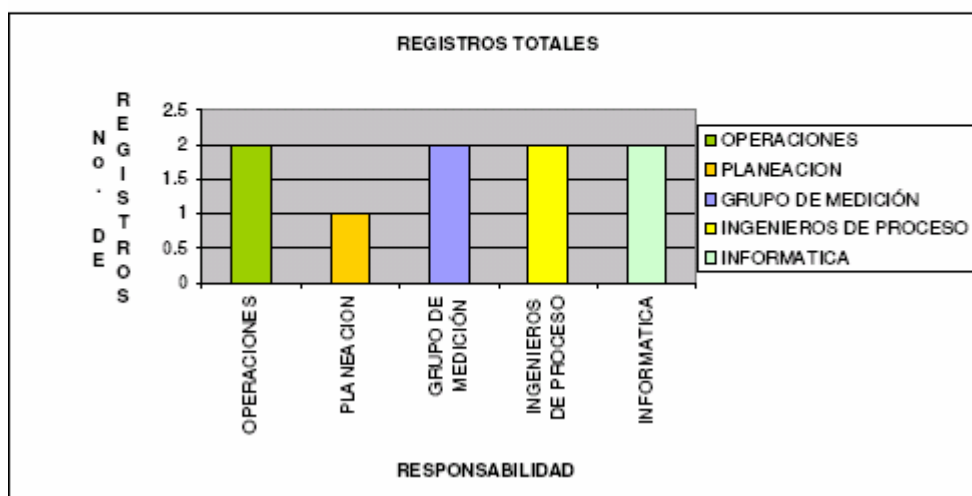
Volver al Inicio

CINTAS Y PLOMADAS					
CASA DE BOMBAS No. 1					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL. ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 27	Biancos	Sept-22-2004	Sept-22-2005		Se encuentra extraviada
# 18	Biancos	Sept-01-2004	Sept-01-2005		Se encuentra en buen estado, un poco sucia
#40	Biancos	Dic-24-2004	Dic-24-2005	Javier Mora	Se encuentra en buen estado.
CASA DE BOMBAS No. 2					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL. ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
#41	gasolina, ciclo,crua	Dic-24-2004	Dic-24-2005	Nilson Pinilla	Se encuentra en buen estado
CASA DE BOMBAS No. 5					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 19	Crudos	May-25-2004	May-25-2005		sucia
# 20	???	Mar-04-2004	Mar-04-2005		poco sucia
CASA DE BOMBAS No. 8					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 21	Crudos	Feb-8-2004	Feb-8-2005		Buen estado - sucia
#42		Dic-24-2004	Dic-24-2005	Edwín Vasquez	Buen estado
CASA DE BOMBAS A					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
#39	DWO-DWOH-CRC	Dic-24-2004	Dic-24-2005	Luis Yate	Esta en muy buenas condiciones
CASA DE BOMBAS B					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 38	Fondos valo demer	No hay dato	No hay dato	Eduard Rodriguez	No se ha recibido dato de metrología
CASA DE BOMBAS C					
NÚMERO	PRODUCTO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 37	ACPM, gasoleo	No hay dato	No hay dato	Julian Zarate	No se ha recibido dato de metrología
CINTAS NUEVAS EN CBB					
CASA DE BOMBAS No. 8					
NÚMERO	TIPO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 09	Vacio	????	????		Falta mango, plomada de fondo
# 06	Vacio	????	????		Falta plomada
# 07	Vacio	????	????		Plomada de fondo
# 01	Vacio	????	????		Plomada dice 10 y es de fondo
# 17	Vacio	????	????		Plomada de fondo
# 13	Vacio	????	????		Plomada de fondo
# 24	Vacio	????	????		Plomada de fondo
PLOMADAS NUEVAS EN CBB					
CASA DE BOMBAS No. 8					
NÚMERO	TIPO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 12	Fondo	????	????		
# 18	Fondo	????	????		La cinta se encuentra en CB1
CINTAS DAÑADAS EN CBB					
CASA DE BOMBAS No. 8					
NÚMERO	TIPO	CAL ACTUAL	PROXIMA CAL	RECIBIO	NOTAS
# 23		????	????		
# 16		????	????		
# 05		????	????		
#22		????	????		
CINTAS SIN MARCAR Y DAÑADAS EN CBB					
CASA DE BOMBAS No. 8					
CANTIDAD				RECIBIO	
7					
CINTAS EXTRAVIADAS EN LA GCB					
CASA DE BOMBAS No. 8					
NÚMERO				RECIBIO	
#02				Luis Bermudez	
#03				Luis Bermudez	
#14				Luis Bermudez	


ANEXO 16. REALIZACIÓN DE ARCHIVO DE HALLAZGOS DIARIOS

 FORMATO DE REGISTROS DIARIOS GRUPO DE MEDICIÓN GCB						
FECHA REGISTRO	EVENTO	RESPONSABLE DEL EVENTO	RECOMENDACIONES	ACCIONES REALIZADAS	RESPONSABLE PARA CORREGIR	FECHA COMPROMISO
17/12/2004	No se han hecho correcciones de noviembre	INFORMATICA	Agilizar gestión con informática	Se citó reunión el día 12 de Dic. Para seguimiento a pendientes	INFORMATICA	Pendiente. Enero 26 de 2005
19/12/2004	Dato de venta de combustóleo no reportado en RIS pero reportado en SIO	INFORMATICA	Asegurar intercambio de información entre los sistemas	Hablar con soporte RIS para revisar y corregir configuración	INFORMATICA	Diciembre 20 de 2004
21/12/2004	Diferencias de API y Temperatura en algunos productos	INGENIEROS DE PROCESO	Validar los datos de Temperatura y API muestras para estos tanques	Toma de muestras para API de todos los tanques y toma de temperatura	GRUPO DE MEDICIÓN	Mensual
28/12/2004	Datos operativos en SIO por corregir en TKs	INGENIEROS DE PROCESO	Solicitar a soporte SIO brindar posibilidad de cambiar datos	Solicitar a los ingenieros de proceso ventanas operativas y configurar estos valores	INGENIEROS DE PROCESO	Enero 26 de 2005
29/12/2004	Se pidió a operaciones asegurar datos para fin de año (T,API,Nivel)	GRUPO DE MEDICIÓN	Hacer las mediciones a todos los tanques del departamento	Capacitación a los operadores en el manejo de cintas de medición y termo probar	GRUPO DE MEDICIÓN	Marzo 15 de 2005
29/12/2004	Capacitación en balance másico al personal operador del área	GRUPO DE MEDICIÓN	Recaltar la incidencia de la operación en el balance másico	Capacitar al operador en la revisión del balance másico y su responsabilidad en este	GRUPO DE MEDICIÓN	Febrero 15 de 2005
03/01/2005	Se encontraron diferencias de datos entre Inventar y CDLAB	PLANEACION	Actualizar algunos datos que hacen falta	Pedir a operaciones actualizar	PLANEACION	Enero 03-05 de 2005
05/01/2005	Diferencias en ventas de polietileno	OPERACIONES	Asegurar los movimientos en la operación	Capacitar a operadores y supervisores	OPERACIONES	Enero 05 de 2005
07/01/2005	Diferencias en venta de butanos en el mes de diciembre	OPERACIONES	Asegurar los movimientos en la operación	Capacitar a operadores y supervisores	OPERACIONES	Pendiente

OPERACIONES	2
PLANEACION	1
GRUPO DE MEDICIÓN	2
INGENIEROS DE PROCESO	2
INFORMATICA	2



ANEXO 17. COMPARACIÓN SIO VS. ENTIS.

 COMPARACIONES SIO Vs ENTIS									
14 DE FEBRERO DE 2005									
TANQUE	PRODUCTO	ENTIS (mm)	SIO (mm)	DIFERENCIA	ESTADO	CAP. MAXIM	VOL. B. SIO	VOL. B. ENTIS	DIFERENCIA BLS
K0902	GMR	8910	8912	2	QUI	50880	40969	40913	56
K0939	GMR	4637	4631	-6	ENT	190346	82512	82622	-110
K0940	GMR	7606	7631	25	QUI	188764	136035	135575	460
K0003	GM. EXTRA	2959	2781	-178	QUI	43131	13355	14169	-814
K1812	ALQUILATO	8953	8968	15	QUI	15327	14794	14769	25
K0925	AVIGAS	7782	7818	36	QUI	17875	12668	12608	60
K1813	PLATFORMA	4811	4826	15	REC	9889	4526	4512	14
K0921	ACPM	9223	9234	11	QUI	105505	82548	82449	99
K0911	ACEM	6601	6566	-33	QUI	41800	19358	19454	-96
K0935	COMBUSTOL	4383	4387	4	QUI	196768	78990	78917	73
K0946	COMBUSTOL	10698	10701	3	QUI	216416	194746	194891	55
K0936	COMBUSTOL	8308	8316	8	QUI	196184	152754	152607	147
K0906	CICLOHEXA	9333	9349	16	QUI	9808	7741	7727	14
K0917	CICLOHEXA	1599	1587	-12	QUI	13753	2632	2652	-20
K0903	TOLUENO	6445	6456	11	QUI	2859	2656	2652	4
15 DE FEBRERO DE 2005									
TANQUE	PRODUCTO	ENTIS (mm)	SIO (mm)	DIFERENCIA	ESTADO	CAP. MAXIM	VOL. B. SIO	VOL. B. ENTIS	DIFERENCIA BLS
K0902	GMR	8912	8922	10	QUI	50880	40969	40922	47
K0940	GMR	7601	7631	30	QUI	188764	136035	135483	552
K1812	ALQUILATO	8952	8968	16	QUI	15327	14794	14768	26
K0925	AVIGAS	7780	7818	38	QUI	17875	12668	12605	63
K0931	AVIGAS	2248	2254	6	QUI	22684	4230	4218	12
K1813	PLATFORMA	4803	4826	23	REC	9889	4526	4504	22
K0921	ACPM	9176	9234	58	QUI	105505	82548	82026	522
K0935	COMBUSTOL	4415	4387	-28	QUI	196768	78990	79504	-514
K0946	COMBUSTOL	10697	10701	4	QUI	216416	194746	194873	73
K0927	COMBUSTOL	10355	10352	-3	REC	97234	85302	85327	-25
K0936	COMBUSTOL	8304	8316	12	QUI	196184	152754	152534	220
K0917	CICLOHEXAN	1606	1587	-19	QUI	13753	2632	2663	-31
K1814	ORTHOXILE	3037	3032	-5	QUI	2951	1254	1256	-2
16 DE FEBRERO DE 2005									
TANQUE	PRODUCTO	ENTIS (mm)	SIO (mm)	DIFERENCIA	ESTADO	CAP. MAXIM	VOL. B. SIO	VOL. B. ENTIS	DIFERENCIA BLS
k0966	Crudo M.	5904	5900	-4	QUI	50880	106961	107034.6	-74
k0947	N.Cra	10112	10107	-5	QUI	188764	36873	36892	-19
K1812	ALQUILATO	8955	8968	13	QUI	15327	14794	14773	21
K0925	AVIGAS	7778	7818	40	QUI	17875	12668	12602	66
K0931	AVIGAS	2246	2254	8	QUI	22684	4230	4214	16
K0921	ACPM	9148	9150	2	QUI	105505	81791	81773	18
K0946	COMBUSTOL	10695	10697	2	QUI	216416	194673	194636	37
K0927	COMBUSTOL	10341	10347	6	REC	97234	85261	85211	50
k0929	COMBUSTOL	1038	1034	-4	QUI	196184	7667	7700	-33
k0906	CICLOHEXAN	10141	10148	7	QUI	13753	8404	8398	6
k0917	ORTHOXILE	1613	1606	-7	QUI	2951	2663	2674	-11
k0903	TOLUENO	6536	6527	-9	QUI	2859	2685	2689	-4
K0913	TOLUENO	8626	8924	298	QUI	5178	4989	4822	167

ANEXO 18. INSTRUCTIVO PARA LA REVISIÓN SINOPER - SIO - RIS.

1. Seleccione SIO, ya sea por el acceso directo en el escritorio de su computador, o por inicio, Programas, SIO, SIO.
2. Digite su Username y password, se accede al menú principal del SIO.
3. Escoja Balance, Balance de producción, transferencias.
4. Escoja con F9 la fecha a la cual se le desea realizar la revisión. Si se requiere por ejemplo la revisión del día 4 de marzo, escoja en inicial el reporte OFICIAL del 4 de marzo 00:00 y final el reporte OFICIAL del 5 de marzo 00:00. y haga clic en revisar trasferencias.
5. Accederá a una pantalla de transferencias en donde se realizara la transferencia total de todos los productos vendidos al DOL.
6. En Tip Tra (tipo de transacción) seleccione el numero referente a ventas o entrega externa (4) y en Mdl Ent (medio de entrega) escoja el numero uno (1) que hace referencia a ventas por oleoducto. Haga clic en F2
7. En unos segundos se desplegaran todos los movimientos de ventas al DOL, acomodados por producto. La tabla de códigos de productos se encuentra en el ANEXO 1. Sume las cantidades de volumen transferido oficial (vol tra oficial) por producto.
8. En la pagina principal de la intranet. Utilice la barra desplazadora de la izquierda para encontrar otros sitios, siga bajando y seleccione vicepresidencia de transporte. Seleccione SINOPER en la parte superior izquierda en el icono que parpadea.
9. Aparece la pagina de ingreso a SINOPER, digite la clave de acceso.
10. Haga clic en Nuevos reportes y aparecerá otra ventana llamada reportes SINOPER.
11. Modifique la fecha seleccionando la requerida en los campos de fecha inicial y final, si se requiere el día 4 de marzo se debe escoger esta fecha en ambos campos INICIAL y FINAL.
12. Con la barra desplazadora escoja movimiento de productos, y en parámetros seleccione centro: GALAN, movimiento: DESPACHO , sistemas: TODOS y haga clic en GENERAR.
13. En unos minutos aparecerá una ventana en donde se encuentran los diferentes recibos de la VIT, agrupados por productos.
14. Realice la comparación entre los datos arrojados por SIO con los dictados por el SINOPER, DEBEN ser equivalentes.
15. Para encontrar el dato de Combustible liviano (Foil), vaya a la pagina de reportes SINOPER nuevamente haciendo clic en ATRÁS y seleccione: Centro: Ninguno, Movimiento: despacho, Sistema: CIB-Ayacucho 18". Haga clic en generar.
16. Compare los valores de este producto y haga las respectivas conclusiones.
17. Abra la intranet y seleccione el icono de RIS arriba a mano derecha.
18. En la pagina de RIS utilice la barra desplazadora para encontrar Producción-reportes. Haga clic en reportes, Balance refinería.

19. Se abre entonces Consulta Balance de la Refinería - GCB - , haga clic en versión másica completa y seleccione la fecha, si se necesita por ejemplo realizar la revisión del día 4 de marzo, la fecha DESDE y HASTA será el día 4 de marzo. Seleccione Ver reporte y espere unos minutos a que despliegue en otra ventana la información pertinente.
20. Revise en total de despachos y consumos la columna de Ventas, seleccione cada producto vendido, esto con el fin de comprobar el correcto flujo de la información. Revise que la información SIO-RIS haya migrado correctamente.
21. Se debe informar al encargado en plantación de los ajustes por realizar.