

MODELO GERENCIAL PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA PERTENECIENTE  
A LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DE MARES DE LA GERENCIA  
REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.

VLADIMIR ESCOBAR ORDOÑEZ  
RONALD GALLEGO LAMBRAÑO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2011

MODELO GERENCIAL PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA PERTENECIENTE  
A LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DE MARES DE LA GERENCIA  
REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPEPETROL S.A.

VLADIMIR ESCOBAR ORDOÑEZ  
RONALD GALLEGO LAMBRAÑO

Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: Derek Mauricio Matamoros  
Ingeniero Mecánico  
Magister en Ingeniería de confiabilidad y riesgo

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2011

## DEDICATORIA

VEO: En primera instancia a Dios que hizo posible  
Tener esta oportunidad, y en segunda instancia al  
Cuerpo docente y mi familia por el apoyo brindado.

RGL: Esta monografía es dedicada a mi esposa  
Judy Fabiola, a mis hijos Roberto y María Isabel  
Por su permanente apoyo durante la realización  
De la misma y en mi vida general.

## CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
OBJETIVOS	21
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
JUSTIFICACION	22
1. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA	23
1.1 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL DE ECOPETROL S.A.	23
1.2 PERSPECTIVA HISTORICA	23
1.3 MISION	25
1.4 VISION	25
1.5 ESTRUCTURA DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.	26
2. MARCO TEORICO	27
2.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL PETROLEO	27
2.1.1 Formacion De Emulsiones	27
2.1.2 Equipos De Tratamiento	29
2.2 EL CAMBIANTE MUNDO DEL MANTENIMIENTO	31
2.3 LA EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO	32
2.3.1 Primera Generación	33
2.3.2 Segunda Generación	33
2.3.3 Tercera Generación	33
2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	34
2.4.2 Mantenimiento Preventivo	34
2.4.3 Mantenimiento Periódico	35
2.4.4 Mantenimiento Predictivo.	35
2.5 PRINCIPALES FILOSOFIAS DE MANTENIMIENTO	35
2.5.1 TPM	36
2.5.2 RCM	37
2.5.3 Modelos De Falla	38
2.5.4 PMO	40
2.5.5 Analisis De Falla	41
2.5.6 Análisis De Modos Y Efectos De Fallas Críticos (FMECA)	41
2.5.7 Diseño De Un Modelo Gerencial	42
3. EQUIPOS Y PROCESO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA	44
3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO	44
3.2. EQUIPOS PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA	47
3.3. VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO. (Gas)	47
3.3.1 Especificaciones técnicas	48
3.3.2 Compresor de aire para instrumentación.	49

3.3.3	Tratador Térmico Electrostático	51
3.3.4	Depurador de gas combustible	52
3.3.5	Sistema de suministro de gas a quemadores	53
3.3.5.1	Válvula Principal	53
3.3.5.2	Válvulas neumáticas de control de difusores de quemadores	54
3.3.6	Válvula neumática control drenaje zona térmica.	55
3.3.7	Válvula neumática control drenaje zona electrostática.	56
3.3.8	Válvula autorreguladora de Presión	57
3.3.9	Control de Nivel.	58
3.3.10	Concentrador	59
3.4	Sistema de carga a tratamiento.	62
3.4.1	Bomba de carga A	63
3.4.2	Bomba de carga B	64
3.5	Variador de velocidad.	65
3.6	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO, FISCALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CUSTODIA.	65
3.6.1	Tanques de recibo y carga a tratamiento.	66
3.6.2	Tanque K-101.	67
3.6.2.1	Transmisor de Nivel MTS	68
3.6.3	Tanque K-102.	68
3.6.3.1	Transmisor de nivel MTS	69
3.6.4	TANQUES DE REPOSO.	69
3.6.5	Tanque K-02.	70
3.6.5.1	Transmisor de nivel MTS	70
3.6.5.2	Válvula de control	71
3.6.6	TANQUE K-01.	72
3.6.6.1	Transmisor de nivel MTS	74
3.6.6.2	Válvula de control	74
3.6.7	SISTEMA DE INYECCION DE QUIMICO.	75
3.6.7.1	BOMBA DOSIFICADORA DE QUIMICO.	76
3.6.7.2	MEDIDOR DE AGUA TURBOBAR	76
4.	MODELO GERENCIAL DEL MANTENIMIENTO	78
4.1	ESTRUCTURACION DEL MODELO GERENCIAL.	78
4.1.1	Levantamiento Información técnica de los activos.	78
4.1.2	Árbol de partes	78
4.1.3	Jerarquía de equipos propuesta.	101
4.2	Análisis de modos y efectos de falla críticos (FMECA).	107
4.3	Descripción de las tareas para los equipos críticos.	118
4.3.1	Cuidado básico de equipos.	118
4.3.2	Indicadores propuestos para la gestión del mantenimiento de la planta Deshidratadora La Cira.	120
5.	CONCLUSIONES	123
6.	BIBLIOGRAFIA	126
	ANEXO	128

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Especificaciones del crudo del campo Lisama.	45
Tabla 2. Características técnicas Cuerpo de la válvula	48
Tabla 3. Características técnicas actuador de la válvula	48
Tabla 4. Características técnicas de la Unidad compresora	49
Tabla 5. Características técnicas del Motor del compresor	50
Tabla 6. Características técnicas del Secador del compresor de aire.	50
Tabla 7. Características técnicas cuerpo tratador.	51
Tabla 8. Características técnicas depurador de gas combustible.	53
Tabla 9. Características técnicas válvula principal de gas a quemadores.	54
Tabla 10. Características técnicas Válvulas neumáticas de difusores.	55
Tabla 11. Características técnicas Válvula neumática de control drenaje zona térmica TTE.	55
Tabla 12. Características técnicas válvula neumática control drenaje zona electrostática.	56
Tabla 13. Características técnicas válvula autorreguladora de presión.	57
Tabla 14. Características técnicas Control de nivel del TTE.	58
Tabla 15. Características técnicas Concentrador de señales del TTE.	59
Tabla 16. Características técnicas transformador del TTE.	60
Tabla 17. Características técnicas Control de reinicio eléctrico del transformador del TTE.	61
Tabla 18. Características técnicas del motor de la bomba de carga A.	63

Tabla 19. Características técnicas de la bomba de carga A.	63
Tabla 20. Características técnicas del motor de la bomba de carga B.	64
Tabla 21. Características técnicas de la bomba de carga B.	64
Tabla 22. Características técnicas de variador de velocidad de los motores de las bombas de carga.	65
Tabla 23. Características técnicas del tanque K-101.	67
Tabla 24. Características técnicas de transmisores de nivel MTS tanque K-101.	68
Tabla 25. Características técnicas del tanque K-102.	69
Tabla 26. Características técnicas del transmisor de nivel MTS tanque K-102.	69
Tabla 27. Características técnicas del tanque K-02.	70
Tabla 28. Características técnicas del transmisor de nivel MTS del tanque K-02	71
Tabla 29. Características técnicas de la válvula de control del tanque K-02	72
Tabla 30. Características técnicas del tanque K-01	73
Tabla 31. Características técnicas de transmisor de nivel tanque K-01	74
Tabla 32. Características técnicas válvula de control del tanque K-01	75
Tabla 33. Características técnicas de bombas dosificadoras de químico.	76
Tabla 34. Árbol de repuestos válvula de control de flujo a quemadores.	79
Tabla 35. Árbol de repuestos Válvulas de control suministro de gas a quemadores.	80
Tabla 36. Árbol de repuestos Válvulas de control del drenaje zona térmica del tratador.	83
Tabla 37. Árbol de repuestos Válvulas de control del drenaje zona	

electrostática del tratador.	85
Tabla 38. Árbol de repuestos Bomba alternativa de retrate.	86
Tabla 39. Árbol de repuestos Válvula autorreguladora de Presión del tratador.	98
Tabla 40. Árbol de repuestos compresor de aire Ingersoll Rand.	98
Tabla 41. Valores de criterios de severidad de ocurrencia y detección	110
Tabla 42. Análisis FMECA Activos Planta Deshidratadora la Cira	115
Tabla 43. Calculo de disponibilidad básica de equipos	119

## LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Planta Deshidratadora La Cira dentro de la estructura de la Gerencia GRM de ECOPETROL S.A.	26
Figura 2. Microfotografía de una emulsión normal	29
Figura 3. Diseño típico de un tratador térmico horizontal.	30
Figura 4. Diseño típico de un tratador termoelectrostático horizontal.	31
Figura 5. Tipos de modelos de falla.	38
Figura 6. Diagrama de flujo de proceso.	46
Figura 7. Válvula de control de flujo (Gas)	47
Figura 8. Compresor de aire para instrumentación.	49
Figura 9. Tratador térmico electrostático.	51
Figura 10. Depurador de gas combustible.	52
Figura 11. Válvula principal suministro de gas a quemadores.	53
Figura 12. Válvulas neumáticas de control de difusores de quemadores.	54
Figura 13. Válvula neumática de control drenaje zona térmica TTE.	55
Figura 14. Válvula neumática control drenaje zona electrostática	56
Figura 15. Válvula autorreguladora de Presión.	57
Figura 16. Control de nivel TTE	58
Figura 17. Concentrador de señales del TTE.	59
Figura 18. Transformador sección electrostática del TTE.	60
Figura 19. Control de reinicio eléctrico del transformador del TTE.	61
Figura 20. Válvula de seguridad del TTE.	62

Figura 21. Bomba de carga A.	63
Figura 22. Bomba de carga B.	64
Figura 23. Variador de velocidad para motores de bombas de carga.	65
Figura 24. Tanque K-101	67
Figura 25. Tanque K-102	68
Figura 26. Tanque K-02	70
Figura 27. Válvula de control del tanque K-02	71
Figura 28. Tanque K-01.	73
Figura 29. Válvula de control del tanque K-01	74
Figura 30. Bomba Dosificadora de químico.	76
Figura 31. Medidor de agua Turbobar	77
Figura 32. Jerarquía actual de activos de la Planta Deshidratadora La Cira	103
Figura 33. Jerarquía propuesta para los activos de la Planta Deshidratadora La Cira	105

## LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Instrucciones de trabajo.	128

## GLOSARIO

**AGENTE EMULCIFICANTE:** compuesto que favorece la formación de emulsiones del petróleo.

**BSW (Basic Sediment and Water):** porcentaje de agua emulsionada en el crudo.

**COALESCENCIAS:** proceso por el cual el agua emulsionada se separa de la emulsión agua petróleo.

**CRITICIDAD DE LA FALLA:** combinación de la severidad de un efecto y la frecuencia de su aparición u otros atributos de una falla, como una medida de la necesidad de tratarla y mitigarla.

**EMULSIÓN:** mezcla de dos o más líquidos inmiscibles.

**EFFECTO DE FALLA:** consecuencia de un modo de falla en cuanto a la operación, función o estado del ítem...

**FALLA:** terminación de la capacidad de un ítem para realizar una función requerida.

**FMECA (Failure Mode and Effects Critically Analysis):** procedimiento para el análisis de los modos de falla efectos y criticidad.

**GRAVEDAD API:** clasificación creada por el Instituto Americano del Petróleo para diferenciar los tipos de crudos.

**ITEM:** cualquier parte, componente, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que se pueda considerar individualmente.

**MODO DE FALLA:** manera en la cual un ítem falla.

**RPM (Risk Priority Number):** Número de prioridad del riesgo, evaluación cuantitativa de la criticidad de un modo de falla.

**SEVERIDAD DE LA FALLA:** importancia o clasificación del efecto del modo de falla en la operación del ítem en los alrededores del ítem.

**VISCOSIDAD:** propiedad de los fluidos de resistirse al flujo.

## RESUMEN

**TITULO:** MODELO GERENCIAL PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA PERTENECIENTE A LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DE MARES DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.\*

**AUTORES:** VLADIMIR ESCOBAR ORDOÑEZ \*\*  
RONALD GALLEGO LAMBRAÑO \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento, Deshidratación, Gerencia, FMECA, RPN.

**DESCRIPCION:** La presente monografía está orientada al desarrollo de un modelo gerencial para organizar el mantenimiento preventivo en la planta deshidratadora La Cira la cual pertenece a la Superintendencia de Operaciones de Mares de ECOPETROL S.A. El estudio se basa en la recolección de información técnica de los activos, el replanteo de la jerarquía de los mismos y en la estructuración de las tareas y rutinas de mantenimiento con base en las consecuencias que los fallos de estos puedan generar al proceso, esta ultima realizada a través del análisis de los modos, los efectos, las causas y la criticidad de las fallas (FMECA) y del cálculo del numero de riesgo prioritario (RPN), buscando como única finalidad el incremento de la confiabilidad y disponibilidad de los activos vinculados al proceso.

El primer capítulo se dedica a la presentación de la compañía, su ubicación geográfica y la estructura de la Superintendencia que contiene el marco del proyecto.

El segundo capítulo se dedica al Marco teórico del presente documento.

El tercer capítulo se dedica a presentar la información recopilada de las características técnicas de los activos de la planta deshidratadora La Cira, y la organización que se plantea para la misma.

El cuarto capítulo se dedica a presentar el Modelo Gerencial planteado para el mantenimiento preventivo de la Planta Deshidratadora La Cira.

---

\* Monografía

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.  
Director: Derek Mauricio Matamoros.

## ABSTRACT

TITLE: MANAGERIAL MODEL FOR THE MANAGEMENT OF THE DEHYDRATION PLANT PREVENTIVE MAINTENANCE LA CIRA PERTAINING TO SUPERINTENDENT OF SEAS OPERATIONS OF THE REGIONAL MANAGEMENT MAGDALENA MEDIO OF ECOPETROL S.A.\*

AUTHORS: VLADIMIR ESCOBAR ORDOÑEZ \*\*  
RONALD GALLEGU LAMBRANO \*\*

KEYWORDS: Maintenance, Dehydration, Management, FMECA, RPN.

DESCRIPTION: This monograph is aimed at developing of a management model for organizing the dehydration plant preventive maintenance La Cira which belongs to Superintendent of Seas Operations of ECOPETROL S. A. The study is based on the collection of technical information of the assets, the redesign of the hierarchies and the structuring of tasks and routine maintenance routines based on the consequences of such failures can generate the process, the last one made through the analysis of modes, effects, causes and criticality of failures (F M E C A) and calculating the risk priority number (R P N), seeking sole purpose of increasing the reliability and availability of assets linked the process.

The first chapter is devoted to the presentation of the company, geographical location and structure of the Superintendent that contains the framework of the project.

The second chapter is devoted to the theoretical framework of this document

The third chapter is dedicated to presenting the information gathered from the technical characteristics of the assets of the dehydration plant La Cira, and the organization that arises for the same.

The fourth chapter is devoted to presenting the proposed Management Model for preventive maintenance of the dehydration plant La Cira.

---

\* Monograph

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.  
Director: Derek Mauricio Matamoros.

## INTRODUCCIÓN

Resultado de la globalización y la conformación de bloques comerciales, el libre mercado se expande más allá de las fronteras nacionales, permitiendo la transformación de las industrias y las economías de los países. En Colombia se vive un proceso de cambio modernizador que la quiere llevar a integrarse a los mercados de primer mundo saliendo de los problemas de una nación con economía emergente.

Ante esto, el reto de las empresas locales y regionales es integrarse de forma activa a los procesos económicos que suceden en un mundo sin fronteras, buscando estrategias para participar en un comercio internacional, orientadas por una parte, a elevar el nivel de competitividad de las mismas, y por la otra, proteger y fortalecer la cultura colombiana. El proceso de globalización de la economía mundial convierte al mundo en un sólo mercado, fuente de insumos y espacio de acción tanto para la producción como para la adquisición, distribución y comercialización de los productos o servicios. He allí el papel fundamental del mantenimiento y específicamente de su gestión, la calidad en mantenimiento está básicamente enfocada a optimizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos que componen una industria, esto se traduce en ahorro de dinero por optimización del mantenimiento y por ende una oportunidad de negocio para la compañía, lo que finalmente se refleja como una ventaja competitiva.

La meta es contribuir a consolidar un sector industrial más competitivo, apoyado en herramientas filosóficas tales como el Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y análisis de causa raíz. Estas técnicas permiten enfocar la intensión hacia problemas como crónicos como esporádicos. El mantenimiento actual está caracterizado en la búsqueda continua de las tareas que permitan eliminar o minimizar las ocurrencias de fallas y/o disminuir las consecuencias de las mismas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las plantas deshidratadoras hacen parte de la cadena productiva en el sector de producción de petróleo, ya que allí es donde se adecua el crudo extraído directamente de los pozos productores para ser utilizado como carga a los diferentes procesos petroquímicos llevados a cabo en las refinerías, el objetivo primordial del proceso de deshidratación es remover la mayor cantidad posible de agua y sal al petróleo producido, ítems muy importantes por las afectaciones que conlleva la generación excesiva de hidrogeno y ácidos en el proceso de refinación.

Ecopetrol S.A en su política de gestión de la calidad a implementado en toda su cadena productiva elementos de evaluación y mejoramiento continuo, ejemplo de ello es la medición de sus proveedores a través de los llamados Productos No Conformes (PNC), con ello mide la gestión de los proveedores con respecto a la calidad del crudo que estos entregan a su proceso de refinación, para el caso del crudo existen tres factores de evaluación; el porcentaje de agua y sedimento emulsionado en el crudo o BSW de sus siglas en ingles Basic Sediment and Water, la presencia de sales minerales medida en libras de sal por cada mil barriles y la gravedad API, parámetro definido a partir de la gravedad específica y formulado por el Instituto Americano del Petróleo, API, este último factor categoriza el tipo de aceite en extra pesado, pesado, Intermedio, liviano y extra liviano, característica que es propia de cada yacimiento.

A finales del año 2008 la Superintendencia de Operaciones de Mares recibió oficialmente las instalaciones de la Planta Deshidratadora La Cira por parte de la Superintendencia la Cira Infantas, superintendencias pertenecientes a la Gerencia Regional Magdalena Medio de Ecopetrol S.A. El estado de los equipos al momento de la transferencia era desconocido por no contarse con trazabilidad de las actividades de mantenimiento generadas a los mismos y de las

recomendaciones generadas, esto debido a que la operación de la planta fue suspendida por más de tres años y muchos de sus equipos desmantelados parcial o totalmente, la recurrencia de fallas y deficiencias del proceso han originado en varias ocasiones la suspensión del tratamiento de deshidratación generando traumatismos a la operación y productos fuera de especificaciones para el cliente. El mayor porcentaje de fallas se presenta en la instrumentación asociada y en el equipo rotativo, elementos críticos de la operación, con el agravante de no contarse con información detallada de los equipos y de sus repuestos.

Teniendo en cuenta la importancia del proceso de Deshidratación para la coordinación de producción Lisama es necesario aplicar una adecuada gestión del mantenimiento preventivo a los equipos asociados a la planta que le garanticen la mayor confiabilidad y disponibilidad posible.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Desarrollar un modelo gerencial para la gestión del mantenimiento preventivo de la planta Deshidratadora La Cira perteneciente a la Superintendencia de Operaciones de Mares de la Gerencia Regional Magdalena Medio de Ecopetrol S.A para minimizar la probabilidad de fallas de los equipos asociados a dicha planta.

### Objetivos Específicos

- Crear una base de información con las hojas técnicas de los equipos, así como también relacionar cada equipo con los repuestos que lo componen.
- Modificar el árbol de equipos existente en el software de gestión del mantenimiento, buscando con ello detallar las actividades que cada activo demanda y poder optimizar los recursos necesarios.
- Establecer las rutinas de mantenimiento preventivo, su alcance y periodicidad, estableciendo de esta manera las intervenciones que mantenimiento y operaciones deberán realizar de acuerdo al rol que cada uno desempeña.
- Implementar indicadores de gestión para las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos de la planta.

## JUSTIFICACION

El presente documento tiene como propósito fundamental establecer un modelo gerencial para la gestión del mantenimiento preventivo de la Planta Deshidratadora La Cira de la Superintendencia de Operaciones de Mares de la Gerencia Regional Magdalena Medio, Ecopetrol S.A, con esto se busca establecer una estructura gerencial que garantice la confiabilidad, eficiencia y disponibilidad de los equipos vinculados al proceso productivo, complementando el sistema de información actual, optimizando de esta manera la gestión del mantenimiento y disminuyendo las pérdidas económicas generadas por las paradas no planeadas.

La Empresa Colombia de Petróleos, ECOPETROL S.A., invierte anualmente una gran cantidad de recursos económicos y humanos para garantizar el aseguramiento de cada uno de los procesos productivos que componen la industria petrolera, procesos tales como la extracción, recolección, tratamiento, deshidratación y revisión final de especificaciones, y finalmente la refinación. Es por esta razón que se debe garantizar (particularizando en el proceso de deshidratación), la disponibilidad, confiabilidad, calidad y desempeño de cada uno de los componentes de la planta para evitar fallas imprevistas o malas lecturas que finalmente generan una salida de la planta y por ende una muy considerable pérdida económica, el cual no se compensa con el costo de un buen mantenimiento preventivo.

Además de estos factores, es importante resaltar que con el desarrollo de la presente monografía se pretende profundizar en el tema de la gestión integral del mantenimiento, asegurar la integridad de las personas por tratarse de procesos planeados y proteger el medio ambiente.

## 1. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA

### 1.1 ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL DE ECOPETROL S.A.

Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C.

### 1.2 PERSPECTIVA HISTORICA

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos.

La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició 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.

Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó 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 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994).

En septiembre de 1983 se produjo 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.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005.

Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como

administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial.

Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$11,63 billones registrada en 2008 y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 37 petroleras más grandes del mundo y es una de las cinco principales de Latinoamérica.

### 1.3 MISION

Descubrimos fuentes de energía y las convertimos en valor para nuestros clientes y accionistas, asegurando el cuidado del medio ambiente, la seguridad de los procesos e integridad de las personas, contribuyendo al bienestar de las áreas donde operamos, con personal comprometido que busca la excelencia, su desarrollo integral y la construcción de relaciones de largo plazo con nuestros grupos de interés.

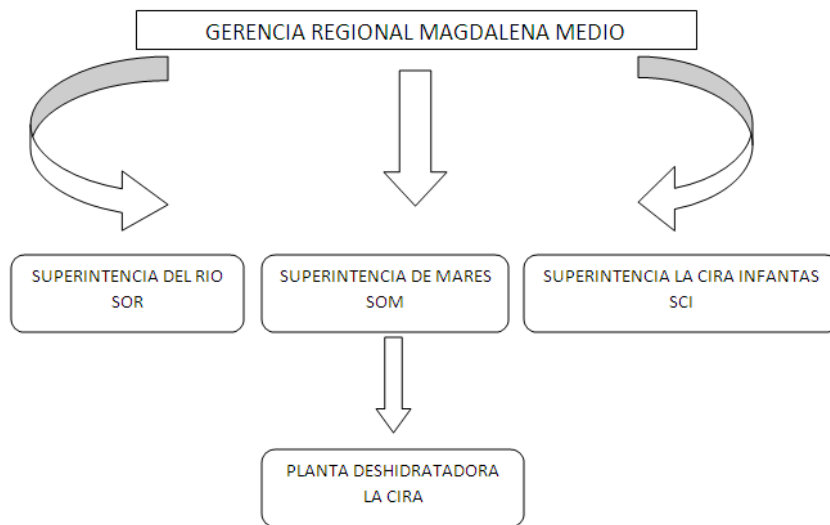
### 1.4 VISION

Ecopetrol será una empresa global de energía y petroquímica, con énfasis en petróleo, gas y combustibles alternativos; reconocida por ser competitiva, con talento humano de clase mundial y socialmente responsable.

## 1.5 ESTRUCTURA DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A.

Ecopetrol S.A. está conformada por una gran cantidad de gerencias distribuidas en todo el territorio nacional y nombradas de acuerdo a su ubicación geográfica dentro del país, tal es el caso de la Gerencia Regional Magdalena Medio, también conocida como la GRM, en la cual se encuentra ubicada la planta deshidratadora La Cira que es objeto del presente trabajo. En la figura 1 se muestra una simple estructura de la gerencia GRM de Ecopetrol con el fin de ubicar mejor la planta.

Figura 1. Planta Deshidratadora La Cira dentro de la estructura de la Gerencia GRM de ECOPETROL S.A.



Fuente: Autores de monografía

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL PETROLEO

Remover el agua que se encuentra en el crudo requiere de procesos mas allá de la separación gravitacional, para la selección de los sistemas de tratamiento es necesario considerar factores que determinan el método más adecuado, algunos de estos factores son:

- El tipo de emulsión presente.
- La gravedad específica del agua y aceite producida.
- La cantidad a ser tratada y el porcentaje de agua emulsionada.
- La tendencia del aceite a la formación de parafinas.
- La presión de operación del sistema de tratamiento.
- La cantidad de sal deseada al final del proceso y la producción de gas esperada.

#### 2.1.1 Formacion De Emulsiones

Para que una emulsión exista es necesario la presencia de dos líquidos mutuamente inmiscibles, un agente emulsificante y suficiente agitación para dispersar la fase discontinua en la fase continua, en la producción de petróleo el agua y el aceite son dos líquidos mutuamente inmiscibles, existe la presencia de agentes emulsificantes producto de los diferentes trabajos que se realizan en los pozos o simplemente porque en el estrato donde se está produciendo el petróleo hay presencia de compuestos naturales que actúan de esa manera, tal es el caso de pequeñas partículas de sólidos, parafinas, asfáltenos, etc. Y suficiente agitación la cual por lo regular ocurre en la tubería de producción, en Válvulas de superficie, en choques, etc.

La dificultad para separar el agua emulsionada en el petróleo depende de la estabilidad de la emulsión, esta depende de varios factores:

- La diferencia de densidad entre las fases de agua y aceite.
- El tamaño de las partículas de agua dispersas en el aceite.
- La viscosidad.
- La tensión interfacial.
- La presencia y concentración de agentes emulsificantes.

La diferencia de densidad es uno de los factores que determina la velocidad a la cual se separan las partículas de agua dispersas de la fase continua.

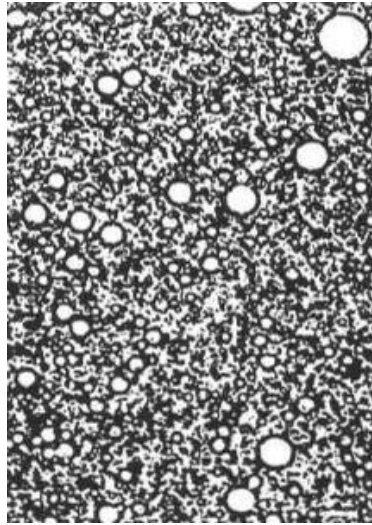
El tamaño de las partículas de agua afecta la velocidad con la cual estas se pueden mover a través de la fase continua, el tamaño de la partícula de agua depende del grado de agitación al que la emulsión es sometida antes del tratamiento, el flujo a través de bombas, choques, Válvulas y otros equipos de superficie disminuyen el tamaño de las partículas de agua.

La viscosidad juega dos roles, en el primero un incremento en la viscosidad obliga a que se realiza una mayor agitación para tratar que las pequeñas partículas de agua coalescan, en segunda medida un incremento en la viscosidad hace que la velocidad con que las partículas de agua se mueven a través de la fase continua disminuya, resultando en una baja coalescencia e incrementando la dificultad para el tratamiento.

Cuando no hay presencia de emulsificantes la tensión interfacial es alta, cuando ello ocurre las partículas de agua coalescen fácilmente, en caso contrario es decir cuando hay una presencia comprobada de emulsificantes la tensión interfacial disminuye obstruyendo la separación de las partículas de agua.

Los anteriores factores determinan la estabilidad de la emulsión, algunas emulsiones estables pueden tardar semanas o meses en separarse. En la figura 2 se observa una emulsión normal, las pequeñas partículas de agua existen al interior de la fase continua.

Figura 2. Microfotografía de una emulsión normal.



Fuente: Surface production operation. Volumen 1 Segunda Edición. Editorial Butterworth-Heinemann. 1999. Ken Arnold y Maurice Stewart.

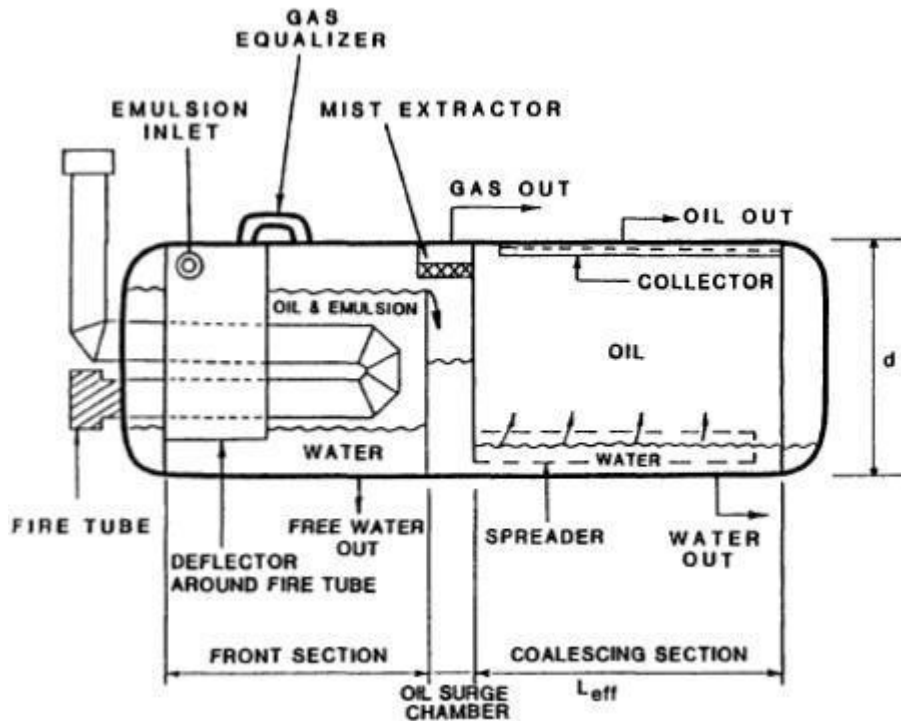
### 2.1.2 Equipos De Tratamiento

Los equipos más usados comúnmente en el tratamiento del crudo son los tratadores, de los cuales hay dos clases, los térmicos y los termoelectrostático.

#### a) Tratadores térmicos.

En esta clase de tratadores el flujo entra por la parte frontal del tratador en la cual el gas es 'flasheado', la emulsión agua-aceite es sometida a una transferencia de calor con lo cual se busca disminuir la viscosidad de la emulsión para permitir que la interface agua-aceite se defina claramente, logrando que el agua emulsionada coalesca. Por su versatilidad para la operación los más utilizados son los horizontales, en la figura 3 se observa su diseño típico.

Figura 3. Diseño típico de un tratador térmico horizontal.

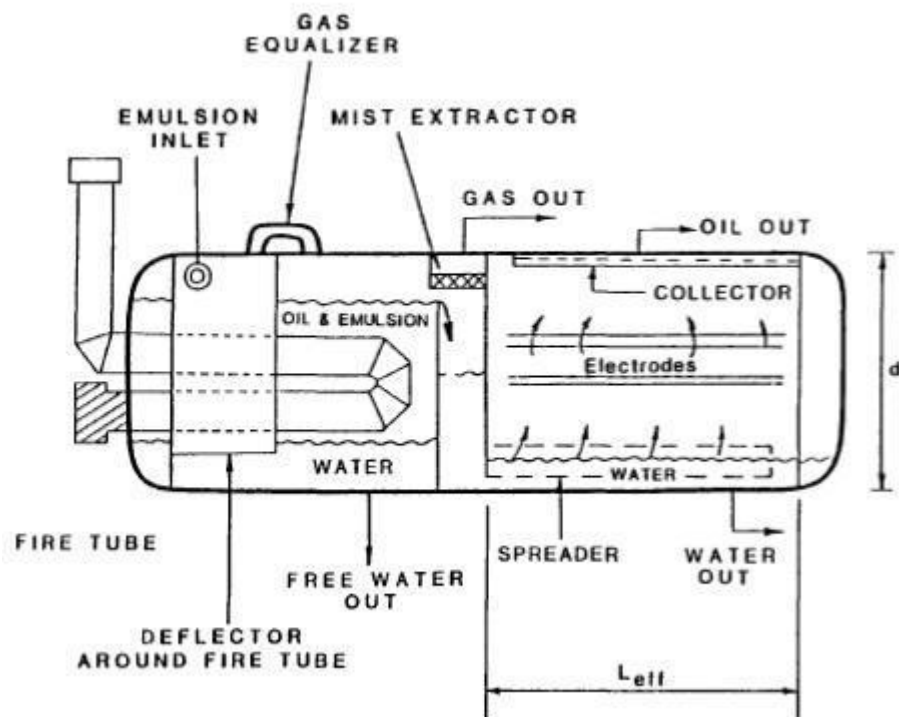


Fuente: Surface production operation. Volumen 1 Segunda Edición. Editorial Butterworth-Heinemann. 1999. Ken Arnold y Maurice Stewart.

#### b) Tratadores termoelectrostático

Esta clase de tratadores se asemejan a los térmicos en su diseño externo, su diferencia radica en que estos utilizan además de la sección térmica una sección en la cual inducen un campo electrostático de corriente alterna capaz de promover la separación del agua presente en la emulsión, siendo estos de una mayor eficiencia en la reducción del contenido de agua en el crudo. En la figura 4 se ilustra el diseño típico de un tratador electrostático horizontal.

Figura 4. Diseño típico de un tratador termoelectrostático horizontal.



Fuente: Surface production operation. Volumen 1 Segunda Edición. Editorial Butterworth-Heinemann. 1999. Ken Arnold y Maurice Stewart.

## 2.2 EL CAMBIANTE MUNDO DEL MANTENIMIENTO <sup>1</sup>

La idea general del mantenimiento está cambiando. Los cambios son debidos a un aumento de mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento y un nuevo enfoque de la organización y de las responsabilidades del mismo.

El mantenimiento también está reaccionando ante nuevas expectativas. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el

<sup>1</sup> Curso de formación de tres días en Reliability-Centred Maintenance (Versión 2). Agosto 1998. SQL Systems Caribbean NV en asociación con Aladon

mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se contienen los costes.

Los cambios están poniendo a prueba al límite las actitudes y conocimientos del personal en todas las ramas de la industria. El personal de mantenimiento desde el ingeniero al gerente tiene que adoptar nuevas formas de pensar y actuar. Al mismo tiempo que se hacen más patentes las limitaciones de los sistemas actuales de mantenimiento, a pesar del uso de ordenadores.

Frente a esta avalancha de cambios, el personal encargado del mantenimiento está buscando un nuevo camino. Quieren evitar equivocarse cuando se toman decisiones para mejorar. En lugar de ellos tratan de encontrar un marco de trabajo estratégico que sintetice los nuevos avances en un modelo coherente, de forma que puedan evaluarlos racionalmente y aplicar aquellos que sean de mayor valía para ellos y sus compañías.

Este manual introduce una filosofía que provee justamente ese esquema de trabajo. Lo llamamos RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad).

Como se explicará más adelante, si se aplica correctamente, RCM transforma la relación entre el personal involucrado, la planta en sí misma y el personal que tiene que hacerla funcionar y mantenerla. También permite poner en funcionamiento nueva maquinaria a gran velocidad, seguridad y precisión.

### 2.3 LA EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO

Históricamente el mantenimiento ha evolucionado a través de tres generaciones. Pero veremos que el RCM es la piedra angular de la tercera generación. Sin embargo, la tercera generación puede verse solamente en la perspectiva de la primera y segunda generación.

### 2.3.1 Primera Generación

La primera generación cubre el periodo hasta la II Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los períodos de paradas no importaban mucho. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado. Esto hacía que fuera fiable y fácil de reparar. Como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicados, y la necesidad de personal cualificado era menor que ahora.

### 2.3.2 Segunda Generación

Durante la Segunda Guerra Mundial las cosas cambiaron drásticamente. Los tiempos de la Guerra aumentaron la necesidad de productos de toda clase mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable. Esto llevó a la necesidad de un aumento de mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido máquinas de todo tipo cada vez más complejas. La industria había comenzado a depender de ellas.

Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo patente. Esto llevó a la idea de que los fallos de la maquinaria se podían y debían prevenir, lo que dio como resultado el nacimiento del concepto de mantenimiento preventivo. En el año 1960 esto se basó primordialmente en la revisión completa del material a intervalos fijos.

El coste del mantenimiento comenzó también a elevarse mucho en relación con los otros costes de funcionamiento. Como resultado se comenzaron a implantar sistemas de control y planificación del mantenimiento. Estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control, y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

### 2.3.3 Tercera Generación

Desde mediados de los años setenta, el proceso de cambio en la industria ha cobrado incluso velocidades más altas. Los cambios pueden clasificarse bajo los títulos de nuevas expectativas, nueva investigación y nuevas técnicas.

## 2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

### 2.4.1 Mantenimiento Correctivo.

Hasta hace poco, el mantenimiento había sido una ciencia inexacta. Desde la Revolución Industrial, el mantenimiento se ha hecho cuando se necesita, generalmente después de un daño grave que pone a la empresa en un estado de crisis, cuando escasean las buenas herramientas y la disponibilidad de equipos.

La planeación en época de crisis es muy difícil, por no decir que imposible. Esto es lo que se denomina mantenimiento correctivo. En este caso, la planeación a largo plazo era mantener limpia y lubricada la maquinaria o sea, “echarle ojo” a las máquinas en problemas. Este mantenimiento lo hacen las organizaciones de cortas miras.

Es una actividad de emergencia, que consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no pueda desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a fallar y así sucesivamente.

En otras palabras, el Mantenimiento Correctivo consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo, los técnicos dedicados a este tipo de mantenimiento comúnmente se les conoce como apagafuegos.

### 2.4.2 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es un conjunto de acciones planeadas de mantenimiento apuntadas a la prevención de fallas anticipadas a los equipos. La

meta primaria de mantenimiento preventivo es impedir la falla del equipo antes de que realmente ocurra. Es diseñado para conservar y aumentar la confiabilidad del equipo reemplazando componentes usados antes de que realmente fallen. Las actividades preventivas de mantenimiento incluyen inspecciones del equipo, los reacondicionamientos con partes nuevas parciales o completas en los períodos especificados, cambios de aceite, filtros, lubricación, etc.

#### 2.4.3 Mantenimiento Periódico

Es también llamado mantenimiento basado en el tiempo (Time Based Maintenance TBM) y consiste en la inspección periódica con servicios de limpieza, reemplazo de partes para prevenir que fallen súbitamente ocasionando problemas a los equipos.

#### 2.4.4 Mantenimiento Predictivo.

Este mantenimiento consiste en cuantificar la vida de servicio de las partes importantes de los equipos basados en predicciones, diagnóstico ó inspecciones, ya sea por el tiempo de uso ó el límite de vida útil. Comparado con el mantenimiento periódico, el mantenimiento predictivo esta basado en la condición. Este administra varias variables, mide y analiza datos e información acerca del deterioro, empleo o uso de los equipos y sistematiza la vida de cada uno de los sistemas interesados.

### 2.5 PRINCIPALES FILOSOFÍAS DE MANTENIMIENTO<sup>2</sup>

A continuación se mencionara en términos generales los fundamentos y principales usos de las filosofías de mantenimiento más reconocidas en la actualidad, el TPM (total productive maintenance) o mantenimiento productivo total, RCM (reliability centered maintenance) o mantenimiento centrado en

---

<sup>2</sup> Mantenimiento en la práctica, 2009. Pedro Eliseo Silva Ardila.

confiabilidad y PMO (preventive maintenance optimization) optimización del mantenimiento preventivo.

### 2.5.1 TPM

Es un sistema diseñado para mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa.

Se basa en el principio fundamental de que toda persona cuyo trabajo tenga algo que ver con un equipo, debe estar involucrada en su mantenimiento y administración.

Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos. Su origen está basado en los principios de Calidad Total (TQM) que son ampliamente aplicados en la industria actual.

#### a) Principales características

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones (OEE), en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

#### b) Elementos Claves del TPM

- Operadores hacen funciones de mantenimiento.
- La eficiencia global de los equipos (OEE).

- Mejorar la eficiencia y efectividad de las actividades de mantenimiento.
- Capacitar mediante un proceso de mejoramiento continuo.
- Efectuar una administración temprana de los equipos y garantizar una buena organización de mantenimiento.

## 2.5.2 RCM

Es un sistema metódico para diseñar programas de mantenimiento que aumenten la confiabilidad de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para ello combina aplicaciones de mantenimiento preventivo, predictivo y monitoreo de condiciones.

El objetivo es conservar en funcionamiento el sistema antes que el equipo.

Se basa en un trabajo de equipo que debe responder unas preguntas básicas a través de un árbol de decisión, en dicho trabajo se responden las siguientes preguntas básicas:

¿Cuáles son las funciones del equipo o sistema analizado?

¿De qué forma puede fallar?

¿Qué causa que falle?

¿Qué sucede cuando falla?

¿Qué ocurre si falla?

¿Qué se puede hacer para prevenir la falla?

¿Qué sucede si no se puede prevenir la falla?

a) Pasos para su ejecución:

- Identificar los principales sistemas de la planta e identificar sus funciones.
- Identificar los modos de falla que puedan producir una falla en la función.
- Jerarquizar las necesidades funcionales de los equipos.

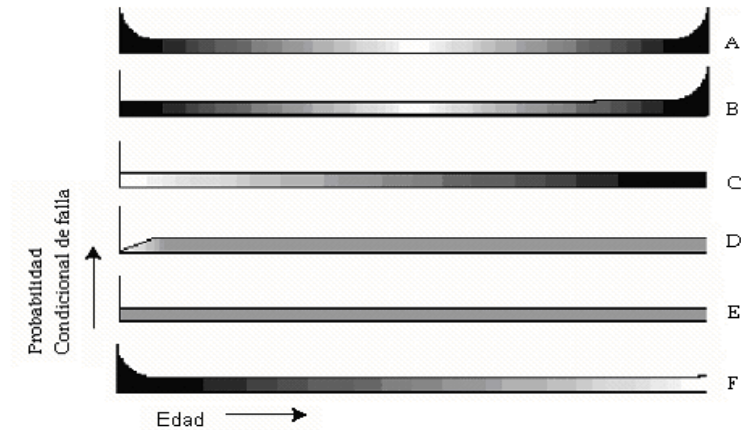
- Determinar la criticidad de los efectos de las fallas funcionales.
- Emplear la estrategia de árbol lógico para establecer las tareas de mantenimiento.
- Seleccionar las actividades preventivas u otras que conserven la funcionalidad del sistema.

b) Elementos Claves del RCM:

Por estudios realizados en muchos equipos, se determinó que solo existen seis modelos de falla y que si determinamos cual es el modelo que aplica al equipo, componente o parte en cuestión, podremos determinar la mejor estrategia para su mantenimiento.

### 2.5.3 Modelos De Falla

Figura 5. Tipos de modelos de falla.



FUENTE: Mantenimiento en la práctica. Pedro Silva Ardila.

Los seis modelos son:

A –Curva de la bañera.

Es uno de los modelos más reconocidos, muestra una probabilidad de falla cuando nuevo (en términos matemáticos no es una probabilidad, sino, una

densidad de falla  $f(x)$ , pero para efectos prácticos se asimila a una probabilidad), es lo que se conoce comúnmente como mortalidad infantil. Luego la probabilidad de falla en el equipo, componente o parte, disminuye hasta un punto donde se mantiene igual por un tiempo determinado, periodo donde las fallas que se producen son aleatorias, hasta llegar a otro punto donde nuevamente la probabilidad de falla comienza a aumentar, normalmente ocurre por un desgaste.

#### B – Desgaste.

Esta curva nos representa un modelo aleatorio de falla desde nuevo hasta un punto donde aumenta la probabilidad de falla, este modelo se presenta en piezas sometidas a desgaste, como ejes, llantas, etc

#### C – Mortalidad Infantil.

Se presenta una mayor probabilidad de falla cuando el componente es nuevo. Si no falló al principio, la probabilidad de falla en el resto de su vida es aleatoria, este es el caso de los bombillos y algunos componentes electrónicos.

#### D – Fatiga.

El equipo o pieza va incrementado su probabilidad de falla linealmente a medida que envejece, se presenta en piezas sometidas a esfuerzo cíclico o fatigas, como los resortes, diafragmas, etc, también se presenta en tuberías, mangueras, es decir elementos sometidos a corrosión.

#### E – Seguridad Infantil.

Elementos que nuevos son extremadamente confiables, pero con el tiempo adquieren un modelo de falla aleatoria, se presenta en algunos equipos electrónicos principalmente.

#### F – Aleatorio.

En este modelo el elemento tiene la misma probabilidad de falla en cualquier momento de su vida, la mayoría de los componentes electrónicos se rigen por este modelo, en algunos casos se ha llegado a sostener que algunos elementos de este tipo “son eternos”.

#### 2.5.4 PMO

Es un método diseñado para revisar los requerimientos de mantenimiento preventivo, predictivo, ventanas de mantenimiento y overhaules de equipos relevantes basado en el análisis de información histórica, utiliza información estadística para identificar las oportunidades de optimización buscando hacer mantenimiento con valor agregado.

Analiza la confiabilidad para:

- Diseñar las políticas de mantenimiento para utilizar en el futuro.
- Determinar las frecuencias óptimas del mantenimiento preventivo.
- Optimizar el uso de los recursos físicos y de talento humano.
- Calcular intervalos óptimos de sustitución económica de equipos.
- Minimizar los costos del departamento.

Utiliza entre otras las siguientes fuentes de información:

- Recomendaciones de la compañía a través de su historia en el sistema computarizado de gerencia de mantenimiento (CMMS).
- Mantenimientos preventivos genéricos desarrollados por organizaciones como IEEE, ISA, ASME, NFPA, etc.
- Bases de datos externas (OREDA, ORAB).

Procedimientos considerados en la revisión:

- Inspecciones

- Ajustes
- Pruebas
- Calibraciones
- Reconstrucciones
- Reemplazos
- Plan de largo plazo

### 2.5.5 Analisis De Falla<sup>3</sup>

En mantenimiento existen diversos métodos para ahorrar recursos, el análisis de fallas es entre ellos el más adecuado para controlar o minimizar las fallas reales o potenciales en activos. Tanto el TPM como el RCM lo utilizan aunque su aplicación es indiferente del nivel en que se encuentra la empresa. El análisis de falla presenta dos opciones, cuando se desconoce totalmente el ente generador de las fallas o cuando por el contrario se conoce todas las fuentes generadoras de fallas.

Cuando se conocen las causas de las fallas, la metodología de análisis de falla es la más adecuada, en caso contrario el procedimiento idóneo es el FMECA. La diferencia que marca la pauta entre estas dos metodologías, es que mientras en el RCM en su valoración de riesgos utilizan la severidad y ocurrencia como sus parámetros fundamentales, en el FMECA se abona la probabilidad de detección a los dos parámetros ya citados.

### 2.5.6 Análisis De Modos Y Efectos De Fallas Críticos (FMECA)

Es un proceso sistemático que se utiliza para identificar fallas funcionales potenciales antes de que estas ocurran con la intención de minimizar los riesgos asociados, es una técnica centrada en el desarrollo de productos y estrategias en

---

<sup>3</sup> Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Alberto Mora Gutiérrez

acciones priorizadas. El propósito de priorizar estas acciones es reducir el riesgo de que el producto falle.

Esta técnica nació en la industria militar alrededor de 1988. Ha sido incorporado como herramienta principal en el análisis de fallas en procesos de mejora de la confiabilidad, estas técnicas documentan las acciones preventivas, las revisiones y las acciones, al igual que otras técnicas requiere un grupo interdisciplinario, quienes analizan y establecen las fallas posibles que un activo pueda llegar a tener, la probabilidad de que esta ocurra, de que sea detectada y las actividades para evitarla.

Este análisis cuantifica mediante la calificación el riesgo y la probabilidad de ocurrencia de cada falla potencial, RPN por sus siglas en inglés (Risk Priority Number).

El número de prioridad del riesgo (RPN) es el producto de la severidad por la ocurrencia por la detección.

$$RPN= S*O*D$$

#### 2.5.7 Diseño De Un Modelo Gerencial.

Algunos de los pasos para desarrollar o implementar un modelo gerencial de mantenimiento son los siguientes:

- Definir y Acordar Necesidad: El primer paso para el diseño exitoso de un modelo de gestión de mantenimiento es el reconocer dentro del seno de la organización que existe la necesidad de definir un modelo de gestión que oriente y guíe las actividades de mantenimiento. Este proceso puede ser particularmente traumático y enfrentar mucha resistencia debido a la tendencia

natural de considerar que las cosas están bien como están y no son necesarios cambios. A pesar de que esta iniciativa debe nacer y ser respaldada por los altos niveles gerenciales es necesario emprender una campaña agresiva de comunicación e involucramiento de “todos” los niveles de la organización.

- **Definir Funciones:** En esta fase el objetivo es identificar cuáles son las funciones de la gestión de mantenimiento y los objetivos estratégicos a ser alcanzados en alineación con los objetivos de negocio. En esta fase por lo general se revisan la Visión y Misión de la Gestión de Mantenimiento. Un error común que se comete en esta etapa del proceso es no involucrar a los niveles medios y bajos de la organización por lo que en consecuencia la Visión, Misión y objetivos estratégicos asociados al nuevo modelo de gestión no son compartidos por todos los niveles y su implementación se torna traumática, lenta y costosa.
- **Definir Procesos, Gente y Tecnología:** Una vez definidos las funciones se proceden a revisar las áreas del negocio asociadas a Procesos, Gente y Tecnología para soportar las funciones y objetivos estratégicos establecidos.
- **Definir Evolución de Procesos:** Una vez definidos los objetivos estratégicos, macro procesos y las áreas del negocio que serán parte del Modelo de Gestión, debe definirse el mapa de procesos que deberá seguir la organización para lograr la evolución o mejora continua de cada una de las áreas del negocio. Es decir, se deben definir, programas, proyectos, planes de acción y tareas que permitan una evolución continua de la organización dentro del marco de evolución definido (Modelo de Gestión del Mantenimiento).

### 3. EQUIPOS Y PROCESO DE LA PLANTA DESHIDRATADORA

#### 3.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO

El petróleo extraído del subsuelo es conducido hasta estaciones de recolección donde se le efectúa una separación primaria de gas y agua utilizando separadores de gas y tanques de almacenamiento. Este crudo es bombeado a las plantas de deshidratación, donde se le extrae el agua y gas remanente, para finalmente enviar el producto a las refinerías.

De acuerdo con normas internacionales establecidas en la industria del petróleo, el crudo entregado a las refinerías no debe contener agua en un porcentaje superior al 0,5% (%BSW) y su contenido de sal no debe superar las 20 libras por cada 1000 barriles. Para cumplir con estos valores límites, en las plantas de deshidratación, el crudo se somete a un proceso de extracción de agua y sal mediante tratamiento químico y térmico; si no se consiguen estos valores, se utiliza el tratamiento electrostático. El equipo utilizado en este proceso se denomina Tratador térmico - electrostático.

En el campo La Cira Infantas de Ecopetrol S.A, corregimiento de El Centro, municipio de Barrancabermeja, se encuentra ubicada la planta de Deshidratación La Cira, la cual tiene en servicio un tratador térmico - electrostático que procesa aproximadamente entre 5760 a 7680 bbl de crudo al día, este equipo fue trasladado en 1982 desde otras instalaciones, este tiene la característica que además de incrementar la temperatura del crudo, en su parte electrostática polariza las moléculas de agua contenidas en el crudo produciendo una coalescencia que ayuda a extraer mayores cantidades de agua.

Además la planta cuenta con dos tanques de recibo de crudo para 7.500 y 20.000 bbl, dos tanques de reposo de crudo para 10.000 bbl, un tanque para transferencia de custodia de 78.000 bbl y un sistema de bombeo.

La planta recibe y trata crudo parafínico proveniente del campo Lisama, la característica de este crudo se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones del crudo del campo Lisama.

Presión (psi)	Temperatura (F)	Grados API	SAL (lb/1000 bbl)	%BSW
25	90	30 – 31	100 – 200	10 - 15

La descripción operacional de la planta se muestra en el diagrama de flujo presentado en la figura 6, el crudo entra a la planta por un colector de 10", la corriente se recibe o bien sea en el tanque TK 101 o TK 102 de acuerdo a las condiciones operacionales, en el colector se inyecta químico desemulsificante que ayuda a una mejor separación del agua, en estos tanques se drena manualmente parte del agua que por efecto de la gravedad se ha separado.

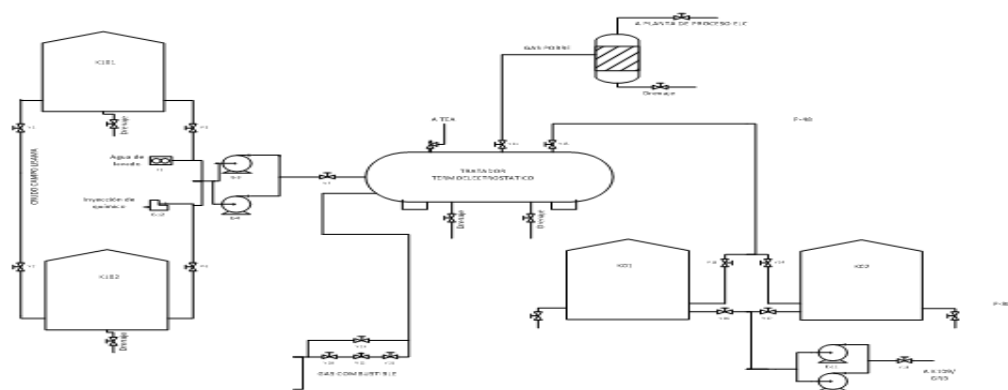
Para reducir el contenido de sal en el crudo, a la entrada del tratador se inyecta agua dulce, en una proporción tal que el %BSW del crudo sea de aproximadamente el 14%, el agua dulce agregada por no estar emulsionada se desprende fácilmente en el tratador, arrastrando la sal contenida en el crudo, a esta etapa del proceso se le denomina lavado del crudo.

La zona térmica del tratador eleva la temperatura del crudo reduciendo su densidad, de esta forma por efecto de la gravedad se produce la separación del agua libre contenida en el crudo. El químico previamente inyectado reduce la

tensión superficial de las partículas de agua facilitando que se unan y formen gotas de agua grandes que por su peso se precipitan. El agua separada en esta etapa se drena hacia un separador API donde se le retiran las trazas de crudo y finalmente se envía a unas piscinas de oxidación y retención antes de descargarlas al efluente circunvecino; la parte electrostática del tratador se encarga de conseguir un crudo con mejores especificaciones, el crudo luego de ser calentado se hace pasar por unas parrillas que se encuentran sometidas a un potencial de 18 KV, las partículas de agua debido a su polaridad vibran y se orientan de acuerdo con las líneas del campo magnético producido en las parrillas, la vibración facilita que las partículas choquen y se unan con facilidad formando gotas de mayor tamaño que por gravedad se precipitan al fondo de esta zona y al igual que en la térmica es drenado al mismo circuito del API.

El crudo tratado es conducido a uno de los dos tanques de reposo donde continua ocurriendo el proceso de decantación de agua, esta etapa dura alrededor de 8 hr, luego de ello el crudo es trasegado al tanque de fiscalización donde se almacena hasta tener un volumen apreciable cumpliendo con especificaciones para realizar despacho a la refinería de ECOPETROL en la ciudad de Barrancabermeja.

Figura 6. Diagrama de flujo de proceso



Fuente: Autores de monografía

### 3.2. EQUIPOS PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA

En la operación diaria de la planta deshidratadora la cira intervienen un grupo determinado de equipos (rotativos y estáticos) para garantizar el control de las diferentes variables entre las cuales se destacan el flujo, la temperatura y la presión, a continuación se detallaran los mismos con sus especificaciones.

Debido a que gran parte de la información técnica de los equipos no se encuentra en el sistema de información fue necesario realizar levantamiento de la misma en campo, a continuación se detalla la función principal que cada uno de los activos tiene en el proceso de deshidratación del crudo HCT acompañada de sus principales especificaciones técnicas.

### 3.3. VÁLVULA DE CONTROL DE FLUJO. (Gas)

Figura 7. Válvula de control de flujo (Gas)



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvula de control destinada a regular la presión del gas empleado en la combustión de los tubos de fuego del tratador al igual que el caudal de este, regula una presión promedio de 350 PSI a 50 PSI, valor recomendado para una la operación dentro de las ventanas operativas del tratador.

### 3.3.1 Especificaciones técnicas

Tabla 2. Características técnicas Cuerpo de la válvula

CARACTERISTICA	VALOR
Marca	Fisher
Type	ET
Size	1 1/2"
Port size	1 7/8"
Rating	CL 300/750 PSI CWP
Plug	SST
Stem	SST
Body	STL
Seat	SST

Tabla 3. Características técnicas actuador de la válvula

CARACTERISTICA	VALOR
Marca	Fisher
Type	667
Size	30
Bench set	14 - 28
Travel	3/4
Press unit	PSI
Oper Range	6 - 30

### 3.3.2 Compresor de aire para instrumentación.

Figura 8. Compresor de aire para instrumentación.



Fuente: Autores de monografía

**Función Principal:** Equipo destinado al suministro de aire comprimido a una presión de 70 psi para el funcionamiento de la instrumentación instalada en planta.

#### Especificaciones técnicas

Tabla 4. Características técnicas de la Unidad compresora

CARACTERISTICA	VALOR
Marca	Ingersoll Rand
Modelo	7100E15
PSIG	CFM
40	51.6
90	50.5
Máx	50
Capacidad Nominal	15
Presión máxima	175 PSIG
Velocidad de bombeo	1100 Rpm
Capacidad del tanque	120 Galones
Fases	3
Frecuencia	60 Hz

Tabla 5. Características técnicas del Motor del compresor

CARACTERISTICA	VALOR
Marca	WEG
Fases	3
Frame	254T
Potencia	15/10 HP
Velocidad	1770/1480 RPM
Encl	ODP
Type	DP
PF	0.74/0.71
IP	IP23
SF	1.15
INS CL	F
Code	G
Frecuencia	60/50 Hz
Nema Nom Eff	91/89.5 %
¾ Load Eff	88/87.6 %
Voltaje	230/460 / 190/380
Corriente	41/20.5 / 31.8/17.9 Amp
Duty	Cont
Des	B
Altitud	1000
Temperatura	40°C
Peso	247 Lbs

Tabla 6. Características técnicas del Secador del compresor de aire.

CARACTERISTICA	VALOR
Marca	Ingersoll Rand
Modelo	DS50
Baja/Alta lado de Refrigeración	1.9 MPag – 2.8 MPag
Presión de diseño del circuito	19 barg – 28 barg 276 PSIG – 406 PSIG
Máxima presión de aire comprimido	1.6 MPag 16 barg 232 PSIG
Máxima temperatura de entrada de aire comprimido	60°C
Mínima temperatura ambiente	5°C
Máxima temperatura ambiente	50°C
Información eléctrica	115 V / 1 fase / 7.4Amp / 60Hz
Aceite	ISO VG22 Ester
Refrigerante	134a / 0.24Kg / 8.4oz
Peso	101s

### 3.3.3 Tratador Térmico Electrostático.

Figura 9. Tratador térmico electrostático.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Equipo estático encargado del tratamiento de la emulsión crudo – agua, opera dividido en dos zonas, una área térmica y una electrostática, en la primera zona opera a una temperatura entre 120 a 140 °F y en la segunda entre 120 a 135 °F, en general la vasija opera con una presión de 20 psi, su fin no es otro que separar la mayor cantidad de agua emulsionada posible del crudo, para lograr parámetros de calidad en °API (densidad), %BSW (agua emulsionada) y SAL que cumplan con los parámetros exigidos por el cliente.

Tabla 7. Características técnicas cuerpo tratador.

CARACTERISTICA	VALOR
DESCRIPCION	Tratador térmico electrostático 3048MM X 9398MM
MARCA	ALCO
CRN	E-4958.2
DRWG N°	A-6432
CODE	11A-5R
CORR ALLOW	NTL
MAWP	60 PSIG
YEAR BUILT	1982
TEMPERATURA	200 F
SHELL MAT	SA-516 70

SHELL THK	9.5 MM
HEAD MAT	SA-516 70
HEAD THK	9.5MM

Tabla 7 (Continuación)

CARACTERISTICA	VALOR
ESPEJOR DEL CUERPO	3/8 IN
DIAMETRO	10 FT
LONGITUD	30 FT
DIAMETRO TUBOS DE FUEGO	24 IN
LONGITUD TUBOS DE FUEGO	30 FT
MAXIMA TRANSFERENCIA DE CALOR POR TUBO	1.48 MMBTU/HR
CAPACIDAD	4700

### 3.3.4 Depurador de gas combustible.

Figura 10. Depurador de gas combustible.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Equipo estático destinado a separar partículas de líquido presentes en el gas de consumo en los tubos de fuego del tratador de diámetro inferior a 10  $\mu$ m.

Tabla 8. Características técnicas depurador de gas combustible.

CARACTERISTICA	VALOR
Descripción	Fuel gas scrubber 254 mm X 787 mm
MARCA	ALCO
CRN	C4262.213
DRWG N°	C-178

Tabla 8 (Continuación)

CARACTERISTICA	VALOR
CODE	120
MAWP	1034 / 150 PSIG
YEAR BUILT	1982
TEMPERATURA	100 F
SHELL THK	4.77 MM
HEAD MAT	S4-516 70
HEAD THK	19 M

### 3.3.5 Sistema de suministro de gas a quemadores

Sistema constituido por tres Válvulas de control las cuales operadas por un PLC se encargan de permitir o no el flujo de gas combustible a los difusores de los quemadores ubicados en los tubos de fuego

#### 3.3.5.1 Válvula Principal.

Figura 11. Válvula principal suministro de gas a quemadores.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvula encargada de dar paso al gas combustible proveniente del depurador a las Válvulas de control dedicadas a los dos difusores de los tubos de fuego.

Tabla 9. Características técnicas válvula principal de gas a quemadores.

CARACTERISTICA	VALOR
MODELO	DSG-240-418
SERIAL	F77257
DIAMETRO	2 IN 4000 WOG

### 3.3.5.2 Válvulas neumáticas de control de difusores de quemadores.

Figura 12. Válvulas neumáticas de control de difusores de quemadores.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvulas encargadas de regular el pasó directo del gas combustible a los dos difusores de los tubos de fuego, a una presión de 20 psi.

Tabla 10. Características técnicas Válvulas neumáticas de difusores.

CARACTERISTICA	VALOR
MODELO	DSG-240-418
SERIAL	F77257
DIAMETRO	2 IN 4000 WOG

### 3.3.6 Válvula neumática control drenaje zona térmica.

Figura 13. Válvula neumática de control drenaje zona térmica TTE.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvulas encargadas de regular el paso del agua producto del tratamiento térmico hacia el sistema de tratamiento de aguas aceitosas (Trampa API).

Tabla 11. Características técnicas Válvula neumática de control drenaje zona térmica TTE.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	INVALCO
MODELO	DXF6-401-430

NORMA	ANSI 125
DIAMETRO	3 ½ STRING
LIMITES	-20°F a 250°F

### 3.3.7 Válvula neumática control drenaje zona electrostática.

Figura 14. Válvula neumática control drenaje zona electrostática



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvulas encargadas de regular el paso del agua producto del tratamiento electrostático hacia el sistema de tratamiento de aguas aceitosas (Trampa API).

Tabla 12. Características técnicas válvula neumática control drenaje zona electrostática.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	INVALCO
MODELO	DXF6-401-430
NORMA	ANSI 125
BODY	CAST IRON
TRIM	18-8 BUNA-N 18-8
TRIM	31 / 20 RING
MAXIMA PRESION	110 PSIG
DIAMETRO	4 IN

LIMITES	-20°F a 250°F
---------	---------------

### 3.3.8 Válvula autorreguladora de Presión.

Figura 15. Válvula autorreguladora de Presión.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvula encargada de mantener la presión del tratador en un set preestablecido, para el caso puntual la ventana operativa de este dispositivo está entre 15 a 20 psi.

Tabla 13. Características técnicas válvula autorreguladora de presión.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	KIMRAY
MODELO	DXFG-401-SP
NORMA	ANSI 125
BODY	CAST IRON
DIAPH	50 TW
TRIM	18-8 BUNA-N 18-8

TRIM	31 / 20 RING
DIAMETRO	4 IN
LIMITES	-20°F a 250°F

### 3.3.9 Control de Nivel.

Figura 16. Control de nivel TTE



Fuente: Autores de monografía

Función Principal; Instrumento encargado de mantener en 5 in y 8 in respectivamente los niveles de agua libre en las zonas térmicas y electrostáticas por medio de la señal neumática de apertura o cierre enviada a las Válvulas de control de los drenajes.

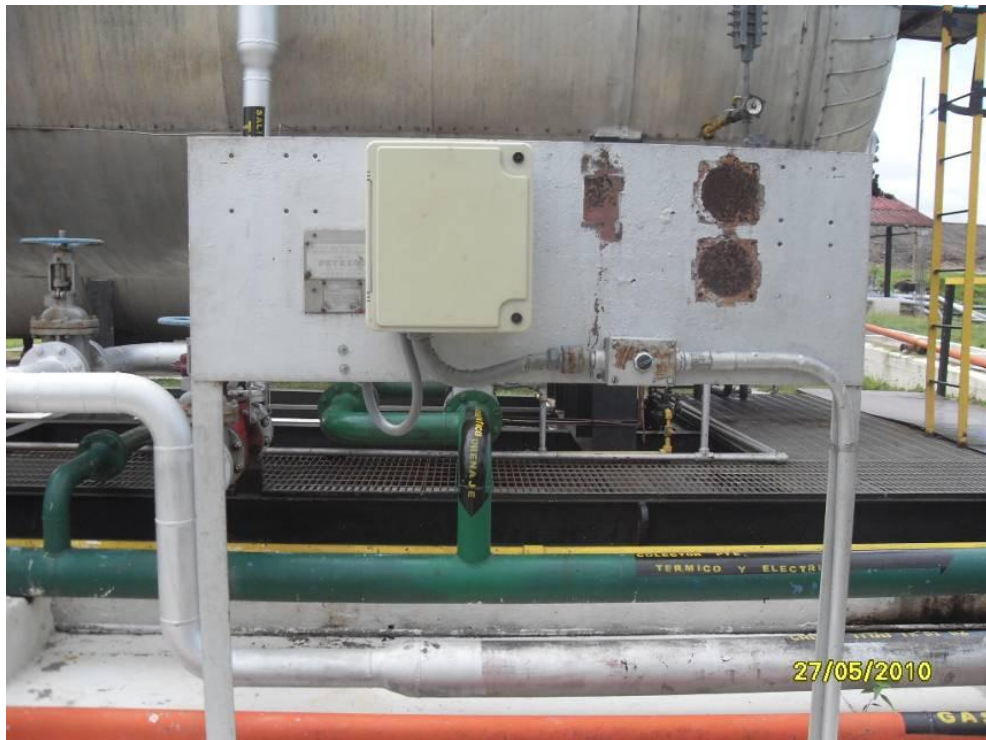
Tabla 14. Características técnicas Control de nivel del TTE.

CARACTERÍSTICA	VALOR
MARCA	FISHER
TYPE	249V
TRIM	316SST
BOLTING	SA-193-B7
RATINGS	

HEAD ARM DISPLACER	150 ANSI 1500 PSI
DISPLACER	304SST

### 3.3.10 Concentrador.

Figura 17. Concentrador de señales del TTE.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Indicador local del amperaje con que están operando las parrillas del tratador.

Tabla 15. Características técnicas Concentrador de señales del TTE.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	PETRECO
TIPO	EP
DRAWING	W21F

RATING	25 VA – 440 V – 60 HZ – 1 FASE
--------	--------------------------------

- Transformador.

Figura 18. Transformador sección electrostática del TTE.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Equipo eléctrico destinado a suministrar y sostener un amperaje entre 45 a 50 Amp en las parrillas de la zona electrostática.

Tabla 16. Características técnicas transformador del TTE.

CARACTERISTICA	VALOR
CAPACIDAD	25 Kva
VAC	480/23000
TYPE	SR DRAWING 16384
RATING	480 VAC 60 Hz
SERIAL	82-234 Unit 418

- Control de reinicio eléctrico del transformador.

Función Principal: Caja de control en cuyo interior se encuentra el dispositivo encargado del reset ante un eventual incremento de corriente que genere la salida de servicio del transformador.

Figura 19. Control de reinicio eléctrico del transformador del TTE.



Fuente: Autores de monografía

NEMA SIZE: 4.  
MARCA: GENERAL ELECTRIC.

Tabla 17. Características técnicas Control de reinicio eléctrico del transformador del TTE.

MAX MOTOR HP		
VOLTIOS	1 PM	3 PM
115		
200		40
230		50
460/575		100

VOLTIOS AC		
LINE	CONTROL	HZ
460	460	60

CIRCUIT BREAKER		
TYPE	VOLTS AC	RATING

TFJ	500	225
-----	-----	-----

- Válvula de Seguridad del TTE.

Función Principal: Válvula encargada de proteger al tratador ante una presión superior a 50 psi, presión en la cual el dispositivo releva la presión hacia la piscina de aguas aceitosas (Trampa API).

Figura 20. Válvula de seguridad del TTE.



Fuente: Autores de monografía

#### 3.4 Sistema de carga a tratamiento.

Función Principal: Bombas destinadas para la carga del tratador a una rata promedio de 340 bph con una presión en la descarga de 35 psi.

### 3.4.1 Bomba de carga A

Figura 21. Bomba de carga A.



Fuente: Autores de monografía

Tabla 18. Características técnicas del motor de la bomba de carga A.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	AP
POTENCIA	30 HP
SF	1.15
RPM	1175
VOLTAJE	230 / 460 V
FASES	3
CORRIENTE	82.6 / 41.3 AMP
INS CLASS	B
FRAME	325T

Tabla 19. Características técnicas de la bomba de carga A.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	AP
GPM	750
TYPE	344A - BF
HEAD FEET	124
SIZE	4x5x12
RPM	1750

### 3.4.2 Bomba de carga B

Figura 22. Bomba de carga B.



Fuente: Autores de monografía

Tabla 20. Características técnicas del motor de la bomba de carga B.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	
POTENCIA	40 HP
SF	1.15
RPM	1170
VOLTAJE	230 / 460 V
FASES	3
CORRIENTE	80 / 49.5 AMP
INS CLASS	B
FRAME	324T

Tabla 21. Características técnicas de la bomba de carga B.

CARACTERISTICAS	VALOR
MARCA	AP
GPM	750
TYPE	344A - BF
HEAD FEET	124
SIZE	4x5x12
RPM	1750

### 3.5 Variador de velocidad.

Función Principal: Variador electrónico de frecuencia que controla la velocidad del motor de las bombas de carga entre 35 y 40 Hz.

Figura 23. Variador de velocidad para motores de bombas de carga.



Fuente: Autores de monografía

Tabla 22. Características técnicas de variador de velocidad de los motores de las bombas de carga.

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	DANFOSS
MODELO	VLT5000
ENTRADA	3x380 – 500V 50/60 HZ 55/47 A
SALIDA	3x0 VIN 0-1000 HZ 61/52 A
CHASIS	IP20
TEMPERATURA AMBIENTE	50°C

### 3.6 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO, FISCALIZACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CUSTODIA.

La planta cuenta con una capacidad instalada de almacenamiento de 125961 bbl, capacidad distribuida en 5 tanques, K01 y 02 (10 Kbl), 101 (7200 bbl), 102 (20 Kbl) y 109 (78761 bbl), teniendo presente que el K109 se encuentra fuera de las instalaciones, aproximadamente a unos 6 km de la planta, estos tanques cuentan con una instrumentación asociada destinada en mantener información detallada y

en tiempo real de las condiciones operativas de los mismos como nivel de producto, nivel de agua libre y temperatura, además de ello los tanques de la planta poseen instrumentación que se encarga de regular en valores preestablecidos el nivel de agua libre en cada uno de ellos.

### 3.6.1 Tanques de recibo y carga a tratamiento.

Dentro del proceso de deshidratación del crudo una de las operaciones importantes esta en el recibo del crudo al campo, es así como se destinan dos recipientes de la planta para tal fin, K101 y K102, tanques soldados de techo fijo de forma cónica con capacidad nominal de 7200 bbl y 20000 bbl respectivamente, estos tanques mantiene un colchón de agua fresca para realizar un “prelavado” al crudo recibido del campo, con ello se busca disminuir la concentración de sal que trae consigo, para el caso específico de la operación se tiene ventanas operativas con valores mínimos y máximos para este colchón en cada uno de los tanques, siendo para el K101 un valor mínimo de 0,8 m y un valor máximo de 1,2 m y para el K102 un mínimo de 1 m y un máximo de 1,8 m, mensualmente este colchón debe cambiarse para mantener efectivo el “prelavado”.

### 3.6.2 Tanque K-101.

Figura 24. Tanque K-101



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Almacenar crudo proveniente de campo a un nivel máximo de 11 m y cargar a tratamiento.

Tabla 23. Características técnicas del tanque K-101.

CARACTERISTICAS	VALOR
PRODUCTO ALMACENADO	CRUDO HCT
CAPACIDAD NOMINAL	7.200 BLS
ALTURA DE REFERENCIA	12.161 mm
DIAMETRO NOMINAL	11.13 m
ALTURA NOMINAL	11.9 m
TECHO	FIJO
TIPO	SOLDADO CONICO
NORMA UTILIZADA	MPMS Cap.2, SECCION 2A/1995 Y 2B/2002
CALIBRADO POR	IMCO LTDA
FECHA DE AFORO	NOVIEMBRE 15 DE 2007

### 3.6.2.1 Transmisor de Nivel MTS

Función Principal: Instrumento que mide y registra local y/o remotamente los niveles de líquido en tanques de manera continua, periódica o por solicitud manual.

Tabla 24. Características técnicas de transmisores de nivel MTS tanque K-101.

CARACTERISTICA	VALOR
FECHA FABRICACION	AGOSTO 2009
MAXIMA PRESION	275 PSI
VOLTAJE DE ALIMENTACION	10.5 a 30 VDC, 100 mA MAX
FABRICANTE	MTS SENSORS
MODELO	M-SERIES MODELO MR

### 3.6.3 Tanque K-102.

Figura 25. Tanque K-102



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Almacenar crudo proveniente de campo a un nivel máximo de 8 m y cargar a tratamiento.

Tabla 25. Características técnicas del tanque K-102.

CARACTERISTICAS	VALOR
PRODUCTO ALMACENADO	CRUDO HCT
CAPACIDAD NOMINAL	20.000 BLS
ALTURA DE REFERENCIA	8.795 mm
DIAMETRO NOMINAL	21.36 m
ALTURA NOMINAL	8.598 mm
TECHO	FIJO
TIPO	SOLDADO CONICO
NORMA UTILIZADA	MPMS Cap.2, SECCION 2A/1995 Y 2B/2002
CALIBRADO POR	IMCO LTDA
FECHA DE AFORO	MARZO 20 DE 2008

### 3.6.3.1 Transmisor de nivel MTS

Función Principal: Instrumento que mide y registra local y/o remotamente los niveles de líquido en tanques de manera continua, periódica o por solicitud manual.

Tabla 26. Características técnicas del transmisor de nivel MTS tanque K-102.

CARACTERISTICA	VALOR
FECHA FABRICACION	SEPTIEMBRE 2007
MAXIMA PRESION	275 PSI
VOLTAJE DE ALIMENTACION	10.5 a 30 VDC, 100 mA MAX
FABRICANTE	MTS SENSORS
MODELO	M-SERIES MODELO MR

### 3.6.4 TANQUES DE REPOSO.

Una etapa crucial dentro del proceso de deshidratación al crudo corresponde a la etapa de reposo, luego de sufrir el tratamiento en el tratador termoelectrostático el crudo pasa directo a uno de dos tanques destinados al reposo, como tal en esta etapa el crudo permanece almacenado por un tiempo tal que gracias a la temperatura que el aceite adquiere, continúa el proceso de coalescencia, es decir que en estos recipientes termina de retirarse el agua que aún permanece

emulsionada, luego de ello se realiza la operación de trasiego desde estos recipientes hasta el K 109 para almacenar el producto terminado.

### 3.6.5 Tanque K-02.

Función: Almacenar crudo tratado a un nivel máximo de 8.3 m y cargar a bombas de trasiego.

Figura 26. Tanque K-02



Fuente: Autores de monografía

Tabla 27. Características técnicas del tanque K-02.

CARACTERISTICAS	VALOR
PRODUCTO ALMACENADO	CRUDO HCT
CAPACIDAD NOMINAL	10.000 BLS
ALTURA DE REFERENCIA	9.386 mm
DIAMETRO NOMINAL	15.247 m
ALTURA NOMINAL	9.14 m
TECHO	FIJO
TIPO	SOLDADO CONICO
NORMA UTILIZADA	MPMS Cap.2, SECCION 2A/1995 Y 2B/2002
CALIBRADO POR	IMCO LTDA
FECHA DE AFORO	DICIEMBRE 30 DE 2007

#### 3.6.5.1 Transmisor de nivel MTS

Función Principal: Instrumento que mide y registra local y/o remotamente los niveles de líquido en tanques de manera continua, periódica o por solicitud manual.

Tabla 28. Características técnicas del transmisor de nivel MTS del tanque K-02

CARACTERISTICA	VALOR
FECHA FABRICACION	SEPTIEMBRE 2007
MAXIMA PRESION	275 PSI
VOLTAJE DE ALIMENTACION	10.5 a 30 VDC, 100 mA MAX
FABRICANTE	MTS SENSORS
MODELO	M-SERIES MODELO MR

### 3.6.5.2 Válvula de control

Figura 27. Válvula de control del tanque K-02



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvula destinada para la operación remota del procedimiento de trasiego, es decir que con este dispositivo se alinea el tanque al sistema de despacho con solo dar la orden desde un ordenador, actualmente este sistema se encuentra fuera de servicio pero se espera sea rehabilitado en corto tiempo.

Tabla 29. Características técnicas de la válvula de control del tanque K-02

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	MASONEILAN
ACCION DE AIRE	ABRIR
ALIMENTACION	30 PSI
RANGO	7-40
MODELO	35-35212
SIZE BODY	6"
PORT	CV-500
MAT'L BODY	C.S
RATING BODY	ANSI 150
MAT'L PLUG	316HF
SEAT	316ST

### 3.6.6 TANQUE K-01.

Figura 28. Tanque K-01.



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Almacenar crudo tratado a un nivel máximo de 8.3 m y cargar a bombas de trasiego.

Tabla 30. Características técnicas del tanque K-01

CARACTERISTICAS	VALOR
PRODUCTO ALMACENADO	CRUDO HCT
CAPACIDAD NOMINAL	10.000 BLS
ALTURA DE REFERENCIA	9.394 m
DIAMETRO NOMINAL	15.25 m
ALTURA NOMINAL	9.15 m
TECHO	FIJO
TIPO	SOLDADO CONICO
NORMA UTILIZADA	MPMS Cap.2, SECCION 2A/1995 Y 2B/1996
CALIBRADO POR	IMCO LTDA
FECHA DE AFORO	NOVIEMBRE 15 DE 2007

### 3.6.6.1 Transmisor de nivel MTS

Función Principal: Instrumento que mide y registra local y/o remotamente los niveles de líquido en tanques de manera continua, periódica o por solicitud manual.

Tabla 31. Características técnicas de transmisor de nivel tanque K-01

CARACTERISTICA	VALOR
FECHA FABRICACION	AGOSTO 2009
MAXIMA PRESION	275 PSI
VOLTAJE DE ALIMENTACION	10.5 a 30 VDC, 100 mA MAX
FABRICANTE	MTS SENSORS
MODELO	M-SERIES MODELO MR

### 3.6.6.2 Válvula de control

Figura 29. Válvula de control del tanque K-01



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Válvula destinada para la operación remota del procedimiento de trasiego, es decir que con este dispositivo se alinea el tanque al sistema de despacho con solo dar la orden desde un ordenador, actualmente este sistema se encuentra fuera de servicio pero se espera sea rehabilitado en corto tiempo.

Tabla 32. Características técnicas válvula de control del tanque K-01

CARACTERISTICA	VALOR
MARCA	MASONEILAN
ACCION DE AIRE	ABRIR
ALIMENTACION	30 PSI
RANGO	7-40
MODELO	35-35212
SIZE BODY	6"
PORT	CV-500
MAT'L BODY	C.S
RATING BODY	ANSI 150
MAT'L PLUG	316HF
SEAT	316ST

### 3.6.7 SISTEMA DE INYECCION DE QUIMICO.

Sistema encargado del suministro de químico encargado de facilitar el rompimiento de la emulsión, para el caso particular se inyecta el producto EC2124A rompedor de emulsión de la marca NALCO, se cuenta con dos puntos de aplicación, uno en la línea que del campo Lisama llega al múltiple de recibo justo antes de ingresar el crudo al K101 o K102 y otro en la línea de succión de las bombas de carga.

### 3.6.7.1 BOMBA DOSIFICADORA DE QUIMICO.

Figura 30. Bomba Dosificadora de químico.



Fuente: Autores de monografía

Tabla 33. Características técnicas de bombas dosificadoras de químico.

CARCATERISTICA	VALOR
DESCRIPCION	ELECTRONIC METERING PUMP
MARCA	PULSATRON
SERIE	E PLUS
MODELO	LPF48A-KTC1-XXX
SALIDA NOMINA	20 GPD 3.15 LPH
MAXIMA PRESION	250 PSI 17 BAR
CARACTERISTICAS ELECTRICAS	115 VAC – 50/60 HZ – 6 AMP – 1 FASE

### 3.6.7.2 MEDIDOR DE AGUA TURBOBAR.

Figura 31. Medidor de agua Turbobar



Fuente: Autores de monografía

Función Principal: Instrumento utilizado para contabilizar el agua utilizada en el tratamiento de deshidratación, con ello se logra mantener la proporción adecuada que de agua se debe mantener, los parámetros de operación establecen que el caudal de agua debe oscilar entre un 6 a 10% de la carga utilizada.

#### 4. MODELO GERENCIAL DEL MANTENIMIENTO.

El modelo gerencial desarrollado en el presente documento fue diseñado para el mantenimiento preventivo de los activos de la Planta Deshidratadora La Cira el cual hace parte de la Superintendencia de Mares de la Gerencia regional Magdalena Medio de ECOPETROL S.A., entendiéndose por activos el conjunto de los equipos rotativos, estáticos e instrumentación asociada. La finalidad fundamental es estructurar las tareas de mantenimiento basado en las consecuencias que los fallos de estos puedan generar al proceso a través del análisis FMECA y de la medición del RPN mediante la evaluación de la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la posibilidad de detección, buscando incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los mismos; en este capítulo se detallará todo lo realizado para obtener dicho análisis, la base de información diseñada de repuestos, la jerarquía de equipos planteada y la priorización de las tareas requeridas.

##### 4.1 ESTRUCTURACION DEL MODELO GERENCIAL.

###### 4.1.1 Levantamiento Información técnica de los activos.

Teniendo en cuenta que la planta no contaba con la información detallada de manuales e información técnica de los equipos, se procedió a realizar un levantamiento de la información de las placas de características de cada uno de los activos de la planta y se tabularon, adicionalmente se realizó una búsqueda detallada con el fin de recopilar todos los manuales y/o data sheets de los equipos críticos de la planta, cabe resaltar que para llevar a cabo esta búsqueda exitosa fue muy importante los datos de placa, estos manuales fueron consolidados en un CD que hace parte del presente documento.

###### 4.1.2 Árbol de partes.

Teniendo consolidado los manuales y/o data sheets de gran parte de los equipos críticos de la planta, se procedió a estudiar y aterrizar el listado de partes de cada uno de ellos, con el fin de crear una base de datos de los repuestos requeridos

para cada uno de estos. A continuación se presenta el detalle de la información recolectada y organizada por los autores de la monografía:

a) Válvula de control de flujo a quemadores.

Tabla 34. Árbol de repuestos válvula de control de flujo a quemadores.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Push Down to Close	30A8778X0E2
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Push Down to Open	30A8778X0F2
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Top-Mounted Handwheels Retrofit Kit 1	30B3940X102
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Top-Mounted Handwheels Retrofit Kit 2	30B3940X052
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Actuator Repair Kits	R667X000302
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Diaphragm Molded Nitrile/Nylon	2E800002202
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Diaphragm Molded Silicone/Polyester	18B2713X012
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Bushing, Seal Brass	1E791214012
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Bushing, S41600 (416 stainless steel)	1E7912X0012
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	O-Ring, Nitrile	1E5914X0052
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	O-Ring, Fluorocarbon	1E5914X0062
Válvula de control flujo de gas a tratador	FISHER	667 ET	Gasket	1E801204022

b) Válvulas de control suministro de gas a quemadores.

Tabla 35. Árbol de repuestos Válvulas de control suministro de gas a quemadores.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Body, trim size 1/2"	80004446
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Screw 1/2-13 x 3" SQHSS	65000525
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Nut 1/2-13 Hex Jam	65008551
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Upper Spring Rest	45001858
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Spring	45008406
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Sight Glass	45004223
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Screw 3/8-16 x 7/8" HHCS	65003440
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Upper Diaphragm Case	48004020
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Bushing	45003129
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Spring	45004315
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Travel Indicator	45003502
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Lower Diaphragm Plate	45001789
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Lower Diaphragm Case	48003459
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Nut 3/8-16 Hex	65001966

Tabla 35 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	O-Ring BUN-225-90	67101299
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Hammer Nut	45001862
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	1/4" Bleeder Filter	45002612
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Travel Stop	45002343
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Nut 3/8-24 Flexloc	65001401
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Upper Diaphragm Plate	45002776
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	O-Ring BUN-011-90	67101725
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Diaphragm	45003460
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	O-Ring BUN-210-90	67101263
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Yoke	48001860
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Upper Stem	45001861
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Packing 3/8"x7/8" Reg.	45002061
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Packing Follower	45002024
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Stuffing Box	45003101
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	O-Ring BUN-224-90	67101870

Tabla 35 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Packing 3/8"x7/8" Flat	45002060
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Seat Cage	45002025
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	O-Ring (BUN-216-90) 7", (BUN-221-90) 2"	67102145
Válvulas de control suministro de gas a quemadores	INVALCO	DSG-240-418	Body DSG-240-418 Ductile	45002401

c) Válvulas de control del drenaje zona térmica del tratador.

Tabla 36. Árbol de repuestos Válvulas de control del drenaje zona térmica del tratador.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Body, trim size 1/2"	80003834
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Screw 1/2-13 x 4 SQHS	65015571
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 1/2-13 Hex	65008551
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Spring Rest	45001858
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Spring	45008406
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Diaphragm Case	48004020
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 3/8-24 Flexloc	65001401
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	1/4" Bleeder Filter	45002612
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Spring Rest	45002343
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-011-90	67101725
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Screw 3/8-16 x 7/8 HHCS	65003440
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 3/8-16 Hex	65001966

Tabla 36 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Diaphragm	45003460
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-225-90	67101299
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Body Cover/Stem Guide	45003127
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Clamp Ring	45003128
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Packing Set	45001550
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Wiper Ring	45004650
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Trim Washer	45001260
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Seat Gasket	45001236
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-112-90	67101408
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Travel Indicator Sight Glass	45004223
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Bushing	45003129
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Travel Indicator	45004275
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Spring	45004315
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Diaphragm Plate	45002776
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Diaphragm Case	48003459
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Diaphragm Plate	45001789
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-210-90	67101263
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Zerk Grease Fitting	45001567
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Screw/Clamp Ring, 3/8-16x3/4 HHCS	65001869
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-232-90	67101262
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Packing Nut	45001549
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 1/2-13 Flexloc	65004703

Tabla 36 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control drenaje zona térmica	INVALCO	DXF6-401-430	Body	45001389

d) Válvulas de control del drenaje zona electrostática del tratador.

Tabla 37. Árbol de repuestos Válvulas de control del drenaje zona electrostática del tratador.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Body, trim size 1/2"	80003834
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Screw 1/2-13 x 4 SQHS	65015571
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 1/2-13 Hex	65008551
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Spring Rest	45001858
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Spring	45008406
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Diaphragm Case	48004020
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 3/8-24 Flexloc	65001401
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	1/4" Bleeder Filter	45002612
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Spring Rest	45002343
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-011-90	67101725
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Screw 3/8-16 x 7/8 HHCS	65003440
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 3/8-16 Hex	65001966

Tabla 37 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 3/8-16 Hex	65001966
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Diaphragm	45003460
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-225-90	67101299
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Body Cover/Stem Guide	45003127
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Clamp Ring	45003128
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Packing Set	45001550
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Wiper Ring	45004650
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Trim Washer	45001260
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Seat Gasket	45001236
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-112-90	67101408
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Travel Indicator Sight Glass	45004223
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Bushing	45003129
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Travel Indicator	45004275
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Spring	45004315
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Upper Diaphragm Plate	45002776

Tabla 37 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Diaphragm Case	48003459
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Lower Diaphragm Plate	45001789
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-210-90	67101263
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Zerk Grease Fitting	45001567
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Screw/Clamp Ring, 3/8-16x3/4 HHCS	65001869
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	O-Ring BUN-232-90	67101262
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Packing Nut	45001549
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Nut 1/2-13 Flexloc	65004703
Válvula de control drenaje zona electrostática	INVALCO	DXF6-401-430	Body	45001389

e) Bomba alternativa de retrate.

Tabla 38. Árbol de repuestos Bomba alternativa de retrate.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	FRAME GROUP	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Frame	1FXG172A
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud, Oil Stop Head	79A238
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Oil Stop Head	50B5

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Inspection	3AXG237
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud, Inspection Plate	79A338
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Inspection Plate Stud	50B3
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Hood	200FXG053
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Hood	2009457
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Hood	655EE040
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug, Oil Level	64AA4
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Elbow–Pipe Street, Oil Level	64D4
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug, Oil Drain	64A5
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug, Frame Drain	64A9
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Baffle, Piston Rod	1FXG840
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, CROSSHEAD	50T67
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cover–Frame Cradle (Solid)	200FXG225
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud–Frame Cradle Cover	79A466
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut–Frame Cradle Cover Stud Wing	50H1
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	JACKSHAFT	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Jackshaft	FXG371
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Jackshaft Assembly	FXG374
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Key, Jackshaft to Gear	35C48
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gear–Driven	FXG181
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Sleeve–Shaft	FXG289
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Seal–OIL, Bearing Housing	60G39

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Housing–Bearing	FXG368
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bearing, Jackshaft	12W2
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Bearing Retaining	FXG370
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Seal–Oil, Bearing Retaining Plate	60G40
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Housing & Retaining Plate	655EE060
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Housing & Retaining Plate	25C657
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Key–Jackshaft	35B166
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cover–Shaft extension	201FXG490
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Shaft Extension Cover	75A68
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Fitting–Lubrication	40E5
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	OIL STOP HEAD	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Oil Stop Head Assembly	2FXG495
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud, Oil Stop Head	79A238
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Oil Stop Head Stud	50B5
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gland, Oil Stop Head	AXG238
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer, Oil Stop Head	AG318
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Oil Stop Head	25C656
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing, Oil Stop Head	60BG24
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	ECCENTRIC & SHAFT	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Shaft–Eccentric	1FXG367
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Key	35C70
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Eccentric	1FXG255

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	ECCENTRIC SHAFT BEARING	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Sleeve–Shaft	16AUX18
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Seal–OIL	60G221
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bearing, Eccentric Shaft	12C30
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Shim, Bearing Cover Plate	77G16
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Bearing Cover Plate	75AA1
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Bearing Cover	FXG366
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Bearing Cover Plate	25C657
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Fitting–Lube	40E5
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	CONNECTING ROD & CROSSHEAD	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Connecting Rod, Includes next two items .	1FXG417
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bushing, Eccentric	3FXG421
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bushing, Crosshead Pin	AXG229
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Crosshead Assembly, Includes Ref. No. 61 thru 65	FXG175X
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Set Screw–Socket Head	76J6
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Set Screw–Square Head	76U32
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Pin, Set Screw	62A152
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Set Screw	50F3
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Pin–Crosshead	FXG189
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	FLUID CYLINDER	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Fluid cylinder	8FG29B
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud, Valve Cover	79L40C

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug, Drain	64AU5
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut , Valve Cover Stud	50B10C
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw,Suction & Blank Flange	655EF07Z
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Cylinder Head	655EG09Z
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Discharge Flange	655EF08Z
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Flange to Cylinder	655EG11Z
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Suction & Blank Flange	25C603N
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Flange, Suction	FG92
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Valve Cover	25BE18
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cover-Valve	3FG147
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Flange, Discharge	64CE4
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Discharge Flange	25C502
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Head-Cylinder	1FG41
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Cylinder Head	25BE24
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Flange, Suction	64DC8
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Liner	25T27
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Spacer-Lantern, Liner	1FG445
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Clamp-Liner	2FG217
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Set screw, Liner Clamp	76N14
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing, Liner Clamp Set Screw	60BQ1
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer, Liner Clamp Set Screw	95F7
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Liner Clamp Set Screw	50B7C

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	STUFFING BOX	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stuffing box assembly	1FG1538
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gasket, Stuffing Box	25C658
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud, Stuffing Box	79L125C
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut, Stuffing Box Stud	50B7C
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Ring–Junk	FG317
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gland	FG21
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing, Molded Rubber & Duck	60DA310
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	STUFFING BOX GLAND	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gland assembly	200FXG008A
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Gland	200FXG008
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut	200FXG086
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Fitting–Lube	40E10
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing–Ring	60DD74
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut	50AQ7C
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	STEEL INSERT TYPE PISTON	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston assembly	211TBA045A
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plates & Rings	TBA75994
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	SOLID IRON TYPE PISTON WITH CAST IRON RINGS	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston	204FXG350
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Ring–Piston	65A14
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cylinder liners bronze	41FG64

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cylinder Liners Hardened Steel	1FG45630
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cylinder Liners Chrome Plated	6FG45630
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cylinder liners Stainless Steel	3FG45630
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	CUP-TYPE PISTONS	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston (Iron) Incl. following Cup	P1APIL300
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston (Steel) Incl. following Cup	P1APIL300S
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston (Bronze) Incl. following Cup	P1APIL300B
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cup	60BB7
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	FOLLOWER TYPE FLUID PISTON FOR WATER AND GENERAL SERVICE	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Body Piston (Iron)	28AXG45
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Follower-Piston (Iron)	3AXG46
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Body-Piston (Bronze)	29AXG45
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Follower-Piston (Bronze)	4AXG46
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing, Regular Cure	60D11
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Packing, Rock Hard	60Y11
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston Rods & Nuts	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston, Rod, Bronze	33FXG183
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston, Rod, Hardened Steel	25FXG183
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston, Rod, Chrome Plated	42FXG183
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Piston, Rod, Stainless Steel	32FXG183
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Thin), Bronze	50Y9

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Thin), Hardened Steel	None
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Thin), Chrome Plated	None
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Thin), Stainless Steel	50T60
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Full), Bronze	50X11
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Full), Hardened Steel	50V2
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Full), Chrome Plated	50V2
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut (Full), Stainless Steel	50U9
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	WING GUIDED VALVE WITH INSERT	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Assembly, Hardened Steel, Polyurethane Insert	17FG206F
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Valve–Fluid, Hardened Steel, Polyurethane Insert	17FG206
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Insert, Hardened Steel, Polyurethane Insert	INSERT
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer, Hardened Steel, Polyurethane Insert	95D49
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw, Hardened Steel, Polyurethane Insert	5FF156
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Spring, Hardened Steel, Polyurethane Insert	78A171
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Seat–Valve, Hardened Steel, Polyurethane Insert	11FG39
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	WING GUIDED GRAVEL VALVE	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Fluid Valve Assembly	200FGG482A
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Valve–Fluid	200FGG482
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Insert	200FGG106
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer–Valve	200FGG279
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw	200FGG655
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Locknut	50AF8

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Spring (Steel)	78A171
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Seat	200FGG039
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	VALVE SEAT PULLER – GRAVEL TYPE	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Assembly Puller, Valve Seat	200FGG219A
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bolt–Puller	2015079
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Puller	3AUX292
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut–Hex	50T62
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Pin–Spring Roll	62R40
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller, Valve Seat	200FGG219
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	VALVE SEAT PULLER – WING GUIDED & DELRIN BALL	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Assembly Wing Guided	1AUX545
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Assembly Derlin Ball	FDD67544
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bolt–Puller Wing Guided	2AUX235
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bolt–Puller Derlin Ball	2AUX235
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Puller Wing Guided	2AUX292
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Puller Derlin Ball	2AUX292
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Wing Guided	3AUX291
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Derlin Ball	200FDD219
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut Wing Guided	50C11
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut Derlin Ball	50C11
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	VALVE SEAT PULLER – CENTER GUIDED	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Assembly	3AUX545

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller	AUX549
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Puller	4AUX292
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer	95A22
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut	50T161
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	SURGE CHAMBER – DISCHARGE	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Surge Chamber Assembly	1FF44X
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug–CSK. Pipe, Top	64B6
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug–SqHd Pipe, Side	64A9
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw	655EF07Z
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	SURGE CHAMBER – SUCTION	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Surge Chamber	FG44
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plug	64AJ15
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	ROD WASH	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Manifold–Water	1FXX315
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Screw	655ED030
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nipple	63D2
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nipple	63D37
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Valve–Angle	90F4
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Cover–Frame Cradle	201FXG225
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Stud–Frame Cradle Cover	79A466
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut–Frame Cradle Cover Stud Wing	50H1
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Elbow–90° Street	64D2

Tabla 38 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	LINER PULLER	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Assembly	1FG284
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bolt–Puller	FG344
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Tool, Liner Puller	1FG346
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Nut	50B8
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Pin	62A93
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Washer	95A8
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller	1FG345
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	CROSSHEAD PIN BUSHING PULLER	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Puller Assembly	FXG1585
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bolt–Puller	FXG1279
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate	FXG1277
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Plate–Puller	FXG1276
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Bushing	FXG1278
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	NutUT	50T67
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	RELIEF VALVES	
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Relief Valve (2" MPT) 125# – 150#	5825319
Bomba alternativa de retrate	GARDNER DENVER	FXG__B	Relief Valve (2" MPT) 500# – 1375#	187922

f) Válvula autorreguladora de Presión del tratador.

Tabla 39. Árbol de repuestos Válvula autorreguladora de Presión del tratador.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NÚMERO DE PARTE
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Nut	101
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Bonnet	102
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Spring	108
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Plate	105
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Diaph	5259P
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Screw	192
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Nut	107
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Housing	1701
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Diaphragm	110
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Seat	111
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Gasket	118
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Housing	142
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Breather plug	147
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Gasket	195
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	O Ring	153
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Disc	158
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Plug	699
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Ratio Plug	176
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Lock Nut	906
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Seat	163
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Stem	137

Tabla 39 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Eil	117
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Back up	148
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Plate	133
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Diaphragm	127
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Screw	193
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Housing	121
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Tubing	125
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Filter	F30
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Nipple	648
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Gauge	114
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Spring	104
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Spring Plate	103
Válvula autorreguladora presión tratador	KIMRAY	412 FGT BP	Adjusting Screw	100

g) Compresor de aire para instrumentación.

Tabla 40. Árbol de repuestos compresor de aire Ingersoll Rand.

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTES
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PLUG, PIPE-HEX HEAD 1/2"	95344651
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PLUG OIL GAUGE COMPLETE	30195083
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PLUG OIL GAUGE	NSS
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	O-RING	95022158
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAPSCREW	95053046
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	GASKET, COOPER WASHER	95674677

Tabla 40 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTE
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100.	FRAME END COVER	31246572
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BUSHING, PILOT VALVE	37128261
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	COVER, FRAME END	NSS
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	VALVE, PILOT	37113701
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	WASHER, COOPER	30346597
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	THRUST PIN	32218406
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PIN, THRUST	NSS
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	O-RING	95210225
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	GASKET, FRAME END COVER	30439277
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	LOCKWIRE 12GA * 5"	90799289
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAPSCREW - HEX 3/8 - 16 * 1"	95101929
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CRANKPIN CAP- CENTRIFUGAL UPLOADER	30290936
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	LOCKWIRE 12GA * 5"	90799271
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PIN, CENTRIFUGAL UPLOADER WEIGHT	30214951
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	WEIGHT, CENTRIFUGAL UPLOADER	30220875
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PLUNGER, CENTRIFUGAL UPLOADER	30285688
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SPRING, CENTRIFUGAL UPLOADER	30672281
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BODY, CRANKPIN CAP	30210332
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	FIRST STAGE LOW PRESSURE	30210332

Tabla 40 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SECOND STAGE HIGH PRESSURE	30217327
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	WHEEL, V-BELT	32177206
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAPSCREX - HEX 3/8-16 * 7/8"	95053146
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAPSCREX - HEX 3/8-16 * 1 1/4"	95043766
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	GASKET, COOPER WASHER 3/8"	95674677
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SHAFT END COVER	37125333
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SEAL	32204588
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	COVER SHAFT END	NSS
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SHAFT END COVER	30295166
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CRANKSHAFT	30211627
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	DISC END SHAFT	NSS
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BEARING BALL	95305652
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SPACER, MAIN BEARING	30218432
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BEARING BALL - WITH SNAP RING	95213971
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	RING, BEARING RETAINER	30216808
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BUSHING, CRANKPIN	37002305
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	KEY, WOODRUFF	95047437
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	LOCTITE 609 - TUBE	32187684
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	NUT, V-BELT WHEEL	30835698
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	LOCKWASHER - SPRING 1 3/8"	95064747
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	FRAME COMPRESSOR	32270571
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	ASS'Y FRAME END COVER	97335749

Tabla 40 (Continuación)

ITEM	MARCA	MODELO	REPUESTO	NUMERO DE PARTES
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	PLUG, FRAME END COVER	30221311
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	COVER, FRAME END	NSS
	INGERSOLL RAND	7100	WASHER 7/8"	30346597
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAP, CRANKPIN	30210348
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	GLASS, OIL SIGHT	97334270
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	DETAIL A LOW OIL LEVEL SWITCH	
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	CAPSCREW - HEX 1/4 - 20 * 1/2"	95053070
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	LOCKWASHER - SPRING 1/4"	95043196
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	BAFFLE, LOW OIL LEVEL SWITCH	30285548
Compresor de aire	INGERSOLL RAND	7100	SWITCH, LOW OIL LEVE NEMA 1	31276313

#### 4.1.3 Jerarquía de equipos propuesta.

La jerarquía de planta es una lista de toda la planta, equipos o instalaciones que pertenecen o se utilizan, y que son atendidos por el departamento de mantenimiento, el registro debe comprender cada uno de estos elementos teniendo en cuenta que todos estos necesitarán algún tipo de soporte durante su vida útil. Este registro debe mantenerse lo mayormente actualizado pues este es la base de información de todas las áreas de mantenimiento, es por ello que cada vez que un sistema o proceso tenga alguna modificación en sus equipos esta deberá ser actualizada en el registro o jerarquía de equipos.

La lista principal de equipos debe resumir el registro entero, indicando la unidad a la cual pertenecen. Este documento es uno de los más importantes del sistema de información de mantenimiento, y por esto es recomendable que sea lo más presentable posible con facilidad de asignación de los recursos a la hora de

generar una OT; es así como los centros de costos juegan un papel importante ya que estos códigos además de identificar el proceso productivo al cual pertenecen los equipos redirecciona las asignaciones de recursos que para cada centro existen.

El centro de costo se define como un lugar, una persona o un equipo al cual se le pueden asignar costos. Un centro de costo puede ser:

- a) Impersonal: Un lugar geográfico o una clase de equipo.
- b) Personal: Una persona o un grupo de estas.
- c) Una operación: Máquinas y/o personas que realizan la misma operación.
- d) Un proceso: Una secuencia continua de operaciones

Teniendo ya recolectada la información de los equipos críticos de la planta se estudio la jerarquía actual que posee la organización, y se le practicaron algunas mejoras basados en el registro de planta que propone SQL Systems Caribbean NV en su curso de formación Reliability Cetered Maintenance.

En la figura 32 se muestra la estructura de la jerarquía de activos de la planta deshidratadora La Cira.

Figura 32. Jerarquía actual de activos de la planta deshidratadora La Cira.

PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA  
 JERARQUÍA DE EQUIPOS  
 (SITUACION ACTUAL)

		PLANT NUMBER				
ELCIP DH	ELCIPDHC I				SISTEMA CONTRAINCENDIO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHC T				SISTEMA BOMBEO CARGA TRATADOR	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O1	P0201A		UNIDAD DE BOMBEO N.1 A TRATADORES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O1B		P0201AB	BOMBA CENTRIFUGA N.1 CARGA A TRATADORES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O1M		P0201AM	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 1 CARGA TRATAD	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O2	P0201B		UNIDAD DE BOMBEO N.2 A TRATADORES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O2B		P0201BB	BOMBA CENTRIFUGA N.2 A TRATADORES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHB O2M		P0201BM	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 2 CARGA TRATAD	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHC V				SISTEMA INFRAESTRUCTURA CIVIL	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHCVVA	A0201V		VIAS Y ACCESOS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
		ELCIPDHE D	A0201E		EDIFICIO SALA DE OPERACION	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH DT				SISTEMA DE BOMBEO DESPACHO AL CENTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR

Figura 32 (Continuación)

	ELCIPDHB O4		P0204A		UNIDAD DE BOMBEO 4 AL CENTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O4B			P0204AB	BOMBA CENTRIFUGA N.4 DESPACHO AL CENTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O4M			P0204AM	MOTOR ELEC UNIDAD No 4 DESPACHO AL CENTR	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O5		P0204B		UNIDAD DE BOMBEO 5 AL CENTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O5B			P0204BB	BOMBA CENTRIFUGA 5 DESPACHO AL CENTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O5M			P0204BM	MOTOR ELEC UNIDAD No 5 DESPACHO AL CENTR	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHS L					SISTEMA ELECTRICO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHSE AP		AP0201		ALUMBRADO PERIMETRAL	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHSE TR1		XFM0201 A		TRANSFORMADOR ELECTRICO#1 DE 7.5 KVA	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHSE AA2		AA0201B		AIRE ACONDICIONADO No 2 OFICINAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHSL AA1		AA0201A		AIRE ACONDICIONADO No 1 OFICINAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHSE TR2		XFM0201 B		TRANSFORMADOR ELECTRICO#2 DE 50 KVA	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHA R					SISTEMA DE PISCINAS Y API	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHA RPOX		BA0201		PISCINAS DE OXIDACION AGUAS RESIDUALES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHA RPRE		BA0202		PISCINAS DE RETENCION AGUAS RESIDUALES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHA RT		BA0203		PISCINA API AGUAS RESIDUALES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O3			P0203A	UNIDAD DE BOMBEO 3 API RETRATE	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH APB3V				VALVULA DE SEGURIDAD 3 API (RETRATE)	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH BO3M				MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 3 API (RETRATE)	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH BO3B				BOMBA N.3 PISTON RETRATE	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHB O3A			P0203B	SISTEMA DE BOMBEO API 04	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH BO3AB				BOMBA N.3A PISTON RETRATE	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH BO3AV				VALVULA DE SEGURIDAD 3A API (RETRATE)	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDH BO3AM				MOTOR ELECTRICO UNIDAD No3A API (RETRATE)	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT K					SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHTK 01		TK0201A		TANQUE 01 DE REPOSO 10000 BLS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHTK1 LIC			LIC0203	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE - SALIDA TK01	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHTK 02		TK0201B		TANQUE 02 DE REPOSO 10000 BLS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHT2L IC1			LIC0202C	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE - SALIDA TK02	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHTK101		TK0201C		TANQUE 101 DE RECIBO CAMPO 7500 BLS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHTK102		TK0201D		TANQUE 102 DE RECIBO CAMPO 20000 BLS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT3					SISTEMA TRATAMIENTO PLANTAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHT3		TH0201C		TRATADOR TERMoelectroestatico N.3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHP SVT3			PSV0201 C	VALVULA DE SEGURIDAD TRATADOR 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
	ELCIPDHT 3PIC			PIC0201	LAZO CONTROL PRESION QUEMADORES	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR

Figura 32 (Continuación)

ELCIPDHT 3PSV		PSV0201 D	VALVULA SEGURIDAD ENTRADA GAS TRAT 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHTI C		TIC0201A	LAZO CONTROL TEMPERATURA INYECCION GAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHTI C1		TIC0201B	LAZO CONTROL TEMPERATURA CORTE GAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT RSC		VG0201	ACUMULADOR DE GAS TRATADOR 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT RTE		XFM0201 C	TRANSFORMADOR ELECTRICO TRATADOR 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDT3 HPD1		HPD0201 A	LAZO ENCENDIDO QUEMADOR 1 TRATADOR 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDT3 HPD2		HPD0201 B	LAZO ENCENDIDO QUEMADOR 2 TRATADOR 3	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDT3L IC3		LIC0201C	LAZO CONTROL NIVEL SALIDA DE CRUDO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDT3L IC2		LIC0201B	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE ETAPA ELECTRO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDT3L IC1		LIC0201A	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE ETAPA TERMICA	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT S			SISTEMA TORRE DE SEPARACION	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT OAC		V0201A	TORRE ACUMULADOR DE GAS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHT OSE		V0201B	TORRE DE SEPARACION DE PRODUCTO	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHB OIQ		P0205B	BOMBA INYECCION QUIMICO (PROP NALCO)	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR
ELCIPDHL C		L0201	TUBERIA Y ACCESORIOS	PLANTA DESHIDRATADORA LA CIRA GRM VPR

Fuente: Software Ellipse red Ecopetrol

Figura 33. Jerarquía Propuesta para los activos de la planta deshidratadora La Cira.

PR1012	ESTACION DE ALMACENAMIENTO CRUDO HCT		
	ELCIPDHCI	SISTEMA CONTRAINCENDIO	
	PR0906	TRATAMIENTO TERMICO-ELECTROSTATICO	
	PR0906MP0201AB	BOMBAS DE CARGA A TRATADOR	
	PR0906MP0201A	UNIDAD DE BOMBEO N.1 A TRATADORES	
	PR0906P0201A	BOMBA CENTRIFUGA N.1 CARGA A TRATADORES	
	PR0906M0201A	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 1 CARGA TRATAD	
	PR0906MP0201B	UNIDAD DE BOMBEO N.1 A TRATADORES	
	PR0906P0201B	BOMBA CENTRIFUGA N.2 CARGA A TRATADORES	
	PR0906M0201B	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 2 CARGA TRATAD	
	PR0906MP0202AB	BOMBAS DE TRASIEGO A K109	
	PR0906MP0202A	UNIDAD DE BOMBEO N.3 DESPACHO A K109	
	PR0906P0202A	BOMBA CENTRIFUGA N.3 DESPACHO A K109	
	PR0906M0201A	MOTOR ELECTRICO UNIDAD DE BOMBEO N.1 A TRATADORES	
	PR0906MP0202B	UNIDAD DE BOMBEO N.4 DESPACHO A K109	
	PR0906P0201B	BOMBA CENTRIFUGA N.4 DESPACHO A K109	
	PR0906M0201B	MOTOR ELECTRICO UNIDAD DE BOMBEO N.4 A TRATADORES	
PR0906TTE0201	TRATADOR TERMOELECTROESTATICO		
PR0906V1TTE0201	VALVULA DE SEGURIDAD TRATADOR TERMOELECTROSTATICO		
PR0906PIC0201	LAZO CONTROL PRESION QUEMADORES		
PR0906TIC0201A	LAZO CONTROL TEMPERATURA INYECCION GAS		
PR0906TIC0201B	LAZO CONTROL TEMPERATURA CORTE GAS		

Figura 33 (Continuación)

	PR0906D0201A	DEPURADOR DE GAS A QUEMADORES
	PR0906V1D0201	VALVULA SEGURIDAD DEPURADOR ENTRADA GAS A QUEMADORES
	PR0906XFM0201C	TRANSFORMADOR ELECTRICO TRATADOR TERMoeLECTROSTATICO
	PR0906HPD0201A	LAZO PRINCIPAL ENCENDIDO DE QUEMADORES
	PR0906HPD0201A	LAZO ENCENDIDO QUEMADOR 1
	PR0906HPD0201B	LAZO ENCENDIDO QUEMADOR 2
	PR0906LIC0201C	LAZO CONTROL NIVEL SALIDA DE CRUDO
	PR0906LIC0201B	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE ETAPA ELECTROSTATICA
	PR0906LIC0201A	LAZO CONTROL NIVEL DRENAJE ETAPA TERMICA
	PR0906PIC0201	LAZO CONTROL PRESION GAS A TRATADOR
	PR0906PCV0201	VALVULA DE CONTROL PRESION TRATADOR
PR0906SCG0201		SISTEMA ALTERNO DE SUMINISTRO DE GAS A TRATADOR
	PR0906MC0201A	MOTOCOMPRESOR DE GAS
	PR0906D0201B	ACUMULADOR DE GAS ALTERNO
	PR0906V1D0201B	VALVULA SEGURIDAD DEPURADOR ACUMULADOR DE GAS ALTERNO
	PR0906D0201C	DEPURADOR DE GAS
PR0906SCA0201		SISTEMA SUMINISTRO DE AIRE A INSTRUMENTOS
	PR0906MC0201B	COMPRESOR DE AIRE
PR0906BOIQ0201		SISTEMA DE INYECCION DE QUIMICO
<b>PR1012</b>	<b>ESTACION DE ALMACENAMIENTO CRUDO HCT</b>	
	PR1012TK0201A	TANQUE DE ALMACENAMIENTO K101
	PR1012LIT0201A	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
	PR1012LIC0201A	LAZO CONTROL DRENAJE DE AGUA LIBRE
	PR1012TK0201B	TANQUE DE ALMACENAMIENTO K102
	PR1012LIT0201B	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
	PR1012LIC0201B	LAZO CONTROL DRENAJE DE AGUA LIBRE
	PR1012TK0201C	TANQUE DE ALMACENAMIENTO K01
	PR1012LIT0201C	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
	PR1012LIC0201C	LAZO CONTROL DRENAJE DE AGUA LIBRE
	PR1012TK0201D	TANQUE DE ALMACENAMIENTO K02
	PR1012LIT0201D	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
	PR1012LIC0201D	LAZO CONTROL DRENAJE DE AGUA LIBRE
	PR1012TK0201E	TANQUE DE ALMACENAMIENTO K109
	PR1012LIT0201E	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL
	PR1012LIC0201E	LAZO CONTROL DRENAJE DE AGUA LIBRE
<b>PR0966</b>	<b>VERTIMIENTO PISCINAS DESHIDRATADORA</b>	

Figura 32 (Continuación)

PR0966BA0201		PISCINAS DE OXIDACION AGUAS RESIDUALES
PR0966BA0202		PISCINAS DE RETENCION AGUAS RESIDUALES
PR0966MP0203A		UNIDAD DE BOMBEO 5 API RETRATE
	PR0966V1P0203A	VALVULA DE SEGURIDAD UNIDAD DE BOMBEO 5 API RETRATE
	PR0966M0203A	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 5 API RETRATE
	PR0966P0203A	BOMBA N.5 PISTON RETRATE
PR0966MP0203B		UNIDAD DE BOMBEO 6 API RETRATE
	PR0966V1P0203B	VALVULA DE SEGURIDAD UNIDAD DE BOMBEO 6 API RETRATE
	PR0966M0203B	MOTOR ELECTRICO UNIDAD No 6 API RETRATE
	PR0966P0203B	BOMBA N.5 PISTON RETRATE

Fuente: Autores Monografía

#### 4.2 Análisis de modos y efectos de falla críticos (FMECA).

Para el establecimiento del modelo gerencial de mantenimiento preventivo planteado a los activos de la planta deshidratadora la cira se decidió emplear el método procedimental FMECA, lo anterior partiendo de la base de que las fallas tanto reales como potenciales de los equipos críticos del proceso son conocidas por el personal vinculado al análisis.

Para darle forma y priorización a cada una de las tareas se jerarquizo de acuerdo a los resultados emitidos por el análisis RPN, de esta manera se esfuerza mas en lo que es trascendental para el desarrollo de la finalidad del proceso y quien por ende es del mayor grado de impacto.

Las etapas de desarrollo del procedimiento FMECA efectuado fueron:

- a) Descripción de las funciones primarias y secundarias de los equipos.
- b) Establecimiento de las fallas funcionales reales y potenciales conocidas.
- c) Determinación de los modos de fallas.
- d) Evaluación de las consecuencias y los efectos de cada modo de falla, con su falla y su función.
- e) Medición del RPN mediante la evaluación de la severidad, la probabilidad de ocurrencia y la posibilidad de detección.

f) Establecimiento de las acciones correctivas o planeadas.

Para el caso puntual de la presente propuesta gerencial se llega hasta el planteamiento de las tareas ya que el alcance no permitió la evaluación de un RPN posterior a las mismas para poder replantear acciones, paso que solo se podrá ejecutar luego de que este modelo fuese aplicado.

El volumen de control establecido para el desarrollo de esta metodología fue por supuesto los equipos que por experiencia de la operación y mantenimiento tienen el mayor grado de impacto sobre la continuidad de la operación, tal es el caso del tratador termoelectrostático, de la instrumentación asociada al mismo, del sistema de servicio industrial y del sistema de bombeo.

Apoyados en las características técnicas de los diferentes equipos que fueron establecidas en el capítulo 3 se desarrollo el proceso de identificación de las fallas funcionales, los modos de falla y las funciones.

#### Contexto Operacional

Los factores claves en que se desarrolla el proceso de deshidratación en la planta deshidratadora la cira son:

- a) Es un proceso cuasi continuo, solo bajo eventualidades por altas existencias en tanques de almacenamiento se da la suspensión del tratamiento, suceso que ocurre raramente debido a que la capacidad de tratamiento está ajustada a las necesidades actuales de producción del campo Lisama lo que le obliga a operar permanentemente ya que una parada prolongada genera inconvenientes en las operaciones de producción.
- b) La planta posee una desventaja, su equipo principal, es decir el tratador, no cuenta con un backup, situación que lo define estrictamente como el equipo critico de mayor relevancia.

- c) El personal de la operación directa del proceso labora en turnos de 8 hr cada uno cubriendo la totalidad del día.
- d) Es de resaltar que por ser una operación que genera contaminación de varias clases, está regulada por la normatividad ambiental vigente, existen vertimientos de aguas aceitosas, emanación de vapores orgánicos, gases de combustión, etc, por lo anterior la operación se enmarca en mitigar cada uno de los riesgos que frente al medio ambiente existen para evitar su afectación de una manera no controlada.

Las consecuencias de las fallas se miden mediante la evaluación del impacto que estas pueden causar sobre la compañía, quienes le componen, sus activos, la producción, el medio ambiente, las personas, etc.

Existen varias clasificaciones para categorizar las consecuencias de las fallas, para el caso particular del presente análisis se mantendrán la siguiente clasificación en aras de poder utilizar las matrices ya establecidas para el desarrollo de la metodología FMECA:

- Consecuencias de Fallas Ocultas.

No inciden de forma notoria pero su presencia puede conllevar situaciones de gran envergadura que pueden desestabilizar procesos o sistemas.

Consecuencias Ambientales y seguridad física y humana.

Normas, leyes, muertes, accidentes fatales, etc.

- Consecuencias Operacionales.

Consecuencias que actúan o se reflejan directamente sobre el proceso u operación, afectando la calidad de los productos, la imagen frente a los clientes, perdidas por reproceso, sin incluir los costos que se generen producto de las reparaciones no planeadas.

- Consecuencias No Operacionales.

Estas por su carácter solo acarrear los costos en que incurra la organización en las reparaciones no planeadas.

Para establecer la jerarquía de tareas a través del RPN es necesario contar con los resultados de la evaluación de la severidad, la posibilidad de ocurrencia y la probabilidad de detección temprana de fallas, paso que solo se dan luego de definidas las funciones, sus fallas funcionales y sus modos de falla, antes de iniciar la descripción detallada de la labor realizada es necesario dar a conocer las tablas estándar que para evaluar los criterios mencionados (severidad, la posibilidad de ocurrencia y la probabilidad de detección) existen.

Tabla 41. Valores de criterios de severidad, de ocurrencia y detección

FO – Fallos Ocultos	
No existen fallas ocultas que puedan generar fallas múltiples posteriores – 0	0
Existe una baja posibilidad de que la falla NO sea detectada y ocasiones fallas múltiples posteriores – 1	1
En condiciones normales la falla siempre será oculta y generara fallas múltiples posteriores – 2	2
Existe una baja posibilidad de que la falla SI sea detectada y ocasione fallas múltiples posteriores – 3	3
La falla siempre es oculta y ocasionará fallas múltiples graves en el sistema – 4	4
SF – Seguridad Física	
No afecta a las personas ni equipos – 0	0
Afecta a una persona y es posible que genere incapacidad temporal – 1	1
Afecta de dos a cinco personas y puede generar incapacidad temporal – 2	2
Afecta a mas de cinco personas y puede generar incapacidad temporal o permanente – 3	3
Genera incapacidad permanente o la muerte, a una o más personas – 4	4
MA – Medio Ambiente	
No afecta el medio ambiente – 0	0
Afecta al M.A pero se puede controlar, no daña el ecosistema – 1	1
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema, es reversible en menos de seis meses con un valor inferior a U\$5.000 dólares – 2	2
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema, es reversible en menos de tres años con un valor inferior a U\$50.000	3

dólares – 3	
Afecta la disponibilidad de recursos sociales y el ecosistema, es reversible en más de tres años o es irreversible, su impacto social y ecológico es superior a los U\$50.000 dólares – 4	4
<b>IC – Imagen Corporativa</b>	
No es relevante – 0	0
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos – 1	1
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión inferior a U\$ 1.000 dólares – 2	2
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión entre U\$ 1.000 y 10.000 dólares – 3	3
Afecta la credibilidad de clientes pero se maneja con argumentos e inversión mayor a U\$ 10.000 dólares. Puede ser irreversible – 4	4
<b>OR – Costos de Reparación</b>	
Entre U\$ 1 y 50 dólares – 0	0
Entre U\$ 51 y 500 dólares – 1	1
Entre U\$ 501 y 5.000 dólares – 2	2
Mayor a U\$ 50.001 dólares – 3	3
Mayor a U\$ 500.001 dólares – 4	4
<b>OC – Efectos en Clientes</b>	
Entre U\$ 1 y 50 dólares – 0	0
Entre U\$ 51 y 500 dólares – 1	1
Entre U\$ 501 y 5.000 dólares – 2	2
Mayor a U\$ 50.001 dólares – 3	3
Mayor a U\$ 500.001 dólares – 4	4
<b>Ocurrencia</b>	
Frecuencia – 1 falla en un mes – 4	4
Ocasional – 1 falla en un año – 3	3
Remota – 1 falla en 5 años – 2	2
Poco probable – 1 falla en 20 años – 1	1
Tabla 41 (Continuación)	
<b>Detección</b>	
Nula – No se puede detectar una causa potencial / mecanismo y modo de falla subsecuente – 4	4
Baja – Baja probabilidad para detectar causas potenciales mecanismos y modos de fallas subsecuentes	3
Media – Mediana probabilidad para detectar causas potenciales / mecanismos y modos de fallas subsecuentes – 2	2
Seguro – Siempre se detectarían causas potenciales / mecanismos y modos de fallas subsecuentes – 1	1

Fuente: Alberto Mora (Mantenimiento, planeación, ejecución y control)

Para el análisis y jerarquización de los equipos es necesario plasmar el análisis realizado por medio del cálculo de la severidad, valor que se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Severidad} = FO \times KFO + SF \times KSF + MA \times KMA + IC \times KIC + OR \times KOR = S1$$

Los coeficientes utilizados para este análisis son valores constantes y su suma es igual a 1, estos tienen los siguientes valores:

$$KFO = 0,05 \text{ o } 5\%$$

$$KSF = 0,20 \text{ o } 20\%$$

$$KMA = 0,10 \text{ o } 10\%$$

$$KIC = 0,30 \text{ o } 30\%$$

$$KOR = 0,30 \text{ o } 30\%$$

$$KOC = 0,05 \text{ o } 5\%$$

La información en mantenimiento es indispensable para la buena gestión y aún más importante para obtener buenos resultados. Generalmente la información aunque con abundancia de datos no se administra adecuadamente para la toma de decisiones, perdiendo con ello un gran potencial en la solución de conflictos. Para identificar fallas y optimizar la gestión del mantenimiento es vital el análisis de la información para obtener ganancias, es por ello que para el planteamiento del modelo gerencial del mantenimiento preventivo del presente documento se optó por el análisis de modos y efectos de fallas críticas, identificando las fallas funcionales de mayor envergadura con cada uno de sus respectivos modos de fallas, con la intención de plantear un medio para mitigar los riesgos asociados que puedan existir, para ello se recurrió al concepto tanto del área operativa como de las diferentes áreas de mantenimiento que sobre el proceso de Deshidratación tienen alcance; en consenso con cada una de las partes se definieron y plasmaron en un formato planteado por los autores de la monografía las fallas funcionales y los modos de falla de los equipos de mayor importancia en la Planta Deshidratadora La Cira, evaluando el Número de prioridad del riesgo (RPN) y la

matriz modeladora del riesgo para definir la jerarquía de ejecución de las tareas y sus respectivas frecuencias; como se aprecia a continuación.

Tabla 42. Análisis FMECA Activos Planta Desidratadora la Cira

Equipo	Tipo de Función	Codigo	Descripción de la Función	Item Falla Función al	Codigo de Falla Función al	Descripción de la Falla Función al	Calificación 5					RPW				Jerarquia de Ejecución de Tareas	Tipo de Tarea a Realizar				Valoración Cualitativa del Riesgo del Modo de Falla		Severidad de las consecuencias	Matriz Modeladora del Riesgo							
							Item del Modo de Falla	Codigo del Modo de Falla	Descripción del Modo de Falla	O	1	2	3	4	5		m	O	D	R	V	P			C	E	P	E	P		
																														Correctiva	Modificativa
VALVULA CONTROL DE GAS A TRATAMIENTO	Función Primaria	0	Regular entre 40 y 60 psi la presión del gas empleado en la combustión de los tubos de fuego del tratador.	A	0-A	la valvula no regula el set point de presión	1	0-A-1	Daño en controlador de valvula.	2	2	1	1	2	3	1.65	2	3	9.9	4	X				3	0.0004	C	Medio			
							2	0-A-2	Daño en diafragma	2	2	1	1	1	1	1.25	2	3	7.5	8	X						3	0.0004	B	Medio	
							3	0-A-3	Daño en posicionador	2	2	1	1	1	1	1.25	2	3	7.5	9	X						3	0.0004	A	Bajo	
							4	0-A-4	Ausencia de aire para operación de valvula	1	0	0	0	1	1	0.4	3	3	3.6	48				X				4	0.008	A	Medio
							5	0-A-5	Daño en sensores	2	2	1	1	2	3	1.65	2	4	13.2	1	X							3	0.0004	D	Alto
							6	0-A-6	Deterioro cable de alimentación	3	0	0	0	1	1	0.5	2	3	3	54	X							4	0.008	A	Medio
							7	0-A-7	Deterioro cable de comunicaciones	2	2	1	1	1	2	1.3	2	3	7.8	7	X							4	0.008	D	Alto
							8	0-A-8	Daño en bombas sistema de control Opto 22	1	1	0	1	2	2	1.25	2	2	5	21	X							3	0.0004	C	Medio
							9	0-A-9	Daño en filtro	1	0	0	0	1	1	0.4	3	3	3.6	49	X							4	0.008	A	Medio
							10	0-A-10	Asiento Dañado	1	0	0	0	1	0	0.35	2	4	2.8	74	X							4	0.008	B	Medio
VALVULA CONTROL DE GAS A TRATAMIENTO	Función Secundaria	1	Cortar suministro de gas a tratamiento	A	1-A	la valvula no corta suministro de gas a tratamiento.	1	0-B-1	Daño en controlador de valvula.	2	2	1	1	2	3	1.65	2	3	9.9	5	X				3	0.0004	C	Medio			
							2	0-B-2	Asiento Dañado	1	0	0	0	1	0	0.35	2	4	2.8	75	X						4	0.008	B	Medio	
							3	0-B-3	Daño en sensores	2	2	1	1	2	3	1.65	2	4	13.2	2	X						3	0.0004	D	Alto	
							1	0-C-1	Daño en controlador de valvula.	2	2	1	1	2	3	1.65	2	3	9.9	6	X							3	0.0004	C	Medio
							2	0-C-2	Daño en sensores	2	2	1	1	2	3	1.65	2	4	13.2	3	X							3	0.0004	D	Alto
							3	0-C-3	Ausencia de aire para operación de valvula	1	0	0	0	1	1	0.4	3	3	3.6	50			X					4	0.008	A	Medio
							1	1-A-1	Asiento Dañado	1	0	0	0	1	0	0.35	2	4	2.8	76	X							3	0.0004	C	Medio
							2	1-A-2	Daño en diafragma	2	2	1	1	1	1	1.25	2	3	7.5	10	X							3	0.0004	B	Medio
							3	1-A-3	Tapón Dañado	2	1	0	0	1	1	0.65	1	3	1.95	116	X							3	0.0004	C	Medio
							4	1-A-4	Valvula Descalibrada	1	1	0	0	1	0	0.55	2	1	1.1	154	X			X				3	0.0004	B	Medio
5	1-A-5	Buje erosionado	1	0	0	0	1	0	0.35	2	2	1.4	130	X							3	0.0004	A	Bajo							
VALVULA DE SEGURIDAD TRATADOR	Función Primaria	2	Proteger al tratador de presiones superiores a 50 psi	A	2-A	la valvula no abre a presiones superiores a 50 psi.	1	2-A-1	Disco adherido al asiento	3	2	1	0	1	0	0.95	2	2	3.8	45	X		X		4	0.008	D	Alto			
							2	2-A-2	Daño en las superficies deslizantes (eje y guías)	3	0	0	0	2	0	0.75	2	2	3	55	X		X				3	0.0004	B	Medio	
							3	2-A-3	Materias extrañas dentro del sombrerete	3	0	0	0	1	0	0.45	2	3	2.7	87	X		X				3	0.0004	A	Bajo	
							4	2-A-4	Fallo del resorte	1	0	1	0	1	0	0.45	2	3	2.7	88	X		X	X			5	0.2	C	Alto	
							5	2-A-5	Set de presión superior al requerido - mala calibración	1	0	1	0	1	0	0.45	2	1	0.9	159	X		X	X			3	0.0004	C	Medio	
							6	2-A-6	Daño en superficie de disco	2	0	0	0	2	0	0.7	2	4	5.6	16	X		X	X			3	0.0004	B	Medio	
							1	2-B-1	Relajación del muelle	1	0	1	0	1	0	0.45	2	4	3.6	51	X		X	X			5	0.2	C	Alto	
							2	2-B-2	Daño en el resorte de la valvula	1	0	1	0	2	0	0.75	2	4	6	15	X		X				4	0.008	D	Alto	
							3	2-B-3	Daño en el obturador de la valvula	1	0	1	0	1	0	0.45	2	4	3.6	52	X		X				3	0.0004	D	Alto	
							4	2-B-4	Tuerca de ajuste floja	1	0	1	0	0	0	0.15	2	3	0.9	157	X		X	X			4	0.008	B	Medio	
VALVULA DE SEGURIDAD TRATADOR	Función Secundaria	3	Aliviar a TEA exceso de gases	A	3-A	la valvula no alivia gas a TEA	1	3-A-1	Disco adherido al asiento	3	2	1	0	1	0	0.95	2	2	3.8	46	X		X		4	0.008	D	Alto			
							2	3-A-2	Set de presión superior al requerido - mala calibración	1	0	1	0	1	0	0.45	2	3	2.7	89	X		X	X			3	0.0004	C	Medio	
							1	4-A-1	Tubos rotos del secador	1	0	1	0	2	2	0.85	2	3	5.1	19	X		X				3	0.0004	C	Medio	
							2	4-A-2	Valvula de drenaje automatico con filtraciones	1	0	0	0	1	2	0.45	2	2	1.8	119	X						3	0.0004	B	Medio	
							1	4-B-1	Daño en prestatato	1	1	0	0	2	2	0.95	1	3	2.85	69	X						3	0.0004	D	Alto	
							2	4-B-2	valvula de seguridad desajustada - No abre	1	1	0	0	2	2	0.95	1	3	2.85	70	X		X				3	0.0004	C	Medio	
							3	4-B-3	Manometro averiado	1	1	0	0	1	2	0.65	3	1	1.95	117	X						4	0.008	A	Medio	
							4	4-B-4	Prestato descalibrado	1	1	0	0	1	2	0.65	3	2	3.9	42	X						3	0.0004	D	Alto	
							1	4-C-1	valvula de seguridad desajustada - No obtura	1	1	0	0	1	0	0.55	3	1	1.65	122	X		X				4	0.008	B	Medio	
							2	4-C-2	Desgaste en cilindros	2	0	0	0	2	2	0.8	3	2	4.8	22	X		X	X			4	0.008	C	Alto	
COMPRESOR AIRE INSTRUMENTOS	Función Primaria	4	Suministrar aire seco comprimido con una presión entre 3 a 15 psi a la instrumentación del tratador y bombas de inyección de químico.	A	4-A	Aire con exceso de humedad	1	4-C-3	Alta temperatura de operación	1	0	0	0	2	2	0.75	2	2	3	56	X		X	X	3	0.0004	C	Medio			
							4	4-C-4	Baja velocidad del compresor	1	0	0	0	2	2	0.75	2	2	3	57	X		X				3	0.0004	C	Medio	
							5	4-C-5	Daño en prestatato	1	1	0	0	2	2	0.95	1	3	2.85	71	X						3	0.0004	D	Alto	
							6	4-C-6	Prestato descalibrado	1	1	0	0	1	2	0.65	3	2	3.9	43	X						3	0.0004	D	Alto	
							7	4-C-7	Filtro obstruido	1	0	0	0	1	0	0.35	3	2	2.1	98	X		X				4	0.008	B	Medio	
							8	4-C-8	Daño en Motor	1	0	0	0	2	2	0.75	2	3	4.5	23	X		X	X			4	0.008	D	Alto	
							9	4-C-9	Daño en el tanque pulmón	3	1	0	0	2	2	1.05	1	3	3.15	53	X		X				2	0.00002	D	Alto	
							10	4-C-10	Daño en el cableado eléctrico	2	1	0	0	1	1	0.65	2	2	2.6	92	X		X				3	0.0004	B	Medio	
							11	4-C-11	Correas averiadas	1	0	0	0	2	1	0.7	2	2	2.8	77	X		X				4	0.008	B	Medio	

Tabla 42 (Continuación)

Equipo	Tipo de Función	Codigo	Descripción de la Función	Item Falla Función al	Codigo de Falla Función al	Descripción de la Falla Función al	Item del Modo de Falla	Codigo del Modo de Falla	Descripción del Modo de Falla	Calificación S					RPW				Jerarquía de Ejecución de Tareas	Tipo de Tarea a Realizar				Valoración Cualitativa del Riesgo del Modo de Falla		Severidad de las consecuencias	Matriz Modeladora del Riesgo		
										O	S	M	A	I	C	o	o	o		Nivel	Correctiva	Modificativa	Preventiva	Predictiva	Escala			Probabilidad	
										0	1	2	3	4	5	0	1	2		3	4	5	0	1	2			3	4
BOMBAS DE CARGA A TRATAMIENTO	Función Primaria	13	Carga 340 bph de emulsion a tratador con una presión de 35 psi.	A	13-A	Carga a tratamiento inferior a 340 bph	1	13-A-1	Daño en sellos mecanicos	2	0	0	0	2	0	0,7	3	3	6,3	13	X		X			5	0,2	C	Alto
							2	13-A-2	Obstruccion en filtro	2	0	0	0	0	0	0,1	4	2	0,8	163	X					4	0,008	A	Medio
							3	13-A-3	Daño variador de velocidad del motor	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	85	X		X			2	0,0002	B	Bajo
							4	13-A-4	Tubería de descarga obstruida	2	0	0	0	1	0	0,4	2	2	1,6	123	X					3	0,0004	A	Bajo
							5	13-A-5	Valvula de succion muy cerrada	1	0	0	0	0	0	0,05	3	1	0,15	187	X			X		4	0,008	A	Medio
							6	13-A-6	Bomba pegada	3	0	0	0	2	0	0,75	1	2	1,5	127	X					3	0,0004	C	Medio
							7	13-A-7	Daño en cojinetes	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	28	X		X	X		5	0,2	C	Alto
							8	13-A-8	Motor pegado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	131	X		X			4	0,008	C	Alto
							9	13-A-9	Impulsor averiado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	132	X		X	X		4	0,008	C	Alto
				1	13-B-1	Daño en sellos mecanicos	2	0	0	0	2	0	0,7	3	3	6,3	14	X		X			5	0,2	C	Alto			
				2	13-B-2	Daño variador de velocidad del motor	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	78	X					2	0,0002	B	Bajo			
				3	13-B-3	Impulsor averiado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	133	X		X	X		4	0,008	C	Alto			
	4	13-B-4	Daño en cojinetes	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	29	X		X	X		5	0,2	C	Alto						
	5	13-B-5	Obstruccion en filtro	2	0	0	0	0	0	0,1	4	2	0,8	166	X					4	0,008	A	Medio						
	6	13-B-6	Cavitacion	2	0	0	0	2	0	0,7	1	3	2,1	103	X					3	0,0004	A	Bajo						
	7	13-B-7	Bomba trabajando en vacio	1	0	0	0	0	0	0,05	1	1	0,05	190	X					2	0,0002	A	Bajo						
	1	13-C-1	Falla en la alimentación	1	0	0	0	0	0	0,05	2	1	0,1	188	X					3	0,0004	A	Bajo						
	2	13-C-2	Daño en las bobinas de motor	1	0	0	0	2	0	0,65	2	1	1,3	147	X		X	X		3	0,0004	C	Medio						
	3	13-C-3	Daño variador de velocidad del motor	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	79	X					2	0,0002	B	Bajo						
	4	13-C-4	Corto circuito del motor	1	0	0	0	2	0	0,65	1	1	0,65	178	X					3	0,0004	C	Medio						
	Función secundaria	14	Arrancar o detener el proceso de Deshidratacion.	A	14-A	La bomba no arranca al accionar el interruptor	1	14-A-1	Switch averiado	1	0	0	0	1	0	0,35	2	2	1,4	134	X				4	0,008	B	Medio	
							2	14-A-2	Sistema de proteccion activado	1	0	0	0	1	0	0,35	1	2	0,7	167	X				3	0,0004	B	Medio	
				B	14-B	La bomba no apaga al accionar el interruptor	1	14-B-1	Switch averiado	1	0	0	0	1	0	0	0,35	1	2	0,7	171	X			4	0,008	B	Medio	
							2	14-B-2	Sistema de proteccion activado	1	0	0	0	1	0	0,35	1	2	0,7	173	X				3	0,0004	B	Medio	
1							15-A-1	Impulsor averiado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	135	X		X	X	4	0,008	C	Alto		
2							15-A-2	Obstruccion en filtro	2	0	0	0	0	0	0,1	4	2	0,8	162	X				4	0,008	A	Medio		
3	15-A-3	Valvula de succion muy cerrada	1	0	0	0	0	0	0,05	1	1	0,05	189	X					3	0,0004	B	Medio							
4	15-A-4	Bomba pegada	3	0	0	0	2	0	0,75	1	2	1,5	128	X					3	0,0004	C	Medio							
5	15-A-5	Daño en cojinetes	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	33	X		X	X		5	0,2	C	Alto							
6	15-A-6	Motor pegado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	136	X		X			4	0,008	C	Alto							
7	15-A-7	Impulsor averiado	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	138	X		X	X		4	0,008	C	Alto							
8	15-A-8	Daño valvula cheque de la descarga	1	0	0	0	2	0	0,65	2	1	1,3	149	X					3	0,0004	C	Medio							
Función secundaria	15	Mantener la temperatura de operación del tratador entre 130 y 150 F.	A	15-A	Temperatura de operación del tratador por encima de 150 F	1	15-B-1	Motor revolucionado	1	0	0	0	1	0	0,35	1	1	0,35	181	X				2	0,0002	B	Bajo		
						2	15-B-2	Filtro roto	1	0	0	0	2	0	0,65	2	1	1,3	148	X		X		3	0,0004	C	Medio		
						3	15-B-3	Daño en disco de valvula de la descarga	2	0	0	0	2	0	0,7	2	1	1,4	140	X				3	0,0004	C	Medio		
1	16-A-1	Daño del variador de velocidad del motor				2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	80	X				2	0,0002	B	Bajo					
2	16-A-2	Daño en disco de valvula en la descarga				2	0	0	0	2	0	0,7	2	1	1,4	137	X					3	0,0004	C	Medio				
1	17-A-1	Daño en termistor				2	0	0	0	2	0	0,7	1	1	0,7	169	X					3	0,0004	B	Medio				
2	17-A-2	Switch de controlador averiado	2	0	0	0	1	0	0,4	1	1	0,4	179	X					3	0,0004	B	Medio							
3	17-A-3	Daño del variador de frecuencia	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	86	X					3	0,0004	C	Medio							
4	17-A-4	Mala configuración del software	2	0	0	0	2	0	0,7	1	1	0,7	176	X					2	0,0002	B	Bajo							
5	17-A-5	Bajo nivel de corriente	1	0	0	0	1	0	0,35	1	1	0,35	182	X					3	0,0004	B	Medio							
Función Primaria	17	Controlar la velocidad de los motores de las bombas de carga entre 35 y 40 Hz.	A	17-A	Variador no controla velocidad del motor entre 35 y 40 Hz	1	17-B-1	Daño de las borneras de alimentación	1	0	0	0	1	0	0,35	1	1	0,35	183	X				3	0,0004	B	Medio		
						2	17-B-2	Daño del variador de frecuencia	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	81	X				3	0,0004	C	Medio		
						3	17-B-3	Bajo nivel de corriente	1	0	0	0	1	0	0,35	1	1	0,35	180	X				3	0,0004	B	Medio		
						4	17-B-4	Daño en el cableado interno del equipo	2	1	0	0	1	0	0,9	1	2	1,8	121	X				2	0,0002	B	Bajo		
1	17-C-1	Daño en el breaker de protección				2	1	0	0	1	0	0,6	2	1	1,2	150	X					3	0,0004	B	Medio				
2	17-C-2	Falla en la configuración del software	2	0	0	0	2	0	0,7	1	1	0,7	172	X					2	0,0002	B	Bajo							

Tabla 42 (Continuación)

Equipo	Tipo de Función	Codigo	Descripción de la Función	Item Falla Función al	Codigo de Falla Función al	Descripción de la Falla Función al	Item del Modo de Falla	Codigo del Modo de Falla	Descripción del Modo de Falla	Calificación S					RPW				Jerarquía de Ejecución de Tareas	Tipo de Tarea a Realizar				Valoración Cualitativa del Riesgo del Modo de Falla		Severidad de las consecuencias	Matriz Modeladora del Riesgo		
										OT	IF	MA	LC	OR	OC	W	O	D		Valor RPW	Correctiva	Modificativa	Preventiva	Predictiva	Escala			Probabilidad	
TRANSMISOR DE TELEMETRIA	Función Primaria	18	Medir y registrar local y/o remotamente los niveles de liquido en tanques de manera continua, periódica o por solicitud manual.	A	18-A	Instrumentación no reporta señal	1	18-A-1	Daño de las bombas de alimentación	2	0	0	0	1	0	0,4	2	2	1,6	124	X		X		2	0,0002	B	Bajo	
							2	18-A-2	Daño de las boyas del transmisor MTS	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	82	X		X		3	0,0004	B	Medio	
							3	18-A-3	Daño en la sonda del transmisor	2	0	0	0	3	0	1	1	2	2	113	X		X		4	0,008	C	Alto	
							4	18-A-4	Daño en el cableado de instrumentación	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	139	X		X		3	0,0004	B	Medio	
							5	18-A-5	Desprendimiento del imán de la base del tanque	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	142	X		X		3	0,0004	B	Medio	
							1	18-B-1	Transmisor descalibrado	1	0	0	0	1	0	0,35	4	1	1,4	141	X		X		5	0,2	C	Alto	
	Función Secundaria	19	Emitir señales de alerta por niveles bajo o altos en tanques.	A	19-A	Ausencia de señales ante presencia de datos fuera de ventanas operativas	2	19-A-2	Mala configuración del software	2	0	0	0	2	0	0,7	1	1	0,7	168	X		X		2	0,0002	A	Bajo	
							3	19-A-3	Daño en la sonda del transmisor	2	0	0	0	3	0	1	1	2	2	114	X		X		4	0,008	C	Alto	
							4	19-A-4	Daño en las boyas del transmisor MTS	2	0	0	0	2	0	0,7	2	2	2,8	83	X		X		3	0,0004	B	Medio	
							5	19-A-5	Mala escogencia de la densidad de las boyas	2	0	0	0	2	0	0,7	1	2	1,4	144	X		X		2	0,0002	C	Medio	
							6	19-A-6	Presencia de emulsión al fondo del tanque	2	0	0	0	2	0	0,7	1	1	0,7	175	X		X		4	0,008	C	Alto	
							1	19-A-1	Transmisor descalibrado	1	0	0	0	1	0	0,35	4	1	1,4	145	X		X		5	0,2	C	Alto	
	TRATADOR TERMOELECTROSTATICO	Función Primaria	20	Tratar 340 bph de emulsión crudo - agua a través de sus zonas termicas y electrostaticas, operando en la primera zona a una temperatura entre 120 a 140 F y en la segunda entre 120 a 135 F, y a una presión que oscila entre 15 a 20 psi, buscando con e	A	20-A	Temperatura en zona termica no alcanza los 120 F.	1	20-A-1	Carga a tratamiento superior a 340 bph	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	192	X		X		4	0,008	C	Alto
								2	20-A-2	Valvulas de drenaje totalmente abiertas	2	0	1	0	1	0	0,5	3	1	1,5	129	X		X		4	0,008	D	Alto
								3	20-A-3	Filtro de succión de bombas de carga averiado	2	0	0	0	1	0	0,4	3	1	1,2	152	X				3	0,0004	B	Medio
								4	20-A-4	Valvula de suministro de gas cerrada	1	0	0	0	1	0	0,35	3	1	1,05	156	X		X		2	0,0002	B	Bajo
								5	20-A-5	Valvulas de quemadores parcialmente cerradas	1	0	0	0	1	0	0,35	2	1	0,7	174	X		X		3	0,0004	C	Medio
								6	20-A-6	Termómetro indicando lecturas erroneas	2	0	0	0	1	0	0,4	2	2	1,6	125	X		X		4	0,008	B	Medio
B					20-B	Temperatura en zona termica superior a 140 F.	7	20-A-7	Quemadores obstruidos	2	0	0	0	1	0	0,4	2	1	0,8	165	X		X		2	0,0002	B	Bajo	
							1	20-B-1	Carga a tratamiento inferior a 340 bph	1	0	0	0	0	0	0,05	4	1	0,2	185	X				3	0,0004	B	Medio	
							2	20-B-2	Baja eficiencia de bombas de carga	1	0	0	0	2	0	0,65	3	1	1,95	118	X		X	X	4	0,008	C	Alto	
							3	20-B-3	Linea de descarga bombas de carga obstruida	2	0	0	0	2	2	0,8	1	1	0,8	164	X				3	0,0004	D	Alto	
							4	20-B-4	Valvula de suministro de gas con apertura fuera de especificaciones	1	1	0	0	1	2	0,65	2	2	2,6	93	X		X		3	0,0004	C	Medio	
							6	20-B-6	Daño en variador	2	0	0	0	2	0	0,7	2	1	1,4	146	X				3	0,0004	A	Bajo	
C					20-C	Presión de operación inferior a 15 psi	7	20-B-7	Termómetro indicando lecturas erroneas	2	0	0	0	1	0	0,4	2	2	1,6	126	X		X		4	0,008	B	Medio	
							1	20-C-1	Valvula autorreguladora de presión en falla	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	30	X		X		3	0,0004	C	Medio	
							2	20-C-2	Valvula de suministro de gas cerrada	1	0	0	0	1	0	0,35	3	1	1,05	155	X		X		3	0,0004	B	Medio	
							1	20-D-1	Valvula autorreguladora de presión en falla	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	31	X		X		3	0,0004	C	Medio	
							2	20-D-2	Valvula de suministro de gas con apertura fuera de especificaciones	1	1	0	0	1	2	0,65	2	2	2,6	94	X		X		3	0,0004	C	Medio	
							3	20-D-3	Linea de salida de gas producido obstruida	2	0	0	0	2	0	0,7	3	2	4,2	32	X		X		2	0,0002	B	Bajo	
Función secundaria	21	Entregar crudo bajo especificaciones de agua, sal y gravedad API.	A	21-A	Crudo fuera de especificaciones	1	21-A-1	Carga a tratamiento superior a 340 bph	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	191	X		X		3	0,0004	B	Medio		
						2	21-A-2	Temperatura de zona termica inferior a 120 F	1	0	0	0	2	3	0,8	3	1	2,4	95	X		X		3	0,0004	C	Medio		
						3	21-A-3	Valvulas de drenajes operando en falla	2	0	1	0	2	3	0,95	3	1	2,85	72	X		X		4	0,008	C	Alto		
Función secundaria	22	Brindar Almacenamiento a 53 bbl de liquido	A	22-A	La vasija no mantiene 53 bbl de liquido almacenados	1	22-A-1	Valvulas de drenajes operando en falla	2	0	1	0	2	3	0,95	3	1	2,85	73	X		X		4	0,008	C	Alto		
						2	22-A-2	Rotura en lineas de drenaje	3	0	1	0	2	3	1	1	3	3	67	X		X		3	0,0004	D	Alto		
						3	22-A-3	Control de nivel averiado	2	0	0	0	2	1	0,75	2	2	3	68	X		X		4	0,008	C	Alto		

Fuente. Autores Monografía

De acuerdo a los resultados de la evaluación al número de prioridad del riesgo (RPN) de cada uno de los modos de falla potenciales que existen en los activos de la planta y a la valoración cualitativa del riesgo de los mismos se evidencia:

- a) Es necesario apuntar los recursos para garantizar la confiabilidad y disponibilidad del sistema de suministro de gas, especialmente a su Válvula de control ya que esta es vital para el control operativo de la deshidratadora.
- b) A pesar de no contar con un RPN alto el sistema de alimentación a los quemadores de fuego son un punto estratégico que debe asegurarse para garantizar que el tratamiento no se vea afectado ya que si bien este sistema puede que en un momento falle, serán las pérdidas económicas por atraso en el cumplimiento de ventas lo que jalone a que este sistema se le tenga mayormente asegurado con respecto a otros equipos de la planta.
- c) La mayor cantidad de tareas de mantenimiento corresponden al índole preventivo y correctivo, lo anterior debido a las limitaciones técnicas que hacen necesario que los monitoreos sean constantes tanto por operaciones como por mantenimiento para garantizar el buen funcionamiento del proceso y la confiabilidad de los equipos.
- d) Queda ratificado que es el tratador termoelectrostático el activo principal de estas instalaciones, no solo por no contar con un equipo relevo con capacidades mayores o iguales si no por ser el encargado de hacer concurrir las labores de todos los demás activos, si bien el RPN de sus modos de falla no son tan altos como se creería que fuesen, este equipo lo constituyen cada uno de los instrumentos evaluados, lo cual quiere decir que de una u otra manera las novedades que ocurran con este equipo atentara fuertemente contra los indicadores de desempeño.
- e) El 55% de los modos de falla se encuentran catalogados dentro de la matriz modeladora del riesgo como Medio a diferencia del muy alto que solo representa el 2%, algo positivo desde el punto de vista de la jerarquía de equipos, las tareas deberán plasmarse de acuerdo a la mayor criticidad y

siendo que el 2% es el más crítico las rutinas disponibles para tenerle bajo control deberán ser bien planeadas para no caer en el juego de extender periodos de revisión por creerle lejos de nuestro alcance.

- f) Por último el RPN del sistema de bombeo y su interpretación, indica que ese debe ser llevado con mantenimiento predictivo, es decir que se deberá conocer con un grado de aproximación muy alto cuando podrá presentarse algún modo de falla, lo cual motiva a que los recursos se tengan en un periodo de tiempo bastante positivo.

#### 4.3 Descripción de las tareas para los equipos críticos.

La descripción de las tareas de mantenimiento para los equipos críticos de la planta hace parte del anexo 1 del presente documento, siguiendo estándares establecidos por ECOPETROL, en su sistema de información de mantenimiento ELIPSE

##### 4.3.1 Cuidado básico de equipos.

Buscando lograr una comunicación eficiente entre el departamento de mantenimiento y operaciones de los estados día a día de los equipos de la planta deshidratadora, es decir si se encuentran operando, operando en falla, stand by en falla o fuera de servicio, y de las actividades que por mantenimientos preventivos y correctivos se dieran, se plantea en un archivo dichas condiciones, las cuales por medio de un cálculo sencillo exponen la disponibilidad y confiabilidad de cada uno de los equipos tanto diaria como la global del mes al que corresponda, , la actualización de esta información será de carácter obligatorio para operaciones.

Tabla 43. Calculo de disponibilidad básica de equipos

PLANTA DESIDRATADORA LA CIRA NOVIEMBRE 2010

SISTEMA	FECHA	1					TOTAL HRS DISP	TOTAL HRS CONF	OBSERVACIONES
		OF	SF	MC	MP	EF			
Sistema de Bombeo	Bomba 1 de Carga a Tratamiento	1	1				24	24	
	Bomba 2, Backup de Carga a Tratamiento	1	1				24	24	
	Bomba Multietapa de Trasiego a K109	1	1				24	24	
	Bomba Backup de Trasiego a K109	1	1				24	24	
Servicio Industrial	Compresor de Aire	1	1				24	24	
	Compresor Backup	0	0			24	0	0	Fuera de Servicio
Deshidratación	Control Suministro de gas a Tratamiento	1	1				24	24	
	Tratador Termoelectrostatico	1	1				24	24	
	Inyeccion de agua	1	1				24	24	
Sistema alterno de suministro de gas a tratador	Separador	1	1				24	24	
	Compresor de gas	1	1				24	24	
	Acumulador	1	1				24	24	
	TEA	1	1				24	24	
Aguas Residuales	Trampa API	1	1				24	12	
	Piscina Enfriamiento	1	1				24	12	
	Bomba 1 de retrate	0	1				24	0	Baja eficiencia
	Bomba 2, Backup de retrate	1	0				24	0	Esperando cambio de valvulas - Evento 100902
	Piscinas de Oxidacion	1	1				24	12	
	Sistema de Aspersión	0	0				24	0	Fuera de servicio
SCI	Monitores (contraincendio)	1	1				24	24	
Tratamiento Químico	Inyeccion a Tratamiento	1	1				24	24	
	Inyeccion entrada a K101/K102	1	1				24	24	

SISTEMA	FECHA	1					TOTAL	TOTAL	OBSERVACIONES	
	EQUIPO	OF	SF	MC	MP	EF	HRS DISP	HRS CONF		
Almacenamiento	K01			1	1			24	24	Instrumentación incompleta y regleta pegada
	Instrumentacion asociada K01			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	K02			1	1			24	24	Lampara en punto de medicion fuera de servicio
	Instrumentacion asociada K02			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	K101			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	Instrumentacion asociada K101			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	K102			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	Instrumentacion asociada K102			1	1			24	24	Instrumentación incompleta
	K109			1	1			24	24	
	Instrumentacion asociada K109			1	1			24	24	
DIARIO GLOBAL							98%	83%		
DIARIO MTTO							97%			

Fuente: Autores de monografía

#### 4.3.2 Indicadores propuestos para la gestión del mantenimiento de la planta Deshidratadora La Cira.

En mantenimiento como en cualquier otra área la medición es parte fundamental para establecer que se está haciendo, de qué forma, si se está realizando adecuadamente, en que se puede mejorar, etc. Hay que ser cuidadoso en el empleo de esta, pues de no saberse emplear adecuadamente se pueden generar malos resultados.

Para el caso puntual del modelo gerencial plasmado en el presente documento se sugiere para el control de la gestión algunos indicadores que además de brindar información para la planificación tanto del correctivo como del preventivo ofrecen información detallada de actividades, resultados y recursos.

Este tipo de análisis permitirá definir la eficacia de la organización, ya que permitirá conocer tanto los trabajos realizados como los pendientes o atrasados, ayudando a la optimización de los procedimientos, enfocándose en la relación de las actuaciones y los resultados obtenidos, buscando establecer que lo que se ha hecho este de la forma correcta, sin dejar a un lado el análisis que conlleva el manejo del recurso humano.

A continuación se relacionan los indicadores propuestos para la gestión del mantenimiento:

a) Horas de paro por mantenimiento / Horas de producción realizada

Horas por paros generadas por averías.

b) Costos de mantenimiento totales / Costos de producción.

Este indicador dará a conocer el efecto que tiene el costo de mantenimiento sobre el costo final del producto terminado.

c) Costos de mantenimiento preventivo / Costos totales de mantenimiento

d) Este indicador mostrará el nivel de utilización de las técnicas preventivas frente a las técnicas de mantenimiento correctivo.

e) Costos de mantenimiento ambiental / Costos totales de mantenimiento

f) Este indicador comparará los costos incurridos en evitar o corregir averías que de una u otra manera podrían afectar el medio ambiente.

g) Número de accidentes / Número de horas laboradas.

h) Este indicador evaluará la eficiencia y eficacia con que se realizan las actividades de mantenimiento sin afectar los estándares HSE, mostrando la frecuencia de accidentes que se producen.

i) Número de jornadas pérdidas / Número de horas trabajadas.

- j) Como puede ocurrir que el número de accidentes sea considerable en cantidad pero no en magnitud se utiliza este índice para analizar las jornadas pérdidas con relación al tiempo laborado.

## 5. CONCLUSIONES

- El análisis FMECA realizado a gran parte de los equipos de la planta Deshidratadora la Cira concluye que el modo de falla más crítico de acuerdo al RPN, corresponde al daño en los sensores de la Válvula de control de gas a tratamiento, ya que de presentarse dicha novedad afectaría ostensiblemente los requerimientos de los clientes generando la parada total de la planta.
- Con el desarrollo del análisis FMECA se puede jerarquizar las fallas de acuerdo a su importancia, además de la identificación del cómo proceder para minimizar la ocurrencia de las mismas a través de acciones correctivas, preventivas o predictivas, las cuales deben quedar plasmadas en las rutinas, especificando a qué tipo de mantenimiento corresponden.
- Definir las funciones que cumplen los equipos nos enseña a utilizar de manera más eficiente los recursos disponibles, haciendo que la labor de mantenimiento sea más efectiva y puntual sobre las diferentes novedades que en un proceso industrial como es el caso de la deshidratación del crudo puedan presentarse, magnificando con ello los indicadores que para evaluación de la eficiencia y eficacia de mantenimiento existen.
- El apoyo de operaciones es crucial para que cualquier programa de mantenimiento sea costo-efectivo, ya que ellos conviven diariamente con los activos, por ello es importante que se implemente sistemas de cuidado básico de equipos “BEC más a menudo en los sistemas productivos, ya que con esta información se pueden atacar novedades en equipos críticos y fundamentales por condición y no por frecuencia, además de ello brinda información en tiempo real a mantenimiento del estado de la condición de los activos, brindando un informe aproximado de la confiabilidad y disponibilidad de los mismos.

- Para fundamentar cualquier modelo de gestión de mantenimiento es necesario asegurar la información primaria del proceso, sistema o actividad, por ende siempre que se desee emprender tarea similar se debe asegurar que la información de los equipos exista con ello se ahorra tiempo intentando descifrar a quien recurrir para la adquisición de repuestos, si estos son de fácil consecución o no, si existen, etc.
- Es importante que los análisis de falla como el caso del FMECA realizado sean evaluados periódicamente para verificar su eficiencia y eficacia, mas cuando este lleve inmerso una evaluación del riesgo potencial y de la severidad de las consecuencias, esto ayuda a despejar mas el paisaje a la hora de planear recursos para los equipos, es decir nos ayuda a establecer un pareto desde el punto de vista de la seguridad del proceso.
- La jerarquía de equipos debe ser lo más clara posible y estructurada, con ello se garantiza que la información de los equipos fluya de una mejor manera, sin embargo una forma de darle mayor cobertura es el familiarizarla directamente con su centro de costos, con ello es más fácil atribuir recursos. Normalmente estos centros de costos están ligados a la actividad productiva y como tal los activos que correspondan a ella deben llevar inmerso en su identificación el centro de costos, si bien esto ocasiona que la nomenclatura empleada se incremente en caracteres será mucho más fácil a la hora de la generación de eventos (requerimientos de producción) u OTS (ordenes de trabajo de mantenimiento) que se proyecte los costos incurridos y por ende se genere el espacio para la gestión de los mismos.
- Es de gran importancia para alcanzar la excelencia productiva, el definir clara y objetivamente los indicadores de gestión de mantenimiento, y así mismo evaluarlos constantemente con el fin de definir metas retadoras año tras año.

- Si se quiere tener control sobre algo, debe medirse, y mucho más si se desea mejorarlo, he allí la razón de los indicadores de gestión, con ellos podremos determinar si los modelos o actividades realmente son efectivas, si requieren adecuaciones o si por el contrario están totalmente desfasadas, para el caso puntual de la monografía por el alcance de la misma solo se llego hasta el planteamiento de lo que a juicio se debería medir para iniciar el ciclo de mejoramiento continuo del análisis de fallas realizado.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ARNOLD, Ken y STEWART, Maurice. Surface production operations. Houston: Butterworth-Heinemann Publications, 1989. v.2. p. 144-145, 160-191, 355-365, 376-393.

AVALLONE, Eugene y BAUMEISTER, Theodore. Manual del Ingeniero Mecánico, México: Editorial McGraw-Hill, Novena edición, 1997. Capítulos 8, 14, 15 y 16.

CREUS, Antonio. Instrumentación Industrial. México: Editorial Alfa Omega, Séptima edición. 2005, Capitulo 10.

\_\_\_\_\_ Instrumentos Industriales su Ajuste y Calibración. México: Editorial Alfa Omega, Tercera edición. 2009, Capitulo 6.

EMERSON, Process Management. Manual Fisher 667 Diaphragm Actuator Sizes 30-76 and 87. 2010.

\_\_\_\_\_ Manual Fisher ET and EAT easy Valves CL125 Through CL600. 2010.

GARCIA, Santiago. Plan de mantenimiento basado en RCM. [Citado 03 Julio de 2010.]. Disponible en <http://mantenimientoindustrial.wikispaces.com/Que+es+RCM?f=print>

GARDNER, Denver. Manual Duplex Power Pump 6" Stroke Model FXG\_\_ B. Cuarta edición. 1997.

GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2002. p.27.

KIMRAY, Valve. Manual Pressure Regulators Gas Back Pressure. 2010.

MORA, Alberto. Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicios. Medellín: Editorial AMG. Segunda edición. 2007, p.212-224.

\_\_\_\_\_ Mantenimiento Planeación, ejecución y control. Bogotá D.C: Editorial Alfa Omega, Primera edición. 2009, p.76-77, 106-108, 343-360, 469-474.

NATCO, Canada. Manual Series 418 - 420, Steel Body Diaphragm Operated Two Way Single Port Valve.

\_\_\_\_\_ Manual Series 430, Cast Iron Body Diaphragm Operated Two Way Single Port Valve.

ROSALER, Robert. Manual del Ingeniero de Planta. México: Editorial Mc Graw Hill, Segunda edición. 1997. v.1.Capitulo 1.

SILVA, Pedro. Mantenimiento en la Práctica. Barranquilla: Pedro Eliseo Silva. 2009, 229 páginas.

SOLOMANTENIMIENTO.COM. Mantenimiento, Reliability y confiabilidad – RCM. [Citado 03 Julio9 de 2010.]. Disponible en [http://www.solomantenimiento.com/m\\_confiabilidad\\_crm.htm](http://www.solomantenimiento.com/m_confiabilidad_crm.htm)

VENKATESH, J. An Introduction to total productive maintenance (TPM). [Citado 03 Julio de 2010.]. Disponible en [http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)

## ANEXO

### ANEXO A INSTRUCCIONES DE TRABAJO

#### **1. MONITOREO Y ANALISIS DE VIBRACIONES**

##### ANALISIS DE RIESGOS:

- \* Asegurarse que los cables y sensores utilizados no puedan ser atrapados por la maquina o los ejes que están girando.
- \* Evitar el contacto físico con los elementos rotativos ya que pueden producir graves lesiones físicas como, amputaciones, cortes profundos, machucones, aprisionamiento, etc.
- \* Tener precaución con las partes mecánicas que estén sometidas a altas temperaturas evitando así quemaduras.
- \* Ser enganchado y arrastrado como consecuencia de llevar ropa y elementos sueltos.

##### HERRAMIENTAS:

- \* Radio de comunicación.
- \* Colector y Analizador de Vibraciones mecánicas DLI-DCX.
- \* Herramientas manuales de trabajo.
- \* Indumentaria adecuada de seguridad industrial para trabajos

##### PROCEDIMIENTO:

La rutina de monitoreo se debe realizar regularmente, según programación; teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- \* Realizar inspección visual de la unidad, en busca de fugas o problemas evidentes.
- \* Verificar que los puntos de monitoreo, estén identificados en la unidad y estén libres de cualquier suciedad que pueda afectar la medición.

- \* Verificar que el equipo se encuentre operando con carga y que las RPM sean estables. (Para el caso de equipos que se encuentren en "Stand By", a la hora de ponerlos en operación, se debe esperar como mínimo 5 minutos para que la unidad alcance su nivel normal de operación).
- \* Colocar el sensor de vibraciones en el (los) punto(s) ya definido(s) en el tren de la unidad.
- \* Para el caso de un motor de combustión interna tomar vibraciones en las bancadas.
- \* Toma de datos para las diferentes ubicaciones en igualdad de condiciones.
- \* Verificación del estado final del sitio de trabajo y cierre del permiso.
- \* Realizar análisis de la información recolectada.
- \* Informe y recomendaciones generando eventos en el CMMS del cliente.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Una vez que los datos obtenidos de la ruta en el equipo se deben descargar sobre los computadores o software, para almacenar sus tendencias y espectros con el fin de realizar un, mejor análisis, y entrega del informe se dará por finalizada este procedimiento de trabajo, el equipo para hacer el monitoreo de vibraciones debe tener las características iguales a las de colector y Analizador de vibraciones mecánicas DLI-DCX.

## 2. INFORME DE VIBRACIONES

- \* Descargue de la data del colector al computador.
- \* Revisión de la data.
- \* Revisión de espectros.
- \* Comparar con carta de severidad.
- \* Comparar con datos históricos.
- \* Análisis de tendencias y resultados.
- \* Elaborar reporte del estado de los equipos.
- \* Crear el evento a planeación (si es el caso, según la criticidad de lo encontrado).
- \* Cierre de carta de trabajo.

### **3. LIMPIEZA POR ATASCAMIENTO PSV0203B**

#### **DILIGENCIAR PERMISO DE TRABAJO:**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo, Tener en cuenta las condiciones generales de seguridad y ambiente de operación, que se describen a continuación:

- \* Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.
- \* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.
- \* Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor: casco, ropa de trabajo, botas dieléctricas, gafas de seguridad y guantes
- \* Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- \* Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición subestandar.
- \* Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.
- \* Detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.
- \* Cumpla con las normas de seguridad del área.
- \* Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata al operador del área.

#### **HERRAMIENTAS:**

- \* Caja de herramienta.
- \* Llaves boca fijas.
- \* Manómetros patrones análogos o digitales.

#### **FUNGIBLES:**

- \* Jabón biodegradable.
- \* Papel de lija 400.

- \* Cinta teflón.
- \* Grasa lubricante.

#### **4. LIMPIEZA POR ATASCAMIENTO PSV0203B**

##### **DESMONTAR VALVULA DE SEGURIDAD:**

- \* Cierre la válvula de bloqueo o utilice flanches ciegos de acuerdo a las facilidades del sitio.
- \* Dependiendo del tamaño de la válvula, se desmontará con la colaboración de servicios a plantas o conjuntamente con el frente de tubería.
- \* Transportar la válvula al taller.
- \* Antes de desarmar la válvula verifique el valor de disparo de esta.

##### **DESARMAR LA VALVULA DE SEGURIDAD:**

- \* Retirar la tapa de protección del tornillo de ajuste o disparo.
- \* Aflojar el tornillo de ajuste de disparo para destensionar el resorte. Retirar los sellos de seguridad.
- \* Retirar la tapa superior, el resorte y el tapón de la válvula, desajustar tornillos.
- \* Desarmar completamente, limpiar e inspeccionar sus componentes detenidamente.
- \* En caso de encontrar piezas erosionadas o en mal estado, informar al supervisor

##### **LAVAR Y LIMPIAR LAS PARTES INTERNAS:**

- \* Extraer el sello del tapón de la válvula.
- \* Limpiar con agua, jabón y desengrasante las partes internas de la válvula.
- \* Lijar la zona interior de la válvula donde está alojado el tapón, utilizar lija suave o pomada para esmerilar.

##### **ASENTAR ASIENTO Y TAPON DE LA VALVULA:**

- \* Pulir el tapón de la válvula, utilizar lija fina 400 y aceite como agente lubricador sobre un vidrio grueso o mármol.
- \* Pulir el asiento de la válvula, utilizar lija fina 400 y aceite como agente lubricador, sobre un vidrio grueso o mármol.

- \* Inspeccionar si existen partículas de sólidos entre el asiento y el disco.
- \* Verifique el estado, desgaste o erosión del asiento.
- \* Para armar la válvula verifique primero la posición y ubicación correcta de todas las piezas ajustables de la misma.
- \* Por seguridad se deben utilizar llaves boca-fija y no expansivas.

#### ARMAR LA VALVULA DE SEGURIDAD

- \* Ajustar el asiento del cuerpo de la válvula.
- \* Instalar el tapón, el resorte y la tapa de la válvula.
- \* Ajustar los tornillos de la tapa superior de la válvula
- \* Ajustar el tornillo de calibración de disparo hasta la mitad de su recorrido.
- \* Ajustar la tapa de protección del tornillo de ajuste de disparo.
- \* Realizar a toda la tornillería y partes móviles la respectiva lubricación con grasa.

#### CALIBRAR LA VALVULA DE SEGURIDAD:

Cuarto de calibración de válvulas de seguridad.

Nota 1: Por seguridad del trabajador y de la válvula (daño en el asiento) el ajuste de calibración se debe hacer siempre sin presión en el cuerpo de la válvula, bajo ninguna circunstancia opere este ajuste con presión de calibración presente.

Nota 2: la salida de la válvula nunca debe estar orientada hacia las personas que están calibrándola.

- \* Calibrar la válvula de seguridad utilizando: un compresor de aire, un manómetro de precisión con una escala no superior al 100% del set de calibración.
- \* Instalar la válvula en el flanche correspondiente, asegúrese de colocar un empaque entre flanches.
- \* Se deben tener construidas las bridas una para acoplar por un lado la válvula de seguridad y por el otro la manguera de alta presión o el tubing proveniente del cilindro del compresor.
- \* La válvula debe ser instalada para la calibración en posición vertical.
- \* Ajustar los pernos y tuercas que acoplan el flanche de la válvula.
- \* Desajustar la tapa de protección del tornillo de ajuste de disparo.
- \* Encender el compresor de aire hasta que acumule más de 1000 PSI.

- \* Aumentar lentamente la presión de entrada a la válvula.
- \* Cuando se esté aproximando al disparo indicado por la placa, tome las precauciones correspondientes y dispárela.
- \* Debe disparar exactamente al valor indicado por la placa o las necesidades de proceso.
- \* Al disminuir la presión por debajo del set de disparo la válvula debe sellar.
- \* Repetir el procedimiento de disparo una vez más.
- \* Si la válvula no se está disparando al valor de la placa, mueva el tornillo de ajuste de disparo en sentido contrario a las manecillas del reloj o en sentido de las manecillas del reloj de acuerdo a la necesidad y ajuste al valor de placa.
- \* En sentido contrario a las manecillas del reloj la válvula disminuye la presión de disparo
- \* En sentido de las manecillas de reloj la válvula aumenta la presión de disparo.
- \* Ajustar hasta lograr la calibración de placa del instrumento
- \* Montar y colocar en servicio la válvula de seguridad
- \* Trasladar la válvula de seguridad al campo
- \* Instalar y ajustar la válvula de seguridad en el proceso.

#### CRITERIO DE ACEPTACION:

En la calibración se debe tener un set de disparo 75 PSI según la norma API MPMS Capítulo 6 o el capítulo 6 del manual de medición hidrocarburos (MMH).

#### ENTREGAR VALVULA DE SEGURIDAD

Entregar la válvula al operador y supervisor de planta para realizar el proceso de alineación (abrir válvulas de bloqueo de la válvula de seguridad).

### **5. CAMBIO DE ACEITE.**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

- \*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

\* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área.

-uso y manejo de vehículos.

-normas en instalaciones.

-normas para visitantes.

-normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD :

El cambio de aceite es recomendable realizarlo cuando el aceite se encuentra caliente, para mayor desalojo de las impurezas o puede usar aceite pobre para hacer el enjuague.

1. Corte el suministro de energía al motor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas.

2. Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida de la bomba.
3. Revise si hay fugas de aceite en el carter, por el cigüeñal o conexiones del visor, frasco o indicador de nivel.
4. Revise el estado del aceite, si se encuentra emulsionado cámbielo.
5. Realice lavado interior y exterior del carter con queroseno limpio, (si lo requiere), revise visor o frasco nivel.
6. Verifique que no le este entrando agua al carter desde el exterior.
7. Agregar aceite nuevo, de un nivel adecuado.
8. Ponga en funcionamiento la bomba y verifique fugas y estado del equipo.
9. Cierre el permiso de trabajo.
10. Realice entrega del equipo al operador de planta.

Fungibles requeridos: estopas - trapos y lanilla, jabón desengrasante, brochas de cerdas de nylon y balde.

Herramientas requeridas: caja de herramienta básica para mecánico.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

Revisar que el aceite sea nuevo; revisar que no haya presencia de agua y partículas solidas en el aceite; asegurar que el aceite sea el recomendado por la carta de lubricación del equipo.

HERRAMIENTAS: Caja de herramienta menor para mecánico, radio de comunicación.

FUNGIBLES REQUERIDOS: trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

## **6. INSPECCION EMPAQUETADURA**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área.

-uso y manejo de vehículos.

-normas en instalaciones.

-normas para visitantes.

-normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD :

\* Retire la venta de inspección ubicada en el cuerpo de la bomba.

\* Comprobar que el prensaestopas gotee continuamente. Máximo 50 gotas por minuto.

\* Comprobar con la mano la temperatura del prensaestopas. Si está excesivamente caliente reportarlo.

\* Lo anterior mas la regulación ajustando o aflojando las tuercas del prensaestopas.

Nota: Repita el mismo procedimiento para los demás pistones.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

Verificar que la empaquetadura se encuentra en buen estado, en caso de cambio verifique que sea nueva y con las especificaciones requeridas para el equipo.

Comprobar que el prensaestopas gotee continuamente. Máximo 50 gotas por minuto.

#### HERRAMIENTAS:

Radio de comunicación.

FUNGIBLES REQUERIDOS: Trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

## **7. VERIFICAR CARRERA DE PISTONES**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

\* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área.

-uso y manejo de vehículos.

-normas en instalaciones.

-normas para visitantes.

-normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

\* Verifique que la bomba este operando bajo condiciones aceptables.

\* Retire la venta de inspección ubicada en el cuerpo de la bomba.

\* Verifique que el vástago se desplace libremente y no presente ralladuras y picaduras.

\* En caso de encontrar ralladuras en el vástago detenga el equipo y revise internamente el pistón.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

Verificar que los pistones se encuentren en buen estado (no fracturados, no corroídos, no picados, no rayados, ni desgastados.), en caso de caso de cambio del pistón, verifique que el/los pistones sean nuevos y con las especificaciones requeridas para el equipo.

## **8. REVISION DE EMPAQUES E INSERTOS DE VALVULA**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

- \*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.
- \*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.
- \* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.
- \*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- \*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- \*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.
- \*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.
- \*Señalice el área de trabajo si lo requiere.
- \*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.
- \*Cumpla con las normas de seguridad del área.
  - uso y manejo de vehículos.
  - normas en instalaciones.
  - normas para visitantes.
  - normas en operaciones.
- \*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.
- \*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.
- \*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.
- \*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

- \* Corte el suministro de energía al motor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas.

- \* Colocar etiqueta de precaución al interruptor de la bomba indicando la desconexión.
- \* Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida de la bomba. Asegúrese de que la bomba este aislada del sistema y que la presión ha sido aislada antes de abrir filtro.
- \* Instale platinas ciegas.
- \* Realizar drenaje de la línea.
- \* Afloje y remueva los tornillos de las tapas o cover de las válvulas.
- \* Observe y marque la dirección en que queda montado el conjunto antes de removerlo del asiento de las válvulas. Tome nota de esta dirección para cuando vaya a reensamblar el conjunto de válvulas.
- \* Desmonte conjunto de válvulas y realice limpieza si es necesario.
- \* Inspeccione resortes, inserto, asientos y empaques de las válvulas verificando el estado de las mismas, cámbielos si es necesario.
- \* Revierta los procedimientos de desarme para rearmar el conjunto de válvulas.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Verificar que se encuentre en buen estado los empaques e insertos de las válvulas, en caso de cambio de estos elementos verifique que sean nuevos y con las especificaciones requeridas para el equipo. En el momento de operación del equipo comprobar que las condiciones de funcionamiento como presiones de succión y descarga sean las normales.

#### HERRAMIENTAS:

Caja de herramienta menor para mecánico

Radio de comunicación.

FUNGIBLES REQUERIDOS: trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

## **9. LIMPIAR FILTRO DE SUCCIÓN SEGÚN PROGRAMA**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

- \*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.
- \*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.
- \* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.
- \*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
- \*Conocer el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- \*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.
- \*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.
- \*Señalice el área de trabajo si lo requiere.
- \*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.
- \*Cumpla con las normas de seguridad del área:
  - Uso y manejo de vehículos.
  - Normas en instalaciones.
  - Normas para visitantes.
  - Normas en operaciones.
- \*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.
- \*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.
- \*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.
- \*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

Este procedimiento aplica para limpiar el filtro de succión en bombas reciprocantes.

Para la ejecución de esta actividad se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El oficial de facilidades y su ayudante, quienes realizaran los trabajos de mantenimiento deberán tener certificación vigente que lo acredite como técnico en facilidades
2. El técnico en facilidades y su ayudante, encargado del mantenimiento deberá contar con todos los implementos de seguridad y por ningún motivo procederá a hacer el trabajo sin haber valorado los riesgos en el ATS y diligenciado el permiso de trabajo con la autoridad del área respectiva.

**DOCUMENTOS APLICABLES:**

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso de trabajo.
3. Sistema de aislamiento seguro (SAS)
4. Orden de trabajo
5. Formato de entrega de informes.

**ALCANCE:**

1. Corte el suministro de energía al motor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas.
2. Colocar etiqueta de precaución al interruptor de la bomba indicando la desconexión.
3. Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida de la bomba. Asegúrese de que la bomba este aislada del sistema y que la presión ha sido aislada antes de abrir filtro.
4. Instale platinas ciegas
5. Realizar drenaje de la línea
6. Soltar tornillería tapa del filtro.
7. Retirar malla de filtro.
8. Hacer limpieza. (Cambie malla si está rota)
9. Instale malla
10. Instale y ajuste tapa al filtro
11. Realice limpieza general del equipo y área de trabajo.

12. Retire platinas ciegas
13. Ponga en funcionamiento la bomba en presencia del operador y verifique vibraciones, fugas y ruidos extraños.
14. Realice entrega del equipo al operador de planta.
15. Cierre el permiso de trabajo.
16. Elabore informe de trabajo

**CRITERIOS DE ACEPTACION:**

El filtro debe estar en perfecta condiciones y debidamente limpio.

**FUNGIBLES REQUERIDOS:** trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

**HERRAMIENTAS REQUERIDAS:** caja de herramienta básica para Facilidades

**10. REVISAR NIVELES Y TENSION EN CORREAS**

**ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

**CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:**

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área.

-uso y manejo de vehículos.

-normas en instalaciones.

-normas para visitantes.

-normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

Este procedimiento aplica para limpiar el filtro de succión en bombas reciprocantes.

Para la ejecución de esta actividad se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El oficial de facilidades y su ayudante, quienes realizaran los trabajos de mantenimiento deberán tener certificación vigente que lo acredite como técnico en facilidades
2. El técnico en facilidades y su ayudante, encargado del mantenimiento deberá contar con todos los implementos de seguridad y por ningún motivo procederá a hacer el trabajo sin haber valorado los riesgos en el ATS y diligenciado el permiso de trabajo con la autoridad del área respectiva.

#### DOCUMENTOS APLICABLES:

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso de trabajo.
3. Sistema de aislamiento seguro (SAS)
4. Orden de trabajo
5. Formato de entrega de informes.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

1. Inspeccionar estado de la correa.

2. Si requiere cambio, al momento de instalar no palanquee la correa sobre las ranuras de la polea, primero afloje los pernos de anclaje y el tensor de la correa, luego empuje el motor hacia la bomba, cambie la correa colocándola en las ranura de la polea, verifique la correcta posición, utilice el perno tensor para realizar el ajuste.

3. Alinee las poleas con una regla recta.

4. Si requiere ajuste, utilice los pernos de tensión para aumentar ó disminuir la tensión de la correa, para una inspección rápida del correcto ajuste es observar el arco que queda en el lado inferior de la correa cuando este se encuentra en operación, si un pequeño arco es evidente las correas están bien ajustadas.

#### CRITERIO DE ACEPTACIÓN:

Una correa floja se desliza o resbala y produce calor y desgaste; la correa muy tensionada sobrecarga los rodamientos.

FUNGIBLES REQUERIDOS: trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

HERRAMIENTAS REQUERIDAS: caja de herramienta básica para Mecánicos

## **11. VERIFICAR CONDICION DE ACEITE**

#### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

\* Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

- \*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
- \*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.
- \*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.
- \*Señalice el área de trabajo si lo requiere.
- \*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.
- \*Cumpla con las normas de seguridad del área.
  - uso y manejo de vehículos.
  - normas en instalaciones.
  - normas para visitantes.
  - normas en operaciones.
- \*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.
- \*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.
- \*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.
- \*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

1. Remueva la tapa cárter, desenroscándola completamente.
2. Inspeccione visualmente el estado y palpe la viscosidad del aceite, determine cambio bajo condiciones de degradación ó emulsión ó baja viscosidad.
3. Retire con un paño los restos de aceite presentes en la reglilla de lectura de nivel.
4. Introduzca al máximo y sin roscar la tapa-reglilla con la lectura visible
5. Remueva el indicador y lea el nivel de aceite, si el nivel está por debajo del rango de seguridad, añada aceite para restablecer el nivel a la marca de Full sin exceder la marca.
6. Instale la tapa ajustándola a mano.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Revisar que el aceite sea nuevo; revisar que no haya presencia de agua y partículas solidas en el aceite; asegurar que el aceite sea el recomendado por la carta de lubricación del equipo.

## **12. VERIFICAR ESTADO DE LIMPIEZA DE VÁLVULAS**

### **ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

### **CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:**

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área.

-uso y manejo de vehículos.

-normas en instalaciones.

-normas para visitantes.

-normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

Este procedimiento aplica para limpiar filtro en bombas reciprocantes.

Para la ejecución de esta actividad se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El oficial de facilidades y su ayudante, quienes realizaran los trabajos de mantenimiento deberán tener certificación vigente que lo acredite como técnico en facilidades.
2. El técnico en facilidades y su ayudante, encargado del mantenimiento deberá contar con todos los implementos de seguridad y por ningún motivo procederá a hacer el trabajo sin haber valorado los riesgos en el ATS y diligenciado el permiso de trabajo con la autoridad del área respectiva.

#### DOCUMENTOS APLICABLES:

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso de trabajo.
3. Sistema de aislamiento seguro (SAS)
4. Orden de trabajo
5. Formato de entrega de informes.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

1. Corte el suministro de energía al motor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas.
2. Colocar etiqueta de precaución al interruptor de la bomba indicando la desconexión.
3. Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida de la bomba. Asegúrese de que la bomba este aislada del sistema y que la presión ha sido aislada antes de abrir filtro.
4. Instale platinas ciegas
5. Realizar drenaje de la línea
6. Afloje y remueva los tornillos de las tapas o cover de las válvulas.

7. Observe y marque la dirección en que queda montado el conjunto antes de removerlo del asiento de las válvulas. Tome nota de esta dirección para cuando vaya a reensamblar el conjunto de válvulas.

8. Desmante conjunto de válvulas y realice limpieza si es necesario.

9. Inspeccione resortes, inserto, asientos y empaques de las válvulas verificando el estado de las mismas, cámbielos si es necesario.

10. Revierta los procedimientos de desarme para rearmar el conjunto de válvulas.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Todos los elementos de las partes internas se encuentren en buen estado, en caso de cambio asegurar repuestos nuevos y originales

#### HERRAMIENTAS:

Caja de herramienta menor para mecánico

Radio de comunicación

FUNGIBLES REQUERIDOS: trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambra, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

### **13. INSPECCIÓN TABLERO DE CONTROL**

#### ANALISIS DE RIESGOS

Los riesgos asociados para esta labor son:

\*Arco eléctricos

\*Contacto Directo

\*Contacto Indirecto

\*Tensión de contacto

#### MEDIDAS PREVENTIVAS:

\* Mantener una distancia de seguridad por posibles Arcos eléctricos hacia los elementos que conforman el tablero, cuando se están energizados.

\* Verificar el estado del conductor a tierra, para no recibir una descarga indirecta.

\* Verificar el nivel de aislamiento entre fase y tierra cuando se esté ejecutando la actividad, para no recibir descarga al tocar el chasis del equipo.

#### PROCEDIMIENTO:

## INSPECCIÓN CONTACTOS ELÉCTRICOS

- \* Coordinar con el supervisor del área eléctrica, la apertura del circuito en el CCM o tablero, al cual pertenece el control que se va a trabajar.
- \* Tomar lecturas de temperatura por medio de la pistola infrarroja o pirómetro, para tratar de localizar posibles puntos calientes, la actividad se debe realizar antes de quitar la tensión del controlador.
- \* Instalar candado personal y tarjeta.
- \* Probar ausencia de tensión en el control, entrada del breaker totalizador.
- \* Instalar puesta tierra temporal.
- \* Demarcar el área de trabajo con cinta de seguridad o avisos de prevención.
- \* Buscar indicios de uniones flojas, puntos de conexión sobrecalentados, alambres quemados, y terminales descoloridos.
- \* Limpiar mecánicamente los contactos hasta obtener un terminado brillante, no utilizar lija para esta labor o reemplace las terminaciones que estén descoloridos.
- \* Verificar antes de llevar el controlador al departamento de servicios que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, que no tengan cortos circuitos o puestas a tierra.

## INSPECCIÓN CIRCUITO CONTROL:

- \* Comprobar la funcionalidad correcta del relé en el momento de realizar el mantenimiento.
- \* Verificar la conexión del cableado de control.
- \* Realizar una inspección visual observado lo siguiente: signos de daño mecánico en el relé, contactos y la caja del relé; elementos de oxidación o signos de corrosión en los terminales o caja.
- \* Ensayar el circuito de disparo del interruptor si es posible, la actividad se realiza con la unidad desenchufable retirada de la caja del relé, ya que los terminales para los contactos de salida en la caja de relé quedan abiertos en dicha situación.
- \* Informar al supervisor si se encuentra algún elemento del circuito de control en malas condiciones para realizar la una orden de trabajo (TBC).

- \* Verificar que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra, efectuarlo antes de regresar el controlador al departamento de servicio.

#### CRITERIO DE ACEPTACIÓN:

- \* No debe haber puntos de conexión o contactos sobrecalentados.
- \* Los mecanismos móviles de protecciones se encuentren bien.
- \* Las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, y conexiones a tierra.

### **14. MEDICIÓN DE AISLAMIENTO**

- \* Demarcar el área de trabajo.
- \* Realizar el corte visible de la fuente de tensión hacia el motor a medir.
- \* Desconectar el motor de otros equipos y circuitos, incluyendo las conexiones de tierra, neutro y protecciones.
- \* Condenar o bloquear, si es posible, el aparato de corte, señalar en el mando de los aparatos colocando una tarjeta que diga "no energizar" ó "prohibido maniobrar" ó "no operar".
- \* Verificar la ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión; el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

Medir el aislamiento de la acometida y motor que va del CCM o tablero de alimentación, aguas abajo, realizando los siguientes pasos:

- \* Descargar la capacitancia del motor a medir.
- \* Realizar prueba de corto tiempo ó lectura puntual al conjunto acometida - motor eléctrico, conectando el instrumento a través del aislamiento a probar, asegurando el contacto eléctrico.
- \* Utilizar el método de tiempo-resistencia que consiste en medir el aislamiento durante un período de 10 minutos, tomando su lectura a los 30 segundos y cada minuto hasta finalizar la medición.
- \* Tomar la lectura entre las sondas y el punto de medida operando el equipo de medición por un periodo de 60 segundos; si el resultado medido no cumple con los

criterios de aceptación, se debe desconectar la acometida eléctrica del motor y repetir el procedimiento de medición para el motor y para la acometida por separado, determinando cuál de los dos componentes presenta el problema de aislamiento, dicha medición se debe realizar en los terminales del motor.

- \* Registrar los valores obtenidos en el reporte de actividades.
- \* Elaborar la curva de polarización con las lecturas tomadas y determinar la relación de adsorción y el índice de polarización para establecer el estado del aislamiento;
- \* Descargar la capacitancia del motor nuevamente después de tomada la resistencia de aislamiento.

Si la medida cumple con los criterios de aceptación:

- \* Realizar la conexión del equipo y normalizar el circuito.
- \* Realizar las pruebas de funcionamiento del equipo verificando su correcta operación y se hace entrega del trabajo al operador encargado del área.
- \* Recoger y guardar todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.
- \* Efectuar el cierre del permiso de trabajo.

Si la medida no cumple con los criterios de aceptación:

- \* Dejar desconectado el motor de la acometida.
- \* Aislar, bloquear y tarjetear el circuito.
- \* Reportar al supervisor y al operador el diagnostico inicial.
- \* Recoger y guardar todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.
- \* Elaborar reporte de actividades y cerrar permiso de trabajo.

#### CRITERIO DE ACEPTACIÓN:

La acometida no debe tener signos de maltrato, o cortadura de la chaqueta, y no existirá continuidad entre fase y fase, fase y tierra.

El nivel de aislamiento mínimo para poner en funcionamiento el motor será de 20 Mega Ohmios, basado en la norma IEEE 43-2000.

## 15. REVISIÓN DE PROTECCIONES

- \* Realizar un examen crítico a la apariencia de la superficie de contacto, debido a que los contactores están sujetos a desgastes mecánicos y eléctricos durante la operación.
- \* Revisar la continuidad en la fase de cada polo de los elementos que conforman la celda: contactores, breaker y relé térmico, etc., si no se tiene continuidad en alguna fase reemplace todos los contactos del contactor o el elemento que presente los problemas de continuidad.
- \* Ajustar la corriente de disparo del relé de sobrecarga, dependiendo de la clase se realiza el ajuste, debido a que existen de clase 10 o clase 20, esta labor se debe coordinar con producción.
- \* Ajustar la corriente de protección del térmico de acuerdo al factor de servicio de la placa del motor, esta representa el valor de sobrecarga a la cual el motor se puede someter permanentemente sin que se dañen sus bobinados, típicamente los motores IEC tienen factor de servicio 1.0, y los motores NEMA 1.15 a 1.25.
- \* Informar al supervisor si se encuentra algún elemento de protección en malas condiciones, para realizar la una orden de trabajo (TBC).
- \* Devolución equipo mantenimiento a operaciones.
- \* Condiciones seguras libres de desechos y materiales, entrega al Emisor el paquete de copias del permiso.
- \* El Emisor realiza las pruebas de aceptación y recibo del trabajo, verifica en campo las condiciones de seguridad, orden y aseo del área diligencia con el Ejecutor la sección del cierre en el formato.
- \* Cuando el trabajo ha sido terminado, el Emisor debe informar a las dependencias involucradas en el mismo.

### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

- \* Los mecanismos móviles de protecciones se encuentren bien.
- \* Las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, y conexiones a tierra.

## **16. ENGRASAR RODAMIENTOS.**

### ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área:

-Uso y manejo de vehículos.

-Normas en instalaciones.

-Normas para visitantes.

-Normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

Este procedimiento aplica para el engrase de rodamientos en bombas.

Para la ejecución de esta actividad se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El mecánico y su ayudante, quienes realizaran los trabajos de mantenimiento deberán tener certificación vigente que lo acredite como técnico mecánico.
2. El técnico mecánico y su ayudante, encargado del mantenimiento de los equipos deberá contar con todos los implementos de seguridad y por ningún motivo procederá a hacer el trabajo sin haber valorado los riesgos en el ATS y diligenciado el permiso de trabajo con la autoridad del área respectiva.

#### DOCUMENTOS APLICABLES:

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso de trabajo.
3. Sistema de aislamiento seguro (SAS)
4. Orden de trabajo
5. Formato de entrega de informes.

#### ALCANCE:

1. Corte el suministro de energía al motor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas (si lo considera necesario)
2. Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida de la bomba. (Si lo considera necesario)
3. Colocar etiqueta de precaución al interruptor de la bomba indicando la desconexión.
3. Verifique que la grasa a aplicar este libre de suciedad y sea la adecuada.
4. Chequee que el tiradero de grasa este abierto.
5. Llene la cavidad de la grasa mediante la grasera hasta que la grasa fresca salga por el tiradero (nunca mezcle grasa de diferentes consistencias).
6. Realice limpieza general del equipo y área de trabajo.
7. Ponga en funcionamiento la bomba y verifique vibraciones, temperatura y ruidos extraños.
8. Cierre el permiso de trabajo.

9. Elabore informe de trabajo

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

1. Grasa libre de impurezas.

FUNGIBLES REQUERIDOS: trapo o lanilla, jabón desengrasante, brocha de nylon, cepillo de alambre, balde, lija de agua, guantes de nitrilo.

HERRAMIENTAS REQUERIDAS: caja de herramienta básica para Mecánico.

## **17. MONITOREO Y ANALISIS SPM.**

EJECUCION DE LA ACTIVIDAD:

La rutina de monitoreo se debe realizar regularmente, según programación; teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- \* Planeación del trabajo (ubicación física del equipo y preparación).
- \* Identificar que tipo de transductores de impulsos de choque se va a utilizar para la medición las más comunes son: sondas manuales, sonda con adaptador, instalación permanente.
- \* Asegurarse de utilizar los transductores especiales para impulsos de choques y vibración aseguran las mediciones precisas. En los puntos de medición que no están accesibles durante el funcionamiento normal, se conectan transductores de instalación permanente a los terminales de medición.
- \* Asegurarse que los cables y sensores utilizados no puedan ser atrapados por la maquina o los ejes que están girando, ya que los trabajos a realizar serán ejecutados con los equipos operando normalmente.
- \* Verificar que los puntos de monitoreo (Bases de Cobre), se encuentren adheridos a la unidad y estén libres de cualquier suciedad que pueda afectar la medición.
- \* Verificar que el equipo se encuentre operando con carga y que las RPM sean estables. (Para el caso de equipos que se encuentren en "Stand By", a la hora de ponerlos en operación, se debe esperar como mínimo 5 minutos para que la unidad alcance su nivel normal de operación).

- \* Colocar el transductor de impulsos de choque a él(los) punto(s) ya definido(s) en el tren de la unidad.
- \* Toma de datos para las diferentes ubicaciones en igualdad de condiciones.
- \* El Ejecutor, antes de cerrar el permiso, asegurará que el área de trabajo quede en condiciones seguras y libres de desechos y materiales, y entrega al Emisor el paquete de copias del permiso.
- \* El Emisor realiza las pruebas de aceptación y recibo del trabajo, verifica en campo las condiciones de seguridad, orden y aseo del área y diligencia con el Ejecutor la sección del cierre en el formato. Cuando el trabajo ha sido terminado, el Emisor debe informar a las dependencias involucradas en el mismo.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

Como criterio de aceptación para hacer la evaluación del estado del rodamiento se utilizara el color del análisis que arroja el instrumento de medición donde:

- \* VERDE: Rodamiento bueno (dBm <21)
- \* AMARILLO: Lubricación pobre, rodamiento seco, posible riesgo de daño en el rodamiento (20 < dBm < 36).
- \* ROJO: CAMBIAR RODAMIENTO, DAÑADO (dBm > 35 ).

#### INFORME DE VIBRACIONES:

- \* Los datos obtenidos de la ruta en el equipo se deben descargar sobre los computadores o software, para almacenar sus tendencias y espectros con el fin de realizar un, mejor análisis, en esta fase se puede discriminar problemas de rodamientos, desgaste, problemas eléctricos.
- \* Informe y recomendaciones generando eventos en el CMMS del cliente, es recomendable tener una comunicación permanente con el personal que hace mantenimiento, para hacer un feet back de la condición en que se encontró el equipo.

El reporte debe llegar la siguiente información:

- \* TAG del equipo
- \* Descripción del equipo
- \* Análisis de la inspección

- \* Conclusiones, observaciones
- \* Elaboro
- \* Fecha de ejecución
- \* RPM del equipo
- \* Ubicación

## **18. INSPECCIÓN TABLERO DE CONTROL CONTACTOS.**

### **DILIGENCIAR PERMISO DE TRABAJO:**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

Antes de comenzar con cualquier actividad se deben realizar las siguientes condiciones generales de seguridad y ambiente en operación:

- Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.
  - Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad. Determine y aplique las correspondientes medidas de control.
  - Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.
  - Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).
  - Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición subestandar.
  - Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.
  - Señalice el área de trabajo si lo requiere.
  - Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividad des en caso de tormentas eléctricas.
  - Cumpla con las normas de seguridad del área.
- Uso y manejo de vehículos.
- Normas en instalaciones.
- Normas para visitantes.

-Normas en operaciones.

- \* Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.
- \* Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.
- \* Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.
- \* Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### INSPECCIÓN VISUAL ALUMBRADO:

El personal que realizara el mantenimiento debe estar entrenada y en el uso de los mismos y cumplir con los procedimientos de seguridad establecidos en el RETIE y Manual de Permisos de Trabajo ECP-DRI-M-001 ECOPETROL.

Coordinar con el supervisor del área eléctrica y operaciones, el encendido de todos los circuitos, de alumbrados donde pertenece el control al cual se va a inspeccionar.

Esperar 20 minutos a que enciendan correctamente todas las lámparas, y se comenzará la ronda de revisión visual de todos las lámparas de la planta de estudio.

Escribir en un formato las lámparas que se encuentren dañadas o presenten baja luminosidad.

Escribir en el formato la ubicación exacta, y el tipo de lámpara dañadas.

Se informara al supervisor el número de lámparas dañadas, para hacer la orden de trabajo con el fin de reparar las lámparas dañadas.

Cuando el trabajo ha sido terminado, se debe informar a las dependencias involucradas en el mismo, y se normalizaran todos los circuitos de alumbrados, y se cerrara el permiso de trabajo.

#### CRITERIOS DE ACCEPTACION:

Para dar por culminada esta labor se ha debido revisar todo el sistema de alumbrado de la planta y haber hecho el informe de trabajo.

#### INFORME DE TRABAJO

El electricista deberá entregar un informe escrito del número de lámparas dañadas, y este debe contener los siguientes aspectos:

- Fecha

- Ubicación de lámpara
- Tipo lámpara
- Descripción del daño de lámpara
- Elementos necesarios para hacer la reparación (grúa, andamio, etc.)

#### DOCUMENTOS APLICABLES

1. Análisis de trabajo seguro (ATS).
2. Permiso para trabajo eléctrico.
3. Informe de trabajo.

### **19. MEDICIÓN DE AISLAMIENTO BOBINADO TRANSFORMADOR**

- \* Demarcar el área de trabajo.
  - \* Realizar el corte visible de la fuente de tensión hacia el transformador a medir, previa consulta con el operador de turno que está encargado del área.
  - \* Desconectar la acometida a medir de otros equipos y circuitos, incluyendo las conexiones de tierra y la de protección.
  - \* Condenar o bloquear, si es posible, el aparato de corte.
  - \* Señalizar en el mando de los aparatos colocando una tarjeta que diga "no energizar" ó "prohibido maniobrar" ó "no operar".
  - \* Verificar la ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión; el cual debe probarse antes y después de cada utilización.
  - \* Descargar la capacitancia del conjunto acometida y transformador a medir.
- Realizar la medida de aislamiento del conjunto transformador y acometida ejecutando los siguientes pasos:
- \* Realizar prueba de corto tiempo ó lectura puntual al conjunto transformador y acometida eléctrica, conectando el instrumento a través del aislamiento a probar, asegurando el contacto eléctrico entre las sondas y el punto de medida, y operar por un periodo de 60 segundos, momento en el que se toma la lectura.
  - \* Registrar los valores obtenidos en el reporte de actividades.
  - \* Descargar la capacitancia de la acometida nuevamente después de tomada la resistencia de aislamiento.

Si la medida cumple con los criterios de aceptación:

- \* Realizar la conexión del equipo y normalizar el circuito.
- \* Se realizan las pruebas de funcionamiento del equipo verificando su correcta operación y se hace entrega del trabajo al operador encargado del área.
- \* Se recoge y se guardan todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.
- \* Se efectúa el cierre del permiso de trabajo.

Si la medida no cumple con los criterios de aceptación:

- \* Dejar desconectada la acometida.
- \* Aislar, bloquear y tarjetear el circuito.
- \* Reportar al supervisor y al operador el diagnóstico inicial.
- \* Recoger y guardar todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.
- \* Elaborar reporte de actividades y cerrar permiso de trabajo

**CRITERIOS DE ACEPTACION:**

- \* El nivel mínimo de aislamiento del transformador permitido usando un Megger de más de 1000 V debe ser 1000 Mega Ohmios.

## **20. REVISIÓN DE PROTECCIONES TRANSFORMADOR**

- \* Probar ausencia de tensión en el control, entrada del breaker totalizador.
- \* Instalar puesta a tierra temporal.
- \* Demarcar el área de trabajo con cinta de seguridad o avisos de prevención.
- \* Buscar indicios de uniones flojas, puntos de conexión sobrecalentados, alambres quemados, y terminales descoloridos.
- \* Limpiar mecánicamente los contactos hasta obtener un terminado brillante, no utilice lija para esta labor, o reemplace las terminaciones que estén descoloridas.
- \* Antes de regresar el controlador al departamento de servicio, se deben efectuar revisiones para verificar que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

\* Después de terminada la actividad se debe realizar la devolución del equipo mantenimiento a operaciones teniendo en cuenta lo siguiente:

\* Al realizar el mantenimiento se debe comprobarse la funcionalidad correcta del relé.

\* Verificar el correcto conexionado del cableado de control.

En la inspección visual debe observarse lo siguiente:

\* Signos de daño mecánico en el Breaker, contactos y la caja del Breaker.

\* Elementos de oxidación o signos de corrosión en los terminales o la caja.

\* Revise la continuidad en cada fase de cada polo de todos los elementos que conforman la celda, contactores, breaker, relé, térmico, si tienen etc.

\* Si no se tiene continuidad en alguna fase reemplace todos los contactos del contactor, o el elemento que presente los problemas de continuidad.

\* Valor aislamiento permisible conjunto breaker igual o mayor de 50 mega ohmios; referenciando el equipo (MEGGER) en 1000 voltios dc.

**DEVOLUCIÓN EQUIPO MTTO A OPERACIONES:**

\* Condiciones seguras y libres de desechos y materiales, y entrega al Emisor el paquete de copias del permiso.

\* El Emisor realiza las pruebas de aceptación y recibo del trabajo, verifica en campo las condiciones de seguridad, orden y aseo del área y diligencia con el Ejecutor la sección del cierre en el formato.

\* Cuando el trabajo ha sido terminado, el Emisor debe informar a las dependencias involucradas en el mismo.

**CRITERIOS DE ACEPTACION:**

\* Las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

\* No exista continuidad en cada fase de cada polo de todos los elementos que conforman la celda.

## **21. INSPECCIÓN VISUAL TRATADOR**

**ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS:**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo.

#### CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD Y AMBIENTE EN OPERACIÓN:

\*Diligencie el permiso de trabajo y su respectivo certificado si lo requiere.

\*Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

\*Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor.

\*Conocer el plan de contingencia (rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

\*Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición sub estándar.

\*Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

\*Señalice el área de trabajo si lo requiere.

\*Si realiza trabajos en campo abierto detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

\*Cumpla con las normas de seguridad del área:

-Uso y manejo de vehículos.

-Normas en instalaciones.

-Normas para visitantes.

-Normas en operaciones.

\*Mantenga las áreas de trabajo en orden y aseo.

\*Clasifique y deposite los residuos generados en los recipientes correspondientes.

\*Los residuos aceitosos deben disponerse en áreas autorizada por el supervisor.

\*Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata.

#### DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD:

Este procedimiento aplica para la inspección los tratadores electro-estáticos; para la ejecución de esta actividad se deben considerar los siguientes aspectos:

1. El oficial de facilidades y su ayudante, quienes realizaran los trabajos de mantenimiento deberán tener certificación vigente que lo acredite como técnico en facilidades.
2. El técnico en facilidades y su ayudante, encargado del mantenimiento deberá contar con todos los implementos de seguridad y por ningún motivo procederá a hacer el trabajo sin haber valorado los riesgos en el ATS y diligenciado el permiso de trabajo con la autoridad del área respectiva.

#### DOCUMENTOS APLICABLES:

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso de trabajo.
3. Sistema de aislamiento seguro (SAS)
4. Orden de trabajo
5. Formato de entrega de informes.

#### ALCANCE:

En esta actividad se realiza una inspección visual rigurosa y detallada a cada tratador, verificando el estado del casco en general, cordones de soldadura. Se evalúa el estado de las caras de las bridas de los tratadores y caras de las tapas de los tubos de fuego. Se debe calibrar la profundidad y longitud de picado en aquellas áreas que presente corrosión por picado y se observa el estado de pintura y recubrimiento. Para ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Construcción y certificación de andamios si se requiere.
- Aplicación de SAS.
- Revisar que el tratador este fuera de servicio y frío.
- Revisión de interruptores y verificación de transmisores, desacople de la instrumentación si se requiere.
- Verificación del estado de la pintura o recubrimiento exterior.
- Inspección mecánica de partes internas y externas.
- Revisar el electrodo del sistema de encendido y verificar que la apertura es correcta limpiar el conjunto y revisar el aislamiento para ver si no está roto.
- Verificar el estado de la cámara de combustión y refractarios.

- Verificar el estado de los blower para el suministro de aire.
- Diagnóstico del estado mecánico de acuerdo a la inspección realizada.
- Cierre del equipo y retiro de SAS.
- Elaboración del reporte de actividades.
- Verificación del estado final del sitio de trabajo y cierre del permiso.
- Creación, actualización y cierre de la orden de trabajo.

Como complemento a la inspección visual, se podrá solicitar la realización de otros ensayos tales como calibración de espesores por ultrasonido, tintas penetrantes, partículas magnéticas, toma de radiografías, etc.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

Asegurar la realización de un informe con base a la inspección visual indicando las conclusiones y recomendaciones. El ingeniero de confiabilidad evalúa dichas recomendaciones y establece las cantidades de trabajo a ejecutar con el fin de realizar las actividades requeridas.

Con la entrega del informe se dará por finalizada este procedimiento de trabajo.

#### HERRAMIENTAS:

- Cámara fotográfica Digital.
- Cámara filmadora Digital.
- Lupa mínimo por cincuenta aumentos
- Andamios modulares y convencionales
- Herramientas manuales.
- Lámparas a prueba de explosión.
- Extintores de polvo químico seco de 20 lb. De capacidad
- Vehículo adecuado para el transporte de personal de conformidad con lo establecido en el Código Nacional de Transito; modelo mayor o igual a 2000.

## **22. ENSAYO FUNCIONAL TRATADOR.**

Colocando en posición OFF (desenergizado) el interruptor Hand - Off - Auto (HOA) y el control principal del tablero de control.

- Coloque el interruptor (High - FIRE ADJ) de bajo fuego en la posición de mínimo durante 10 minutos, para que el procedimiento en el quemador sea lento. Lleve el interruptor (Burner) del quemador a la posición OO (desenergizado) para que el quemador se apague y se inicie el proceso de pre - purga; cuando termine ésta secuencia el soplador del aire se apagará automáticamente.
- Cierre las válvulas de bloqueo en las líneas de carga y salida de crudo del tratador.
- Depresione el tratador por la línea de derivación (By - pass) en la salida del gas al depurador, hasta cuando la presión se iguale con la del depurador (25 a 30 PSI) y cierre las válvulas de bloqueo sobre la línea de gas.
- Desocupe el tratador por los drenajes al separador API (Skimmer), la comprobación del nivel se hace por los toma muestras, instalados a diferente altura en el tratador.
- Cuando el tratador esté desocupado, se podrán abrir los manholes (bocas de entrada) para ser revisado.
- Verificar y documentar en el formato para pruebas funcionales de lazos de control y protección.
- Comprobar corte con los transmisores de nivel, temperatura y presión.
- Verificar el funcionamiento de los interruptores de compuerta, Presión aire ventiladores, Presión gas principal quemadores, nivel de crudo, alta presión área electrostática, baja presión área electrostática, alta temperatura quemadores, señal de bajo fuego y señal de alto fuego.
- Verificar la llegada de la señal de los detectores de llama en los dos quemadores, toma de datos de los transmisores neumáticos de Temperatura (Smar), nivel (Truac), voltaje y corriente.
- Realizar pruebas con los switches LSHH-603 (alto nivel) y LSL-603 (bajo nivel) para verificar que controlen los niveles de aceite en el tratador.
- Probar los interruptores de protección, detectores de llama y verificar el funcionamiento de los transmisores neumáticos; dichas pruebas se realizarán

comprobando y simulando la llegada de señal de los equipos verificados al sistema de control.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN:

De acuerdo a la norma ISO 9002 para interruptores de nivel, presión y temperatura con operación de corte ON - OFF.

### **23. MANTENIMIENTO CUERPO DE LA VALVULA.**

#### DESARMAR EL CUERPO DE LA VÁLVULA Y LIMPIAR SUS PARTES INTERNAS

- \* Retirar el prensaestopas desajustando las dos tuercas que lo fijan al bonete empleando la llave de expansión.
- \* Desajustar las tuercas que fijan el bonete al cuerpo de la válvula empleando la llave corona.
- \* Retirar el bonete de la válvula.
- \* Retirar canasta, vástago-tapón y asiento de la válvula manualmente.
- \* Limpiar con agua, jabón y desengrasante las partes internas de la válvula y bonete.
- \* Cambiar kit de reparación compuesto de empaques, asiento y tapón de la válvula si es necesario.
- \* Cambiar kit de reparación del bonete compuesto de resorte y empaques.

#### ARMAR EL CUERPO DE LA VÁLVULA:

- \* Colocar empaque entre el asiento y el cuerpo de la válvula.
- \* Instalar canasta, Vástago-tapón y asiento de la válvula manualmente.
- \* Colocar la empaquetadura que viene suministrada en el kit de reparación.
- \* Instalar el bonete sobre la válvula.
- \* Ajustar las tuercas que fijan el bonete al cuerpo de la válvula empleando la llave corona.
- \* Ajustar el prensaestopas apretando las dos tuercas que lo fijan al bonete empleando la llave de expansión.
- \* Instalar la tuerca, contratuerca y la arandela de recorrido.

#### CRITERIO DE ACEPTACIÓN:

\* En la calibración se debe tener un rango de 3-15 PSI y una salida de 0-100 %.

#### ENTREGAR VÁLVULA CONTROL DE PRESIÓN

\* Entregar la válvula control de presión al operador o supervisor de planta.

#### TAREA 002: LIMPIEZA DE ALIVIOS.

\* Informar al operario sobre cualquier intervención que se le haga a los instrumentos.

\* Verificar el estado del relevador.

\* Verificar y Limpiar los desfogues del controlador.

\* Destaponar alivios del controlador con alambre acerado

\* Limpiar la microválvula del relevador con alambre acerado y verificarla que no quede obstruida.

\* Limpiar la boquilla y la palometa

\* Limpiar y lubricar los componentes mecánicos y neumáticos que lo requieran

\* Normalice las conexiones y el controlador.

#### ENTREGAR LAZO CONTROL DE PRESION:

\* Entregar el control de presión al operador o supervisor de planta.

### **24. VERIFICAR CALIBRAR CONTROLADOR PIC**

\* Informar al operario sobre cualquier intervención que se le haga a los instrumentos.

\* Cerrar las válvulas de bloqueo de la válvula de control.

\* Verificar la sintonía del controlador colocándolo en una indicación determinada o punto de ajuste (set-point).

\* Dejar los ajustes de banda proporcional, integral y derivativa (si la tiene) en los valores en que viene operando el instrumento.

\* Simular la presión del proceso al controlador utilizando la bomba de calibración.

\* Para valores del proceso por debajo de set-point del controlador la válvula de control debe permanecer abierta.

\* Para valores del proceso por encima del set-point del controlador la válvula de control debe permanecer cerrada.

- \* La válvula de control debe permanecer en operación de acuerdo al set-point que esté ajustado en el controlador (criterio de aceptación).

- \* Después de verificar el funcionamiento sintonizar si es necesario.

- \* Abrir las válvulas de bloqueo de la válvula de control.

#### CRITERIO DE ACEPTACION

- \* En la calibración se debe tener un rango de entrada de 0 a 25 PSI y salida de 3 a 15 PSI.

#### ENTREGAR LAZO CONTROL DE PRESION

- \* Entregar el lazo control de presión al operador o supervisor de planta.

### **25. VERIFICAR FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR PIC**

- \* Informar al operario sobre cualquier intervención que se le haga a los instrumentos.

- \* Cerrar las válvulas de bloqueo de la válvula de control.

- \* Verificar el estado de calibración del controlador de presión.

- \* Verificar el funcionamiento de los indicadores de presión de señal de control, suministro de aire y salida del instrumento.

- \* Verificar que la salida de presión del controlador sea de 3 a 15 PSI.

- \* Abrir las válvulas de bloqueo de la válvula de control.

#### CRITERIO DE ACEPCION

- \* En la calibración se debe tener un rango de 0 a 100% y una salida de 3 a 15 PSI.

#### ENTREGAR CONTROLADOR DE NIVEL

- \* Entregar el controlador de nivel al operador o supervisor de planta.

### **26. LIMPIEZA DE ALIVIOS.**

- \* Informar al operario sobre cualquier intervención que se le haga a los instrumentos.

- \* Verificar el estado del relevador.

- \* Verificar y Limpiar los desfogues del controlador.

- \* Destaponar alivios del controlador con alambre acerado
- \* Limpiar la micro válvula del relevador con alambre acerado y verificarla que no quede obstruida.
- \* Limpiar la boquilla y la palometa.
- \* Limpiar y lubricar los componentes mecánicos y neumáticos que lo requieran.
- \* Normalice las conexiones y el controlador.

#### ENTREGAR LAZO CONTROL DE PRESION

- \* Entregar el control de presión al operador o supervisor de planta.

### **27. MANTENIMIENTO ANUAL FALLA DEL ELEMENTO FINAL**

- \* Para la prueba funcional el tratador debe estar apagado.
- \* Abrir la válvula de bloqueo manual del suministro de gas del lazo.
- \* Energizar la solenoide de mando de la válvula de corte con 120 VAC desde el tablero de control.
- \* Verificar que la válvula de corte abra el 100% de su recorrido.
- \* Desenergizar la solenoide de mando de la válvula de corte.
- \* Verificar que la válvula de corte cierre totalmente.

#### ENTREGAR VÁLVULA DE CONTROL DE TEMPERATURA

- \* Entregar la válvula de control de temperatura al operador o supervisor de planta.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- \* En la calibración se debe tener un rango de 3-15 PSI y una salida de 0-100 %.

#### ENTREGAR EL LAZO DE CONTROL DE TEMPERATURA

- \* Entregar el lazo control de temperatura al operador o supervisor de planta.

### **28. MANTENIMIENTO ANUAL. PRUEBA FUNCIONAL DEL ELEMENTO SENSOR TIC**

En este mantenimiento se le hace prueba funcional a todos los elementos que hacen parte del sensor del lazo de temperatura, como lo son el switch de nivel y el controlador de temperatura:

#### PRUEBA FUINCIONAL SWTICH DE NIVEL

- \* Para la prueba funcional el tratador debe estar apagado.
- \* Cierre la válvula de bloqueo manual del suministro de gas (instrumentación) al lazo.
- \* Desconecte la señal neumática que llega al solenoide de mando de la válvula de gas al quemador.
- \* Abra la válvula de bloqueo manual del suministro de gas del lazo hasta que salga por la línea neumática desconectada.
- \* Actúe la micro válvula neumática del control de nivel, verifique que la señal de gas ya no sale por la línea desconectada.
- \* Normalice las tijeras del control de nivel y retorne la micro válvula a su posición inicial.
- \* Cierre la válvula de bloqueo manual del suministro de gas al lazo.
- \* Conecte la señal neumática que llega al solenoide de mando de la válvula de corte principal.
- \* Abra la válvula de bloqueo manual del suministro de gas del lazo.

#### PRUEBA FUNCIONAL AL CONTROLADOR DE TEMPERATURA

- \* Para la prueba funcional el tratador debe estar encendido, y el sensor de temperatura debe tener la facilidad de lectura de presión del suministro de gas del lazo a la salida del mismo.
- \* Verifique que la temperatura de operación (TI) corresponda al parámetro establecido según el criterio de aceptación.
- \* Disminuya lentamente el dial de calibración del sensor (sentido anti horario) hasta que inicie la caída de presión en el indicador.
- \* Asegúrese de que la caída de presión no disminuya más del 20% en el indicador (3 PSI aproximadamente), para evitar una parada debido a la prueba.
- \* Gire lentamente el dial de calibración del sensor (sentido horario) hasta que la presión en el indicador sea la máxima entregada por el regulador de suministro.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- \* En la verificación/calibración se debe tener un rango de calibración de entrada de 190°F correspondiente y proporcional a una salida de 4 a 20 mA, a conformidad

de la norma API MPMS Capítulo 7 o manual de medición hidrocarburos (MMH) Capítulo 7.

## **29. MEDICION DE AISLAMIENTO EN TRANSFORMADOR**

Diligenciar el permiso de trabajo.

Asegurar que en el sitio de trabajo se encuentren elaborados todos los documentos necesarios para dar inicio a la labor aquí descrita. Permiso de trabajo, ats o 3que, certificado de apoyo si se requiere, procedimientos específicos del trabajo y/o carta de trabajo y formatos de metrología si se requieren.

Demarcar el área de trabajo.

Realizar el corte visible de la fuente de tensión hacia el transformador a medir, previa consulta con el operador de turno que está encargado del área.

Desconectar la acometida a medir de otros equipos y circuitos, incluyendo las conexiones de tierra y la de protección.

Condenar o bloquear, si es posible, el aparato de corte.

Señalizar en el mando de los aparatos colocando una tarjeta que diga "no energizar" ó "prohibido maniobrar" ó "no operar".

Verificar la ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión; el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

Descargar la capacitancia de la acometida a medir.

Realizar la medida de aislamiento a acometidas eléctricas ejecutando los siguientes pasos:

\*Realizar prueba de corto tiempo ó lectura puntual al conjunto transformador y acometida eléctrica, conectando el instrumento a través del aislamiento a probar, asegurando el contacto eléctrico entre las sondas y el punto de medida, y operar por un periodo de 60 segundos, momento en el que se toma la lectura.

\*Registrar los valores obtenidos en el reporte de actividades.

\*Descargar la capacitancia de la acometida nuevamente después de tomada la resistencia de aislamiento.

Si la medida cumple con los criterios de aceptación:

\*Realizar la conexión del equipo y normalizar el circuito.

\*Se realizan las pruebas de funcionamiento del equipo verificando su correcta operación y se hace entrega del trabajo al operador encargado del área.

\* Se recoge y se guardan todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.

\*Se efectúa el cierre del permiso de trabajo.

Si la medida no cumple con los criterios de aceptación:

\*Dejar desconectada la acometida.

\*Aislar, bloquear y tarjetear el circuito.

\*Reportar al supervisor y al operador el diagnóstico inicial.

\*Recoger y guardar todas las herramientas y equipos utilizados durante los trabajos, verificando que el área quede en completo orden y aseo.

\*Elaborar reporte de actividades y cerrar permiso de trabajo.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION

El nivel mínimo de aislamiento del transformador permitido usando un Megger de más de 1000 V debe ser 1000 MOhm.

### **30. ANALISIS DE ACEITES EN TRANSFORMADOR.**

#### HERRAMIENTAS REQUERIDAS

Caja con herramientas varias eléctrica, pinza voltiamperimétrica, candado, trapo/estopa/lanilla, baldes, brocha 2", desalojador de humedad, desengrasante dieléctrico (ss-25), Megger, teluometro, recipiente o equipo de muestreo para aceite de transformadores.

#### DOCUMENTOS APLICABLES

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso para trabajo eléctrico.
3. Informe de trabajo
2. Monitoreo y análisis de aceite

La rutina de toma de muestra de aceite para análisis dieléctrico y fisicoquímico, se debe realizar, según programación, por personal entrenado y calificado; teniendo en cuenta los siguientes pasos:

"Planeación del trabajo (ubicación física de los equipos y/o elementos a inspeccionar y preparación del permiso de trabajo).

"Marcar debidamente el frasco, antes de tomar la muestra; procurando en todo momento completar los datos de la etiqueta.

"Limpiar válvula de salida del transformador, dejando derramar aproximadamente 1/4 litro de aceite para retirar suciedad y agua libre depositada en la parte inferior del transformador.

"Conectar el tapón o reducción y equipo de muestreo apropiados.

"Purgar equipo de muestreo con el aceite a muestrear.

"Efectuar un enjuague previo al recipiente con el aceite a analizar.

"Llenar completamente el recipiente dejando derramar cierta cantidad a través del dispositivo de desfogue del equipo de muestreo.

"Después de tomada la muestra, asegurar que el frasco quede totalmente sellado, empacar las muestras en una caja cuidando que estas se protejan con espuma o algún material semejante.

"La caja se debe marcar la posición de los frascos.

"este lado arriba" para evitar que estas se derramen.

"Hacer una inspección externa del transformador para determinar el estado, y evaluar la presencia de fugas y establecer la necesidad de pintura.

"Verificar ubicación y diámetros de válvulas de entrada y salida de aceite para determinar la posibilidad de efectuar el mantenimiento correctivo en caliente.

"La muestra se enviara a un laboratorio certificado.

#### INFORME DE EJECUCION DE TRABAJO

En el reporte de informe se recomienda que el aceite cumpla con las siguientes características:

- Elevada rigidez dieléctrica
- Baja viscosidad

- Bien refinado y libre de materiales que puedan corroer las
- partes metálicas
- Estar libre de humedad y componentes que se polaricen
- Tener un bajo punto de fluidez
- Que tenga poca evaporación.

Para la elaboración del informe

La elaboración del informe sobre el análisis de aceite se debe hacer en un laboratorio certificado, y las pruebas que se recomienda que se hagan son las siguientes:

"Prueba de rigidez dieléctrica.

"Color de la muestra.

"Factor de potencia del aceite.

"El numero acido del aceite.

"Contenido de agua.

"Contenido de partículas de carbón.

"Impurezas mecánicas.

"Transparencia.

El documento del informe final debe llevar el valor de todas las pruebas ya descritas y los siguientes datos del equipo:

"TAG del transformador.

"Descripción del equipo.

"Análisis de la inspección.

"Conclusiones, observaciones.

"Elaboro.

"Fecha de ejecución.

"Potencia del transformador.

"Ubicación.

"Voltaje transformador.

**CRITERIOS DE ACEPTACION**

En el informe se recomienda que el aceite cumpla con las siguientes características:

- Elevada rigidez dieléctrica
- Baja viscosidad.
- Bien refinado y libre de materiales que puedan corroer las partes metálicas.
- Estar libre de humedad y componentes que se polaricen.
- Tener un bajo punto de fluidez.
- Que tenga poca evaporación.

### **31. MEDIDA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA EN TRANSFORMADORES.**

Para la medición del sistema a tierra se utilizara el método de caída de potencial o el también conocido como el método del 62%, para una correcta medición debemos colocar el testigo de tensión en un punto a potencial cero.

Aspectos previos antes de la medición:

- Se deberá comprobar en todos los casos la ausencia de tensión en tierra a medir. Si se observa presencia de tensión en tierra NO MEDIR y reparar la avería.
- Tampoco debe medirse en caso de tormenta o precipitación atmosférica.
- Se desconectara todas las conexiones de puesta a tierra en las regleta, borne etc.
- Conectar la toma de tierra de medición al teluometro.
- Se verificara el estado de la batería del instrumento.
- Situar las sondas de tensión y de corriente en línea recta.

Partiendo del punto de puesta a tierra. Primero se coloca la de tensión y la más alejada la de corriente.

PROCESO DE MEDICION.

- 1) Se colocara la de tensión a 25 m del punto de puesta a tierra y la de corriente a 15 m. Es decir a 40 m del punto de puesta a tierra, se efectuará la medición y se anotará el valor.
- 2) Una vez obtenido este valor, se acerca la sonda de tensión 1 m. respecto al punto anterior y se vuelve a medir.
- 3) Se repite la operación anterior pero esta vez alejándose 1 m. respecto al punto anterior y se vuelve a medir.
- 4) Si los dos nuevos valores son idénticos al inicial, o la diferencia es menos de ( - 3 %) ó (+3 %) respectivamente, la medición se dará por correcta puesto que estaríamos en zona lineal y se anotara como valor de resistencia de tierra.
- 5) Si las variaciones son mayores de las expresadas, alejaremos mas ambas sondas, así colocaremos la de tensión a 50m y la de corriente a 30m adicionales (es decir a 80m del punto de puesta a tierra).

Como puede verse las distancias son el doble que las anteriores.

Como en el caso anterior se tomara la medición en este puntoy las correspondientes al movimiento de alejamiento y acercamiento de la sonda de tensión de 1 m.

- 6) Si por los valores obtenidos vemos que ya estamos en zona lineal daremos la medición por correcta.
- 7) Si no es así colocaremos los testigos a 75 y 45 m. (120 m) respectivamente y repetiremos el procedimiento.

Cuando por las circunstancias no se puedan introducir en el terreno las sondas de tensión y de intensidad (zonas con hormigón, rocas compactas sin tierra superficial), se procederá de forma análoga a la indicada en el apartado anterior pero en vez de hincado de sondas, estas se envolverán en bayetas húmedas, colocándolas sobre el terreno (procurando un contacto amplio y homogéneo) y regándolos abundantemente con agua.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

La medida de puesta a tierra de ser igual o menor a 25 Ohmios según lo establecido en el RETIE.

## **32. INSPECCION TABLERO.**

Herramientas requeridas

Caja con herramientas varias eléctrica, pinza voltiamperimétrica, candado, trapo/estopa/lanilla, baldes, brocha 2", desalojador de humedad, desengrasante dieléctrico (ss-25), Megger, teluometro, recipiente o equipo de muestreo para aceite de transformadores.

DOCUMENTOS APLICABLES

1. Análisis de trabajo seguro (ATS)
2. Permiso para trabajo eléctrico.
3. Informe de trabajo
4. Inspección tablero de control

"El personal que realizara el mantenimiento debe estar entrenada y en el uso de los mismos y cumplir con los procedimientos de seguridad establecidos en el RETIE y Manual de Permisos de Trabajo ECP-DRI-M-001 ECOPETROL.

"Coordinar con el supervisor del área eléctrica, la apertura del circuito donde pertenece el control al cual se va a trabajar.

"Antes de quitar tensión en el controlador tomar lecturas de temperatura por medio de la pistola infrarroja o pirómetro, para tratar de localizar posibles puntos calientes.

"Instalar candado personal y tarjeta.

"Probar ausencia de tensión en el control, entrada del breaker totalizador.

"Instalar puesta tierra temporal.

"Demarcar el área de trabajo con cinta de seguridad o avisos de prevención.

"Busque indicios de uniones flojas, puntos desconexión sobrecalentados, alambres quemados, y terminales descoloridos.

"Limpie mecánicamente los contactos hasta obtener un terminado brillante, no utilice lija para esta labor, o reemplace las terminaciones que estén descoloridos.

"Antes de regresar el controlador al departamento de servicio, se deben efectuar revisiones para verificar que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

"Verificar el correcto conexionado del cableado de control.

"En la inspección visual debe observarse lo siguiente:

- \* Signos de daño mecánico en el relé, contactos y la caja del relé.

- \* Elementos de oxidación o signos de corrosión en los terminales o la caja.

"Si se encuentra algún elemento del circuito de control en malas condiciones se deberá informar al supervisor, para realizar la una orden de trabajo (TBC).

"Antes de regresar el controlador al departamento de servicio, se deben efectuar revisiones para verificar que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

Las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

### **33. REVISIÓN DE PROTECCIONES**

"Los contactores están sujetos a desgastes mecánicos y eléctricos durante la operación, se deben hacer un examen crítico a la apariencia de la superficie de contacto.

"Revise la continuidad en cada fase de cada polo de todos los elementos que conforman la celda, contactores, breaker, relé, térmico, etc.

"Si no se tiene continuidad en alguna fase reemplace todos los contactos del contactor, o el elemento que presente los problemas de continuidad.

"Valor aislamiento permisible conjunto breaker igual o mayor de 50 mega ohmios; referenciando el equipo (MEGGER) en 1000 voltios dc.

"Ajustar la corriente de disparo del relé de sobrecarga, dependiendo de la clase se realizar el ajuste sean esta clase 10 o clase 20, esta labor se debe coordinar con producción.

"Ajustar la corriente de protección del térmico de acuerdo el valor de sobrecarga del transformador.

"Si se encuentra algún elemento la protección en malas condiciones se deberá informar al supervisor, para realizar la una orden de trabajo (TBC).

#### DEVOLUCION EQUIPO MTTO A OPERACIONES

Condiciones seguras y libres de desechos y materiales, y entrega al Emisor el paquete de copias del permiso.

El Emisor realiza las pruebas de aceptación y recibo del trabajo, verifica en campo las condiciones de seguridad, orden y aseo del área y diligencia con el Ejecutor la sección del cierre en el formato.

Cuando el trabajo ha sido terminado, el Emisor debe informar a las dependencias involucradas en el mismo.

#### CRITERIOS DE ACEPTACION:

No exista continuidad en cada fase de cada polo de todos los elementos que conforman la celda.

### 34. VERIFICAR CALIBRAR LIC

- \* Informar al operario sobre cualquier intervención que se le haga a los instrumentos.
- \* Coordinar con el operario para sacar de servicio el controlador.
- \* Verificar si el área de trabajo se encuentra en buenas condiciones.
- \* Verificar que la salida de presión del controlador de 3 a 15 PSI debe ser proporcional y lineal al recorrido de la válvula de control.

Salida del controlador neumático (PSI)	Señal de desplazamiento de la válvula (%)
3	0
6	25
9	50
12	75

15	100
----	-----

- \* Verificar que el nivel de líquido interfase (crudo/agua) esté en el 50% del visor.
- \* Ajustar el punto de control para una salida neumática del controlador igual a 9 PSI (50%).
- \* Verificar que la salida neumática del controlador sea mayor o igual a 3 PSI cuando la interfase (crudo/agua) esté ligeramente por encima del 40% (nivel inferior).
- \* Verificar que la salida neumática del controlador sea mayor o igual a 15 PSI cuando la interfase (crudo/agua) esté ligeramente por encima de 60% (nivel superior).
- \* Para valores del proceso por debajo del set-point del controlador la válvula de control debe permanecer cerrada.
- \* Para valores del proceso por encima del set-point del controlador la válvula de control debe permanecer abierta.
- \* La válvula de control debe permanecer en operación de acuerdo al set-point que esté ajustado el controlador.

#### CRITERIO DE ACEPTACION

- \* El set point debe ser igual al 50%, esto equivale al 50% de líquido interfase crudo/agua en el visor de nivel.

#### ENTREGAR LIC

- \* Entregar el controlador de nivel al operador o supervisor de planta.

### **35. LIMPIEZA E INSPECCION VALVULA DE PRESION Y VACIO**

#### Trabajo de campo

- \* Solicitar permiso al supervisor de la planta/estación respectiva.
- \* Limpiar e inspeccionar sus componentes detenidamente.
- \* En caso de encontrar piezas erosionadas o en mal estado, informar al supervisor.
- \* Retirar la campana de la válvula, si la tiene y lavarla con agua y jabón.

\* Limpiar con agua, jabón y desengrasante las partes de la válvula.

ENTREGAR LA VALVULA DE PRESION Y VACIO.

\* Entregar la válvula de presión y vacío al operador o supervisor de planta.

### **36. MANTENIMIENTO PROGRAMADO ATASCAMIENTO**

DESMONTAR VALVULA DE PRESION Y VACIO:

\* Para este trabajo el tanque estará fuera de servicio.

\* Utilice flanche ciego de acuerdo a las facilidades del sitio.

\* Solicitar al personal de servicios el desmonte de la válvula de presión y vacío.

\* Transportar la válvula al taller.

\* Antes de desarmar la válvula verifique el valor de disparo tanto de presión como de vacío de acuerdo a la placa del instrumento.

DESARMAR LA VALVULA DE PRESION Y VACIO:

\* Desarmar completamente, limpiar e inspeccionar sus componentes detenidamente.

\* En caso de encontrar piezas erosionadas o en mal estado, informar al supervisor.

\* Retirar las pesas de contrapresión de la válvula.

LAVAR Y LIMPIAR LAS PARTES INTERNAS

\* Limpiar con agua, jabón y desengrasante las partes internas de la válvula.

\* Lijar la zona interior de la válvula (si está erosionada).

PULIR EL ASIENTO Y PLATO DE SELLO DE LA VALVULA

\* Verifique el estado, desgaste o erosión del asiento del plato inferior.

\* Pulir el plato sello de la válvula, utilizar lija fina 400.

\* Pulir el asiento de la válvula, utilizar lija fina 400.

\* Para armar la válvula verifique primero la posición y ubicación correcta de todas las piezas ajustables de la misma.

\* Informar al supervisor inmediatamente si se requiere algún tipo de maquinado.

ARMAR LA VALVULA DE PRESION Y VACIO

\* Ajustar el plato de sello de la válvula.

- \* Instalar las pesas y el plato de sello de la válvula.

- \* Ajustar los tornillos de la tapa y la campana de la válvula.

Nota: a toda la tornillería y partes móviles se le debe hacer la respectiva lubricación con grasa.

#### VERIFICAR LA VALVULA DE PRESION Y VACIO

- \* Realizar las pruebas de verificación en un banco de calibración, debe tener la facilidad de prueba de vacío.

- \* Instalar la válvula en el flanche correspondiente de acuerdo al diámetro de la tubería, asegúrese de colocar un empaque entre flanches. Verificar que no hayan fugas y este completamente hermética.

- \* De acuerdo a los datos de placa de la válvula de presión y vacío verificar el set de disparo correspondiente.

#### MONTAR Y COLOCAR EN SERVICIO LA VALVULA DE PRESION Y VACIO

- \* Trasladar la válvula de presión y vacío al campo.

- \* Instalar y ajustar la válvula de presión y vacío en el tanque.

#### ENTREGA VALVULA DE PRESION Y VACIO

- \* Entregar la válvula de presión y vacío al operador o supervisor de planta.

#### CRITERIO DE ACEPTACION

- \* En la verificación de calibración se deben tener los set's de disparo de presión y vacío de acuerdo al proceso (entregados por el operador o supervisor) o los datos de placa.

### **37. LIMPIEZA E INSPECCION VALVULA DE PRESION Y VACIO**

#### Trabajo de campo

- \* Solicitar permiso al supervisor de la planta/estación respectiva.

- \* Limpiar e inspeccionar sus componentes detenidamente.

- \* En caso de encontrar piezas erosionadas o en mal estado, informar al supervisor.

- \* Retirar la campana de la válvula, si la tiene y lavarla con agua y jabón.

- \* Limpiar con agua, jabón y desengrasante las partes de la válvula.

ENTREGAR LA VALVULA DE PRESION Y VACIO.

\* Entregar la válvula de presión y vacío al operador o supervisor de planta

### **38. VERIFICACION CALIBRACION**

\* Asegurar que el tanque cumpla las condiciones para la calibración, revisar que las válvulas del tanque estén cerradas y que efectivamente el fluido haya estado en reposo entre una o dos horas dependiendo del fluido.

\* Tomar la medida del producto con la cinta patronada, según procedimiento descrito en el capítulo 3 numeral 6 del MMH.

\* Verificar la medida en el controlador con el dato obtenido de la cinta patronada, teniendo en cuenta que el margen para niveles de precisión debe ser de más o menos tres 3 milímetros.

Sí la lectura del transmisor no cumple con lo descrito en la verificación anterior se debe proceder a realizar la calibración según lo descrito en el capítulo 3 del numeral 6 del Manual de Medición de Hidrocarburos (MMH).

**CALIBRACION DEL TRANSMISOR DE NIVEL TK0201B-LT (SI SE REQUIERE).**

\* Asegurar que el tanque cumpla las condiciones para la calibración, revisar que las válvulas del tanque estén cerradas y que efectivamente el fluido haya estado en reposo entre una o dos horas dependiendo del fluido.

\* Establecer comunicación con el transmisor de nivel a través de un computador portátil, utilizando el software requerido según la marca y el modelo del equipo. Utilizar la interfase de comunicación necesaria.

\* Tomar la medida del producto con la cinta patronada, según procedimiento descrito en el capítulo 3 numeral 6 del MMH.

\* Ingresar el dato obtenido al transmisor de nivel con la interfase.

\* Normalizar el sistema de medición de nivel entre el transmisor y el controlador

\* Verificar la medida en el controlador con el dato obtenido de la cinta patronada.

**ENTREGAR TRANSMISOR**

\* Entregar el transmisor de nivel al operador o supervisor de planta.

**CRITERIO DE ACEPTACION**

\* El rango de calibración del transmisor está dado por la altura de referencia del tanque y la de la sonda del transmisor de nivel, según la norma de telemetría API MPMS Capítulo 3.

### **39. CALIBRACION TRANSMISOR DE NIVEL TK-0201B-LT**

La calibración se realizará después de comprobar mediante el procedimiento de verificación que la lectura del transmisor de nivel no cumple con lo descrito en el capítulo 3 numeral 6 del Manual de Medición de Hidrocarburos (MMH).

#### **CALIBRACION DEL TRANSMISOR DE NIVEL**

\* Asegurar que el tanque cumpla las condiciones para la calibración, revisar que las válvulas del tanque estén cerradas y que efectivamente el fluido haya estado en reposo entre una o dos horas dependiendo del fluido.

\* Establecer comunicación con el transmisor de nivel a través de un computador portátil, utilizando el software requerido según la marca y el modelo del equipo. Utilizar la interfase de comunicación necesaria.

\* Tomar la medida del producto con la cinta patronada, según procedimiento descrito en el capítulo 3 numeral 6 del MMH.

\* Ingresar el dato obtenido al transmisor de nivel con la interfase.

\* Normalizar el sistema de medición de nivel entre el transmisor y el controlador.

\* Verificar la medida en el controlador con el dato obtenido de la cinta patronada.

#### **ENTREGAR TRANSMISOR**

\* Entregar el transmisor de nivel al operador o supervisor de planta.

#### **CRITERIO DE ACEPTACION**

\* El rango de calibración del transmisor está dado por la altura de referencia del tanque y la de la sonda del transmisor de nivel, según la norma de telemetría API MPMS Capítulo 3.

### **40. CALIBRACIÓN SEGÚN CONDICIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL**

#### **DILIGENCIAR PERMISO DE TRABAJO**

Diligenciar el permiso de trabajo coordinado con la dependencia interesada o con el operario de turno, verificar condiciones y hacer firmar el permiso de trabajo, Tener en cuenta las condiciones generales de seguridad y ambiente de operación, que se describen a continuación:

- \* Diligencie el permiso de trabajo.

- \* Realice una charla integral (seguridad, ambiente y operación) identifique los riesgos potenciales de seguridad, ambiente y de la operación presentes en la actividad.

Determine y aplique las correspondientes medidas de control.

- \* Use correctamente los elementos y equipos de protección personal exigidos para esa labor: casco, ropa de trabajo, botas dieléctricas, gafas de seguridad, guantes.

- \* Conocer el plan de contingencia. (Rutas de evacuación, salidas de emergencia, sonidos de alarma).

- \* Realice una inspección del área de trabajo y reporte todo acto o condición subestandar.

- \* Aplique y divulgue los pasos de del procedimiento y/o instructivo a ejecutar.

- \* Detenga las actividades en caso de tormentas eléctricas.

- \* Cumpla con las normas de seguridad del área.

- \* Reporte todo accidente/incidente ambiental en forma inmediata al operador del área.

## HERRAMIENTAS

- \* Herramientas manuales de trabajo, indumentaria adecuada de seguridad industrial para trabajos.

- \* Hand held protocolo HART, Multímetro digital, Simulador de presión, Racores, conectores y acoples, Resistencia de 250 ohmios, Cables con conector tipo caimán, Pinza puntiaguda, Alicata cortafrío.

## FUNGIBLES REQUERIDOS

- \* Estopas, trapos, lanillas

- \* Rollo de cinta negra aislante

- \* Rollo de teflón

## TRABAJO DE CAMPO

Las labores de campo serán efectuadas por personal calificado (instrumentista y ayudante) quienes se desplazarán a las instalaciones de la superintendencia de mares, previamente definidas por la Interventoría.

- \* Verificar si el área de trabajo se encuentra en buenas condiciones.
- \* Tomar nota de la lectura actual del transmisor a la que está operando.
- \* Verificar el estado en que se encuentra el transmisor.
- \* Abrir la válvula igualadora del manifold y cerrar las válvulas laterales del mismo que aíslan al transmisor del proceso.
- \* Cerrar válvulas de bloqueo del proceso.
- \* Drenar las cámaras del sensor del instrumento.
- \* Verificar voltaje en el transmisor.
- \* Desconectar toma(s) del manifold del transmisor de la línea del proceso.
- \* Poner un tapón de seguridad en la línea del proceso.

## CALIBRACIÓN DEL TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL

- \* Conectar un miliamperímetro digital en serie entre las conexiones del transmisor y la alimentación remota del transmisor.
- \* Conecte el calibrador electrónico hand held de protocolo HART en paralelo con la alimentación del transmisor, utilizando una resistencia en serie de 250 ohmios para garantizar la comunicación.
- \* Encender el calibrador y acceder al menú.
- \* Realizar el ajuste de cero y span, verificar el rango de trabajo del transmisor, ajustar si es necesario; verificar las unidades de trabajo.
- \* Conectar el simulador de presión (bomba de Calibración) a la cámara de alta del transmisor, dejando la cámara de baja presión a la atmosfera, utilizar un manómetro análogo o digital de precisión de acuerdo al rango de operación del transmisor, con escala no Superior al 100% del rango a calibrar.
- \* Verificar la calibración simulando de 0-25-50-75-100% del rango de trabajo del transmisor; anotar los datos obtenidos tanto los iniciales como los finales en los formatos de protocolo.

\* Verificar la salida en miliamperios del transmisor, el cero, la linealidad y span, así: 4, 8, 12,16 y 20 mA, esta señal debe ser proporcional al rango de trabajo del instrumento.

\* Si el transmisor tiene repetidor local: desmontarlo, y verificarlo con un simulador de voltaje o corriente según el caso.

\* Desconecte los equipos de calibración, marque dentro del transmisor con un sticker el rango y fecha de calibración.

#### COLOCAR EN SERVICIO EL TRANSMISOR

\* Retire los tapones de seguridad de las tomas del proceso teniendo en cuenta que la válvula de bloqueo este cerrada.

\* Conectar las tomas del manifold del transmisor a las tomas del proceso.

\* Conectar cable de alimentación al transmisor y verifique voltaje, polaridad.

\* Abrir las válvulas de bloqueo principales del proceso.

\* Cerrar los drenajes de las cámaras del instrumento.

\* Abrir válvulas laterales de bloqueo del manifold y cerrar la válvula igualadora del mismo.

\* Verificar que la señal de la variable esté llegando a la RTU.

#### ENTREGAR TRANSMISOR

\* Entregar el transmisor al operador o supervisor de planta.

#### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

\* En la verificación/calibración se debe tener un rango de calibración entrada de 0 a 800 inH<sub>2</sub>O, proporcional a una salida de 4 a 20 mA.

### **41. MANTENIMIENTO SEMESTRAL VALVULA AUTOREGULADA**

#### HERRAMIENTAS

\* Destornillador de pala.

\* Destornillador de estrella.

\* Llave boca fija (3/8 x 7/16)".

\* Llave boca fija (1/2 x 9/16)".

\* Llave corona (3/8 x 7/16)".

- \* Llave corona (1/2 x 9/16)".
- \* Bomba hidráulica manual.
- \* Extractor de punteros.
- \* Llave de expansión de 10".

#### FUNGIBLES

- \*trapo limpio
- \*Jabón biodegradable
- \*Grasa lubricante

#### DESARROLLO DE LA TAREA

- \* Recibir en custodia la válvula
- \* Solicitar permiso al supervisor u operador de la planta respectiva.
- \* Sacar de servicio la válvula
- \* Cerrar las válvulas de bloqueo a la válvula.
- \* Despresurizar la línea.
- \* Verificar que no haya presión.

#### DESPRESIONAR EL SISTEMA

- \* Abrir las válvulas de drenaje (si existe esta facilidad) para despresionar la línea.
- \* Retirar el tubing que lleva la señal de control, usando la llave boca fija de 1/2".
- \* Retirar el tapón de 1/4" que está en el cuerpo del control de presión, usando la llave corona de 9/16".

#### DESARMAR EL PILOTO Y ACTUADOR DEL CONTROL DE PRESION

- \* Destensionar el resorte girando en sentido anti horario el tornillo de ajuste que está en la parte superior del control de presión; usar la llave de expansión de 6".
- \* Desajustar los 4 tornillos de la tapa del piloto, usando la llave corona de 9/16".
- \* Retirar la tapa y el resorte del piloto.
- \* Retirar la pieza de acople entre el piloto y el actuador.
- \* Desajustar los tornillos de la tapa del actuador, usando la llave corona de 9/16".
- \* Retirar la tapa y el diafragma del actuador.
- \* Retirar la base del actuador que contiene aceite y el pistón de sello.

#### REVISAR EL CUERPO DEL CONTROL DE PRESION

\* Limpiar el interior del cuerpo ó retirar líquidos en caso de que estén depositados allí.

\* Revisar que el asiento esté en buen estado.

#### LAVAR Y LIMPIAR LAS PARTES INTERNAS DEL CONTROL DE PRESION

\* Limpiar con varsol todas las partes internas del piloto y actuador.

\* Cambiar kit de reparación compuesto de: Empaque del sello, diafragma del actuador, diafragmas del piloto, resorte y plug del piloto, asientos del piloto, empaque del cuerpo del control de presión. Utilizar llaves de ½" de corona y boca fija, llaves para tubo 10" y 12" y llave de expansión 8".

\* Cambiar el Oring de la base del actuador.

\* Cambiar el aceite depositado en la base del actuador, encargado de lubricar el vástago.

#### ARMAR EL PILOTO Y ACTUADOR DEL CONTROL DE PRESION

\* Instalar la base del actuador sobre el cuerpo de la válvula.

\* Instalar el diafragma y la tapa del actuador.

\* Ajustar los tornillos de la tapa del actuador, usando la llave corona de 9/16".

\* Instalar la pieza de acople entre el piloto y el actuador.

\* Instalar el resorte y la tapa del piloto.

\* Ajustar los 4 tornillos de la tapa del piloto, usando la llave corona de 9/16".

\* Instalar el Tubing que lleva la señal de control, usando la llave boca fija de ½".

\* Instalar el tapón de 1/4" que está en el cuerpo del controlador de presión, usando la llave corona de 9/16".

\* Cerrar las válvulas de drenaje (si existe esta facilidad).

\* Entregar el trabajo al supervisor del área para que desbloquee el control de presión Kimray.

\* Calibrar el controlador de presión Kimray girando en sentido horario el tornillo de ajuste que está en la parte superior hasta lograr 18- 25 PSI según sea necesario; usar la llave de expansión de 6".

#### ENTREGAR VALVULA AUTOREGULADA

- \* Cerrar las válvulas de drenaje (si existe esta facilidad).
- \* Entregar el trabajo al supervisor del área para que desbloquee el PC Kimray.
- \* Calibrar el control de presión de la Kimray girando en sentido horario el tornillo de ajuste que está en la parte superior hasta lograr la regulación de la presión requerida en el proceso en PSI según sea necesario; usar la llave de expansión de 6".

#### CRITERIO DE ACEPTACION

- \* En la calibración se debe tener un rango con una regulación de 25 PSI.

#### **42. MANTENIMIENTO MOTOR ELECTRICO.**

- \* Inspeccionar el sitio donde se realizara el trabajo.
    - Realizar monitoreo de las condiciones ambientales.
    - Revisar visualmente el área del sistema eléctrico.
  - \* Aislamiento del control eléctrico.
    - Abrir breaker principal de 480 voltios; llevarlo a la posición de apagado (off).
    - Abrir la tapa del tablero o caja de control y realizar aislamiento eléctrico en equipo intervenir.
    - Verificar ausencia de tensión aguas abajo del breaker e instalar candado personal.
    - Demarcar el área de trabajo con cinta de seguridad o avisos de prevención.
  - \* Datos técnicos del motor
    - numero inventario, marca, capacidad
  - \* Inspección de los rodamientos.
    - Verificar el funcionamiento de los rodamientos.
    - Verificar el estado del lubricante de los rodamientos (grasa o aceite) aplicar o cambiar si se requiere.
    - Aplicar pintura si se requiere.
- Revisión aislamiento acometida de baja tensión.
- Desconectar cable del motor.
  - Medir aislamiento entre fases, anotar datos.

- Medir aislamiento fase y tierra, anotar datos.
- \* Revisión aislamiento devanado motor.
- Medir aislamiento fase y tierra, anotar datos.
- Aplicar pintura si se requiere.
- \* Revisión sistema puesta tierra SPT del motor eléctrico.
- Revisar el cable de puesta a tierra.
- Revisar la conexión de empalme entre el conductor y el equipo
- Limpiar conexión, terminal de ojo del cable.
- Medir resistencia de tierra y verificar resultados con normas. Anotar datos.

Criterios de aceptación:

- 1- Equipo desenergizado, 0 voltaje.
- 2- Valor aislamiento permisible acometida principal de baja tensión del motor igual o mayor de 100 mega ohmios; referenciando el equipo (Megger) en 1000 voltios Dc.
- 3- Valor aislamiento permisible devanado del motor igual o mayor de 100 mega ohmios; referenciando el equipo (Megger) en 1000 voltios dc.
- 4- Valor de resistencia permisible del SPT del motor igual de 3 ohmios y menor de 6 ohmios.

Fungibles requeridos

- 1- trapo/estopa/lanilla, teflón, 3- valdes, brocha 2", desalojador de humedad, desengrasante dieléctrico (ss-25), lija de agua.

Herramienta requerida.

Caja con herramientas varias eléctrica.

Pinza voltiamperimétrica.

Pértiga telescópica.

Escalera de tijera fibra de vidrio

Aspiradora

Candado

#### **43. MANTTO PREVENTIVO DE CONTROL Y MOTOR ELECTRICO DE LAS BOMBAS DE LA ESTACION DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE CRUDO.**

\* Datos técnicos del control.

- Numero inventario, marca y capacidad.

\* Revisión de elementos o partes del control.

- Revisar los contactos fijos y móviles del contactor, limpiar.

- Verificar el estado del entre-hierro del núcleo, lijar y limpiar.

- Ajustar los tornillos de las borneras y contactos de los elementos eléctricos.

- Revisar cada uno de los elementos asociados al control eléctrico (fusible, transformador de control, temporizador, relé térmico, interruptores etc.) realice correctivos o remplace en caso de ser necesario.

- Inspeccionar el funcionamiento y calibración del relé de sobrecarga.

- Ajustar los relés auxiliares de control eléctrico.

- Verifique el estado del circuito de señalización y control (bombillos, pilotos, selectores, instrumento de medida, pulsadores) remplace de ser necesario.

- Limpiar con brocha y liencillo los elementos del tablero tanto internos como externos.

- Utilizar la aspiradora industrial para limpiar internamente el tablero en caso de ser necesario.

- Chequear que las tapas del tablero estén haciendo buen sellamiento y evitar la humedad y la oxidación.

- Chequear que no quede ningún objeto o herramienta de trabajo dentro del tablero.

\* Desaislamiento control eléctrico.

- Retirar candado personal.

- Poner en servicio el sistema eléctrico, cerrando el breaker principal.

- Verificar funcionamiento de cierre y apertura del contactor.

- Verificar funcionamiento de temporizadores y relé auxiliares.

- Realizar pruebas de funcionamiento de programadores en caso que los tenga.

- Realizar medidas de corriente, en funcionamiento el sistema control motor.

- Anotar datos:

. FASE 1: \_\_\_\_\_ AMP

. FASE 2: \_\_\_\_\_ AMP

. FASE 3: \_\_\_\_\_ AMP

- Realizar medidas de tensión en funcionamiento el sistema control motor.

- Anotar datos:

ENTRE FASES

. L1 – L2: \_\_\_\_\_ VAC

. L2 – L3: \_\_\_\_\_ VAC

. L3 – L1: \_\_\_\_\_ VAC

FASE TIERRA

. L1 – TIERRA: \_\_\_\_\_ VAC

. L2 – TIERRA: \_\_\_\_\_ VAC

. L3 – TIERRA: \_\_\_\_\_ VAC

- Limpiar y ordenar el área.

- Entregar a operador.

Criterios de aceptación

1- Equipo desenergizado, 0 voltaje

2- Valor de resistencia permisible del SPT del control igual de 3 ohmios y menor de 6 ohmios.

3- Valores de voltaje permisibles en vacío (sin carga), más/menos 480 voltios.

4- Valores de voltaje permisibles con carga, más/menos 460 voltios.

#### **44. CAMBIAR ACEITE COMPRESORES DE AIRE.**

- Corte el suministro de energía al compresor para prevenir arranques accidentales y lesiones físicas.

- Cierre todas las válvulas que controlan el flujo de entrada y salida del compresor de aire.

- Saque el tapón del drenaje del aceite.

- Drene el aceite del carter del compresor utilizando recipiente.

- Suelte y quite la tapa principal del carter para su limpieza interna.
- Inspeccione superficies internas y externas del depósito, revise que estén libres de corrosión.
- Limpie los visores de nivel.
- Realice la limpieza de los filtros y flotador de nivel.
- Instale tapón y tapa principal del carter con su empaquetadura.
- Agregue aceite nuevo (SAE 40) o sintético ver recomendaciones del fabricante.
- Verificar que no haya fugas de aceite.
- Realice limpieza de tubería de lubricación del compresor.
- Revise y limpie válvulas de cheque.
- Revise y limpie válvulas de seguridad.
- Instale nuevamente las tapas del depósito.
- Instale válvulas de seguridad y cheque.

\*\*\*\*\*

#### CRITERIOS DE ACEPTACION

1. Verificar limpieza del aceite, observe los visores, el aceite debe mostrar un color amarillento claro, sin partículas y sin estar emulsionado en caso contrario consultar con el ingeniero de confiabilidad el estado del aceite.

\*\*\*\*\*

#### **45. REVISAR FILTROS DE AIRE**

- Retirar tapas principales del purificador de la succión.
- Extraer filtros e inspeccionar estado de estos.
- Reportar condición del filtro para operación de limpieza o de cambio.
- Inspeccionar superficies internas del purificador de aire, revisar que estén libres de corrosión.
- Instalar el filtro.
- Instalar tapas superiores del purificador de aire.
- Verifique anclaje del purificador.

#### **46. REVISAR TENSIÓN Y DESGASTE DE CORREAS**

- Quite las guardas de seguridad de las correas.
- Quite panel de enfriamiento del compresor.
- Afloje tornillería de la base del motor eléctrico para destensionar correa.
- Utilice tensiómetro para dar una tensión adecuada forzando la correa a la flexión adecuada indicada en la tabla de flexión de correas.
- Mida (pulgadas) la longitud entre centros de la polea y determine la cantidad de deflexión de la correa.
- Inspeccione visualmente el desgaste de la correa.
- Verifique estado de alienación de las correas.
- Ajustar tornillería del motor eléctrico.
- Instale panel de enfriamiento del compresor dándole ajuste a la tornillería.
- Instale guardas de seguridad de las correas.
- Realice limpieza general del equipo y área de trabajo.
- Revisar pintura general del equipo, restaurar si es necesario.
- Ponga en funcionamiento el compresor en presencia del operador y verifique vibraciones, fugas de aire y ruidos extraños.
- Realice entrega del equipo al operador de planta.
- Cierre el permiso de trabajo.
- Elabore informe de trabajo.

\*\*\*\*\*

#### CRITERIOS DE ACEPTACION

Correas sean las adecuadas según el fabricante y que se encuentren dentro de las normas.

\*\*\*\*\*

#### **47. APLICAR S.A.S. A MOTORES ELECTRICOS**

Para aplicar S.A.S eléctrico.

- Coordinar con el frente ejecutor que requiere el S.A.S la hora de la aplicación del mismo.
- Identificar el equipo y coordinar con el operador la intervención.
- Identificar el circuito de alimentación.

- Verificar que el equipo se encuentre apagado, de lo contrario apagarlo con autorización del operador.
- Desenergizar acometida (pasar breaker a posición off)
- Verificar ausencia de tensión
- Bloquear el accionamiento del breaker (usar elementos de bloqueo)
- Instalar candado de bloqueo eléctrico (color amarillo) y/o personal
- Instalar tarjeta (color amarillo) de información con los datos nombre, no. avantel o celular, motivo del bloqueo.
- Entregar a operaciones el equipo aislado para retirar S.A.S eléctrico
- Coordinar con el frente ejecutor la hora de retiro del aislamiento
- Coordinar con el operador para el retiro del S.A.S.
- Verificar que no haya personal trabajando en el equipo
- Retirar tarjeta
- Retirar candado
- Retirar bloqueo
- Energizar acometida (pasar breaker a posición ON)
- Verificar presencia de tensión
- Coordinar con el operador, para que este verifique el funcionamiento del equipo
- Entrega del equipo
- Realizar informe con observaciones y/o recomendaciones.

#### **48. INSPECCIÓN 120 DÍAS TABLERO ELÉCTRICO.**

##### **TAREA. Medición de aislamiento Acometida – bobinado motor**

Realizar el frenado en la Unidad de Bombeo de tal manera que los cranks queden en posición vertical hacia abajo.

Colocar y ajustar grapa a tope con la prensa estopa en la boca del pozo.

Desconectar el motor a medir de otros equipos y circuitos, incluyendo las conexiones de tierra, la del neutro y la de protección.

Condenar o bloquear, si es posible, el aparato de corte. Señalizar en el mando de los aparatos colocando una tarjeta que diga "no energizar" ó "prohibido maniobrar" ó "no operar".

Verificar la ausencia de tensión en cada una de las fases, con el detector de tensión; el cual debe probarse antes y después de cada utilización.

Medir el aislamiento en conjunto la acometida con el motor desde el tablero de alimentación, aguas abajo, si la medición arroja un nivel de aislamiento óptimo se procederá a cerrar el permiso de trabajo, si el nivel de aislamiento es bajo se realizarán los siguientes pasos.

Se debe desconectar la acometida eléctrica del motor y repetir el procedimiento de medición para el motor y para la acometida por separado, y determinar cuál de los dos componentes presenta el problema de aislamiento.

#### MEDIDA AISLAMIENTO DEL MOTOR

Descargar la capacitancia del motor a medir a tierra.

Realizar prueba de corto tiempo ó lectura puntual al motor eléctrico, conectando el instrumento a través del aislamiento a probar, asegurando el contacto eléctrico.

Entre las sondas y el punto de medida, y operar por un periodo de 60 segundos, momento en el que se toma la lectura.

Se deberá medir el aislamiento del motor en cada una de las fases con respecto a tierra, utilizando el Megger en escala de 1000 VDC.

Registrar los valores obtenidos en el reporte de actividades.

Descargar la capacitancia del motor nuevamente después de tomada la resistencia de aislamiento.

#### MEDIDA AISLAMIENTO DE LA ACOMETIDA

Desconectar cable del motor, marcando las conexiones de cada fase.

Realizar prueba de corto tiempo ó lectura puntual a la acometida eléctrica, conectando el instrumento a través del aislamiento a probar, asegurando el contacto eléctrico entre las sondas y el punto de medida, y operar por un periodo de 60 segundos, momento en el que se toma la lectura.

Medir aislamiento entre fases, anotar datos.

Medir aislamiento fase y tierra, anotar datos.

Registrar los valores obtenidos en el reporte de actividades.

Descargar la capacitancia de la acometida nuevamente después de tomada la resistencia de aislamiento.

Si la medida cumple con los criterios de aceptación:

Realizar la conexión del equipo y normalizar el circuito.

Se realizan las pruebas de funcionamiento del equipo verificando su correcta operación y se hace entrega del trabajo al operador encargado del área.

Soltar el freno lentamente para que la unidad de bombeo adquiera peso, quedando libre la grapa, se frena nuevamente y se procede a retirar la grapa por medio de la llave de estría 1 ¼".

Se suelta la palanca del freno, se le da el ajuste necesario y se verifica que sus banda no queden rozando.

Si la medida no cumple con los criterios de aceptación:

Dejar desconectado el motor de la acometida.

Aislar, bloquear y tarjetear el circuito.

Reportar al supervisor y al operador el diagnostico inicial.

Criterios de aceptación

El nivel de aislamiento mínimo para poner en funcionamiento el motor será de 5 Mega Ohmios, basado en la norma IEEE 43-2000.

La acometida no debe tener signos de maltrato, o cortadura de la chaqueta, y no existirá continuidad entre fase y fase, fase y tierra.

El nivel mínimo de aislamiento para poner en funcionamiento la acometida del motor debe ser 100 Mega Ohmios.

## REVISIÓN DE PROTECCIONES

Accionar el interruptor eléctrico en la caja de control y bajar palanca general de la caja de control eléctrico.

Realizar el frenado en la Unidad de Bombeo de tal manera que los cranks queden en posición vertical hacia abajo.

Colocar y ajustar grapa a tope con la prensa estopa en la boca del pozo.

Los contactos están sujetos a desgastes mecánicos y eléctricos durante la operación, se deben hacer un examen crítico a la apariencia de la superficie de contacto.

Revise la continuidad en cada fase de cada polo de todos los elementos que conforman la celda, contactores, breaker, relé, térmico, etc.

Si no se tiene continuidad en alguna fase reemplace todos los contactos del contactor, o el elemento que presente los problemas de continuidad.

Valor aislamiento permisible conjunto breaker igual o mayor de 50 mega ohmios; referenciando el equipo (Megger) en 1000 voltios dc.

Ajustar la corriente de disparo del relé de sobrecarga, dependiendo de la clase se realizar el ajuste sean esta clase 10 o clase 20, esta labor se debe coordinar con producción.

Ajustar la corriente de protección del térmico de acuerdo al factor de servicio de la placa del motor, esta representa el valor de sobrecarga a la cual el motor se puede someter permanentemente sin que se dañen sus bobinados, típicamente los motores IEC tienen factor de servicio 1.0, y los motores NEMA 1.15 a 1.25.

Si se encuentra algún elemento la protección en malas condiciones se deberá informar al supervisor, para realizar la una orden de trabajo (TBC).

En caso tal que se encuentre bien se suelta la palanca del freno, se le da el ajuste necesario y se verifica que sus banda no queden rozando.

Recoger residuos y todo tipo de desecho que produzcan contaminación.

49. Avisar al supervisor de operaciones la finalización de los trabajos y esperar instrucciones para el arranque de la unidad de bombeo.

Una vez verificado el balanceo con el voltiampermetro, se pone en funcionamiento la unidad de bombeo.

Criterios de aceptación

Los mecanismos móviles de protecciones se encuentren bien.

Las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, y conexiones a tierra.

Valor aislamiento permisible conjunto breaker debe ser igual o mayor de 50 mega ohmios; referenciando el equipo (Megger) en 1000 voltios DC.

## REVISIÓN DE CONTACTOS

El personal que realizara el mantenimiento debe estar entrenada y en el uso de los mismos y cumplir con los procedimientos de seguridad establecidos en el RETIE y Manual de Permisos de Trabajo ECP-DRI-M-001 ECOPEPETROL.

Coordinar con el supervisor del área eléctrica, la apertura del circuito en el tablero eléctrico, donde pertenece el control al cual se va a trabajar.

Antes de quitar tensión en el controlador tomar lecturas de temperatura por medio de la pistola infrarroja o pirómetro, para tratar de localizar posibles puntos calientes.

Instalar candado personal y tarjeta.

Probar ausencia de tensión en el control, entrada del breaker totalizador.

Instalar puesta tierra temporal.

Demarcar el área de trabajo con cinta de seguridad o avisos de prevención.

Realizar el frenado en la Unidad de Bombeo de tal manera que los cranks queden en posición vertical hacia abajo.

Colocar y ajustar grapa a tope con la prensa estopa en la boca del pozo.

Busque indicios de uniones flojas, puntos de conexión sobrecalentados, alambres quemados, y terminales descoloridos.

Limpie mecánicamente los contactos hasta obtener un terminado brillante, no utilice lija para esta labor, o reemplace las terminaciones que estén descoloridos.

Antes de regresar el controlador al departamento de servicio, se deben efectuar revisiones para verificar que las conexiones eléctricas estén debidamente apretadas, y que no se tienen cortos circuitos, puestas a tierra.

Soltar el freno lentamente para que la unidad de bombeo adquiera peso, quedando libre la grapa, se frena nuevamente y se procede a retirar la grapa por medio de la llave de estría 1 ¼".

Se suelta la palanca del freno, se le da el ajuste necesario y se verifica que sus banda no queden rozando.

Recoger residuos y todo tipo de desecho que produzcan contaminación.

Avisar al supervisor de operaciones la finalización de los trabajos y esperar instrucciones para el arranque de la unidad de bombeo.

Una vez verificado el balanceo con el voltiampermetro, se pone en funcionamiento la unidad de bombeo.

Criterios de aceptación

No debe haber puntos de conexión o contactos sobrecalentados.

## **50. MANTENIMIENTO VALVULA AUTORREGULADORA KIMRAY.**

\* Recibir en custodia la válvula.

- Solicitar permiso al supervisor u operador de la planta respectiva.

\* Sacar de servicio la válvula.

- Cerrar las válvulas de bloqueo a la válvula.

- Despresurizar la línea.

- Verificar que no haya presión.

\* Inspección válvula.

- Desajustar tuerca superior del actuador.

- Desajustar la tapa del piloto.

- Retirar la tapa y resorte del piloto.

- Retirar la pieza de acople entre el piloto y el actuador.

- Desajustar los tornillos que sujetan los dados de acople.

- Retirar el actuador del cuerpo de la válvula.

- Retirar la tapa y resorte del actuador.

- Retirar diafragma y plato del actuador.

- Limpiar con agua y jabón los internos del actuador.

- Desacoplar el asiento de la canasta y el bonete.

- Limpiar con agua y jabón las partes desarmadas del cuerpo.

- Cambiar kit de reparación compuesto por orings, empaques, asiento, plug.

- Cambiar el diafragma de ser necesario.

\* Armar la válvula.

- Instalar diafragma y plato del actuador.
- Instalar resorte y tapa del actuador.
- Acoplar el asiento a la canasta y bonete.
- Instalar el actuador sobre el cuerpo de la válvula.
- Instalar la tapa y resorte del piloto.
- Ajustar la tapa del piloto.
- Instalar los dados de acople.
- Ajustar la tuerca superior del actuador de la válvula para destensionar el resorte.
- \* Entregar válvula
- Entregar válvula reguladora de presión al operador o supervisor de la planta o estación.
- Realizar prueba de funcionamiento si se requiere.