

**OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE
INVENTARIO BAJO LA METODOLOGÍA RCS PARA LAS UNIDADES DE
BOMBEO PRINCIPALES PERTENECIENTES A LA ESTACIÓN CAUCASIA DEL
OLEODUCTO CENTRAL S.A.**

EDGAR ANDREI RAMOS ALDANA

JORGE ANDRES SEGURA CRUZ

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

2016

**OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE
INVENTARIO BAJO LA METODOLOGÍA RCS PARA LAS UNIDADES DE
BOMBEO PRINCIPALES PERTENECIENTES A LA ESTACIÓN CAUCASIA DEL
OLEODUCTO CENTRAL S.A.**

EDGAR ANDREI RAMOS ALDANA

JORGE ANDRES SEGURA CRUZ

**Trabajo de Grado para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento.**

Director

JORGE DUARTE

MsC., PMP. Ingeniero Mecánico

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

2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios quien nos regaló día a día, salud y la oportunidad de asistir a cada una de las sesiones de clase.

A mis padres quienes con su ejemplo me motivan a crecer cada día como profesional, persona y ciudadano. Al igual que por su apoyo económico para el desarrollo de esta especialización.

A los Ingenieros Gabriel Niebles, Carlos Tovar y Elkin Orjuela del Oleoducto Central S.A. quienes con su apoyo hicieron posible el desarrollo e implementación del presente ejercicio.

Finalmente a los Ingenieros Jorge Duarte y Javier Florez de MASSY ENERGY COLOMBIA S.A.S, quienes nos guiaron con su experiencia en gestión de activos en el desarrollo del presente estudio.

Jorge Andres Segura Cruz

A Dios por su inmensa misericordia y darme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto en mi vida.

A mi esposa Rosaura y mi hija Mariana, por todo su amor, comprensión, sacrificio y apoyo para la consecución de este gran logro.

A mis padres, por su apoyo incondicional, la razón de mi existencia, y quienes son mi ejemplo a seguir para crecer como persona y profesional.

A los ingenieros Jorge Duarte y Javier Florez de Massy Energy Colombia SAS, quienes con sus conocimientos y experiencia, fueron nuestros guías para el desarrollo de este proyecto de grado.

Edgar Andrei Ramos Aldana

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	134
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	15
1.1 CONTEXTO DE OPERACIÓN	15
1.1.1 Oleoducto Central S.A.	15
1.1.2 Estación Caucasia	16
1.1.3 Sistema de Bombeo Estación Caucasia	16
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo General	18
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 JUSTIFICACION.....	19
2 MARCO TEORICO	20
2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	20
2.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	23
2.2.1 Definición, Objetivos y Preguntas de RCM	23
2.3 Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)	24
2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	26
2.4.1 Mantenimiento Correctivo.....	26
2.4.2. Mantenimiento Preventivo	26
2.4.3. Mantenimiento Predictivo	27
2.4.4. Mantenimiento Modificativo	27
2.5 DEFINICIONES CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD	28
2.6 TECNICAS DE CONFIABILIDAD	30
2.6.1 Análisis de Causa Raíz (RCA)	30
2.6.2. Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC).....	30
2.6.2 Mantenimiento Basado en Condición (CBM)	31

3. DEFINICION DE RECURSOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	33
3.1. DEFINICION DE ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL GRUPO DE TRABAJO RCM-RCS	33
3.2. DEFINICION DE INTEGRANTES DEL GRUPO DE TRABAJO RCM-RCS	35
3.3. DEFINICION Y ASEGURAMIENTO DEL LISTADO DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
4. ANALISIS DE INFORMACION PARA TALLER RCM-RCS EN CAMPO	40
4.1. ANALISIS DE ARBOLES DE EQUIPO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LA ESTACION CAUCASIA	40
4.2. MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS DE OCENSA.....	42
4.3. HISTORICOS DE OM'S CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y PREDICTIVAS DEL SISTEMA	47
4.4. Diagramas P&ID's.....	49
5. DESARROLLO DEL TALLER EN CAMPO	50
5.1. DEFINICION DE ECUACIONES DE PÉRDIDA DEL SISTEMA DE BOMBEO	50
5.2. EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	52
5.3. DESARROLLO TALLER RCM-RCS	54
6. PROPUESTA DE OPTIMIZACION DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO Y REPUESTOS.....	55
6.1. COSTOS DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO. (A Falla, Actual y Optimizada)	55
6.2. PANORAMA DE RIESGOS POR ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO. (A Falla, Actual y Optimizada)	57
6.3. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PORPUESTA.....	58
6.4. NIVELES DE INVENTARIO OPTIMOS.....	59
7. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS	64

INDICE FIGURAS

Figura 1. Oleoducto Central S.A.	15
Figura 2. Reglas y relaciones cíclicas entre los elementos de mantenimiento para las acciones.	28
Figura 3. Proceso LCC.....	31
Figura 4. Mesa de trabajo RCM-RCS.....	33
Figura 5. SAP.....	36
Figura 6. Modelamiento de datos con SuperSmith	37
Figura 7. RCM Cost.....	38
Figura 8. Taxonomía de equipos según ISO 14224.....	40
Figura 9. Matriz de Análisis de Riesgo OCENSA.....	43
Figura 10. Matriz de Análisis de Riesgo ECOPETROL S.A.....	46
Figura 11. Matriz de Análisis de Riesgo ECOPETROL S.A.....	47
Figura 12. Filosofía operacional para crudo Pesado.....	50
Figura 13. Filosofía operacional para un crudo Extra Pesado	51
Figura 14. Esquema de bombeo Sector 3 Oleoducto de Colombia S.A.	51
Figura 15. Porcentaje de equipos críticos, no críticos y especiales	53
Figura 16. Nivel de riesgo de equipos por especialidad	53
Figura 17. Resultados optimización de las estrategias de mantenimiento	55
Figura 18. Costos de las estrategias de mantenimiento por tipo de crudo y matriz RAM de Ecopetrol u OCENSA.....	56
Figura 19. Panorama de riesgos Sistema de Bombeo	57
Figura 20. Optimización de niveles de inventario del sistema de bombeo	60
Figura 21. Valor beneficios de la estrategia de mantenimiento optimizada	61

INDICE TABLAS

Tabla 1. Técnicas de análisis de condición típicas.....	32
Tabla 2. Relación de asistentes Taller RCM-RCS.....	36
Tabla 3. Número de equipos por especialidad de mantenimiento	41
Tabla 4. Número de equipos por clase de equipo	41
Tabla 5. Pareto del número de órdenes de mantenimiento correctivo por parte objeto. ...	49
Tabla 6. Control de cambios actividades de la estrategia de mantenimiento actual vs. Optimizada.....	58

INDICE ANEXOS

Anexo A. Árbol de Equipos Sistema de Bombeo de Estación Caucasia	64
Anexo B. Diagramas de Tuberías e Instrumentación (P&IDs) de las Unidades Principales de Estación Caucasia	69
Anexo C. Plantilla Taller RCM del Sistema de Bombeo – Estación Caucasia	73
Anexo D. Plantilla Estrategia de mantenimiento propuesta del Sistema de bombeo	85

RESUMEN

TITULO: OPTIMIZACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO Y NIVELES DE INVENTARIO BAJO LA METODOLOGÍA RCS PARA LAS UNIDADES DE BOMBEO PRINCIPALES PERTENECIENTES A LA ESTACIÓN CAUCASIA DEL OLEODUCTO CENTRAL S.A.¹

AUTOR(ES): EDGAR ANDREI RAMOS ALDANA, JORGE ANDRES SEGURA CRUZ²

PALABRAS CLAVES: REPUESTOS, CONFIABILIDAD, ESTRATEGIA, MANTENIMIENTO, INVENTARIOS,

DESCRIPCION:

Al revisar el nivel actual de inventarios de materiales asociados a las unidades principales de bombeo, propiedad del Oleoducto Central S.A., surge la inquietud de evaluar el nivel óptimo de inventario actual del sistema de bombeo con el fin de verificar si es necesario mantenerlo o corresponde a un sobre stock que conllevaría a generar una situación de detrimento patrimonial dentro del oleoducto.

Por tal razón, se desarrolla el presente estudio, que tiene como objetivo calcular los niveles de inventario óptimos de los repuestos críticos necesarios para la ejecución de las tareas preventivas, correctivas y por condición, de las unidades principales de bombeo de la estación Caucasia del Oleoducto Central S.A. (OCENSA), a través de la implementación de técnicas de confiabilidad como RCM y RCS.

Finalmente la importancia del análisis de lubricantes, como herramienta fundamental de trabajo para desarrollar e implementar una estrategia de mantenimiento proactivo para maquinaria pesada. Donde de acuerdo un programa de análisis de aceite usado en el departamento de mantenimiento, Este proceso debe iniciar con una auditoría de lubricación en la que se evalúen las condiciones actuales del mantenimiento desde el punto de vista de la lubricación, haciendo un estudio comparativo con empresas de Clase Mundial que permita definir las áreas en las que es necesario actuar para mejorar.

Se concluye que el plan de mantenimiento basado en el análisis de aceite, permite la reducción de costos, a su vez aumenta la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

¹ Monografía

² Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Director: Jorge Duarte, Ingeniero Mecánico, PMP.

ABSTRACT

TITLE: MAINTENANCE STRATEGY AND INVENTORY LEVELS OPTIMIZATION BASED IN RCS METHODOLOGY TO THE MAIN PUMPING UNITS AT CAUCASIA STATION OWNED BY OLEODUCTO CENTRAL S.A.³

AUTHOR(S): EDGAR ANDREI RAMOS ALDANA, JORGE ANDRES SEGURA CRUZ.⁴

KEYWORDS: SPARES, RELIABILITY, STRATEGY, MAINTENANCE, INVENTORY.

DESCRIPTION:

In reviewing the current inventory level of spare parts required for the operation of the main pumping units, owned by Oleoducto Central S.A., it is necessary to evaluate the current optimum inventory level to verify the need to maintain it, or it may be related to an over-stock that would lead into a patrimonial detriment issue in the oil pipeline company.

For that reason, the present study is being developed, which main goal is to calculate an optimum inventory level of spare parts required to carry out preventive maintenance, corrective maintenance and condition maintenance activities to the main pumping units at OCENSA's Caucasia Station, through reliability techniques implementation such as RCM and RCS.

Finally the importance of analysis of lubricants, as a fundamental tool for developing and implementing a proactive maintenance strategy for heavy machinery. Where of suitable analysis software used oil in the maintenance department, this process should start with an audit of lubrication in which current maintenance conditions are assessed from the point of view of lubrication, making a comparative study with companies World Class designed to define the areas where action is needed to improve.

It is concluded that the maintenance plan based on oil analysis, allows cost reduction in turn increases the reliability and availability of equipment.

³ Monograph.

⁴ School of Engineering Physics and Mechanics. Specialization in Maintenance Management. Director: Jorge Duarte, Mechanical Engineer, PMP.

INTRODUCCION

En la mayoría de las empresas del sector hidrocarburos se ha venido generando un cuestionamiento difícil de responder desde la academia del cálculo de inventarios, que corresponde a cuales son los repuestos y el nivel de inventario que se debe mantener en almacenes para no afectar la disponibilidad de los activos.

Esta monografía se basa en este cuestionamiento y busca a través de las técnicas de confiabilidad RCM-RCS ofrecer una solución de carácter objetivo y cuantitativo, identificando los repuestos que debido a su nivel de riesgo representan un mayor impacto en la operación y mantenimiento de cada uno de los activos, calculando los niveles de inventario óptimos, teniendo en cuenta las frecuencias de tareas preventivas sugeridas en la estrategia de mantenimiento y la probabilidad de ocurrencia de fallas que requerirán repuestos para las tareas correctivas.

Finalmente con la unión y consolidación de la teoría de Ingeniería de Mantenimiento & Confiabilidad con la teoría de inventarios, se lograra resolver esta inquietud, dirigida a las cinco unidades principales que hacen parte del sistema de bombeo de la estación Caucasia del Oleoducto Central S.A.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 CONTEXTO DE OPERACIÓN

1.1.1 Oleoducto Central S.A.

El Oleoducto Central S.A. (OCENSA) es una sociedad anónima de economía mixta, dedicada al transporte de petróleo en Colombia. Es el principal oleoducto en Colombia en capacidad de transporte, desde el cual se abastecen las refinerías de Barrancabermeja y Cartagena, y se realizan las exportaciones desde el terminal marítimo de Coveñas.

La infraestructura del sistema de transporte de crudo comprende 836 km de tubería en tierra y 12 km de tubería en el mar, se extiende desde el piedemonte llanero (áreas de Cusiana y Cupiagua) hasta el terminal Coveñas, en el límite de los departamentos de Sucre y Córdoba. En su recorrido el oleoducto atraviesa 45 municipios de los departamentos de Casanare, Boyacá, Santander, Antioquia, Córdoba y Sucre.

Figura 1. Oleoducto Central S.A.



Fuente:

https://www.ocensa.com.co/actividades/Pages/Recorrido_del_Oleoducto.aspx

El Oleoducto está compuesto por ocho estaciones de bombeo, una estación controladora de presión, 28 válvulas en la línea operadas remotamente desde el cuarto de control en Bogotá a través del sistema SCADA, una base para la coordinación de actividades de mantenimiento, 19 tanques para almacenar hasta cinco millones de barriles de crudo, un descargadero con capacidad de recibo de 30,000 barriles diarios y una monoboya (TLU) costa afuera con capacidad de cargue de hasta 60 mil barriles por hora.

Actualmente, OCENSA transporta más de 590,000 barriles de petróleo por día, lo que corresponde al 59% del crudo que produce el país y el 67% del crudo que se exporta por el puerto de Coveñas.

1.1.2 Estación Caucasia

La estación Caucasia hace parte del Oleoducto Central S.A., en el departamento de Antioquia, se encuentra ubicada a 56,76 metros de altura sobre el nivel del mar, y en el km 608 de la tubería.

Es una estación de rebombeo encargada de entregar más presión a los 20,000 barriles de crudo que se reciben por hora desde la estación Vasconia y que se envían al terminal marítimo de Coveñas.

1.1.3 Sistema de Bombeo Estación Caucasia

El sistema de bombeo de la estación Caucasia está compuesto por cinco unidades principales de bombeo, descritas de la siguiente manera:

- ✓ Bombas Centrifugas FLOWSERVE, de tres (3) etapas, tipo DMX

Tamaño 8X15-3T

Caudal 4229,2 GPI

3560 RPM

Presión Máxima Adm. 1600 PSI

Temperatura Máxima Adm. 77 °F

Presión de Prueba 2400 PSI

- ✓ Incrementadores de velocidad LUFKIN, modelo N2704C

Gear Ratio 3,959

Rated Input 1000

Rated Output 3959

API Service Factor 2,08

- ✓ Motores de combustión CATERPILLAR 3612, 12 Cilindros en “V”, 4 tiempos,

Crudo Combustible

Potencia Máxima 3700 bkW

Potencia Mínima 2980 bkW

750-1000 RPM

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura actual del Oleoducto Central S.A. está compuesta por 6 estaciones de bombeo, distribuidas en 5 diferentes departamentos del territorio

colombiano, por donde se exporta un promedio de 600 mil barriles día a través de su puerto marítimo en la ciudad de Coveñas ubicada en el caribe colombiano.

Actualmente las unidades de bombeo principales de la estación Caucasia de OCENSA, están presentando una alta rata de falla e incremento en sus Down Time, a causa de modos de falla no identificados previamente y de igual forma por la no disponibilidad de los repuestos críticos para este sistema.

Se han identificado en el CMMS dos desviaciones para este sistema de bombeo, las estrategias de mantenimiento no están asociadas a los equipos sino a los sub – sistemas y finalmente también se hace evidente que el análisis de criticidad de los activos no está basada en una metodología objetiva que arroje un nivel de riesgo real para cada uno de los equipos. Lo anterior está generando perdida en la trazabilidad del mantenimiento de las unidades de bombeo de la estación y sobre stock de material obsoleto en los almacenes.

Finalmente al investigar sobre la metodología en la que se basó el diseño inicial de la estrategia actual se evidencia que fue desarrollada a partir de la experticia de los técnicos de mantenimiento pero no se rige bajo una técnica de confiabilidad que logre evaluar el costo - efectividad de las actividades propuestas

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Optimizar la estrategia de mantenimiento actual y de abastecimiento de materiales del sistema de unidades de bombeo principales de la Estación Caucasia del Oleoducto Central S.A.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis de criticidad de equipos y componentes del sistema de unidades principales de bombeo de la estación Caucasia OCENSA, basado en estándares internacionales.
- Realizar un análisis modal de fallas y efectos de los equipos y componentes del sistema de bombeo.
- Aplicar metodología RCS para el diseño de la estrategia de mantenimiento optimizada del sistema de bombeo.
- Calcular los niveles de inventario óptimos para la operación y mantenimiento del sistema de unidades principales de bombeo de la estación Caucasia OCENSA.

1.4 JUSTIFICACION

Debido a la abrupta caída del precio del barril de crudo, las empresas del sector OIL & GAS están enfocadas en el desarrollo de nuevas estrategias, donde puedan obtener resultados en ahorros en la operación y mantenimiento de sus facilidades e inventarios.

Con el fin de incrementar la disponibilidad y confiabilidad operacional del Oleoducto, la nueva estrategia de mantenimiento y abastecimiento de materiales, pretende detectar y actuar tempranamente ante las fallas potenciales de los activos para minimizar paradas imprevistas que puedan incurrir en costos adicionales y establecer una planeación de actividades preventivas y por condición a las que haya lugar.

2 MARCO TEORICO

2.1 EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento y la producción se ubican en una época contemporánea más reciente. Si se desglosan sus procesos de evolución y crecimiento de una forma mancomunada en las últimas décadas, se puede ensayar una clasificación, para comprender de una forma más clara sus roles, sus relaciones y sus funciones⁵.

- **PRIMERA ETAPA**

Durante la etapa I aparecen los instrumentos de mantenimiento. En ese momento se contrata o se entrena el personal de mecánica, electricidad, mecatrónica, neumática, electrónica, etc., con el fin de capacitarlo para llevar a cabo las primeras acciones de mantenimiento, que son de índole correctiva y que procuran corregir la falla o parada imprevista en forma prioritaria.

En esta fase aparecen los elementos iniciales requeridos para sostener los equipos: órdenes de trabajo, herramientas, utensilios, almacenes de repuestos e insumos de mantenimiento. Surgen las primeras informaciones que luego se constituyen en las bases de datos y luego en el sistema de información. Se desarrollan las técnicas y las tecnologías propias de la empresa en particular, etc. En general, se dan las bases para que el mantenimiento funcione; en la etapa I la prioridad del área de producción es elaborar productos o generar servicios.

- **SEGUNDA ETAPA**

Para las industrias el objetivo principal se convierte en solucionar las paradas repentinas de los equipos. Por esto el mantenimiento empieza a desarrollar acciones de prevención o predicción de fallas⁶.

⁵ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 13

⁶ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 14

En esta etapa II se identifican los equipos, se determinan las tareas para las intervenciones planeadas o programadas (instrucción de mantenimiento). Se definen las recomendaciones de seguridad, se establecen los planes de mantenimiento (programa maestro). Se delimitan y se generan las OT2 programadas (planeadas) y no programadas (no planeadas). Se decide y se implementan los mecanismos de manejo y recolección de datos de una forma sencilla, completa y eficiente, que posteriormente se convierten en el sistema de información. Se relacionan los equipos con los respectivos repuestos específicos y genéricos, a la vez que se concretan los parámetros de subcontratación y administración de proveedores.

- **TERCERA ETAPA**

Una vez las empresas alcanzan la madurez para el manejo real y conceptual de las acciones posibles de mantenimiento, empiezan a adoptar una estructura para el desarrollo secuencial, lógico y organizado del conjunto de acciones de mantenimiento que aplican. Con el fin de gestar y operar el mantenimiento bajo un sistema organizado en esta fase III adoptan una táctica de mantenimiento, entre las que se destacan: TPM, RCM, PMO, entre otras.

En esta fase III, lo importante para la producción es maximizar la explotación y la combinación de sus factores productivos. En tanto que el mantenimiento se constituye como una unidad independiente de producción, de apoyo logístico a operación y manufactura, dado que es normal que en las anteriores fases I y II, aún depende del área operativa en cuanto a nivel jerárquico⁷.

- **CUARTA ETAPA**

En esta etapa los departamentos de mantenimiento se interesan por medir resultados y pretenden saber qué tan bien hacen su trabajo. Por eso empiezan a

⁷ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 15

establecer sistemas de costeo propios de mantenimiento, como el LCC. Implementan el registro histórico de fallas y reparaciones. Se establecen sistemas de medición bajo parámetros propios o internacionales. Empiezan a interpretar y a utilizar la curva de Davies (o de la bañera), al involucrar sus deducciones en las labores propias de mantenimiento. Y se comparan con otras empresas similares o diferentes para establecer el nivel de éxito logrado tanto en operación como en mantenimiento y, en general, procuran controlar todas las acciones realizadas.

En esta etapa se involucran los directivos y todas las demás áreas corporativas de la empresa en un solo objetivo para obtener la mayor eficiencia productiva y la máxima reducción de costos. En este sistema se establecen metas alcanzables a todas las áreas involucradas, además de detectar las necesidades reales de desarrollo de personal y capacitación, con el fin de que los miembros del área de mantenimiento alcancen niveles adecuados de calificación, para aplicar nuevas tecnologías en procesos de gestión⁸.

- **QUINTA ETAPA**

Esta etapa se caracteriza por buscar el desarrollo de habilidades y competencias en todo su personal, y también profundizan en alguna de las etapas anteriores. En este nivel se consolidan las realizaciones de FMECA, RCA y RPN. Y, en general, la empresa se fortalece en el desarrollo de habilidades y competencias en todos o en algunos de los temas iniciados en las etapas anteriores. En la fase V se logra la consolidación del sistema de información de mantenimiento y producción⁹.

- **SEXTA ETAPA**

Para esta etapa las organizaciones desarrollan y alcanzan una metodología capaz de integrar todos y cada uno de los niveles anteriores se alcanza la etapa VI,

⁸ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 16

⁹ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 17

definida como gestión de activos, la cual permite integrar todo el conocimiento y las mejores prácticas aprendidas, con el fin de manejar con flexibilidad y éxito sus activos (parque industrial, equipos, etc)¹⁰.

2.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

2.2.1 Definición, Objetivos y Preguntas de RCM

RCM se originó en las industrias aeronáuticas a finales de los años 60, se puede definir como una estrategia de mantenimiento global de un sistema usando métodos de análisis estructurados que permiten asegura la confiabilidad inherente a tal sistema.

Los objetivos del RCM son:

- Definir y justificar las acciones del mantenimiento programado.
- Optimizar las acciones de mantenimiento programado.
- Asegurar e incrementar la confiabilidad de los equipos.
- Generar recomendaciones de mejora a los procesos y equipos.

El RCM lleva a resolver las preguntas sobre el equipo en análisis¹¹:

1. ¿Cuáles son las funciones y objetivos estándares de desempeño del equipo en su contexto operativo?
2. ¿En qué aspecto no responde al cumplimiento de sus funciones?
3. ¿Qué ocasiona una falla funcional?
4. ¿Qué ocurre cuando se genera una falla en particular?
5. ¿Qué modo afecta la falla a la operación?
6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir una falla?
7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra el plan de acción apropiado?

¹⁰ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 18

¹¹ AMEZQUITA Jhon, GARCIA Jim & LESMES Juan David. Modelo para el Mejoramiento de Planes de Mantenimiento Basado en la Metodología PMO para los Equipos de una Estación de un Campo de Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014. p 52

2.3 Optimización de Mantenimiento Preventivo (PMO)

El sistema de optimización de mantenimiento preventivo, es una metodología que se ha desarrollado para revisar en detalle los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los activos en operación. Un sistema PMO facilita el diseño de un marco de trabajo racional y rentable, cuando se cuenta con los registros históricos de mantenimiento preventivo y la planta se mantiene bajo control. A partir de ahí se alcanzan grandes mejoras, con la adecuada asignación de recursos, y el personal de mantenimiento puede enfocar sus esfuerzos en los defectos de diseño de la planta o en sus limitaciones operativas y específicas.

El objetivo de esta técnica, que se puede implementar en aquellas organizaciones que tienen amplia experiencia en mantenimiento preventivo, es la optimización real del mantenimiento industrial, aplicando sistemas basados en el estado mecánico de la maquinaria y en su historial de fallas, utilizando los análisis estadísticos como una poderosa herramienta de soporte total a la toma de decisiones gerenciales.

El desempeño histórico de las fallas de los equipos se puede determinar por medio del análisis estadístico basado en la distribución Weibull. Partiendo de los registros de fallas se proyecta la influencia de las actividades de mantenimiento preventivo sobre algunos índices de gestión de los equipos tales como: Confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y eficiencia de equipos.

Metodología del PMO

Los nueve pasos para la implementación del PMO adaptados de la recomendación de Steve Turner, son los siguientes¹²:

¹² AMEZQUITA Jhon, GARCIA Jim & LESMES Juan David. Modelo para el Mejoramiento de Planes de Mantenimiento Basado en la Metodología PMO para los Equipos de una Estación de un Campo de Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014. p 55

- ✓ Paso 1. Recopilación de tareas: Es una recopilación de las tareas de mantenimiento que se les están realizando a los activos.
- ✓ Paso 2. Análisis de modos de falla: Extraer de bases de datos modos de falla que se abordan con las tareas de mantenimiento.
- ✓ Paso 3. Racionalización y revisión del FMEA: Revisión e identificación y agregar los modos de falla faltantes que están afectando el activo.
- ✓ Paso 4. Análisis funcional: Listado de funciones afectadas por cada modo falla.
- ✓ Paso 5. Evaluación de consecuencias: Se realiza una evaluación de cada modo de falla para determinar si las fallas son ocultas o evidentes .Para las evidentes se debe realizar una evaluación de impacto en seguridad, medio ambiente, operación y mantenimiento.
- ✓ Paso 6. Definición de la política de mantenimiento: Se analiza cada modo de falla y se establecen nuevas tareas y estrategia de mantenimiento. Se evalúa costo efectividad de tareas basadas en la condición del activo.
- ✓ Paso 7. Revisión y agrupación: Consolidar las tareas por especialidad y frecuencia para medir medios eficientes y efectivos con el fin de encaminar la política de mantenimiento a los objetivos de mantenimiento y producción.
- ✓ Paso 8. Aprobación e implementación de los programas: Presentación de los resultados de análisis a los directivos de la organización para definir recursos para dar inicio a la implementación de la nueva estrategia de mantenimiento.
- ✓ Paso 9. Programa dinámico: Asegurar que la estrategia de mantenimiento se ejecute a tiempo, revisar las fallas de los equipos y adoptar herramientas de la ingeniería de mantenimiento y confiabilidad para disminuir la tasa de falla existente.

2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.4.1 Mantenimiento Correctivo

Las tareas de mantenimiento correctivo son las que se realizan con intención de recuperar la funcionalidad del elemento o sistema, tras la pérdida de su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren. La actividad correctiva consta de las siguientes actividades¹³:

- ✓ Detección de la falla
- ✓ Localización de la falla
- ✓ Desmontaje
- ✓ Recuperación o sustitución
- ✓ Montaje
- ✓ Pruebas
- ✓ Verificación.

2.4.2. Mantenimiento Preventivo

La función principal del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual de los equipos mediante los registros de control llevados en cada uno de ellos, y en coordinación con el departamento de programación, para realizar la tarea preventiva en el momento más oportuno.

El mantenimiento preventivo se puede clasificar en dos versiones, una de ellas basada en el tiempo, es decir, en la frecuencia de inspección, y la segunda basada en la condición de desgaste (o denominada condición de estado), encontrada en la última revisión¹⁴.

¹³ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 427

¹⁴ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 429

2.4.3. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo basa sus principios en el conocimiento permanente del estado y la operatividad de los equipos, mediante la medición de diferentes variables. El control que se tiene de estas variables determina la utilización del predictivo¹⁵.

2.4.4. Mantenimiento Modificativo

La tarea no planeada, denominada acción modificativa, es una versión superior y desarrollada de las acciones correctivas. Y sucede cuando en forma continua se aplican reparaciones que no surten efecto en la recuperación de la funcionalidad del equipo. Entonces es cuando se da lugar a la aplicación de algunos de los instrumentos básicos o avanzados de mantenimiento, con el fin de determinar la razón primaria de la condición fuera del estándar.

Una vez se encuentra la causa raíz del problema, se procede a aplicar políticas de control mediante la realización de modificaciones en el equipo o el sistema, a través de la utilización de conceptos y acciones propias de la ingeniería de diseño. Estos hechos en forma sistémica se reconocen como procesos de acciones modificativas de mantenimiento¹⁶.

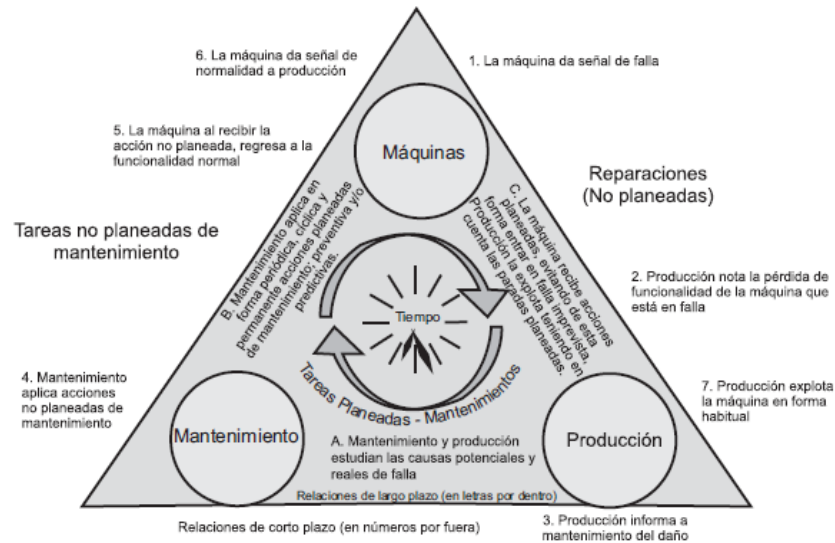
La principal ventaja radica en la velocidad de detección de la avería (en forma anticipada y temprana al hecho), mientras que en otros casos sólo es posible establecer una frecuencia. A su vez, las acciones predictivas incorporan algunas variables que aumentan la información del estado de los equipos. La cantidad de información que proporciona este tipo de mantenimiento, sumado a la rapidez con

¹⁵ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 433

¹⁶ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 427

que se mida la información, supera ampliamente a las acciones de mantenimiento descritas anteriormente.

Figura 2. Reglas y relaciones cíclicas entre los elementos de mantenimiento para las acciones.



Fuente: MORA Alberto, Mantenimiento, planeación ejecución y control. 1 ed. Mexico D.F. Alfa Omega Editor, 2009.p428

2.5 DEFINICIONES CONFIABILIDAD, DISPONIBILIDAD Y MANTENIBILIDAD

Confiabilidad

La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas. Si no hay, el equipo es 100% confiable; si la frecuencia es muy baja, la confiabilidad del equipo es aún aceptable, pero si es muy alta, el equipo es poco confiable.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseñó durante un período de tiempo específico y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno¹⁷.

¹⁷ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 95

Mantenibilidad

Se denomina mantenibilidad a la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo, puedan regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal¹⁰ después de una avería, falla o interrupción productiva (funcional o de servicio), mediante una reparación que implica realizar unas tareas de mantenimiento, para eliminar las causas inmediatas que generan la interrupción. La normalidad del sistema al restaurarse su funcionalidad se refiere a su cuerpo y a su función.

La mantenibilidad se asocia a la facilidad con que un elemento o dispositivo se puede restaurar¹¹ a sus condiciones de funcionalidad establecidas, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos ocurridos antes de alcanzar ese estado de normalidad, tales como: diseño, montaje, operación, habilidades de los operarios, las modificaciones realizadas, las reparaciones anteriores, la capacidad de operación, la confiabilidad, los mantenimientos realizados a lo largo y ancho de la vida útil del equipo, el entorno, la legislación pertinente, la calidad de los repuestos, la limpieza, el impacto ambiental que genera, etc., que influyen directamente en el grado de mantenibilidad de un equipo.

En general, la forma más clara de medir la mantenibilidad es en términos de los tiempos empleados en las diferentes restauraciones, reparaciones o realización de las tareas de mantenimiento requeridas para llevar nuevamente el elemento o equipo a su estado de funcionalidad y normalidad. La mantenibilidad expresa la capacidad con que un equipo se deja mantener para regresarlo a su estado de referencia. El mantenimiento consiste en las acciones concretas que se realizan para mejorar la mantenibilidad, y es esta última la calificación de cómo se realiza el mantenimiento¹⁸.

¹⁸ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 104

Disponibilidad

Como disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico.

Es una característica que resume cuantitativamente el perfil de funcionalidad de un equipo. La mayoría de los usuarios aseguran que necesitan la disponibilidad de un equipo tanto como la seguridad. Hay varios métodos para lograrlo, y uno es construir un equipo que cuando falle sea fácil de recuperar, y el otro es que sean confiables y, por lo tanto, demasiado costosos¹⁹.

2.6 TECNICAS DE CONFIABILIDAD

2.6.1 Análisis de Causa Raíz (RCA)

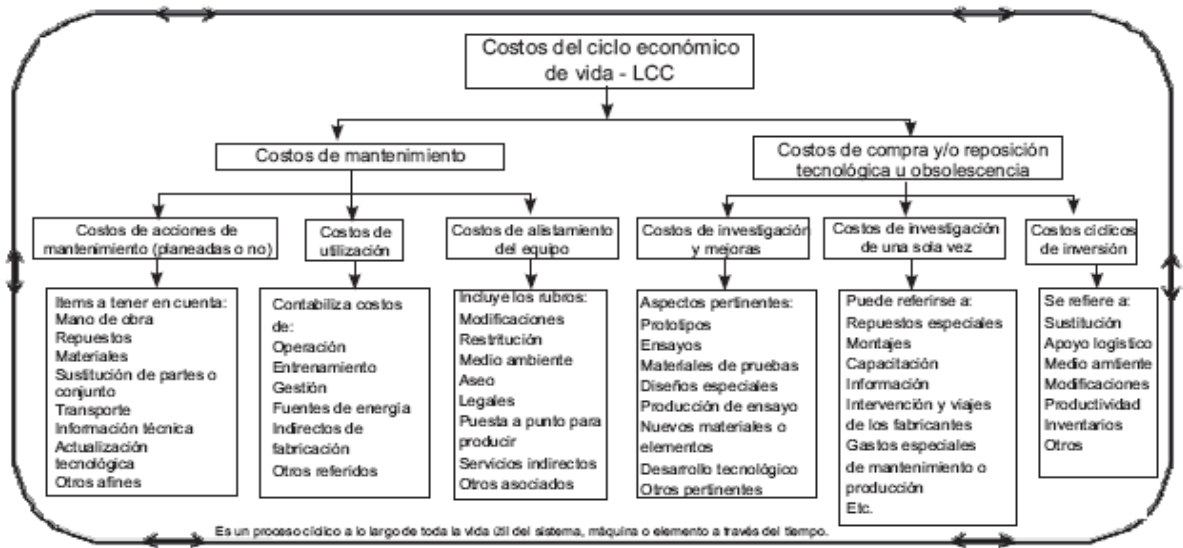
El análisis causa raíz busca identificar donde se encuentran las fallas y causas desconocidas las cuales afectan el desempeño de un sistema o maquina analizarlas y plantear una solución definitiva, esto con el fin de garantizar un correcto funcionamiento y prever las fallas futuras tomando acciones que sean necesarias.

2.6.2. Análisis de Costo de Ciclo de Vida (LCC)

El concepto de costo de ciclo de vida es enfocado en las normas del gobierno británico como tero tecnología, el cual se define en la Norma Británica BS3811 como una combinación de dirección, finanzas, ingeniería, construcción y otras prácticas aplicadas a perseguir el costo de vida económico de los activos físicos.

¹⁹ MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014. p 67

Figura 3. Proceso LCC



Fuente: MORA Alberto, Mantenimiento, planeación ejecución y control. 1 ed. México D.F. Alfa Omega Editor, 2009.p473

2.6.2 Mantenimiento Basado en Condición (CBM)

Mantenimiento basado en la condición, este se encarga de monitorear condiciones de operación de los equipos, con el fin de identificar cual es el momento más pertinente para realizar las actividades de mantenimiento.

El CBM debe contar con la mayor cantidad de información de la operación de los diferentes componentes de un equipo; con el ánimo identificar las posibles fallas que puedan generar una parada no programada.

A continuación, se indican algunos análisis empleados en la industria para determinar la condición de un equipo, ya sea mecánico ó eléctrico²⁰:

²⁰ AFANADOR Fabio, BURGOS Jimmy & CONTRERAS Andres, Modelo de Gestión para la Optimización de Planes de Mantenimiento en las Estaciones de Bombeo de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2013.

Tabla 1. Técnicas de análisis de condición típicas.

MECANICO	ELECTRICO
Análisis de vibraciones Reciprocante AVR	Calidad de Energía (CE)
Vibración en FFT (FFT)	EMAX
Inspección Visual (IV)	MCE
Análisis de agua(AAG)	Termografía (T)
Análisis de aceite (AAC)	Telurometría (TL)
Temperatura de rodamientos (TR)	Análisis aceite dieléctrico (AAD)
Análisis de datos operacionales (ADO)	
Flujometría de calor (FC)	
Eficiencia (EF)	
Alineación (AL)	

Fuente: AFANADOR Fabio, BURGOS Jimmy & CONTRERAS Andres, Modelo de Gestión para la Optimización de Planes de Mantenimiento en las Estaciones de Bombeo de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2013.

3. DEFINICION DE RECURSOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. DEFINICION DE ROLES Y RESPONSABILIDADES DEL GRUPO DE TRABAJO RCM-RCS

Una de las secciones fundamentales en la fase inicial del estudio RCM-RCS corresponde a definir los roles y responsabilidades que tendrán cada uno de los participantes, para garantizar un estudio más objetivo, organizado y con el debido enfoque de la experticia técnica requerida.

En la Figura 4 se muestra la relación de las áreas de Operaciones y Mantenimiento de OCENSA requeridas en la mesa de trabajo del estudio RCS.

Figura 4. Mesa de trabajo RCM-RCS.



Para cada una de las áreas se han asignados los siguientes roles y responsabilidades:

Equipo Facilitador:

- Estar encargado de consolidar la información relacionada con los arboles de equipos, biblioteca de modos de falla, hojas de ruta actuales de

mantenimiento proactivo, materiales y sus niveles de inventario, P&IDs, entre otra información relativa para la preparación del taller RCM-RCS en campo.

- En la ejecución del taller, tendrá un rol de moderador, dando cumplimiento a la metodología RCM-RCS, registrando la información necesaria para las posteriores simulaciones de las estrategias a falla, actual y optimizada de mantenimiento de los activos objeto de estudio.
- Se encargara de generar el informe final de resultados y realizar su respectiva divulgación a las áreas de interés de OCENSA.

Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad (IMC):

- Parte de las responsabilidades del equipo de IMC corresponde a participar de forma activa en la respuesta de las inquietudes relacionadas con la metodología RCM, dando a conocer los puntos de vista con base en el conocimiento global del negocio y los objetivos que la organización posee como estrategia corporativa.
- Finalmente, y de acuerdo a los procedimientos previamente establecidos por OCENSA, el grupo de IMC tendrá la facultad de avalar la estrategia de mantenimiento optimizada y los niveles de inventario óptimos que se proponen como resultado del presente análisis.

Profesionales de Mantenimiento de la Estación:

- Presentar al equipo de trabajo los procesos, filosofía operacional y equipos de la estación de bombeo Caucasia OCENSA.
- Asegurar la disponibilidad del personal de técnicos de mantenimiento de cada una de las especialidades, para el desarrollo del taller RCM-RCS en la estación.
- Durante el proceso de consolidación de información y simulación de las estrategias de mantenimiento a falla, actual y optimizada, se deberá brindar

apoyo al equipo facilitador desde campo para completar la información faltante que pueda requerirse.

Inventarios:

- Identificar los códigos en el sistema SAP de OCENSA de los materiales requeridos para las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y/o por condición propuestas por cada modo de falla.
- Catalogar los materiales que a la fecha del taller no cuenten con código en el sistema SAP de OCENSA.
- Validar la capacidad de almacenamiento real vs. niveles de inventario propuestos por el estudio RCM-RCS.

Operaciones / Técnicos de Mantenimiento:

- Soportar el análisis de criticidad de equipos.
- Podrán proponer los recursos requeridos, servicios y/o materiales necesarios, partiendo de la experiencia en la ejecución de las tareas de mantenimiento y conocimiento de los activos.

Planeación de Mantenimiento:

- Realizar la actualización y corrección pertinente del árbol de equipos del sistema de bombeo en el sistema SAP.
- Luego de tener el aval del grupo de IMC, deberá proceder a realizar los cambios en las estrategias de mantenimiento en el sistema SAP de OCENSA.

3.2. DEFINICION DE INTEGRANTES DEL GRUPO DE TRABAJO RCM-RCS

De acuerdo al nivel de responsabilidad que tienen cada uno de los roles mencionados en el punto anterior, se procede a seleccionar el personal requerido para la ejecución del estudio RCM-RCS, tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación de asistentes Taller RCM-RCS

NOMBRE Y APELLIDOS	EMPRESA	CARGO
Odilio Rivera	OCENSA	Jefe de Estación
Elkin Orjuela	OCENSA	Prof. Mnto Estación
Wilmer Calderon	OCENSA	Prof. Mnto Estación
Carlos Tovar	OCENSA	Prof. Logística
Gabriel Niebles	OCENSA	Planeación Mnto
Javier Gonzalez	OCENSA	Prof. Confiabilidad
Uriel Cataño	OCENSA	Prof. Confiabilidad
Julio Cordoba	OCENSA	Prof. Mnto Mayor
Javier Florez	Massy Energy	Facilitador Líder
Jorge Andres Segura	Massy Energy	Facilitador Soporte
Cesar Barajas	Massy Energy	Prof. Confiabilidad
Dannys Duran	Massy Energy	Jefe de Almacén
Jorge Arango	Bombas y Montajes	Prof. Mnto Estación
Luis Rodriguez	Bombas y Montajes	Tec. Instrumentación
Ricardo Otalora	Bombas y Montajes	Tec. Electricidad
Daniel Baron	Bombas y Montajes	Tec. Mecánico
Pedro Suarez	SoEnergy	Tec. Mecánico

3.3. DEFINICION Y ASEGURAMIENTO DEL LISTADO DE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Debido al elevado volumen de información manejado en este tipo de estudios, se requiere utilizar herramientas ofimáticas que ayuden al Grupo Facilitador para administrar y tratar la información en las siguientes tres (3) actividades:

- **Generación reportes SAP:**

Figura 5. SAP.



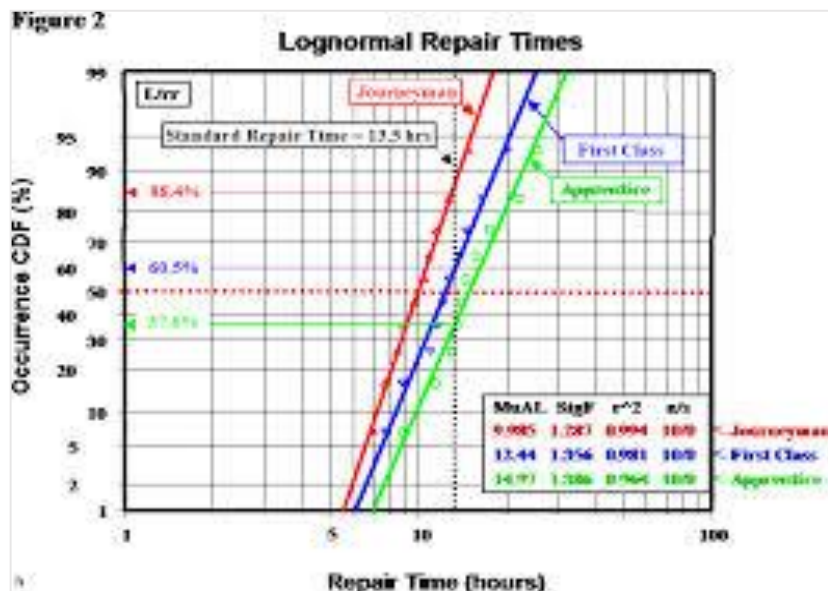
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/SAP_Business_Suite.

Una de las entradas más importantes para el desarrollo del estudio, es el conocimiento de los árboles de equipos, los históricos de órdenes de mantenimiento, las actividades sugeridas por las hojas de ruta de los mantenimientos proactivos, los inventarios y movimientos de material. La información previamente mencionada se debe obtener del EAM (Enterprise Asset Management) con el que trabaja OCENSA, el cual es SAP. Para esto La licencia y usuario que se utilizó para esta actividad es de los autores de este documento, quienes a la fecha se desempeñan como contratistas para OCENSA y de la cual se recibió todo el aval para obtener esta información.

- **Tratamiento Estadístico de los Históricos de Mantenimiento:**

Una vez se tiene consolidada y organizada la información de históricos de mantenimiento, asociada a cada una de las causas de falla que se identificaron en el taller RCM-RCS en campo, se procede a modelar con ayuda de SUPERSMITH los históricos teniendo como resultado los parámetros de forma del modelamiento de la distribuciones WEIBULL, LogNormal, Exponencial entre otras según la mejor correlación.

Figura 6. Modelamiento de datos con SuperSmith

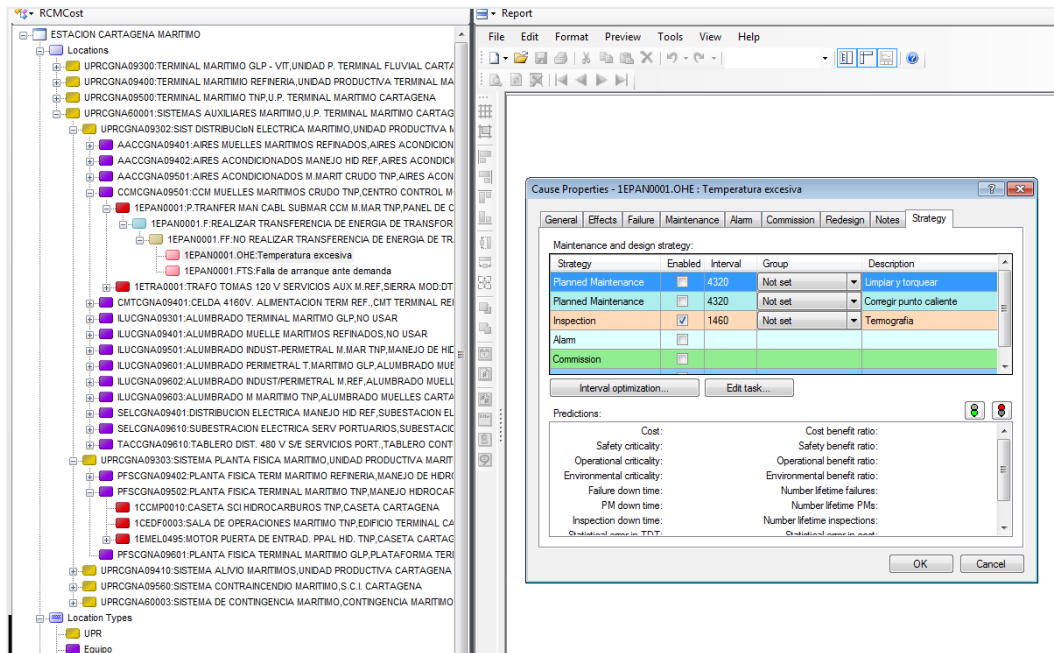


Supersmith es un software ampliamente utilizado en la industria de la Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, el cual está basado principalmente en el análisis de información utilizando la distribución Weibull. La licencia que se utilizó para el desarrollo de este estudio es de MASSY ENERGY COLOMBIA S.A.S. empresa contratista de OCENSA.

- **Simulación de las estrategias de mantenimiento A Falla, Actual y Optimizada:**

Una vez se desarrolla el taller RCM-RCS en campo y conocidos los parámetros de forma y distribuciones por causa de falla, se averiguar el costo asociado por riesgo y ejecución de mantenimiento para cada escenario.

Figura 7. RCM Cost



Para la simulación de los escenarios propuestos por el presente estudio se utiliza la licencia del software RCM Cost, de la empresa MASSY ENERGY COLOMBIA S.A.S. Este software Proporciona algoritmos de simulación que predicen los costos de mantenimiento por vida, optimizando las estrategias de mantenimiento

para lograr ahorros sobre los costos asociados al requerimiento del personal de mantenimiento, riesgos ambientales, en personas, de producción e imagen.

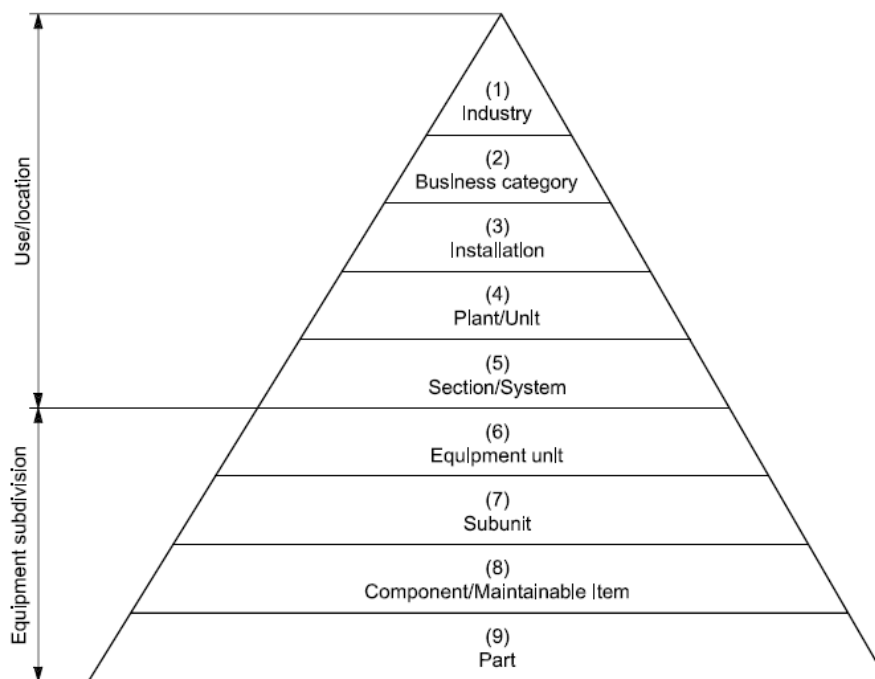
Igualmente, se resalta que la Empresa Massy Energy Colombia S.A.S. autoriza el uso de los software SuperSmith y RCM Cost, para el desarrollo de este estudio como parte del plan de valor agregado que le ofrece a su cliente OCENSA, el cual está siendo liderado por los autores de la presente monografía.

4. ANALISIS DE INFORMACION PARA TALLER RCM-RCS EN CAMPO

4.1. ANALISIS DE ARBOLES DE EQUIPO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LA ESTACION CAUCASIA

Se descargan los arboles de equipos en SAP PM del sistema de bombeo principal de la estación Caucasia. Se procede a revisar la taxonomía de los equipos consignados en el listado, la cual debe estar alineada con lo recomendado en la norma ISO 14224, donde se indica que los equipos objeto de análisis deben estar asociados a sistemas, planta, tipo de facilidad, industria, categoría del negocio, los cuales hacen parte de los datos de localización del equipo (Niveles 1-5), así mismo, se recomienda realizar una subdivisión de los equipos por el tipo de clase, subsistema, ítem mantenible y parte (Niveles 6-9) que se pueden ver en la Figura 8.

Figura 8. Taxonomía de equipos según ISO 14224



Fuente: Taxonomía de Equipos según ISO 14224. Pag 18

Se evidencia que el árbol de equipos del sistema de bombeo de la estación no está alineado con la norma ISO 14224. Se sugiere realizar los cambios en el formato

agregando columnas donde se indique el tipo de especialidad del equipo, clasificación de equipo según ISO 14224 y descripción de clase de equipo, para tener una mayor trazabilidad de los equipos y componentes del sistema durante análisis de técnicas confiabilidad, programación de materiales, inventarios de equipos y mantenimiento programados, tal como se observa en el Anexo 1.

Tabla 3. *Número de equipos por especialidad de mantenimiento*

Especialidad	Cantidad Equipos
Electricidad	37
Instrumentación & Control	77
Mecánica	70

Una vez se clasifican los equipos por especialidad, se obtiene que 37 equipos corresponden a especialidad Electricidad, 77 equipos corresponden a Instrumentación & Control y 70 equipos son mecánicos, para un total de 184 equipos contemplados en el análisis de este estudio.

Posteriormente, se procede a identificar la cantidad de equipos de acuerdo a su familia de acuerdo a la ISO 14224.

Tabla 4. *Número de equipos por clase de equipo*

Clase Equipo	Cantidad
Válvula esclusa o compuerta	32
Transmisor Presión / Vacío	25
Motor Eléctrico AC	23
Indicador de Presión	20
Actuador Eléctrico	16
Válvula de Seguridad y/o Alivio	15
Intercambiador Calor Enfriador Agua	8
Posicionador de Válvula	8

Transmisor de presión diferencial	7
Detector de Flujo (flujostato)	6
PLC	5
Panel de Control	5
Motor Diesel	5
Caja de Engranajes	5
Bomba Centrífuga	5
Sistema de Lubricación	5
Switches de Flujo	5
Válvula Direccional (Control)	4
Válvula de tres (3) vías	4
Transmisor de Caudal	4
RTD Patrón	4
Medios de Calefacción y Refrigeración	3
Transmisor de Temperatura	2
Calentador / Tratador	2
Filtro de Canasto	2
Válvula de Globo	1
Switches de Vibraciones	1
Interruptor de Nivel	1
Viscosímetros	1
TOTAL	224

4.2. MATRIZ DE ANALISIS DE RIESGOS DE OCENSA

Para cuantificar el riesgo que cada una de las causas de falla aporta al nivel de riesgo global al que está expuesto el sistema de bombeo en estudio, se utiliza la matriz de análisis de riesgo (RAM por sus siglas en ingles) de OCENSA que se puede observar en la Figura 9.

Figura 9. Matriz de Análisis de Riesgo OCENSA

Casi Cierto (>75%) (E)	Moderado	Alto	Alto	Alto	Extremo
Probable (51-75%) (D)	Moderado	Moderado	Alto	Alto	Alto
Posible (26-50%) (C)	Bajo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
Improbable (6-25%) (B)	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	Moderado
Raro (0-5%) (A)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Moderado
Niv. Impacto /Tip. de Impacto -	Insignificante (1)	Menor (2)	Moderado (3)	Mayor (4)	Catastrófico (5)
Personas	Primeros Auxilios	Tratamiento médico,	Incapacidad temporal	Incapacidad permanente / parcial	Fatalidad o invalidez
Económicos	Menor de USD 3 millones	Entre USD 3 y 6 millones	Entre USD 6 y 17 millones	Entre USD 17 y 45 millones	> USD 45 millones
Medio Ambiente y Comunidad	Derrame y/o goteo de hidrocarburos	Derrame de hidrocarburos y/o sus derivados con afectación ambiental	Derrame de hidrocarburos y/o sus derivados (entre un galón y un barril)	Derrame de hidrocarburos o sus derivados con afectación ambiental moderada y temporal.	Violación a los límites legales o actos administrativos (normativa ambiental).
Imagen y Reputación	Afectación a nivel interno	Afectación a nivel local	Afectación a nivel regional	Afectación a nivel nacional	Afectación a nivel internacional

Fuente: OCENSA

A continuación, se explica en detalle los niveles de consecuencia y los parámetros de probabilidad asociados en esta matriz.

PROBABILIDAD

Nivel de Probabilidad	Descripción
Casi Cierto (>75%) (E)	Ha ocurrido durante el último año del sistema
Probable (51-75%) (D)	Ha ocurrido en la industria en el último año y/o durante los últimos 5 años del sistema
Posible (26-50%) (C)	Ha ocurrido en la industria en los últimos 5 años y/o durante los últimos 10 años del sistema
Improbable (6-25%) (B)	Ha ocurrido en la industria en los últimos 10 años y/o durante la vida útil del sistema
Raro (0-5%) (A)	Ha ocurrido en la industria en los últimos 20 años

CONSECUENCIAS:

- Personas

Nivel de Impacto	Descripción
Insignificante (1)	Primeros Auxilios
Menor (2)	Tratamiento médico, trabajo restringido o reubicación
Moderado (3)	Incapacidad temporal
Mayor (4)	Incapacidad permanente / parcial
Catastrófico (5)	Fatalidad o invalidez

- Económica

Nivel de Impacto	Descripción
Insignificante (1)	Menor de USD 3 millones (Menor al 0,5% de la UN)
Menor (2)	Entre USD 3 y 6 millones (Entre el 0,5% y el 1% de la UN)
Moderado (3)	Entre USD 6 y 17 millones (Entre el 1% y el 3% de la UN)
Mayor (4)	Entre USD 17 y 45 millones (Entre el 3 y el 8% de la UN)
Catastrófico (5)	> USD 45 millones (>8% de la UN)

- Imagen y Reputación

Nivel de Impacto	Descripción
Insignificante (1)	Afectación a nivel interno
Menor (2)	Afectación a nivel local
Moderado (3)	Afectación a nivel regional
Mayor (4)	Afectación a nivel nacional
Catastrófico (5)	Afectación a nivel internacional


- **Medio Ambiente y Comunidad**

Nivel de Impacto	Descripción
Insignificante (1)	Derrame y/o goteo de hidrocarburos y/o sus derivados sin afectación ambiental en áreas confinadas dentro de la facilidad, afectando un área de procesos)
Menor (2)	Derrame de hidrocarburos y/o sus derivados con afectación ambiental sin efectos duraderos dentro de la facilidad, afectando varias áreas de proceso. Manejo irracional de recursos naturales (electricidad y agua) o de residuos, con afectación al ambiente.
Moderado (3)	Derrame de hidrocarburos y/o sus derivados (entre un galón y un barril) en áreas confinadas dentro o fuera de predios de la Compañía o que afecte recursos naturales solo al interior de predios de la Compañía. Afectación de recursos naturales (agua, aire, flora, fauna, suelo), por otros aspectos ligados a las actividades de la Compañía.
Mayor (4)	Derrame de hidrocarburos o sus derivados con afectación ambiental moderada y temporal. Entre un galón a un Barril en el DDV o por fuera de áreas de la compañía. Superiores a un barril dentro de áreas de la compañía. Reclamación de la comunidad registrada ante organismos gubernamentales
Catastrófico (5)	Violación a los límites legales o actos administrativos (normativa ambiental). Derrame de hidrocarburos y/o sus derivados con afectación ambiental grave por fuera de áreas de la Compañía (mayor de 1 barril).

Al analizar los umbrales que contiene esta matriz, se hace evidente que a nivel económico no es una matriz alineada con la realidad de la industria del transporte de los hidrocarburos en Colombia. Además, no es conveniente enviar un mensaje erróneo al personal de la compañía donde se considere que una pérdida de hasta tres (3) millones de dólares se considere insignificante.

Por lo tanto, en aras de obtener un resultado más objetivo y alineado con la realidad de la industria, se decide por parte del grupo facilitador utilizar una matriz RAM de una compañía con una operación similar, en este caso ECOPEPETROL, quien es del mismo grupo accionista de nuestro cliente OCENSA. Esta matriz puede observarse en la Figura 10.

Figura 10. Matriz de Análisis de Riesgo ECOPEPETROL S.A.

		DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL				ECP-DRI-F-045				
		MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM				ACT: 2		1/1		
Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte instructivo ECP-DRI-I-007										
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD					
Personas	Economica	Ambiental	Clientes	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
						No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades	Catastrofica > \$10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M	M	H	H	VH
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L	M	M	H	H
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N	L	M	M	H
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante \$10k a \$100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N	N	L	L	M
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	1	N	N	N	L	L
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	0	N	N	N	N	N

Fuente: [http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49335 ANEXO 28 Uso Matriz Valoraci%C3%B3n de Riesgos - RAM..pdf](http://www.ecopetrol.com.co/documentos/49335_ANEXO_28_Uso_Matriz_Valoraci%C3%B3n_de_Riesgos_-_RAM..pdf)

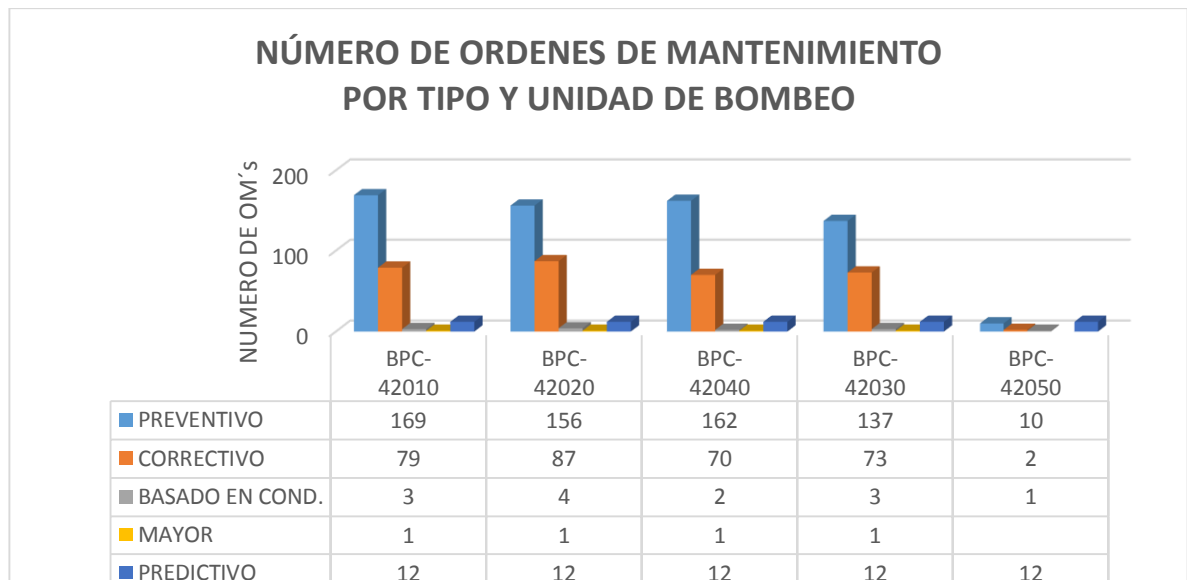
Como se observa en la Figura 10, esta matriz RAM está más alineada a la industria de hidrocarburos. Se puede observar que se consideran pérdidas como catastróficas cuando sean mayores a 10 millones de dólares, mientras que en la matriz RAM de OCENSA este valor podría llegar a verse como una pérdida moderada.

4.3. HISTORICOS DE OM'S CORRECTIVAS, PREVENTIVAS Y PREDICTIVAS DEL SISTEMA

Como parte de la preparación del taller RCM-RCS en campo y para poder realizar los análisis estadísticos de probabilidad de falla asociados a los modos y causas de falla de los activos objeto de estudio, se descarga el histórico de órdenes de mantenimiento para los últimos 5 años, obteniendo los siguientes hallazgos:

- Al revisar la historia de mantenimiento para las cinco (5) unidades de bombeo, se encuentra un total de 1022 órdenes de mantenimiento, que se encuentran distribuidas por tipo y unidad, tal como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Matriz de Análisis de Riesgo ECOPETROL S.A.



De la Figura 11, se observa que la estrategia actual de estos activos está orientada en un 62% a ser una estrategia de mantenimiento preventivo, con un componente del 30% de tareas correctivas y un muy bajo porcentaje de tareas predictivas.

Es clave hacer la aclaración que la unidad BPC-42050 es una unidad que fue instalada hace dos años por el proyecto Delta 35, donde se buscaba aumentar en 35 mil barriles por día el bombeo del oleoducto.

Durante la revisión de los históricos de mantenimiento se identifican por equipo las tareas preventivas y predictivas para ser tomadas como suspensiones durante el análisis estadístico, asociando cada una de estas a su parte objeto, modo de falla y causa de falla específica.

Se evidencian oportunidades de mejora en el proceso de documentación de las órdenes de trabajo, sobre todo en el diligenciamiento de aspectos como:

- ✓ Correcta asignación del equipo en el que se está realizando la actividad de mantenimiento. En la mayoría de los casos se documenta hasta la ubicación técnica pero no se relaciona el equipo de la misma.
- ✓ Se deben aclarar las definiciones de los tipos de mantenimiento al personal, para que en el momento de categorizar la orden de mantenimiento no se encuentren tareas correctivas asignadas como preventivas o viceversa.
- ✓ Implementar y utilizar el campo parte objeto, ya que este campo orienta de una forma más objetiva este tipo de análisis para identificar cuáles son las partes del equipo que tienen una mayor tendencia de falla y tomar las acciones pertinentes.
- ✓ Para el diligenciamiento del modo de falla en los avisos de avería, se deben ofrecer mayores opciones, las cuales deben estar alineadas por tipo de equipo, teniendo en cuenta las opciones que pueden ofrecer normas como la ISO 14224.

Al analizar el Pareto de órdenes de mantenimiento correctivo para identificar los malos actores principales, se obtiene que de las 312 fallas evidenciadas, el 80% de

estas (244 OM's) están concentradas en los parte objetos relacionados en la Tabla 5.

Tabla 5. Pareto del número de órdenes de mantenimiento correctivo por parte objeto.

PARTE OBJETO	# DE FALLAS
CULATA	119
INYECTOR	15
SELLO MECANICO	13
SIST. DE REFRIGERANTE	13
TURBO	10
CAJA TERMOSTATICA	10
BOMBA DE AGUA	9
ESPARRAGOS CULATAS	9
TERMOCUPLA - CILINDRO	7
FILTROS DE COMBUSTIBLE	7
RODAMIENTO	6
FILTROS DE ACEITE	6
SIST. ENFRIAMIENTO	5
SOPORTES DE LA UNIDAD	5
CILINDROS	5
BOMBA DE PRELUBRICACION	5

4.4. Diagramas P&ID's

Se realiza el análisis de los diagramas de tuberías e instrumentación (P&IDs) de las unidades principales de bombeo, objeto de análisis de este estudio, donde se incluyen los respectivos diagramas de las unidades BPC 42010, BPC 42020, BPC 42030, BPC 42040 en el Anexo 2.

5. DESARROLLO DEL TALLER EN CAMPO

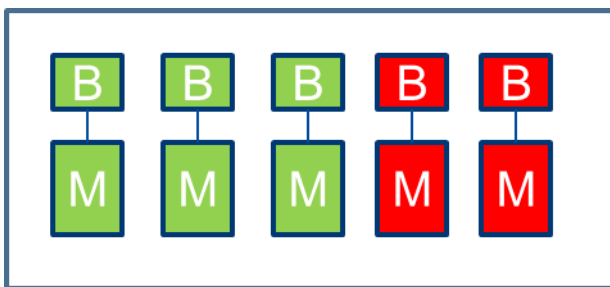
5.1. DEFINICION DE ECUACIONES DE PÉRDIDA DEL SISTEMA DE BOMBEO

Con el fin de cuantificar el impacto económico durante el análisis de criticidad de equipos y evaluar el nivel de criticidad de cada una de las causas de falla, se requiere definir una ecuación de pérdida para el sistema de Bombeo objeto de estudio.

Para la definición de esta ecuación de pérdida, estuvo presente el personal de operaciones de OCENSA, donde se explicaron los dos escenarios de operación en que se encuentra actualmente el oleoducto, referenciados a la densidad de crudo a bombear:

- **Crudos Pesados:** En la actualidad se está bombeando crudo pesado, con el que se requiere implementar una filosofía operacional como la que se muestra en la Figura 12.

Figura 12. Filosofía operacional para crudo Pesado

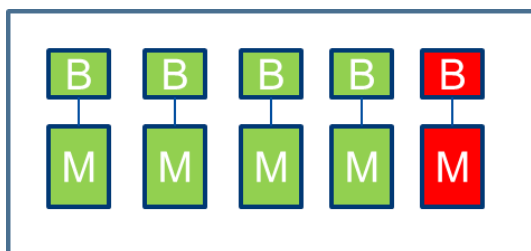


Para este escenario se tiene prevista una filosofía operacional de tres (3) unidades de bombeo operativas al 100% con 2 unidades disponibles en stand by o respaldo.

- **Crudos Extra Pesados:** Como consecuencia de la caída del precio del barril de petróleo, los clientes de OCENSA están solicitando transportar crudo extra pesado, lo que requiere que la hidráulica de operación del oleoducto sea más

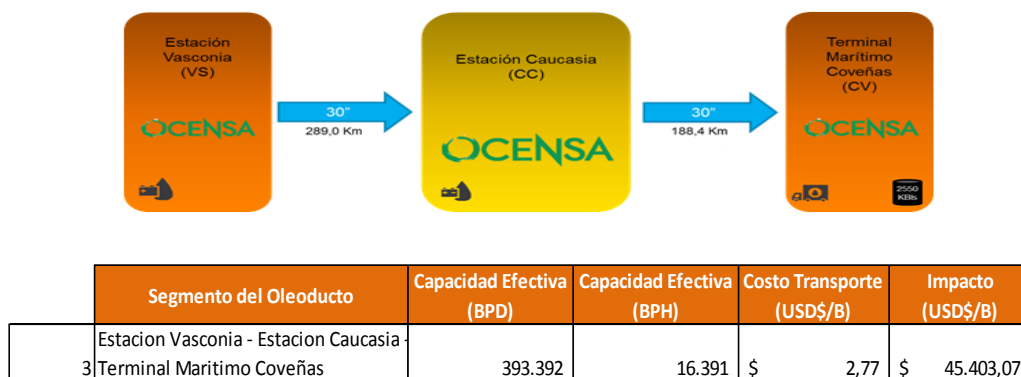
compleja. A la fecha aún no se ha definido el transporte de este tipo de hidrocarburos a través del Oleoducto, aunque ya se han realizado pruebas operativas, identificando que la filosofía operacional necesaria para lograr bombear este tipo de fluido a sus condiciones de densidad, requiere utilizar cuatro (4) unidades de bombeo operativas y una (1) unidad de bombeo totalmente disponible en stand by o respaldo, tal como se ilustra en la Figura 13.

Figura 13. Filosofía operacional para un crudo Extra Pesado



Una vez aclarados y definidos los posibles escenarios de operación del sistema de bombeo principal, se define la ecuación de pérdida teniendo en cuenta el flujo y el valor de la multa por no bombear, que impactaría económicamente al sistema de bombeo, tal como se ilustra en la Figura 14.

Figura 14. Esquema de bombeo Sector 3 Oleoducto de Colombia S.A.



La ecuación de pérdida contempla el transporte de crudo pesado desde la estación Vasconia, pasando por la Estación de Bombeo Caucasia y terminando su recorrido en el Terminal Marítimo de Coveñas. Estas tarifas están basadas en la resolución 0012 4686 de Noviembre 30 de 2011, Tarifas segmento 3 del OLEODUCTO CENTRAL S.A.

En conclusión, el valor de la ecuación de pérdida por hora y unidad de bombeo es de **USD\$ 15.166,9**.

5.2. EVALUACION DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Identificando la matriz de riesgo a utilizar, el límite de batería objeto de estudio y el contexto operacional del sistema de bombeo, se realiza el análisis de criticidad de equipos, que estará categorizado por las siguientes definiciones:

- **Equipos críticos:** Serán aquellos activos que están en un nivel de riesgo Medio (M), Alto (H) y Muy Alto (VH) según la RAM a utilizar en la Figura 9.
- **Equipos No Críticos:** Equipos que se encuentren en los niveles de riesgo Bajo (L) y Nulo (N) según la RAM a utilizar en la Figura 9.
- **Equipos Especiales:** aquellos activos para los cuales su mantenimiento obedece a una estrategia previamente definida por una mesa técnica de la organización o que este regulada por alguna norma o estándar internacional. Se debe tener en cuenta que estos activos también serán objeto del análisis de criticidad de equipos, solo que tendrán una definición adicional para identificarlos y tener en cuenta que no serán objeto de estudio del RCM-RCS.

Luego de realizar el análisis de criticidad de equipos, se obtiene un panorama global del resultado de análisis de criticidad de los equipos del sistema de bombeo, como se observa en la Figura 15.

Figura 15. Porcentaje de equipos críticos, no críticos y especiales

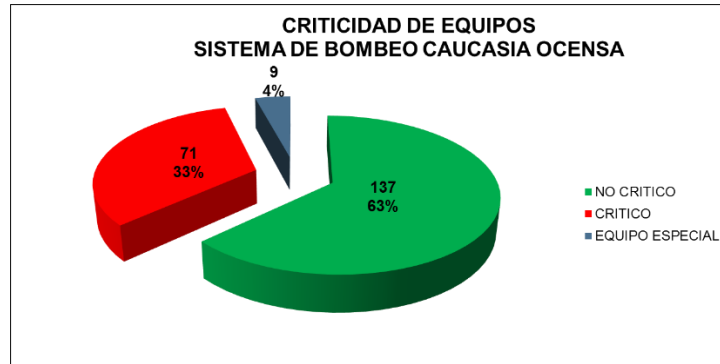
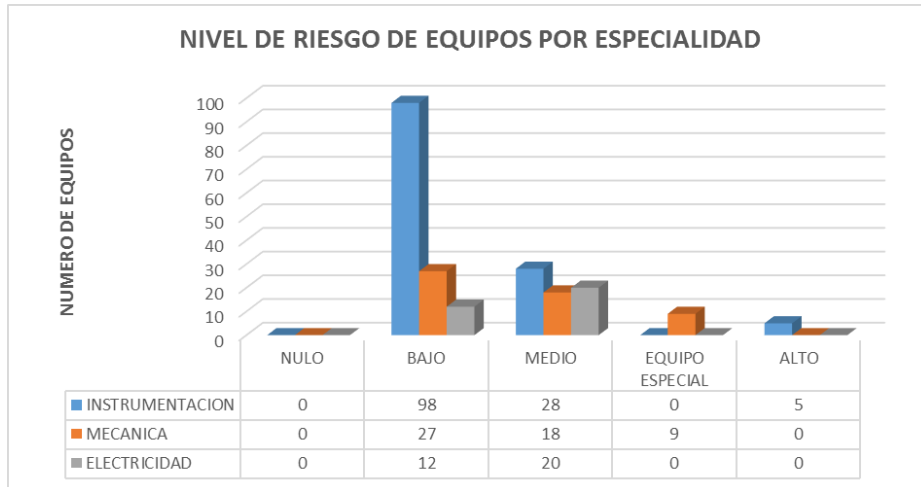


Figura 16. Nivel de riesgo de equipos por especialidad



Al revisar los niveles de riesgo a los cuales están expuestos los equipos de cada una de las especialidades, se encuentran equipos como los PLC's, que representan un alto nivel de riesgo debido a un elevado impacto económico en caso de falla. Igualmente, encontramos como únicos, las válvulas PSV's de las líneas de descarga de las unidades.

La mayor cantidad de equipos se encuentran clasificados en un nivel de riesgo bajo, aunque se debe tener en cuenta que los equipos de mayor envergadura como las

bombas, motores de combustión interna, sistemas de lubricación y algunos equipos de instrumentación se encuentran en un nivel de riesgo medio.

Así mismo, se debe tener en cuenta que la cantidad de equipos difiere del actual árbol de equipos, por lo que se sugiere crear nuevos equipos para este sistema.

5.3. DESARROLLO TALLER RCM-RCS

Una vez definida la ecuación de pérdida del sistema y el nivel de criticidad de los equipos objeto de análisis, se procede a desarrollar el taller de RCM, donde se define la estrategia de mantenimiento basada en confiabilidad de las unidades principales de bombeo.

El desarrollo del taller RCM consiste en la creación de una plantilla donde se consigna la siguiente información:

- ✓ Agrupar los equipos del sistema de bombeo extraídos del árbol de equipos según su clase o tipo.
- ✓ Definición de las funciones primarias de los equipos por familia.
- ✓ Identificación de las fallas funcionales de cada equipo y/o componentes.
- ✓ Determinar los modos de falla asociados a los equipos.
- ✓ Análisis de causas de falla.
- ✓ Estudio de las consecuencias de cada modo de falla.
- ✓ Determinar las actividades o tareas de mantenimiento proactivas y reactivas, según nivel de criticidad de equipos definida anteriormente, para minimizar los efectos de los modos de falla.

- ✓ Elaboración de la estrategia de mantenimiento mediante la agrupación de las actividades de mantenimiento sugeridas, listado de repuestos requeridos, recursos para ejecución de las labores y frecuencia de las actividades.

Se adjunta plantilla definitiva de desarrollo de taller en el Anexo 3 para consultas.

6. PROPUESTA DE OPTIMIZACION DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO Y REPUESTOS

Los resultados del presente estudio se enfocan en cuatro (4) grandes aspectos, tal como se ilustran en la Figura 17.

Figura 17. Resultados optimización de las estrategias de mantenimiento



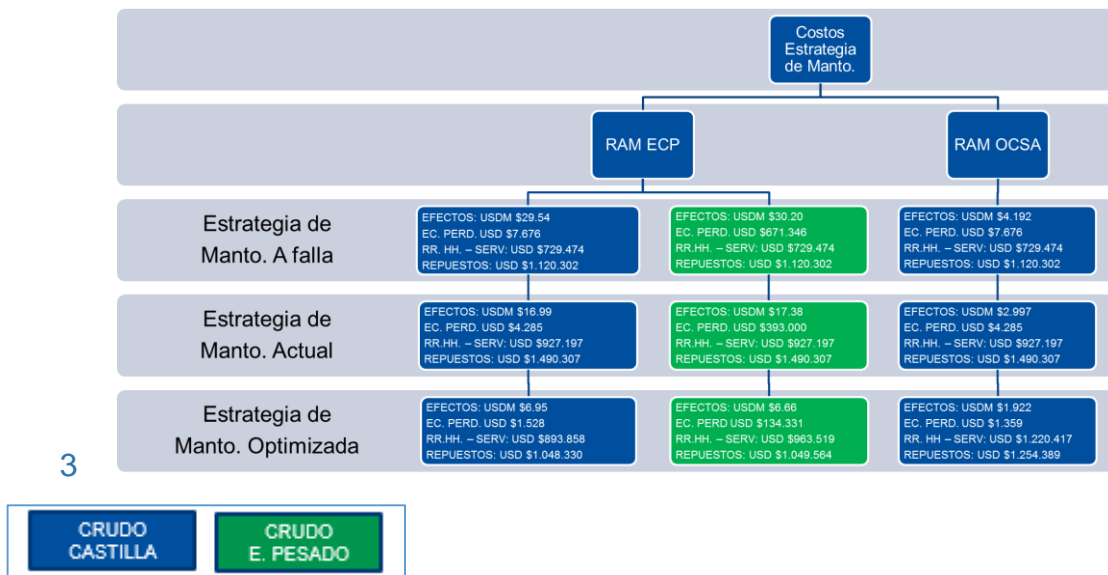
6.1. COSTOS DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO. (A Falla, Actual y Optimizada)

Una vez se realiza la consolidación de la información del taller RCM-RCS en campo, se obtienen las simulaciones de los costos de cada una de las estrategias de mantenimiento con ayuda del software RCMCOST, además se debe contemplar lo mencionado en el numeral **4.1.2. Matriz de Análisis de Riesgos de OCENSA**, donde se hace evidente las desviaciones relacionadas con los impactos económicos de la matriz RAM de OCENSA versus las necesidades del sector oil and gas en Colombia. Por lo tanto, se considera necesario llevar a cabo una sensibilización de la afectación del valor de estos impactos, al momento de evaluar

el costo efectividad de las tareas, el cual es un cálculo fundamental al momento de la optimización de la estrategia de mantenimiento.

Los costos asociados por consumo de repuestos, participación del recurso humano, servicios y el valor del riesgo al que estaría expuesto el oleoducto se pueden observar en la Figura 18.

Figura 18. Costos de las estrategias de mantenimiento por tipo de crudo y matriz RAM de Ecopetrol u OCENSA



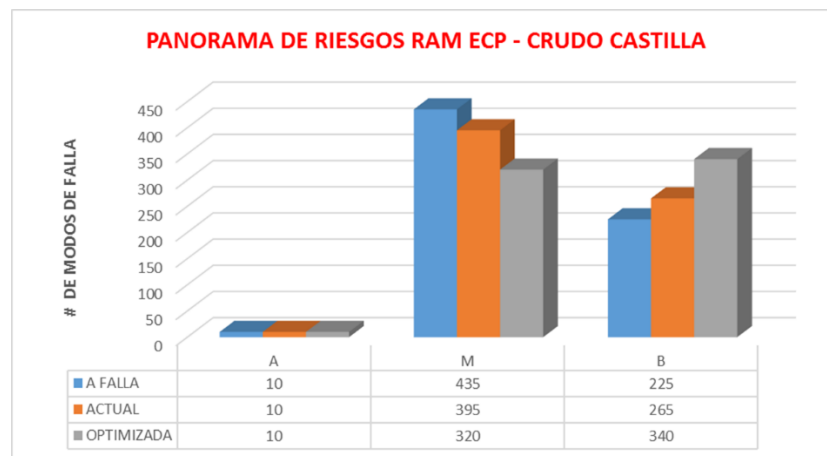
Al analizar los resultados que se obtienen al simular las estrategias de mantenimiento bombeando crudo Castilla con la matriz RAM de OCENSA se logra evidenciar como en la estrategia Optimizada, resulta ser costo efectivo ejecutar todas las tareas proactivas contempladas, ya que estas ayudan a disminuir el valor del riesgo al que estaría expuesto el sistema de bombeo, lo que demuestra aún más que esta es una matriz RAM que no debe ser usada para este tipo de análisis, ya que no se están haciendo relaciones de costo efectividad sobre datos reales del sector.

Al analizar los resultados de las estrategias de mantenimiento con la matriz RAM de Ecopetrol S.A. se encuentra viabilidad y coherencia con la realidad del sector realizar el análisis con esta matriz, de igual manera se debe tener en cuenta que a la fecha del ejercicio, la estación se encontraba bombeando crudo liviano “Castilla”, lo que indica que los resultados deben estar enfocados a los arrojados por el análisis con la matriz RAM de Ecopetrol y con un crudo liviano.

6.2. PANORAMA DE RIESGOS POR ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO. (A Falla, Actual y Optimizada)

Una vez el escenario sobre el que se van a analizar las estrategias de mantenimiento esta aclarado, se consolida el panorama de riesgos al que está expuesto el sistema de bombeo para cada una de las estrategias de mantenimiento, tal como se ilustra en la Figura 19.

Figura 19. Panorama de riesgos Sistema de Bombeo



Como se aprecia en la Figura 10, existen diez (10) causas de fallas que se mantienen constantes con un nivel de riesgo Alto (H) para las tres (3) estrategias de mantenimiento, es decir que ninguna de las tareas proactivas que se propusieron logró disminuir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia de esta falla. Estas causas de falla se encuentran asociadas a la desalineación que existe entre la ubicación de las boquillas de succión y descarga de las bombas, con los cabezales

de succión y descarga del sistema de bombeo. Esta es una problemática que existe desde la construcción de las casetas de bombeo, ya que estas no quedaron correctamente alineadas y su complejidad aumenta durante el arranque de las unidades, con el movimiento generado por la ruptura de la inercia de los motores. El nivel de riesgo se convierte en Alto (H) teniendo en cuenta que en cualquier momento se puede generar una fuga de producto a una alta presión y alta temperatura, además puede afectar al personal de operación y mantenimiento que constantemente opera en la zona de trabajo.

Para las causas de falla con niveles de riesgo Medio (M) y Bajo (L) se observa como el número de causas de falla asociadas a riesgo medio ha disminuido, y aumentan las causas de falla con niveles de riesgo bajo, indicando que los esfuerzos de tareas proactivas fueron efectivas en el panorama de riesgo. Se evidencia que permanecen en riesgo medio las causas de fallas asociadas a fallas en componentes como culatas, inyectores, bombas de lubricación, entre otros.

6.3. ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PORPUESTA

Finalmente en el Anexo 4 se relaciona la estrategia de mantenimiento optimizada para cada uno de los activos del sistema de bombeo y el control de cambios de la estrategia actual para llegar a la estrategia optimizada propuesta, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Control de cambios actividades de la estrategia de mantenimiento actual vs. Optimizada

DESCRIPCION DE CAMBIOS	# TAREAS PREDICTIVAS	# TAREAS PREVENTIVAS	# TOTAL TAREAS
Tarea existente	1	5	6
Tarea existente. Cambio de frecuencia	14	3	17
Tarea existente. No estaba relacionada en la Hoja de Ruta	8		8
Tarea Nueva	6	11	17
# TOTAL TAREAS	29	19	48

Se observa que el software ofrece a los usuarios poder establecer estrategias de mantenimiento basadas en condiciones de los equipos, por lo que la estrategia en un 75% prioriza las tareas de mantenimiento predictivo sobre las de mantenimiento preventivo. Para la mayoría de las tareas en las que se modifica la frecuencia, se sugiere que sean aún más frecuentes, sobre todo en el caso de las tareas predictivas. Esto conlleva a un mayor control de los activos y se pueda usufructuar aún más los repuestos operativos en los equipos, para no realizar cambios que puedan provocar pérdidas por consumo de repuestos.

6.4. NIVELES DE INVENTARIO OPTIMOS

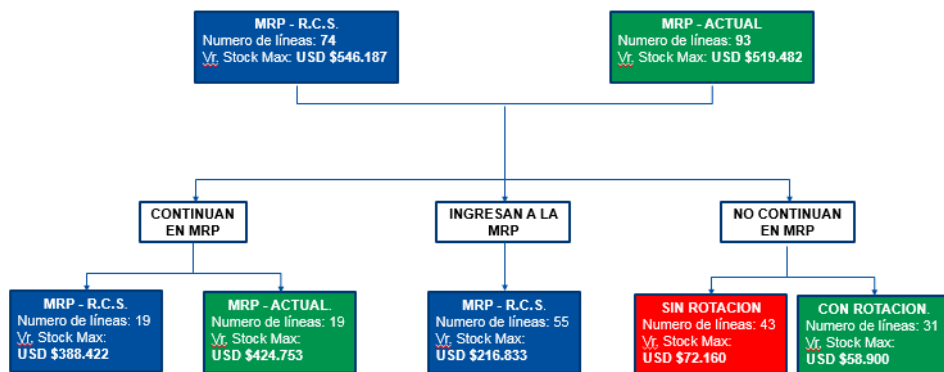
Tomando como punto de partida los materiales y niveles de inventario que se tenían definidos antes del presente estudio, y conociendo los consumos promedios que arroja el RCS y los niveles de riesgo asignados en los materiales relacionados para cada actividad de mantenimiento propuesta, se realiza la optimización de los niveles de inventario, obteniendo los resultados que se muestran la Figura 20.

Como se observa, una parte de la optimización arroja resultado de incremento en el valor el inventario requerido en la bodega, pero en contraparte, arroja una disminución en el número de materiales a tener dentro del almacén. Al analizar cada uno de los cambios se obtiene lo siguiente:

- ✓ **Continúan en MRP:** Existe un total de diecinueve (19) materiales que se sugieren continuar manteniendo en los almacenes, solo que con un menor nivel de inventario. Lo anterior debido a que el número de actividades estimadas no son muy frecuentes como se encuentran estipuladas en la actualidad.
- ✓ **Ingresan a la MRP:** Estos son materiales que no se estaban identificados como críticos para la operación y mantenimiento del sistema de bombeo en la actualidad. Con el desarrollo de esta actividad, se genera una mayor confianza al personal de la estación, al decidir mantener estos materiales dentro del stock de los almacenes.

- ✓ **No continúan en la MPR:** Para esta acción se tiene un total de setenta y dos (72) materiales, de los que no se tiene ningún tipo de consumo estimado para la atención de mantenimientos correctivos y/o por condición. Aunque, al realizar un análisis de rotación de materiales del último año, se encuentra que en treinta y un (31) materiales no ha habido rotación, mientras que en cuarenta y un (41) materiales si se ha evidenciado, para lo que se sugiere revisar con el personal de mantenimiento y confiabilidad la opción de eliminar estos materiales de poca rotación, o mantener con niveles de inventario más bajos.

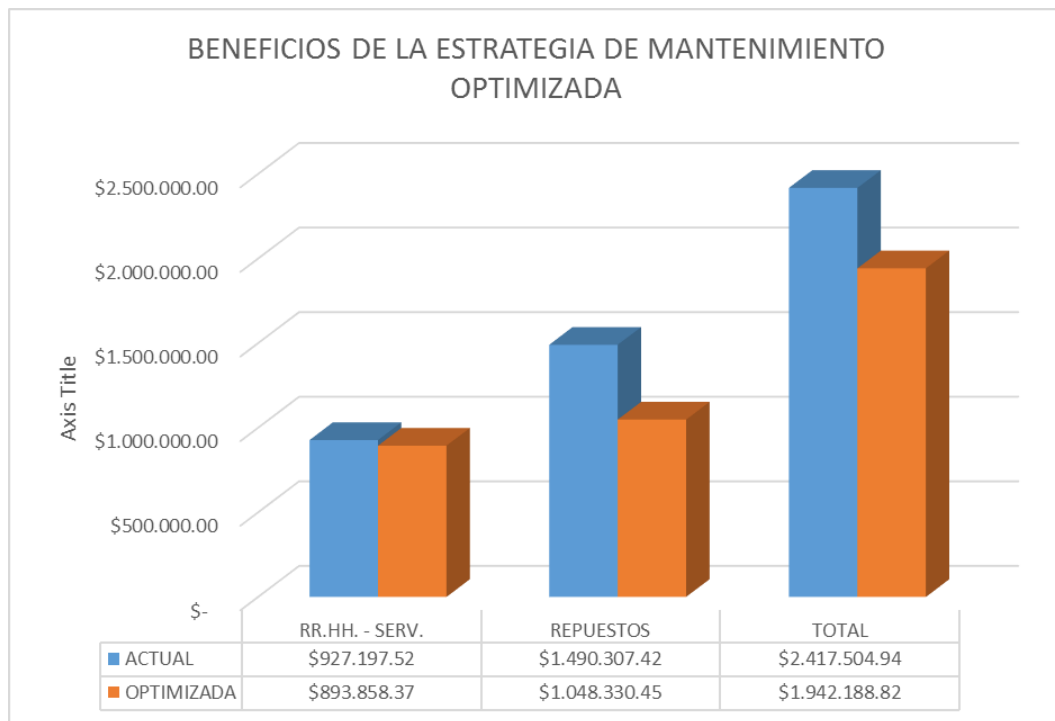
Figura 20. Optimización de niveles de inventario del sistema de bombeo



7. CONCLUSIONES

Con la implementación de la estrategia de mantenimiento optimizada, que se propuso utilizando la matriz RAM de Ecopetrol y transportando un crudo tipo Castilla, se puede obtener un beneficio del 20% por un valor de USD \$475.316. En este orden de ideas, USD \$441.976 corresponden al beneficio dado por el consumo de materiales y USD \$33.339 corresponden al beneficio obtenido de la optimización del recurso humano y de servicios requeridos. Como se puede ver en la Figura 21.

Figura 21. Valor beneficios de la estrategia de mantenimiento optimizada



Revisando el panorama de riesgos para las tres estrategias de mantenimiento (A falla, Actual y Optimiza), se encuentra que los modos de falla asociados a la desalineación existente entre las succiones y descargas de las bombas principales con los múltiples, generan un riesgo de alto nivel, que permanece constante a pesar de la implementación de las diferentes tareas proactivas propuestas.

Por lo tanto, se recomienda generar un análisis de causa raíz (RCA), para plantear un plan de acción que logre corregir esta condición y se logre su mitigación, ya que puede generar un alto impacto en la seguridad de las personas involucradas en la operación de estos equipos y la integridad de estos.

Por último, se recomienda revisar los impactos económicos de la actual matriz RAM de OCENSA, al igual que el uso de los parte objetos en el momento de la documentación de una OM, ya que se puede optimizar el tiempo de análisis de históricos de falla y malos actores.

BIBLIOGRAFÍA

AFANADOR Fabio, BURGOS Jimmy & CONTRERAS Andres, Modelo de Gestión para la Optimización de Planes de Mantenimiento en las Estaciones de Bombeo de Hidrocarburos, Monografía de grado Especialización Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2013.

AMEZQUITA Jhon, GARCIA Jim & LESMES Juan David. Modelo para el Mejoramiento de Planes de Mantenimiento Basado en la Metodología PMO para los Equipos de una Estación de un Campo de Producción de Hidrocarburos. Monografía de Grado Especialización Gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Mecánica. 2014.

BS EN ISO 14224:2006. Petroleum and Natural Gas Industries – Collection and Exchange of Reliability and Maintenance Data for Equipment. British Standards Institution. December 2006

GUTIERREZ Edwin, AGUERO Miguel & CALIXTO Ivaneska. Análisis de Criticidad Integral de Activos. Reliability and Risk Management, Mayo 2007.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control. Alfaomega 2014.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Segunda Edición, Industrial Press.

NORSOK Z-008 Standard. Criticality Analysis for Maintenance Purposes. Norwegian Technology Centre. Rev 2. Nov 2001.

ANEXOS

Anexo A. Árbol de Equipos Sistema de Bombeo de Estación Caucaasia

CeFi	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	ID técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico	ESPECIALIDAD	CODIGO ISO 14224	Descripción
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	LINEA CABEZAL SUCCION REINTECCION CCA	5H-550109	20009637	FSH-550109	IPFS	14224	Detector de Flujo (flujostato)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	LINEA CABEZAL SUCCION REINTECCION CCA	PI-550108	20009640	PI-550108 PRO-C-BA21-0	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	LINEA CABEZAL SUCCION REINTECCION CCA	PT-550101	20009636	PT-550101 8" PRO-C-BA21-01	IPPT		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	LINEA CABEZAL SUCCION REINTECCION CCA		20009641	VALVUL COMPUERTA CRUDO 8" PRO-C-BA21-0	M		Valvula Esclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009662	ACTUADOR VALV. RECIRCULACION 42030	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420301	20009658	ACTUADOR VALV. RECIRCULACION PV-420301	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420110	20009667	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420110	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420118	20009666	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420118	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420301	20009731	ACTUADOR VALV. INTERCAMBIADOR 42030	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420118	20009727	ACTUADOR VALV. INTERCAMBIADOR 42030	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420310	20009726	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420310	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420401	20009762	ACTUADOR VALV. RECIRCULACION PV-420401	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420410	20009771	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420410	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420301	20009697	ACTUADOR VALV. INTERCAMBIADOR 42030	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420218	20009693	ACTUADOR VALV. RECIRCULACION PV-420201	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420218	20009702	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420218	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420318	20009701	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420318	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420418	20009725	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420318	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42010	20009770	ACTUADOR DE LA VALVULA MOV-420418	E		Actuador Electrico
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42030	20009642	BOMBA FLOWSERVE BPC-42010	M		Bomba Centrífuga
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42040	20009711	BOMBA FLOWSERVE BPC-42030	M		Bomba Centrífuga
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42040	20009747	BOMBA FLOWSERVE BPC-42040	M		Bomba Centrífuga
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42050	20009677	BOMBA FLOWSERVE BPC-42020	M		Bomba Centrífuga
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42050	20013067	BOMBA FLOWSERVE BPC-42050	M		Bomba Centrífuga
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42010	20009647	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42010	M		Caja Engranajes (Incrementador/Reductor)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42020	20009682	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42020	M		PTGE
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42030	20009711	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42030	M		PTGE
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42040	20009752	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42040	M		PTGE
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42050	20009753	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42050	M		PTGE
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	CREA-42050	20013068	INCREMENTADOR DE BOMBA BPC-42050	M		PTGE
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	CRE-42050	20013091	CALENTADOR CRUDO COMBUSTIBLE POR AGUA	M		HIBAT
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	FT-420201	20013112	CALENTADOR tanque aceite de lubricación	M		HIBFT
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	FT-420301	20009738	SENSOR DE FLUJO FT-420201	IPFS		Detector de Flujo (flujostato)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	FT-420401	20009748	SENSOR DE FLUJO FT-420301	IPFS		Detector de Flujo (flujostato)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420104	20009780	INDICADOR DE PRESION PI-420401	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420105	20009644	INDICADOR DE PRESION PI-420104	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420205	20009679	INDICADOR DE PRESION DESCARG PI-420205	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420304	20009678	INDICADOR DE PRESION SUCCION PI-420204	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420502	20013076	INDICADOR DE PRESION DESCARGA PI-420502	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420501	20013078	INDICADOR DE PRESION SUCCION PI-420501	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420304	20009773	INDICADOR DE PRESION PI-420304	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420305	20009774	INDICADOR DE PRESION PI-420305	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420404	20009749	INDICADOR DE PRESION PI-420404	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PI-420405	20009749	INDICADOR DE PRESION PI-420405	IPPI		Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42020	20009683	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-42020	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42020	20009684	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-42020	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42030	20009648	RADIADOR ICC-42030 DE BOMBA BPC-42010	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42030	20009718	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-42030	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42030	20009719	RADIADOR ICC-42030 DE BOMBA BPC-42030	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICC-42040	20009753	INTERCAMBIADOR DE CALOR IC-42040	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	IC-42040	20009754	RADIADOR ICC-42030 DE BOMBA BPC-42040	M		Intercambiador Calor Enfrinado a Agua
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ISL-420501/716	20013106	Switch de nivel Tanque de expansión ICA	IPLS		Interrupción de Nivel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BA21017	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICJ-42050 / BI-4201	20013098	SKID INJECTOR TIP COOLING	M		Medios de Calibración y Refrigeración

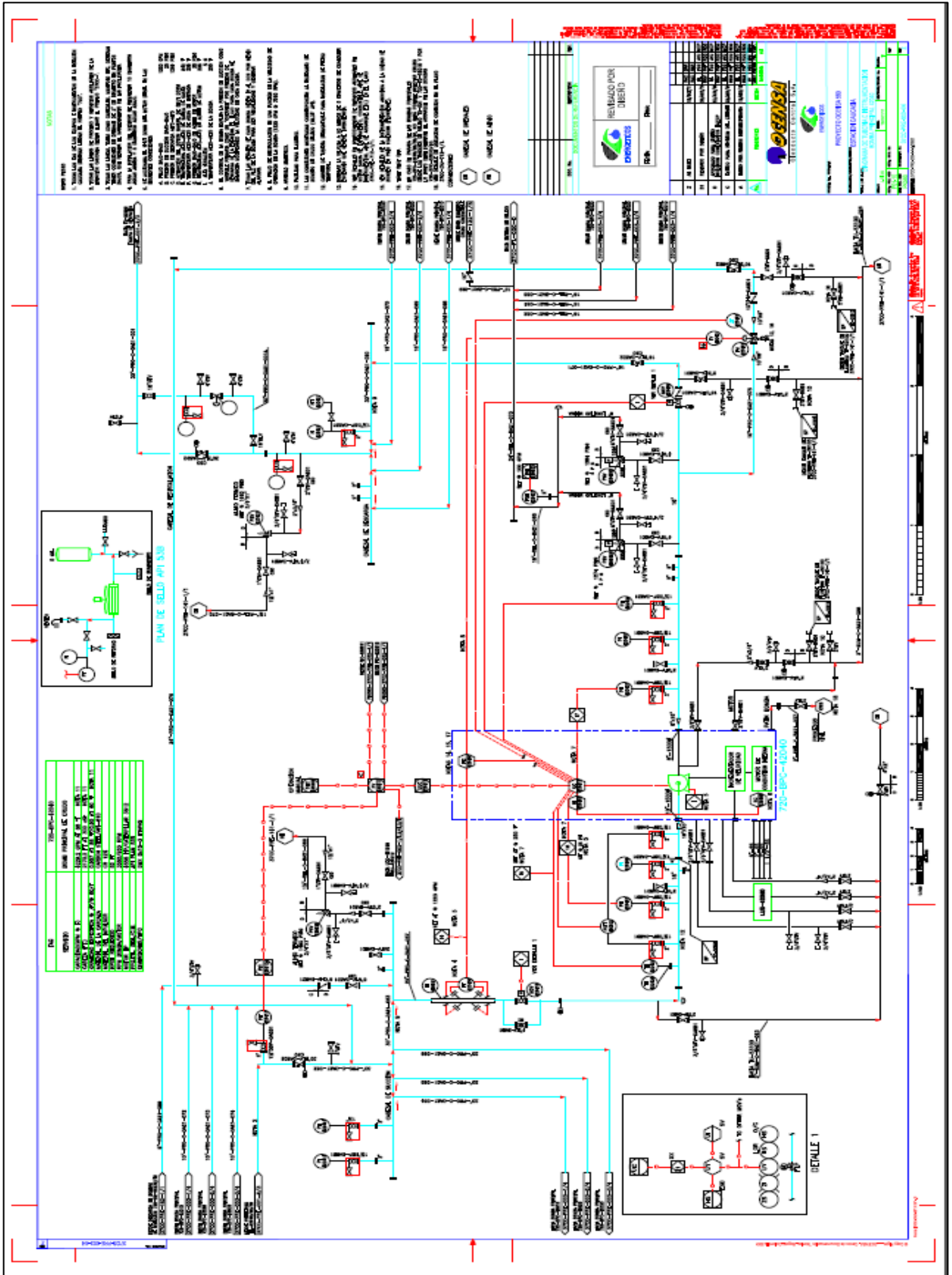
CePI	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	ID técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico	Especialidad	Código ISO 14224	Descripción
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICA-42050	20013102	ENfriador AGUA DE REFRIGERACIÓN (AEROFEN)	M		Medios de Calefacción y Refrigeración
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	IC-42050	20013089	ENfriador DE CRUDO COMBUSTIBLE	M		Medios de Calefacción y Refrigeración
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	BPC-42010	20003718	MOTOR CAT3612 BPC-42010	M		Motor Diesel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	BPC-42020	20003696	MOTOR CAT3612 BPC-42020	M		Motor Diesel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	BPC-42050	20013068	MOTOR CAT3612 BPC-42050	M		Motor Diesel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	BPC-42030	20003740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	M		Motor Diesel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	BPC-42040	20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	M		Motor Diesel
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	CREA-42050	20013082	Motor 1 Calentador agua de camisas BPC	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICA-42050A	20013107	Motor 1 Ventilador enfriador de agua	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	ICA-4211A	20009650	MOTOR ICA-4211A DE BOMBA BPC-42010	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	ICA-4211B	20009651	MOTOR ICA-4211B DE BOMBA BPC-42010	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	IC-42010	20009652	MOTOR IC-42010 DE BOMBA BPC-42010	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	CREA-42050	20013083	Motor 2 Calentador agua de camisas BPC	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICA-42050B	20013108	Motor 2 Ventilador enfriador de agua	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	BI-42050	20013110	Motor bomba aceite de lubricación	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	BI-42050	20013098	Motor bomba enfriamiento Boquilla Inyect	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	ICA-4221A	20009685	MOTOR ICA-4221A DE BOMBA BPC-42020	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	ICA-4221B	20009686	MOTOR ICA-4221B DE BOMBA BPC-42020	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	IC-42020	20009687	MOTOR IC-42020 DE BOMBA BPC-42020	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICA-4231A	20009720	MOTOR ICA-4231A DE BOMBA BPC-42030	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	ICA-4231B	20009721	MOTOR ICA-4231B DE BOMBA BPC-42030	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	IC-42030	20009722	MOTOR IC-42030 DE BOMBA BPC-42030	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	ICA-4241A	20009755	MOTOR ICA-4241A DE BOMBA BPC-42040	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	ICA-4241B	20009756	MOTOR ICA-4241B DE BOMBA BPC-42040	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	IC-42040	20009757	MOTOR IC-42040 DE BOMBA BPC-42040	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICL-42050	20013111	Motor Ventilador aceite de lubricación	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICJ-42050	20013100	Motor Ventilador enfriador combustible	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	ICJ-42050	20013099	Motor Ventilador enfriamiento boquilla	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	BCC-42050	20013113	Bomba de combustible	M		N/A
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050		20013109	ACEITE DE LUBRICACIÓN	M		N/A
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050		20013101	AGUA REFRIGERACIÓN	M		N/A
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050		20013088	COMBUSTIBLE CRUDO/DIESEL	M		N/A
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009654	PANEL VIEW DE BOMBA BPC-42010	I		Panel de Control
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020		20009680	PANEL VIEW DE BOMBA BPC-42020	I		Panel de Control
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050		20013084	Tubero panel de control BPC-42050	I		Panel de Control
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2050	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	BQ-55030	20009871	MOTOR ELECTR. BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009724	PANEL VIEW DE BOMBA BPC-42030	I		Panel de Control
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009759	PANEL VIEW DE BOMBA BPC-42040	I		Panel de Control
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009653	CONTROLADOR PLC-4210 DE BOMBA BPC-42010	I		PLC (Programador Lógico de control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020		20009688	CONTROLADOR PLC-4220 DE BOMBA BPC-42020	I		PLC (Programador Lógico de control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009725	CONTROLADOR PLC-4230 DE BOMBA BPC-42030	I		PLC (Programador Lógico de control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009758	CONTROLADOR PLC-4240 DE BOMBA BPC-42040	I		PLC (Programador Lógico de control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009655	VIBRACIONES BOMBA BPC-42010	I		PLC (Programador Lógico de control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009656	POSICIONADOR VALVULA FV-420101	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009663	POSICIONADOR VALVULA INTERCAMBIADOR	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020		20009698	POSICIONADOR VALVULA INTERCAMBIADOR	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009728	POSICIONADOR VALVULA FV-420301	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009763	POSICIONADOR VALVULA FV-420401	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009767	POSICIONADOR VALVULA INTERCAMBIADOR	I		Posicionador de válvula
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009646	SENSOR DE TEMP TE-420104 SUCCION 4 2010	I		RTD Patron
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020		20009681	SENSOR DE TEMP TE-420204 SUCCION 4 2020	I		RTD Patron
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009716	SENSOR DE TEMP TE-420304 SUCCION 4 2030	I		RTD Patron
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC4-2040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009751	SENSOR DE TEMP TE-420404 SUCCION 4 2040	I		RTD Patron

CEPI	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	ID técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico	ESPECIALIDAD	CODIGO ISO 14224	Descripción
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	LUS-42020	20009710	UNIDAD DE LUBRICACION LUS-42020	M		Sistema de lubricación
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-35040	BQ-35040	20009880	MOTOR ELECTR.BOMBA DE REINYECC. BQ-35040	E		Motor Eléctrico de Corriente Alterna
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	LUS-42010	20009675	UNIDAD DE LUBRICACION LUS-42010	M		Sistema de lubricación
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	BPC-42050	20013070	Lube system (Lube Oil Console) BPC-42050	M		Sistema de lubricación
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	LUS-42030	20009744	UNIDAD DE LUBRICACION LUS-42030	M		Sistema de lubricación
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	LUS-42040	20009778	UNIDAD DE LUBRICACION LUS-42040	M		Sistema de lubricación
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	FSH-420123	20009674	SWITCH DE FLUIDO DESCARGA PSV s BPC-42010	I		Switches de Flujo
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	FSH-420223	20009743	SWITCH DE FLUIDO DESCARGA PSV s BPC-42030	I		Switches de Flujo
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	FSH-420223	20009709	SWITCH DE FLUIDO DESCARGA PSV s BPC-42020	I		Switches de Flujo
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	FSH-420101	20013087	SWITCH de Flujo Cabezas Relieves	I		Switches de Flujo
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	VSH-420501/1/12	20013105	SWITCH de vibración ICA-42050	I		Switches de Vibraciones
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	FT-420101	20009669	TRANSMISOR DE FLUIDO FT-420101	I		Transmisor de Caudal
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	FT-420201	20009704	TRANSMISOR DE FLUIDO FT-420201	I		Transmisor de Caudal
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	FT-420507	20013092	TRANSMISOR D FLUIDO SUM COMBUSTIBLE CRUIDO	I		Transmisor de Caudal
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	FT-420501	20013071	TRANSMISOR DE FLUIDO SUCCION BOMBA	I		Transmisor de Caudal
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PDIT-420102	20009668	TRANSMISOR DE PRESION DIF. PDIT-420102	I		Transmisor de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	PDIT-420202	20009703	TRANSMISOR DE PRESION DIF. PDIT-420202	I		Transmisor de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PDIT-420302	20009737	TRANSMISOR DE PRESION DIF. PDIT-420302	I		Transmisor de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	PDIT-420402	20013073	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL FILTRO	I		Transmisor de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	PDIT-420402	20009772	TRANSMISOR DE PRESION DIF. PDIT-420402	I		Transmisor de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	TT-420501	20013074	TRANSMISOR DE TEMPERATURA SUCCION BOMBA	I		Transmisor de Temperatura
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	TT-420502	20013096	Transmisor indicador temperatura retono	I		Transmisor de Temperatura
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PIT-420107	20009670	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420107	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PIT-420108	20009671	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420108	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PIT-420307	20009729	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420307	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PIT-420103	20009645	TRANSMISOR DE PRESION SUCCION PIT-420103	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	PIT-420407	20009773	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420407	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	PIT-420408	20009774	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420408	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PIT-420303	20009715	TRANSMISOR DE PRESION SUCCION PIT-420303	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	PIT-420403	20009750	TRANSMISOR DE PRESION SUCCION PIT-420403	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	PIT-420207	20009705	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420207	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	PIT-420208	20009706	TRANSMISOR DE PRESION DESK PIT-420208	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020	PIT-420203	20009680	TRANSMISOR DE PRESION SUCCION PIT-420203	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	PIT-420503	20013077	TRANSMISOR DE PRESION DESCARGA PIT-420503	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	PIT-420501	20013075	TRANSMISOR DE PRESION SUCCION PIT-420501	I		Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	FY-4205017	20013093	Válvula 3 vías suministro combustible	I		Válvula De 3 Vías
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	TCV-42050-02	20013103	Válvula de tres vías agua D enfriamiento	I		Válvula De 3 Vías
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	TCV-42050-01	20013104	Válvula de tres vías agua D enfriamiento	I		Válvula De 3 Vías
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PSV-420209A	20009707	PSV-420209A DESCARGA BOMBA BPC-42020	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PSV-420109A	20009672	PSV-420109A DESCARGA BOMBA BPC-42010	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PSV-420209B	20009673	PSV-420209B DESCARGA BOMBA BPC-42010	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PSV-420309A	20009741	PSV-420309A DESCARGA BOMBA BPC-42030	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030	PSV-420309B	20009742	PSV-420309B DESCARGA BOMBA BPC-42030	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040	PSV-420409A	20009775	PSV-420409A DESCARGA BOMBA BPC-42040	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42050	PSV-420502A	20013085	Válvula alivio descarga Bomba BPC-42050	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42010	PSV-420502B	20013086	Válvula alivio descarga Bomba BPC-42050	M		Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42030		20009660	VALVULA DE CONTROL INTER. CRUIDO COMBUS.	I		Válvula Direccional (Control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42040		20009729	VALVULA DE CONTROL INTER. CRUIDO COMBUS.	I		Válvula Direccional (Control)
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR-BOMBA BPC-42020		20009695	VALVULA DE CONTROL INTER. CRUIDO COMBUS.	I		Válvula Direccional (Control)

CePI	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	ID técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico	ESPECIALIDAD	CODIGO ISO 14224	Descripción
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010		20009661	CUERPO VALV. DE CONTROL INTERCAMBIADOR	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	PV-420101	20009657	CUERPO VALVULA DE RECIRCULACION	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020		20009658	CUERPO VALV. DE CONTROL INTERCAMBIADOR	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	PV-420201	20009662	CUERPO VALVULA DE RECIRCULACION	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	MOV-420210	20009700	VALV. MOV. 420210 DESCARG BOMBA BPC-42020	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	MOV-420218	20009659	VALV. MOV. 420218 ENTRADA BOMBA BPC-42020	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	PV-420201	20009691	VALVULA DE RECIRCULACION BPC-42020	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030		20009726	CUERPO VALV. DE CONTROL INTERCAMBIADOR	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420301	20009705	CUERPO VALV. DE CONTROL INTERCAMBIADOR	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040		20009761	CUERPO VALVULA DE RECIRCULACION	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42020	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42020	PV-420401	20009711	VALVULA ENTRADA COMBUSTIBLE BPC-42020	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	MOV-420110	20009665	VALV. MOV. 420110 DESCARG BOMBA BPC-42010	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	MOV-420118	20009664	VALV. MOV. 420118 ENTRADA BOMBA BPC-42010	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	PV-420101	20009656	VALVULA DE RECIRCULACION BPC-42010	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42010	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42010	MOV-420310	20009676	VALVULA ENTRADA COMBUSTIBLE BPC-42010	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420310	20009734	VALV. MOV. 420310 DESCARG BOMBA BPC-42030	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	MOV-420410	20009769	VALV. MOV. 420410 DESCARG BOMBA BPC-42040	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420318	20009733	VALV. MOV. 420318 ENTRADA BOMBA BPC-42030	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	PV-420301	20009725	VALVULA DE RECIRCULACION BPC-42030	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	MOV-420418	20009768	VALV. MOV. 420418 ENTRADA BOMBA BPC-42040	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42040	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42040	PV-420401	20009760	VALVULA DE RECIRCULACION BPC-42040	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420310	20009779	VALVULA ENTRADA COMBUSTIBLE BPC-42040	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42030	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42030	MOV-420418	20009745	VALVULA ENTRADA COMBUSTIBLE BPC-42030	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	MOV-420418	20013072	VALV. MOV. 420501 ENTRADA BOMBA BPC-42050	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	MOV-420502	20013080	VALV. MOV. 420502 DESCARG BOMBA BPC-42050	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BPC-42050	UNIDAD PRINCIPAL MOTOR BOMBA BPC-42050	PV-420501	20013081	VALVULA DE RECIRCULACION BPC-42050	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PDI-550110	20009842	INDICADOR PRESION PDI-550110 BQ-55010	I	IPPI	Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PI-550103	20005843	INDICADOR PRESION PI-550103 BQ-55010	I	IPPI	Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PI-550211	20005845	INDICADOR PRESION PI-550211 BQ-55010	I	IPPI	Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PT-550111	20005846	TRANSMI PRESION PT-550111 BOMBA BQ-55010	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PT-550102	20005844	TRANSMISOR PRESION PT-550102 BQ-55010	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PSV-550105	20005849	VALV ALIV PSV-550105 BOMB REINY BQ-55010	M	VLGB	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PSV-550112A	20005838	VALV ALIV PSV-550112A BOMB REIN BQ-55010	M	VLGB	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55010	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55010	PI-550203	20005850	VALVULA COMPLETURA DE BOMBA BU-55010	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	PI-550204	20005853	INDICADOR PRESION PI-550204 BQ-55020	I	IPPI	Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	PT-550202	20005852	TRANSMISOR PRESION PT-550202 BQ-55020	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	PT-550211	20005854	TRANSMISOR PRESION PT-550211 BQ-55020	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	PSV-550112B	20005839	VALV ALIV PSV-550112B BOMB REIN BQ-55020	M	VLGB	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	PSV-550205	20005857	VALV ALIV PSV-550205 BOMB REINY BQ-55020	M	VLGB	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55020	UNIDAD MOTOR BOMBA REINYECCION BQ-55020	BQ-55030	20005858	VALVULA COMPLETURA BU-55020 BQ-55020	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PI-420503	20013094	BOMBA DE REINYECCION BQ-55030	M	QUE TIPO DE BOMBA	PEND. PREGUNTAR
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PI-420503	20009872	FILTRO TFL-55030 SUCCION BOMBA BQ-55030	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PI-550304	20009876	INDICADOR DE PRESION SUCCION BQ-55030	I	IPPI	Filtro de Canasto
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PI-550303	20009875	INDICADOR DE PRESION SUCCION BQ-55030	I	IPPI	Indicador de Presión
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PDI-550301	20009873	INDICADOR DE PRESION SUCCION BQ-55030	I	IPDP	Indicador de Presión, diferencial
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PT-550305	20009877	TRANSMI DE PRESION SUCCION BQ-55030	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55030	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55030	PT-550302	20009874	TRANSM. DE PRESION SUCCION BQ-55030	I	IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55040	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PSV-550301	20009878	VALVULA DE ALIVIO DESCARGA BQ-55030	M	VLGB	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55040	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	AT-420501	20013097	Analizador de viscosidad combustible	M	QUE TIPO DE BOMBA	PEND. PREGUNTAR
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55040	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PI-55040	20009881	FILTRO TFL-55040 SUCCION BOMBA BQ-55040	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta
CCA	DC-EST-CCA-BOMB-BQ-55040	UNIDAD MOTOR BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PI-550404	20009885	INDICADOR DE PRESION DESCARGA BQ-55040	I	IPPI	Indicador de Presión

CePI	Ubicación técnica	Denominación de la ubicación técnica	ID Técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico	ESPECIALIDAD	CODIGO ISO 14224	Descripción
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-BQ55040	UNIDAD MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PT-550403	20009894	INDICADOR DE PRESION SUCCION BQ-55040		IPPI	Indicador de Presión
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-BQ55040	UNIDAD MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PDIT-550401	20009882	TRANSMISOR DE PRESION DIR. PDIT-550401		IPDP	Transmisor de Presión, diferencial
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-BQ55040	UNIDAD MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PPT-550405	20009886	TRANSM. DE PRESION DESCARGA BQ-55080		IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-BQ55040	UNIDAD MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PPT-550402	20009883	TRANSM. DE PRESION SUCCION BQ-55040		IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-BQ55040	UNIDAD MOTOR-BOMBA DE REINYECC. BQ-55040	PSV-550401	20009887	VALVULA DE ALIVIO DESCARGA BQ-55040	M	VL5B	Válvula de Seguridad y/o Alivio
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	FE-550108	20006835	SENSOR FLUIDO FE-550108 6-PRO-C-DA21-023		IPFS	Detector de Flujo (flujostato)
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	FSH-590109	20006839	SENSOR FLUIDO FSH-590109 6-PRO-C-DA21-023		IPFS	Detector de Flujo (flujostato)
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	FT-550108	20006834	LDS FT-550108 LINEA DESCARGA REINYECC CCA		N/A	N/A
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	MOV-550100	20006861	LDS VALV 6" MOV-550100 A CVA LINEA 30"		N/A	N/A
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	MOV-550115	20006832	LDS VALV 6" MOV-550115 A CVA LINEA 24"		N/A	N/A
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	PT-550106	20006833	TRANSMI PRES PT-550106 6-PRO-C-DA21-023		IPPT	Transmisor Presión / Vacío
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA	PV-550106	20006860	VALV GLOB PV-550106 CRU 6-PRO-C-DA21-023	M	VLGL	Válvula De Globo
CCA	OC-EST-CCA-BOMB-DA21023	LINEA CABEZAL DESCARGA REINYECCION CCA		20006862	VALV COMPUERTA CABEZAL 6-PRO-C-DA21-023	M	VLGA	Válvula Exclusa o Compuerta

Unidad BPC 42040



INFORMACION DEL EQUIPO										INFORMACION DE FALLA									
Equipo	Denominación de objeto Mecánico	Disciplina	Familia Componente	Descripción Familia Componente	Factor de utilización (hrs x día)	Número total de equipos	Alfabeto Operacional (X de 0)	Función	Falla Funcional	Parte Objeto	Modo de falla ISO	Descripción Modo de falla ISO	# Causa de falla	Descripción Causa de falla	# Fallas	Probabilidad	Tiempo de evaluación		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Mangurra sistema de lubricación	ELU	Fuga sistema de lubricación	2	Defecto mangurra de aceite	6	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Filtros de aceite	PLU	Reemplazo/Fluctuante de aceite	2	Reemplazamiento de filtro de aceite	18	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de lubricación	PTT	Falla de la función de bombeo	2	Defecto interna bomba lubricación	2	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de pre-lubricación	PTT	Falla de la función de bombeo	2	Defecto interna bomba pre-lubricación	6	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Oleo termóstato	DIIE	Temperatura excesiva de aceite	2	Defecto en las termostatos	2	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Oleo termóstato	ELU	Fuga sistema fluido de aceite	21	Fuga sistema fluido de aceite	5	4			
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de agua refrigerante	BDI	Defecto estructural	1	Defecto fallonea sistema de transmisión	1	5	1		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Unidades hidrostático int.	LOO	Saltos por baja	2	Falla de retorno en mal estado	1	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de transferencia de combustible	BDI	Defecto estructural	1	Defecto interno de la bomba de transferencia de combustible	1	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de cabado	ELP	Fuga sistema de fluido de proceso	2	Defecto en retenciones	1	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	DIIE	Temperatura excesiva	1	Deficiencia de inyección descalibrada	1	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	DIIE	Temperatura excesiva	17	Defecto componentes internos del inyector	17	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	LOO	Saltos por baja	2	Defecto componentes internos del inyector	17	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	LOO	Saltos por baja	2	Defecto de inyectora debido a presencia de agua mezclada con combustible por su drenaje del tanque de combustible	6	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de alimentación de combustible	PLU	Alimentación/Fluctuante de combustible	2	Reemplazamiento de filtros de combustible	13	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de alimentación de combustible	ELU	Fuga sistema de fluido utilizado	2	Defecto de mangurra de combustible	9	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Calentador de combustible	PLU	Alimentación/Fluctuante de combustible	2	Reemplazamiento por residuos sólidos "burner" en el calentador	3	5	3		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Calentador de combustible	PLU	Fuga sistema de combustible	2	Fuga sistema de refrigerante se mezcla con combustible	2	5	5		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Filtro de aire	PLU	Alimentación o reemplazamiento	2	Se genera tapamiento por material particulado en filtro de admisión de aire	1	5	1		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	After Cooler	PLU	Alimentación o reemplazamiento	2	Se genera tapamiento por material particulado	1	5	4		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	After Cooler	LOO	Saltos por baja	2	Defecto estructural interno de After Cooler	1	5	0		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	DIIE	Temperatura excesiva	2	Falla RTD en admisión	N/A	N/A	N/A		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	DIIE	Temperatura excesiva	2	Falla RTD en escape	1	5	1		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Unidad cierre admisión	UST	Pinchada	1	Defecto cableado y switch de posición válvula de cierre "Clutch" por altas temperaturas operacionales. El switch se cambia cuando el daño del cableado afecta la condición del switch	1	5	1		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Unidad cierre admisión	UST	Pinchada	1	Unidad de cierre en mal estado	1	5	1		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	HIU	Saltos por alta velocidad	11	Subvelocidad del turbo portado por desbalance de lazo.	N/A	N/A	N/A		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	BDI	Defecto estructural	1	No existe un turbo por falta de suministro	N/A	N/A	N/A		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	HIU	Ruido anormal	1	Alboreo saturado de balón del turbo cargador	N/A	N/A	N/A		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	VIU	Vibraciones	2	Defecto en colector	N/A	N/A	N/A		
20001740	MOTOR CAT3612 BPC-42030	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	VIU	Vibraciones	2	Desbalance dinámico del rotor del turbo	N/A	N/A	N/A		
20001853	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema motor motor	LOO	Saltos por baja	2	Se genera pérdida en tiempo y ángulo de inyección de combustible, por desgaste de los pistones, por mal estado de las válvulas de escape	2	5	5		
20001853	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema motor motor	UST	Pinchada	1	Cables de mal estado de bobinado	2	5	5		
20001853	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema motor motor	UST	Pinchada	1	Cables de mal estado de bobinado	3	5	5		
20001853	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Cables	BDI	Rugosidad	1	No existe una trazabilidad de torques de ensamblaje de cables	N/A	N/A	N/A		
20001853	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Cables	PTD	Deficiencia estructural	1	Defecto de la unidad blanca	N/A	N/A	N/A		

INFORMACION DEL EQUIPO						INFORMACION DE FALLA											
Equipo	Designación de objeto técnico	Disciplina	Familia Componente	Descripción Familia Componente	Factor de utilización (hrs X dia)	Número total de equipos	Floteada Operacional (X de 8)	Función	Falla Funcional	Parte Objeto	Modo de Falla ISO	Descripción Modo de falla ISO	# Causa de Falla	Descripción Causa de falla	# Fallas	Prohibición	Tiempo de evaluación
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	1	Degradación de aceite por contaminación por material particulado	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	1	Degradación de aceite por contaminación por material particulado	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	2	Degradación de aceite por contaminación por daño del sello de la bomba inyectora de combustible	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	2	Degradación de aceite por contaminación por daño del sello de la bomba inyectora de combustible	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	2	Degradación de aceite por contaminación por medio de combustible	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	4	Degradación de aceite por contaminación por medio de combustible [12]	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de lubricación	POE	Densidad de parámetros	4	Degradación de aceite por contaminación por medio de combustible por daño del inyector [13]	17	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Manejadora sistema de filtro de aceite	ELU	Fuga sistema de fluido utilizado	2	Dañó manguera de aceite	6	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Filtro de aceite	PLU	Absorcido/Flotante	18	2 Tapamiento de filtro de aceite	18	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de lubricación	PTT	Falla de la función entre demoras	2	Dañó interna bomba lubricación	2	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de pre-lubricación	PTT	Falla de la función entre demoras	2	Dañó interna bomba pre-lubricación	6	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Caja termostática	DIIE	Temperatura excesiva	2	Falla en las termostáticas	2	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Caja termostática	ELU	Fuga sistema fluido utilizado	2	Dañó en juntas de vello de bobina vibraciones	21	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de agua refrigerante	BDI	Dañó estructural	1	Dañó plomería sistema de transmisión	1	5	1
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Vivuala sistema de inyección	LOO	Sello por baja	1	Dañó de retorno en mal estado	1	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de transferencia de combustible	BDI	Dañó estructural	1	Dañó interna de la bomba de transferencia de combustible	1	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Bomba de cabalado	ELP	Fuga sistema de fluido de trabajo	2	Dañó en refrigeración	1	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	DIIE	Temperatura excesiva	1	Dañó de inyección descalibrada	1	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	DIIE	Temperatura excesiva	1	Dañó componentes internos del inyector	17	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	LOO	Sello por baja	1	Dañó componentes internos del inyector	17	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema inyección	LOO	Sello por baja	1	Dañó componentes internos del inyector	17	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de alimentación de combustible	PLU	Absorcido/Flotante	13	2 Tapamiento de filtro de combustible	13	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de alimentación de combustible	ELU	Fuga sistema de fluido utilizado	9	Dañó de manguera de combustible	9	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Calentador de combustible	PLU	Absorcido/Flotante	3	2 Tapamiento por medio de vello "burrar" en el calentador	3	5	3
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Calentador de combustible	INL	Fuga interna	2	Fuga interna de refrigerante se mezcla con combustible	2	5	5
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Filtro de aire	PLU	Absorcido e impedido	1	Se genera tapamiento por material particulado en filtro de admisión de aire	1	5	1
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	After Cooler	PLU	Absorcido e impedido	1	Se genera tapamiento por material particulado	1	5	4
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	After Cooler	LOO	Sello por baja	1	Dañó estructura interna de After Cooler	1	5	0
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	DIIE	Temperatura excesiva	N/A	Falla PTD en admisión	N/A	N/A	N/A
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	DIIE	Temperatura excesiva	1	Falla PTD en escape	1	5	1
20003653	MOTOR CAT3612 BPC-42040	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministra energía mecánica al incrementador	No Suministra energía mecánica al incrementador	Vivuala cierre admisión	UST	Pinchada	1	Dañó cableado y Switch de posición vivuala de cierre "Switch" por altas temperaturas operacionales. El switch se cambia cuando el daño del cableado afecta la condición del switch	1	5	1

INFORMACION DEL EQUIPO										INFORMACION DE FALLA									
Equipo	Denominación de objeto técnico	Disciplina	Familia Componente	Descripción Familia Componente	Factor de utilización (hrs X día)	Número total de equipos	Filosofía Operacional (K de n)	Función	Falla Funcional	Parte Objeto	Modo de Falla ISO	Descripción Modo de Falla ISO	# Causa de Falla	Descripción Causa de Falla	# Fallas	Población	Tiempo de evaluación		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Sistema de alimentación de combustible	ELU	Fuga externa de fluido al filtro	4	Difecto de mangaras de combustible	9	5	3		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Calculador de combustible	PLU	Abscendido/lapovamiento	2	Tipomamiento por medición solidos "horas" en el calculador.	3	5	3		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Calculador de combustible	INL	Fuga interna	2	Fuga interna de refrigerante se mezcla con combustible	2	5	5		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Filtro de aire	PLU	Abscendido o lapovamiento	4	Se genera lapovamiento por material particulado en filtro de admisión de aire	1	5	1		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	After Cooler	PLU	Abscendido o lapovamiento	5	Se genera lapovamiento por material particulado	1	5	4		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	After Cooler	LOO	Salida por bajo	8	Difecto estructural interno de After Cooler	1	5	0		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	OHE	Temperatura excesiva	9	Falla ITD en admisión	N/A	N/A	N/A		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Sistema de admisión/escape	OHE	Temperatura excesiva	9	Falla ITD en escape	1	5	1		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Válvula cierre admisión	LEST	Pendeda lampreada	1	Difecto cableado y switch de posición válvula de cierre "gallocha" por altas temperaturas operacionales. El switch se cambia cuando el difecto del cableado afecta la condición del switch.	1	5	1		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Válvula cierre admisión	LEST	Pendeda lampreada	1	Válvula de cierre en mal estado	1	5	1		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	HEO	Salida por alta	11	Sobrecalentamiento del turbo producida por desbalance de la carga	N/A	N/A	N/A		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	SED	Difecto estructural	8	Distribución de turbo por fallas acumuladas	N/A	N/A	N/A		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	NOI	Ruido anormal	1	Muchos saltados de balón de turbo variables	N/A	N/A	N/A		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	VIB	Vibraciones	1	Difecto en cojinetes	N/A	N/A	N/A		
20013068	MOTOR CAT3612 BPC-4050	MECANICA	CEDE	Motor Diesel	24	5	4	Suministrar energía mecánica al incrementador	No Suministrar energía mecánica al incrementador	Turbo Cargador	VIB	Vibraciones	2	Desbalance dinámico del rotor del turbo	N/A	N/A	N/A		

Anexo D. Plantilla Estrategia de mantenimiento propuesta del Sistema de bombeo

TP EQUIPO	DESCRIPCION EQUIPO	TP MANTO	TP FRECUENCIA	TasInterval	Descripcion	Cambios	Frecuencia Original	TM	TAYM	TE Mecanicos	TE TAYE	Tiempo Tec. Electrico	Ti TAYI	Tiempo Tec. Instr.	Operador	Operador	Operador	
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Inspeccion visual de tuberias y mangueras buscando, desajustes y malas conexiones	Tarea Nueva	N/A	1										
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Llevar tendencia consumo de aceite	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A	1		0,2								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Llevar tendencia presion de combustible	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A								1		0,1	
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Llevar tendencia presion diferencial de aceite	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A	1		0,1								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Llevar tendencia presion diferencial de admision de aire	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A								1		0,2	
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	24	Llevar tendencia presion diferencial de combustible	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A								1		0,2	
PUCE	BOMBA CENTRIFUGA	PREDICTIVA	Horometro	250	Analisis de aceite bomba centrifuga	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A	1		0,12								
PTGE	INCREMENTADOR	PREDICTIVA	Horometro	250	Analisis de aceite incrementador	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A	1		0,12								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Horometro	250	Analisis de aceite motor Comb. Interna	Tarea Existente. No relacionada en HR Actual	N/A	1		0,2								
SISTEMA DE VIBRACIONES	PROTECCION DE VIBRACIONES MOTOR INCREMENTADOR BOMBA	PREVENTIVA	Horometro	500	Ajustar conexiones sensores de vibracion	Tarea Nueva	N/A						1	1	1	1	0,5	
PUCE	BOMBA CENTRIFUGA	PREVENTIVA	Horometro	500	Ajustar y llevar a la tolerancia requerida el acople de la bomba de lubricacion con el eje central de la bomba principal de crudo	Tarea Nueva	N/A	1		3	1	1	0,5	1	1	2	1	0,5
EMACICA's	MOTORES ELECTRICOS ICA's	PREVENTIVA	Horometro	500	Ajuste y tension de correas ventilador ICA's	Tarea Existente	N/A				1	1	2					
SISTEMA DE VIBRACIONES	PROTECCION DE VIBRACIONES MOTOR INCREMENTADOR BOMBA	PREVENTIVA	Horometro	500	Limpieza de tarjetas sistema de proteccion por vibraciones	Tarea Nueva	N/A						1	1	1			
PTGE	INCREMENTADOR DE VELOCIDAD	PREDICTIVA	Horometro	500	Medicion de alimentacion del tren incrementador - acople - motor	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	1500	1		4						1	1	
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Horometro	500	Medicion y analisis de presiones picos de cilindros	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2000	1		8								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Horometro	500	Realizar prueba de apertura y cierre de valvula guillotina o de cierre motor	Tarea Nueva	N/A						1	1			0,2	
IPFT	MEDIDORES DE FLUJO SUCCION BOMBA	PREDICTIVA	Horometro	500	Realizar prueba funcional de sensores de flujo	Tarea Existente	N/A						1	1	1			
IPFT	MEDIDORES DE FLUJO SUCCION BOMBA	PREDICTIVA	Horometro	500	Realizar pruebas de lazo al sistema de medicion	Tarea Nueva	N/A						1	1	0,5			
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	500	Reposicion de niveles de aceite motor de arranque	Tarea Nueva	N/A	1		0,5								
ADEL	ACTUADORES ELECTRICOS	PREVENTIVA	Horometro	500	Retorqueo y verificacion de limites de apertura y cierre actuadores	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	6000						1	1	1	1	1	
VUMA	VALVULAS 3 VAS COMBUSTIBLE	PREDICTIVA	Horometro	500	Revision robadores valvulas suministro de combustible	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	730						1	1	2			
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Calendario	730	Drenaje de agua del tanque de combustible	Tarea Nueva	N/A								1		0,2	
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	1000	Ajustar manivela de valvula de cierre rapido de aire comprimido	Tarea Nueva	N/A	1		0,5								

TP EQUIPO	DESCRIPCION EQUIPO	TP MANTO	TP FRECUENCIA	TasInterval	Descripcion	Cambios	Frecuencia Original	TM	TAYM	Tiempo Tec. Mecanicos	TE	TAYE	Tiempo Tec. Electrico	Ti	TAYI	Tiempo Tec. Instr.	Operador	Tiempo Operador
PROTECCIONES DE TEMP. VEL. PRES. Y DET. PART.	PROTECCIONES DE TEMP. VEL. PRES. Y DET. PART.	PREVENTIVA	Horometro	1000	Ajuste y limpieza de conexiones de instrumentos en general (PROTECCIONES DE TEMP. VEL. PRES. Y DET. PART.)	Tarea Existente	N/A							1	1	4	1	1
EMAC ICA's	MOTORES ELECTRICOS ICA's	PREVENTIVA	Horometro	1000	Limpieza y ajuste de conexiones motor ICA's	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	1000				1	1	2				1	1
EMAC ICA's	MOTORES ELECTRICOS ICA's	PREVENTIVA	Horometro	1000	Lubricar rodamientos motor ICA's	Tarea Nueva	N/A				1	1	1				1	1
EMAC ICA's	MOTORES ELECTRICOS ICA's	PREDICTIVA	Horometro	1000	Medicion de aislamiento motor electrico	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	4000				1	1	4					
ADEL	ACTUADORES ELECTRICOS	PREDICTIVA	Horometro	1000	Pruebas de aislamiento y verificacion de conexionado de actuadores de valvula	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	6000				1	1	1	1	1	1	1	1
PLC	PLC	PREVENTIVA	Horometro	1000	Realizar autotest a las tarjetas de comunicacion, entrada y salidas	Tarea Nueva	N/A							1	1	2		
PTGE	INCREMENTADOR DE VELOCIDAD	PREDICTIVA	Horometro	1000	Verificacion de alineacion y medicion de holguras entre cojinete y eje del tren rotatorio de incrementador	Tarea Nueva	N/A	1	1	8							1	1
PUCE	BOMBA CENTRIFUGA	PREDICTIVA	Calendario	1460	Analisis de vibraciones Bomba Centrífuga	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
PTGE	INCREMENTADOR DE VELOCIDAD	PREDICTIVA	Calendario	1460	Analisis de vibraciones Incrementador de Velocidad	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	1460	Analisis de vibraciones Motor Comb. Interna	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
EMAC ICA's	MOTORES ELECTRICOS ICA's	PREDICTIVA	Calendario	1460	Analisis de vibraciones Motor Electrico ICA's	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	1460	Analisis termodinamico Motor Comb. Interna	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	1460	Termografia	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2190											
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	2000	Calibracion de valvulas de admision y escape	Tarea Existente	N/A	1	1	8							1	1
PTGE	INCREMENTADOR DE VELOCIDAD	PREDICTIVA	Horometro	2000	Prueba con pistola estroboscópica incrementador	Tarea Nueva	N/A	1	1	3							1	1
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Calendario	2000	Revisión puesta a tierra unidades principales	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	4000				1	1		1	1	0,5		
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	4000	Calibracion de balancines e inspeccion de bujes y ejes de balancines	Tarea Nueva	N/A	1	1	8								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	4000	Flushing de la linea de aceite entre filtros - carter	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	1000							1	1	2	1	1
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Horometro	4000	Inspeccion boroscopica de camisa y cabezas piston	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	8000	2	2	12								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREDICTIVA	Horometro	4000	Inspeccionar el ajuste que tenga el muñon de la biela - cigueñal	Tarea Existente. Cambio de frecuencia	2000	1	2	8							1	1
PUCE	BOMBA CENTRIFUGA	PREDICTIVA	Horometro	4000	Medicion de tensiones de tuberia	Tarea Nueva	N/A	1	2	8							1	1
PLC	PLC	PREVENTIVA	Horometro	4000	Realizar limpieza a la electronica de la fuente	Tarea Nueva	N/A							1	1	0,5		
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	8000	Ajustar tornillos de sujecion de cada uno de los segmentos de arboles de leva	Tarea Nueva	N/A	1	2	20								
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	8000	Realizar limpieza externa serpiente	Tarea Existente	N/A				1	1	4				1	1
CEDE	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	PREVENTIVA	Horometro	8000	Realizar limpieza interna serpiente	Tarea Existente	N/A				1	1	4				1	1