

**PRÁCTICA EMPRESARIAL ECOPETROL S.A EN GERENCIA REFÍNERIA  
BARRANCABERMEJA, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

**ROGER DUVAN CASTAÑEDA HERRERA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA  
BUCARAMANGA**

**2018**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL ECOPETROL S.A EN GERENCIA REFÍNERIA  
BARRANCABERMEJA, DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

**ROGER DUVAN CASTAÑEDA HERRERA**

**Práctica profesional presentado como requisito para optar por el título de:  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
ALFONSOSANTOS JAIMES**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA  
BUCARAMANGA**

**2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Floridablanca \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios por permitirme culminar una nueva etapa en mi vida y por darme durante todo el tiempo el entendimiento e inteligencia para cumplir con cada uno de los compromisos académicos.

A mis padres Martha Herrera y Marco Castañeda por brindarme su apoyo en todos los aspectos y por darme su acompañamiento incondicional, por animarme cada día a progresar y a ser una mejor persona.

A mis hermanos Edna Caballero y John Jiménez por darme consejos y animo en momentos cruciales de mi vida.

A la universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga por aceptarme en sus instalaciones y enseñarme sus valores del sentido humano.

A la facultad de ingeniería mecánica, a todos mis profesores que hicieron parte de mi formación profesional.

A mi director de prácticas Alfonso Santos por sus recomendaciones y colaboración para la elaboración de este documento.

A mis compañeros de estudio Jaime Domínguez, Osvaldo Sierra, Laura Blanco y Andrés Mass por acompañarme durante mi proceso de formación.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA .....	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	19
4.1 MISIÓN.....	20
4.2 VISIÓN.....	20
4.3 ORGANIGRAMA.....	21
4.3.1 Taller maquinas herramientas.....	22
4.3.2 Taller de mecánica.....	23
4.3.3 Taller de metalistería. ....	24
4.3.4 Taller de sellos y gobernadores. ....	25
4.3.5 Taller de tubería.....	25
4.3.6 Taller de intercambiadores de calor.....	26
4.3.7 Taller de refractarios. ....	27
5. JUSTIFICACIÓN.....	29
6. METODOLOGÍA .....	30
7. MARCO REFERENCIAL.....	32
7.1 MANTENIMIENTO.....	32
7.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	32

7.3 MANTENIBILIDAD .....	32
7.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	33
7.5 MANTENIMEINTO PREVENTIVO .....	35
7.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	36
7.7 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) .....	37
7.8 INDICADORES DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO .....	39
7.9 CONCEPTO DE DISPONIBILIDAD .....	39
7.10 CONCEPTO DE FIABILIDAD .....	39
7.11 PUESTO DE TRABAJO .....	40
7.12 ACTIVO .....	40
7.13 ÍTEMS MANTENIBLES (COMPONENTES) .....	40
7.14 CMMS (COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM) .....	40
8. INVENTARIOS MAQUINAS HERRAMIENTAS .....	42
8.1 TALLERES COORDINACIÓN PROACTIVO CENTRALIZADO .....	42
8.1.1 Taller de mecánica .....	42
8.1.2 Taller de metalistería .....	42
8.1.2 Taller de metalistería .....	42
8.1.3 Taller de sellos y gobernadores .....	43
8.1.4 Taller de refractarios .....	44
8.1.5 Taller de tubería .....	44
8.1.6 Taller de intercambiadores de calor .....	47
8.1.7 Taller maquinas herramientas .....	48
8.2 DISPONIBILIDAD EQUIPOS TALLERES .....	49
9. FICHAS TECNICAS EQUIPOS .....	51

10. GESTIÓN DE ACTIVOS.....	53
10.1 NIVELES DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA .....	53
10.1.1 Nivel 1. Industria. ....	53
10.1.2 Nivel 2. Categoría de Negocio. ....	53
10.1.3 Nivel 3. Instalación.....	53
10.1.4 Nivel 4. Planta/Unidad.....	54
10.1.5 Nivel 5. Sección/Sistema. ....	54
10.1.6 Nivel. Subsistema. ....	54
10.1.7 Nivel 7. Unidad Funcional. ....	54
10.2 TAXONOMÍA .....	57
10.2.1 Categoría de equipos. ....	57
10.2.2 Clase y tipo. ....	58
10.2.2 Clase y tipo. ....	58
10.3 CENTRO DE COSTOS .....	59
11. CREACIÓN DE LAS HOJAS DE RUTA .....	60
11.1 GRUPO DE HOJA DE RUTA .....	60
11.2 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....	61
11.3 TIPOS DE HOJAS DE RUTA .....	62
11.4 HOJAS DE RUTA DE INSTRUCCIONES.....	62
11.5 PLANES DE MANTENIMIENTO EN SAP .....	63
11.6 PROCESO DE CREACIÓN HOJAS DE RUTA.....	63
11.7 PROGRAMACIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS .....	69
12. LISTADOS DE PARTES (APL).....	71
12.1 CREACIÓN DE UNA LISTA DE MATERIALES .....	71

12.2 VISUALIZAR LISTA DE MATERIALES .....	75
12.3 CREACIÓN DE ANEXOS .....	78
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXOS.....	86

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipos Taller mecánica.....	42
Tabla 2. Equipos Taller metalistería.....	43
Tabla 3. Equipos taller sellos y gobernadores .....	43
Tabla 4. Equipos taller refractarios .....	44
Tabla 5. Equipos taller tubería .....	44
Tabla 6. Equipos taller tubería .....	46
Tabla 7. Equipos taller intercambiadores de calor .....	47
Tabla 8. Equipos taller maquinas herramientas.....	48
Tabla 9. Equipos taller maquinas herramientas.....	48
Tabla 10. Ficha técnica equipos. ....	51
Tabla 11. Niveles 6 y 7 para los activos de los Talleres de Mantenimiento. ....	56
Tabla 12. Categorías de equipos.....	57
Tabla 13. Clase Tipo para equipos Talleres de Mantenimiento. ....	58
Tabla 14. Centros de Costos Talleres.....	59
Tabla 15. Hojas de ruta cargadas a SAP.....	67
Tabla 16. Hojas de ruta cargadas a SAP.....	68
Tabla 17. Hojas de ruta cargadas a SAP.....	69
Tabla 18. Programación semanal hasta la semana 27.....	70
Tabla 19. Equipos Taller mecánica.....	42
Tabla 20. Equipos Taller mecánica.....	42
Tabla 21. Equipos Taller mecánica.....	42
Tabla 19. Listas en materiales. ....	73
Tabla 20. Listas en materiales. ....	74
Tabla 21. Plantilla para cargue masivo de listas de materiales. ....	75
Tabla 22. Equipos con lista de materiales .....	42
Tabla 23. Protocolo de mantenimiento .....	42
Tabla 24. Protocolo de mantenimiento .....	42

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama corporativo. ....	21
Figura 2. Organigrama departamento de mantenimiento. ....	22
Figura 3. Taller de Maquinas Herramientas. ....	23
Figura 4. Taller de Maquinas Herramientas. ....	23
Figura 5. Taller de Mecánica. ....	24
Figura 6. Taller de Metalistería. ....	24
Figura 7. Taller de Sellos y gobernadores. ....	25
Figura 8. Taller de Tubería. ....	26
Figura 9. Taller de Intercambiadores de calor. ....	26
Figura 10. Taller de Intercambiadores de calor. ....	26
Figura 11. Taller de Refractarios. ....	27
Figura 12. Taller de Refractarios. ....	28
Figura 1. Grafica disponibilidad. ....	50
Figura 14. Estructura jerárquica definida para Ecopetrol S.A. ....	55
Figura 15. Estructura jerárquica definida para Talleres de mantenimiento. ....	55
Figura 16. Gestión activos en SAP. ....	60
Figura 17. Tipos de hojas de ruta. ....	62
Figura 18. Hojas de ruta por instrucciones. ....	63
Figura 19. Plan de mantenimiento. ....	63
Figura 20. Crear hoja de ruta. ....	64
Figura 21. Crear hoja de ruta. ....	65
Figura 22. Estrategia de mantenimiento para hoja de ruta. ....	66
Figura 23. Asignar paquete de mantenimiento a hoja de ruta. ....	67
Figura 24. Visualizar lista de materiales. ....	76
Figura 25. Pantalla principal equipo. ....	76
Figura 26. Selección de campos lista de materiales. ....	77

Figura 27. Lista de materiales en SAP.....	77
Figura 28. Transacción para visualizar anexos.....	78
Figura 29. Pantalla principal equipo.....	78
Figura 30. Crear anexo a equipo. ....	78
Figura 31. Anexo en equipo.....	79

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** PRÁCTICA EMPRESARIAL ECOPETROL S.A EN GERENCIA  
REFINERÍA BARRANCABERMEJA, DEPARTAMENTO DE  
MANTENIMIENTO

**AUTOR(ES):** ROGER DUVAN CASTAÑEDA HERRERA

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR(A):** ALFONSO SANTOS JAIMES

### RESUMEN

El siguiente trabajo muestra las actividades realizadas durante las prácticas empresariales en el departamento de mantenimiento de la empresa ECOPETROL S.A, específicamente en los siete talleres de la coordinación de mantenimiento proactivo. Donde se realizó a implementación de la estrategia de mantenimiento preventivo a los equipos de los talleres al módulo SAP PM el cual contaba con información errónea de estos equipos como lo son niveles de jerarquía o ubicación técnica, clase, tipo de objeto y perfil catalogo todo esto debido a la migración hace 7 años del software Elipse al nuevo ya mencionado que integra y relaciona los costos de cada intervención de mantenimiento de cada equipo, ya sean repuestos o consumibles y también el costo en personal o horas hombre. Para ello se llevó a cabo la creación de hojas de ruta o estándar de trabajo, listas de materiales o partes (APL) y planes de mantenimiento esto con el fin de aumentar la disponibilidad de estos equipos y así disminuir los mantenimientos correctivos.

### PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Listas de materiales, costos mantenimiento

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** CORPORATE PRACTICE ECOPETROL S.A IN MANAGEMENT  
REFINERY BARRANCABERMEJA, DEPARTMENT OF  
MAINTENANCE

**AUTHOR(S):** ROGER DUVAN CASTAÑEDA HERRERA

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Mecánica

**DIRECTOR:** ALFONSO SANTOS JAIMES

### ABSTRACT

The following work shows the activities carried out during the business practices in the maintenance department of the company ECOPETROL S.A, specifically in the seven workshops of the coordination of proactive maintenance. Where was carried out to implement the preventive maintenance strategy to the equipment of the workshops to the SAP PM module which had wrong information from these teams such as levels of hierarchy or technical location, class, object type and profile catalog all this due to the migration 7 years ago of the Elipse software to the aforementioned new one that integrates and relates the costs of each maintenance intervention of each equipment, whether they are spare parts or consumables and also the cost in personnel or man hours. To this end, the creation of roadmaps or work standards, lists of materials or parts (APL) and maintenance plans was carried out in order to increase the availability of these equipment and thus reduce corrective maintenance.

### KEYWORDS:

Corrective maintenance, Preventive maintenance, Lists of materials, maintenance cost

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## INTRODUCCIÓN

Una estructura lógica, coherente y organizada es la base fundamental para la adecuada gestión de la información técnica de los activos. Además de ser la base para desarrollar las diferentes actividades que demandan las disciplinas de confiabilidad, integridad y optimización, dentro del marco del proceso de gestión de activos.

El actual plan de trabajo es una propuesta a la implementación y cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos propios del Departamento de Mantenimiento, los cuales se encuentran ubicados en siete (7) talleres de diferentes especialidades en la Gerencia Refinería Barrancabermeja. Estos equipos no se consideran críticos en la operación de las plantas de la GRB, pero si desempeñan un papel importante debido a que su uso es para el mantenimiento de los equipos de operación de las plantas. En la actualidad dicha maquinaria no posee un plan de mantenimiento efectivo, por lo cual sus mantenimientos por lo general son de tipo correctivo. De acuerdo a trabajos anteriores por aprendices universitarios se dio inicio a dicho plan, por lo cual se desea ejecutar a partir del mes de marzo del 2018 luego de varias correcciones y modificaciones que son necesarias para que dicho plan sea efectivo para el Departamento de Mantenimiento.

Otra de las metas que se ha trazado es complementar el plan de mantenimiento existente con la creación del Listado de Partes (APL) de cada equipo con el fin de agilizar la compra de estos. Esta tarea debe cargarse al sistema de información de mantenimiento (SAP) y a su vez las Hojas de Ruta (HR) ya existentes, para ofrecer disponibilidad de repuestos al momento de realizar las tareas de mantenimiento.

Este proyecto surge debido a la realización de la Práctica Universitaria de Ingeniería Mecánica, ya que es un aspecto que aplica al área de trabajo y establece la

implementación de mecanismos y actividades de carácter estratégico, para optimizar el funcionamiento de dichos equipos.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La importancia de una buena gestión de la función empresarial del mantenimiento se debe a que es una manera segura de garantizar la disponibilidad del activo y el control de costos del mismo durante la vida útil o el periodo de uso.

Para la adecuada Gestión de los Activos de los Talleres de Mantenimiento se debe tener en cuenta que el punto de partida es la correcta clasificación de los activos en SAP, por lo cual se deben asegurar la correcta información como denominación, clase, tipo de objeto, campo de clasificación, centro de coste, perfil catálogo y ubicación técnica. Además, se debe verificar que la información del Activo tal como N° de serie, fabricante y número de inventario sea coherente con la del equipo en el Taller.

Para tener una alta probabilidad de tener la disponibilidad requerida, con los costos mínimos, la experiencia ha demostrado, que debe asegurarse la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, ajustado a las necesidades del activo, debido a su vida utilizada, del estado operativo que tenga en el momento de inicio de la aplicación del plan de mantenimiento y de las condiciones operativas y del entorno.

De esta manera se posee mejor control sobre el estado operativo y el nivel de degradación que se desarrolla, así como la manera de mitigar o atenuar el impacto de las causas de las fallas.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

### **Datos del Estudiante**

Nombre: Roger Duvan Castañeda Herrera

ID: 000256088

Dirección: Cra 25#200-454 Conjunto Bosques de Baviera T2 apto 503

Ciudad: Floridablanca Santander

Celular: 314 484 7778

### **Datos de la Empresa**

Nombre: ECOPETROL S.A

Dirección: Puerta 25 de agosto. Gerencia Refinería Barrancabermeja. Ciudad:  
Barrancabermeja

Representante Legal: ANDRES PONTON VENEGAS

### **Datos del Supervisor de la Empresa**

Nombre: Humberto Rueda Pabón

Cargo: Coordinador de Mantenimiento Proactivo, Gerencia Refinería  
Barrancabermeja. Celular: 300 553 7017

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un listado de partes (APL) para el plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y herramientas de siete Talleres de la Coordinación de Mantenimiento Proactivo por medio de diferentes métodos de recopilación de información, para así disminuir el tiempo promedio de reparación por medio de un stock de repuestos en la Gerencia Refinería Barrancabermeja.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Elaborar fichas técnicas de cada máquina y herramienta a través la creación de una plantilla o documento que permita verificar el historial de cada equipo y así realizar seguimiento a las labores de Mantenimiento estipuladas en el plan de mantenimiento.

Realizar la planeación del plan de mantenimiento preventivo mediante la asesoría de un planeador de mantenimiento, esto con el fin de organizar y programar la ejecución de dicho plan sin que este afecte el trabajo en los talleres de la GRB

Implementar el plan de mantenimiento por medio del sistema de información de mantenimiento (SAP) y así garantizar la creación de las Órdenes de Mantenimiento de los equipos del plan de mantenimiento.

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

De acuerdo con los Estatutos Sociales, el objeto social de Ecopetrol S.A. "Es el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petr6leos.

En 1961 asumi6 el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece a6os despu6s compr6 la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956. En 1970 adopt6 su primer estatuto orgánico que ratific6 su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la Rep6blica.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petr6leo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994).

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inici6 una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploraci6n, su capacidad de obtener resultados con visi6n empresarial y comercial y el inter6s por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial.

Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa m6s grande del país con una utilidad neta de \$15,4 billones registrada en 2011 y la principal compa6a petrolera en

Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

#### **4.1 MISIÓN**

Trabajamos todos los días para construir un mejor futuro:

- Rentable y sostenible.
- Con una operación sana, limpia y segura.
- Asegurando la excelencia operacional y la transparencia en cada una de nuestras acciones.
- Construyendo relaciones de mutuo beneficio con los grupos de interés.

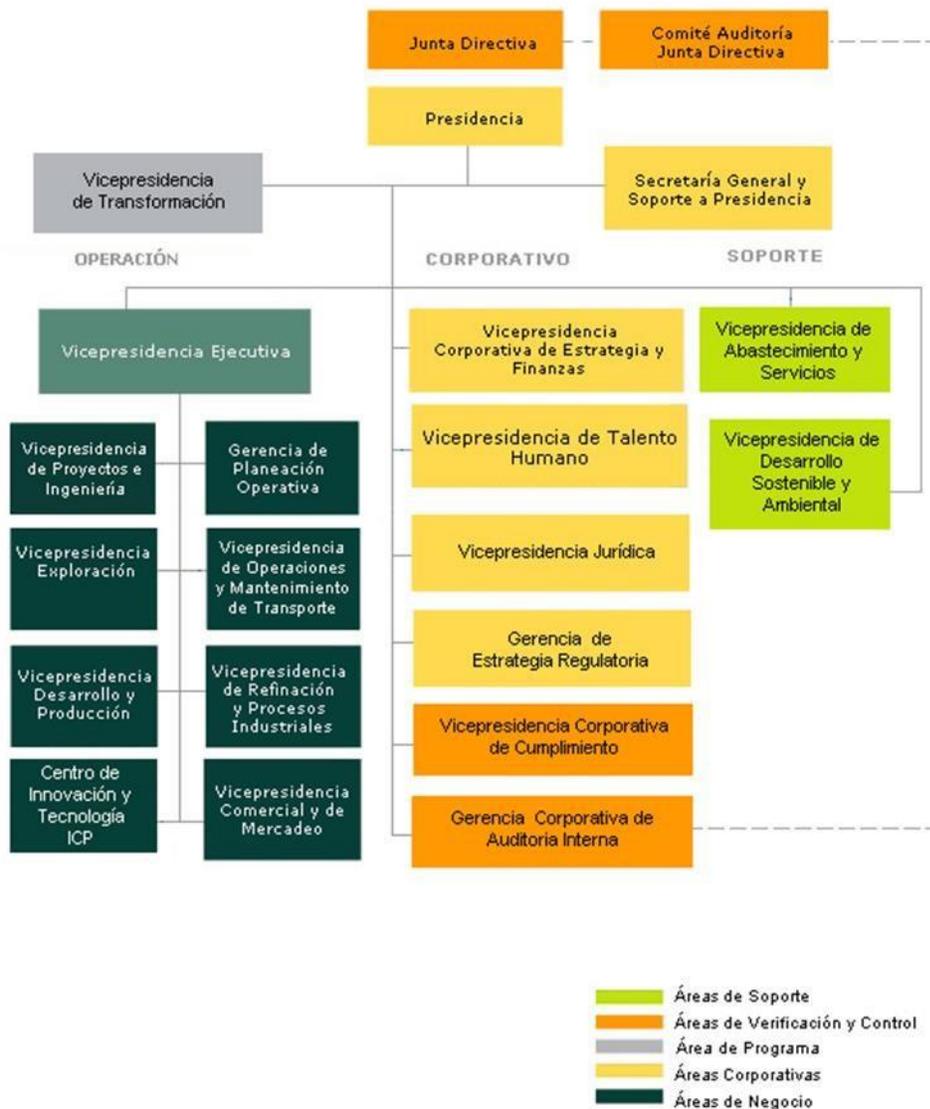
#### **4.2 VISIÓN**

Ecopetrol será una compañía integrada de clase mundial de petróleo y gas, orientada a la generación de valor y sostenibilidad, con foco en Exploración y Producción, comprometida con su entorno y soportada en su talento humano y la excelencia operacional.

### 4.3 ORGANIGRAMA

Ecopetrol S.A desde febrero del 2017 presento la ultima actualización del organigrama, el cual se evidencia en la Figura 1.

Figura 1.Organigrama corporativo.



Fuente: Estructura organizacional ECOPETROL S.A

El Departamento de Mantenimiento se encuentra conformado por cuatro (4) Coordinaciones, las cuales se muestran a continuación en la Figura 2, también se

evidencia la coordinación a la cual pertenecen los Talleres a intervenir en el periodo de la Practica Universitaria.

Figura 2. Organigrama departamento de mantenimiento.



Fuente: Autoría Propia

Uno de los puntos de partida, es realizar inventario para verificar los equipos existentes en cada taller. Además de consultar el estado de cada equipo y su ultimo mantenimiento realizado.

**4.3.1 Taller maquinas herramientas.** La función en términos generales que se cumple dentro de esta sección consiste en la recuperación de las camisas de equipos operativos como bombas centrifugas, fabricación de piezas mecánicas como cuñas, ejes, pasadores, etc. Las Figuras 3 y 4 muestran el taller de máquinas herramientas con el fin de que se esté en contexto a medida que se avanza en el documento.

Figura 3. Taller de Maquinas Herramientas.



Fuente: Autoría Propia

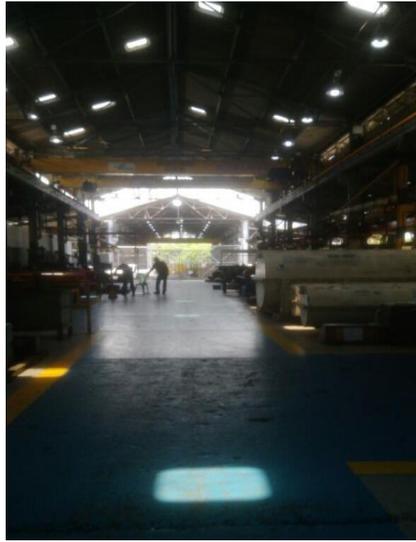
Figura 4. Taller de Maquinas Herramientas



Fuente: Autoría Propia

**4.3.2 Taller de mecánica.** La función en términos generales que se cumple dentro de esta sección consiste en realizar mantenimiento de equipos rotativos como bombas centrífugas, de desplazamiento positivo, turbinas de vapor, reductoras y multiplicadoras de velocidad a los cuales se les realizan limpieza, cambio de piezas desgastadas o dañadas, calibración y pruebas de disparo en el caso de las turbinas de vapor. La Figura 5 enseña la distribución del taller de mecánica de la Gerencia Refinería Barrancabermeja donde se reparan los equipos rotativos de esta.

Figura 5. Taller de Mecánica.



Fuente: Autoría Propia

**4.3.3 Taller de metalistería.** En este Taller se desarrollan trabajos relacionados con láminas, tubería, estructuras y soldadura. Su propósito fundamental es apoyar las actividades de mantenimiento en las plantas de líneas de tubería, reactores, regeneradores, intercambiadores de calor y además la recuperación de camisas de equipos rotativos. Como se observa en la Figura 6 la infraestructura y equipos pertenecientes a este taller.

Figura 6. Taller de Metalistería.



Fuente: Autoría Propia

**4.3.4 Taller de sellos y gobernadores.** Las labores que se desarrollan en este taller son la reparación o armado de sello mecánico de las bombas centrifugas. Mantenimiento y pruebas a los gobernadores de las turbinas de vapor. En la Figura 7 se muestran las dos lapeadoras que hacen parte del taller de sellos, los cuales son equipos críticos, ya que deben estar en correcto funcionamiento debido al acabado que se realiza en estos debe ser en condiciones óptimas para armar los sellos de bombas, compresores y turbinas.

Figura 7. Taller de Sellos y gobernadores



Fuente: Autoría Propia

**4.3.5 Taller de tubería.** En este Taller se desarrollan trabajos relacionados con tubería y soldadura. Su propósito fundamental es apoyar las actividades de mantenimiento en las plantas de líneas de tubería de las diferentes plantas de la Gerencia Refinería Barrancabermeja. En la Figura 8 se evidencia la infraestructura del taller de tubería.

Figura 8. Taller de Tubería.



Fuente: Autoría Propia

**4.3.6 Taller de intercambiadores de calor.** En este Taller se desarrollan trabajos con los intercambiadores de calor de las plantas de la refinería, a los cuales se les realiza limpieza interna y externa de los haces, y si es necesario el cambio o reentube de estos. En la Figura 9 y 10 se muestra la el tamaño de los intercambiadores que se reparan allí, por lo cual es critico tener los equipos de los talleres disponibles ya que puede retrasar la operación o producción de las plantas.

Figura 9. Taller de Intercambiadores de calor.



Fuente: Autoría Propia

Figura 10. Taller de Intercambiadores de calor.



Fuente: Autoría Propia

**4.3.7 Taller de refractarios.** La función en términos generales que se cumple dentro de esta sección consiste en realizar mantenimientos en las plantas a tubería y tanques de almacenamiento que requieran aislamiento térmico. La figura 11 y 12 muestra la infraestructura del taller de refractarios, el cual es el único taller en el cual todas sus máquinas son manuales.

Figura 11. Taller de Refractarios.



Fuente: Autoría Propia

Figura 12. Taller de Refractarios.



Fuente: Autoría Propia

## 5. JUSTIFICACIÓN

Para la compañía, un perfeccionamiento en la disponibilidad de los equipos, además de una baja de los costos por mantenimiento, aprobará conseguir beneficios, que aumentan en una filosofía de progreso incesante, una mayor renta operacional y una pequeña huella ambiental, todo lo cual condescenderá optimizar la idoneidad de la empresa. La empresa podría favorecer un plan de mantenimiento que sellará un antes y un después en contra gastos y el lapso de uso en la máquina. De este modo, se podrían optimizar la eficacia y las perspectivas de duración de las piezas, igualmente plantear un sistema de prevención preciso y efectivo.

La empresa ECOPETROL S.A suministra y facilita recursos indispensables para el trabajador, principalmente objetos básicos para la seguridad del personal como botas industriales, casco de seguridad, protección visual y auditiva. Además, cuenta con una flota de transporte a disposición de los trabajadores, todos los edificios de la planta cuentan con todas las normas de seguridad y puntos de evacuación. Las oficinas están equipadas con computadores, con respecto a labores industriales en campo la compañía también tiene un almacén donde se puede encontrar herramientas y equipos para realizar las actividades.

## **6. METODOLOGÍA**

La metodología empleada está basada en la descripción detallada de la forma como se maneja la empresa a través de las diferentes etapas con el fin de lograr su correcto funcionamiento.

Estas acciones están relacionadas con nuestros objetivos y la teoría enunciada en el marco de referencia. Todas estas acciones no pueden ser objetivos debido a que algunas son específicas y los objetivos las abarcan. Las acciones o fases por realizar en la investigación son:

### **FASE 1**

Conversar y entablar una relación profesional con el personal de mantenimiento y operarios para así saber que tanto utilizan la información y las recomendaciones suministrada por los fabricantes.

Hacer un chequeo y evaluación semanal de las máquinas sobre el estado de las máquinas de los talleres y así determinar la disponibilidad de estas.

### **FASE 2**

Registrar semanalmente la disponibilidad y el estado de los equipos.

Seguimiento ejecución de los ítems del contrato de mantenimiento de los equipos de los talleres.

Acercamiento con obras civiles para solicitar apoyo en la obra de montaje del compresor Taller de Intercambiadores.

### **FASE 3**

Realizar actualización en SAP de la Clase o Perfil Catalogo en los equipos propios.

Cargar al SAP las Hojas de Ruta del plan de mantenimiento existente.

### **FASE 4**

Implementar y verificar el plan de mantenimiento en los siete Talleres del Departamento de Mantenimiento.

Creación del listado de partes de los equipos de los talleres del Departamento de mantenimiento.

## **7. MARCO REFERENCIAL**

### **7.1 MANTENIMIENTO**

Se define como la disciplina cuya finalidad consiste en mantener las máquinas y el equipo en un estado de operación, lo que incluye servicio, inspecciones, ajustes, remplazo, reinstalación, calibración, reparación y reconstrucción<sup>1</sup>. Principalmente se basa en desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía de políticas o criterios para toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.

### **7.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Antes de realizar cualquier tipo de clasificación o descripción de los tipos de mantenimiento, es muy importante saber realmente lo que es mantenimiento y su diferencia con lo que se conoce como mantenibilidad o capacidad de mantenimiento, las cuales se prestan en muchas ocasiones a confusión por parte del personal de una empresa.

### **7.3 MANTENIBILIDAD**

Esta característica se refiere principalmente a las propiedades de diseño, análisis, predicción y demostración, que ayudan a determinar la efectividad con la que el equipo puede ser mantenido o restaurado para estar en condiciones de uso u operación. La mantenibilidad es conocida también como la capacidad para restaurar efectivamente un producto.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ESPINOZA. Optimización del mantenimiento. ESPOCH, (45) 2008.

<sup>2</sup> MEDRANO, J., GONZALES, V., Y DÍAS, V. Mantenimiento técnicas y aplicaciones industriales. México: Grupo Editorial Patria, 2017.

Principalmente el mantenimiento puede ser aplicado de 3 formas:

1. Mantenimiento predictivo.
2. Mantenimiento preventivo.
3. Mantenimiento correctivo.

De los diferentes tipos o variaciones del mantenimiento se nombrarán y definirán las más importantes.

## **7.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

El mantenimiento predictivo consiste en la búsqueda de indicios o síntomas que permitan identificar una falla antes de que ocurra. Por ejemplo, la inspección visual del grado de desgaste de un neumático es una tarea de mantenimiento predictivo, dado que permite identificar el proceso de falla antes de que la falla funcional ocurra. Estas tareas incluyen: inspecciones (ej. Inspección visual del grado de desgaste), monitoreo (ej. vibraciones, ultrasonido), chequeos (ej. nivel de aceite) <sup>2,3</sup> Tienen en común que la decisión de realizar o no una acción correctiva depende de la condición medida. Por ejemplo, a partir de la medición de vibraciones de un equipo puede decidirse cambiarlo o no. Para que pueda evaluarse la conveniencia de estas tareas, debe necesariamente existir una clara condición de falla potencial. Es decir, debe haber síntomas claros de que la falla está en el proceso de ocurrir.

### **Ventajas**

Más confiabilidad. Al utilizar aparatos y personal calificado, los resultados deben ser más exactos.

---

<sup>3</sup> FERNÁNDEZ, J. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid: Fundación Confemetal, 2005.

Requiere menos personal. Esto genera una disminución en el costo de personal y en los procesos de contratación, aunque luego veremos una desventaja sobre ello<sup>4</sup>.

Los repuestos duran más.

Como las revisiones son en base a resultados, y no a percepción, se busca que los repuestos duren exactamente el tiempo que debe ser.

### **Desventajas**

Siempre que hay un daño, necesita programación. Si al dueño le urge que se repare, es posible que tenga que esperar hasta la fecha que se defina como segunda revisión, por lo que las urgencias también deben darse mediante programaciones.

Requiere equipos especiales y costosos. Al buscarse medir todo con precisión, los equipos y aparatos suelen ser de alto costo, por lo que necesitan buscarse las mejores opciones para adquirirse.

Es importante contar con personal más calificado. Aunque ya mencionamos que el personal es menor, éste debe contar con conocimientos más calificados, lo que eleva a su vez el costo y quizá, dependiendo del área, disminuyan las opciones<sup>5</sup>.

Costosa su implementación. Por lo mismo de manejarse mediante programaciones de trabajo, si se unen los costos de todas las veces que se paró la máquina y se revisó por cuestiones que se identificaron la primera vez, el costo es considerablemente alto.

---

<sup>4</sup> ESPINOZA. Optimización del mantenimiento. ESPOCH, (45) 2008.

<sup>5</sup> MEDRANO, J., GONZALES, V., Y DÍAS, V. Mantenimiento técnicas y aplicaciones industriales. México: Grupo Editorial Patria, 2017.

## 7.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo se refiere a aquellas tareas de sustitución hechas a intervalos fijos independientemente del estado del elemento o componente. Estas tareas solo son válidas si existe un patrón de desgaste: es decir, si la probabilidad de falla aumenta rápidamente después de superada la vida útil del elemento. Debe tenerse mucho cuidado, al momento seleccionar una tarea preventiva (o cualquier otra tarea de mantenimiento, de hecho), en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer. Por ejemplo, al evaluar el plan de mantenimiento a realizar sobre el impulsor de una bomba, podríamos decidir realizar una tarea preventiva (sustitución cíclica del impulsor), tarea que en general se puede hacer dado que la falla generalmente responde a un patrón de desgaste (patrón B de los 6 patrones de falla del RCM)<sup>6</sup>. Sin embargo, en ciertos casos podría convenir realizar alguna tarea predictiva (tarea a condición), que en muchos casos son menos invasivas y menos costosas.

### **Ventajas**

Bajo costo en relación con el mantenimiento predictivo

Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.

Reduce la probabilidad de paros imprevistos.

Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

### **Desventajas**

Entre sus pocas desventajas se encuentran:

---

<sup>6</sup> KELLY, A. Managing Maintenance Resources. Inglaterra: Elsevier Ltd, 2006.

Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.

No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.

## **7.6 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Diferentes tipos de correctivo: programado y no programado

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción<sup>7</sup>. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aún con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.

---

<sup>7</sup> KELLY, A. Managing Maintenance Resources. Inglaterra: Elsevier Ltd, 2006.

La distinción entre correctivo programado y correctivo no programado afecta en primer lugar a la producción. No tiene la misma afección el plan de producción si la parada es inmediata y sorpresiva que si se tiene cierto tiempo para reaccionar. Por tanto, mientras el correctivo no programado es claramente una situación indeseable desde el punto de vista de la producción, los compromisos con clientes y los ingresos, el correctivo programado es menos agresivo con todos ellos.

### **Ventajas**

Máximo aprovechamiento de la vida útil de los sistemas.

No se requiere una gran infraestructura técnica ni elevada capacidad de análisis.

### **Desventajas**

Las averías se presentan de forma imprevista y afectan a la producción.

Riesgo de fallos de elementos difíciles de adquirir.

Baja calidad del mantenimiento como consecuencia del poco tiempo disponible para reparar.

## **7.7 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)**

El mantenimiento centrado en Confiabilidad (MCC), o Reliability Centred Maintenance (RCM), ha sido desarrollado para la industria de la aviación civil hace más de 30 años. El proceso permite determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cualquier activo físico. El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc. La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.

Según esta norma, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿cuáles son los estados de falla (fallas fusionales) asociados con estas funciones?
3. ¿cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

Conceptos del RCM El RCM muestra que muchas de los conceptos del mantenimiento que se consideraban correctos son realmente equivocadas. En muchos casos, estos conceptos pueden ser hasta peligrosos. Por ejemplo, la idea de que la mayoría de las fallas se producen cuando el equipo envejece ha demostrado ser falsa para la gran mayoría de los equipos industriales. A continuación, se explican varios conceptos derivados del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, muchos de los cuales a ´un no son completamente entendidos por los profesionales del mantenimiento industrial.

El contexto operacional Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del RCM), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal aun cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción (2 ´o 3 carillas) donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y

repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.

## **7.8 INDICADORES DE GESTIÓN PARA MANTENIMIENTO**

Considerando que el primer objetivo de trabajo, del área de mantenimiento, es el de propiciar el logro de altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a favor de la producción. Para poder establecer estos factores de efectividad de mantenimiento, deberá ir Acompañada de otros factores (índices secundarios), que permitan evaluar, analizar y pronosticar su comportamiento. Los indicadores, nos permitirá medir de forma técnica, y mediante costos, la efectividad del mantenimiento.

## **7.9 CONCEPTO DE DISPONIBILIDAD**

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.<sup>8</sup> Se define como la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

## **7.10 CONCEPTO DE FIABILIDAD**

Es la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para lo que fue diseñado, durante el periodo de tiempo especificado y bajo las condiciones de operaciones dadas.<sup>9</sup> El análisis de fallas constituye otra medida del desempeño de los sistemas, para ello se utiliza lo que denominamos la tasa de falla, por tanto, la media de tiempos entre fallas (TPEF) caracteriza la fiabilidad de la

---

<sup>8</sup> GARRIDO, S. G Mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec, 2009.

<sup>9</sup> Ibíd.

máquina. El tiempo promedio entre falla mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad, sin interrupciones dentro de un periodo considerado de estudio.

### **7.11 PUESTO DE TRABAJO**

Representa un grupo de recursos (capacidades) capaz de realizar una tarea de mantenimiento. Estos podrán estar integrados por una o más personas (propias o contratadas) con o sin equipos especiales.

Los puestos de trabajo son creados para un Centro determinado y se identifican en el sistema con un código.

### **7.12 ACTIVO**

Bien físico o tangible que posee la organización, o conjunto de estos, con el cual o por medio del cual se desarrollan los procesos misionales, salvo el exploratorio. Están contruidos por máquina, vasijas, equipos y demás infraestructura industrial. Para el caso de los procesos operacionales de subsuelo solo incluye los equipos del sistema de extracción.

### **7.13 ÍTEMS MANTENIBLES (COMPONENTES)**

Ítem compuesto por una parte o un conjunto de partes que normalmente son el nivel más bajo en la jerarquía del equipo.

### **7.14 CMMS (COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM)**

Sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, por sus siglas en ingles. Aplicación a través de la cual se gestiona todo el mantenimiento en una organización. En ECOPETROL el CMMS oficial es SAP-ERP.

## 8. INVENTARIOS MAQUINAS HERRAMIENTAS

### 8.1 TALLERES COORDINACIÓN PROACTIVO CENTRALIZADO

A continuación, se listan y se distribuyen con equipos de cada taller.

#### 8.1.1 Taller de mecánica

Como se evidencia en la Tabla 1 son 9 equipos con los que cuenta este taller, debido a que los equipos de más uso son herramientas como llaves, calibradores, etc. Pero estos no se consideran un activo fijo.

Tabla 1. Equipos Taller mecánica

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARIO	COMENTARIOS	ULTIMO MTO
TALADRO (1)	TALADRO VERTICAL MHTV-01	TMH-TV-01	11076258	6019902		
PRENSAS (3)	PRENSA HIDRÁULICA 100 TON MHPH-01	TMH-PH-01	10188849	6019727		22/01/2018
	PRENSA HIDRÁULICA 10 TON MHPH-04	TMH-PH-04			NUEVA/ SIN INVENTARIAR	
	PRENSA MANUAL ARBOR PRESS MHPM-01	TMH-PM-01	10069652		SIN COD. INV.	
ESMERIL - GRATA (1)	ESMERIL MHESM-05	TMH-ESM-05				
HORNO (1)	HORNO SOLDADURA MHHO-01	TMH-HO-01	11076259			
CABINA DE BLASTEÓ (1)	CABINA DE BLASTEÓ	TMH-LAV-01	11007816	5057943		
EQUIPO PARA CALENTAR (1)	EQUIPO PARA CALENTAR				NO ESTÁ EN SAP - INVENTARIAR	
CALENTADORES DE RODAMIENTOS (1)	CALENTADOR DE RODAMIENTOS	TMH-CI-01	10218743		SIN COD INV.	

Fuente: Autoría Propia

#### 8.1.2 Taller de metalistería

Este taller cuenta con maquinas que prestan facilidades para realizar mantenimientos a equipos estáticos, los procesos o equipos más utilizados se encuentran las cizallas, anguladoras y cilindadora. Además de los equipos de soldadura y corte. En la Tabla 2 se listan el inventario de equipos de este taller.

Tabla 2. Equipos Taller metalistería

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO.
CIZALLAS (4)	CIZALLA DE PEDAL ELECTRICA	TM-CZP01	10099369	6020381	NIAGRA	SIN COD. INVENTARIO EN EL TALLER.	
	CIZALLA HIDRAULICA DE LAMINA	TM-CZ01	10069670	6020391	EDWARDS		28/12/2017
	CIZALLA NEUMÁTICA DE LAMINA	TM-CZ02	10099368	6020104	BRONX		
	CIZALLA PEDAL 1/16"	TM-CZM01	10010277		NIAGRA	SIN CODIGO INVENTARIO. SIN ORDENES NI AVISOS. SIN CERTIFICADO	
DOBLADORAS (4)	DOBLADORA ELECTRICA DE LAMINA 1/2"	TM-ANG-DOB02	10039951	6020385	BRONX		29/12/2017
	DOBLADORA ELECTRICA DE LAMINA 1/4"	MAQHTAMET	10010276	6020384	NIAGRA		
	DOBLADORA MANUAL DE LAMINAS	MAQHTAMET	11076266	6020111	NIAGRA		
	DOBLADORA DE TUBERIA DE INTERCAMBIADORES	TM-DBLT01	10069673	6020417			
ROLADORAS (2)	ROLADORA HIDRAULICA	TM-RL02	10099373	6020393	FACCIN		5/02/2018
	ROLADORA MANUAL	MAQHTAMET	10099370	6020107	NIAGRA		
BISELADORA (1)	BISELADORA NEUMÁTICA MOD 614RBL	MAQHTAMET	11076272		TRITool	SIN COD. INVENTARIO	
ESMERIL (1)	ESMERIL INDUSTRIAL GRANDE	TM-ES01	10069672	5042376		SEGURIDAD.	
PUNZADORA (1)	PUNZADORA ELECTRICA	TM-PUNZ01	10010278	6020383	PEDDINGHAUS		29/12/2017
TALADRO (1)	TALADRO DE ARBOL VERTICAL	TM-TV01	10218763	6020106	IBARMIA		
CORTADORAS (2)	CORTADORA DE PERFILES KALAMAZOO	TM-TRZ01	10099372	7013648	KALAMAZOO		
	CORTADORA DE TUBOS RIDGID				RIDGID	ACTUALMENTE EN MITO	
SOLDADOR (1)	MAQUINA SOLDADORA DE PUNTO	TM-SP01	10099371	6020108	CEA WELD	CORREGIR COD. INV. EN SAP (6020102)	29/12/2017
POSICIONADORA (2)	MAQUINA POSICIONADORA	MAQHTAMET	11065971	6020410	PANDURIS		29/12/2017
	MAQUINA POSICIONADORA	MAQHTAMET	11065972	6020407	PANDURIS		
COMPRESOR (2)	COMPRESOR CENTRIFUGO	MAQHTAMET	11076268	6021304	ATLAS COPCO		
	SECADOR DE COMPRESOR	MAQHTAMET	11076269	6021305			
SIERRA (1)	SIERRA SIN FIN	TM-SSF01	10188870	6020115	WELLSAW	NO SE USA	

Fuente: Autoría Propia

### 8.1.3 Taller de sellos y gobernadores

Este taller cuenta con 9 activos fijos como se evidencia en la Tabla 3, donde cabe resaltar la importancia de las lapeadoras y los bancos de pruebas de sellos y gobernadores.

Tabla 3. Equipos taller sellos y gobernadores

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO.
LAPEADORAS (4)	LAPEADORA BORGWAGNER	TSYG-LAPM-01	10069648		BORGWAGNER	DESMANTELADA	
	LAPEADORA LAP MASTER (BRILLADORA)	TSYG-LAPM-02	11076253	6115223	LAP MASTER		
	LAPEADORA LAP MASTER 36	TSYG-LAPM-03	11076254	6115221	LAP MASTER		29/12/2017
	LAPEADORA LAP MASTER 24	TSYG-LAPM-04	11076255	7013395	LAP MASTER		29/12/2017
BANCOS DE PRUEBAS (2)	BANCO PRUEBAS GOBERNADORES WOODWARD	TSYG-BP-01	11076252	6022137	WOODWARD		29/12/2017
	BANCO TEST RIG	TSYG-BP-02	11020188	7039801	TESCOM	REVISAR SOLENCIDE	29/12/2017
TALADRO (1)	TALADRO VERTICAL	MHTM-TV-02	10218744	6022132	IBARMIA	Revisar ubicación en SAP (TMH)	
PRENSA (1)	PRENSA HIDRAULICA	TSYG-PH-01	11076256	6022142	COOK MANLEY		
TANQUE DE LAVADO (1)	TANQUE DE LAVADO ULTRASONIDO	TSYG-LV-01	11076257		LAP MASTER		29/12/2017

Fuente: Autoría Propia

#### 8.1.4 Taller de refractarios

El taller de refractarios cuenta con los siguientes activos evidenciados en la Tabla 4.

Tabla 4. Equipos taller refractarios

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO.
LAPEADORAS (4)	LAPEADORA BORGWAGNER	TSYG-LAPM-01	10069648		BORGWAGNER	DESMANTELADA	
	LAPEADORA LAP MASTER (BRILLADORA)	TSYG-LAPM-02	11076253	6115223	LAP MASTER		
	LAPEADORA LAP MASTER 36	TSYG-LAPM-03	11076254	6115221	LAP MASTER		29/12/2017
	LAPEADORA LAP MASTER 24	TSYG-LAPM-04	11076255	7013395	LAP MASTER		29/12/2017
BANCOS DE PRUEBAS (2)	BANCO PRUEBAS GOBERNADORES WOODWARD	TSYG-BP-01	11076252	6022137	WOODWARD		29/12/2017
	BANCO TEST RIG	TSYG-BP-02	11020188	7039801	TESCOM	REVISAR SOLENOIDE	29/12/2017
TALADRO (1)	TALADRO VERTICAL	MHTM-TV-02	10218744	6022132	IBARMIA	Revisar ubicación en SAP (TMH)	
PRENSA (1)	PRENSA HIDRAULICA	TSYG-PH-01	11076256	6022142	COOK MANLEY		
TANQUE DE LAVADO (1)	TANQUE DE LAVADO ULTRASONIDO	TSYG-LV-01	11076257		LAP MASTER		29/12/2017

Fuente: Autoría Propia

#### 8.1.5 Taller de tubería

El taller de tubería es el taller que cuenta el mayor número de activos, esto por los equipos de soldadura, como se muestra en la Tabla 5 y 6 respectivamente.

Tabla 5. Equipos taller tubería

FAMILIAS	EQUIPOS	UBICACIÓN	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO
EQUIPOS DE SOLDADURA (50)	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-187	10188819	6021315	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-188	10188821	5089202	MILLER	NO ENCIENDE.	29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-189	10089822	5089203	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-190	10159000	5089204	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-191	10039900	5089205	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-192	10129282	5089206	MILLER	NO HACE ARCO.	
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-193	10069620	5089207	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-194	10039899	5089208	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-195	10129283	6021313	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	BODEGA	ES-196	10188820	5089210	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-197	10159002	5089211	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-198	10158999	5089212	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-199	10069621	5089213	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-200	10218704	5089214	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-201	10010228	5089215	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-202	10099317	5089216	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-203	10010229	5089217	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC/CV	TMET	ES-204	10218705	5089218	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC/CV	TMET	ES-046	10069626	6060149	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC/CV	TMET	ES-050	10010233	6020133	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 304 CC/CV	TMET	ES-067	11074204	6020131	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC/CV	BODEGA	ES-205	11074203	5089219	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC/CV	TMET	ES-206	10129284	5089220	MILLER		29/12/2017
	MILLER MAXTAR 200	BODEGA	ES-207	10039914		MILLER		
	MILLER MAXTAR 200	BODEGA	ES-208	10069630		MILLER	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE	
	MILLER MAXTAR 200	TMET	ES-209	10188781		MILLER		
	MILLER MAXTAR 200	TMET	ES-210	10188828		MILLER		
	MILLER MAXTAR 200	TMET	ES-211	10069629		MILLER		
	MILLER MAXTAR 200	TMET	ES-212	10188826		MILLER		
	MILLER MAXTAR 200	TMET	ES-213	10188827		MILLER		
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-176	10218711	6020120	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-177		6020420	MILLER	INGRESAR A SAP. NO TIENE REGISTRO.	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-178	10099318	6020418	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-179	10159003	6020404	MILLER	ARCO DEMASIADO INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-180	10188822	6020419	MILLER	ARCO DEMASIADO INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-181	10039901	6020403	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-182	10099319	6020414	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-183	10039902	6020402	MILLER	ARCO DEMASIADO INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-184	10218706	6020121	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-185	10039797	5042359	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-186	11074205	6020119	MILLER	ARCO DEMASIADO INESTABLE	
	MILLER SPECTRUM 1000	TMET	ES-325	10159001	6020130	MILLER		22/01/2018
	MILLER SPECTRUM 1000	BODEGA	ES-327	10010227	6020405	MILLER		
	CEA-PLUS 150	TMET	ES-329	10039898	5041083	CEA		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-136	10129289	6020397	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-140	10218710	6021310	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-165	10039913	6020396	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-171	10159008	6020200	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-172	11074208	7014203	MILLER		
	SAW LINCOLN	TMET	ES-214	10039915	7013849	LINCOLN		
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0322	10159004	7014701	LINCOLN			
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0393	10099321	6128205	LINCOLN	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE		
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0394	10039906	6032857	LINCOLN	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE		
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0388	10129288	7014702	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0389	10039904	6020399	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0390	10129287	6020401	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0391	10039905	6128203	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0392	10010230	6032858	MILLER	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE		
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0395	10069624	5089224	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0396	10010231	5089223	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0397	10218707	6031919	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0398	10069625	6022129	MILLER			

Fuente: Autoría Propia

Tabla 6. Equipos taller tubería

FAMILIAS	EQUIPOS	UBICACIÓN	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO
EQUIPOS DE SOLDADURA (50)	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-187	10188819	6021315	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-188	10188821	5089202	MILLER	NO ENCIENDE.	
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-189	10069822	5089203	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-190	10159000	5089204	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-191	10039900	5089205	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-192	10129282	5089206	MILLER	NO HACE ARCO.	
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-193	10069820	5089207	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-194	10039899	5089208	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-195	10129283	6021313	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	BODEGA	ES-196	10188820	5089210	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-197	10159003	5089211	MILLER		
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-198	10158999	5089212	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-199	10069821	5089213	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-200	10218704	5089214	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-201	10010228	5089215	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-202	10099317	5089216	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-203	10010229	5089217	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 350 CC./CV	TMET	ES-204	10218705	5089218	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC./CV	TMET	ES-046	10069826	65660149	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC./CV	TMET	ES-050	10010233	6020133	MILLER		29/12/2017
	MILLER X.MT 304 CC./CV	TMET	ES-067	11074204	6020131	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC./CV	BODEGA	ES-205	11074203	5089219	MILLER		
	MILLER X.MT 304 CC./CV	TMET	ES-206	10129284	5089220	MILLER		29/12/2017
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-207	10039914		MILLER		
	MILLER MAX.TAR 200	BODEGA	ES-208	10069830		MILLER	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE	
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-209	10188781		MILLER		
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-210	10188828		MILLER		
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-211	10069829		MILLER		
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-212	10188826		MILLER		
	MILLER MAX.TAR 200	TMET	ES-213	10188827		MILLER		
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-176	10218711	6020120	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-177		6020420	MILLER	INGRESAR A SAP. NO TIENE REGISTRO.	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-178	10099318	6020418	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-179	10159003	6020404	MILLER	ARCO DEMASIAO O INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-180	10188822	6020419	MILLER	ARCO DEMASIAO O INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-181	10039901	6020403	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-182	10099319	6020414	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-183	10039902	6020402	MILLER	ARCO DEMASIAO O INESTABLE	
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-184	10218706	6020121	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-185	10039787	5042359	MILLER		29/12/2017
	MILLER DIMENSION 852	TMET	ES-186	11074205	6020119	MILLER	ARCO DEMASIAO INESTABLE	
	MILLER SPECTRUM 1000	TMET	ES-325	10159001	6020130	MILLER		22/01/2018
	MILLER SPECTRUM 1000	BODEGA	ES-327	10010227	6020405	MILLER		
	CEA-PLUS 150	TMET	ES-329	10039898	5041083	CEA		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-136	10129289	6020397	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-140	10218710	6021310	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-165	10039913	6020396	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-171	10159008	6020200	MILLER		
	TRANSFORMADOR MILLER	TMET	ES-172	11074208	7014203	MILLER		
	SAW LINCOLN	TMET	ES-214	10039915	7013649	LINCOLN		
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0322	10159004	7014701	LINCOLN			
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0393	10099321	6128205	LINCOLN	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE.		
MOTOSOLDADOR LINCOLN	TMET	ES-0394	10039906	6032857	LINCOLN	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE.		
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0388	10129288	7014702	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0389	10039904	6020399	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0390	10129287	6020401	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0391	10039905	6128203	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0392	10010230	6032858	MILLER	FALLA SIST. ELECTRICO. FABRICANTE.		
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0395	10069824	5089224	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0398	10010231	5089223	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0397	10218707	6031919	MILLER			
MOTOSOLDADOR MILLER	TMET	ES-0398	10069825	6022129	MILLER			

Fuente: Autoría Propia

### 8.1.6 Taller de intercambiadores de calor

Este taller a diferencia de los otros, tiene activos o equipos del mismo que se encuentran en planta como lo son las maquinas extractoras de haces. En la Table 7 se muestra e debido inventario en este taller.

Tabla 7. Equipos taller intercambiadores de calor

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARIO	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULT. MTO
EXTRACTORAS DE HACES (2)	MAQUINA AEROEXTRACTORA DE HACES MEH0752	IC-MEH0752	10129331	6011144	AQUAENERGY		
	MAQUINA EXTRACTORA DE HACES MEH0753	IC-MEH0753	10010275	6011143	AQUAENERGY	FALLA EN LA INSTRUMENTACIÓN	
MOTORES (9)	MOTOR EXPANSIÓN AIRTOOL DOMINATOR BME-01	IC-BME-01	11066071				
	MOTOR EXPANSIÓN AIRTOOL DOMINATOR BME-02	IC-BME-02	11076261				
	MOTOR EXPANSIÓN AIRTOOL DOMINATOR BME-03	IC-BME-03	11076262				
	MOTOR EXPANSIÓN AIRTOOL DOMINATOR BME-04	IC-BME-04	11076263				
	MOTOR EXPANSIÓN AIRTOOL DOMINATOR BME-05	IC-BME-05	11076264				
	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA MP0751	IC-MP0751	11021974	7000374			
	MOTOR DE COMBUSTION INTERNA MP0752	IC-MP0752	10069529				
	MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MP0753	IC-MP0753	11021975	7000377			
	MOTOR DIESEL	IC-MD-02	10010279			RECLAMACIÓN AL PROVEEDOR (GARANTIA)	
MOTOR DIESEL	IC-MD-03	10188876			RECLAMACIÓN AL PROVEEDOR (GARANTIA)		
BOMBAS (4)	BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITVO REC SP0751	SP0751	11021972	7000373			
	BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITVO REC SP0752	SP0752	10069529				
	BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITVO REC SP0753	SP0753	11021973	7000376			
	BOMBA TRIPLEX	IC-BT-02	10188874			RECLAMACIÓN AL PROVEEDOR (GARANTIA)	
	BOMBA TRIPLEX	IC-BT-03	10069679			RECLAMACIÓN AL PROVEEDOR (GARANTIA)	
HIDROLAVADORAS (2)	HIDROLAVADORA KARCHER HDS 10/20-4M	IC-ELI-01	10069677			MOTOR QUEMADO / EN CONTRATO	
	HIDROLAVADORA KARCHER HDS 10/20-4M	IC-ELI-02	10069678				
ACUMULADOR (1)	ACUMULADOR ACPM	IC-ACUM-01	10218765			CONDICIONES DE SEGURIDAD / PENDIENTE	
TANQUE DE LAVADO (1)	TANQUE DE LAVADO QUIMICO	IC-TPM-01	10218768				
TABLEROS DE CONTROL (2)	TABLERO DE CONTROL PLC			7000375			
	TABLERO DE CONTROL PLC			11021977	7000378		
LAVADORAS DE INTER. DE CALOR (2)	MAQUINA DE LAVADO INTERNO MQL 0751	MQL 0751	10188751				
	MAQUINA DE LAVADO EXTERNO MQL 0752	MQL 0752	10218636				
SIERRA (1)	SIERRA SIN FIN CORTES METALICOS	TM-SFCM-01	10129333		MAUSS		

Fuente: Autoría Propia

### 8.1.7 Taller maquinas herramientas

Este taller cuenta con los activos de mayor antigüedad, ya que se tienen allí tornos, taladros, sierras de la década de los 70 y 80. Esto dificulta la búsqueda de manuales. En la Tabla 8 y 9 se muestra el listado del inventario realizado en este taller.

Tabla 8. Equipos taller maquinas herramientas

FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARI	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO
TORNOS (14)	TORNO HORIZONTAL MHTH-011	TMH-TH-011	10158998	8020053	MASHSTROY	REVISAR RODAMIENTOS DEL HUSILLO, FABRICAR TUERCA Y TORNILLO CARRO TRANSVERSAL, MANGUERA DE REFRIGERACIÓN ROTA	5/09/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-012	TMH-TH-012	10129279	8020052	MASHSTROY	CAMBIO DE LÁMPARA, VISORES, MANGUERA FLEXIMETÁLICA, FABRICACIÓN DE PIÑONES DEL SISTEMA DE AVANCE DEL PUNTO	12/09/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-017	TMH-TH-017	10039897	8019122	ROMI	REVISAR PANEL DE CONTROL	29/12/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-023	TMH-TH-023	10158997	8020048	POREBA	REEMPLAZAR PANEL DE CONTROL	
	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	TMH-TH-024	10069819	8020048	POREBA		
	TORNO HORIZONTAL MHTH-026	TMH-TH-026	10129280	8020039	MEEHANITE	SE ESTÁ REALIZANDO MTTTO A CAJA DE ENGRANAJES	19/08/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	TMH-TH-028	11078247	8020044	TOS TRENCIN	CAMBIO DE LÁMPARA Y MANGUERA FLEXIMETÁLICA, REVISAR PULSADORES, BLOQUEO CENTRAL PARA SAES Y PANEL DE CONTROL	23/08/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-038	TMH-TH-038	11020190		ROMI		
	TORNO HORIZONTAL MHTH-039	TMH-TH-039	10188818	8020054	MASHSTROY	CAMBIO RODAMIENTOS EJE LUNETAS	29/12/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-045	TMH-TH-045	10218701	8019107	POREBA	CAMBIAR PANEL DE CONTROL	
	TORNO HORIZONTAL MHTH-086	TMH-TH-086	10099315	8020051	MASHSTROY	REVISAR CONTRAPUNTA	29/12/2017
	TORNO VERTICAL MHTV-013	TMH-TV-013	10218703	8019127	DEFUM		10/10/2017
	TORNO VERTICAL MHTV-046	TMH-TV-046	10188817	8019124	DEFUM	REVISAR SIST. ELECT. - PANEL DE CONTROL	29/12/2017
TORNO PORTÁTIL MHTP-01	TMH-TP-01	10218702	7013398	CLIMAX			
ALESADORAS (2)	ALESADORA MHAL-08	TMH-AL-08	10039935	8019131	LUCAS		29/12/2017
	ALESADORA MHAL-047	TMH-AL-047	10159040	8019109	DEFUM		
BALANCEADORAS (2)	BALANCEADORA MHL-031	TMH-BL-031	10159043	8020058	SCHENCK		
	BALANCEADORA MHL-032	TMH-BL-032	10158955	8020057	SCHENCK		
ESMERILES (3)	ESMERIL MHESM-01	TMH-ESM-01	10039933		LABRON		
	ESMERIL MHESM-03	TMH-ESM-03	10010255		LABRON	REVISAR SISTEMA ELECTRICO E ILUMINACION. SEGURIDAD.	
	ESMERIL MHESM-04	TMH-ESM-04	11020189	NO TIENE	BALDOR	REVISAR SISTEMA ELECTRICO E ILUMINACION - REVISAR ACTIVO. SEGURIDAD.	
FRESADORAS (2)	FRESADORA UNIVERSAL MHFR-036	TMH-FR-036	10159041	8020055	REMAC		
	FRESADORA HORIZONTAL MHFR-037	TMH-FR-037	11078250	8019130	KEARNEY & TRECKER		
LIMADORAS (1)	LIMADORA MHLM-010	TMH-LM-010	10188851	8019110	ATLAS		29/12/2017
MORTAJADORAS (2)	MORTAJADORA MHMO-020	TMH-MO-020	10010258	8019119	DAVIES		
	MORTAJADORA MHMO-033	TMH-MO-033	10010259	8019128	J. BEHR		
RECTIFICADORAS (2)	RECTIFICADORA MHRC-01	TMH-RE-01	10129316	8022144	LANDIS		29/12/2017
	RECTIFICADORA MHRP-016	TMH-RP-016	10099347	8019135	JAKOBSEN		
ROSCADORAS (1)	ROSCADORA MHRS-034	TMH-RS-034	10159042	8019112	LANDIS	PENDIENTE ACEITE DE CORTE	22/01/2018
SIERRAS (2)	SIERRA MHSH-01	MHTM-S-02	10159039	8019117	RACINE	CAMBIAR SISTEMA HIDR. (REPOTENCIAR O CAMBIAR). PENDIENTE CAMBIAR ACEITE DE LA CAJA DE CAMBIOS Y SISTEMA DE APAGADO AUTOMÁTICO.	14/08/2017
	SIERRA SIN FN MHSE-01	MHTM-SF-01	10159038	8019121	DOALL		
TALADROS (4)	TALADRO RADIAL MHTR-03	TMH-TR-03	11078249	8019134	NOVARA		
	TALADRO RADIAL MHTR-029	TMH-TR-029	11078251	8019101	CARLTON	REVISAR CONEXIONES ELECTRICAS	
	TALADRO RADIAL MHTR-030	TMH-TR-30	10188850	8019103	CARLTON		
	TALADRO RADIAL MHTR-031	TMH-TR-031	10069851	8019105	CARLTON		
PRENSAS (2)	PRENSA HIDRÁULICA 15 TON MHPH-02	TMH-PH-02	11078280	8020128	ENERPAC		
	PRENSA HIDRÁULICA 25 TON MHPH-03	TMH-PH-03	11078273	7013399	ENERPAC	ACONDICIONAR BASE	
AFILADORA (1)	AFILADORA DE FRESAS MH-AF-43	TMH-AF-43	11078248	8022148	KOWARACK	COMPRAR PIEDRAS DE AFLAR	

Fuente: Autoría Propia

Tabla 9. Equipos taller maquinas herramientas

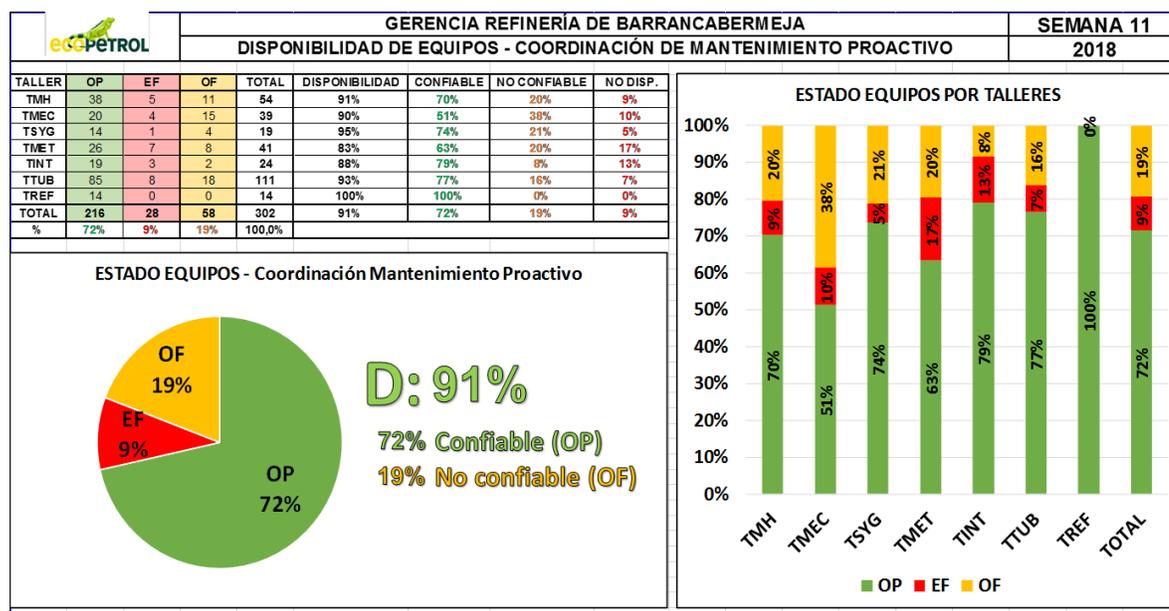
FAMILIAS	EQUIPOS	TAG	SAP	INVENTARI	FABRICANTE	COMENTARIOS	ULTIMO MTO
TORNOS (14)	TORNO HORIZONTAL MHTH-011	TMH-TH-011	10158998	8020063	MASHSTROY	REVISAR RODAMIENTOS DEL HUSILLO, FABRICAR TUERCA Y TORNILLO CARRO TRANSVERSAL, MANGUERA DE REFRIGERACIÓN ROTA	5/09/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-012	TMH-TH-012	10129279	8020062	MASHSTROY	CAMBIO DE LÁMPARA, VISORES, MANGUERA FLEXMETÁLICA, FABRICACIÓN DE PÑONES DEL SISTEMA DE AVANCE DEL PUNTO	12/09/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-017	TMH-TH-017	10039897	8019122	ROMI	REVISAR PANEL DE CONTROL	29/12/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-023	TMH-TH-023	10158997	8020048	POREBA	REEMPLAZAR PANEL DE CONTROL	
	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	TMH-TH-024	10069819	8020048	POREBA		
	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	TMH-TH-028	10129280	8020039	MEEHANITE	SE ESTÁ REALIZANDO MITTO A CAJA DE ENGRANAJES	19/08/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	TMH-TH-028	11076247	8020044	TOS TRENCIN	CAMBIO DE LÁMPARA Y MANGUERA FLEXMETÁLICA, REVISAR PULSADORES, BLOQUEO CENTRAL PARA SAES Y PANEL DE CONTROL	23/08/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-038	TMH-TH-038	11020190		ROMI		
	TORNO HORIZONTAL MHTH-039	TMH-TH-039	10188818	8020064	MASHSTROY	CAMBIO RODAMIENTOS EJE LUNETEA	29/12/2017
	TORNO HORIZONTAL MHTH-046	TMH-TH-046	10218701	8019107	POREBA	CAMBIAR PANEL DE CONTROL	
	TORNO HORIZONTAL MHTH-066	TMH-TH-066	10099316	8020061	MASHSTROY	REVISAR CONTRAPUNTA	29/12/2017
	TORNO VERTICAL MHTV-013	TMH-TV-013	10218703	8019127	DEFUM		10/10/2017
TORNO VERTICAL MHTV-046	TMH-TV-046	10188817	8019124	DEFUM	REVISAR SIST. ELECT. - PANEL DE CONTROL	29/12/2017	
TORNO PORTÁTIL MHTP-01	TMH-TP-01	10218702	7013398	CLIMAX			
ALESADORAS (2)	ALESADORA MHAL-08	TMH-AL-08	10039935	8019131	LUCAS		29/12/2017
	ALESADORA MHAL-047	TMH-AL-047	10159040	8019109	DEFUM		
BALANCEADORAS (2)	BALANCEADORA MHBL-031	TMH-BL-031	10159043	8020068	SCHENCK		
	BALANCEADORA MHBL-032	TMH-BL-032	10158966	8020067	SCHENCK		
ESMERILES (3)	ESMERIL MHESM-01	TMH-ESM-01	10039933		LABRON		
	ESMERIL MHESM-03	TMH-ESM-03	10010265		LABRON	REVISAR SISTEMA ELECTRICO E ILUMINACION. SEGURIDAD.	
	ESMERIL MHESM-04	TMH-ESM-04	11020189	NO TIENE	BALDOR	REVISAR SISTEMA ELECTRICO E ILUMINACION - REVISAR ACTIVO. SEGURIDAD.	
FRESADORAS (2)	FRESADORA UNIVERSAL MHFR-036	TMH-FR-036	10159041	8020066	REMAC		
	FRESADORA HORIZONTAL MHFR-037	TMH-FR-037	11076260	8019130	KEARNEY & TRECKER		
LIMADORAS (1)	LIMADORA MMLM-010	TMH-LM-010	10188851	8019110	ATLAS		29/12/2017
MORTAJADORAS (2)	MORTAJADORA MHMO-020	TMH-MO-020	10010268	8019119	DAVIES		
	MORTAJADORA MHMO-033	TMH-MO-033	10010269	8019128	J. BEHR		
RECTIFICADORAS (2)	RECTIFICADORA MHRC-01	TMH-RE-01	10129318	8022144	LANDIS		29/12/2017
	RECTIFICADORA MHRP-018	TMH-RP-018	10099347	8019135	JAKOBSEN		
ROSCADORAS (1)	ROSCADORA MHRS-034	TMH-RS-034	10159042	8019112	LANDIS	PENDIENTE ACEITE DE CORTE	22/01/2018
SIERRAS (2)	SIERRA MHSH-01	MHTM-S-02	10159039	8019117	RACINE	CAMBIAR SISTEMA HIDR. (REPOTENCIAR O CAMBIAR). PENDIENTE CAMBIAR ACEITE DE LA CAJA DE CAMBIOS Y SISTEMA DE APAGADO AUTOMATICO.	14/08/2017
	SIERRA SIN FIN MHSF-01	MHTM-SF-01	10159038	8019121	DOALL		
TALADROS (4)	TALADRO RADIAL MHTR-03	TMH-TR-03	11076249	8019134	NOVARA		
	TALADRO RADIAL MHTR-029	TMH-TR-029	11076261	8019101	CARLTON	REVISAR CONEXIONES ELECTRICAS	
	TALADRO RADIAL MHTR-030	TMH-TR-30	10188850	8019103	CARLTON		
	TALADRO RADIAL MHTR-031	TMH-TR-031	10069861	8019106	CARLTON		
PRENSAS (2)	PRENSA HIDRÁULICA 15 TON MHPH-02	TMH-PH-02	11076260	8020128	ENERPAC		
	PRENSA HIDRÁULICA 25 TON MHPH-03	TMH-PH-03	11076273	7013399	ENERPAC	ACONDICIONAR BASE	
AFILADORA (1)	AFLADORA DE FRESAS MH-AF-43	TMH-AF-43	11076248	8022146	KOWARACK	COMPRAR PIEDRAS DE AFLAR	

Fuente: Autoría Propia

## 8.2 DISPONIBILIDAD EQUIPOS TALLERES

Se creo una carpeta en la unidad de red del departamento de mantenimiento, donde se carga semanalmente la disponibilidad de los equipos de los talleres. Un aspecto importante es que se quiere llevar dicha disponibilidad al 95%. En la Figura 13 se muestra el archivo que se carga a la unidad de red en el cual se especifican los porcentajes por talleres de los equipos Operativos (OP), Operativos en falla (OF) y En Falla (EF) con el fin de estar informados y tener un punto de partida para el plan de mantenimiento.

Figura 13. Grafica disponibilidad.



Fuente: Autoría Propia

## 9. FICHAS TECNICAS EQUIPOS

Para un seguimiento del plan de mantenimiento y mejorar el orden en la información acerca de los equipos propios, en conjunto con los supervisores de cada taller se llevó a cabo la inquietud de tener una ficha técnica de cada equipo, en la cual se muestre sus características técnicas y un formato donde se registren las labores de mantenimiento, cambio de repuestos, procedimientos realizados a cada uno de estos equipos. Además de asegurar información de los repuestos que se cambian en cada intervención y así agruparlos a las listas de materiales debido a que no todos los equipos cuentan con esta información y así lograr asegurar la estrategia de mantenimiento de los equipos. Después de completar los listados de partes no será necesario el diligenciamiento de estas fichas debido a que toda la información quedará asegurada en el modulo SAP PM

En la Tabla 10. Se muestra el diligenciamiento de la ficha técnica para estos equipos y los equipos a los cuales se les crearon las fichas técnicas son los se encuentran en el listado de inventarios en el capítulo anterior.

El diligenciamiento de esta en proceso, no se ha culminado debido a que se han estado realizando las tareas correspondientes a las hojas de ruta.

Tabla 10. Ficha técnica equipos.

	<b>FICHA TECNICA DE EQUIPOS</b>		<b>FECHA:</b> 22/02/18	
			<b>DPTO MTTO</b>	
			<b>Versión</b> 1.0	<b>No.</b> 1

<b>Nombre:</b> PRENSA HIDRAULI CA		<b>Código SAP:</b> 6020126		
<b>Especificaciones Técnicas</b>				
No. Interno: MHPH-02				
<b>Sistemas</b>				
<b>Eléctrico</b>	<b>Electrónico</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Instrumentación</b>	
<b>Marca:</b>				
<b>Modelo:</b>				

<b>Año de compra:</b>
<b>Tiempo de garantía:</b>
<b>Jornada de trabajo:</b> 7 a m a 4 pm
<b>Estado:</b> Operando
<b>Custodio:</b> Luis Fernando Martínez Becerra
<b>Centro de Costos:</b> MRF0991

Fuente: Autoría Propia

## 10.GESTIÓN DE ACTIVOS

### 10.1 NIVELES DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA

Los talleres del Departamento de Mantenimiento consideran 10 grupos importantes, los cuales hacen referencia a los Talleres; dentro de estos grupos se tienen las unidades funcionales para cada Taller, las cuales dependen de la especialidad y funcionalidad del activo.

Para los efectos de aplicación en Ecopetrol, se han definido siete niveles de jerarquía, dentro de los cuales se encuentran las indicaciones específicas que derivan de la tipificación de negocios hasta tipos de plantas y unidades funcionales.

**10.1.1 Nivel 1. Industria.** El nivel 1 de la estructura jerárquica diferencia dentro de la industria de Oil & Gas los tipos de enfoque que cada empresa puede tener, ya sea energía como algo global, petróleo, gas natural, carbón o petroquímica. Tanto este nivel como el Nivel 2 dan información sobre la “localización” de las plantas dentro de la industria.

**10.1.2 Nivel 2. Categoría de Negocio.** En el nivel 2 se clasifican los tipos de negocios que puede tener una empresa dentro de la industria. En el caso de Ecopetrol, se dividen en este punto cada una de las vicepresidencias.

**10.1.3 Nivel 3. Instalación.** Este nivel se caracteriza, en el código numérico de la jerarquía, las instalaciones, ya sean de refinación y petroquímica, campos de producción, perforación o sistema de transporte. En el código nemónico se identifican las instalaciones, para la Vicepresidencia de Refinación pueden ser la refinería de Cartagena o la de Barrancabermeja, para producción pueden ser los

campos, dentro de los cuales se tiene varias plantas y pozos, en el caso de transporte se identifica con las filiales.

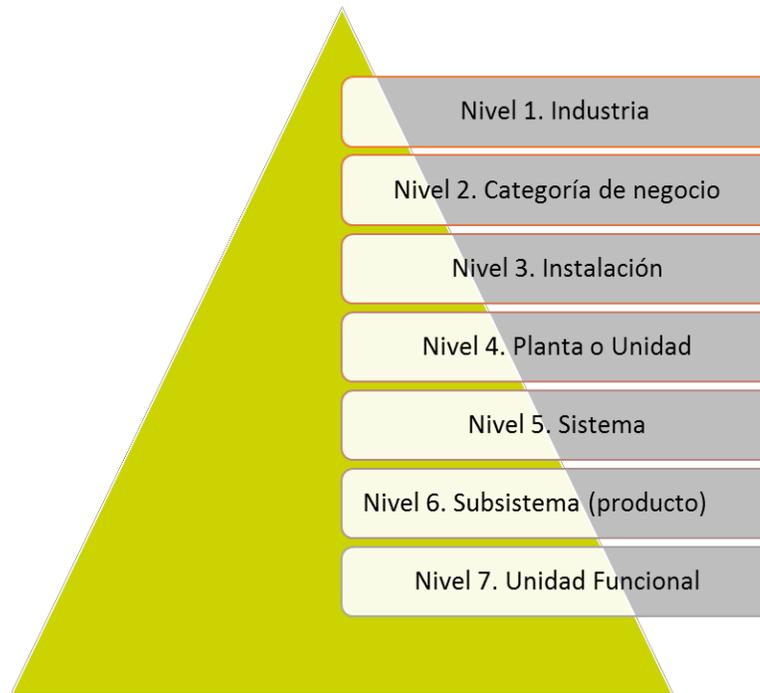
**10.1.4 Nivel 4. Planta/Unidad.** Este nivel se caracteriza, en el código numérico de la taxonomía, las Plantas (Transporte, Producción) o Unidades (Refinería). En este caso es importante tomar en cuenta la función principal de las plantas, por ejemplo, es diferente una planta de bombeo de una de inyección al paso. En el nemónico se identifica el nombre de la planta, en el caso de Transporte se adoptará la identificación que ya tiene las plantas.

**10.1.5 Nivel 5. Sección/Sistema.** Este nivel delimita los procesos principales dentro de las plantas. El objetivo detrás de cómo se estructuró este nivel y el siguiente es que primero se delimitan los procesos como tal (por ejemplo, almacenamiento) para luego especificar la característica principal del mismo (Nivel 6), en la mayoría de los casos esta es el material o producto, que maneja el proceso. A partir de este nivel el nemónico y el numérico caracterizan de igual forma cada uno de los niveles.

**10.1.6 Nivel. Subsistema.** Este nivel identifica las características principales de los sistemas, que pueden ser los productos o materiales que maneja cada uno de los sistemas delimitados en la sección anterior o sub divisiones de los mismos.

**10.1.7 Nivel 7. Unidad Funcional.** El nivel 7 como unidad funcional corresponde con el último nivel de la estructura de ubicación lógica y representa un conjunto de equipos que relacionados cumplen una función específica dentro de sistema/subsistema para el cual actúan, de esta manera cada equipo que compone dicho sistema, se encuentra al servicio del propósito funcional de la unidad y la falla en alguno de ellos afectará de manera directa el funcionamiento de la unidad. A continuación, en la Figura 14 se muestra como debe ser el nivel de jerarquía basado en la norma ISO14224 :2006.

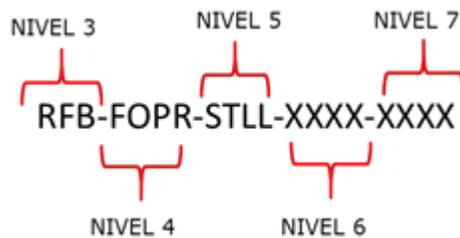
Figura 14. Estructura jerárquica definida para Ecopetrol S.A



Fuente: Autoría Propia

Para los activos de los talleres de mantenimiento de la gerencia Refinería Barrancabermeja se debe tener en cuenta que en SAP se visualiza a partir del Nivel 3 y la sintaxis que se utiliza para cada nivel se muestra a continuación en la Figura 15.

Figura 15. Estructura jerárquica definida para Talleres de mantenimiento.



Fuente: Autoría Propia

Nivel 3: REFINERÍA BARRANCABERMEJA

Nivel 4: FACILIDADES PARA LA OPERACIÓN

Nivel 5: SISTEMA TALLERES

Para los Niveles 6 y 7 se los activos se agrupan dependiendo el taller y el tipo de equipo (especialidad), como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Niveles 6 y 7 para los activos de los Talleres de Mantenimiento.

GRUPO	NIVEL 6	NIVEL 7	DENOMINACIÓN
1	MECA	HTASMAQ	TALLER HERRAMIENTAS MECANICO
		HTASPRES	HERRAMIENTAS DE PRECISIÓN
		INFRCivil	INFRAESTRUCTURA CIVIL MECÁNICA
		SBCMEC	SISTEMA PUENTE GRUA TALLER MECÁNICA
2	MECB	HTASMAQ	Máquinas Herramientas Sellos
3	META	SBCMET	Sistema Puente grúa taller metalistería
		MAQSOLD	Máquinas De Soldadura
		MAQHTAS	Maquinas Herramientas Taller
4	METB	MAQHTAS	Maquinas Herramientas Taller
5	METC	HTASREFR	Máquinas Herramientas Tubería
		SBCTUB	Sistema Puente grúa taller de tubería
6	METD	MAQHTAS	Maquinas Herramientas Intercambiadores
7	AUTO	TORREPORTAT	Torres Portátiles
		GRUASREF	Grúas Refinería Barrancabermeja
		SBCAUT	Sistema Puente grúa automotor
		MANLIFREF	Equipos Manlíf
		EQPESAREF	Equipo Pesado Refinería Barrancabermeja
		CARROSELECT	Carros Eléctricos
		AUT_ESPECL	Automotor Especial
8	MTMV	SBCVAL	Sistema Puente grúa taller de válvulas
		HTASVAL	Herramientas De Válvulas
9	INST	SBCINS	Sistema Puente grúa taller instrumentos
		MEDINST	Medición De Instrumento
		MAQINST	Herramientas De Maquinas Instrumento

10	IELE	SET/TRF	Subestaciones Elect Y Transformadores
		SBCELE	Sistema Puente grúa taller eléctrico
		METELE	Equipo De Medición Eléctrico
		MAQELE	Maquinas Eléctricas

Fuente: Autoría Propia

## 10.2 TAXONOMÍA

Los equipos se establecen como la última unidad de la estructura y es allí donde se deben gestionar las actividades del ciclo de vida de los activos, a través de los procesos de gestión de activos; así mismo para sus efectos en el manejo de la información de mantenibilidad, confiabilidad e integridad se clasifican sus categorías, clases y tipos tomando como base la norma ISO 14224.

**10.2.1 Categoría de equipos.** Los aspectos para la caracterización de los equipos están relacionados mediante las familias de equipos. Cada clase está asociada a una categoría, que en su definición, pudiera parecer que hace correspondencia con una especialidad; sin embargo, es de aclarar que no es así necesariamente. En la Tabla 12 se identifican las categorías configuradas en el ERP-SAP.

Tabla 12. Categorías de equipos.

Tp. objeto	Texto cl. Objeto
CIV	Civiles
ELE	Eléctricos
INS	Instrum. y control
INT	Intervención a Pozo
MAR	Marinos
MEC	Mecánicos
PER	Perforación
PSU	Producción Submarina
ROT	Rotativos
SYC	Seguridad y control
UTL	Utilitarios
VEH	Vehículos
WEL	Completamiento Pozo

Fuente: Autoría Propia

Para los activos de los Talleres de Mantenimiento se designar en la familia o categoría Utilitarios (UTL), esto con el fin de no afectar los indicadores de confiabilidad como eliminación de defectos, tiempo entre fallas, etc.

**10.2.2 Clase y tipo.** La Clase-Tipo de equipos se enfoca en clasificar de una forma lógica los equipos, inicialmente dentro de categorías se dividen tomando en cuenta la forma primaria de funcionamiento.

Una Clase corresponde a una agrupación general de activos y un Tipo para todos los efectos, será un subconjunto del anterior y se definirá un grupo de equipos con afinidad. Ejemplo: la clase TO corresponde a todos aquellos equipos de Herramientas, sin embargo, dentro de ella se encuentran FM, BA y HY. Como se observa en la Tabla 13.

Tabla 13. Clase Tipo para equipos Talleres de Mantenimiento.

TIPO OBJETO	CLASE	DENOMINACIÓN	PERFIL CATÁLOGO
UTL	TOFM	Máquinas/Herramientas De Taller	PMTOFM
UTL	XUXU	Misceláneo Utilitario	PMXUXU
UTL	HRMU	Multímetro	PMHRMU
UTL	HRPC	Calibrador de Proceso	PMHRPC
UTL	AEAE	Equipos De Suministro De Aire	PMAEAE
UTL	TOWM	Máquinas De Soldar	PMTOWM
UTL	XEXE	Misceláneo Eléctrico	PMXEXE
UTL	LTLT	Vehículo De Transporte De Pasajeros	PMLTTLT
UTL	TOBA	Balanza	PMTOBA
UTL	LTHT	Vehículo De Carga (Pesada)	PMLTHT
UTL	HRFL	Simulador UV Detector De Llama	PMHRFL
UTL	HRTG	Patrón de Generación de Temperatura	PMHRTG
UTL	HRPG	Patrón de Generación de Presión	PMHRPG
UTL	HRFR	Patrón de Frecuencia	PMHRFR
UTL	HRWP	Patrón Peso	PMHRWP
UTL	FGBF	Detector De Llama	PMFGBF
UTL	HRRD	Década De Resistencias	PMHRRD
UTL	CRVC	Grúa Autotransportada	PMCRVC
UTL	LTLI	Monta Carga (Auto Elevador)	PMLTLI
UTL	COCE	Compresor Centrifugo	PMCOCE
UTL	CORE	Compresor Reciprocante	PMCORE
UTL	LTBA	Retroexcavadora	PMLTBA
UTL	TOHY	Hidrolavadora	PMTOHY
UTL	PUVA	Bomba De Vacío	PMPUVA

Fuente: Autoría Propia

### 10.3 CENTRO DE COSTOS

Los Centros de Coste en donde se deben encontrar los activos de los Talleres del Departamento dependen del Taller o ubicación técnica donde este se encuentre. En la Tabla 14, se muestran los centros de costos adecuados para cada Taller.

Tabla 14. Centros de Costos Talleres.

TALLER	CECO
Taller Mecánica	RF1078
Taller Metalistería	RF1076
Taller Sellos y Gobernadores	RF1078
Taller Maquinas Herramientas	RF1078
Taller Tubería	RF1076
Taller Intercambiadores de Calor	RF1076
Taller Refractarios	RF1076
Taller Automotor	RF1080
Taller Eléctrico	RF1079
Taller Instrumentos	RF1077
Taller Valvulas	RF1078

Fuente: Autoría Propia

## 11. HOJAS DE RUTA

### 11.1 GRUPO DE HOJA DE RUTA

Un grupo de hojas de ruta comprende las hojas de ruta con procesos de mantenimiento idénticos o parecidos. Las hojas de ruta de un grupo se identifican mediante un contador de grupo de hojas de ruta, que establece una numeración dentro de un grupo de hojas de ruta.

Las hojas de ruta describen las actividades individuales de mantenimiento que deben ser ejecutadas sobre los diferentes activos industriales y propios, de acuerdo con las estrategias de confiabilidad definidas. A continuación, se muestra en la Figura 16 la estructura o instructivo para la adecuada gestión de los activos en el modulo SAP PM.

Figura 16. Gestión activos en SAP.



Fuente: Autoría Propia

Todo el mantenimiento planificado de Ecopetrol S.A partirá de la creación de las hojas de ruta la cual es uno de los elementos principales para la creación de planes de mantenimiento. Las hojas de ruta utilizadas en los planes de mantenimiento deben estar asociados a estrategias de confiabilidad y riesgo, previamente definidas. Las hojas de ruta son un activo de los procesos de la organización por tal razón la modificación de estas será controlada por las respectivas autoridades técnicas.

## **11.2 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO**

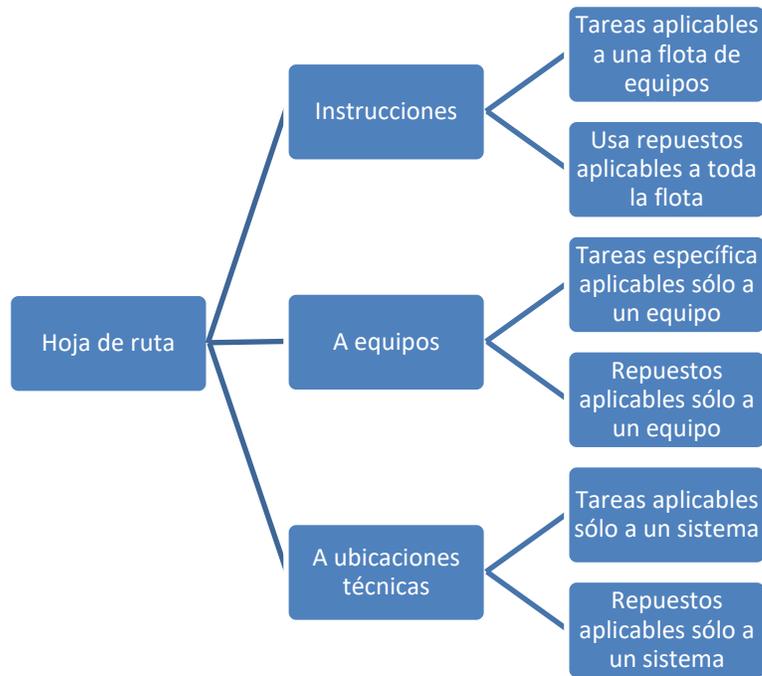
Las estrategias de mantenimiento contienen información de programación general y, por lo tanto, se pueden asignar a tantos planes de mantenimiento y tantas hojas de ruta para mantenimiento como sea necesario. Una estrategia de mantenimiento contiene paquetes de mantenimiento en los cuales se define la información siguiente:

- ❖ El ciclo en el que debería realizarse el trabajo individual. (por ejemplo, cada dos meses)
- ❖ Otros datos que influyan en la programación.

Las estrategias de mantenimiento implementadas para las hojas de ruta dependen del tipo de Activo, su frecuencia de uso y además de la recomendación del fabricante.

### 11.3 TIPOS DE HOJAS DE RUTA

Figura 17. Tipos de hojas de ruta

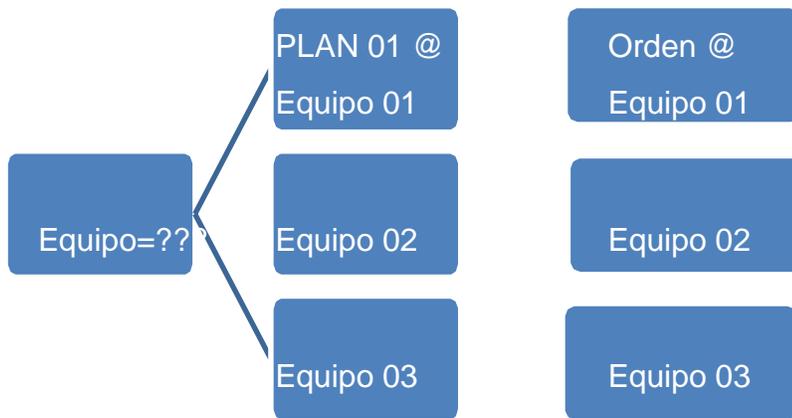


Fuente: Autoría Propia

### 11.4 HOJAS DE RUTA DE INSTRUCCIONES

Las hojas de ruta que se crearon son por instrucciones, debido a que se deseaba abarcar equipos muy similares con una misma rutina de mantenimiento, con un estudio de cada uno de sus componentes y si estos cambian según el diseño del fabricante de cada una de las máquinas y herramientas. Como se muestra en la Figura 17 y 18.

Figura 18.Hojas de ruta por instrucciones.

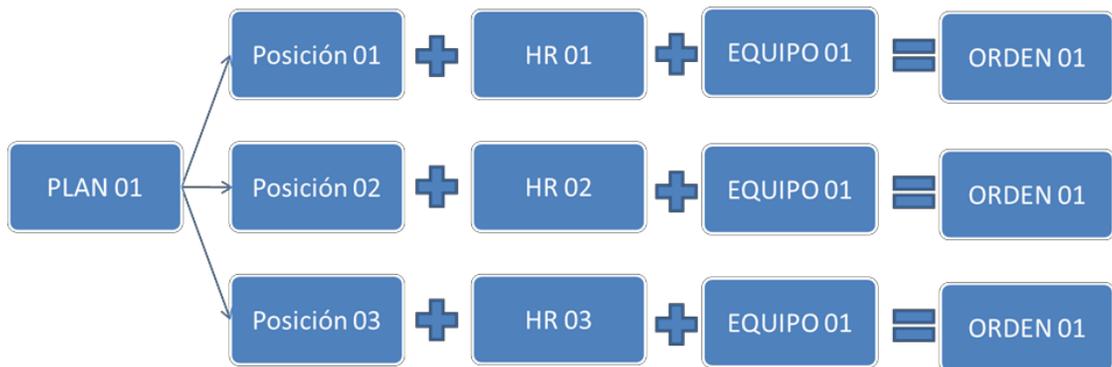


Fuente: Autoría Propia

### 11.5 PLANES DE MANTENIMIENTO EN SAP

Los planes de mantenimiento se deben crear después de la creación de todos los grupos de hojas de ruta. Estos consisten en asociar cada equipo con un grupo de hojas de ruta. La Figura 19 muestra como es el proceso para asociar un plan de mantenimiento a un equipo, con el resultado final que es la orden de mantenimiento.

Figura 19.Plan de mantenimiento



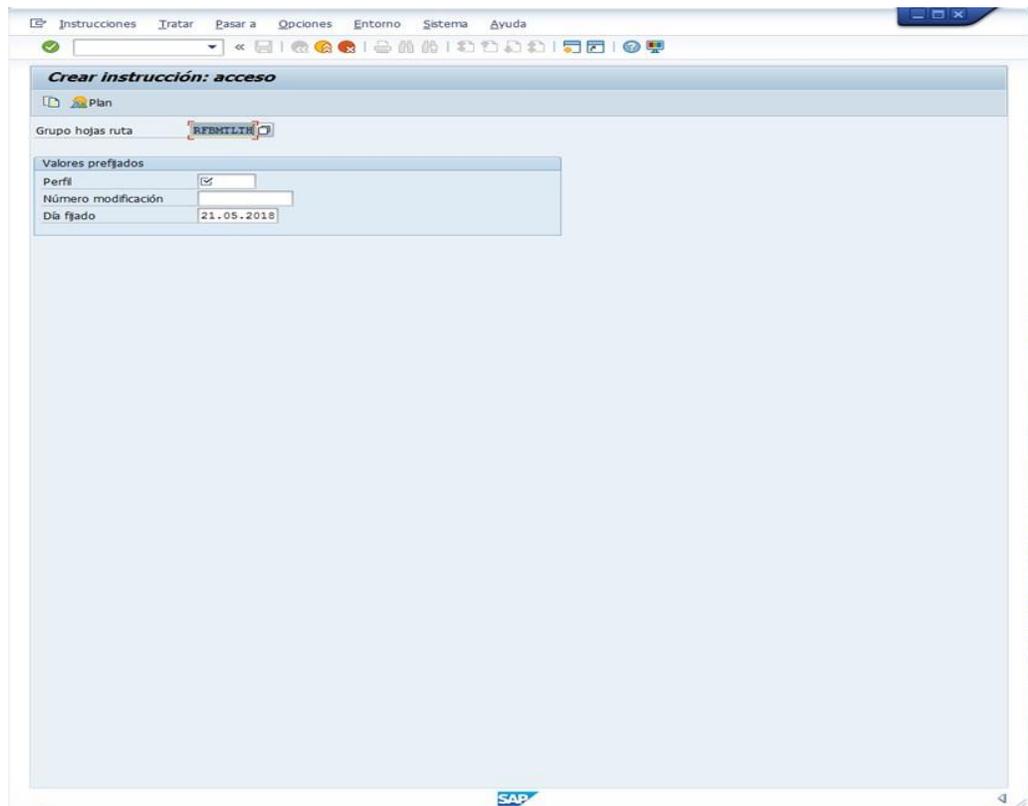
Fuente: Autoría Propia

### 11.6 PROCESO DE CREACIÓN HOJAS DE RUTA

Con la transacción IA05 aparece la siguiente pantalla, donde debemos diligenciar el campo de grupos hojas ruta, este es el nombre que llevara la hoja de ruta dependiendo el equipo, este debe iniciar RFBMTL## (Refinería Barrancabermeja Maquinas Taller) seguido de dos letras que identifiquen el tipo de máquina. La Figura 20 muestra la pantalla principal en SAP para la creación de las hojas de ruta por instrucciones. Por ejemplo:

RFBMTLTH: Refinería Barrancabermeja Maquinas Taller Tornos Horizontal.

Figura 20. Crear hoja de ruta.



Fuente: SAP PM

A continuación, se deben diligenciar las actividades a realizar, el puesto de trabajo el cual se creó para esta actividad de mantenimiento, siendo este RMECEMTL y las

horas planeadas a ejecutar. A continuación, se muestra la Figura 21 la sección en SAP donde se ingresan las actividades y demás hitos ya mencionados.

Figura 21. Crear hoja de ruta.

Op.	SOp	PstoTbjo	Ce.	Ctrl	Descripción operación	T.	Trabajo	Un.	Nº	Dur.	Un.	C	%	DistTrbInt	Fac	ClAct	Cl
0010	RELEEMOT	2000	PM01		Aplicar SAES	<input type="checkbox"/>	0,5	H	1	0,5	H	2	100		1	MOAE02	
0020	RELEEMOT	2000	PM01		Revisión y pruebas sistema eléctrico	<input type="checkbox"/>	5,0	H	1	5,0	H	2	100		1	MOAE02	
0030	RHECENTL	2000	PM01		Limpiar equipo	<input type="checkbox"/>	2,1	H	1	2,1	H	2	100		1		
0040	RHECENTL	2000	PM01		Revisar sistema de transmisión	<input type="checkbox"/>	2,0	H	1	2,0	H	2	100		1		
0050	RHECENTL	2000	PM01		Revisar cajas principal norton delantal	<input type="checkbox"/>	3,0	H	1	3,0	H	2	100		1		
0060	RHECENTL	2000	PM01		Revisar sistema de refrigeración	<input type="checkbox"/>	1,5	H	1	1,5	H	2	100		1		
0070	RHECENTL	2000	PM01		Revisar sistemas de avance	<input type="checkbox"/>	1,5	H	1	1,5	H	2	100		1		
0080	RHECENTL	2000	PM01		Revisar/cambiar aceite y taladrina	<input type="checkbox"/>	1,6	H	1	1,6	H	2	100		1		
0090	RELEEMOT	2000	PM01		Retirar SAES	<input type="checkbox"/>	0,5	H	1	0,5	H	2	100		1	MOAE02	
0100	RHECENTL	2000	PM01		Probar funcionamiento	<input type="checkbox"/>	0,3	H	1	0,3	H	2	100		1		
0110	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0120	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0130	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0140	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0150	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0160	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0170	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0180	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0190	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0200	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0210	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0220	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					
0230	IMECEPLN	2000	PM07			<input type="checkbox"/>		H			H	2					

Fuente: SAP PM

Por último, se debe crear la estrategia de mantenimiento, la cual para nuestro caso es la E12 que es quincenal y semestral como lo ilustra la Figura 22. Para continuar con el diligenciamiento de los paquetes de mantenimiento, los cuales hacen referencia a seleccionar la frecuencia con la que se desean ejecutar cada una de las actividades ya añadidas anteriormente.

Figura 22. Estrategia de mantenimiento para hoja de ruta.

The screenshot displays the SAP PM 'Crear instrucción: cabecera vista general' interface. The main area contains configuration fields for the maintenance strategy, including:

- GRHruta:** RFBMTLTH Pvo tomos horizontales 11, 12, 26, 39,
- Grupo hojas ruta:** RFBMTLTH
- Cont.grupo HRuta:** 1 Pvo tomos horizontales 11, 12, 26, 39,
- Centro planificación:** 2000
- Asignaciones a cabecera hoja ruta:**
  - Puesto de trabajo:** DMCEPLM / 2000 Planeación Mecánica
  - Utilización:** 4 Mantenimiento
  - Grupo planif.:** OCE Ope Centralza MTO
  - Status hoja de ruta:** 4 Liberado en general
- Estrategia mantenim.:** E12 Días x 15 Jer Supre
- Conjunto:** [Empty field]
- Elemento refer.PM/PS:** [Empty field]
- Peticón de bonado**
- Datos QM:**
  - Puntos de inspección:** [Empty field]
  - Numeración externa:** Numeración externa unívoca posible

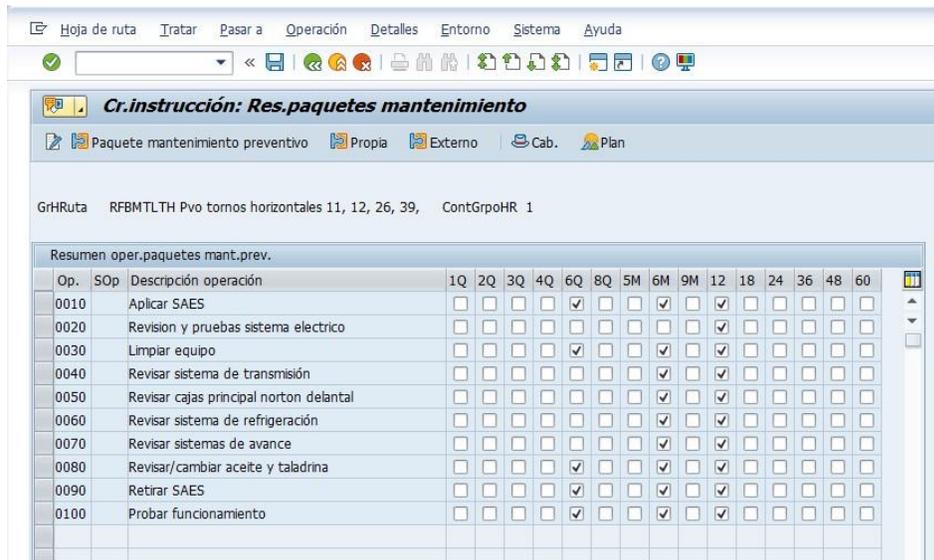
On the right side, a table titled 'Restricciones' lists various maintenance strategies:

Estr.	Denom. estrategia	I	Unidad Cal
E01	Días x 7 Jer Igual	D	
E02	Días x 15 Jer Igual	D	
E03	Semestres Jer Igual	MON	
E04	Años Jer Igual	JHR	
E05	Hrs x 100 Jer Igual	3 H	
E06	Hrs x 250 Jer Igual	3 H	
E07	Overhaul Hrs x 8000 Jer Igual	3 H	
E08	Overhaul Hrs x 10000 Jer Igual	3 H	
E09	Hrs x 1080 Jer Igual	3 H	
E10	Kilómetros Jer Igual	3 KM	
E11	Días x 7 Jer Supre	D	
E12	Días x 15 Jer Supre	D	
E13	Semestres Jer Supre	MON	
E14	Años Jer Supre	JHR	
E15	Hrs x 100 Jer Supre	3 H	
E16	Hrs x 250 Jer Supre	3 H	
E17	Overhaul Hrs x 8000 Jer Supre	3 H	
E18	Overhaul Hrs x 10000 Jer Supre	3 H	
E19	Hrs x 1080 Jer Supre	3 H	
E20	Kilómetros Jer Supre	3 KM	
E21	Overhaul Hrs x 9000 Jer Igual	3 H	
E31	Overhaul Hrs x 9000 Jer Supre	3 H	

Fuente: SAP PM

Se evidencia el registro de las actividades del mantenimiento preventivo, el puesto de trabajo, el número de horas hombre por cada actividad y la cantidad de personas. Cabe aclarar que todas las actividades que se registren no necesariamente se deben ejecutar al tiempo o con la misma frecuencia. En la Figura 23 se muestra las estrategias de mantenimiento que se pueden escoger según la intervención o actividad de mantenimiento.

Figura 23. Asignar paquete de mantenimiento a hoja de ruta.



Fuente: SAP PM

A continuación, en las Tablas 15, 16 y 17 se evidencia los grupos de hojas de ruta creadas, con el respectivo contador la estrategia de mantenimiento, la fecha de creación y la última modificación, debido a que se han ido ajustando tiempos de ejecución en algunas actividades de mantenimiento.

Tabla 15. Hojas de ruta cargadas a SAP.

GRUPO HR	CONT	DENOMINACIÓN
RFBMTLTH	1	PVO TORNOS HORIZONTALES 11, 12, 26, 39, 66
RFBMTLTH	2	PVO TORNOS HORIZONTALES 23, 24, 28, 38
RFBMTLTH	3	PVO TORNOS HORIZONTALES 17, 45
RFBMTLMH	1	PVO MESAS HIDRÁULICAS
RFBMTLVE	1	PVO VENTILADORES JETSTREAM
RFBMTLVE	2	PVO VENTILADORES MOVILES WINDY
RFBMTLES	1	PVO ESMERILES
RFBMTLPH	1	PVO PRENSAS HIDRÁULICAS MANUALES ENERPAC
RFBMTLEH	1	PVO EXTRACTORES DE HUMO PORTATILES
RFBMTLME	1	PVO MOTORES EXPANSION AIRETOOL
RFBMTLTR	1	PVO TALADROS RADIALES 03, 29, 30, 31
RFBMTLTV	1	PVO TALADROS VERTICALES IBARMIA
RFBMTLFS	1	PVO FRESADORAS 36, 37
RFBMTLCZ	1	PVO CIZALLA ELECTROHIDRÁULICA EDWARDS
RFBMTLTO	1	PVO TORNOS VERTICALES 13, 46
RFBMTLCZ	2	PVO CIZALLA ELÉCTRICA BRONX
RFBMTLCZ	3	PVO CIZALLA DE PEDAL ELÉCTRICA NIAGRA

RFBMTLDB	1	PVO DOBLADORA DE TUBOS ELECTROHIDRÁULICA
RFBMTLDB	2	PVO DOBLADORA DE TUBOS ELÉCTRICA
RFBMTLDB	3	PVO DOBLADORA DE LAMINA BRONX
RFBMTLDB	4	PVO DOBLADORA DE LAMINA NIAGRA
RFBMTLAL	1	PVO ALESADORA LUCAS 08
RFBMTLAL	2	PVO ALESADORA DEFUM 47
RFBMTLPO	1	PVO POSICIONADORAS PANDJIRIS
RFBMTLSF	1	PVO SIERRA SIN FIN MAUS
RFBMTLTP	1	PVO TORNO PORTATIL CLIMAX
RFBMTLBS	1	PVO BISELADORA NEUMATICA GRANDE TRITOOOL
RFBMTLRS	1	PVO ROSCADORA PEQUEÑA RIDGID
RFBMTLLP	1	PVO LAPEADORAS LAP MASTER
RFBMTLEH	2	PVO EXTRACTORES DE HUMO FIJOS LINCOLN
RFBMTLHL	1	PVO HIDROLAVADORAS KARCHER
RFBMTLBS	2	PVO BISELADORA NEUMATICA BEVEL MASTER
RFBMTLRE	1	PVO RECTIFICADORA CILINDRICA LANDIS
RFBMTLRE	2	PVO RECTIFICADORA PLANA JAKOBSEN
RFBMTLCO	1	PVO CORTADORAS DE TUBO RIDGID
RFBMTLCO	2	PVO CORTADORA DE PERFILES KALAMAZOO
RFBMTLSF	2	PVO SIERRA SIN FIN WELLSAW
RFBMTLSF	3	PVO SIERRA SIN FIN DOALL
RFBMTLSH	1	PVO SIERRA HIDRAULICA RACINE
RFBMTLRO	1	PVO ROLADORA HIDRÁULICA FACCIN
RFBMTLBA	1	PVO BALANCEADORA
RFBMTLCT	1	PVO COMPRESOR TORNILLO ATLAS COPCO
RFBMTLRS	2	PVO MAQUINA ROSCADORA DAVIS
RFBMTLLM	1	PVO LIMADORA ATLAS
RFBMTLAF	1	PVO AFILADORA DE FRESAS KOWARACH
RFBMTLPZ	1	PVO PUNZADORA PEDDINGHAUS
RFBMTLPH	2	PVO PRENSA ELECTROHIDRÁULICA ENERPAC
RFBMTLMO	1	PVO MORTAJADORA DAVIES
RFBMTLMO	2	PVO MORTAJADORA BEHR

Fuente: Autoría Propia

Tabla 16. Hojas de ruta cargadas a SAP.

Lista Iratr Pasara Entorno Opciones Sistema Ayuda

Visualizar hojas de ruta: Lista de hojas de ruta

Hoja de ruta Subtotal Layout para características

Cantidad de entradas (sin filtro): 60

Ce.	Grupo hojas ruta	CGH	Txt.brn.HRuta	Estr.	Status	PstoTbjo	Válido de	Creado el	Creado por	Modificado el	Modificado por
2000	RFBMTLAF	1	Pvo afiladora de fresas kowarach	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLAL	1	Pvo aledadora lucas 08	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo aledadora defum 47	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLBG	1	Pvo banco de gobernadores woodward	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLBP	1	Pvo bombas de desplazamiento positivo	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLBS	1	Pvo biseladora neumatica grande tritool	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo biseladora neumatica bevel master	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLBT	1	Pvo banco de sellos test rig	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLCB	1	Pvo cabina de blasteo sponge jet	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLCO	1	Pvo cortadoras de tubo ridgid	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo cortadora de perfiles kalamazoo	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLCZ	1	Pvo cizalla electrohidráulica edwards	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	10.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo cizalla eléctrica bronx	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		3	Pvo cizalla de pedal eléctrica niagra	E12	4	DMETEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLDB	1	Pvo dobladora de tubos electrohidráulica	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo dobladora de tubos eléctrica	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		3	Pvo dobladora de lamina bronx	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		4	Pvo dobladora de lamina niagra	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLEH	1	Pvo extractores de humo portatiles	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo extractores de humo fijos lincoln	E12	4	DMETEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLES	1	Pvo esmeriles	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLEX	1	Pvo extractora de haces	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLFS	1	Pvo fresadoras 36, 37	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0224224
2000	RFBMTLHE	1	Pvo hornos electricos	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLHL	1	Pvo hidrolavadoras karcher	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLLM	1	Pvo limadora atlas	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLLP	1	Pvo lapeadoras lap master	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLLV	1	Pvo lavadora sellos y gobernadores	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo lavadoras de int. de calor	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLMC	1	Pvo motores de combustion interna	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLME	1	Pvo motores expansion aretool	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	10.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLMH	1	PVO MESAS HIDRÁULICAS	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLMO	1	Pvo mortajadora davies	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo mortajadora behr	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLMS	1	Pvo maquinas de soldadura	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo motosoldadores	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		3	Pvo alimentadores de soldadura	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		4	Pvo soldador de punto cea weld	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLPH	1	Pvo prensas hidráulicas manuales enerpac	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo prensa electrohidráulica enerpac	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLPO	1	Pvo posicionadoras pandjris	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103

Fuente: SAP PM

Tabla 17. Hojas de ruta cargadas a SAP.

2000	RFBMTLPZ	1	Pvo punzadora peddinghaus	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLRE	1	Pvo rectificadora cilindrica landis	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo rectificadora plana jakobsen	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLRO	1	Pvo roladora hidráulica faccn	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLRS	1	Pvo roscadora pequeña ridgid	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo maquina roscadora davis	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLSF	1	Pvo sierra sin fin maus	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		2	Pvo sierra sin fin wellsaw	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000		3	Pvo sierra sin fin doall	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLSH	1	Pvo sierra hidraulica racine	E12	4	DMECEPLN	20.04.2018	20.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLTH	1	Pvo tornos horizontales 11, 12, 26, 39,	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0224224
2000		2	Pvo tornos horizontales 23, 24, 28, 38	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000		3	Pvo tornos horizontales 17, 45	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLTO	1	Pvo tornos verticales 13, 46	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	10.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLTP	1	Pvo torno portatil climax	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	11.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLTR	1	Pvo taladros radiales 03, 29, 30, 31	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	10.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLTV	1	Pvo taladros verticales ibarmia	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	10.05.2018	E0203103
2000	RFBMTLVE	1	PVO VENTILADORES JETSTREAM	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103
2000		2	PVO VENTILADORES MOVILES WINDY	E12	4	DMECEPLN	19.04.2018	19.04.2018	E0203103	03.05.2018	E0203103

Fuente: SAP PM

## 11.7 PROGRAMACIÓN DE LOS MANTENIMIENTOS

Desde la semana 19 del año en curso se inició con la programación de los mantenimientos de las máquinas de los talleres, por lo cual se dio prioridad a los equipos que tienen mayor uso y además según la fecha de la última intervención de mantenimiento. De esta manera se ve reflejada la estrategia de mantenimiento implementada a lo largo de la práctica, de esta manera realizando planeación de estos mantenimientos de acuerdo a la disponibilidad del recurso a ejecutar cada trabajo.

Todas las semanas se realizarán estas actividades de programar los trabajos de la siguiente semana como se evidencia en la Tabla 18, hasta cuando todos los planes de mantenimiento creados estén en automático.

Tabla 18. Programación semanal hasta la semana 27.

SEMANA	EQUIPO	EQUIPO	TIPO MTO	GRUPO HR
19	TORNO HORIZONTAL MHTH-011	10158998	PVO	RFBMTLTH
19	TORNO HORIZONTAL MHTH-012	10129279	PVO	RFBMTLTH
19	TORNO HORIZONTAL MHTH-026	10129280	PVO	RFBMTLTH
19	FRESADORA UNIVERSAL MHFR-036	10159041	PVO	RFBMTLFS
20	TORNO HORIZONTAL MHTH-039	10188818	PVO	RFBMTLTH
20	TORNO HORIZONTAL MHTH-066	10099315	PVO	RFBMTLTH
20	CIZALLA HIDRÁULICA DE LAMINA	10069670	CVO	
22	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10069619	CVO	
22	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	PVO	RFBMTLTH
22	FRESADORA HORIZONTAL MHFR-037	11076250	PVO	RFBMTLFS
22	TORNO HORIZONTAL MHTH-017	10039897	PVO	RFBMTLTH
22	TORNO HORIZONTAL MHTH-045	10218701	PVO	RFBMTLTH
22	SIERRA MSH-01	10159039	PVO	RFBMTLSH
23	ALESADORA MHAL-047	10159040	CVO	
23	ROLADORA HIDRÁULICA	10099373	CVO	
24	ROLADORA HIDRÁULICA	10099374	CVO	
25	CORTADORA DE BARRAS	10218671	PVO	
25	TORNO VERTICAL MHTV-013	10218703	PVO	RFBMTLTO
25	TORNO VERTICAL MHTV-046	10188817	PVO	RFBMTLTO
25	MOTORES INTERCAMBIADORES	20210814	CVO	
25	ROLADORA HIDRÁULICA	10099374	CVO	
26	ROLADORA HIDRÁULICA		CVO	
26	TALADRO VERTICAL		PVO	RFBMTLTV
27	ROLADORA HIDRÁULICA		CVO	
27	FRESADORA HORIZONTAL MHFR-037	11076250		

Fuente: Autoría Propia

## **12. LISTADOS DE PARTES (APL)**

Una lista de materiales o partes de mantenimiento es una lista completa estructurada formalmente de los componentes que constituyen un objeto técnico o conjunto. La lista contiene los números de los objetos de los componentes individuales junto con su cantidad y unidad de medida. Los componentes pueden ser conjuntos o recambios de almacén o no de almacén. Si se asegura una correcta creación de listas de materiales para estos equipos, la planeación del mantenimiento será un proceso mucho más rápido debido a que se contará con un stock mínimo de repuestos en la bodega de materiales. Cabe resaltar que el módulo SAP PM muestra en las ordenes de mantenimiento de cada equipo los repuestos necesarios para su intervención y con ello se debe realizar la reserva o compra del material a la bodega de materiales para su debido despacho.

### **12.1 CREACIÓN DE UNA LISTA DE MATERIALES**

Para la ejecución correcta de los planes de mantenimiento preventivo por medio de las hojas de ruta se debe tener el alcance de los repuestos necesarios para cada una de las actividades, por este motivo se dio inicio a la creación de listados de partes (APL o BOM) los cuales se están realizando partiendo de los manuales y planos existentes de los equipos de los talleres. Después de esta revisión se evidencia si dichos repuestos necesarios para los mantenimientos se encuentran registrados en SAP, si no, dependiendo del fabricante y el tipo de repuesto se debe buscar el apoyo de distribuidores de Ecopetrol y fabricantes para homologar dichos repuestos y así realizar el proceso de catalogación para lograr la disponibilidad de estos repuestos. La creación de las fichas técnicas, son el punto de partida para las listas de materiales debido que hay equipos de los cuales no se cuenta con manuales o listas de partes de fabricantes y la única forma de recopilar esta información es por medio de estas. También cabe resaltar que la estrategia del plan

de mantenimiento asegura las partes para cada intervención o ejecución debido a que a las hojas de ruta quedan asociados los repuestos necesarios para cada mantenimiento y es allí en las hojas de ruta donde se generan las ordenes de mantenimiento donde se cargan las compras de los repuestos a cada uno de los equipos.

Las listas de materiales creadas se cargaron a cada equipo, y a su vez se cargaron los despieces de cada equipo con el fin de que el mantenedor o supervisor pueda verificar con el número del repuesto en el plano si en realidad es el repuesto que se necesita para realizar el mantenimiento.

Para la creación de la lista de materiales se debe contar con el número del equipo al cual se le creara la lista de materiales, el centro de emplazamiento el cual para la Gerencia. Refinería Barranckermeja es "2000" y la utilización correspondiente la cual es "4", la cual se refiere a uso de mantenimiento. En las Tablas 19 y 20 se evidencia la el registro de los repuestos en un documento de excel, donde se muestra el codigo del equipo al que pertenece el repuesto, la cantidad instalada, el fabricante del repuesto y el parte número dado por el fabricante. Esta infotmación es suficiente para diligenciar el formato o plantilla para cargue masivo de APL como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 19. Listas en materiales.

MaestraAPL1.1.xlsx - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Calibri 11 Fuente Alineación Número

General \$ % 000 +0 -00

Formato condicional Dar formato como tabla Millares 2 Normal 2 Neutral Cálculo

Portapapeles Fuente Alineación Número

A72 TORNO HORIZONTAL MHTH-028

	A	B	C	D	E	F	G
52	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	THRUST BALL BEARINGS	SKF	000602219	1	51220
53	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003540242	3	6008
54	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000308460	3	6205
55	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	001560309	3	6206
56	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	002218907	7	6207
57	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	THRUST BALL BEARINGS	SKF	000624825	1	51208
58	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403326	2	6204
59	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	THRUST BALL BEARINGS	SKF	003404688	3	51105
60	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	THRUST BALL BEARINGS	SKF	001021559	2	51106
61	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	THRUST BALL BEARINGS	SKF	003615846	2	51210
62	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	30x53x16	SKF		2	51206
63	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	40X60X13	SKF		1	51103
64	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	100x180x34			1	NU 220
65	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	140X210X53			1	NN 3028K
66	TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10158997	CONTACT ASSEMBLY, ELECTRICAL	SCHNEIDER	000274522	3	LC1F150F7
67							
68	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403052	2	6007
69	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403326	3	6204
70	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	BEARING, BALL, ANNULAR ;ID:45 MM, OD:75	SKF	003403060	2	6009
71	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000308460	8	6205
72	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	BEARING, ROLLER, CYLINDRICAL ;RODAMIENTO	SKF	004508727	3	6004
73	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	BEARING, BALL, ANNULAR ;ID:30 MM OD:55 M	SKF	001613058	2	6006
74	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003540242	7	6008
75	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	40X60X13			1	51103
76	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000308635	2	6215
77	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403748	2	6307
78	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	40x60x13			2	51108
79	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	15x32x12			2	51202
80	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	20x40x14			1	51204
81	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	THRUST BALL BEARINGS	SKF	001459742	1	51205
82	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	25x52x15			1	1205
83	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	20x52x15			1	1304
84	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	FAG	000110593	8	6206C3
85	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	NSK	000110635	4	6207C3
86	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000110650	1	6208C3
87	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	85x150x28			1	7217/PST
88	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	75x130x25			1	7215/PST
89	TORNO HORIZONTAL MHTH-028	11076247	80x125x34			1	NN 3016K/ZP52
90							

MAESTRA 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 23 22 24 25 26 27

LISTO

Fuente: Autoría Propia

Tabla 20. Listas en materiales.

MaestraAPL1.

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA

Calibri 11 Fuente Alineación Número

Portapapeles Fuente Alineación Número

A1 EQUIPO

	A	B	C	D	E	F	G
1	EQUIPO	SAP	DESCRIPCIÓN MATERIAL	FABRICANTE	ELIPSE	CANTIDAD INSTALADA	PARTE NÚMERO
2	TALADRO VERTICAL	10218744	THRUST BALL BEARINGS	SKF	003404688	1	51105
3	TALADRO VERTICAL	10218744			001715812	2	hk-3026
4	TALADRO VERTICAL	10218744	40x60x13			1	51108
5	TALADRO VERTICAL	10218744	BEARING, BALL, ANNULAR ;ID:30 MM OD:55 M	SKF	001613058	3	6006
6	TALADRO VERTICAL	10218744				1	hk 4520
7	TALADRO VERTICAL	10218744	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403326	9	6204
8	TALADRO VERTICAL	10218744	BEARING, BALL, ANNULAR	SKF	002267334	1	7204-b
9	TALADRO VERTICAL	10218744	BEARING, BALL, ANNULAR	NTN	006110167	1	hk 3016
10	TALADRO VERTICAL	10218744	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000963306	3	6304
11	TALADRO VERTICAL	10218744				1	7304-b
12	TALADRO VERTICAL	10218744				2	k-25x30x20
13	TALADRO VERTICAL	10218744				1	4209
14	TALADRO VERTICAL	10218744				1	nk-5025
15	TALADRO VERTICAL	10218744	THRUST BALL BEARINGS	SKF	000624825	1	51208
16	TALADRO VERTICAL	10218744	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	003403060	4	6009
17	TALADRO VERTICAL	10218744	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	002218972	2	6305
18	TALADRO VERTICAL	10218744	DEEP GROOVE BALL BEARINGS	SKF	000308460	2	6205
19	TALADRO VERTICAL	10218744				1	nk-2520
20	TALADRO VERTICAL	10218744				1	nk-2516
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							

MAESTRA 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 23

LISTO

Fuente: Autoría Propia

Tabla 21. Plantilla para cargue masivo de listas de materiales.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Equipo	Centro	Utilización	Código material	Cantidad	Concepto Clasificación	Texto de Posición 1	Texto de Posición 2			
11020190	2000	4	71003326022	2	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P06882	38	8	5
11020190	2000	4	71000824213	1	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P15465	38	8	5
11020190	2000	4	71004941983	2	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P16700	38	8	5
11020190	2000	4	71004508727	2	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P06386	38	8	5
11020190	2000	4	71003208337	3	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P01403	38	8	5
11020190	2000	4	71003267334	1	TORNO	HANCO	RODAMIENTO DE BOLAS ANGULAR Item P50806	40	5	5
11020190	2000	4	71001570877	1	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P81861	38	7	5
11020190	2000	4	71002218972	2	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P04347	38	7	5
11020190	2000	4	71000863306	1	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P01375	38	7	5
11020190	2000	4	71003208026	2	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P03800	38	7	5
11020190	2000	4	71002386864	1	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO DE BOLAS ANULAR Item P15039	40	7	5
11020190	2000	4	71002123636	1	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RODILLOS CONICOS Item Q56289	39	7	5
11020190	2000	4	71000827889	1	TORNO	CABEZAL	RODAMIENTO RODILLOS CONICOS Item P78241	39	7	5
11020190	2000	4	71002718865	1	TORNO	CAJA ROSCAS	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P67163	38	11	5
11020190	2000	4	71003700655	2	TORNO	CAJA ROSCAS	RODAMIENTO DE BOLAS AXIAL SIMPLE EFECTO	39	11	5
11020190	2000	4	71004513058	2	TORNO	DELANTAL	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS Item P01164	38	8	5
11020190	2000	4	72000943082	1	TORNO	CAJA PRINCIPAL	ACEITE LUBRICANTE ISO 68	24	14	5
11020190	2000	4	72000943084	1	TORNO	DELANTAL AVANCE	ACEITE LUBRICANTE ISO 150	25	16	5
11020190	2000	4	72000981717	1	TORNO	LIRA Y PINONES	GRASA MULTIPROPOSITO BASE DE LITIO	34	14	5
11020190	2000	4	72000143032	1	TORNO	LUBRICACION	TALADRA	9	11	5
11020190	2000	4	72001019389	1	TORNO	LIMPIEZA	DESENGRASANTE BIODegradable	27	8	5
11020190	2000	4	71000263566	2	TORNO	TABLERO ELECTRICO	RELE TERMICO CON PROTECCION	27	17	5
11020190	2000	4	71000258313	4	TORNO	TABLERO ELECTRICO	RELE TEMPORIZADOR	19	17	5
11020190	2000	4	71000275167	6	TORNO	CONSOLA DE CONTROL	PULSADOR NEGRO	14	18	5
11020190	2000	4	71000275146	4	TORNO	CONSOLA DE CONTROL	PULSADOR ROJO	14	18	5
11020190	2000	4	71000274522	6	TORNO	TABLERO ELECTRICO	CONTACTOR ELECTRICO	19	17	5
11020190	2000	4	71000274407	4	TORNO	TABLERO ELECTRICO	CONTACTOR ELECTRICO	19	17	5
10158997	2000	4	71003403060	8	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003403462	2	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003403508	2	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003403524	1	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003403748	4	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003883687	1	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003403797	3	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71000624817	1	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO DE BOLAS AXIAL SIMPLE EFECTO	39	17	5
10158997	2000	4	71000802219	1	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO DE BOLAS AXIAL SIMPLE EFECTO	39	17	5
10158997	2000	4	71003540042	3	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71003404688	3	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO DE BOLAS AXIAL SIMPLE EFECTO	39	17	5
10158997	2000	4	71000308480	3	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5
10158997	2000	4	71001580309	3	TORNO	TORNO RODAMIENTO	RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS RADIAL	33	17	5

Fuente: Autoría Propia

## 12.2 VISUALIZAR LISTA DE MATERIALES

Para la visualización de una lista de materiales de un Activo se pueden utilizar las siguientes transacciones de SAP como se muestra en la Figura 23 y 24.

Figura 23. Transacciones listas de materiales.

IE03

• Visualizar Equipo

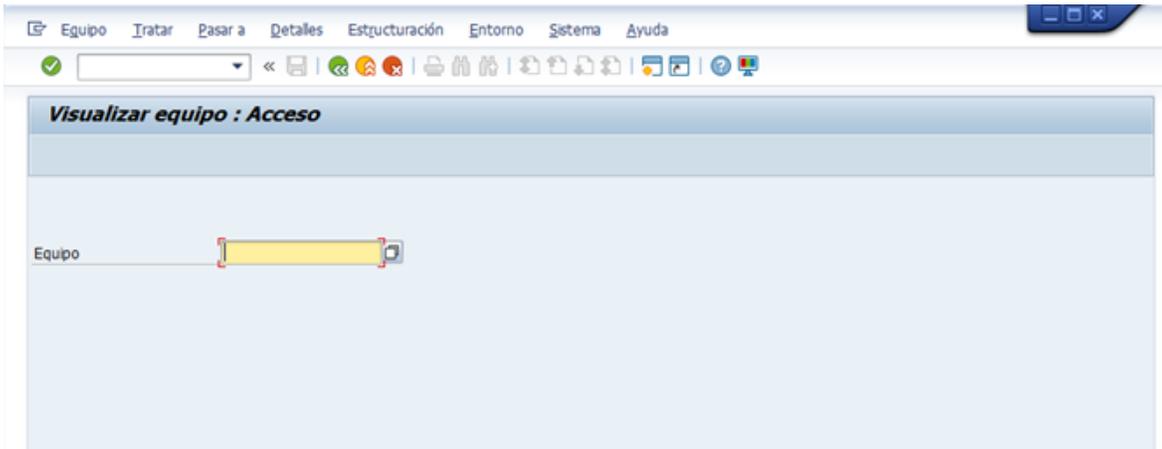
IB03

• Modificar Lista De Materiales Para Equipo

Fuente: Autoría Propia

Se debe contar con el código del equipo al cual se le desea revisar la lista de materiales.

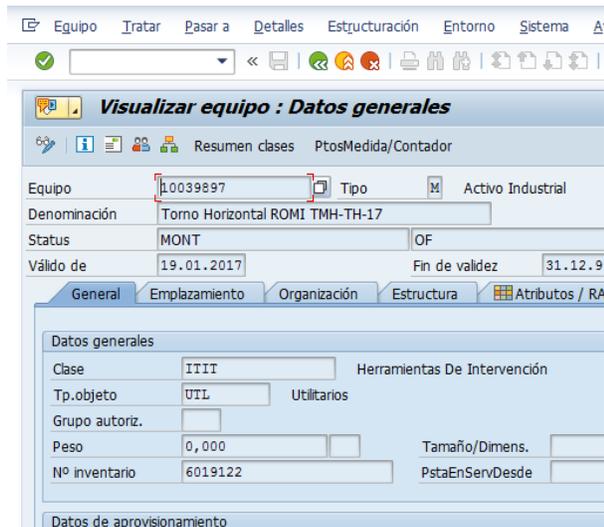
Figura 24. Visualizar lista de materiales.



Fuente: SAP PM

El siguiente paso es oprimir el icono de jerarquía ubicado en la parte superior de la información del equipo, seguido aparecerá la pantalla principal del equipo en SAP como lo muestra la Figura 25.

Figura 25. Pantalla principal equipo.



Fuente: SAP PM



### 12.3 CREACIÓN DE ANEXOS

Los anexos son documentos que ofrecen información adicional del Activo por ejemplo documentos, planos, protocolos, etc. Las figuras 28 y 29 muestran las transacciones y la pantalla principal del equipo en SAP para la creación de anexos.

Figura 28. Transacción para visualizar anexos.

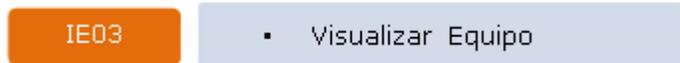
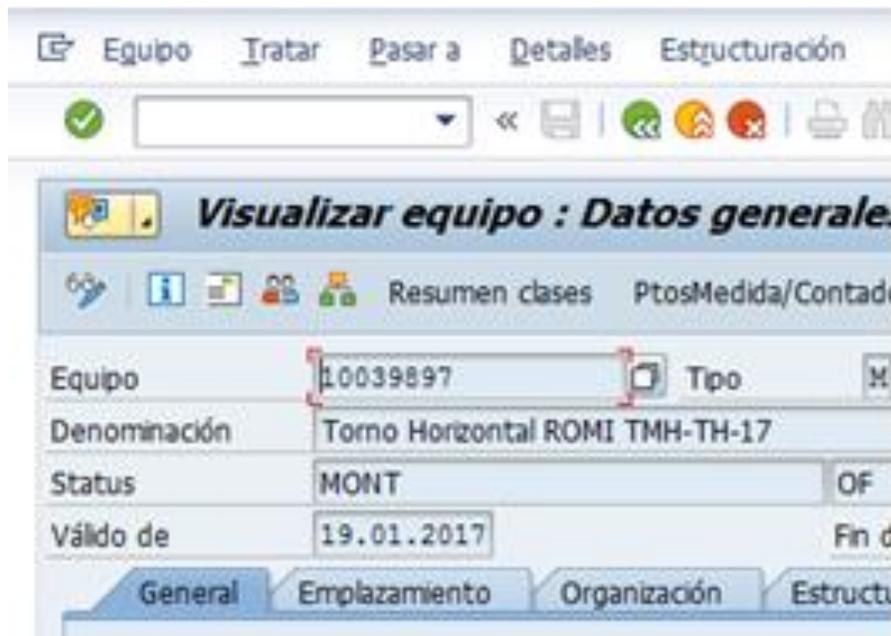


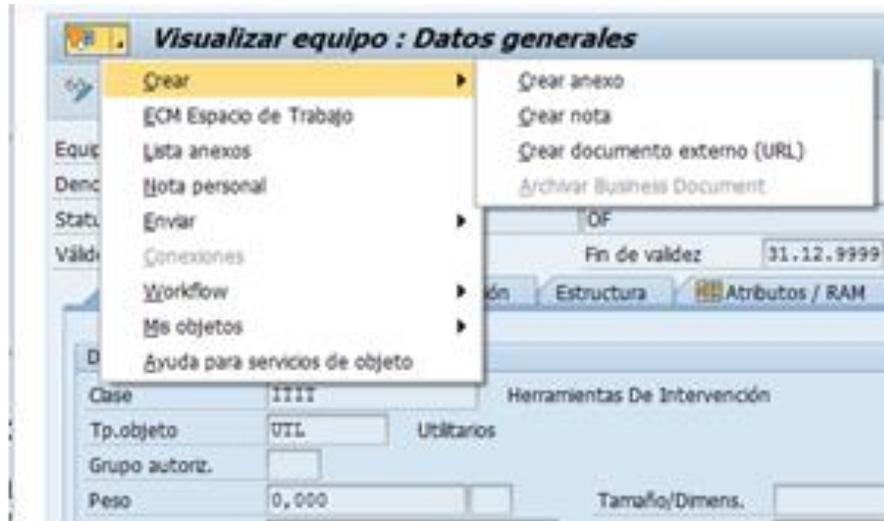
Figura 29. Pantalla principal equipo.



Fuente: SAP PM

A continuación, se selecciona crear anexo y aparecerá una nueva ventana en SAP para escoger el documento que se desea adjuntar, como lo muestra la Figura 30.

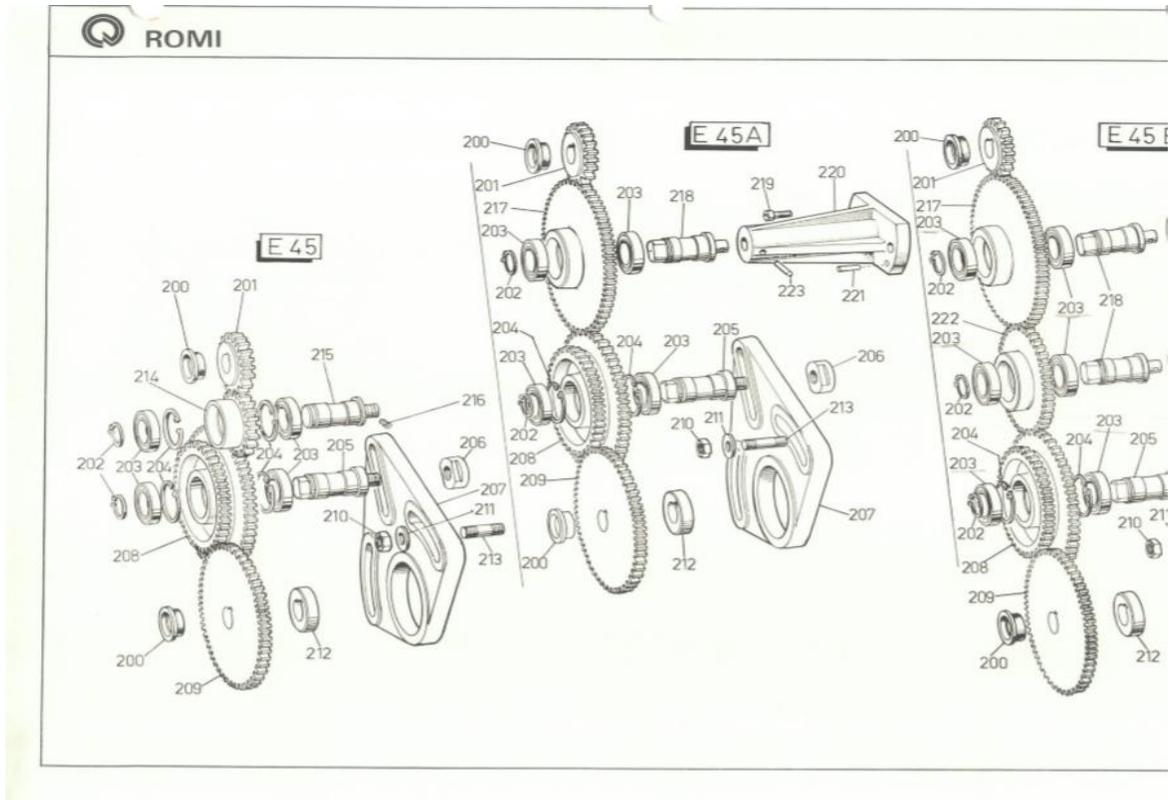
Figura 30. Crear anexo a equipo.



Fuente: SAP PM

A continuación, se muestra un despiece subido como anexo a una maquina herramienta del taller, esta actividad se realizó con todos los equipos a los cuales se les crearon las listas de materiales, como lo muestra la tabla 24.

Figura 31. Anexo en equipo.



Fuente: Manual Romi TORMAX45.

Los equipos a los cuales se les crearon listas de materiales y anexos (despiece) son los que se listan a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22. Equipos con lista de materiales.

EQUIPO	SAP
TORNO HORIZONTAL MHTH-017	10039897
TORNO HORIZONTAL MHTH-023	10158997
TORNO HORIZONTAL MHTH-024	10069619
TORNO HORIZONTAL MHTH-026	10129280
TORNO HORIZONTAL MHTH-038	11020190
TORNO HORIZONTAL MHTH-045	10218701
TORNO VERTICAL MHTV-013	10218703
TORNO VERTICAL MHTV-046	10188817
BALANCEADORA MHL-031	10159043

BALANCEADORA MHL-032	10158955
ESMERIL MHESM-01	10039933
ESMERIL MHESM-03	10010255
ESMERIL MHESM-04	11020189
LIMADORA MHLM-010	10188851
SIERRA MSH-01	10159039
SIERRA SIN FIN MHSF-01	10159038
CIZALLA HIDRÁULICA DE LAMINA	10010114
CIZALLA NEUMÁTICA DE LAMINA	11065967
PUNZADORA ELÉCTRICA	11065963
TALADRO DE ARBOL VERTICAL	11076258
TALADRO DE ARBOL VERTICAL	10218744
TALADRO DE ARBOL VERTICAL	10218763
TALADRO DE ARBOL VERTICAL	10069667
TALADRO RADIAL MHTR-03	11076249
TALADRO RADIAL MHTR-029	11076251
TALADRO RADIAL MHTR-030	10188850
BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO REC	11021972
BOMBA DESPLAZAMIENTO POSITIVO REC	11021973
MILLER XMT 350 CC/CV	10188819
MILLER XMT 350 CC/CV	10188821
MILLER XMT 350 CC/CV	10069622
MILLER XMT 350 CC/CV	10159000
MILLER XMT 350 CC/CV	10039900
MILLER XMT 350 CC/CV	10129282
MILLER XMT 350 CC/CV	10069620
MILLER XMT 350 CC/CV	10039899
MILLER XMT 350 CC/CV	10129283
MILLER XMT 350 CC/CV	10188820
MILLER XMT 350 CC/CV	10159002
MILLER XMT 350 CC/CV	10158999
MILLER XMT 350 CC/CV	10069621
MILLER XMT 350 CC/CV	10218704
MILLER XMT 350 CC/CV	10010228
MILLER XMT 350 CC/CV	10099317
MILLER XMT 350 CC/CV	10010229
MILLER XMT 350 CC/CV	10218705
MILLER XMT 304 CC/CV	10069626
MILLER XMT 304 CC/CV	10010233
MILLER XMT 304 CC/CV	11074204
MILLER XMT 304 CC/CV	11074203
MILLER XMT 304 CC/CV	10129284
MILLER MAXTAR 200	10039914
MILLER MAXTAR 200	10069630
MILLER MAXTAR 200	10188781
MILLER MAXTAR 200	10188828

MILLER MAXTAR 200	10069629
MILLER MAXTAR 200	10188826
MILLER MAXTAR 200	10188827
MILLER DIMENSION 652	10218711
MILLER DIMENSION 652	10099318
MILLER DIMENSION 652	10159003
MILLER DIMENSION 652	10188822
MILLER DIMENSION 652	10039901
MILLER DIMENSION 652	10099319
MILLER DIMENSION 652	10039902
MILLER DIMENSION 652	10218706
MILLER DIMENSION 652	10039787
MILLER DIMENSION 652	11074205
MILLER DIMENSION 652	10159001
MILLER SPECTRUM 1000	10010227
MILLER SPECTRUM 1000	10039898
TRANSFORMADOR MILLER	10129289
TRANSFORMADOR MILLER	10218710
TRANSFORMADOR MILLER	10039913
TRANSFORMADOR MILLER	10159008
TRANSFORMADOR MILLER	11074206
MOTOSOLDADOR MILLER	10039915
MOTOSOLDADOR MILLER	10159004
MOTOSOLDADOR MILLER	10099321
MOTOSOLDADOR MILLER	10039906
MOTOSOLDADOR MILLER	10129286
MOTOSOLDADOR MILLER	10039904
MOTOSOLDADOR MILLER	10129287
MOTOSOLDADOR MILLER	10039905
MOTOSOLDADOR MILLER	10010230
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10069624
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10010231
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10218707
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10069625
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10188829
EXTRACTOR DE HUMO MILLER	10129290
COMPRESOR CENTRÍFUGO	10159009
ESMERIL INDUSTRIAL GRANDE	10069672
TORNO HORIZONTAL MHTH-066	10099315

Fuente: Autoría Propia

## CONCLUSIONES

Se crearon los listados de partes para mantenimiento para 94 equipos que corresponden a los talleres de la coordinación de mantenimiento proactivo asegurando el stock de repuestos para cada una de las intervenciones de mantenimiento programadas.

Se realizaron las modificaciones nivel de estructura jerárquica, clase, tipo, perfil catalogo a todos los equipos de los talleres para así realizar la creación de las hojas de ruta.

Con la implementación de las hojas de ruta y planes de mantenimiento finaliza la estrategia de mantenimiento preventivo en SAP para los equipos de los Talleres. La ejecución del mantenimiento planeado a través de SAP muestra los costos planeados y reales para repuestos cambiados y horas hombre, lo cual facilita el control de estos.

Se crearon las fichas técnicas para los equipos de los Talleres de mantenimiento asegurando la documentación de estos por parte de los ejecutores de estas actividades.

## **RECOMENDACIONES**

Es de suma importancia dar continuidad al proceso de programación de los mantenimientos preventivos por medio de los planes creados en SAP, con el fin de incorporar indicadores de confiabilidad como, tiempo medio entre fallas y tiempo medio para reparar. Además, se presentan oportunidades de auditorías en las ordenes de mantenimiento sobre los costos de las horas hombre de cada intervención.

Cabe resaltar que es prioridad incluir estos equipos y planes de mantenimiento en el presupuesto de mantenimiento 2019, ya que en el año en curso solo se incluyó el presupuesto de equipos por contrato debido a que no se tenían planeadas mantenimientos preventivos a estos equipos.

Se deben realizar homologaciones y a su vez proceso de catalogación de los repuestos que no se encuentran creado en SAP o que su parte número ha sido modificado, esto con el fin de asegurar que el tiempo de llegada de los repuestos sea el planeado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

DHILLON, B. Engineering Maintenance a Modern Approach, Estados Unidos: CRC PRESS, 2002.

ESPINOZA. Optimización del mantenimiento. ESPOCH, (45) 2008.

FERNÁNDEZ, J. Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid: Fundación Confemetal, 2005.

GARRIDO, S. G Mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec, 2009.

KELLY, A. Managing Maintenance Resources. Inglaterra: Elseiver Ltd, 2006.

MEDRANO, J., GONZALES, V., Y DÍAS, V. Mantenimiento técnicas y aplicaciones industriales. México: Grupo Editorial Patria, 2017.

# ANEXOS

**PROTOCOLO DE MANTENIMENTO**



