



Universidad
Industrial de
Santander

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA HEFE-ACEROS**

EDWARD FERNEY BLANCO GUTIERREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2018

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA EMPRESA HEFE-ACEROS**

EDWARD FERNEY BLANCO GUTIERREZ

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

RICARDO ALFONSO JAIMES ROLON

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2018

DEDICATORIA

*A Dios, por darme la gran oportunidad de estudiar, además en ser mi guía en mí camino
Por brindarme su compañía en cada momento de mi vida,
Por brindarme sabiduría y fortaleza para poder lograr esta meta.*

*A mis padres, Rosalba Gutiérrez y Nelson Blanco, por su apoyo y paciencia incondicional,
Por las enseñanzas y los principios necesarios para afrontar con carácter y fortaleza este reto,
Por sus consejos, los cuales me enseñaron que con esfuerzo y paciencia todo se puede, los amo.
Porque todo lo que soy hoy es gracias a su esfuerzo y dedicación.*

*A mi esposa, que fue el motor para nunca desfallecer, por sus sabios y amorosos consejos
Por su compañía y alegría en los momentos difíciles gracias mi princesa.*

*A mis hijos, Nicolás Alejandro y Juan Diego, por ser la energía que me levanta todos los días a
buscar un futuro mejor.
Por ser pacientes en tantas noches y días que no pude compartir.*

A mi hermano Nelson que siempre me tenía una voz de aliento para seguir adelante.

*A los profesores de la escuela de Ingeniería Mecánica quienes me han aportado todos los
conocimientos profesionales y personales para llegar a finalizar esta meta.*

*A mis amigos, por compartir mis logros en los momentos felices y mis tristezas en los momentos
difíciles y su apoyo en los mismos.*

EDWARD FERNEY BLANCO GUTIERREZ

AGRADECIMIENTOS

El autor da agradecimiento especial y sincero a las personas que de forma desinteresada colaboraron con el desarrollo de este proyecto.

A, Ricardo Alfonso Jaimes Rolon Ingeniero Mecánico y director del proyecto, por su colaboración, apoyo en la planeación, tiempo para el desarrollo de este proyecto.

A los dueños y personal de la empresa HEFE-ACEROS por su colaboración técnica y profesional.

A, Duvan Silva Ing. Industrial por su colaboración profesional y apoyo en el desarrollo del presente proyecto.

Contenido

	pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. LA EMPRESA	16
1.1 HISTORIA	16
1.2 UBICACIÓN	17
1.3 MISIÓN	18
1.4 VISIÓN	18
1.5 PRODUCTOS	18
1.6 SERVICIOS	20
1.6.1 Servicio de corte	20
1.6.2 Servicio de plegado	20
1.6.3 Servicio de troquelado	21
2. OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVO GENERAL	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. ANTECEDENTES GENERALES DEL MANTENIMIENTO	24
3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO	24
3.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	24
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	25
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	27
3.4.1 Mantenimiento correctivo	27
3.4.2 Mantenimiento preventivo	28
3.4.3 Mantenimiento predictivo	30
3.4.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul)	31
3.4.5 Mantenimiento productivo	31
3.5 CRITICIDAD	32
4. METODOLOGIA DEL PROYECTO	34
5. AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO	35
5.1 MODELO DE AUDITORIA	36
5.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS	39
5.3 PROCESO DE AUDITORÍA	40
5.3.1 Reconocimiento del lugar	
5.3.2 Entrevistas	40
5.3.3 Recolección de datos	40

5.3.4 Sistema de mantenimiento	40
5.3.5 Compilación y análisis	41
5.3.6 Implementación de la auditoria	41
5.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	47
5.4.1 Criticidad en las rutas de inspección.	47
5.4.2 Manejo de información sobre los equipos.	48
5.4.3 Estado del mantenimiento actual.	49
5.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento	50
5.4.5 Efectividad del mantenimiento actual.	51
5.4.6 Conclusiones	52
6.1 CODIFICACIÓN	53
6.2 INVENTARIO	56
7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD	58
7.1 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA	58
7.1.1 Método de factores ponderados basados en el concepto de riesgos.	59
7.1.2 Listado de equipos.	60
7.1.3 Recolección de datos	60
7.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	62
7.3 CONCLUSIÓN	62
8. INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO	64
8.1 FICHA TECNICA	64
8.2 ORDEN DE TRABAJO	65
8.3 HOJA DE VIDA	67
9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	68
9.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS EN SUS SISTEMAS	69
9.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, REVISION Y FRECUENCIAS	69
9.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	71
9.4 CHECK LIST	71
9.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS CRITICOS Y NO CRÍTICOS	72
9.5.1 Mantenimiento preventivo en equipos críticos.	73
9.5.2 Mantenimiento preventivo en equipos no críticos.	73
9.6 INDICADOR DE GESTIÓN	73
10. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN	77
10.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	78
10.2 INGRESO AL PROGRAMA	78
10.2.1 Pantalla de advertencia.	79
10.2.2 Usuarios	79
10.3 MODULOS DEL PROGRAMA	80
10.3.1 Pantalla de inicio.	80
10.3.2 Hojas de vida	
10.3.3 Indicadores de gestión	

10.3.4 Ordenes de trabajo.	87
10.4 CAPACITACIÓN	88
11. COSTOS Y VIABILIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	89
12. CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	96

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Logotipo de la empresa	16
Figura 2. Fachada exterior	17
Figura 3. Mapa de ubicación	17
Figura 4. Presentación de productos carrocerías	19
Figura 5. Productos de herrajes	19
Figura 6. Servicio de corte	20
Figura 7. Servicio de plegado.	21
Figura 8. Proceso de troquelado	21
Figura 9. Algoritmo de metodología del proyecto	34
Figura 10. Algoritmo de metodología de la auditoria	35
Figura 11. Aspectos considerados en el modelo de la auditoria	37
Figura 12. Grafico rutas de inspección	47
Figura 13. Grafico manejo de información de los equipos	48
Figura 14. Gráfico mantenimiento actual	49
Figura 15. Grafico costos de mantenimiento	50
Figura 16. Grafico efectividad mantenimiento actual.	51
Figura 17. Resultado total de la auditoria	52
Figura 18. Metodología de inventario y codificación de maquinaria	53
Figura 19. Diseño codificación	54
Figura 20. Distribución de áreas	55
Figura 21: metodología del análisis de criticidad	58
Figura 22. Diagrama de flujo plan maestro	68
Figura 23. Sistema de información	77
Figura 24. Ubicación de archivo de apertura de saim	78
Figura 25. Pantalla de advertencia de apertura de saim	79
Figura 26. Ingreso de usuario y contraseña en saim	80
Figura 27. Pantalla de inicio saim	81
Figura 28. Módulo hva en saim	81
Figura 29. Ficha técnica saim	82
Figura 30. Ordenes de trabajo y cronograma saim	83
Figura 31. Hoja de vida saim	84
Figura 32. Inventarios de repuestos y personal saim	85
Figura 33. Análisis de variables o indicadores del equipo saim	86
Figura 34. Indicadores de gestión del equipo saim	87
Figura 35. Módulo ot en saim	87

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Criterios de evaluación de los aspectos de la auditoria	39
tabla 2. Identificación y configuración de la empresa	41
tabla 3. Criticidad de las rutas de inspección	42
tabla 4. Manejo de la información sobre los equipos	43
tabla 5. Estado del mantenimiento actual	44
tabla 6. Antecedentes de costos de mantenimiento	45
tabla 7. Efectividad del mantenimiento actual	46
tabla 8. Resultados rutas de inspección	47
tabla 9. Resultados manejo de información de los equipos	48
tabla 10. Resultado mantenimiento actual	49
tabla 11. Resultados costos de mantenimiento	50
tabla 12. Resultados efectividad del mantenimiento actual	51
tabla 13. Codificación de equipos	56
tabla 14. Factores ponderados adecuados a la empresa hefe-aceros	59
tabla 15. Encuesta a la empresa hefe-aceros del equipo 01erm02	61
tabla 16. Resultados análisis de criticidad	62
tabla 17. Formato de ficha técnica	65
tabla 18. Formato de orden de trabajo	66
tabla 19. Formato de hoja de vida	67
tabla 20. Formato de actividades de mantenimiento.	70
tabla 21. Formato de cronograma actividades de mantenimiento.	71
tabla 22. Formato de lista de chequeo.	72
tabla 23. Inversión para el plan de mantenimiento	89
tabla 24. Análisis de inversión	90

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo a. Fichas técnicas de los equipos	96
Anexo b. Formatos de actividades de mantenimiento en los equipos	117
Anexo c. Formatos de cronogramas de los equipos	119
Anexo d. Formatos de listas de chequeo	121

RESUMEN

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA HEFE-ACEROS¹

AUTOR: EDWARD FERNEY BLANCO GUTIERREZ**

PALABRAS CLAVES: Diseño, Mantenimiento, Preventivo, Programa.

DESCRIPCIÓN: El presente proyecto de grado tiene como objetivo diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa HEFE-ACEROS. Junto con un sistema de información que permita hacer eficientemente las labores de mantenimiento en la empresa. Con lo anterior se pretende reducir el presupuesto que se gasta en mantenimiento correctivo y aumentar la productividad de los equipos en la empresa, coadyuvando a la competitiva en el mercado nacional e internacional

Como punto de partida se realizó una auditoria a la empresa en busca de un análisis del mantenimiento aplicado, su estado actual, su desarrollo y su efectividad, con lo que se logró identificar las principales falencias y así enfocar las mejoras para implementar. Sumado a lo anterior, se realizó un inventario a la maquinaria, codificación de equipos involucrados con los procesos de producción. Se estableció un análisis de criticidad para que la gestión del plan de mantenimiento este enfocada con el proceso de producción de la empresa, a ello se agregara el diseño y establecimiento de las hojas de vida de cada equipo. En su parte correspondiente al desarrollo preventivo se generan formatos de órdenes de trabajo a realizar en cada equipo, fichas técnicas, listas de chequeo diario y calendario de tareas programadas de mantenimiento preventivo.

Con la información diseñada, implementada y recopilada se adquirió un sistema de información (SAIM) para la gestión y administración del mantenimiento, sistema que permitirá mostrar las tareas mencionadas, tiempos, alarmas y hará más eficaz las labores del departamento de mantenimiento.

¹ Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. Mecánico Ricardo Alfonso Jaimes Rolon.

ABSTRACT

TITLE: DESING AND IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE HEFE-ACEROS COMPANY *

AUTHOR: EDWARD FERNEY BLANCO GUTIERREZ**

KEY WORDS: Desing, Maintenance, Preventive, Software.

SUMMARY: The current project aims to design and set up a preventive maintenance program along with an information system that allows to efficiently carry out the maintenance work for HEFE ACEROS company. The objective is to reduce the budget that is spent on corrective maintenance and increase the productivity of the equipment in the company, making it more competitive in the national and international market.

As a starting point, an audit is conducted to determinate its current state, development and effectiveness and an analysis of the maintenance applied. It was possible to identify the main shortcomings to improve them. Additionally, an inventory to the machinery and a coding of the equipment involved with the production processes were made. A criticity analysis was established to focus the management of the maintenance program on the production process of the company. In addition, the design and establishment of the data sheet of each equipment was added. Forms of work orders to be made in each part of the preventive development, technical data sheets, daily checklists and a calendar of scheduled tasks of preventive maintenance.

With the information designed, implemented and compiled, an information system (SAIM) was acquired for the management and administration of the maintenance, this system will show the mentioned tasks, times, alarms and will make the maintenance department more efficient.

* Degree Work

** Physic Mechanical Faculty of Engineering, School of Mechanical Engineering, Director: Mechanical Engineer Ricardo Alfonso Jaimes Rolon.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector industrial se encuentra en desarrollo permanente, lo que a su vez ha incidido en la evolución del mantenimiento hacia aspectos relacionados con lograr mayor control y producción.

HEFE-ACEROS es una empresa santandereana, dedicada al servicio del sector de transporte terrestre especializado en carga, mediante diseños y elaboración de partes, estructuras y equipos para la construcción de carrocerías en general, también se encarga en servicios de manufactura de carrocerías y brinda el servicio de doblado en maquinaria CNC (Control Numérico Computarizado) y procesos de mantenimiento a carrocerías. Actualmente la empresa realiza en la mayoría del mantenimiento en forma correctiva, lo cual genera gastos innecesarios y tiempos muertos no esperados.

Con este proyecto de grado se plantea realizar un plan de mantenimiento preventivo con un sistema de información para lograr mayor productividad, disminuir los denominados tiempos muertos, reduciendo los costos de producción y mantenimiento.

1. LA EMPRESA

1.1 HISTORIA

Figura 1. Logotipo de la empresa



Fuente: La empresa

Empresa Santandereana, fundada en el año 1993 por el señor ELIBARDO SILVA SANABRIA, con más de 25 años ubicando a la empresa en un estandarte de la manufactura santandereana. Nace por la expectativa de negocio en el sector metalmeccánico, ofreciendo a los clientes partes, piezas y herrajes para el sector de transporte terrestre automotor de carga.

Como estrategia de ampliación del portafolio de productos, la empresa en el año 2001 decide expandir su actividad económica también a la fabricación de carrocerías para vehículos de carga del sector del transporte, por lo cual adquiere máquinas de corte, plegado y guillotina.

1.2 UBICACIÓN

La empresa está ubicada en el municipio de Bucaramanga, específicamente en la Carrera 6 # 25 - 58, como se puede apreciar en las siguientes figuras:

Figura 2. Fachada exterior



Fuente: Empresa

Figura 3. Mapa de ubicación



Fuente: Google maps 2017 Disponible en internet: <<https://www.google.es/maps>>

1.3 MISIÓN

Prestamos los servicios de mantenimiento, mecánico a equipos estáticos y rotativos, a través de talento humano idóneo, con una infraestructura física y tecnológica que nos permita ser oportuno y competitivos para garantizar la disponibilidad y el óptimo funcionamiento del principio de la satisfacción de nuestros clientes.

1.4 VISIÓN

Ser reconocido en el sector metalmecánico a nivel nacional, con servicios de óptima calidad que satisfagan las necesidades de nuestros clientes, con una tecnología en máquinas y equipos que nos permitan elevar los niveles de complejidad en la fabricación y mantenimientos de los componentes en equipos rotativos y estáticos para estar acorde con las tecnologías.

1.5 PRODUCTOS

La empresa está en la capacidad de producir carrocerías acordes a las necesidades específicas de sus vehículos, en tamaño, en necesidad de carga con materias primas de la mejor calidad y en la prestación de servicios con maquinaria de alta tecnología.

Ofrece productos para la manufactura de carrocerías con diferentes especificaciones como:

- Fabricación de partes y piezas para carrocerías.
- Fabricación de carrocerías.
- Fabricación de furgones.
- Fabricación de volcos o volquetes.

- Fabricación de zorros.
- Comercialización de herrajes.
- Comercialización de lámina y perfilaría.
- Fabricación plataformas ferreteras.

Figura 4. Presentación de productos carrocerías



Fuente: La empresa

Figura 5. Productos de herrajes



Fuente: La empresa

1.6 SERVICIOS

Los procesos relacionados en la manufactura de los productos anteriormente mencionados son:

1.6.1 Servicio de corte. HEFE-ACEROS presta el servicio para corte con control numérico computarizado (CNC) de lámina de diferentes tipos de aceros con una capacidad de corte de largo 3000 mm y un espesor de 12mm bajo corte de guillotina, lo que garantiza un trabajo rápido, preciso y de alta repetitividad.

Figura 6. Servicio de corte



Fuente: La empresa

1.6.2 Servicio de plegado. HEFE-ACEROS presta el servicio de plegado con control numérico computarizado comúnmente llamado doblado de lámina de diferentes tipos de acero con una capacidad de pliegue de largo 3000 mm y un espesor de 12 mm bajo dobles de dado y pliegue de guillotina, además sus máquinas de plegado son por estaciones, lo que posibilita realizar en una sola operación el plegado de piezas complejas que requieren distintos perfiles de herramientas para su elaboración.

Figura 7. Servicio de plegado.



Fuente: La empresa

1.6.3 Servicio de troquelado. HEFE-ACEROS presta el servicio de troquelado de lámina de diferentes tipos de acero con una capacidad de diferentes formas (circulares, triangulares, cuadradas y de estrella) de troquel basado en la necesidad del cliente, además la maquinaria de troquelado cuenta con una capacidad 10mm de espesor para el troquel.

Figura 8. Proceso de troquelado



Fuente: La empresa

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un fortalecimiento en los vínculos entre la universidad industrial de Santander y la empresa santandereana en especial con la empresa HEFEACEROS, generándole al estudiante la aplicación de sus conocimientos adquiridos en su vida universitaria, creando soluciones a la industria del sector de transporte mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo sobre las máquinas y equipos, para facilitar el desarrollo de los procesos productivos y la minimización de costos y tiempos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de la gestión de mantenimiento basado en una auditoria de mantenimiento a la empresa HEFEACEROS con el objeto de analizarla basado en los departamentos establecidos en la empresa.
- Realizar el inventario en la empresa HEFEACEROS de la maquinaria y equipos de la zona de manufactura y ensamble con diseño de codificado de los mismos, fichas técnicas, caracterización, hojas de vida de las máquinas y equipos a la zona de producción de manufactura de partes y zona de ensamble.
- Realizar un estudio basado en un análisis de criticidad de la empresa HEFEACEROS a todos los activos de manufactura y equipos en la zona de producción de manufactura de partes, y zona de ensamble basados en el concepto de disponibilidad y uso.
- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa HEFEACEROS con la elaboración de formatos estándar para las inspecciones, revisiones, paradas y check list para las máquinas y equipos en la zona de producción de manufactura de partes y zona de ensamble.

- Implementar la información generada en el plan de mantenimiento preventivo de la empresa HEFEACEROS, en el sistema de información computarizado del programa Microsoft Office ACCESS como sistema de base de datos interactivo basado en los siguientes módulos: maquinaria y equipos, indicadores de gestión, ordenes de trabajo, acciones o actividades de mantenimiento y empresa.

3. ANTECEDENTES GENERALES DEL MANTENIMIENTO

A continuación, se describirán una serie de herramientas conceptuales y aspectos teóricos acerca del mantenimiento, los cuales son la base de una fundamentación en el desarrollo del sistema de información a implementar en la empresa HEFE-ACEROS.

3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO

La European Federation Of National Maintenance Societies define mantenimiento como: todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida, cualquier actividad como comprobaciones, mediciones, remplazos, ajustes y reparaciones necesarias para mantener o reparar una unidad funcional de forma que esta pueda cumplir sus funciones.

3.2 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los activos que hacen parte del sistema de una empresa directa o indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones y con el máximo funcionamiento, con un nivel alto de confiabilidad y al menor costo posible.

El mantenimiento posee unas actividades específicas que buscan los siguientes objetivos:

- Optimizar la disponibilidad de los equipos de producción.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos.
- Optimizar los tiempos de mantenimiento.
- Disminuir los costos de mantenimiento.

- Maximizar la vida útil de la maquina o equipo.²

3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

El término “mantenimiento” se empezó a utilizar en la industrial hacia 1950 en EE.UU. en Francia se fue acoplando principalmente con el término “entretenimiento”.

Antonio Ros Moreno considera el concepto como tal inicio desde la revolución industrial y la segunda guerra con el concepto ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos este llamado ENTRETENIMIENTO, pero este fue evolucionando hasta el término del MANTENIMIENTO con funciones que abarcan desde prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de minimizar los costos del mismo.

Primera Generación: La más larga, desde la revolución industrial hasta después de la segunda guerra mundial, aunque todavía impera en muchas industrias. El mantenimiento se ocupa solo de arreglar las averías. Es el mantenimiento correctivo.

Hasta 1945:

- Reparación Averías
- Mantenimiento Correctivo

Segunda Generación: Entre la Segunda Guerra Mundial y finales de los años 70 se descubre la relación entre la edad de los equipos y la probabilidad de fallo. Se comienzan a implementar las sustituciones preventivas.

² European Federation Of National Maintenance Societies. Definición de Mantenimiento. Disponible en : <https://goo.gl/Gg5dbt>

1945 a 1980:

- Relación entre probabilidad de fallo y edad
- Mantenimiento preventivo programado
- Sistema de planificación

Tercera Generación: Aparece en el inicio de los 80. Se empieza a realizar estudios CAUSA-EFECTO para averiguar el origen de los problemas. Es el Mantenimiento Predictivo o detección precoz de síntomas incipientes para actuar antes de las consecuencias sean inadmisibles. Se comienza a hacer partícipe a Producción en las tareas de detección de fallos.

1980 a 1990:

- Mantenimiento preventivo condicional
- Análisis causa efecto
- Participación de producción (TPM)

Cuarta Generación: Aparece en los inicios de los 90. El Mantenimiento se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: “mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad al tiempo que se reducen los costos. Es el Mantenimiento Basado en el Riesgo (MBR): Se concibe el mantenimiento como un proceso de la empresa al que contribuyen también otros departamentos. Se identifica el mantenimiento como una fuente de beneficio, frente al antiguo concepto de mantenimiento como “mal necesario”. La posibilidad de que una maquina falle y las consecuencias asociadas para la empresa es un riesgo que hay que gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso al mínimo costo.

1990 al presente:

- Proceso de mantenimiento
- Calidad total

- Mantenimiento fuente de beneficio
- Compromiso de todos los departamentos
- Mantenimiento basado en riesgo (RBM) ³

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Se podrían generar o establecer clasificaciones diferentes del mantenimiento, se admite una clasificación basada en su enfoque metodológico o filosofía de planteamiento, desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguientes tipos de mantenimiento:

3.4.1 Mantenimiento correctivo. También conocido como mantenimiento reactivo o “a rotura” (breakdown maintenance), este es una intervención necesaria para poder solucionar un defecto o falla ya ocurrida, este genera tareas destinadas a la localización y la corrección de fallas. Por tal razón el mantenimiento correctivo espera que el equipo funcione hasta el punto en el cual no funcione normalmente. Este tipo de mantenimiento tiene dos formas de implementarse:

- **Mantenimiento correctivo no planificado:** Este es de emergencia en algunas industrias y se lleva a cabo con mucha celeridad debido a que se produjo una falla en el sistema y se produce una parada en el mismo generando pérdidas en la producción. Este mantenimiento es muy común en las industrias o elementos que no poseen un buen plan de mantenimiento de sus maquinarias, además de ser un mantenimiento de costos elevados.
- **Mantenimiento correctivo planificado:** Este es un mantenimiento necesario cuando el equipo genera la necesidad de corregir una falla ya sea por avería o por cambio de elementos en el cronograma permitido por el departamento de producción, además de tenerse un plan de operación del personal, equipos de

³ ROS MORENO, Antonio. Historia y evolución del mantenimiento Disponible en internet: < <https://goo.gl/zgzfVw> > [Citado 4 de Marzo de 2017].

apoyo, repuestos y documentos técnicos para la realización efectiva del mantenimiento.

Ventajas:

- Al ser “mantenimiento de emergencia” la empresa debe contar con personal calificado que minimice los tiempos perdidos por dicha falla.

Desventajas:

- Altos tiempos improductivos de los equipos.
- Baja confiabilidad.
- Bajo nivel de organización.
- Tiene gran incidencia en los costos de mantenimiento.
- Está basada en intervenciones rápidas y pasajeras.
- No es posible detectar cuando se va a presentar una falla.

3.4.2 Mantenimiento preventivo. Es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo.

Se basa en estimaciones donde se aborda desde la vida útil de las maquinas hasta tiempos entre fallas esperadas, su principal fuente está dada en los catálogos de los fabricantes junto con registros hechos por los operarios en reparaciones anteriores.

Ventajas:

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala.
- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de Mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.
- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Menor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.

Desventajas:

- Es un poco más costosa la intervención debido a que para realizar la estrategia y ponerla en funcionamiento se debe hacer una inversión.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel del mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo del mantenimiento sin mejoras substanciales en la disponibilidad.
- Se necesita colaboración de todo el personal involucrados directa o indirectamente con el área de mantenimiento.
- Las mejoras tardan un lapso de tiempo en ser evidenciadas.
- Su implementación tarde un lapso de tiempo considerable debido a los factores que intervienen.

3.4.3 Mantenimiento predictivo. Este tipo de estrategia está basada en la detección temprana de fallas que ayuden a minimizar los tiempos muertos de la maquinaria mientras se le hace la labor de mantenimiento, lo que contribuye a mejorar la vida útil de cada una de ellas.

Éste tipo de mantenimiento también es llamado “basado en la condición” y es considerado desde su concepción como un medio para optimizar el mantenimiento preventivo, ya que con él se puede determinar el momento preciso para cada intervención.

A grandes rasgos es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

Ventajas:

- Permite hacer un seguimiento de los defectos involucrados en las maquinas en una línea de tiempo, lo que ayuda a llevar unos indicadores fiables que facilitan el análisis de fallas.
- Al ser un complemento del mantenimiento preventivo ayuda a prolongar la disponibilidad, confiabilidad y la productividad de la maquinaria.
- Es posible determinar de una manera precisa y fiable el estado de la maquinaria en la planta, aunque es necesario que la maquinaria esté funcionando contantemente desde su implementación.

Desventajas:

- Necesita un constante seguimiento para poder ser bien implementado, por lo que necesita más personal capacitado para ejecutarlo.
- Debido a que es un poco más complejo, representa un costo elevado al momento de implementarlo, además para obtener resultados es necesario realizar un proceso que en capital y tiempo es muy representativo.

3.4.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul). Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

3.4.5 Mantenimiento productivo. Este tipo de mantenimiento indica básicamente las actividades necesarias para mantener ciertas condiciones en el equipo. El mantenimiento Productivo se dirige a ampliar la productividad hasta el nivel máximo, lo que quiere decir rentabilidad.

La gestión de los equipos evolucionó pasando del mantenimiento preventivo al productivo, pero continuaba siendo primordial una actividad realizada por el departamento de mantenimiento, lo que no tenía regularmente mucho éxito en el logro de cero averías o defectos. Esta es la razón por la que apareció el TPM (Mantenimiento Productivo Total). Basado en la actividad de pequeños grupos de operarios, el TPM amplía la acción del Mantenimiento Productivo, con el apoyo y cooperación de la Dirección y los empleados a todos los niveles.

Ventajas sobresalientes:

- Lograr la máxima efectividad del equipo por medio del mantenimiento preventivo económico.
- Un programa de mantenimiento preventivo para toda la vida del equipo.

- El mantenimiento es realizado por todas las dependencias de la empresa. Los operarios se encargan de prestar los primeros auxilios. Se acaba el "Yo opero, tu reparas".
- Todos los miembros de la organización tienen participación y responsabilidad. Se realiza un programa autónomo por parte de operarios.
- Se crean pequeños responsables de las actividades del mantenimiento; la existencia de estos grupos hace la diferencia entre mantenimiento Productivo y mantenimiento Productivo Total.⁴

3.5 CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de centrarse en los equipos a los cuales se les pondrá una mayor atención en el mantenimiento. La información recolectada en este análisis se utilizará para:

- Priorizar las ordenes de trabajo y mantenimiento.
- Diseñar políticas de mantenimiento hacia las áreas más críticas.
- Definir necesidades de mantenimiento basado en condición.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.

El objetivo del análisis es crear una estructura que facilite la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

Los pasos para el análisis de criticidad son:

⁴ Borrás Pinilla, Carlos, Ingeniería de mantenimiento material docente. Universidad Industrial de Santander.UIS.2013.

- a. Identificación de los equipos a estudiar.
- b. Definición del alcance y objetivo del estudio.
- c. Selección del personal a entrevistar.
- d. Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- e. Recolección y verificación de datos.
- f. Establecimiento de la lista jerarquizada de los equipos.

La condición ideal es disponer de información estadística de los equipos a evaluar lo cual permite cálculos exactos, cuando no se dispone de ello se debe recoger la información utilizando encuestas.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia} \times \textit{Consecuencia}$$

Los parámetros que se utilizan para elaborar las encuestas y las tablas de ponderación para el cálculo de la criticidad de equipos son los siguientes: frecuencia de fallas, capacidad de producción, seguridad, impacto ambiental, calidad de los productos, costos de reparación y tiempo promedio para reparar. Empezar un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

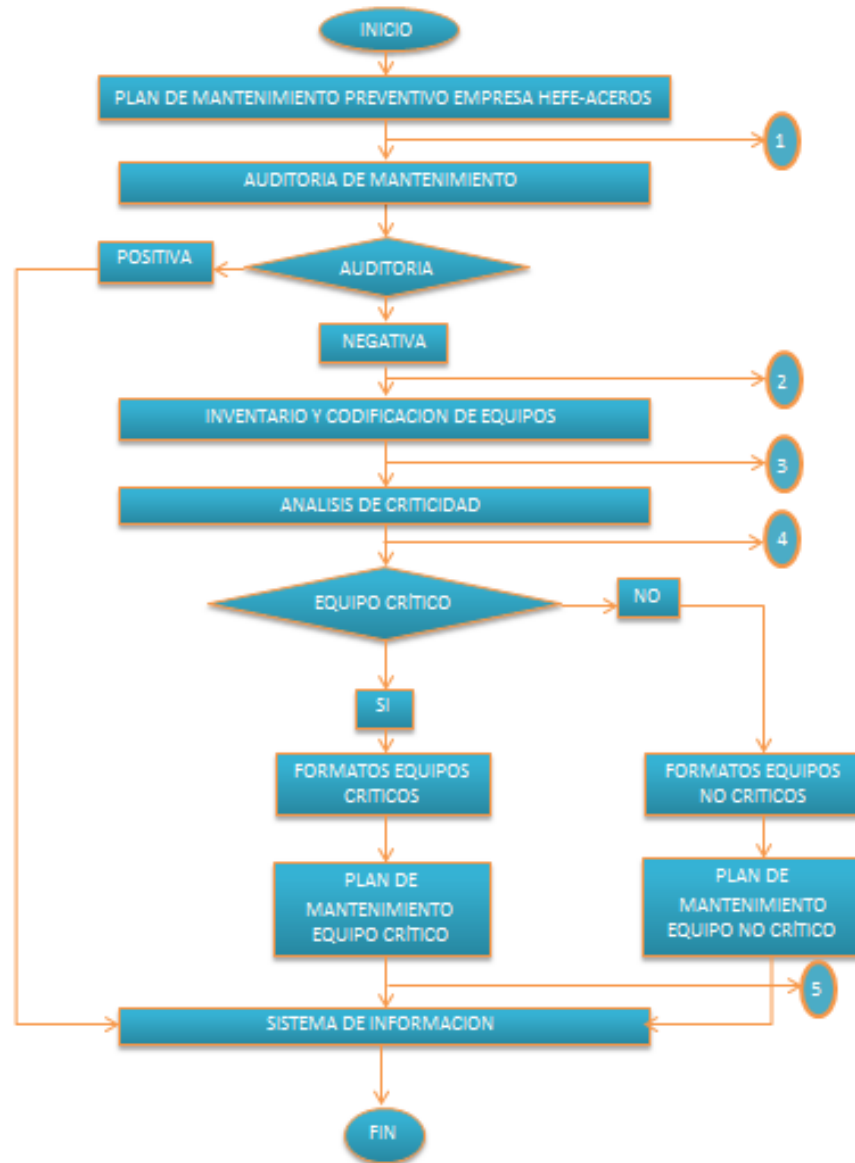
- Fijar prioridades en sistemas complejos.
- Administrar recursos escasos.
- Crear valor.
- Determinar impacto en el negocio.
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional.⁵

⁵ Bayona Solano, Kelvin Andrés, Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Plastibarranca s.a. y desarrollo de su sistema de información para la gestión del mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.UIS.2016.P.29.

4. METODOLOGIA DEL PROYECTO

Este capítulo contiene un resumen del proceso que se generó para dar como conclusión el plan de mantenimiento preventivo a la empresa HEFE-ACEROS. En la figura 9 se encuentra un diagrama de flujo que muestra el conducto que se siguió.

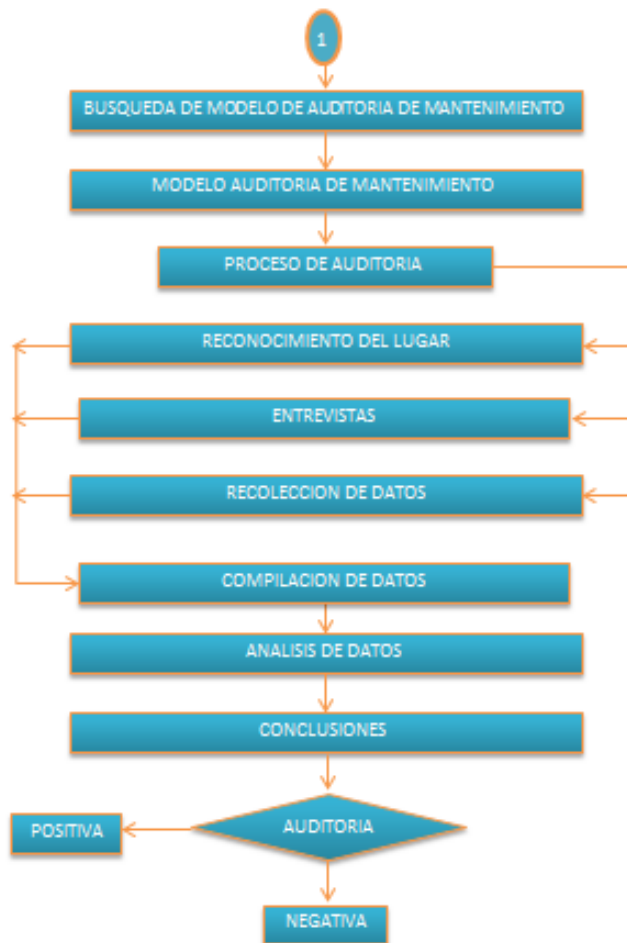
Figura 9. Algoritmo de metodología del proyecto



5. AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO

La auditoría es un ejercicio necesario para tener una visión del proceso de mantenimiento por tal razón se hace necearía realizarla de manera objetiva. En la figura 10 se encuentra la metodología de la auditoria de mantenimiento.

Figura 10. Algoritmo de metodología de la auditoria



El plan de mantenimiento debe tener una visión objetiva de los procesos en los cuales se esté fallando, para cumplir con esto se genera la necesidad de una herramienta la cual permita enfocar las debilidades y falencias para así saber el

campo de acción y el planteamiento de soluciones, para el proyecto se realizó una auditoría a la empresa HEFE-ACEROS referente al mantenimiento.

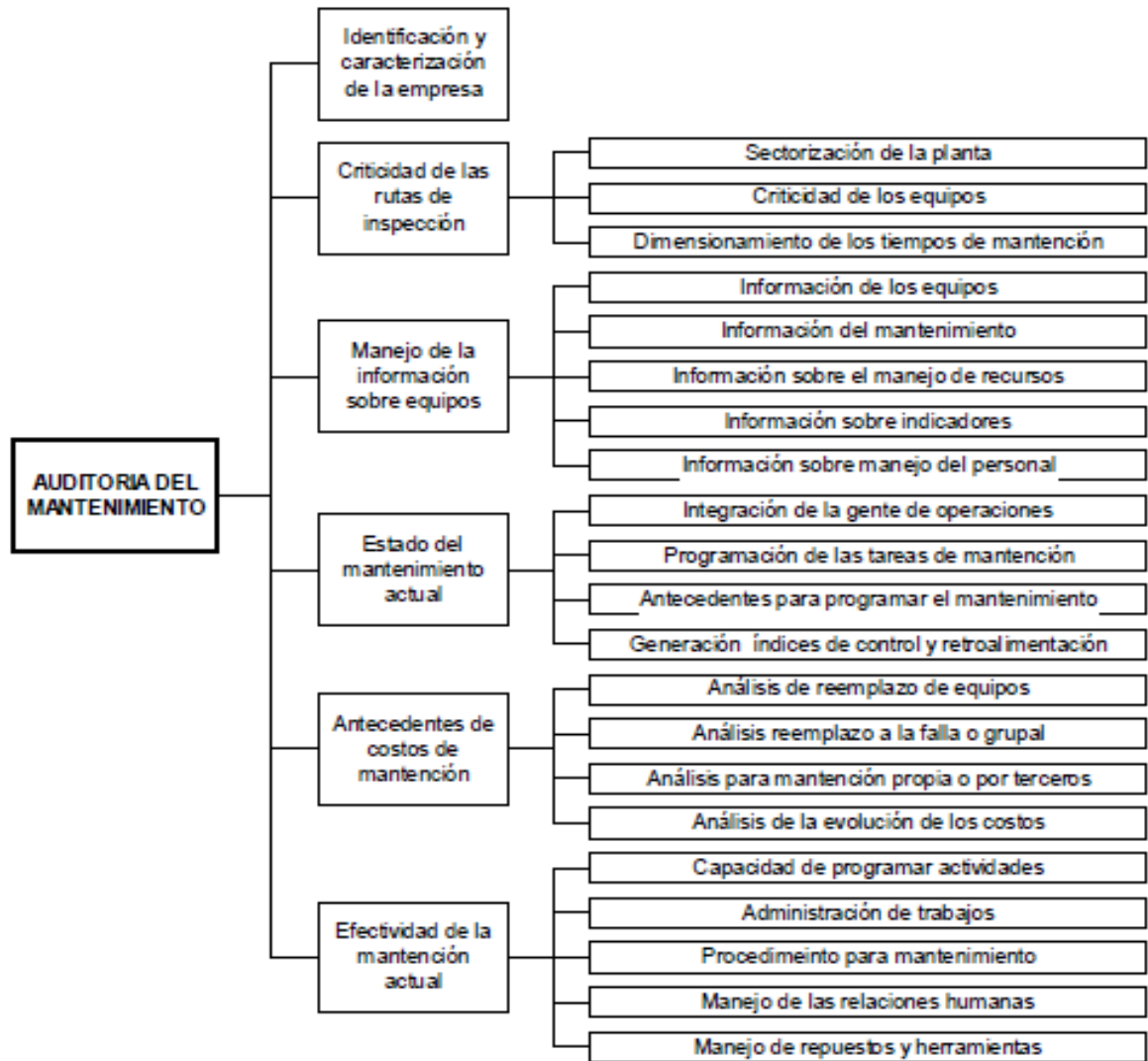
La auditoría cuenta con varios aspectos que permitirán verificar las fallas que está presentando la empresa en el área de mantenimiento:

1. Identificación de la empresa.
2. Caracterización de la empresa.
3. Criticidad en las rutas.
4. Manejo de la información.
5. Estado del mantenimiento actual.
6. Antecedentes de costos de mantención.
7. Efectividad el mantenimiento actual.
8. Enfoque del mantenimiento.

5.1 MODELO DE AUDITORIA

La auditoría cuenta con seis aspectos de gran importancia para el desarrollo del mantenimiento que permitirán establecer un diagnostico como punto de partida y dar solución a la problemática que se presente en la empresa HEFE-ACEROS, se implementa el modelo planteado por el académico de la Escuela de Mecánica de la Universidad de Talca, profesor Fernando Espinosa, donde se consideran 6 aspectos claves que permiten reflejar de manera global la gestión del mantenimiento. En la figura 11 se muestran los aspectos más importantes de la auditoría:

Figura 11. Aspectos considerados en el modelo de la auditoria



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: < <https://goo.gl/LWiUtZ> >

A continuación, se presentarán de una manera más clara cada uno de los aspectos a considerar en la auditoria del mantenimiento:

- Identificación y caracterización de la empresa

Esta parte resulta de vital importancia para el auditor ya se tiene una visión global de la gestión del mantenimiento en la empresa, donde se logra identificar desde

la(s) persona(s) encargada(s) del mantenimiento hasta el abastecimiento de repuestos.

- Criticidad de las rutas de inspección

Para realizar una buena gestión del mantenimiento es necesario identificar las rutas críticas y enfocar las mejoras a éstas, con lo que se implementaran políticas de mantenimiento basadas en la confiabilidad de las líneas de producción.

- Manejo de la información sobre los equipos

En este ítem se podrá identificar la cantidad de información que se tiene de los equipos de la planta y el manejo que se le da, además se podrá identificar si tienen clasificados los proveedores y si la planta cuenta con un stock de repuestos clasificados bajo algún criterio.

- Estado del mantenimiento actual

Resulta de vital importancia evaluar cómo se está realizando la gestión del mantenimiento en la empresa, teniendo en cuenta factores como tiempos empleados para el mantenimiento, recopilación de registros de mantenimiento, rutinas básicas de mantenimiento y cuantificación de tiempos de producción perdidos por fallas o rutinas de mantenimiento.

- Antecedentes de costos de mantenimiento

En este aspecto se identifican las implicaciones económicas del mantenimiento, basados en los costos de mano de obra, de adquisición de equipos y repuestos involucrados.

- Efectividad del mantenimiento actual

Por último, se hará una evaluación del estado actual de mantenimiento en la empresa donde se podrá determinar las falencias y tomarlas como punto de

partida para implementar una buena gestión en el departamento de mantenimiento.⁶

5.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS

Las respuestas a las preguntas de la auditoria serán ponderadas con 1, 3 ó 5, donde 1 resulta la situación más desfavorable o deficiente, 3 será regular o parcialmente favorable y 5 será la situación más favorable y satisfactoria.

Este cuestionario permitirá tener sobre el área auditada una evaluación global y posibilitará el diagnostico en las áreas que tengan la calificación más baja, ayudando a enfocar las mejoras a dichas falencias y a fortalecer el departamento de mantenimiento.

El criterio de evaluación para cada uno de los aspectos está separado de acuerdo a la figura 11.

Tabla 1. Criterios de evaluación de los aspectos de la auditoria

RANGO	CRITERIO
$1,0 \leq \text{puntaje} \leq 2,33$	Aspecto deficiente
$2,33 < \text{puntaje} \leq 3,66$	Aspecto regular
$3,66 < \text{puntaje} \leq 5,0$	Aspecto bien implementado

Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: <<https://goo.gl/PtDo9F>> [Citado el 21 de Julio de 2016]

Ya teniendo claro cómo se va a evaluar la auditoria se procede a realizarla además se puede empezar con el análisis de la misma, los resultados obtenidos son graficados lo que nos identifica los aspectos más relevantes en cada ítem.

⁶ ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: <<https://goo.gl/PtDo9F>> [Citado el 15 de Abril del 2017]

5.3 PROCESO DE AUDITORÍA

Para que la auditoria sea efectiva y tenga validez en la identificación de las falencias en el área de mantenimiento se deben cumplir con unas etapas previas las cuales serán identificadas a continuación.

5.3.1 Reconocimiento del lugar. Se debe hacer un reconocimiento de las instalaciones para que el auditor tenga una idea clara de cómo opera el mantenimiento actual de la empresa, lo que debe incluir la bodega de repuestos, los lugares donde se realiza el mantenimiento y el personal involucrado.

5.3.2 Entrevistas. Es necesario realizar entrevistas con las personas que están involucradas con el área de mantenimiento, desde el que se encarga de la ejecución de labores hasta los involucrados con los pedidos y el abastecimiento del almacén de repuestos, esto contribuirá a minimizar los errores en el análisis de los resultados.

5.3.3 Recolección de datos. La información obtenida representa la continuación del proceso de mejora en el departamento de mantenimiento (de manera preventiva), debido a que no se contaba con pocos registros y además los procesos de esta área eran en mayoría correctivos.

5.3.4 Sistema de mantenimiento. De acuerdo a los procedimientos a plantear es necesario crear hojas de vida de cada uno de los equipos, ordenes de trabajo y fichas técnicas, con las que pueda contar cualquier persona que esté involucrada directa o indirectamente con el área de mantenimiento.

De esta manera se podrá realizar cada labor siguiendo unos lineamientos o guías que permitirán una ejecución adecuada de las labores de mantenimiento (preventivo) que se harán en cada máquina de la empresa.

5.3.5 Compilación y análisis. Luego de recoger toda la información por medio de la auditoria se procede a organizarla y tabularla con lo que se obtendrán unas graficas que permiten visualizar las debilidades, es de vital importancia mencionar que las opiniones recopiladas variaron un poco de acuerdo a la persona auditada y fue necesario complementarlas, con lo que se obtuvo una idea global en cuanto a las mejoras a realizar. Dichas mejoras serán hechas basadas en las falencias encontradas y permitirán fortalecer todo el departamento de mantenimiento.

5.3.6 Implementación de la auditoria. Para poder tener un resultado fiable, fue necesario contar con la persona encargada del mantenimiento en la empresa, Duván Silva Ingeniero Industrial, el cual se auditó.

Al proceder de la manera antes dicha, se pudo evidenciar las falencias que presentaba el área de mantenimiento, la ponderación y la auditoria se evidencian a continuación, luego de hacer un contraste entre las respuestas obtenidas por los directamente involucrados en el área de mantenimiento, se hizo un cuestionario final que evidenciaba las falencias que presentaba la empresa en ese departamento.⁷

A continuación, se muestra el cuerpo de la auditoría realizada, en las tablas 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Tabla 2. Identificación y configuración de la empresa

1. Nombre de la empresa:	HEFE-ACEROS			
2. Fecha de la auditoria:	15/03/2017			
3. Nombre del auditor:	Edward Ferney Blanco Gutiérrez			
4. Nombre encargado de mantención:	Ing. Duván Silva			
5. ¿Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase?	Estándar	Diseño especial	Específico	Total

⁷ Bayona Solano, Kelvin Andrés, Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Plastibarranca s.a. y desarrollo de su sistema de información para la gestión del mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.UIS.2016.P.29.

	12		8	20
6. ¿Posee departamento de Mantenición?	SI	NO		
		X		
7. ¿Número de turnos de la jornada?				
8. ¿Número de personal de mantención en cada turno?	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Total
9. ¿Dependencia del departamento de mantención?	Jerarquía propia	Dependencia Producción	Sin organización	
			X	
10. ¿Realización de la Mantención?	Contratista	operarios equipos	Especialista	No hay mto
	X		X	
11. ¿Cómo clasifica la mantención?	Correctiva	Preventiva	Sintomática	Otro tipo
	X			
12. ¿Posee bodega de repuestos?	SI	NO		
		X		
13. ¿Dependencia de la bodega?	Mantenición	Producción	Otra	
14. ¿Satisfacción del abastecimiento?	Bueno	Regular	Malo	

Tabla 3. Criticidad de las rutas de inspección

1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todas (5)
		X	
2. ¿Tiene identificado por algún código sus equipos?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguna (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	parcialmente (3)	si (5)
	X		
5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	parcialmente (3)	si (5)
	X		
6. ¿Tiene líneas en paralelo en un sistema de producción?	No (x)	es única (x)	si (x)
			X
7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (x)	es única (x)	si (x)
		X	
8. ¿Algún(os) equipos producen cuello de botella?	No (x)	es única (x)	si (x)
			X
9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	

10. ¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
11 ¿Tiene estipulados tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
12 ¿Tiene calculado el volumen de trabajo de mantención que puede hacer?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		

Tabla 4. Manejo de la información sobre los equipos

1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantención establecidos	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajo de mantención	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
5. ¿Posee registros de las mantenciones para cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para la mantención?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		
14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
		X	
15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	ninguno (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		

Tabla 5. Estado del mantenimiento actual

1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantención?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
	X		
4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenciones diarias?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo(5)
		X	
5. ¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
	X		
6. ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por periodo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
		X	
9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
		X	
10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
		X	
12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
	X		
13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la mantención?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
		X	
14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Completo (5)
		X	
15. ¿Compara el tiempo real con las órdenes estipuladas en el tiempo de trabajo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Si(5)
	X		

Tabla 6. Antecedentes de costos de mantenimiento

1. ¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
		X	
2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
			X
3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos(5)
			X
4. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada equipo?	No(1)	Aproximado(3)	Si (5)
			X
5. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantenimiento?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
		X	
6. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la pérdida de producción por falla?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
		X	
7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno(1)	Parcialmente(3)	Todos (5)
		X	
8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No(1)	Aproximado(3)	Si (5)
		X	
9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantención y producción?	No(1)	Aproximado (3)	Si (5)
	X		
10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
11. ¿Lleva un control de gastos de mantención por equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantención por equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	
13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
	X		
14. ¿Sabe dónde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
			X
15. ¿Puede definir las políticas de mantención en base a los costos alternativos?	No(1)	Parcialmente(3)	Si (5)
		X	

Tabla 7. Efectividad del mantenimiento actual

1. ¿Sabe cuál es la programación de paros programados y paros imprevistos?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
3. ¿Se lleva un control del estado del avance de las órdenes de trabajo (O.T)?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si(5)
		X	
6. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento preventivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	X		
8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y de trabajos programados?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		X	
10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantención?	Mala (1)	Regular(3)	Buena (5)
		X	
11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia el mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)
		X	
12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5)
	X		
13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si(5)
		X	
14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantención?	Bajo (1)	Normal (3)	Alto (5)
		X	
15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para la mantención?	No (1)		Si(5)
	X		
16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega?	No (1)		Si(5)
	X		

Los resultados arrojados luego de la aplicación de la auditoria se verán reflejados a continuación de manera ponderada.

5.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Se presentará cada uno de los 6 aspectos que conforma la auditoria basados en la ponderación de la tabla 1.

5.4.1 Criticidad en las rutas de inspección. Según los tres aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera regular y deficiente observado en la tabla 8 y la figura 12, se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos. Se muestra que el mantenimiento es elaborado correctivamente y no se posee un calendario o algún cronograma del mismo. No se posee una elaboración de las rutas críticas de los equipos para la producción de los mismos.

Figura 12. Grafico rutas de inspección

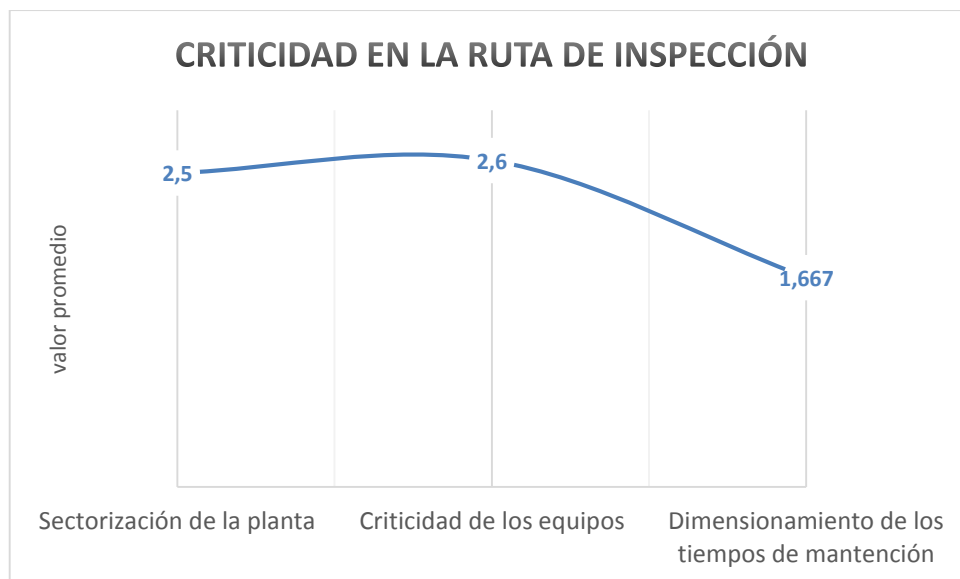


Tabla 8. Resultados rutas de inspección

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,5,6	Sectorización de la planta	2,50	Aspecto regular
3,4,7,8,9	Criticidad de los equipos	2,60	Aspecto regular
10,11,12	Dimensionamiento de los tiempos de mantención	1,67	Aspecto deficiente

5.4.2 Manejo de información sobre los equipos. Según los cinco aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera regular y deficiente observado en la tabla 9 y la figura 13, se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos.

Por tal razón se evidencia que la empresa realiza de manera correctiva el mantenimiento y no se tienen información almacenada que permita tener algún indicador de gestión del mismo.

Figura 93. Grafico manejo de información de los equipos

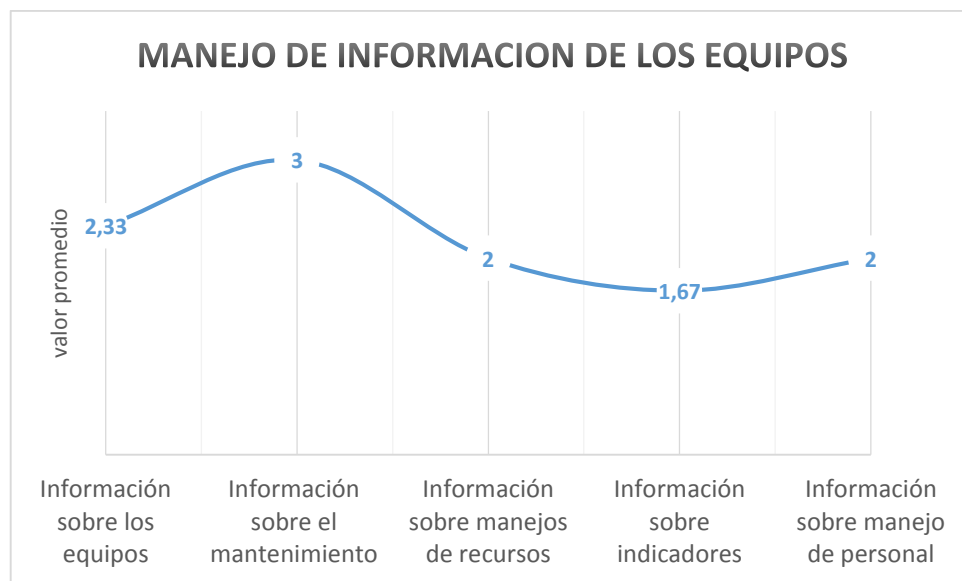


Tabla 9. Resultados manejo de información de los equipos

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,4	Información sobre los equipos	2,33	Aspecto regular
3,5,6	Información sobre el mantenimiento	3,00	Aspecto regular
7,8,9,12	Información sobre manejos de recursos	2,00	Aspecto deficiente
10,11,15	Información sobre indicadores	1,67	Aspecto deficiente
13,14	Información sobre manejo de personal	2,00	Aspecto deficiente

5.4.3 Estado del mantenimiento actual. Según los cuatro aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera regular y deficiente observado en la tabla 10 y la figura 14, se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos.

Figura 104. Gráfico mantenimiento actual

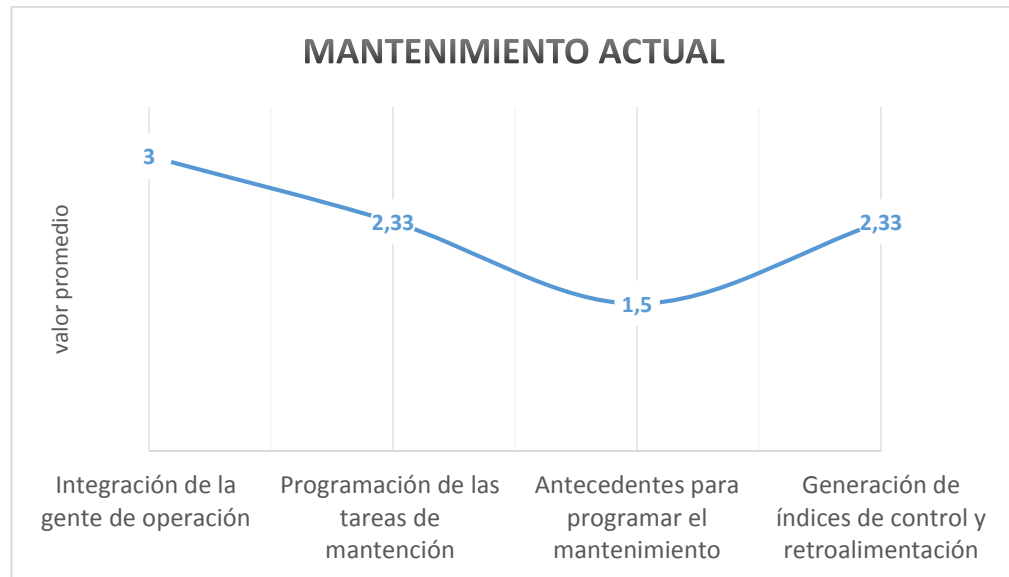


Tabla 10. Resultado mantenimiento actual

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2	Integración de la gente de operación	3,00	Aspecto regular
3,4,10	Programación de las tareas de mantención	2,33	Aspecto regular
5,6,7,9	Antecedentes para programar el mantenimiento	1,50	Aspecto deficiente
8,11,12,13,14,15	Generación de índices de control y retroalimentación	2,33	Aspecto regular

Se observa que todos los aspectos están mal implementados y su mantención es correctiva, por lo cual se debe implementar el cronograma o calendario de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa.

No se posee la base de datos y el control de la información generada de los mantenimientos correctivos de la mayoría de los equipos y debido a esto los índices de retroalimentación no función.

5.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento. Según los cuatro aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera regular y bien aplicado observado en la tabla 11 y la figura 15, se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos para llegar a los mejores estándares de aplicación.

Se observa que la empresa tiene datos de costos del mantenimiento de algunos equipos por tal razón se tiene una base de costos y presupuesto detallada, pero con información no eficaz en el mantenimiento de los mismos.

Figura 115. Grafico costos de mantenimiento

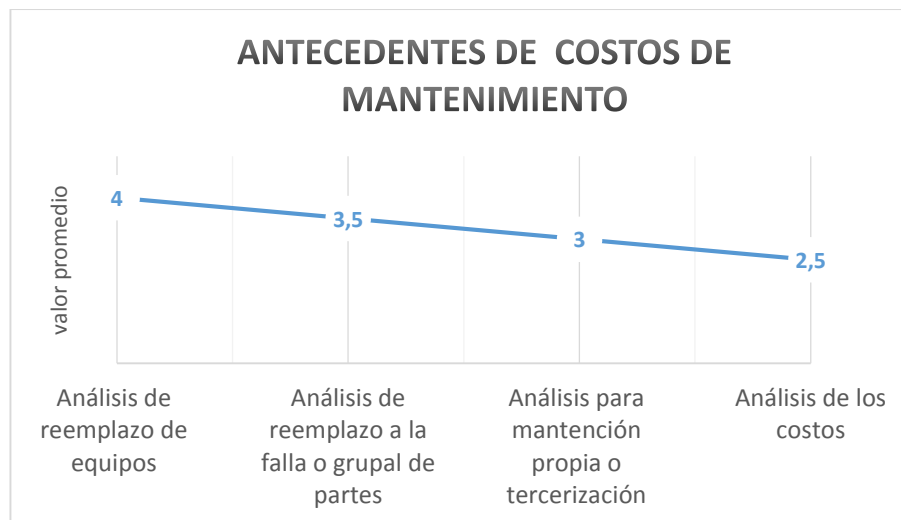


Tabla 11. Resultados costos de mantenimiento

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,3,7	Análisis de reemplazo de equipos	4,00	Aspecto bien aplicado
4,5,6,8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	3,50	Aspecto regular
9,14,15	Análisis para mantención propia o tercerización	3,00	Aspecto regular
10,11,12,13	Análisis de los costos	2,50	Aspecto regular

5.4.5 Efectividad del mantenimiento actual. Según los cinco aspectos considerados se evidencia que están implementados de manera deficiente, regular y bien observado en la tabla 12 y la figura 16, aplicado se deben enfocar las mejoras de mantenimiento en ellos para llegar a los mejores estándares de aplicación.

Se observa que la empresa no tiene un almacén de repuestos y herramientas por tal razón debido a las fallas se producen aumentos en los tiempos de mantenimiento por la búsqueda de los mismos debe enfocarse en este aspecto principalmente y al proceso de mantenimiento como tal.

Figura 126. Grafico efectividad mantenimiento actual.

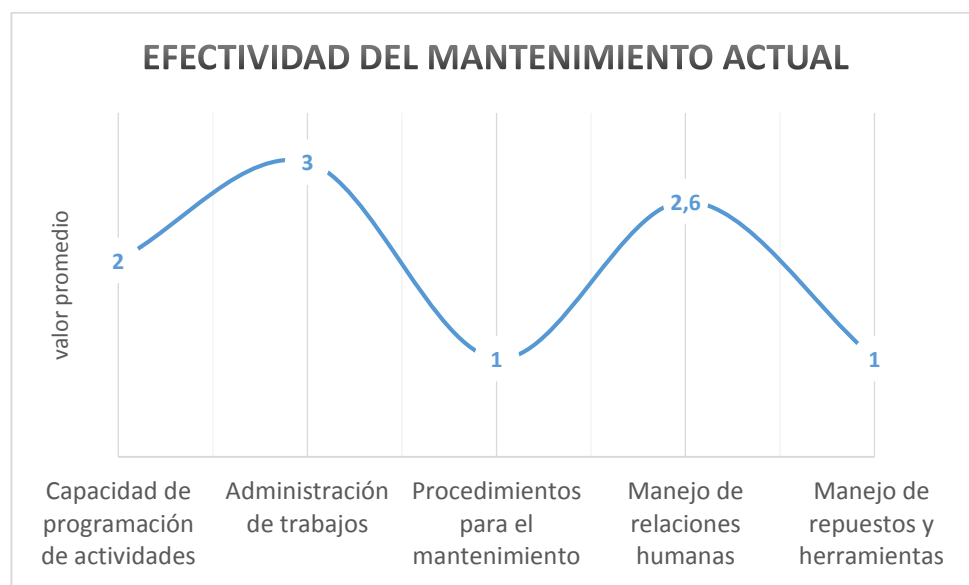
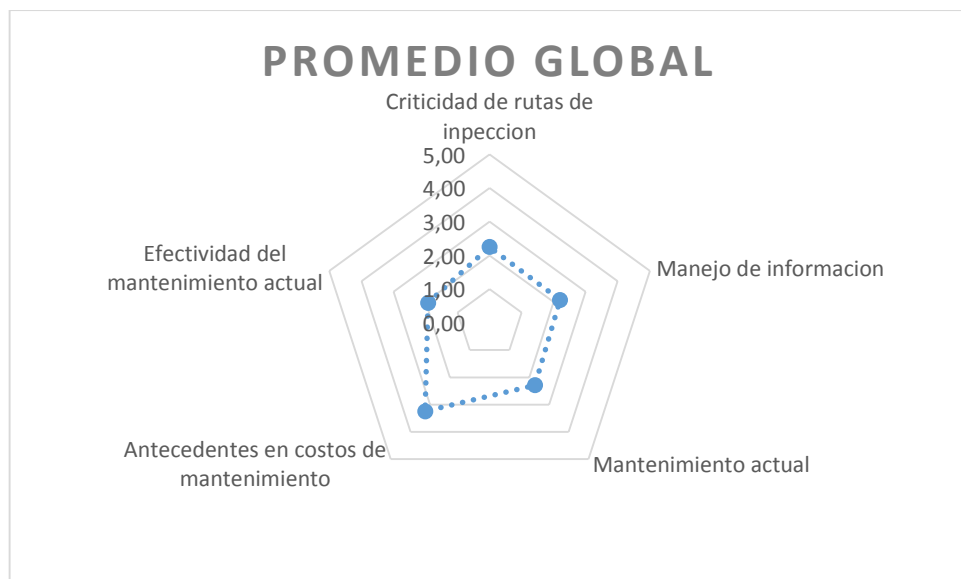


Tabla 12. Resultados efectividad del mantenimiento actual

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,8,9	Capacidad de programación de actividades	2,00	Aspecto deficiente
3,4,5	Administración de trabajos	3,00	Aspecto regular
6,7	Procedimientos para el mantenimiento	1,00	Aspecto deficiente
10,11,12,13,14	Manejo de relaciones humanas	2,60	Aspecto regular
15,16	Manejo de repuestos y herramientas	1,00	Aspecto deficiente

5.4.6 Conclusiones. La aplicación de la auditoría sobre la efectividad del mantenimiento en la empresa HEFEACEROS, fue determinante en aspectos relevantes, los cuales se deben abordar de manera inmediata en la mejora de la gestión del mantenimiento y se muestran en la figura 17. De estos 5 aspectos encuestados y analizados, se logró determinar que los antecedentes de costos de mantenimiento es el aspecto que está en mejor nivel, pues los 4 aspectos restantes están regularmente o deficientemente implementados y serán los mismos en lo cual se enfocará el plan de mantenimiento para ayudar a implementar de manera adecuada el mantenimiento preventivo con la ayuda de un software.

Figura 137. Resultado total de la auditoría



Todo lo anterior permite tener las herramientas necesarias que ayude a mejorar la productividad en la empresa, así como la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.

6. INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

La codificación del inventario de máquinas a las que se les genera el plan de mantenimiento es primordial para la ubicación rápida del mismo tanto física como técnica del mismo para llevar a cabo este proceso se toma en cuenta una serie de pasos mostrados en la figura 18.

Figura 148. Metodología de inventario y codificación de maquinaria



6.1 CODIFICACIÓN

Para llevar a cabo este proceso de codificación se optó por un sistema nuevo de codificación para tener una mejor ubicación de los equipos de una manera ágil y eficientemente.

Este código alfanumérico diseñado para la empresa HEFE-ACEROS. Está compuesto primero por un código de área de producción, en segundo lleva asignado las tres primeras letras del nombre o marca del equipo y su número de la máquina dentro del área, ver figura 19.

Figura 159. Diseño codificación

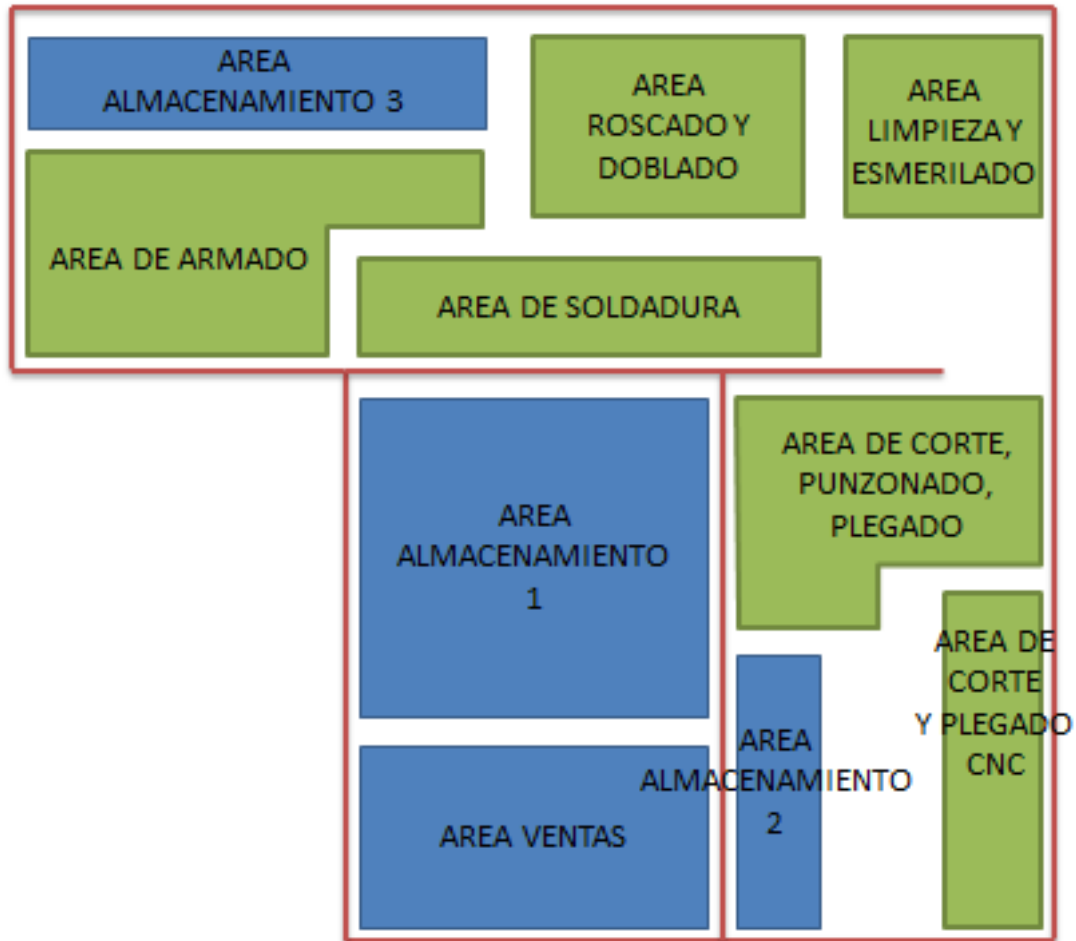


La empresa HEFE-ACEROS tiene sus máquinas distribuidas en 6 de las 10 áreas que posee la planta las cuales se muestran en la figura 20.

Como primera medida se le asignó a cada área un número respectivo de la siguiente manera:

- 01: Corresponde al área de corte y plegado CNC.
- 02: Corresponde al área de corte, punzonado y plegado.
- 03: Corresponde al área de limpieza y esmerilado.
- 04: Corresponde al área de roscado y doblado.
- 05: Corresponde al área de soldadura.
- 06: Corresponde al área de armado.

Figura 20. Distribución de áreas



De acuerdo con la auditoría realizada a la empresa HEFE-ACEROS aparece como primera necesidad establecer una codificación a la maquinaria ya que actualmente no se poseía de ella.

De acuerdo con la consideración mostrada anteriormente, la codificación de los equipos se visualiza en la tabla 13, donde a partir del inventario proporcionado por la empresa de los equipos de mayor prioridad.

Tabla 13. Codificación de equipos

AREA	NOMBRE	UBICACIÓN	CODIGO	NOMBRE DE LA MARCA DEL EQUIPO
01	ERM	01	01ERM01	ERMAKSAN
01	ERM	02	01ERM02	ERMAK
01	ERM	03	01ERM03	ERMAK
01	ERM	04	01ERM04	ERMAKSAN
01	COM	05	01COM05	COMPRESORES DE SANTANDER
02	GEK	01	02GEK01	GEKA
02	GAI	02	02GAI02	GAIRU
02	ALE	03	02ALE03	ALEN
02	NIB	04	02NIB04	NIBBLER JUNIOR
02	PRE	05	02PRE05	PRENSA 1
02	PRE	06	02PRE06	PRENSA 2
02	PRE	07	02PRE07	PRENSA 3
02	PRE	08	02PRE08	PRENSA 4
02	OMZ	09	02OMZ09	OMZ7
02	DUL	10	02DUL10	DULMAZLAR
03	HEF	01	03HEF01	HEFEACEROS
03	HEF	02	03HEF02	HEFEACEROS
04	RID	01	04RID01	RIDGID
04	HEF	02	04HEF02	HEFEACEROS
06	COM	01	06COM01	COMPRESORES DE SANTANDER

6.2 INVENTARIO

Esta es una necesidad de la empresa ya que no se posee inventario de repuestos sabiendo que este es la cantidad de bienes o activos que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado.

La empresa opta por la conformación de un espacio para la creación inventario de repuestos de primera necesidad para el mejoramiento de la gestión del mantenimiento ya que el control del inventario de refacciones se debe tener una información veraz y eficaz ya que es un aspecto crítico para la buena ejecución del mantenimiento.

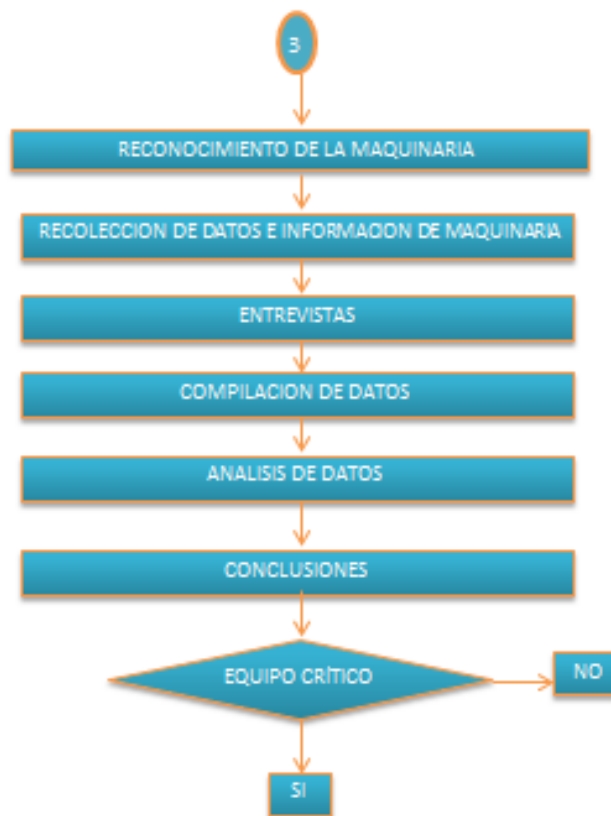
Se deja abierta la decisión de la empresa sobre la proyección del inventario de repuestos donde se recomienda la creación de los siguientes puntos:

- Inventario de repuestos primarios (partes o piezas críticas de los equipos).
- Inventario de repuestos secundarios (partes, artículos o insumos de cambios periódicos como aceites, grasa, bandas, correas, etc).
- Inventario de herramienta para el desarrollo eficaz y rápido mantenimiento

7. ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que ahorra tiempo buscando los equipo priorizan en el plan de mantenimiento sin dejar perder la vista en los elementos secundarios por tal razón se genera un diagrama de flujo para generar el plan de mantenimiento mostrado en la figura 21

Figura 21: Metodología del análisis de criticidad



7.1 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA

Es de gran importancia generar un balance en el cual se jerarquicé la maquinaria de acuerdo a su nivel de criticidad en la empresa HEFE-ACEROS; para que de esta manera se evitara el descuido de los equipos de mayor manejo y operación para impedir gastos innecesarios de dinero en maquinaria que no necesiten.

Para llevar a cabo el estudio de criticidad de la empresa HEFE-ACEROS se realizó un estudio basado en factores ponderados teniendo en cuenta el concepto de riesgo.

7.1.1 Método de factores ponderados basados en el concepto de riesgos.

Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. "Criticality Analysis Revisited", The Woodhouse Partnership, Newbury, England 1994].

Estos factores serán adecuados y evaluados mediante las condiciones que se encuentren (ver tabla 14)⁸

Tabla 144. Factores Ponderados adecuados a la empresa HEFE-ACEROS

1. Frecuencia de falla.	
Promedio mayor a 10 fallas por año.	4
Promedio 6 -10 fallas por año.	3
Promedio 2 - 6 fallas por año.	2
No más de 2 fallas.	1
2. Impacto sobre producción.	
Perdida de toda la producción.	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7
Impacto en niveles de inventario o calidad.	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción.	1
3. Tiempo promedio para reparar una falla.	
Menos de 4 horas.	1
Promedio de 4 - 6 horas.	3
Promedio de 6 - 8 horas.	5
Más de 8 horas.	7
4. Costos de mantenimiento.	
Menos de 100.000	1
Entre 100.000 - 500.000	2
Entre 500.000 - 1'000.000	4
Más de 1'000.000	6
5. Impacto en seguridad y ambiental.	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.	8

⁸ Gonzales B. Carlos Ramón. Conferencias de ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.UIS.2001.

Afecta el ambiente / instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente - seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.	1

Fuente: Conferencias Ingeniería de Mantenimiento

El método está encaminado a la ecuación:

$$\mathbf{CRITICIDAD\ TOTAL = FRECUENCIA\ DE\ FALLAS\ X\ CONSECUENCIA}$$

Ecuación 1 Criticidad Total

$$\mathbf{CONSECUENCIA = [(IMP\ OPER.\ X\ T\ PROM.) + COSTO\ MTTO + IMP\ SAH]}$$

Ecuación 2 Consecuencia

7.1.2 Listado de equipos. La lista de los activos o equipos a los que se les realizara el análisis de criticidad en la empresa HEFE-ACEROS se muestran en la tabla 13.

7.1.3 Recolección de datos. La recolección de la información fue realizada a partir de una encuesta planteada hacia la empresa y bajo la supervisión del director de proyecto y del ingeniero industrial encargado del mantenimiento de HEFE-ACEROS. Esta encuesta se realizó a tres personas en específico:

La primera es el operario de la máquina y demás personas que manipulan la misma.

La segunda es el técnico o el operario encargado de hacer el mantenimiento de la maquinaria.

La tercera es la parte administrativa que lleva una base de datos de los gastos de mantenimiento generados en las maquinas.

Tabla 155. Encuesta a la empresa HEFE-ACEROS del equipo 01ERM02

ENCUESTA DE ANALISIS DE CRITICIDAD PARA LA EMPRESA HEFE-ACEROS			
Operario	Hernando Rodríguez	Área	Corte y plegado CNC
Equipo	Cizalla hidráulica ERMAK	Código del equipo	01ERM02
Fecha	30/05/2017		
1. Frecuencia de falla.			
Promedio mayor a 10 fallas por año.			
Promedio 6 - 10 fallas por año.		X=2	
Promedio 2 - 6 fallas por año.			
No más de 2 fallas.			
2. Impacto sobre producción.			
Pérdida de toda la producción.			
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.		X=7	
Impacto en niveles de inventario o calidad.			
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción.			
3. Tiempo promedio para reparar una falla.			
Menos de 4 horas.			
Promedio de 4 - 6 horas.		X=3	
Promedio de 6 - 8 horas.			
Más de 8 horas.			
4. Costos de mantenimiento.			
Menos de 100.000			
Entre 100.000 - 500.000			
Entre 500.000 - 1'000.000		X=4	
Más de 1'000.000			
5. Impacto en seguridad y ambiental.			
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización.			
Afecta el ambiente / instalaciones.			
Afecta las instalaciones causando daños severos.			
Provoca daños menores (ambiente - seguridad).		X=3	
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente.			

$$\text{Criticidad} = (2) * ((7 * 3) + 4 + 3) = 56$$

7.2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tabla 16. Resultados análisis de criticidad

CODIGO	MARCA Y NOMBRE DEL EQUIPO	PREGUNTAS {(1)*[(2*3)+4+5]}	CRITICIDAD DE EQUIPO
01ERM01	ERMAKSAN PLEGADORA	(3)*[(4*3)+4+5]	63
01ERM02	ERMAK CIZALLA	(3)*[(4*3)+4+5]	63
01ERM03	ERMAK PLEGADORA	(3)*[(4*3)+4+5]	63
01ERM04	ERMAKSAN CIZALLA	(3)*[(4*3)+4+5]	63
02ALE03	ALEN TROQUELADORA	(3)*[(4*3)+2+5]	57
02GEK01	GEKA CIZALLA, TROQUELADORA	(3)*[(4*3)+2+3]	51
03HEF01	HEFEACEROS ESMERIL 1	(2)*[(7*2)+2+5]	42
03HEF02	HEFEACEROS ESMERIL 2	(2)*[(7*2)+2+5]	42
01COM05	COMPRESORES DE SANTANDER 1	(2)*[(7*2)+1+3]	36
06COM01	COMPRESORES DE SANTANDER 2	(2)*[(7*2)+1+3]	36
02PRE07	PRENSA 3 PLEGADORA	(2)*[(4*3)+2+1]	30
02PRE08	PRENSA 4 PLEGADORA	(2)*[(4*3)+2+1]	30
02DUL10	DULMAZLAR ENROLADORA	(3)*[(4*1)+2+3]	27
02OMZ09	OMZ7 BOXELADORA	(2)*[(7*1)+2+3]	24
02PRE06	PRENSA 2 PLEGADORA	(3)*[(4*1)+2+1]	21
02PRE05	PRENSA 1 PLEGADORA	(2)*[(4*1)+2+1]	14
02GAI02	GAIRU CALADORA	(2)*[(1*1)+2+3]	12
02NIB04	NIBBLER JUNIOR CALADORA	(2)*[(1*1)+2+3]	12
04RID01	RIDGID ROSCADORA	(2)*[(1*3)+2+1]	12
04HEF02	HEFEACEROS DOBLADORA GRAPAS	(2)*[(1*3)+2+1]	12

7.3 CONCLUSIÓN

En la tabla 16 se detectaron los equipos más críticos resaltados de color rojo como son las cizallas, plegadora y troqueles, estos equipos son los que están representando mayor costo para la empresa en la realización del mantenimiento. Además de observar equipos medianamente críticos denotados con color amarillo como esmeriles, compresores, prensa, etc.

Del análisis se pudo concluir que las maquinas más críticas de la empresa son las maquinas 01ERM01, 01ERM02, 01ERM03, 01ERM04, 02ALE03, 03GEK01. Los equipos medianamente críticos son 03HEF01, 03HEF02, 01COM05, 06COM01, 02PRE07, 02PRE08, 02DUL10, 02OMZ09, 02PRE06 y los equipos poco críticos 02PRE05, 02GAI02, 02NIB04, 04RID01 Y 04HEF02.

8. INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Con la necesidad de mejorar el manejo de la información dentro de la empresa HEFE-ACEROS se elaboraron formatos especiales para controlar los datos en cuanto a la gestión del mantenimiento de la maquinaria, se realizan los formatos que se muestran en las siguientes secciones:

8.1 FICHA TECNICA


Es el formato en que se registra la información técnica con sus variables físicas de cada máquina o equipo.

Durante en el proceso de auditorio mantenimiento se evidencio la carencia de documentación en los equipos de la empresa HEFE-ACEROS aunque algunos equipos poseen sus catálogos no se posee ficha técnica como documentación.

El formato de ficha técnica se consigna el código del equipo, nombre, fabricante, modelo o año de fabricación, peso, dimensiones, tipo de trabajo en la empresa, sistemas y subsistemas, características técnicas propias de cada equipo, características de los motores eléctricos y registro fotográfico (Ver tabla17).

En el anexo A se adjuntan las fichas técnicas de todos los equipos de la empresa con el formato mencionado anteriormente.

Tabla 17. Formato de ficha técnica

								
CÓDIGO HEFE-ACEROS:								
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO:				MODELO:				
FABRICANTE:				NOMBRE:				
CARACTERÍSTICAS								
PESO TOTAL:		DIMENSIONES		X[Largo]:		Y[Ancho]:		Z[Alto]:
TRABAJO								
CRÍTICO	TURNO	ESPORÁDICO	INTERMITENTE					
SISTEMAS								
ELÉCTRICO		VOLTAJE [V]		CORRIENTE [A]		FRECUENCIA [Hz]		
HIDRÁULICO								
REFRIGERACIÓN								
LUBRICACIÓN								
NEUMÁTICO								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
MOTORES ELÉCTRICOS								
No	FUNCIÓN	KW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
FOTOGRAFÍA DE LA MAQUINA								


8.2 ORDEN DE TRABAJO

Es el formato que se registra la información de un proceso de mantenimiento a un equipo determinado.

Durante en el proceso de auditoria mantenimiento se evidencio la carencia de documentación en los equipos de la empresa HEFE-ACEROS, algunos equipos poseen ordenes de trabajo ya que el mantenimiento es hecho por una empresa que presta el servicio de mantenimiento a HEFE-ACEROS hay procesos que no se les lleva registro.

El formato de orden de trabajo se consigna fecha, el código del equipo, nombre de solicitante, teléfono del solicitante, nombre de la empresa que realizo mantenimiento, nombre del personal que realizo mantenimiento, teléfono del mismo, descripción del proceso de mantenimiento, descripción de costos, verificación del procedimiento y observaciones (Ver tabla18).

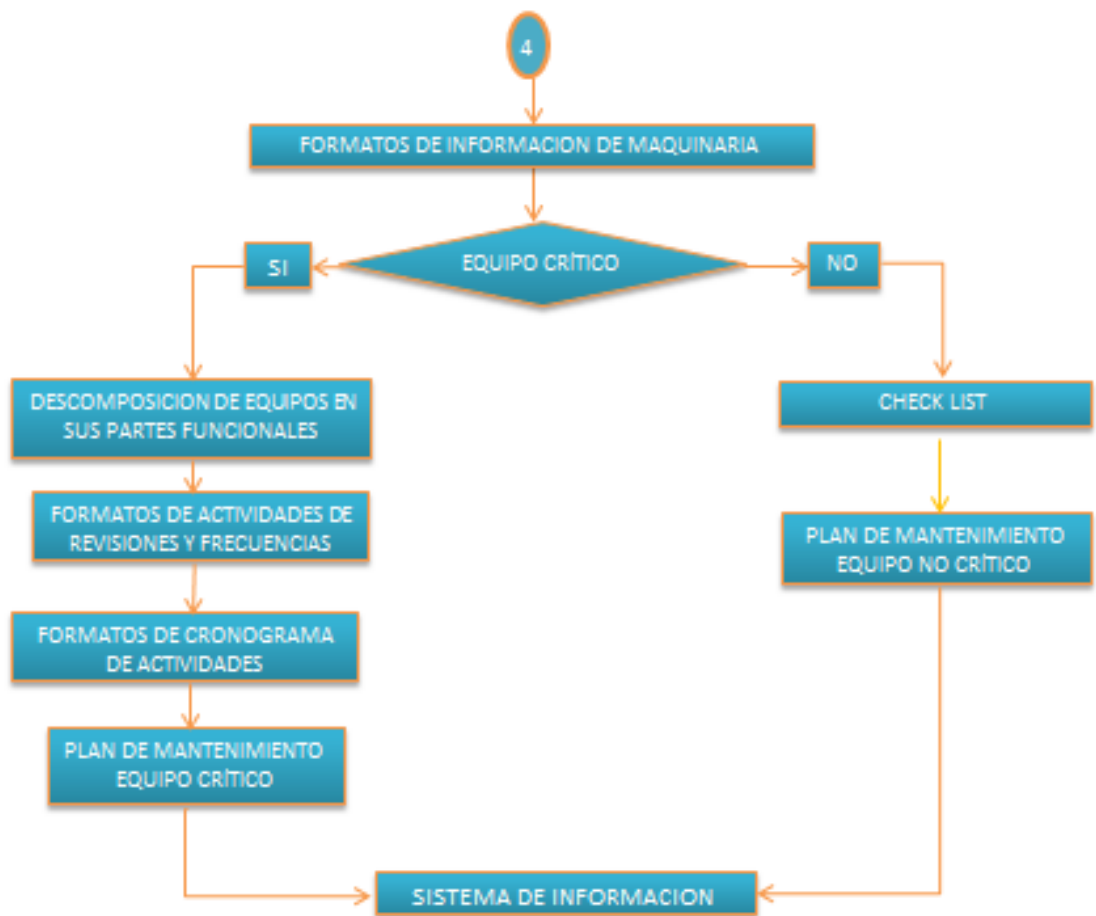
Tabla 18. Formato de orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO		FECHA					
				CODIGO HEFE-ACEROS					
Datos de la empresa				Datos de mantenimiento					
Nombre	HEFE-ACEROS			Empresa y/o persona					
Solicita				Realizado					
Teléfono				Teléfono					
Descripción del mantenimiento									
Descripción de costos									
Mano de obra	Materiales y repuestos			Indirectos	Total				
Verificación				Observaciones					
Personal			Conforme						
Realizado por:			SI	NO					
Revisado por:			SI	NO					

9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este ítem del proyecto contiene el desarrollo de la documentación del plan de mantenimiento para que la implementación del sistema de información o software que se encargara de la administración del mantenimiento en la empresa HEFE-ACEROS. Se realizó a cada uno de los equipos críticos un inventario de sus partes mantenibles para asignar formatos de revisión, actividades, cronogramas y frecuencias de mantenimiento. Este proceso fue desarrollado basado en el diagrama de flujo que muestra en la figura 22.

Figura 22. Diagrama de flujo plan maestro



9.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS EN SUS SISTEMAS

La importancia de generar un mantenimiento adecuado a los equipos tanto críticos como no críticos se hace necesario elaborar una descomposición de la maquinaria aparte del inventario y la codificación de equipos, debido a que se debe establecer las partes funcionales de cada equipo y sobre estas se realizarán las actividades específicas del mantenimiento. Lo cual realizará una mejor organización de la implementación en la metodología preventiva y correctiva además hará más eficiente los trabajos sobre las máquinas.

Se hizo para cada equipo una descomposición en subsistemas como: mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático, para realizar los formatos de revisión y de frecuencias de mantenimiento.

9.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO, REVISIÓN Y FRECUENCIAS

Se desarrollaron actividades de revisión del mantenimiento basadas en las especificaciones de los manuales y catálogos de las máquinas, además se recibieron sugerencias e información de los operarios y de las personas que realizan el mantenimiento, se logra fragmentar los equipos en una lista de partes mantenibles para así establecer las tareas que permitan el desarrollo del mantenimiento preventivo a realizar.

La información recopilada dio como resultado la elaboración de las rutinas de revisión de mantenimiento preventivo y planificación de mantenimiento correctivo, estas van entrelazadas con un análisis las cuales dan una solución eficaz a la falla y dan un soporte al plan de mantenimiento en general.

En este formato se encuentra información general del equipo, aparte de la descomposición del equipo en sus sistemas mantenibles además de las tareas básicas de revisión y su frecuencia (Ver tabla 20).

En el anexo B se adjuntan los formatos de mantenimiento, revisión y sus frecuencias de todos los equipos de la empresa con el formato mencionado anteriormente.

Tabla 20. Formato de actividades de mantenimiento.


		FORMATO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO			
DATOS DEL EQUIPO					
Código HEFE-ACEROS:		Registro fotografico			
Nombre:					
Modelo:					
Trabajo:					
Informar al jefe de planta sobre cualquier defecto e irregularidad observados antes, durante o finalizado el trabajo de la maquina o equipo.					
SISTEMAS DEL EQUIPO					
Mecánico		Eléctrico		Hidráulico o neumático	
1.		1.		1.	
2.		2.		2.	
3.		3.		3.	
REVISIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO					
REVISIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIAS					
Diarias					
Semanales					
Mensuales					
Trimestral					
Semestral					

9.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento debe generar un cronograma de actividades en el cual se estableció bajo el calendario anual y durante 12 meses, las labores de mantenimiento fueron establecidas y tabuladas con su frecuencia como se puede observar en la tabla 21.

En el anexo C se adjuntan los cronogramas de todos los equipos de la empresa con el formato mencionado anteriormente.

Tabla 21. Formato de cronograma actividades de mantenimiento.

			CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																																			
			Código HEFE-ACEROS:																																																			
			Nombre:																																																			
Sistema	Componente del sistema	Actividad	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Mecánico																																																						
Hidráulico																																																						
Eléctrico																																																						


9.4 CHECK LIST

En el mantenimiento existen actividades diarias que deben realizarse sobre los equipos, estas deben hacer parte de la implementación del plan de mantenimiento ya que recolectan información diaria para la base de datos, la cual nos da una visión de cómo se realizan las actividades de mantenimiento ya que es necesario llevar un historial para detectar cuáles serían las posibles fallas del equipo para el mejoramiento del mismo y todo esto se realiza mediante un formato llamado check list (lista de chequeo).

En este formato esta la información general de la máquina, responsable, hora de inicio y finalización, sistema, componente del sistema, actividad, check o revisado, y observaciones como se puede observar en la tabla 22.

En el anexo D se adjuntan las listas de chequeo de todos los equipos de la empresa con el formato mencionado anteriormente.

Tabla 17. Formato de lista de chequeo.

		Código HEFE-ACEROS:			
		Nombre:			
		Fecha:			
		Lista de chequeo No. _____			
Responsable:			Teléfono:		
Hora de inicio:			Hora de finalización:		
Sistema	Componente del sistema	Actividad	Revisado		Observaciones
			SI	NO	
Mecánico					
Hidráulico					
Eléctrico					

9.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS CRITICOS Y NO CRÍTICOS

El mantenimiento está encausado gracias al análisis de criticidad por tal razón el plan de mantenimiento generado para un equipo crítico es diferente que para un

equipo no crítico debido a que el tiempo de paradas y costos del mantenimiento son variables pequeñas correspondientemente.

9.5.1 Mantenimiento preventivo en equipos críticos. El mantenimiento en los equipos críticos se desarrollará de la siguiente forma:

- Descomposición de los equipos en sistemas.
- Elaboración de las actividades de mantenimiento revisión y frecuencias.
- Elaboración de cronogramas actividades de mantenimiento.
- Elaboración de lista de chequeo.

9.5.2 Mantenimiento preventivo en equipos no críticos. El mantenimiento en los equipos no críticos y algunos medianamente críticos se desarrollará de la siguiente forma:

- Elaboración de lista de chequeo general para tareas básicas diarias como engrase, limpieza basado en inspecciones visuales y auditivas en general.
- Elaboración de las actividades de mantenimiento revisión y frecuencias según el criterio del encargado del mantenimiento basado en inspecciones visuales y auditivas en general.
- Elaboración de cronogramas actividades de mantenimiento según el criterio del encargado del mantenimiento basado en inspecciones visuales y auditivas en general.

9.6 INDICADOR DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión son alarmas estadísticas las cuales dan una visión al responsable del mantenimiento de los aspectos que se quieren mejorar debido a que sus números sean bajos, intermedios o altos para dar conclusiones de cada aspecto. En este proyecto se como medida de la implementación del plan de

mantenimiento preventivo a la empresa HEFE-ACEROS se establecieron tres indicadores de gestión como se muestra a continuación:

Nombre del indicador: Disponibilidad

Objetivo del indicador: Medir la probabilidad de que un equipo opere satisfactoriamente en un tiempo determinado.

Encargado del cálculo del indicador: jefe de mantenimiento

Periodo de cálculo: Mensual

Evaluación con producción: Mensual

Evaluación con gerencia: Trimestral

Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que está en receso.

La disponibilidad se define en términos matemáticos, mediante el índice de disponibilidad, como de probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un periodo de tiempo dado.⁹

$$\text{Indice de disponibilidad} = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

TPEF: Tiempo promedio entre fallas

TPEF: Tiempo promedio para reparar

Nombre del indicador: Mantenibilidad

Objetivo del indicador: Medir el tiempo promedio que se requiere para una reparación

Encargado del cálculo del indicador: jefe de mantenimiento

⁹ Gonzales B. Carlos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Cap. IX. Indicadores de gestión. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.UIS.2013.

Periodo de cálculo: Mensual

Evaluación con producción: Mensual

Evaluación con gerencia: Trimestral

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesta en condiciones operacionales en un periodo de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha fallado, pueda ser reparado en un periodo de tiempo dado, este tiempo no es otro que el TPPR.

$$\text{Mantenibilidad o TPPR} = \frac{\sum_1^{NP} TFS}{NP}$$

NP: Es el número de veces que se arranca el equipo por eventos no programados. Es igual al número de fallos durante el tiempo de evaluación.

TFS: Es el tiempo de las averías o daños imprevistos. Es un tiempo que debe minimizarse.

La mantenibilidad, entonces, “Se caracteriza por el tiempo promedio para reparar”, el TPPR¹⁰

Nombre del indicador: Confiabilidad

Objetivo del indicador: Medir que un equipo no falle durante un tiempo dado

Encargado del cálculo del indicador: jefe de mantenimiento

Periodo de cálculo: Mensual

Evaluación con producción: Mensual

Evaluación con gerencia: Trimestral

¹⁰ Gonzales B. Carlos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Cap. IX. Indicadores de gestión. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.UIS.2013.

La confiabilidad puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un periodo de tiempo dado. El tiempo promedio entre fallas (TPEF) es un indicativo de la confiabilidad; entre más alto sea el TPEF, mayor es la confiabilidad.

$$\text{Confiabilidad o TPEF} = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$$

NO: Es el número de veces que se arranca el equipo por acciones programadas

TEO: Es el tiempo del equipo en operación. El objetivo aquí es que este tiempo sea lo máximo posible, pero en general. Además de ello que sea bien aprovechado. Es un tiempo que debe maximizarse.¹¹

¹¹ Gonzales B. Carlos Ramón. Ingeniería de mantenimiento. Cap. IX. Indicadores de gestión. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander.UIS.2013.

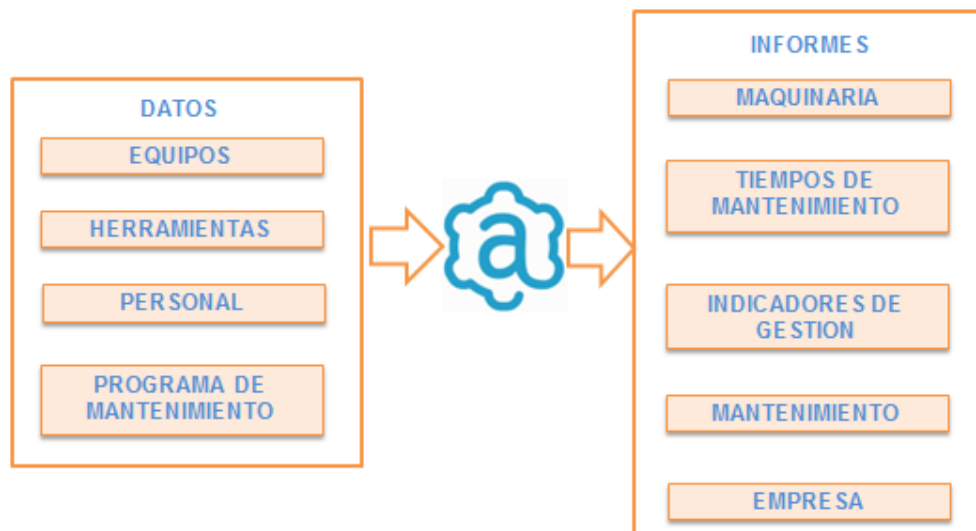
10. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN

El objetivo primordial planteado en este proyecto es la implementación de sistema de información para el plan de mantenimiento preventivo como una solución a la problemática de la empresa HEFEACEROS; enfocados en los resultados que genero el plan de mantenimiento sobre la empresa en cuanto la parte administrativa y productiva.

Como solución se planteó y desarrollo la compra de un sistema de información o Software llamado SAIM (Software de Administración en Ingeniería de Mantenimiento) el cual está basado en la plataforma ACCESS, en este se compilara la información obtenida de la empresa a manera de inventarios, codificación de equipos, análisis de criticidad y formatos de los equipos en el desarrollo del plan de mantenimiento.

Este programa facilitara la administración diaria de los equipos de la empresa ya que posee una interacción con el usuario de gran facilidad y rápida. Este posee los módulos mencionados en el objetivo primordial como se muestra en figura 23.

Figura 23. Sistema de información



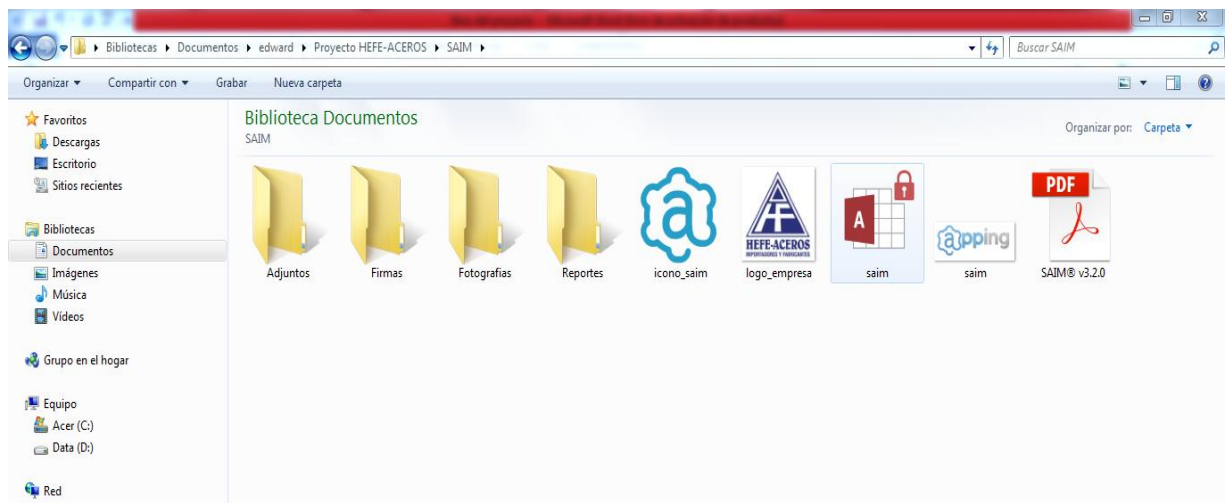
10.1 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Microsoft Access es un sistema de gestión de bases de datos incluido en el paquete ofimático denominado Microsoft Office. Igualmente, es un gestor de datos que recopila información relativa a un asunto o propósito particular, como el seguimiento de pedidos de clientes o el mantenimiento de una colección de música, etcétera. Está pensado en recopilar datos de otras utilidades (Excel, Word, SharePoint, etcétera) y manejarlos por medio de las consultas e informes¹².

10.2 INGRESO AL PROGRAMA

Para ingresar al software, solo debemos abrir el icono que se encuentra en el escritorio del computador administrador o en la carpeta Edward, proyecto HEFE-ACEROS, SAIM y automáticamente se tendrá acceso al programa. (Ver figura 24)

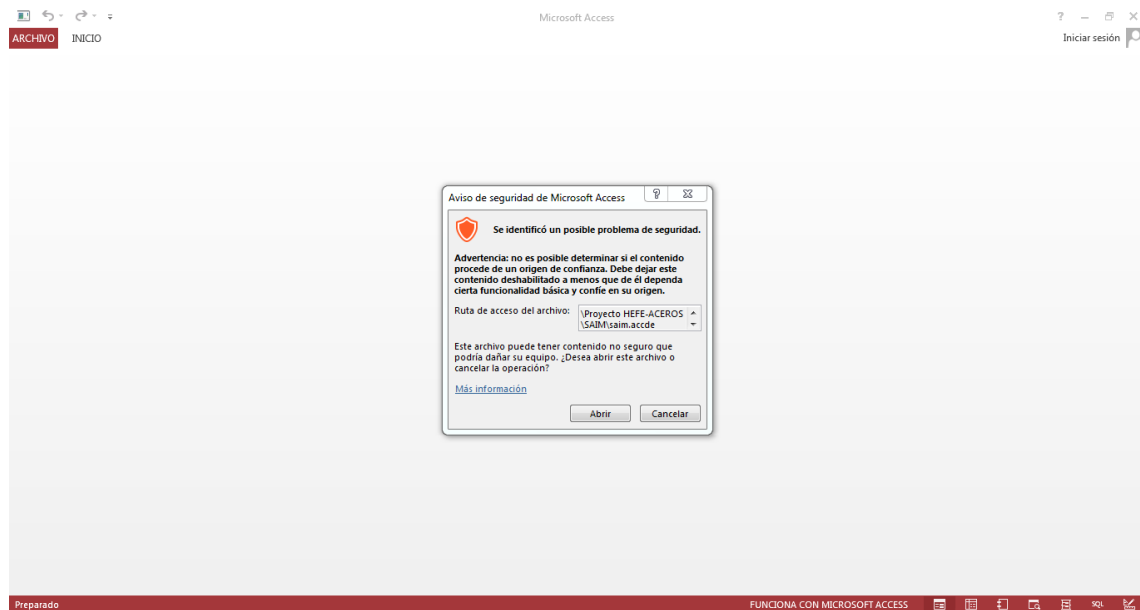
Figura 24. Ubicación de archivo de apertura de SAIM



¹² WIKIPEDIA. Microsoft Access, Disponible en internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access> [Citado el 20 de Octubre de 2016].

10.2.1 Pantalla de advertencia. Siempre se abrirá para el administrador una pantalla en la cual dirá que se identificó un posible problema de seguridad como advertencia al cual se le hará clic en abrir para continuar. (Ver figura 25)

Figura 25. Pantalla de advertencia de apertura de SAIM

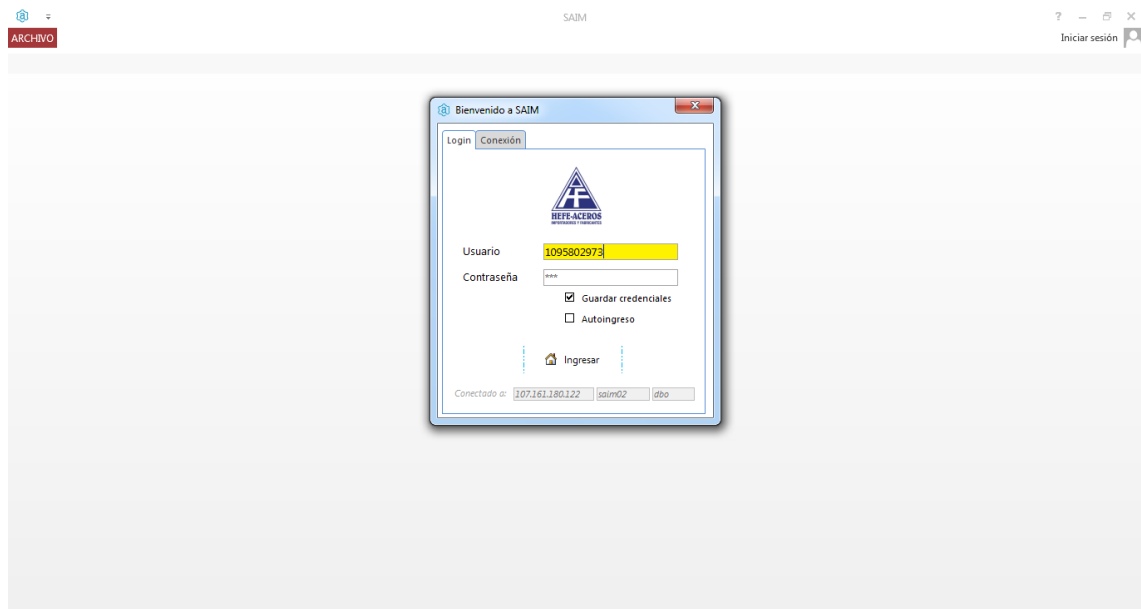


10.2.2 Usuarios. En esta sección del ingreso al programa hay dos alternativas posibles:

Es ingresar primero dando el usuario que es en lenguaje numérico y después la contraseña también en el mismo lenguaje y darle ingresar.

Es ingresar y tener la opción auto ingreso en la cual ya se tuvo que haber dado en la opción guardar credencial y SAIM ingresara automáticamente. (Ver figura 26)

Figura 26. Ingreso de usuario y contraseña en SAIM



10.3 MODULOS DEL PROGRAMA

10.3.1 Pantalla de inicio. En esta pantalla se encuentra todo el menú principal como:

OT orden de trabajo

HVA hojas de vida de activos

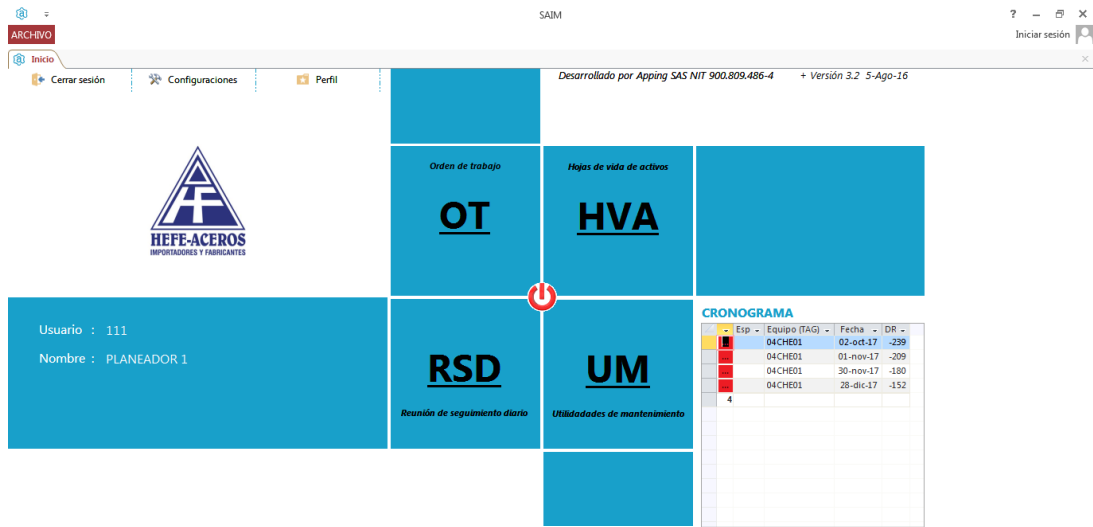
UM utilidades de mantenimiento

RSD reunión de seguimiento diario

Cronograma del día

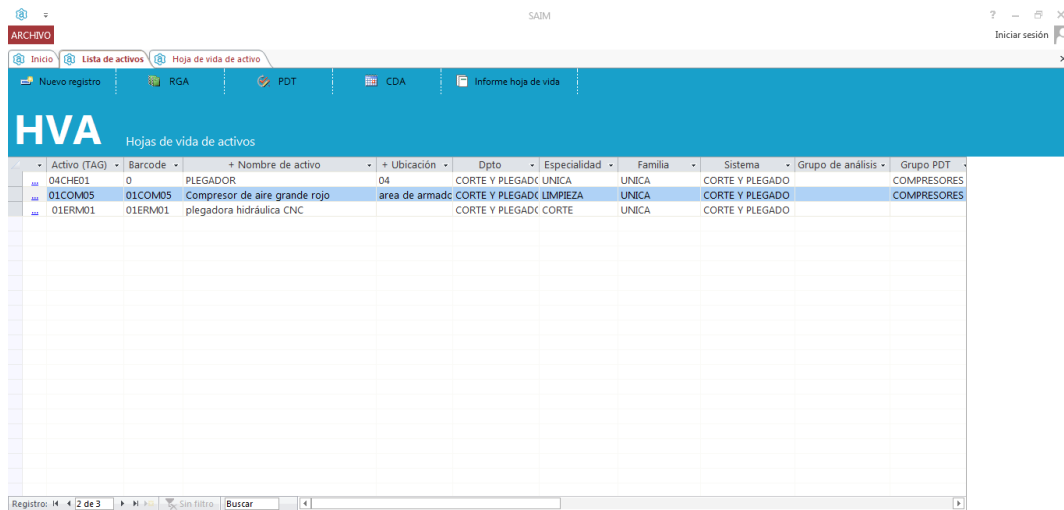
Además opciones secundarias del mismo como: cerrar sesión, configuraciones y perfil. (Ver figura 27)

Figura 27. Pantalla de inicio SAIM



10.3.2 Hojas de vida de activos. En este módulo se encuentra consignada toda la información de cada activo (maquina o equipo) de la empresa HEFEACEROS. (Ver figura 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34)

Figura 28. Módulo HVA en SAIM



Como se pudo observar se contiene información detallada de cada equipo partiendo de tener una ficha técnica la cual SAIM crea un listado de todos los activos para así obtener la información rápida y efectivamente. (Ver figura 28)

Figura 29. Ficha técnica SAIM

The screenshot displays the SAIM software interface for a technical data form. The form is titled "HVA Hoja de vida de activo" and is divided into several sections:

- DATOS DE IDENTIFICACIÓN (Campos obligatorios):** Includes fields for "Activo (TAG)" (01COM05), "Nombre completo" (Compresor de aire grande rojo), "Usuario" (HEFE-ACEROS), "Fecha creación" (16/05/2018 06:59:16 p.m.), "Marca" (Compresores de Santander), "Modelo" (2002), "Serie", "Centro de costo", "Area/Ubicación" (area de armado), "Autor" (PLANEADOR 1), "Departamento" (CORTE Y PLEGADO CNC 01), "Agrupación" (EQUIPOS AUXILIARES), "Especialidad" (LIMPIEZA), "Familia" (UNICA), "Sistema" (CORTE Y PLEGADO), "Grupo de análisis", "Grupo PDT" (COMPRESORES), and "Función/Servicio".
- DATOS TÉCNICOS:** Includes fields for "Cédula/Barcode" (01COM05), "Motor" (Electrico), "Potencia/Capacidad" (5 HP), "Alimentación" (220 V), "Velocidad/RPM" (1500 RPM), "Peso" (150 Kg), and "AltAnchoxProfun" (1200x1600x600).
- DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING:** Includes fields for "Proveedor" (COMPRESORES DE), "Pais de origen" (COLOMBIA), and "Fecha fabricación".
- OTROS:** Includes fields for "Verificación" (0), "Calibración" (0), and "Equipo patron" (Activo).
- CAMPOS ADICIONALES:** A table with columns "Campo" and "Valor". It contains the following data:

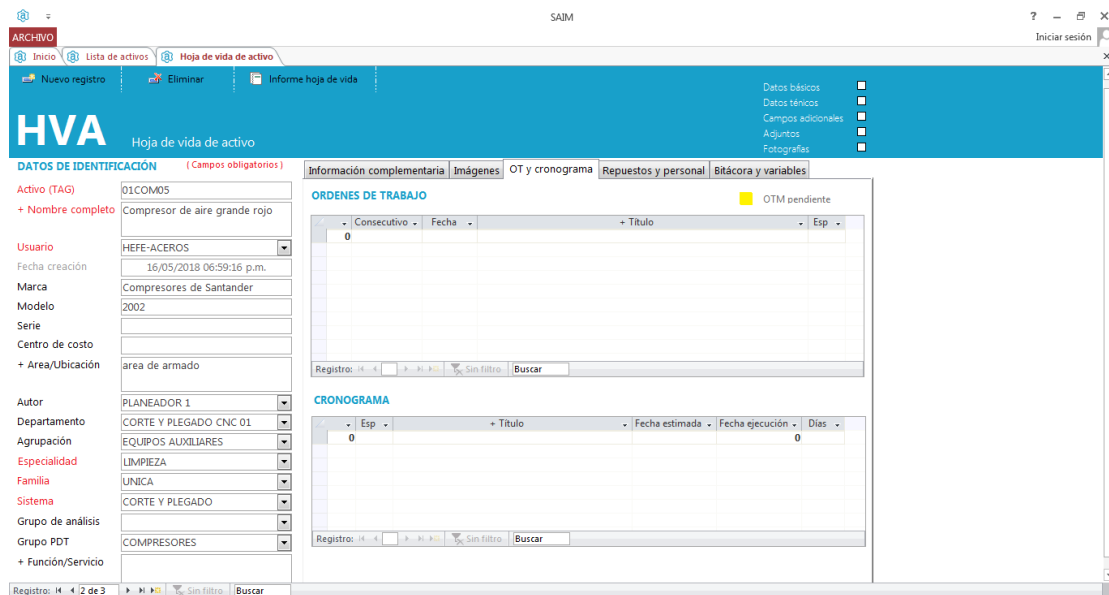
Campo	Valor
Presion de trabajo	120 psi
Máxima presión	135 psi
Caudal	210 t/min
Capacidad del tanque	100 lt
- OBSERVACIONES Y ADJUNTOS:** A list of observations. One observation is highlighted in yellow: "Este equipo se encuentr en la zona de corte debido a la necesidad de limpieza" with an attachment icon (att).

Se ingresa a la ficha técnica del equipo dando clic en los puntos ubicados al costado derecho de cada equipo se abrirá un menú en ellos se encuentra una gran cantidad de espacios los cuales se diligencian migrando la información de la ficha técnica anteriormente realizadas. (Ver figura 29)

En este menú se encuentra una gran cantidad de pestañas en la parte izquierda las cuales son información necesaria de la maquinas parecerían que son parte de otros módulos pero SAIM entrelaza los módulos para poder generar retroalimentación de información.

Una de esta pestañas son las ordenes de trabajo y cronogramas de trabajo en esta menú se encuentra una pequeña reseña mas no el formato de orden de trabajo al igual que el cronograma como se ve en la figura 30.


Figura 30. Ordenes de trabajo y cronograma SAIM



En este menú encontramos la evidencia de las órdenes y el cronograma de los mismos ya que cada vez que sea necesario crear una orden de trabajo o tarea del cronograma se debe acceder al propio menú de la opción.

En el menú superior derecho se encuentra una opción llamada informe de hoja de vida la cual al darle clic nos direcciona a un formato PDF de la hoja de vida en la cual la primera hoja se encuentra la ficha técnica y en las siguientes se encuentran los procesos realizados con sus respectivas informaciones detalladas. (Ver figura 31)

Figura 31. Hoja de vida SAIM



Informe de hoja de vida

01COM05

Desde 01-may-18

Hasta 29-may-18

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre corto (TAG)	01COM05	Autor	PLANEADOR 1
Nombre completo	Compresor de aire grande rojo	Departamento	CORTE Y PLEGADO CNC 01
		Agrupación	EQUIPOS AUXILIARES
Usuario	HEFE-ACEROS	Especialidad	LIMPIEZA
Fecha creación	16/05/2018 08:59:16 p.m.	Familia	UNICA
Marca	Compresores de Santander	Sistema	CORTE Y PLEGADO
Modelo	2002	Grupo de análisis	
Serie		Grupo PDT	COMPRESORES
Centro de costo		Fundón/Servicio	
Area/Ubicación	area de armado		

DATOS TÉCNICOS

Cédula/Barcode	01COM05
Motor	Eléctrico
Potencia/Capacidad	5 HP
Alimentación	220 V
Velocidad/RPM	1500 RPM
Peso	150 Kg
AltoxAnchoxProfun	1200x1600x600


DATOS DE ORIGEN Y OUTSOURCING


Proveedor	COMPRESORES DE SANTANDER
País de origen	COLOMBIA
Fecha fabricación	

OTROS

Verificación	0	Patrón	<input type="checkbox"/>
Calibración	0	Activo	<input type="checkbox"/>

DATOS TÉCNICOS





No se encontró la imagen

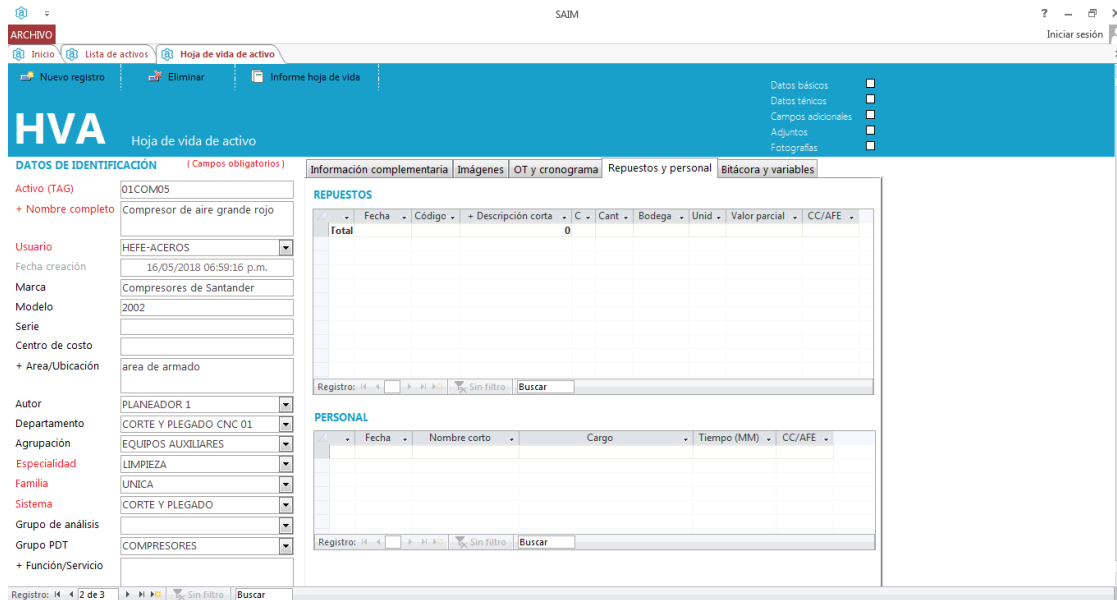
Informe de hoja de vida: 0100 M05. Impreso en 23.05.18 por 02 el 29-may-18 10:09:22

Página 1 de 2

La siguiente pestaña es la de repuestos y personal la cual se consigna todo lo relacionado con el personal involucrado en el día a día ya sea operario o personal

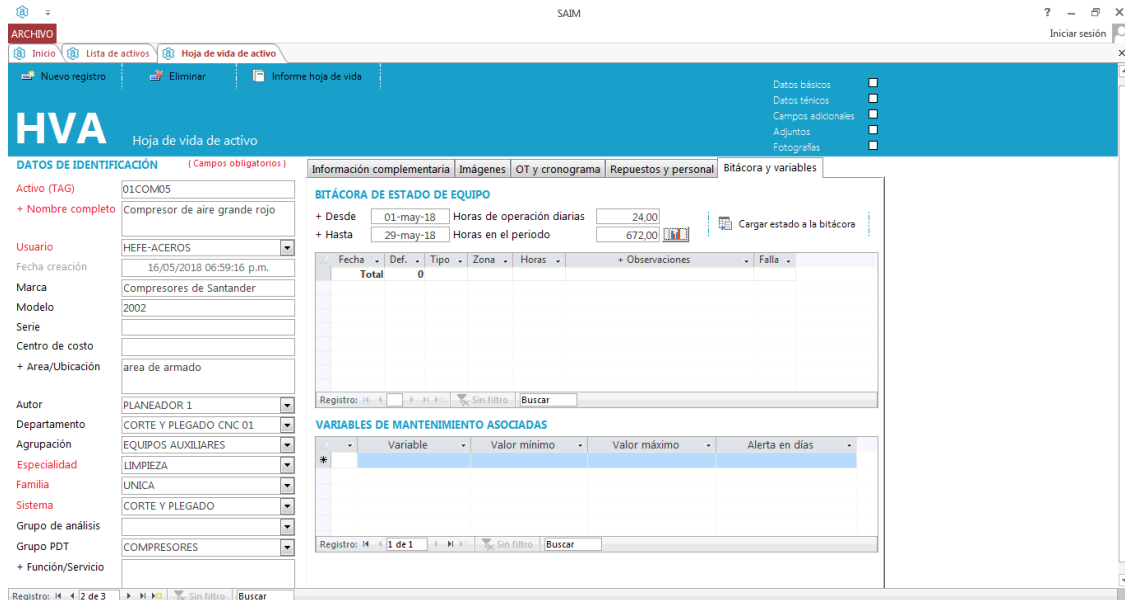
de mantenimiento. También se introduce información detallada del inventario de repuestos ya sean comprados o de reserva. (Ver figura 32)

Figura 32. Inventarios de repuestos y personal SAIM



En la última pestaña se encuentra la bitácora y variables en esta pestaña se encuentra un seguimiento a las variables creando alarmas si no se obtienen valores promedio y también da una bitácora específica de una o varias variables para así generar un plan de ataque a las mismas si no se posee en el rango de los límites deseados. (Ver figura 33)

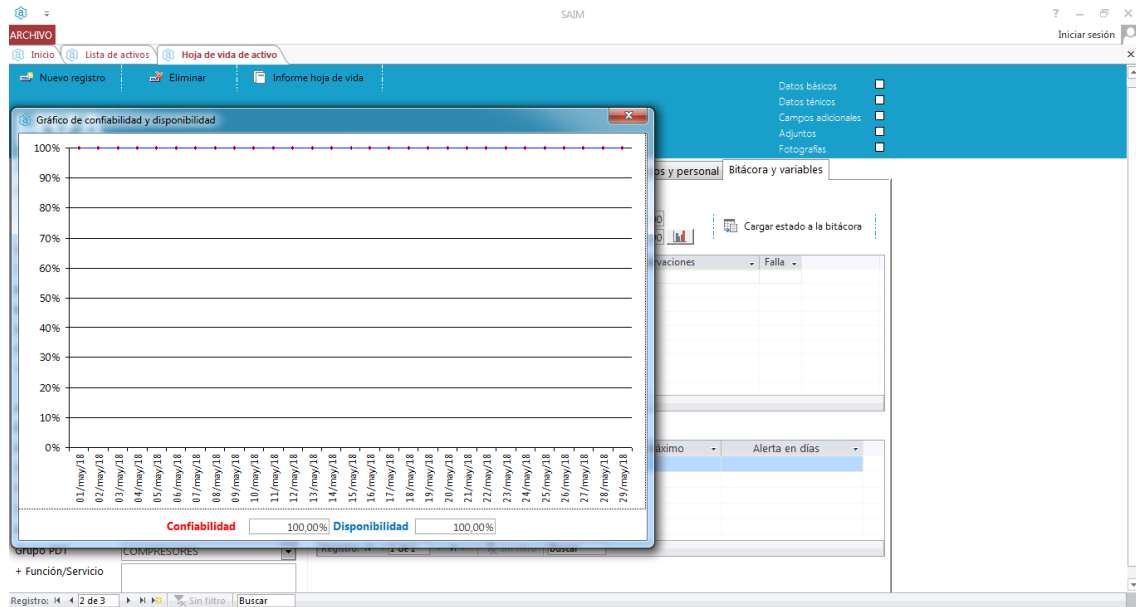
Figura 33. Análisis de variables o indicadores del equipo SAIM



10.3.3 Indicadores de gestión. En este ítem se encuentra consignado dentro del módulo de HDV en la parte intermedia izquierda se encuentra un icono con unos gráficos en un recuadro, al darle clic se abrirá una pequeña pantalla con graficas del confiabilidad y disponibilidad del activo (maquina o equipo) de la empresa HEFEACEROS.

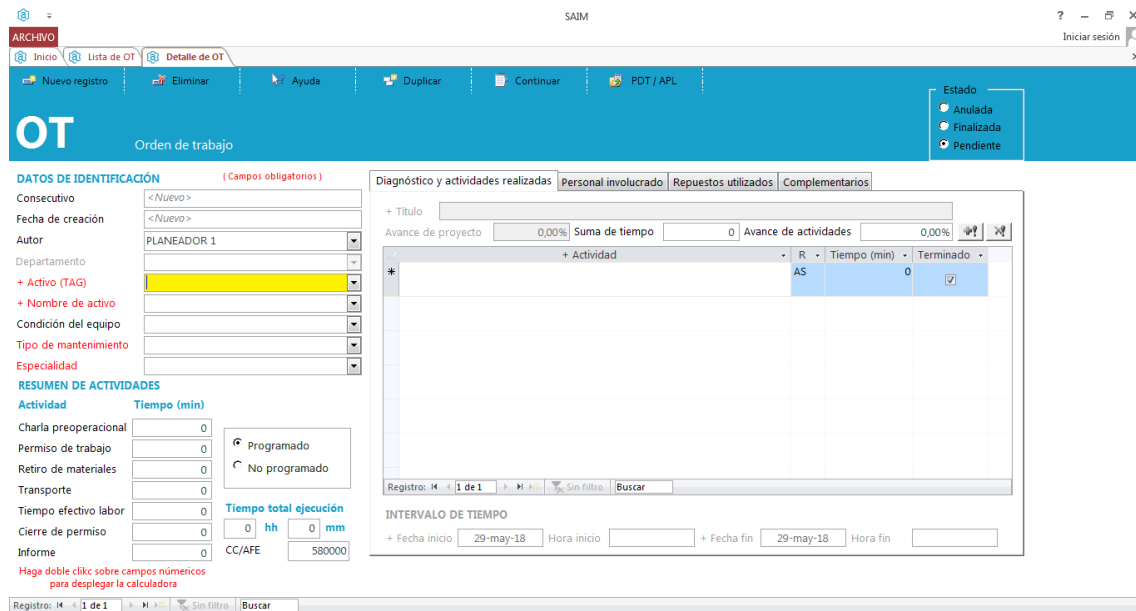
Estos indicadores se darán en porcentaje además de frecuencia la cual será implantada por el administrador del Software. (Ver figura 34)

Figura 34. Indicadores de gestión del equipo SAIM



10.3.4 Ordenes de trabajo. En este módulo se encuentra consignada toda la información específica de cada orden de trabajo de cada activo. (Ver figura 35)

Figura 35. Módulo OT en SAIM



10.4 CAPACITACIÓN

Para la culminación de este proyecto, se realizó una capacitación en la empresa HEFE-ACEROS en presencia de todos los empleados de la misma. Especialmente con los operarios y personal del mantenimiento se desarrolló a manera de exposición, en la cual se relacionó a cada asistente con la importancia de la metodología del mantenimiento preventivo, se dio a conocer el desarrollo del proyecto y los trabajos realizados para mostrar la consecución y conclusión del mismo.

Se realizó una jornada de familiarización al encargado del mantenimiento con el sistema de información y además la socialización del programa con los demás empleados para así hacer mostrar a todos como participantes principales para que la información recolectada en el Software sea veraz y eficiente.

También se recalcó que los cambios planeados sobre la empresa HEFE-ACEROS no se verán rápidamente ya que es un proceso en la nueva metodología del mantenimiento. Debido a que los procesos antiguos que tenía la empresa eran netamente correctivos y no se socializaba con los empleados los resultados que daba esta metodología. Se deben seguir las indicaciones dadas para que agilizar el proceso y acortar el plazo de los beneficios.

11. COSTOS Y VIABILIDAD DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para el desarrollo total del proyecto diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa HEFE-ACEROS e implementación del sistema de información para la mejora de la gestión del mantenimiento de la empresa HEFE-ACEROS, es importante realizar un estudio de costos y viabilidad. En los costos tenemos ítem necesarios como mano de obra, compra de equipos nuevos para la creación del departamento, capacitación, compra del sistema de información, servicios necesarios como internet y electricidad y al final los varios en los se encuentran gastos no especificados como transporte. (Ver figura 23)

Tabla 18. Inversión para el plan de mantenimiento

ÍTEM	VALOR
Personal de trabajo	3'800.000.00
Equipos (Computador, impresora)	3'200.000.00
Software	3'600.000.00
Capacitación	2'400.000.00
Servicios (internet, electricidad)	1'200.000.00
Otros	3'200.000.00
Total	17'400.000.00

Para realizar el estudio de viabilidad del plan de mantenimiento, inicialmente es necesario determinar la inversión mencionada en la tabla 23 la cual se debe aportar para su ejecución. También se tiene que tener algunos parámetros para el cálculo de la viabilidad. Con una estimación del flujo de caja, se necesitan tres parámetros los cuales son: la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y el plazo de recuperación (PAY-BACK).

Se plantea un tiempo máximo de 12 meses para la recuperación de la inversión, con una tasa de interés del 2,1% mensual, un interés de ganancia del 2,5% y un

interés de deuda del 1,9%. Los valores calculados para obtener el tiempo de recuperación de la inversión se verán en la siguiente tabla.

Tabla 19. Análisis de inversión

ANALISIS DE INVERSION						
INVERSION: 1740000				TASA DE INTERES: 2%		
TIEMPO: 12 MESES				INTERES DE GANANCIA: 2,3%		
				INTERES DE DEUDA: 1,7%		
MESES	INVERSION	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO DE CAJA	VALOR ANUAL	ACUMULADO
0	-17400000			-17400000	-17400000	-17400000
1		5300000	1600000	3700000	3627451	-13772549
2		5421900	1627200	3794700	3647347	-10125202
3		5546604	1654862	3891741	3667274	-6457928
4		5674176	1682995	3991181	3687234	-2770694
5		5804682	1711606	4093076	3707225	936531
6		5938189	1740703	4197486	3727247	4663778
7		6074768	1770295	4304472	3747302	8411080
8		6214487	1800390	4414097	3767389	12178469
9		6357421	1830997	4526424	3787509	15965978
10		6503641	1862124	4641517	3807661	19773639
11		6653225	1893780	4759445	3827846	23601485
12		6806249	1925974	4880275	3848063	27449548
					VAN	27449548
					TIR	20,85%
					PAYBACK	5

Con los resultados observados en anterior la tabla se puede deducir que al ser el VAN > 0, la TIR mayor que el interés de la empresa (16%) y el pay-back de 5 meses, se obtiene que la implementación del software de mantenimiento en la empresa es viable y su inversión se recuperaría en tan solo 5 meses.

12. CONCLUSIONES

- Se desarrolló un fortalecimiento en los vínculos entre la universidad industrial de Santander y la empresa santandereana en especial con la empresa HEFEACEROS, generándole al estudiante la aplicación de sus conocimientos adquiridos en su vida universitaria, creando soluciones a la industria del sector de transporte mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo sobre las máquinas y equipos, para facilitar el desarrollo de los procesos productivos y la minimización de costos y tiempos.
- Se realizó un diagnóstico de la gestión del mantenimiento basado en una auditoria de la efectividad del mantenimiento en la empresa HEFE-ACEROS con el objeto de analizarla basados en los departamentos establecidos en la empresa.
- Se concluye después del análisis respectivo de la auditoria de la efectividad del mantenimiento se identificaron los aspectos relevantes los cuales se debieron abordar inmediatamente para la mejora de la gestión del mantenimiento actual de la empresa HEFE-ACEROS. Anteriormente la empresa en su mayoría tenía un plan de mantenimiento correctivo el cual fallo en 5 de los 6 aspectos evaluados. Los cuales en arrojan resultados deficientes en los aspectos fallidos y un resultado aceptable en el aspecto superado.
- Se realizó un inventario en la empresa HEFE-ACEROS de 20 máquinas y equipos de la zona de manufactura y ensamble con su respectivo diseño de codificado y se dejaron sugerencias para la creación de un inventario de repuestos y herramienta para la elaboración del mantenimiento.
- Se realizó un análisis de criticidad de la empresa HEFEACEROS a todos los activos de manufactura y equipos en la zona de producción de manufactura de partes, y zona de ensamble basados en el concepto de disponibilidad y uso.

- Del análisis de criticidad se pudieron identificar 6 máquinas las cuales son críticas de la empresa y 14 equipos que son medianamente o poco críticos y estos son: los críticos 01ERM01, 01ERM02, 01ERM03, 01ERM04, 02ALE03, 03GEK01, los equipos medianamente críticos 03HEF01, 03HEF02, 01COM05, 06COM01, 02PRE07, 02PRE08, 02DUL10, 02OMZ09, 02PRE06 y los equipos poco críticos 02PRE05, 02GAI02, 02NIB04, 04RID01 Y 04HEF02 los cuales arrojan 30% (críticos), 45% (medianamente críticos) y 25% (poco críticos).
- Se diseñaron y elaboraron los formatos: hoja de vida de los equipos, orden de trabajo, ficha técnica, actividades de mantenimiento, cronograma de mantenimiento y Check List lo cual genero una mejor organización de toda la información a implementar el software para la gestión del mantenimiento en la empresa.
- Se adquirió un Software o sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa HEFE-ACCEROS, llamado SAIM (Software de Administración en Ingeniería de Mantenimiento) empleando la plataforma de Microsoft Access. Programa que evolucionara de la etapa correctiva a la preventiva además de la mejora en la gestión del mantenimiento.
- Se realizó una capacitación a todos los empleados de la empresa HEFE-ACEROS, especialmente a los operarios y el personal encargado del mantenimiento. Se les documentó enseñándoles a diligenciar los formatos y relaciono con el sistema de información con énfasis en la importancia del mantenimiento preventivo en la empresa.

13. RECOMENDACIONES

- Para un adecuado manejo y realización del plan de mantenimiento, se requiere que se asigne una persona calificada en logística, para la planeación y programación de las actividades de mantenimiento.
- Es de suma importancia consolidar la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa y cambiar la fase del mantenimiento correctivo.
- Se deja la idea a la empresa de formar un pequeño espacio para que se genere el taller de mantenimiento ya que es necesario para tener el inventario de repuesto, herramientas para el desarrollo del mantenimiento y la oficina de mantenimiento.
- Se debe generar en los operarios una comunicación con la parte de mantenimiento ya que ellos son los que pasan el día a día con la maquinaria y deben dar información veraz y eficaz de las fallas.
- El software SAIM deja la puerta abierta para expandir el plan de mantenimiento ya que se debe seguir el proceso de evolución.
- SAIM realizará una administración buena siempre y cuando se lleve la información de manera ordenada y sin contratiempos.

BIBLIOGRAFÍA

BAYONA SOLANO, Kelvin Andrés, Plan de mantenimiento preventivo para la empresa Plastibarranca s.a. y desarrollo de su sistema de información para la gestión del mantenimiento. Universidad Industrial de Santander.UIS.2016.P.29.

BORRAS PINILLA, Carlos. Ingeniería de Mantenimiento. En: Asignatura de Ingeniería de Mantenimiento. (2013: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2013. 291p

ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento. Chile: Universidad de Talca, 2008, 140 p.

GUERRA BENJUMEA, Jorge Enrique. Bejarano Carvajal, David Antonio. Plan de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Pladesan LTDA. Bucaramanga.2014.87p Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos, Presentación y referencias bibliográficas. Bogotá D.C.: ICONTEC, 2008. 110 p. ISBN 978-958-9383-81-0.


LOZANO LEÓN, Diego. Diseño de un programa para la gestión e implementación de un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa Belmarautopartes Ltda. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2016. 119 p.

PINZÓN, José Luis y RUIZ VELASQUEZ, Miguel. Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Trenzahilos S.A.S. Proyecto de grado. Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga, 2014. 142 p.

ROS MORENO, Antonio. Historia y evolución del mantenimiento Disponible en internet:< <https://goo.gl/2PSaLx> >.

ANEXOS

Anexo A. Fichas técnicas de los equipos

								
CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01COM05								
DATOS DEL EQUIPO								
EQUIPO: Compresor de aire				MODELO: 2002				
FABRICANTE: Compresores de Santander				NOMBRE: Compresor grande rojo				
CARACTERISTICAS								
PESO TOTAL: 150 kg		DIMENSIONES		X[Largo]:600mm		Y[Ancho]:1600mm		Z[Alto]: 1200mm
TRABAJO								
CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
SISTEMAS								
ELÉCTRICO		X	VOLTAJE [V]: 220		CORRIENTE [A]		FRECUENCIA [Hz]: 50	
HIDRÁULICO								
REFRIGERACIÓN								
LUBRICACIÓN								
NEUMÁTICO								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
Presión de trabajo			100psi		Caudal		210lt/min	
Máxima presión			135psi		Capacidad del tanque		100lt	
MOTORES ELÉCTRICOS								
No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220	14	1500	50	SIEMENS	2001



CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01COM05



CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM01

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Plegadora hidráulica CNC	MODELO: 2015
FABRICANTE: ERMAKSAN	NOMBRE: Dobladora de lámina CNC

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 10600 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:4550mm	Y[Ancho]:2250mm	Z[Alto]: 2850mm
----------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO	X	TURNO		ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	---	-------	--	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]: 160	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				



CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM01

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de pliegue	3100mm	Velocidad de flexión	11mm/s
Capacidad de pliegue	11mm	Velocidad libre de bajada	180mm/s
Capacidad máxima	220ton	Velocidad de regreso	160mm/s
Presión del sistema	290bar	Volumen de aceite	300lt
Altura de la meza	900mm	Distancia de pliegue posterior	800mm/160mm

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	kW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	22	220	118		60		
2	Motor secundario	1.1	220	78		60		



CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM02

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Cizalla hidráulica CNC	MODELO: 2008
FABRICANTE: ERMAKSAN	NOMBRE: Cortadora de lámina CNC gris

CARACTERÍSTICAS

PESO TOTAL: 7000 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:3800mm	Y[Ancho]:2200mm	Z[Alto]: 1600mm
---------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------



CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM02

TRABAJO

CRÍTICO	X	TURNO		ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	---	-------	--	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

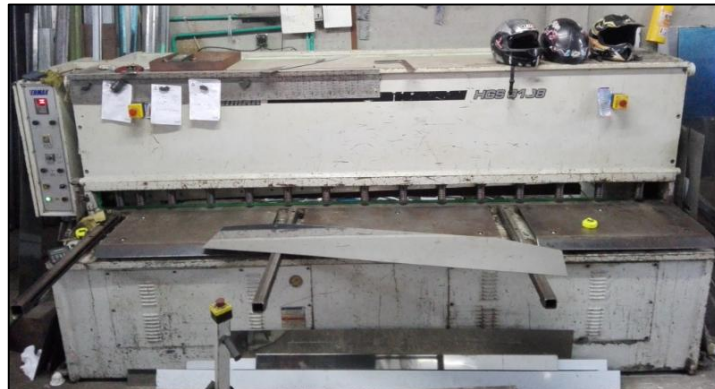
ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]: 160	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de corte	3100mm	Golpe por minuto	16
Capacidad de corte	8mm	Angulo de corte	1.5°
Capacidad máxima	42kg/mm ²	Altura de la meza	800mm
Presión del sistema	230bar	Volumen de aceite	150lt

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	kW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	15	220	60		60		
2	Motor secundario	0.75	220	85		60		





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM03

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Plegadora hidráulica CNC	MODELO: 2007
FABRICANTE: ERMAKSAN	NOMBRE: Dobladora de lámina CNC gris

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 10500 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:3800mm	Y[Ancho]:2170mm	Z[Alto]: 2795mm
----------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO	X	TURNO		ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	---	-------	--	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]: 160	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de pliegue	3100mm	Velocidad de flexión	7mm/s
Capacidad de pliegue	10mm	Velocidad libre de bajada	80mm/s
Capacidad máxima	200ton	Velocidad de regreso	70mm/s
Presión del sistema	265bar	Volumen de aceite	200lt
Altura de la meza	900mm	Distancia de pliegue posterior	500mm/160mm

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	kW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	30	220	60		60		
2	Motor secundario	1.1	220	85		60		





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01ERM04

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Cizalla hidráulica CNC	MODELO: 2014
FABRICANTE: ERMAKSAN	NOMBRE: Cortadora de lámina CNC

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 12350 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:5100mm	Y[Ancho]:2315mm	Z[Alto]: 2400mm
----------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO	X	TURNO		ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	---	-------	--	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]: 160	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de corte	3100mm	Golpe por minuto	11-20
Capacidad de corte	13mm	Angulo de corte	0.5° - 2°
Capacidad máxima	42kg/mm ²	Altura de la meza	900mm
Presión del sistema	250bar	Volumen de aceite	310lt

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	kW	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	30	220	160		60		
2	Motor secundario	1.1	220	110		60		





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02ALE03

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Troqueladora mecánica	MODELO: 2004
FABRICANTE: ALEN	NOMBRE: Troquel verde

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 1250 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:1700mm	Y[Ancho]:700mm	Z[Alto]: 2200mm
---------------------	-------------	-----------------	----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Presión nominal	40ton	Mesa de trabajo	400X600
Carrera del martillo	100mm	Reductor por banda tipo	A-112
Numero de golpes por minuto	100		
Profundidad de garganta	150mm		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220		250	60		2001





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02DUL10

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Curvadora de perfiles	MODELO: 2012
FABRICANTE: DURMAZLAR	NOMBRE: Enroladora digital de anillos

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 950 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:1160mm	Y[Ancho]:1000mm	Z[Alto]: 1175mm
--------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN	X	Bomba de lubricación		
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Diámetro de los ejes	60mm	Control hidráulico de rodillo lateral	3 ejes
Diámetro de las rulas	177mm	Capacidad máxima	40 kg/mm ²
Lubricación	8		
Velocidad de rotación	5m/min		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	Kw	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	2.2+1.5	220		1740	60	SIEMENS	2015





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02GAI02

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Cizalla universal	MODELO: 2012
FABRICANTE: GAIRU	NOMBRE: Caladora verde opaco

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 780 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:1900mm	Y[Ancho]:600mm	Z[Alto]: 11750mm
--------------------	-------------	-----------------	----------------	------------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 50
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Profundidad de escote	1130mm	Corte máximo entre puntas	5mm
Diámetro máximo discos de corte	1120mm	Capacidad máxima	40kg/mm ²
Diámetro mínimo discos de corte	100mm		
Numero de cortes por minuto	1400-2800		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	1.5	220		100	50		2008





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 03GEK01

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Cizalla-punzonadora	MODELO: HYDRACROP-80SD 2005
FABRICANTE: GEKA	NOMBRE: Troqueladora geka

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 2760 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:2310mm	Y[Ancho]:1200mm	Z[Alto]: 2050mm
---------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Potencia máxima punzonado	80ton	Carrera máxima	70mm
Capacidad (diámetro x espesor)	φ40x14mm	Altura de trabajo	1095mm
Capacidad (diámetro x espesor)	φ24x24mm	Longitud de cuchillas	475mm
Escote	500mm	Corte en ángulos	45° - 90°
Potencia máxima cizalla de perfiles	150ton		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	kw	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	9	220		1740	50	GEKA	2005





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02GAI02

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Cizalla universal	MODELO: 2011
FABRICANTE: NIBBLER JUNIOR	NOMBRE: Caladora verde brillante

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 780 kg	DIMENSIONES	X[Largo]: 1900mm	Y[Ancho]: 600mm	Z[Alto]: 11750mm
--------------------	-------------	------------------	-----------------	------------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Profundidad de escote	1130mm	Corte máximo entre puntas	4mm
Diámetro máximo discos de corte	1120mm	Capacidad máxima	40kg/mm ²
Diámetro mínimo discos de corte	100mm		
Numero de cortes por minuto	1400-2800		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	1.5	220		80	60		2009





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02OMZ09

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Biseladora	MODELO: 1995
FABRICANTE: O7MZ	NOMBRE: Boxeadora o biseladora verde

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 220 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:800mm	Y[Ancho]:700mm	Z[Alto]: 1450mm
--------------------	-------------	----------------	----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X	
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	50mm	Máximo capacidad	500kN
Capacidad de dobles	3mm	Velocidad de giro	30mm/s
Máxima abertura	200mm	Reductor	80/50

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	0.5	220		125	60	SIEMENS	2000





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02PRE05

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Prensa hidráulica	MODELO: 2000
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Dobladora grande azul brillante

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 1650 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:700mm	Y[Ancho]:3000mm	Z[Alto]: 2800mm
---------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	2900mm	Máximo capacidad	1600kN
Capacidad de dobles	8mm	Velocidad de bajada y subida	3mm/s
Máximo ángulo de dobles	65°		
Presión del sistema	2500psi		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	9	220		1740	60	SIEMENS	2000





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02PRE06

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Prensa hidráulica	MODELO: 2001
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Dobladora o troquel grande verde brillante

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 1050 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:1500mm	Y[Ancho]:1900mm	Z[Alto]: 2500mm
---------------------	-------------	-----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	1000mm	Máximo capacidad	1200kN
Capacidad de dobles	8mm	Velocidad de bajada y subida	4mm/s
Máximo ángulo de dobles	60°	Capacidad de troquel	10mm
Presión del sistema	3000psi	Distancia de troquel	100mm

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220		1480	60	SIEMENS	2000





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02PRE07

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Prensa hidráulica	MODELO: 2003
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Dobladora y plegadora pequeña blanco

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 750 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:800mm	Y[Ancho]:1700mm	Z[Alto]: 2250mm
--------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X	
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 50
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	1000mm	Máximo capacidad	900kN
Capacidad de dobles	5mm	Velocidad de bajada y subida	4.5mm/s
Máximo ángulo de dobles	50°		
Presión del sistema	2000psi		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220	4	1740	50	SIEMENS	2000





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02PRE08

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Prensa hidráulica	MODELO: 2005
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Dobladora pequeña verde brillante

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 500 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:800mm	Y[Ancho]:1350mm	Z[Alto]: 2300mm
--------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X	
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 50
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	800mm	Máximo capacidad	1600kN
Capacidad de dobles	5mm	Velocidad de bajada y subida	5mm/s
Máximo ángulo de dobles	45°		
Presión del sistema	1500psi		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220		1740	50	SIEMENS	2002





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 03HEF01

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Esmeril	MODELO: 2003
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Esmeril de alta revolución 1

CARACTERÍSTICAS

PESO TOTAL: 90 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:700mm	Y[Ancho]:3000mm	Z[Alto]: 2800mm
-------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	--	-------	---	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 50
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Diámetro del eje	51mm	Diámetro máximo del disco	4000mm
------------------	------	---------------------------	--------

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	8	220		3000	50	SIEMENS	2002





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 03HEF02

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Esmeril	MODELO: 2003
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Esmeril de alta revolución 2

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 90 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:700mm	Y[Ancho]:3000mm	Z[Alto]: 2800mm
-------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	--	-------	---	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 50
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Diámetro del eje	51mm	Diámetro máximo del disco	4000mm
------------------	------	---------------------------	--------

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	8	220		3000	50	SIEMENS	2001





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 04HEF02

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Dobladora de varilla	MODELO: 2000
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Dobladora de grapas

CARACTERÍSTICAS

PESO TOTAL: 250 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:700mm	Y[Ancho]:1600mm	Z[Alto]: 1250mm
--------------------	-------------	----------------	-----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO	X	Bomba eléctrica para sistema de potencia		
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Longitud de dobles	100mm	Máximo capacidad	1000kN
Capacidad de dobles	26mm	Velocidad del sistema	5mm/s
Máximos ángulos de dobles	90°		
Presión del sistema	1500psi		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	3	220		1720	60		1998





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 02PRE05

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Roscadora	MODELO: 2001
FABRICANTE: HEFE-ACEROS	NOMBRE: Roscadora de grapas y varilla

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 110kg	DIMENSIONES	X[Largo]:600mm	Y[Ancho]:800mm	Z[Alto]: 1300mm
-------------------	-------------	----------------	----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO		INTERMITENTE	X		
---------	--	-------	---	------------	--	--------------	---	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN	X	Bomba de líquido refrigerante para corte		
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Moto reductor	200/30	Velocidad de avance	1mm/s
Capacidad máxima en roscado	50mm		
Capacidad máxima de copa	200mm		

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	3	220		200	60		2000
2	Bomba de refrigerante	0.5	220		100	50		





CÓDIGO HEFE-ACEROS: 01COM05

DATOS DEL EQUIPO

EQUIPO: Compresor de aire	MODELO: 2002
FABRICANTE: Compresores de Santander	NOMBRE: Compresor vertical azul

CARACTERISTICAS

PESO TOTAL: 160 kg	DIMENSIONES	X[Largo]:1000mm	Y[Ancho]:700mm	Z[Alto]: 1850mm
--------------------	-------------	-----------------	----------------	-----------------

TRABAJO

CRÍTICO		TURNO	X	ESPORÁDICO	X	INTERMITENTE		
---------	--	-------	---	------------	---	--------------	--	--

SISTEMAS

ELÉCTRICO	X	VOLTAJE [V]: 220	CORRIENTE [A]	FRECUENCIA [Hz]: 60
HIDRÁULICO				
REFRIGERACIÓN				
LUBRICACIÓN				
NEUMÁTICO				

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS


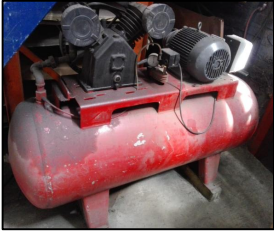
Presión de trabajo	90psi	Caudal	170lt/min
Máxima presión	125psi	Capacidad del tanque	100lt

MOTORES ELÉCTRICOS

No	FUNCIÓN	HP	VOLT	AMP	RPM	HZ	MARCA	MODELO
1	Principal	5	220	12	1200	60		2002



Anexo B. Formatos de actividades de mantenimiento en los equipos

		FORMATO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REVISION Y FRECUENCIAS			
DATOS DEL EQUIPO					
Código HEFE-ACEROS: 01COM05					
Nombre: Compresor grande rojo					
Modelo: 2002					
Trabajo: Turno, Esporádico					
Informar al jefe de planta sobre cualquier defecto e irregularidad observados antes, durante o finalizado el trabajo de la maquina o equipo.					
SISTEMAS DEL EQUIPO					
Mecánico	X	Eléctrico	X	Neumático	X
1. sistema de dos cilindros		1. motor eléctrico		1. Acoples	
2. tanque		2.		2. Filtros	
REVISIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar nivel de aceite dentro del motor. 2. Verificar que las correas del mismo estén firmes. 3. Limpiar filtros del aire. 4. Verificar la limpieza de los acoples. 5. Revisión de motor auditiva. 					
REVISIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIAS					
Diarias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar nivel de aceite dentro del motor. 2. Verificar que las correas del mismo estén firmes. 3. Limpiar filtros del aire. 4. Verificar la limpieza del equipo. 5. Descarga del tanque. 				
Semanales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza del tanque apertura de llave para descarga de agua o comprimido. 2. Revisión de niveles de aceite. 				
Semestral	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambio de aceite, limpieza del motor y cambio de filtro de aire. 2. Limpieza y pintura del tanque. 3. revisión de embobinado del motor eléctrico. 				



FORMATO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO REVISION Y FRECUENCIAS

DATOS DEL EQUIPO

Código HEFE-ACEROS: 01ERM01	
Nombre: Dobladora de lámina CNC	
Modelo: 2015	
Trabajo: Crítico y esporádico	
Informar al jefe de planta sobre cualquier defecto e irregularidad observados antes, durante o finalizado el trabajo de la maquina o equipo.	

SISTEMAS DEL EQUIPO

Mecánico	X	Eléctrico	X	Hidráulico	X
1. Bomba		1. Motor Principal		1. Sistema de potencia	
2. Mordazas		2. Motor secundario		2. Válvula de seguridad	
3. Cilindros		3. Pulsador de pie		3. Filtros	
4.		4. Sistema electrónico		4.	


REVISIONES DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricación de mordazas 2. Revisión de mordazas 3. Revisión de fuga en los cilindros 4. Revisión de auditiva 5. Revisión de interruptor de pie 6. Revisión del sistema electrónico
--

REVISIONES DE MANTENIMIENTO Y FRECUENCIAS

Diarias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lubricación de mordazas 2. Revisión de mordazas 3. Revisión de fuga en los cilindros 4. Revisión de auditiva 5. Revisión de interruptor de pie 6. Revisión del sistema electrónico
Semanales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de niveles de aceite 2. Revisión de ajuste mordazas
Mensuales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ajustes mordazas 2. Revisión de filtros de aceite 3. Revisión de pulsador de pie
Trimestral	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisión de niveles de aceite 2. Revisión de sellos 3. Revisión de la válvula seguridad 4. Cambio de pulsador de pie 5. Revisión de la bomba
Semestral	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambio de aceite 2. Revisión de sistemas de potencia mangueras y acoples 3. Revisión de motores 4. Cambio de filtros de aceite

Anexo D. Formatos de listas de chequeo

		Código HEFE-ACEROS: 01ERM01			
		Nombre: Dobladora de lámina CNC			
		Fecha:			
		Lista de chequeo No. <u> 1 </u>			
Responsable:		Teléfono:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:			
Sistema	Componente del sistema	Actividad	Revisado		Observaciones
Mecánico	Bomba	Revisión de auditiva	SI	NO	
	Mordaza	Revisión de mordazas	SI	NO	
	Cilindros	Revisión de fuga en los cilindros	SI	NO	
Hidráulico	Sistema de potencia	Revisión de sellos o escapes	SI	NO	
	Válvula de seguridad	Revisión de auditiva y presión	SI	NO	
Eléctrico	Motor principal	Revisión de auditiva	SI	NO	
	Motor secundario	Revisión de auditiva	SI	NO	
	Pulsador de pie	Revisión de interruptor de pie	SI	NO	
	Sistema electrónico	Revisión del sistema electrónico	SI	NO	

		Código HEFE-ACEROS: 01COM05			
		Nombre: Compresor grande rojo			
		Fecha:			
		Lista de chequeo No. <u>1</u>			
Responsable:		Teléfono:			
Hora de inicio:		Hora de finalización:			
Sistema	Componente del sistema	Actividad	Revisado		Observaciones
Mecánico	Cilindros	Revisión de nivel de aceite.	SI	NO	
	Tanque	Revisión descarga y líquidos	SI	NO	
	Correas	Revisión visual y auditiva	SI	NO	
Neumático	Acoples	Revisión visual y auditiva fugas	SI	NO	
	Filtros	Revisión visual de filtro	SI	NO	
Eléctrico	Motor	Revisión visual y auditiva	SI	NO	