



Universidad
Industrial de
Santander

**DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA
BELMARAUTOPARTES LTDA**

DIEGO HARVEY LOZANO LEÓN

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

2016

**DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA
BELMARAUTOPARTES LTDA**

DIEGO HARVEY LOZANO LEÓN

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

Ingeniero Mecánico

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

2016

DEDICATORIA

A Dios por tenerme con vida y llenarme de sabiduría.

A mis padres Luz Dary León y Héctor Lozano Tarazona por su paciencia y apoyo.

A mis hermanos Ronald Steve Rodríguez y María Paula Lozano León por ser incondicionales siempre.

A mi novia Francy Viviana Muñoz, por su amor su apoyo y paciencia.

A mis amigos y amigas, que me acompañaron en este largo proceso y lo hicieron mucho más agradable.

Diego.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece de manera especial y sincera a las personas que de forma desinteresada colaboraron con el desarrollo de este proyecto.

A Carlos Borrás Pinilla, Ing. Mecánico y director del proyecto, por su oportuna colaboración y apoyo en la planeación y desarrollo de este proyecto.

A Isnardo González Jaimes, Ing. Mecánico, por su colaboración en el desarrollo del presente trabajo.

A el ingeniero Diego A. Sánchez Reyes por su colaboración y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A los dueños y personal de la empresa Belmarautopartes por su colaboración técnica y profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1.1 HISTORIA	17
1.2 UBICACIÓN	18
1.3 MISIÓN	19
1.4 VISIÓN	19
1.5 PRODUCTOS	20
2. OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GENERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO	25
3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO	25
3.2 PROPÓSITO DEL MANTENIMIENTO	26
3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	26
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	28
3.4.1 Mantenimiento correctivo	28
3.4.2 Mantenimiento preventivo	29
3.4.3 Mantenimiento predictivo	30
3.4.4 Mantenimiento cero horas (Overhaul)	31
3.4.5 Mantenimiento en uso	32
3.5 CRITICIDAD	32
4. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO	34
4.1 MODELO DE AUDITORIA	34
4.2 PROCESO DE EVALUACIÓN Y PONDERACIÓN DE RESULTADOS	37
4.3 PROCESO DE AUDITORÍA	38

4.3.1 Reconocimiento del lugar	38
4.3.2 Entrevistas	38
4.3.3 Recolección de datos	39
4.3.4 Sistema de mantenimiento	39
4.3.5 Compilación y análisis	39
4.3.6 Implementación de la auditoria	40
4.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA	47
4.4.1 Criticidad en las rutas de inspección	47
4.4.2 Manejo de información sobre los equipos	48
4.4.3 Estado del mantenimiento actual	49
4.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento	50
4.4.5 Efectividad del mantenimiento actual	51
4.4.6 Conclusiones	51
5. INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS	53
5.1 CODIFICACIÓN	53
5.2 INVENTARIO	55
5.2.1 Inventario de herramientas	56
5.2.2 Inventario de repuestos	57
6. ANALISIS DE CRITICIDAD	58
6.1 APLICACIÓN DEL ANALISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA	58
6.2 LISTADO DE EQUIPOS	58
6.3 RECOLECCIÓN DE DATOS	58
6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD	61
6.5 CONCLUSIÓN	61
7. DOCUMENTACION DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO	62
7.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS	62
7.2 ORDEN DE TRABAJO	64
7.3 FICHA TECNICA	66

8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	68
8.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS POR PARTES	69
8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS	69
8.3 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO	70
8.4 CHECK LIST	70
8.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS NO CRÍTICOS	71
9. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN	72
9.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION	73
9.2 INGRESO AL PROGRAMA	73
9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA	74
9.3.1 Personal y proveedores	74
9.3.2 Inventario	77
9.3.3 Biblioteca técnica	79
9.3.4 Tareas programadas	80
9.3.5 Orden de trabajo	81
9.3.6 Hojas de vida de equipos	83
9.3.7 Alarmas	83
9.4 CAPACITACIÓN	84
10. CONCLUSIONES	86
11. RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFÍA	89
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Logotipo de la empresa	17
Figura 2. Fachada exterior	18
Figura 3. Mapa de ubicación	19
Figura 4. Stock de productos	20
Figura 5. Empaque eje de carnaza	22
Figura 6. Aspectos considerados en el modelo de la auditoria	35
Figura 7. Grafico rutas de inspección	47
Figura 8. Grafico manejo de información de los equipos	48
Figura 9. Gráfico mantenimiento actual	49
Figura 10. Grafico costos de mantenimiento	50
Figura 11. Grafico efectividad mantenimiento actual	51
Figura 12. Resultado total de la auditoria	52
Figura 13. Diseño codificación	53
Figura 14: Distribución de áreas	54
Figura 15. Diagrama de flujo plan maestro	68
Figura 16. Sistema de información	72
Figura 17. Ingreso al programa	74
Figura 18. Módulo personal y proveedores sección registro de personal	75
Figura 19. Módulo personal y proveedores seccion informe de personal	75
Figura 20. Módulo personal y proveedores sección registro	76
Figura 21. Módulo personal y proveedores seccion Informe proveedores	76
Figura 22. Módulo inventario sección maquinas	77
Figura 23. Módulo inventario y activos sección inventario de maquinas	78
Figura 24. Áreas de distribución	78
Figura 25. Herramientas	79
Figura 26. Módulo fichas técnicas	80

Figura 27. Módulo tareas programadas	81
Figura 28. Módulo orden de trabajo	82
Figura 29. Módulo orden de trabajo	82
Figura 30. Módulo hojas de vida de equipos	83
Figura 31. Módulo alarmas	84

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Lista de productos	21
Tabla 2. Criterios de evaluación de los aspectos de la auditoria	38
Tabla 3. Estado del mantenimiento actual	44
Tabla 4. Antecedentes de costos de mantenimiento	45
Tabla 5. Efectividad del mantenimiento actual	46
Tabla 6. Resultados rutas de inspección	47
Tabla 7. Resultados manejo de información de los equipos	48
Tabla 8. Resultado mantenimiento actual	49
Tabla 9. Resultados costos de mantenimiento	50
Tabla 10. Resultados efectividad del mantenimiento actual	51
Tabla 11. Codificación de equipos	55
Tabla 12. Inventario de herramientas	56
Tabla 13. Inventario de repuestos	57
Tabla 14. Encuesta análisis de criticidad	60
Tabla 15. Resultados análisis de criticidad	61
Tabla 16. Formato hoja de vida de los equipos	63
Tabla 17. Orden de trabajo	65
Tabla 18. Ficha técnica	67
Tabla 19. Componentes y actividades de mantenimiento preventiva 04COR5	69
Tabla 20. Cronograma de actividades para la 04COR5	70
Tabla 21. Lista de chequeo troqueladora 04COR5	71

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	90
Anexo B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS	99
Anexo C. CRONAGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	104
Anexo D. LISTAS DE CHEQUEO DE LOS EQUIPOS	113
Anexo E. ESQUEMAS Y FLUJOGRAMAS	114

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA GESTIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA EMPRESA BELMARAUTOPARTES LTDA*

AUTOR: DIEGO HARVEY LOZANO LEÓN**

PALABRAS CLAVES: Diseño, Programa, Mantenimiento, Preventivo, Belmarautopartes.

DESCRIPCIÓN: El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA. Junto con la ayuda de un sistema de información que permita hacer las labores de mantenimiento más eficientes en la empresa. Con lo anterior, se pretende que la productividad de los equipos en la empresa aumente, con lo que ésta podrá ser más competitiva en el mercado nacional e internacional.

Como primera medida fue necesario realizar una auditoría a la empresa en busca del tipo de mantenimiento aplicado, su estado actual y su efectividad, con lo que se logró identificar los principales aspectos que estaban fallando y así enfocar las mejoras a implementar. Sumado a lo anterior, se realizó un inventario de equipos, herramientas y repuestos, codificación de los equipos involucrados con los procesos productivos, así como diseñar y establecer las hojas de vida de cada uno de ellos, junto con el formato de órdenes de trabajo a realizar a cada equipo, sus fichas técnicas, tareas programadas de mantenimiento preventivo, y las listas de chequeo diario correspondientes.

Con la información recopilada se hizo un análisis de criticidad y se creó un sistema de información para la gestión y administración del mantenimiento, sistema el cual permitirá mostrar las fichas mencionadas, tiempos y hará más eficaz las labores de este departamento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Ing. Mecánico Carlos Borrás Pinilla.

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF A PROGRAM MANAGEMENT AND IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN APPLIED TO THE COMPANY BELMARAUTOPARTES LTDA *

AUTHOR: DIEGO HARVEY LOZANO LEÓN**

KEY WORDS: Design, Program, Maintenance, Preventive, Belmarautopartes.

SUMMARY: This degree project's main objective is to design a preventive maintenance plan for the company BELMARAUTOPARTES LTDA. Along with the help of an information system that would enable the more efficient maintenance work in the company. With this, it is intended that the productivity of equipment in the company increases, so that it can be more competitive in the domestic and international markets.

As a first step it was necessary to audit the company in search of the rate applied maintenance, its current status and its effectiveness, so that it was possible to identify the main issues that were failing and thus focus on improvements to implement. Added to the above, an inventory of equipment, tools and spare parts, coding equipment involved in production processes took place, as well as design and establish the resumes of each of them, along with the format work orders to perform each team, their technical specifications, scheduled preventive maintenance tasks, and the corresponding daily check lists.

With the information gathered was an analysis of criticality and an information system for management and maintenance management system which allows display the tabs above, times and make more effective the work of this department it was created.

* Degree Work

** Physic Mechanical Faculty of Engineering, School of Mechanical Engineering, Director: Mechanical Engineer Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

A la actualidad, el mantenimiento ha evolucionado enormemente dentro de las industrias, debido a el acelerado desarrollo tecnológico de los equipos de control y medida. La empresa BELMARAUTOPARTES no está exenta de estos avances y en interés de satisfacer a sus clientes y mejorar la calidad de sus productos, ha decidido enfocarse en el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en su planta principal, gestionado con ayuda de un sistema de información computarizado.

BELMARAUTOPARTES LTDA. es una empresa familiar de actividad económica manufacturera, que presta sus servicios principalmente al sector automotriz, mediante la fabricación de diferentes repuestos como arandelas, tuercas y soportes. La empresa cuenta con una amplia trayectoria en el desarrollo de éstos productos y desde sus inicios fue adquiriendo maquinaria que le permitía realizar la mejora continua de sus productos, pero fue dejando de lado el mantenimiento de los equipos de una manera preventiva, además algunos de sus equipos incorporados son de origen artesanal fabricados por funcionarios de la misma empresa.

Debido a esta problemática, con este proyecto de grado, se plantea la necesidad de realizar un plan de mantenimiento preventivo como una herramienta de ayuda para lograr mayor productividad y menos tiempos muertos resultando así menores costos de producción.

1. LA EMPRESA

1.1 HISTORIA

Figura 1. Logotipo de la empresa



Fuente: La empresa

BELMARAUTOPARTES nace en noviembre de 1999 en Bogotá como una empresa del sector de manufactura de repuestos para automóviles por iniciativa de NESTOR MARTINEZ, quien laboraba para ese entonces en una empresa de similar línea de producción y de la que hacía parte como socia activa su esposa GLADYS BELTRAN. Al unir los dos apellidos surgió el nombre de BELMAR, a la que se le agregó por su campo de acción la palabra AUTOPARTES.

Como persona natural, los integrantes de la compañía fueron en principio cinco personas incluyendo entre ellos a los fundadores. Poco a poco se logró el asentamiento del nombre entre el comercio de autopartes local, especialmente a lo referente en herrajería y frenos, llegando a producirse aproximadamente trecientas referencias, compitiendo así con las demás empresas existentes.

En el año 2004 por razones de crecimiento, se forma la persona jurídica, funcionando con la misma razón social, pero como empresa limitada. Actualmente y por razones de sostenibilidad es una sociedad de acciones simplificadas SAS en

continuo funcionamiento progresista de la cual hacen parte cinco socios, con vínculo familiar entre sí.

Se ha incursionado con éxito en el campo de las exportaciones hacia la hermana república de Ecuador, en donde nuestra mercancía ha tenido gran acogida.

Actualmente estamos ubicados en el barrio Carvajal de Bogotá, zona por excelencia de ámbito industrial, lo que nos facilita la disponibilidad de repuestos y asesoría de empresas que funcionan a nuestro alrededor.

1.2 UBICACIÓN

La empresa está ubicada en el sur de Bogotá, específicamente en la Carrera 71 # 31 – 61, en la localidad del Kennedy, como se puede apreciar en las siguientes figuras:

Figura 2. Fachada exterior



de Colombia, manejando un alto nivel de producción y distribución, con precios competitivos, buscando la satisfacción del cliente y el progreso de la empresa.

1.5 PRODUCTOS

A continuación, se presenta la lista completa de productos fabricados por la empresa:

Figura 4. Stock de productos



Tabla 1. Lista de productos

Empaques eje de carnaza	Chips de ajuste para splinder
Puntilla para freno hidráulico	Arandelas soporte
Arandela pin haussing	Soporte U cardan
Arandela pin haussing camperos	Tuercas haussing
Tuercas cacho eje corredizo y speed	Tuercas cachos camperos
Cocas barras cambio	Tuerca cacho P-900
Chapetas curvas media luna	Arandelas pin cacho
Candados pin zapata	Tapones para motor corrientes
Canastilla pin tuerca cacho	Tapones para motor cobrizados
Arandela leva para freno de aire	Tapas balinera cardan
Pin cruceta cardan	Partes para freno
Chapetas cruceta cardan	Tornillo central
Abrazadera cámara freno de aire	Abrazadera para exosoto mofle
Cauchos cardan y otros	Otros

Alguno de los procesos recurrentes en la manufactura de los productos anteriormente mencionados son:

- Troquelado
- Roscado
- Oxicorte
- Doblado con prensa
- Torneado
- Limado
- Limado artesanal
- Corte con segueta industrial
- Taladrado
- Pavonado en horno

Figura 5. Empaque eje de carnaza



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la Universidad Industrial de Santander en el desarrollo y la investigación, dando así respuesta a las necesidades que se presentan en la industria colombiana, llevando acabo el diseño y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, que contribuya y fortalezca el área de mantenimiento de la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA. Ubicado en la ciudad de Bogotá.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una auditoría y un diagnóstico, recopilando información necesaria que dé a conocer de forma detallada cómo se gestiona actualmente el mantenimiento de la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA.
- Realizar el inventario de los activos y su codificación para generar una base de datos en Excel.
- Determinar y analizar los equipos críticos mediante un análisis de criticidad basado en factores ponderados de la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA.
- Generar procesos y manuales de mantenimiento, con ayuda de los operarios y la información técnica de cada una de las maquinas.

- Implementar un programa de mantenimiento basado en Access Que maneje los siguientes módulos.
 - Inventario de activos
 - Biblioteca técnica
 - Tareas programadas (preventivo)
 - Ordenes de trabajo
 - Repuestos
 - Análisis de datos y costos
 - Peticiones de compra, proveedores y personal propio
 - Plan de lubricación
 - Gestión de proyectos

3. GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO

Se entiende por mantenimiento como la función o actividad que debe realizarse en una instalación y su maquinaria, para garantizar su buen estado y funcionamiento, con el fin de corregir o prevenir fallas y permitir así el normal funcionamiento de las mismas. De esta manera podemos garantizar que la maquina se conserve y mantenga un buen desempeño dentro del proceso productivo de la empresa.

Se logra minimizar los costos de parada de equipo, los costos de operación y mantenimiento, se máxima la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil y sumado a lo anterior se garantiza la seguridad industrial.

El mantenimiento se puede dividir en los siguientes grupos:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento cero horas (Overhaul)
- Mantenimiento en uso

Los dos últimos tipos de mantenimiento fueron establecidos mucho después de la jerarquización que se había dado inicialmente (preventivo, correctivo, predictivo), pero su labor resulto igual de imprescindible al momento de realizar una buena gestión de mantenimiento.

3.2 PROPÓSITO DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es la forma como una empresa mantiene operable su maquinaria sin dejar de lado la eficiencia y la eficacia de cada una, además de no afectar la calidad de los productos ni incurrir en un aumento de los costos, los propósitos fundamentales que se deben seguir en cualquier actividad de mantenimiento son:

- Mantener la disponibilidad de los equipos.
- Restablecer la funcionalidad del equipo a condiciones determinadas.
- Disminuir los costos involucrados en el mantenimiento.
- Garantizar la confiabilidad de los equipos
- Optimizar los tiempos involucrados en el mantenimiento.
- Prolongar la vida útil de las maquinas.

3.3 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

Las estrategias de mantenimiento tuvieron sus inicios desde comienzos del siglo XIX con la revolución industrial, las primeras máquinas que se introdujeron eran de configuraciones simples, pero bastante robustas. El surgimiento de esta etapa dio pauta para que se empezara a hablar de las consecuencias que tenía una empresa por fallas o paradas tanto a nivel económico (costos), productivo y competitivo.

En sus inicios todas las tareas encaminadas a arreglar y reparar el funcionamiento de las maquinas fue llamado “ENTRETENIMIENTO”, pero a medida que fue evolucionando se cambió a “MANTENIMIENTO”, el cual ya

abarcar funciones como prevenir, corregir y revisar los equipos con el fin de minimizar los costos involucrados¹.

Desde la revolución industrial podemos dividir la evolución del mantenimiento a grandes rasgos en las siguientes etapas:

- Hasta 1945:
 - Reparación Averías
 - Mantenimiento Correctivo

- 1945 a 1980:
 - Relación entre probabilidad de fallo y edad
 - Mantenimiento preventivo programado
 - Sistema de planificación

- 1980 a 1990:
 - Mantenimiento preventivo condicional
 - Análisis causa efecto
 - Participación de producción (TPM)

- 1990 al presente:
 - Proceso de mantenimiento
 - Calidad total
 - Mantenimiento fuente de beneficio
 - Compromiso de todos los departamentos
 - Mantenimiento basado en riesgo (RBM)

¹ ROS MORENO, Antonio. Historia y evolución del mantenimiento Disponible en internet: <<http://www.mailxmail.com/curso-mantenimiento-industrial-1-3/mantenimiento-industrial-historia-evolucion>> [Citado 1 de Diciembre de 2015].

3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

3.4.1 Mantenimiento correctivo. Esta estrategia se basa en realización de una intervención en la maquinaria solamente cuando se presente una falla que altere la normalidad del proceso productivo y es el primer concepto que se tuvo de lo que hoy día es el MANTENIMIENTO, en términos actuales resulta el más obsoleto de todos, pero fue el que dio la pauta para el desarrollo, planificación e intervención directa e indispensable de la gestión de mantenimiento en los procesos productivos de una empresa.

Ventajas:

- Al no contar con una estrategia de mantenimiento establecida se cuenta con una serie de repuestos disponibles que facilitan y agilizan el proceso de rehabilitación de la maquinaria.
- Por ser un “mantenimiento de emergencia” la empresa debe contar con un personal calificado que minimice los tiempos perdidos por dicha falla y por lo general no requiere de tantos operarios para su ejecución.

Desventajas:

- Resulta prácticamente imposible detectar cuando se va a presentar una falla lo que hace perder confiabilidad en la maquinaria y genera riesgos económicos graves para la empresa por incumplimiento de pedidos o por altos costes en la reparación de la misma.
- No es posible determinar cuánto es el tiempo que permanecerá parada la maquinaria averiada.
- No se puede llevar certeza de la calidad de los productos después de presentada una falla, debido los tiempos de reparación son muy cortos y no permiten ajustar a la perfección las máquinas.

3.4.2 Mantenimiento preventivo. Se entiende como mantenimiento preventivo toda acción previa realizada a la maquinaria que le permita prolongar su vida útil y optimice su utilización, donde se pueda garantizar su disponibilidad (podrá funcionar en cualquier momento que se requiera), además de su confiabilidad (refiriéndose a que la maquinaria va a estar operando en un tiempo determinado sin presentar fallas) en los procesos productivos de la planta.

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:

- Permite prolongar la vida útil de la maquinaria y optimiza su utilización.
- Reduce considerablemente las fallas imprevistas y genera confiabilidad en la maquinaria.
- Se tienen procesos estipulados hacia que parte especifica abordar de la maquinaria y su respectivo procedimiento.
- Se reducen los tiempos de paradas por fallas, así como la reducción en costos por imprevistos en la línea de producción.
- Conlleva a aumentar la disponibilidad del equipo en escalas de tiempo mayores.
- Se puede garantizar una producción con casi el mínimo de imprevistos (en cuanto a labores de mantenimiento).

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 costo².

² Mantenimiento predictivo. Disponible en internet: <<http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>> [Citado 1 de Diciembre de 2015].

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 antemano³.

³ Tipos de mantenimiento. Disponible en internet:

<<http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html>> [Citado 1 de Diciembre de 2015]

3.4.5 Mantenimiento en uso. Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del MPT (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:

- a. Identificación de los equipos a estudiar

⁴ Tipos de mantenimiento. Disponible en internet:

<<http://www.renovetec.com/tiposdemantenimiento.html>> [Citado 1 de Diciembre de 2015].

- 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.

Emprender 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.

4. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO

En el desarrollo de un plan de mantenimiento se debe tener claridad en que aspectos se está fallando, para esto es necesario buscar herramientas que evidencien las debilidades y permitan enfocar las posibles soluciones, para el caso de este proyecto se realizó una auditoria a la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA. referente al mantenimiento.

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

1. Identificación y caracterización de la empresa.
2. Criticidad en las rutas de inspección.
3. Manejo de la información sobre equipos.
4. Estado del mantenimiento actual.
5. Antecedentes de costos de mantención.
6. Efectividad el mantenimiento actual.

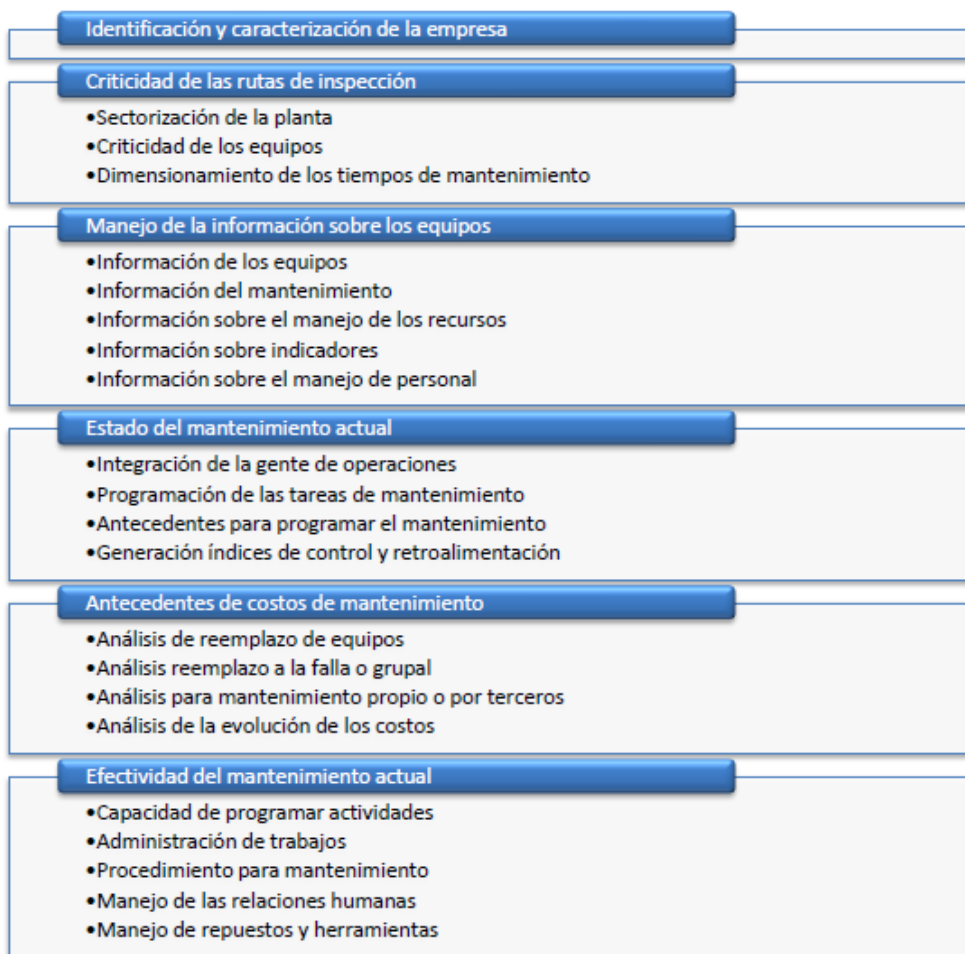
Con la ayuda de estos aspectos previamente evaluados podremos tener las bases para diseñar el programa que ayude a fortalecer el mantenimiento aplicado en los equipos de producción.

4.1 MODELO DE AUDITORIA

Siendo la auditoria el punto de partida en el diagnóstico y solución de los problemas del área de mantenimiento de la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA., se implementa el modelo planteado por el académico de la Escuela de

Mecánica de la Universidad de Talca, profesor Fernando Espinosa¹, donde se consideran 6 aspectos claves que permiten reflejar de manera global la gestión del mantenimiento. En la figura 6 se muestran los aspectos más importantes de la auditoría:

Figura 6. Aspectos considerados en el modelo de la auditoría



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento

¹ ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoría para la efectividad del mantenimiento. Disponible en internet: http://campuscurico.otalca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf [Citado el 2 de Diciembre de 2015]

A continuación, se presentarán de una manera más clara cada uno de los aspectos a considerar en la auditoría 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.

4.2 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 diagnóstico 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 6.

Tabla 2. 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: <http://campuscurico.otalca.cl/~fespinos/1-AUDITORIA_PARA_LA_EFECTIVIDAD_DEL_MANTENIMIENTO.pdf> [Citado el 3 de diciembre de 2015]

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.

4.3 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.

4.3.1 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.

4.3.2 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.

4.3.3 Recolección de datos. Para este caso la información obtenida representa el inicio de un proceso de mejora en el departamento de mantenimiento (de manera preventiva) debido a que no se contaba con ningún registro y además los procesos de esta área eran netamente correctivos.

4.3.4 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.

4.3.5 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.

4.3.6 Implementación de la auditoria. Para poder tener un resultado fiable, fue necesario contar con la persona encargada del mantenimiento en la empresa, Héctor Tarazona, 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.

A continuación, se muestra el cuerpo de la auditoría realizada, en las tablas 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Tabla 3. Identificación y configuración de la empresa

1. Nombre de la empresa:	BELMARAUTOPARTES LTDA.			
2. Fecha de la auditoria:	08/11/2014			
3. Nombre del auditor:	Diego Harvey Lozano León			
4. Nombre encargado de mantención:	Héctor Tarazona			
5. ¿Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase?	Estándar	Diseño especial	Específico	Total
	14	3		17
6. ¿Posee departamento de Mantención?	SI	NO		
		X		
7. ¿Número de turnos de la jornada?	1			
8. ¿Número de personal de mantención en cada turno?	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Total
	1			1
9. ¿Dependencia del departamento de mantención?	Jerarquía propia	Dependencia a Producción	Sin organización	
			X	
10. ¿Realización de la Mantención?	Contratista	operarios equipos	Especialista	No hay mto
		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?	Mantención	Producción	Otra	
			X	
14. ¿Satisfacción del abastecimiento?	Bueno	Regular	Malo	
			X	

Tabla 4. 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 trabajos de mantención que puede hacer?	No (1)	parcialmente (3)	Todos (5)
	X		

Observaciones:

- Las respuestas entregadas están basadas netamente en lo práctico, debido a que la empresa no cuenta con la documentación necesaria que soporte lo dicho.

Tabla 5. 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 trabajos 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		

Observaciones:

- De la totalidad de la maquinaria solo pocas cuentan con catálogos o información técnica detallada.

Tabla 3. 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		

Observaciones:

- Existen muy pocos registros que permitan ponderar indicadores que evidencien los manejos que se dan en el departamento de mantenimiento.

Tabla 4. 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 5. 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.

4.4 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA

Se presentará cada uno de los 6 aspectos que conforma la auditoria basados en la ponderación de la tabla 2.

4.4.1 Criticidad en las rutas de inspección

Figura 7. Grafico rutas de inspección

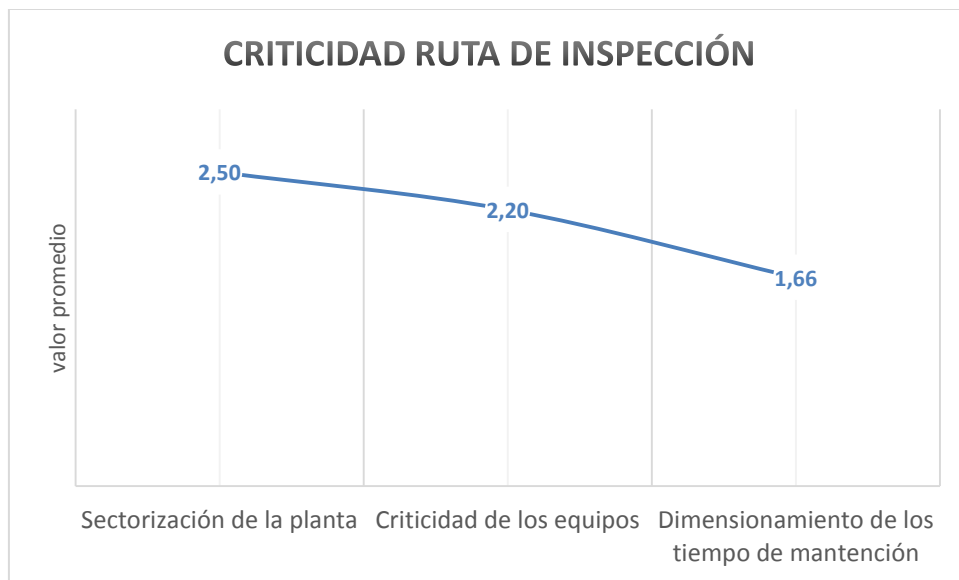


Tabla 6. Resultados rutas de inspección

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	2,20	Aspecto deficiente
10,11,12	Dimensionamiento de los tiempo de mantención	1,66	Aspecto deficiente

Según los tres aspectos considerados es evidente que la sectorización de la planta apenas alcanza el umbral para estar en medianamente implementado y el dimensionamiento de los tiempos y la criticidad de los equipos son muy

deficientes, lo que evidencia de manera general que existe una falla en estos aspectos y permite enfocar las mejoras en ellos.

4.4.2 Manejo de información sobre los equipos

Figura 8. Grafico manejo de información de los equipos

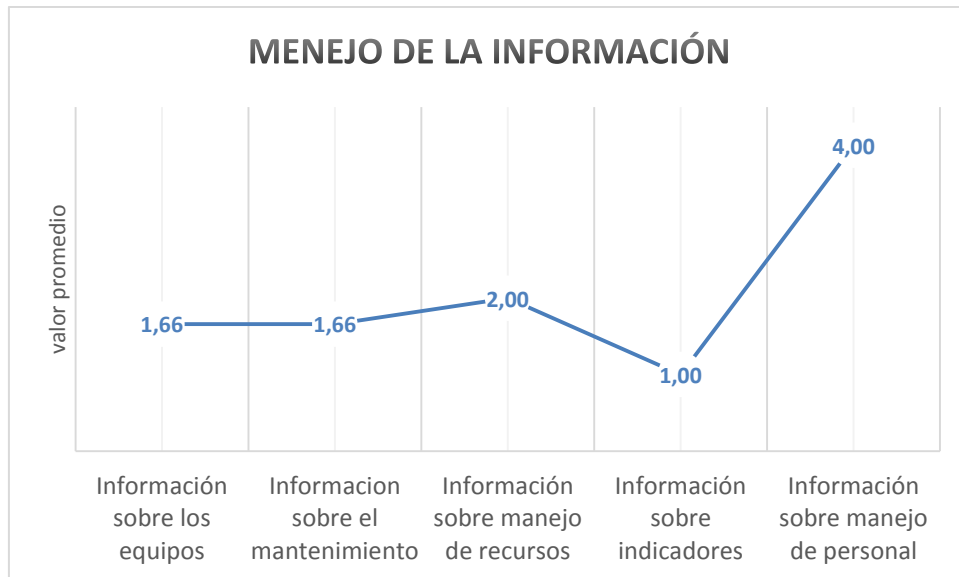


Tabla 7. Resultados manejo de información de los equipos

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,4	Información sobre los equipos	1,66	Aspecto deficiente
3,5,6	Información sobre el mantenimiento	1,66	Aspecto deficiente
7,8,9,12	Información sobre manejo de recursos	2,00	Aspecto deficiente
10,11,15	Información sobre indicadores	1,00	Aspecto deficiente
13,14	Información sobre manejo de personal	4,00	Aspecto bien implementado

Los resultados reflejados en esta parte dejan en evidencia que el mantenimiento en la empresa se realiza de manera correctiva y que no posee información almacenada que permita tener algún tipo de indicadores.

En cuanto a la información sobre el manejo de personal se puede ver que la empresa tiene un aspecto bien implementado.

4.4.3 Estado del mantenimiento actual

Figura 9. Gráfico mantenimiento actual

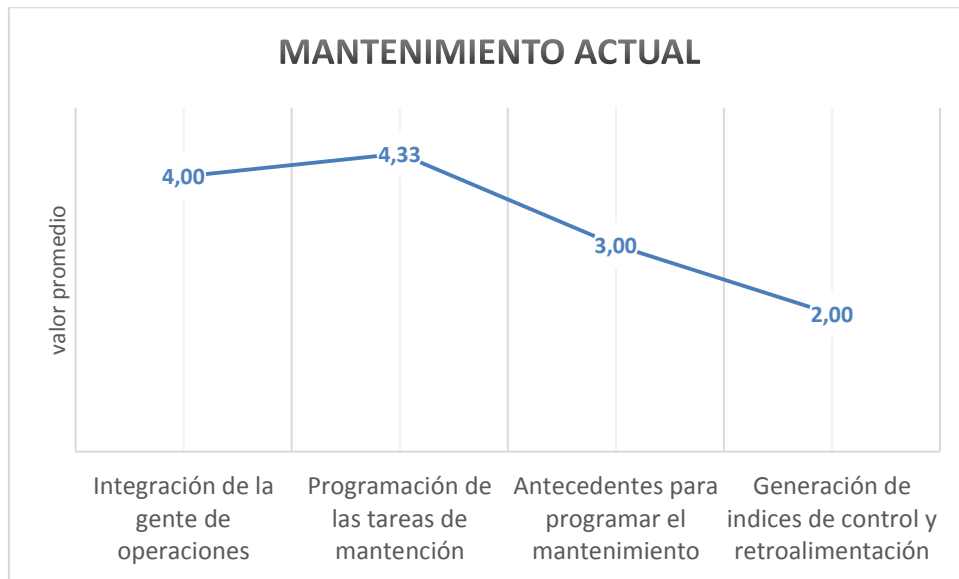


Tabla 8. Resultado mantenimiento actual

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

El aspecto relacionado con la integración de la gente de operaciones y programación de las tareas de mantención, resultan bien implementados debido a que los trabajadores conocen todo lo necesario para iniciar su día normal de trabajo (lo que incluye el alistamiento de la maquinaria a nivel básico).

Pero los aspectos como los antecedentes para programar el mantenimiento y la generación de índices de control resultan medianamente implementados y evidencian la carencia de información que pudieran permitir llevar un buen registro.

4.4.4 Antecedentes de costos de mantenimiento

Figura 10. Grafico costos de mantenimiento

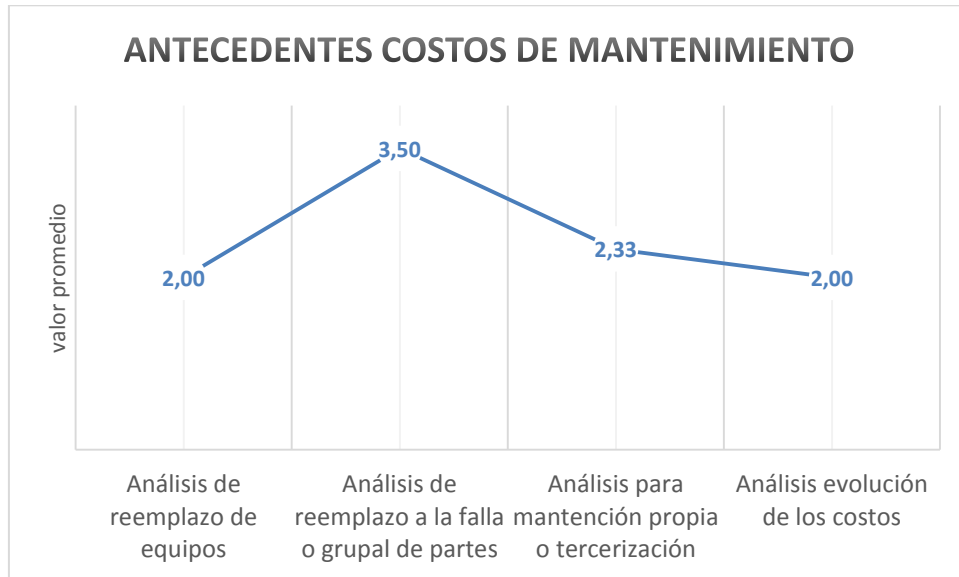


Tabla 9. Resultados costos de mantenimiento

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,3,7	Análisis de reemplazo de equipos	2,00	Aspecto deficiente
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	2,33	Aspecto regular
10,11,12,13	Análisis evolución de los costos	2,00	Aspecto deficiente

En cuanto a lo que tiene que ver con la adquisición, costo de los equipos, y costos de mantenimiento, la persona auditada no contó con cifras concretas y tampoco se cuenta con la documentación necesaria que soporte dichos valores, por tal razón no es posible hacer un análisis de los antecedentes de costos de una manera confiable.

4.4.5 Efectividad del mantenimiento actual

Figura 11. Grafico efectividad mantenimiento actual

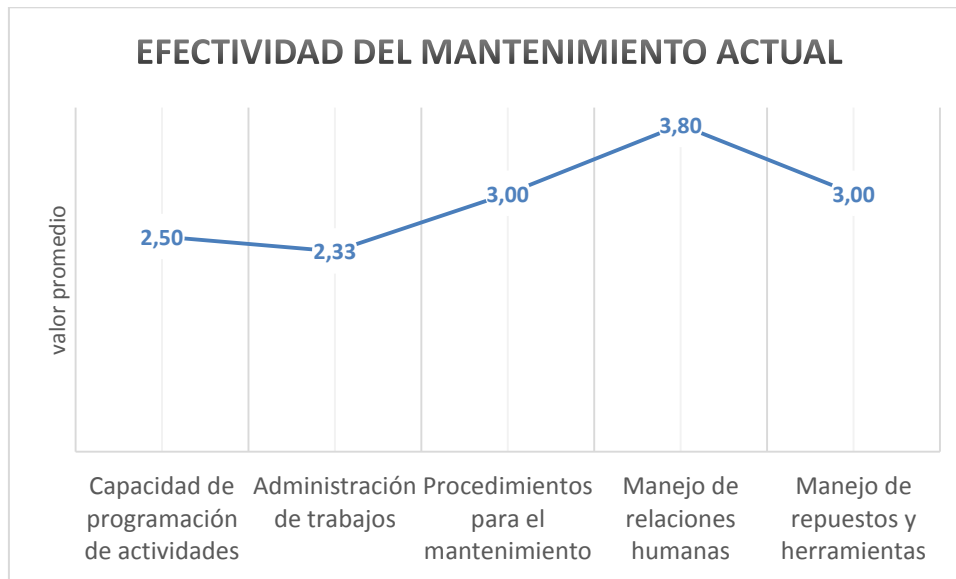


Tabla 10. Resultados efectividad del mantenimiento actual

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
1,2,8,9	Capacidad de programación de actividades	2,50	Aspecto regular
3,4,5	Administración de trabajos	2,33	Aspecto regular
6,7	Procedimientos para el mantenimiento	3,00	Aspecto regular
10,11,12,13,14	Manejo de relaciones humanas	3,80	Aspecto bien implementado
15,16	Manejo de repuestos y herramientas	3,00	Aspecto regular

Debido a que no se cuenta con antecedentes o información que permitan llevar indicadores que faciliten el seguimiento a la labor de mantenimiento y además de tener dicha gestión solo de manera correctiva, da como resultado que la efectividad del mantenimiento actual no cumple con los requisitos necesarios en una buena ejecución.

4.4.6 Conclusiones

- Con la aplicación de la auditoria acerca de la efectividad del mantenimiento en la empresa BELMARAUTOPARTES LTDA, fue posible determinar los aspectos

relevantes a los cuales abordar de manera inmediata en la mejora de la gestión del mantenimiento y se muestran en la figura 12. De estos 6 aspectos analizados, se logró determinar que el manejo de la información de los equipos es el aspecto más crítico y en el cuál se enfocará el plan de mantenimiento y que ayudará a implementar de manera adecuada el mantenimiento preventivo con la ayuda de un software.

Figura 12. Resultado total de la auditoria



- 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.

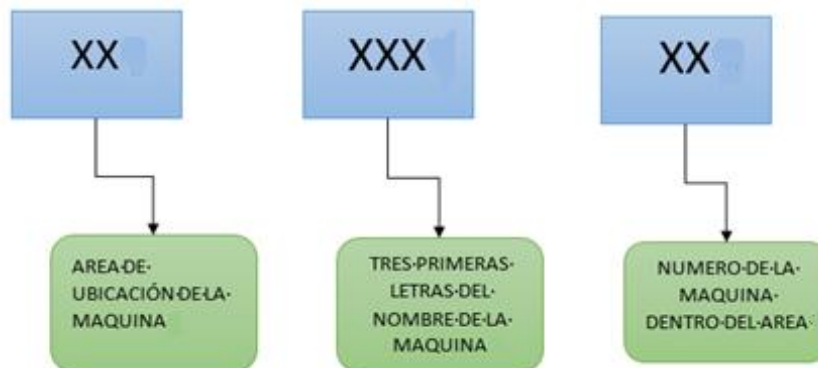
5. INVENTARIO Y CODIFICACION DE LOS EQUIPOS

5.1 CODIFICACIÓN

De acuerdo a los procedimientos realizados en la producción de la planta se pueden identificar los equipos que están directa o indirectamente involucrados. Para hacer una buena implementación es necesario facilitar el manejo de datos, éstos son correspondientes a un inventario y a una codificación de la maquinaria y son el eje central al momento de desarrollar el programa para la administración del mantenimiento.

La codificación consiste en tres partes básicas, la primera es el área donde se encuentra la máquina, la segunda son las 3 primeras letras del nombre de la máquina, y por último el número de la máquina a la cual se está refiriendo, ver figura 13.

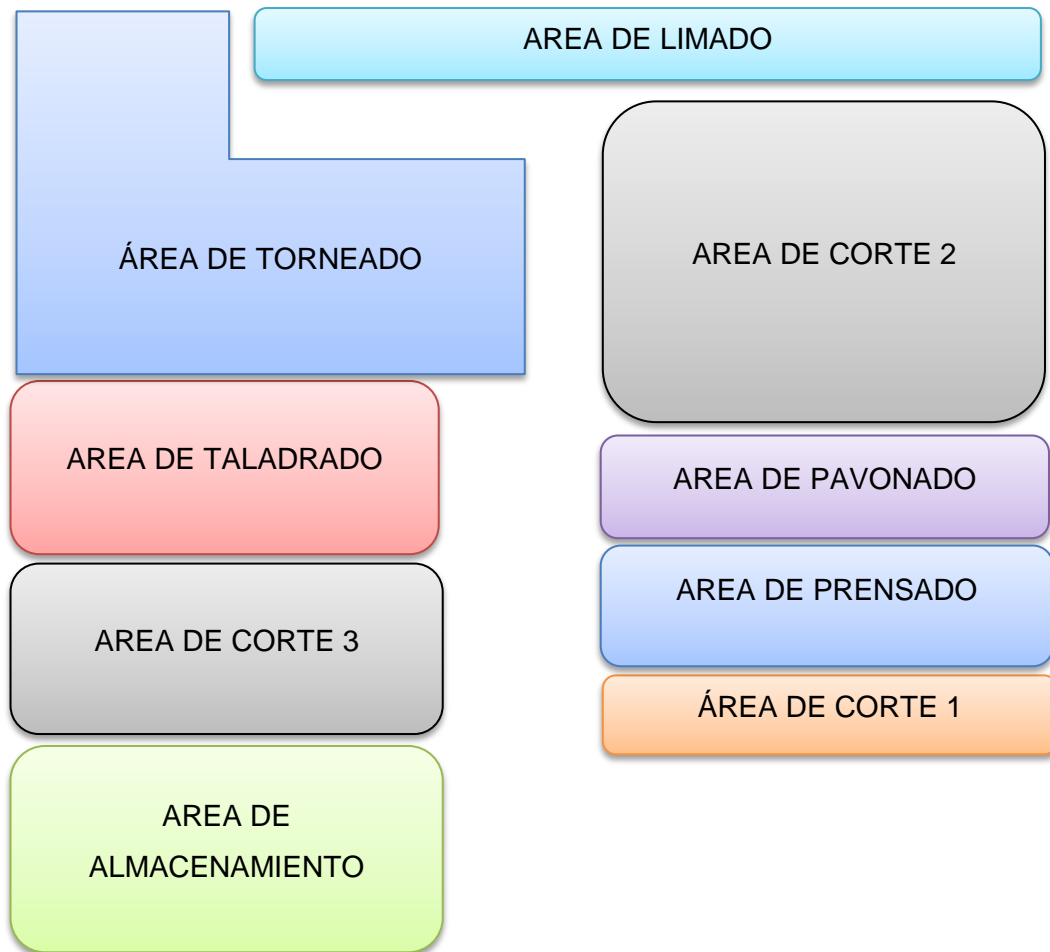
Figura 13. Diseño codificación



Fuente: 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.

La empresa BELMARAUTOPARTES tiene sus máquinas distribuidas en 9 áreas en la planta las cuales se muestran en la figura 14.

Figura 14: Distribución de áreas



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

- 01: Corresponde al área de corte 1.
- 02: Corresponde al área de prensado.
- 03: Corresponde al área de pavonado.
- 04: Corresponde al área de corte 2.
- 05: Corresponde al área de limado.
- 06: Corresponde al área de torneado.
- 07: Corresponde al área de taladrado.
- 08: Corresponde al área de corte 3.
- 09: Corresponde al área de almacenamiento.

Cabe resaltar que la empresa BELMARAUTOPARTES no tenía una codificación para la identificación de su maquinaria que le permitiera establecer un apropiado manejo de la información al momento de efectuar las tareas de mantenimiento, este es el primer sistema de codificación para los equipos de la empresa.

De acuerdo con las consideraciones mostradas anteriormente, la codificación de los equipos se visualiza en la tabla 11, donde a partir del inventario fue asignado un código que es equivalente a cada maquinaria del proceso productivo.

Tabla 11. Codificación de equipos

ÁREA	NOMBRE	UBICACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE
01	PAN	1	01PAN1	PANTOGRAFO DE PLANTILLAS
02	PRE	1	02PRE1	PRENSA HIDRAULICA DE 40 TONELADAS
03	PAV	1	03PAV1	HORNO DE PAVONADO
04	TRO	1	04TRO1	TROQUELADORA 5 TONELADAS
04	TRO	2	04TRO2	TROQUELADORA 15 TONELADAS
04	TRO	3	04TRO3	TROQUELADORA 30 TONELADAS
04	TRO	4	04TRO4	TROQUELADORA 40 TONELADAS
04	TRO	5	04TRO5	TROQUELADORA 90 TONELADAS
05	TAM	1	05TAM1	TAMBOR
05	REC	2	05REC2	RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS
06	TOR	1	06TOR1	TORNO REVOLVER
06	TOR	2	06TOR2	TORNO SEMIREVOLVER
06	TOR	3	06TOR3	TORNO SEMIREVOLVER
06	ROS	4	06ROS4	ROSCADO BELMAR
07	TAL	1	07TAL1	TALADRO VERTICAL
08	SIE	1	08SIE1	SIERRA SIFÍN
08	SEG	2	08SEG2	SEGUETA INDUSTRIAL

5.2 INVENTARIO

El inventario es la cantidad de bienes o activos que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado. El control del inventario se debe realizar de manera oportuna sobre todo en las piezas que conforman los componentes como los repuestos y herramientas, ya que son un aspecto crítico para una buena gestión del mantenimiento en la compañía. Si los repuestos o herramientas no

están disponibles para efectuar las reparaciones, el tiempo muerto en las líneas de producción aumenta generando costos innecesarios en la empresa.

Por otro lado, si la empresa tiene exceso de inventarios la compañía incurre en costos excesivos y gastos indirectos de llevar el inventario. Para la buena ejecución del proyecto se llevó a cabo la clasificación de los repuestos y herramientas con los que cuenta la empresa y así llevar un control adecuado de las existencias en el almacén.

5.2.1 Inventario de herramientas. A continuación, se muestra en la tabla 12 las herramientas encontrados en el almacén, clasificados por nombre y cantidad.

Tabla 12. Inventario de herramientas

Nombre	Cantidad
Llave inglesa	3
Alicate	3
Corta frio	2
Pinzas	3
Martillo	2
Nivel	1
Juegos brístol	3
Porra	1
Destornillador	10
Multimetro	1
Juegos de copas	2
Taladro de mano	1
Llave de tubo	2
Esmeril	2
Segueta	2
Llave fija	15
Pie de rey	2

5.2.2 Inventario de repuestos. Ahora mostraremos en la tabla 13 el inventario de los repuestos más utilizados en la empresa, clasificándolos por nombre, referencia y proveedor.

Tabla 13. Inventario de repuestos

Nombre	Cantidad
Rodamientos	4
Grasa	12
Correas	3
Gas	2
Empaques	30
Aceite industrial	10
Brocas	5
Buriles	8
Segueta	2
Lubricante	4

6. ANALISIS DE CRITICIDAD

6.1 APLICACIÓN DEL ANALISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA

BELMARAUTOPARTES es una empresa que está tratando de mejorar sus procesos de producción, con lo que buscan ser partícipes en la industria de manufactura de autopartes de Colombia a grandes niveles, por ello está en búsqueda de nuevos métodos para el mejoramiento de la gestión de mantenimiento, la planta cuenta con 17 máquinas para la elaboración de sus productos, el análisis se ejecutara a los equipos de la planta bajo la supervisión del encargado de mantenimiento de la empresa.

6.2 LISTADO DE EQUIPOS

La lista de las maquinas a las que se le realizara el análisis de criticidad en la empresa BERLMARAUTOPARTES. se muestra en la tabla 11.

6.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de la información para la aplicación del concepto de criticidad se elaboró a partir de encuestas bajo la revisión del director de proyecto y del encargado de mantenimiento de la empresa, en la encuesta participaron operarios de los equipos, técnicos y encargados de la administración del mantenimiento.

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

$$\text{criticidad} = (\text{frecuencia de falla}) * (\text{consecuencia})$$

donde:

$$\text{consecuencia} = ((\text{imp. Oper} * \text{tiempodefallas})) + \$Mto + \text{imp seg y Amb}$$

Donde la frecuencia de falla está relacionada con la cantidad de fallas por año que presenta la máquina y la consecuencia está relacionada con: el impacto en la operación, tiempo de fallas, costos de mantenimiento e impacto en la seguridad y medio ambiente.

Se utilizó el formato que se muestra en la tabla 13; La encuesta consta de cinco preguntas cada una de ellas cuenta con una ponderación diferente dependiendo del impacto que tenga en la organización. Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados se presentan dentro de la misma encuesta.

Una vez realizada la encuesta al personal de la planta se presentan los resultados en una hoja de cálculo, donde se obtiene el valor de criticidad para cada máquina. A continuación, se muestra un ejemplo del cálculo de criticidad para el pantógrafo de plantillas, aplicando la ecuación mencionada anteriormente:

$$\text{Criticidad} = (1) * ((4 * 1) + 1 + 8) = 13$$

Se clasifican los equipos de alta y mediana criticidad a los cuales se centrarán las tareas del mantenimiento preventivo.

Tabla 14. Encuesta análisis de criticidad

ENCUESTA ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN LA EMPRESA BERLMARAUTOPARTES			
Operario		Área	
Equipo		Código de equipo	
Fecha			
1. Frecuencia de falla			
Promedio mayor a 10 fallas por año			4
Promedio entre 6-10 fallas por año			3
Promedio entre 2-6 fallas por año			2
No más de 2 fallas por año			1
2. Impacto sobre la producción			
Pérdida de toda la producción			10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas			7
Impacto de niveles de inventario o calidad			4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción			1
3. Tiempo promedio para reparar la falla			
Menos de 1 hora			1
Promedio entre 1-2 horas			3
Promedio entre 2-5 horas			5
Más de 5 horas			7
4. Costos de mantenimiento			
Menos de \$35,000 pesos			1
Entre 35-170 mil pesos			2
Entre 170-330 mil pesos			4
Más de 330 mil pesos			6
5. Impacto en seguridad y ambiente			
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la			8
Afecta el ambiente/instalaciones			7
Afecta las instalaciones causando daños severos			5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad)			3
No provoca ningún tipo de daño a personas, instalaciones o al ambiente			1

6.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Tabla 15. Resultados análisis de criticidad

CÓDIGO	NOMBRE	PREGUNTAS [(1)*((2*3)+4+5)]	CRITICIDAD TOTAL
04TRO5	TROQUELADORA 90 TONELADAS	$(2)*((4*5)+4+3)$	54
02PRE1	PRENSA HIDRAULICA DE 40 TONELADAS	$(2)*((4*5)+2+3)$	50
04TRO1	TROQUELADORA 5 TONELADAS	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
04TRO2	TROQUELADORA 15 TONELADAS	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
04TRO3	TROQUELADORA 30 TONELADAS	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
04TRO4	TROQUELADORA 40 TONELADAS	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
06ROS4	ROSCADO BELMAR	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
08SEG2	SEGUETA INDUSTRIAL	$(2)*((4*3)+2+3)$	34
05TAM1	TAMBOR	$(2)*((4*3)+1+3)$	32
06TOR1	TORNO REVOLVER	$(1)*((4*5)+4+3)$	27
06TOR2	TORNO SEMIREVOLVER	$(1)*((4*5)+4+3)$	27
06TOR3	TORNO SEMIREVOLVER	$(1)*((4*5)+4+3)$	27
08SIE1	SIERRA SIFÍN	$(2)*((4*1)+2+3)$	18
03PAV1	HORNO DE PAVONADO	$(1)*((4*3)+2+3)$	17
01PAN1	PANTOGRAFO DE PLANTILLAS	$(1)*((4*1)+1+8)$	13
05REC2	RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS	$(2)*((1*3)+1+1)$	10
07TAL1	TALADRO VERTICAL	$(1)*((4*1)+2+3)$	9

6.5 CONCLUSIÓN

En la tabla 15 se puede observar la puntuación obtenida por cada equipo, de color rojo los equipos críticos, de color amarillo los medianamente críticos y los no críticos de color verde.

Del análisis se pudo concluir que las maquinas más críticas de la empresa son las maquinas la troqueladora de 90 toneladas 04COR5 y la prensa hidráulica de 40 toneladas 02PRE1. Y los equipos medianamente críticos son las troqueladoras ubicadas en el área de corte 2 (04COR1, 04COR2, 04COR3, 04COR4), el roscado belmar 06TOR4, tambor 05LIM1 y la segueta industrial 08COR2.

7. DOCUMENTACION DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO

Además de que la empresa no cuenta con un departamento de mantenimiento, tampoco posee los manuales de operación y mantenimiento de los equipos adquiridos. Sumado a lo anterior, no cuenta con un formato de órdenes de trabajo para registrar las tareas de mantenimiento que se realizan en las máquinas de la planta, ni con los registros de mantención. La empresa BELMARAUTOPARTES no cuenta con indicadores de gestión tales como la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad.

Con el fin de mejorar el manejo de la información dentro de la organización se realizaron formatos para controlar los datos en cuanto a la gestión del mantenimiento de la maquinaria en la planta, se crean los formatos que se muestran en las siguientes secciones:


7.1 HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS

Es el documento donde se consignan todos los trabajos que se le han realizado a cada máquina llevándose en orden cronológico, de tal manera se puede acceder a esta información sin revisar ordenes de trabajo lo cual sería un trabajo tedioso para el encargado de las reparaciones de mantención de los equipos, por medio de este formato se le hará seguimiento a los tipos de mantenimiento y los resultados obtenidos por las diferentes reparaciones, además se tendrá el costo del trabajo realizado, los repuestos utilizados, el personal encargado y el tiempo que se gastó para volver el equipo a su estado de normal funcionamiento.

La hoja de vida es una referencia de acceso fácil y rápido a las tareas que se le han realizado a los equipos, lo que ayudara al encargado de mantenimiento al momento de realizar el diagnostico. En cuanto una maquina falle tendrá

documentado las tareas que se le han realizado a la maquina en ocasiones anteriores.

Tabla 16. Formato hoja de vida de los equipos

Hoja de vida del equipo				
Nombre del equipo: TROQUELADORA 90 TONELADAS				
Código del equipo: 04COR5				
Responsable del mantenimiento: HECTOR TARAZONA				
Fecha	Descripción del mantenimiento	Respuestos	Costos	Tiempo empleado
SEPTIEMBRE 7 DE 2015	CAMBIO DE CORREAS, ENGRASE DE RODAMIENTOS, ENGRASE TORNILLO DE AJUSTE	CORREAS , GRASA	110.000	0,5 HORAS
SEPTIEMBRE 12 DE 2015	CAMBIO DE RODAMIENTOS, REVISION CLUTCH, VOLANTE, RESORTE DE TENCION, CUÑAS Y BALANCIN DEL AMBRAGUE	RODAMIENTOS	70.000	2 HORAS
SEPTIEMBRE 12 DE 2015	ALINEACION DE PLATINA , CAMBIO DE CUCHILLA DE CORTE	CUCHILLA DE CORTE	65.000	1 HORA
Observaciones:			Firma:	

Debido a la no existencia de registros de los mantenimientos realizados en los equipos de la empresa BELMARAUTOPARTES, así como la falta de control de la cantidad y tipo de repuestos empleados, sus respectivos costos y tiempo empleado en la tarea de mantenimiento, no es posible generar las hojas de vida, a la fecha, de los equipos existentes. Sin embargo, se hace la creación del formato


de hoja de vida de los equipos que podrá comenzar a implementar a partir de la fecha de aplicación del presente proyecto.

7.2 ORDEN DE TRABAJO

La empresa no cuenta con un formato de orden trabajo en el cual se documenten los trabajos que se realizan en las maquinas, los repuestos y herramientas utilizados. Por lo tanto, no cuenta con un registro de los tiempos que se demoran en realizar los trabajos de mantenimiento, dicho esto la empresa no tiene una manera de evaluar el desempeño de las labores de mantención.

Por ello se diseñó un formato de orden de trabajo por medio del cual la empresa podrá manejar el indicador de mantenibilidad para el mejoramiento continuo de las labores de mantenimiento realizadas en la planta. Ver tabla 17.

Tabla 17. Orden de trabajo

 <p style="text-align: center;">BELMARAUTOPARTES LTDA. Orden de trabajo Departamento de mantenimiento</p>			
Número orden de trabajo 0166	Solicitado por: Nestor Martinez	Fecha y hora de solicitud	MARZO 20 2015 10:00 AM
Nombre del equipo: TROQUELADORA 90 TONELADAS		Código del equipo: 04COR5	
Tipo de trabajo a ejecutar		Tipo de mantenimiento	
Mecánico (X)	Eléctrico ()	Correctivo (X)	Preventivo (X)
TRABAJO SOLICITADO			
CAMBIO DE COREAS Y RODAMIENTOS , ENGRASE TORNILLO DE AJUSTE, APRIETE DE TORNILLERIA			
TRABAJO EJECUTADO			
CAMBIO DE COREAS Y RODAMIENTOS , ENGRASE TORNILLO DE AJUSTE			
RECURSOS NECESARIOS			
Materiales y repuestos			
Descripción		Cantidad	
CORREAS		3	
RODAMIENTOS		2	
GRASA		1	
Herramientas necesarias			
Descripción		Cantidad	
LLAVES BRISTOL		1 JUEGO	
HOMBRE SOLO , ALICATES		1	
MARTILLO		1	
CONSIGNAS DE SEGURIDAD			
NO OLVIDAR ELEMENTOS DE SEGURIDAD GUANTES Y LENTES			
Observaciones:		Hora y fecha de inicio 10:30 MARZO 20	
		Hora y fecha de culminación 1:00 MARZO 20	
Nombre y firma del responsable del mantenimiento			

7.3 FICHA TECNICA


En este formato se tienen los datos más importantes de los equipos como:

- Marca
- Serie
- Modelo
- Fabricante
- Información técnica del motor
- Características eléctricas
- Tiempo de funcionamiento
- Dimensiones
- Recomendaciones del fabricante

Esta información es de uso cotidiano por parte del operador y encargados de la administración del mantenimiento de la empresa. En la tabla 18 se muestra la ficha técnica creada que se va a utilizar para la facilidad en el manejo de toda la información de los equipos en un formato único.

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

Tabla 18. Ficha técnica

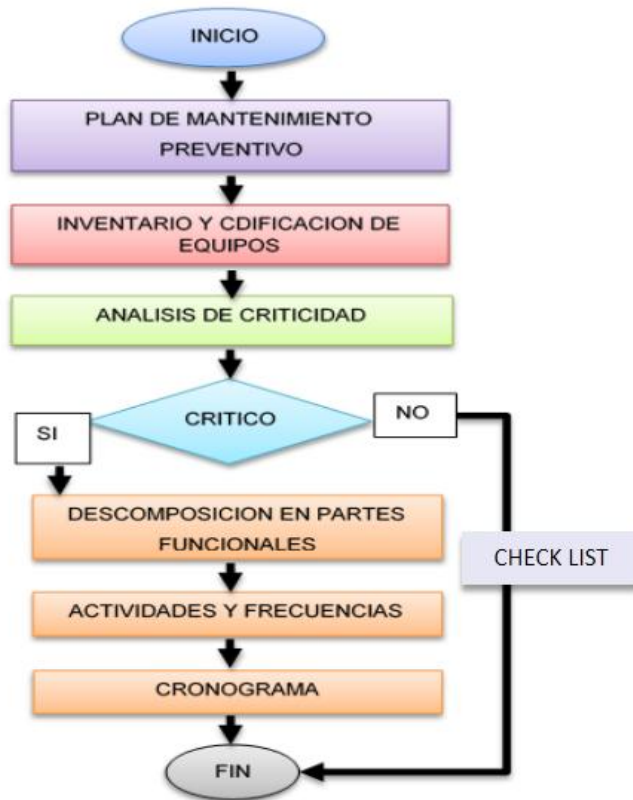
		BELMARAUTOPARTES LTDA. FICHA TÉCNICA DE EQUIPO	
Foto del equipo		Breve descripción y funcionamiento	
Nombre:			
Código:			
Datos del equipo		Características mecánicas	
Marca		Potencia	
Modelo		RPM	
Fabricante		Peso	
Año de instalación		Dimensiones	
Criticidad		Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	
Voltaje		Bajo techo	
Frecuencia		Ambiente corrosivo	
Número de fases		Temp ambiente	
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	
		Esporadicamente	

8. PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Éste capítulo contiene toda la información necesaria para la implementación del software para la administración del mantenimiento en la empresa BELMARAUTOPARTES. Los equipos críticos se descomponen en partes funcionales, a las cuales se les asignan actividades y frecuencias de mantenimientos, posteriormente organizadas en forma cronológica, el diagrama de flujo de este proceso se muestra en la figura 15.

Varias actividades de mantenimiento preventivo fueron adquiridas a través de la experiencia en la empresa y fueron incluidas en la metodología que se está implementando.

Figura 15. Diagrama de flujo plan maestro



8.1 DESCOMPOSICIÓN DE EQUIPOS POR PARTES

Es necesario aparte del inventario y la codificación de equipos, establecer las partes funcionales de cada máquina, debido a que sobre éstas se realizaran las actividades específicas del mantenimiento, lo que permitirá una mayor organización en la implementación de la metodología preventiva y hará más eficiente los trabajos sobre las maquinas.

8.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS

Debido a que las actividades realizadas en la maquinaria de la empresa eran netamente correctivas, y el apoyo en los manuales y catálogos de los equipos fue imposible debido a la inexistencia de estos, fue de vital importancia contar con la ayuda de encargado del mantenimiento y con los operarios, ya que con ellos fue posible establecer las tareas que apoyaban las labores a realizar. Dichas labores fueron tabuladas junto con su frecuencia y se pueden evidenciar en la tabla 19 para la troqueladora 04COR5. Para las demás maquinas ver anexo B.

Tabla 19. Componentes y actividades de mantenimiento preventiva 04COR5

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 90 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas	trimestral
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		embrague	revisión de clutch	semestral
			revisión de volante	semestral
			revisión de resorte de tensión en buen estado	semanal
			revisión de cucñas y balancin	semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
			cambio de cuchilla de corte	trimestral
		bástidor	limpieza general	diaria
	apriete de tornillería		semanal	
	carro	alineación con la platina	semanal	
	Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
revisar estado cableado y contactores			semanal	
tablero		revisar fusibles, interruptor	semanal	

Tabla 21. Lista de chequeo troqueladora 04COR5

LISTA DE CHEQUEO No. _____					
Nombre del equipo:			Código del equipo:		
Responsable:			Hora inicio:		
Fecha:			Hora culminación:		
Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
TROQUELADORA 90 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas		
		rodamientos	engrase de rodamientos		
			cambio de rodamientos		
		embrague	revisión de clutch		
			revisión de volante		
			revisión de resorte de tensión en buen estado		
		cuchillas	revisión de cucñas y balancín		
	engrase de tornillo de ajuste				
	bástidor	cambio de cuchilla de corte			
		limpieza general			
	Eléctrico	motor	apriete de tornillería		
			alineación con la platina		
			inspección auditiva		
		tablero	barniz al bobinado		
		revisar estado cableado y contactores			
		revisar fusibles, interruptor			

8.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EQUIPOS NO CRÍTICOS

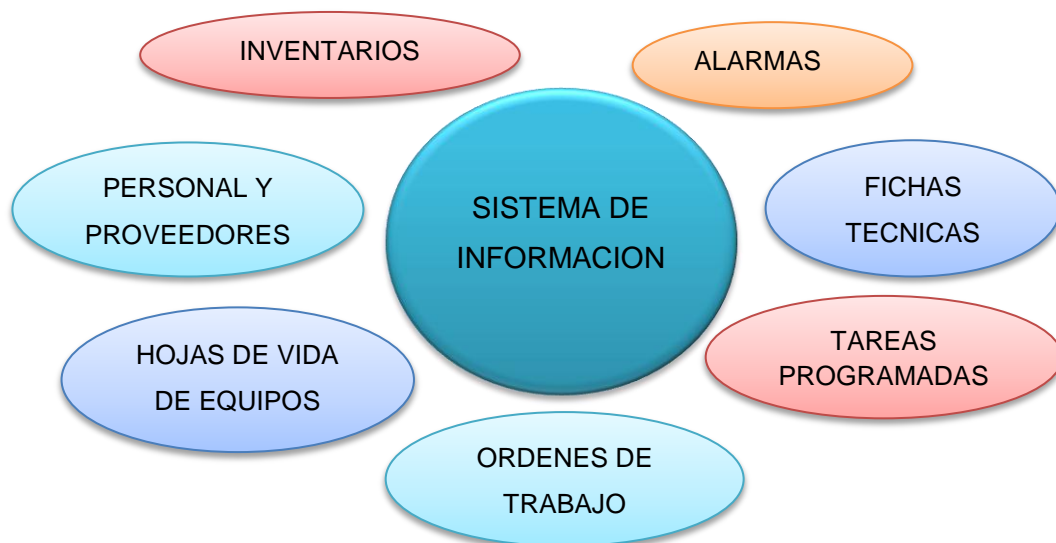
Para el caso de los equipos no críticos, su mantenimiento se realiza según las consideraciones del encargado de mantenimiento, el cual establece una frecuencia mensual de inspecciones visuales y auditivas del equipo en general, y la aplicación del formato de lista de chequeo general para la aplicación de tareas de mantenimiento diarias como engrase y limpieza de componentes

9. SISTEMA DE INFORMACION Y CAPACITACIÓN

Esta herramienta es de vital importancia en la futura implementación del plan de mantenimiento preventivo, debido a que con ella se tienen los instrumentos y guías necesarias para realizar cada labor concerniente a dicha metodología de manera más eficiente. Con el desarrollo tecnológico que ha tenido la industria no es recomendable que las labores que mantienen funcionando a una empresa (a nivel de la maquinaria) carezcan de esta característica, por tal razón se planea integrarla, logrando con esto que la gestión del mantenimiento resulte mucho más fácil y eficiente.

La recopilación de información que se hizo previamente en la empresa a manera de inventarios, codificación de equipos, análisis de criticidad y demás aspectos, son el apoyo fundamental en el desarrollo del sistema de información, información la cual es organizada y gestionada en módulos, los cuales se muestran en la figura 16.

Figura 16. Sistema de información



9.1 LENGUAJE DE PROGRAMACION

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, SharePoint, etcétera) y manejarlos por medio de las consultas e informes².

9.2 INGRESO AL PROGRAMA

Para poder hacer un ingreso al programa se debe contar con un usuario y su respectiva contraseña. El usuario y contraseña solo serán proporcionados al responsable del departamento de mantenimiento de la empresa. En la figura 17 se muestra la interfaz de acceso al programa.

² WIKIPEDIA. Microsoft Access, Disponible en internet: <https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access> [Citado el 20 de marzo de 2016].

Figura 17. Ingreso al programa



9.3 ANALISIS DETALLADO DE LOS MODULOS DEL PROGRAMA

De acuerdo a los módulos planteados en la figura 16, se logra obtener una interfaz que permite acceder de una forma sencilla a los diferentes campos, lo que contribuirá en la mejora del departamento de mantenimiento de la empresa BELMARAUTOPARTES. Estos módulos son descritos a continuación:

9.3.1 Personal y proveedores. Este módulo es de vital importancia ya que con el podemos tener un control organizado del personal actual trabajando en la empresa, es posible modificar su información básica (datos como nombre dirección, cargo desempeñado, número de teléfono, correo electrónico) a lo largo del tiempo y a su vez llevar una base de datos, para crear un perfil de un empleado nuevo se da click en personal y aparecerá un pequeño formulario de datos para diligenciar ordenadamente, una vez diligenciado se le da guardar y automáticamente queda anexo a la base de datos de personal de la empresa la cual se puede observar previamente, se puede guardar un registro nuevo, eliminar uno ya existente y abrir el informe de registros de personal (ver figura 18).

Figura 18. Módulo personal y proveedores sección registro de personal



Figura 19. Módulo personal y proveedores sección informe de personal

The screenshot shows a report titled 'Personal' with a table of data. The table has the following columns: Id, Nombre, Dirección, Número Fijo, Celular, and Cargo.

Id	Nombre	Dirección	Número Fijo	Celular	Cargo
1	David Alfonso Rodriguez	Calle 8 # 23-26	6453050	3014675503	Operario prensa hidraulik
3	hector emilio lozano taraz	calle 42 sur # 80 j 05 , barrio e	5712243	3219201966	Jefe de mantenimiento
4	Tito julio leon	Cra 78 b # 35-03 sur , barrio ce	6747477	3153731396	Operario torno paralelo
5	Jhon Alexander Cadena	Calle 42 # 88-08, kennedy	4540753	3115269252	Operario troquel

Se lleva también el control de todo tipo de proveedores ya sea eléctricos, mecánicos o de utilería, actualizado y con toda la información necesaria para su contacto en él se puede diligenciar nombre, dirección, número fijo de la empresa, productos manejados, representante de ventas de la empresa, numero del representante, Además se puede guardar un registro nuevo, eliminar uno ya existente y abrir el informe de registros de proveedores previamente guardados (ver figura 20).

Figura 20. Módulo personal y proveedores sección registro

Registro Proveedores



Nombre	<input type="text" value="Aceros Cundinamarca"/>
Dirección	<input type="text" value="Calle 45 sur # 80j-05"/>
Número Empresa	<input type="text" value="6711798"/>
Productos	<input type="text" value="Laminas de Acero"/>
Representante	<input type="text" value="Holman Santana"/>
Número Representante	<input type="text" value="311233221"/>

←
📄
✖
📄
→

Figura 21. Módulo personal y proveedores sección Informe proveedores

Todos los objet... << Inicio Proveedores Personal Proveedores_Datos1 Personal

Buscar...

Tablas

- Alarmas
- Áreas
- Herramientas
- Inventario
- Orden de Trabajo
- Personal
- Proveedores Datos
- Repuestos

Consultas

- Inventario Consulta

Formularios

- Áreas
- Inicio
- Inventario
- Orden de Trabajo
- Personal
- Proveedores
- Registro
- Registro de Equipos
- Subformulario Áreas

Proveedores_Datos

Id	1
Nombre	Aceros Cundinamarca
Dirección	Calle 45 sur # 80j-05
Número Empresa	6711798
Productos	Laminas de Acero
Representante	Holman Santana
Número Representante	311233221

Id	2
Nombre	MDC
Dirección	Calle 11 # 25-28
Número Empresa	6553434
Productos	Cojinetes
Representante	Andrés Torres Peña
Número Representante	3456567

9.3.2 Inventario. En este módulo encontramos toda la información correspondiente a los equipos de la empresa, así como las herramientas, repuestos disponibles y áreas de distribución, siendo posible administrar de una manera más eficiente esta dependencia, a continuación, se describen y se explican de qué forma lo vamos a utilizar.

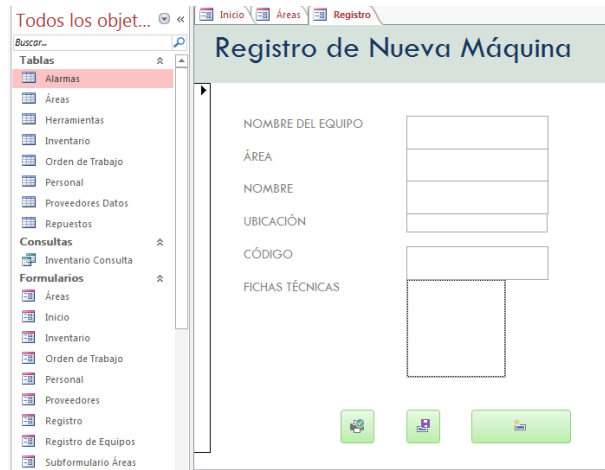
Es posible agregar más equipos, herramientas y repuestos si así lo desean, de esta forma es posible administrar de una manera más eficiente esta dependencia, en esta se da click en el módulo de inventarios y activos, nuevamente en la sección de inventario de máquinas, muestra una lista desplegable y al finalizar la opción para agregar un nuevo equipo al inventario. (ver figura 22).

Figura 22. Módulo inventario sección maquinas

ÁREA	NOMBRE	UBICACIÓN	CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO
01	COR	1	01COR01	PANTOGRAFO DE PLANTILLA
02	PRE	1	02PRE1	PRENSA HIDRAULICA DE 40 TONELADAS
03	PAV	1	03PAV1	HORNO DE PAVONADO
04	COR	1	04COR1	TROQUELADORA 5 TONELADAS
04	COR	2	04COR2	TROQUELADORA 15 TONELADAS
04	COR	3	04COR3	TROQUELADORA 30 TONELADAS
04	COR	4	04COR4	TROQUELADORA 40 TONELADAS
04	COR	5	04COR5	TROQUELADORA 90 TONELADAS
05	LIM	1	05LIM1	TAMBOR
05	LIM	2	05LIM2	RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS
06	TOR	1	06TOR1	TORNO REVOLVER
06	TOR	2	06TOR2	TORNO SEMIREVOLVER

Para agregar un nuevo equipo se da click al finalizar la lista desplegable, se diligencia el formulario de dicho equipo y seguido de esto se adjunta la ficha técnica de la misma, se procede a guardar y luego aparecerá el nuevo equipo en el inventario de máquinas (ver figura 23).

Figura 23. Módulo inventario y activos sección inventario de maquinas



En esta sección podemos visualizar las diferentes áreas en las cuales se ha dividido la empresa, dependiendo de la función que se realice; para esto se hace click en el módulo de inventarios y activos y nuevamente en la sección de áreas de distribución.

Figura 24. Áreas de distribución



En esta sección simplemente se muestra una lista de las herramientas existentes en la empresa utilizadas para la realización del mantenimiento en los diferentes equipos, para esto se hace click en el módulo de inventarios y activos y

nuevamente en la sección de herramientas de la cual saldrá una lista desplegable (ver figura 25).

Figura 25. Herramientas



Herramientas	Cantidad_Herramientas
Llave inglesa	3
Alicate	3
Corta frio	2
Pinzas	3
Martillo	2
Nivel	1
Juegos bristol	3
Porra	1
Destornillador	10
Multimetro	1
Juegos de copas	2
Taladro de mano	1
Llave de tubo	2

9.3.3 Biblioteca técnica. En este módulo se encuentran las principales características técnicas de cada uno de los equipos, que incluyen las propiedades mecánicas, como su potencia y eléctricas, como su consumo de energía, así como una descripción breve del funcionamiento del mismo, para acceder a esta se le da click a la sección fichas técnicas luego aparece una lista de los equipos y seguido de ella un documento adjunto el cual contiene las características técnicas del equipo (ver figura 26).

Figura 26. Módulo fichas técnicas

NOMBRE DEL EQUIPO: PANTOGRAFO DE PLANTILLA
CÓDIGO: 01COR01

Belmar
BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO

Oxicortes por medio de una mezcla de gas y oxígeno y una guía que pasa por su respectivo molde de trabajo

Nombre: PANTOGRAFO DE PLANTILLAS
Código: 01COR01

Datos del equipo		Características mecánicas	
Marca	KT	Potencia	-
Modelo	350	RPM	-
Fabricante	Tamaka engineering works	Peso	29 Kg
Año de instalación	1995	Dimensiones	1,4X1 m2
Criticidad	Baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	No
Voltaje	110 V	Bajo techo	Si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	No
Numero de fases	1	Temp ambiente	Si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
Funciona con argón y co2 preferiblemente		Diariamente	5 horas
		Esporadicamente	

9.3.4 Tareas programadas. En este módulo podemos tener una idea clara de todas las rutinas de mantenimiento mecánico, eléctrico e hidráulico de cada una de los equipos, además de sus respectivos cronogramas para la aplicación de dichas rutinas, en esta sección se da click al módulo de tareas programadas, luego de ver el equipo que necesita se puede observar el archivo adjunto de las rutinas de mantenimiento y también al archivo de cronogramas del equipo (ver figura 27).

Figura 27. Módulo tareas programadas

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia	
PRENSA HIDRAULICA 40 TON	Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general	semanal	
		cilindro piston	limpieza de area de trabajo, general	diario	
		bomba	comprobar alineacion entre punzón y yunque	semanal	
		cuchillas	cambio sello mecánico	semestral	
	Hidraulico	tanque	revisión de lubricacion	revisión de nivel de aceite	diario
			revisión del estado de la carcasa , pintura y fugas	cambio de aceite	semanal
		mangueras y acoples	revisión de filtros	revisión lineas hidraulicas (mangueras)	trimestral
			acoples bien colocados	revisión de estado de la carcasa , pintura y fugas	2 semanas
			válvula direccional	inspeccion visual de fugas	2 semanas
			cilindro piston	cambio de sellos mecanicos	semestral
Elctrico	motor	revisar giro (rpm)	revisar voltaje ,amperaje	mensual	
		inspeccion auditiva general	inspeccion auditiva general	mensual	
		revisar estado cableado	revisar estado cableado	semanal	

9.3.5 Orden de trabajo. Este módulo muestra el formato para ser llenado, de aquellas actividades de mantenimiento que se realizarán a cada equipo, así como los materiales y las herramientas necesarias para poder realizar las actividades Ver figura 28.

Figura 28. Módulo orden de trabajo

Id Orden	Solicitado por	Fecha de la Solicitud
1	Diego Lozano León	24/04/2016
Código y Nombre del Equipo		
06TOR4		
Tipo de Trabajo a Ejecutar		Tipo de Mantenimiento
Mecánico		Preventivo
Trabajo Solicitado		

Además de esto cada casilla que se debe diligenciar cuenta con formatos de fecha y listas desplegables, la orden de trabajo se guarda en una lista de ordenes picando el icono de guardar, lo mismo si se quiere imprimir (ver figura 29).

Figura 29. Módulo orden de trabajo

Consignas de Seguridad	
guantes nesesarios	
Observaciones	Fecha de Inicio
Ninguna	28/04/2016
Tiempo de Intervención (horas)	Nombre y Firma del Encargado del Mantenimiento
3	

9.3.6 Hojas de vida de equipos. Este módulo es de vital importancia ya que con el podemos tener una idea clara de las actividades de mantenimiento que se le han realizado a los equipos a lo largo del tiempo, con el fin de poder ser analizados al momento de tomar decisiones sobre complicaciones en su mantenimiento actual (ver figura 30).

Figura 30. Módulo hojas de vida de equipos



NOMBRE DEL EQUIPO	CÓDIGO	Hoja de vida
PANTOGRAFO DE PLANTILLA	01COR01	
PRENSA HIDRAHULICA DE 40 TONELADAS	02PRE1	
HORNO DE PAVONADO	03PAV1	

9.3.7 Alarmas. Este módulo cuenta con todas las alarmas correspondientes a la gestión de mantenimiento, este módulo muestra cualquier actividad pendiente o que este por realizarse, dándole una alerta al operario encargado para que sea ejecutada en un tiempo determinado.

Figura 31. Módulo alarmas

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades
TROQUELADORA 90 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas
		rodamientos	engrase de rodamientos
		embrague	revisión de clutch
			revisión de volante
			revisión de resorte de tención en buen estado
	cuchillas	engrase de tornillo de ajuste cambio de cuchilla de corte	
	bástidor	limpieza general apriete de tornillería	
	carro	alineación con la platina	
	Eléctrico	motor	inspección auditiva
			barniz al bobinado
tablero		revisar estado cableado y contactores revisar fusibles, interruptor	

9.4 CAPACITACIÓN

Para finalizar este proyecto, se realizó una capacitación en la empresa presencia de todos los empleados de la misma. A manera de exposición se relacionó a cada asistente con la importancia de la metodología del mantenimiento preventivo, se dio a conocer los trabajos realizados y como se debían seguir ejecutando.

Además, se familiarizó a el encargado de mantenimiento con el software de administración del mantenimiento, haciéndolo participe de dicha gestión, dándole las herramientas para poder usar el programa e introducirlo a sus labores cotidianas.

Debido a que los procesos que tenía la empresa eran netamente correctivos, se recalcó ante los directamente involucrados con el departamento de mantenimiento que los resultados de esta metodología no se verían a corto plazo y que era de

vital importancia seguir las indicaciones dadas para que a un mediano plazo se vieran reflejados los beneficios.

10. CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoria acerca de la efectividad del mantenimiento en la empresa BELMARAUTOPARTES en busca de identificar los aspectos relevantes a los cuales abordar de manera inmediata en la mejora de la gestión del mantenimiento actual de la misma, ya que como se observó anteriormente, la gestión de mantenimiento que se realiza en esta empresa es únicamente correctiva. Con lo que se logró identificar que el manejo de la información de los equipos era el aspecto al que menos atención se le daba en la empresa, debido a la falta de registros de los equipos y la inexistencia del departamento de mantenimiento como tal. Conocer este aspecto ayudó a enfocar de manera adecuada el plan de mantenimiento preventivo que se realizó a esta empresa.
- Con la realización del inventario a 17 equipos relacionados al área de producción de la empresa, junto con su respectiva codificación, así como el inventario de las herramientas involucradas en el mantenimiento de éstos y sus repuestos existentes, se permitirá tener acceso a ellos de una manera más rápida y llevar control sobre las cantidades exactas de repuestos en stock, con lo que se evita demoras en reparaciones debido a la falta de estos.
- Se llevó a cabo un análisis de criticidad a los 17 equipos involucrados con el área de producción con lo que se logró identificar 2 equipos críticos y 7 medianamente críticos, los cuales fueron 1 roscadora, 1 prensa hidráulica, 5 troqueles, 1 segueta industrial y 1 tambor, que corresponden al 11.76%(críticos) y 41,17%(medianamente críticos) de la maquinaria total, lo que permitió enfocar el plan maestro en los equipos que demandaban mayor atención.
- Se crearon los formatos: hoja de vida de los equipos, orden de trabajo, ficha técnica y ficha de mantenimiento preventivo, con lo que se logró organizar toda la

información necesaria para implementar el software para la gestión del mantenimiento en la empresa.

- Se creó un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa BELMARAUTOPARTES, empleando la herramienta ofimática Microsoft Access. Software con el cual se logrará mejorar la gestión de mantenimiento y pasar de una etapa correctiva a una preventiva.
- Con la capacitación a todos empleados involucrados con el departamento de mantenimiento, se hizo énfasis en la importancia del mantenimiento preventivo en la empresa, además de cómo usar y administrar el sistema de información, con la finalidad de la correcta ejecución del mantenimiento en la empresa.

11.RECOMENDACIONES

- Para que se vean reflejadas las mejoras a mediano plazo en la empresa con la implementación de esta metodología, es necesario que todas las personas relacionadas con este departamento se apropien y sean responsables con las labores propuestas.
- Es de vital importancia ejecutar el sistema de información para la administración del mantenimiento de la manera que fue sugerida, debido a que de esto depende que la nueva implementación refleje resultados positivos en la empresa.
- Es necesario que cada persona nueva en el área de mantenimiento sea capacitada a cerca de los procesos que se están ejecutando y sea capaz de administrar el software de una manera adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

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

GARCIA G, Santiago. Mantenimiento industrial. Madrid: Renovetec, 2009

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.

LOGROÑO, Pablo. Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo en una fábrica textil. Tesis de grado. Ecuador: Escuela superior politécnica del litoral, 1994.169p.

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.

Anexo A. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

	BELMARAUTOPARTES LTDA. FICHA TÉCNICA DE EQUIPO		
	Oxicortes por medio de una mezcla de gas y oxígeno y una guía que pasa por su respectivo molde de trabajo		
Nombre:	PANTOGRAFO DE PLANTILLAS		
Código:	01COR1		
Datos del equipo	Caractéticas mecánicas		
Marca	KT	Potencia	-
Modelo	350	RPM	-
Fabricante	Tamaka engineering works	Peso	29 Kg
Año de instalación	1995	Dimensiones	1,4X1 m2
Criticidad	Baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	No
Voltaje	110 V	Bajo techo	Si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	No
Número de fases	1	Temp ambiente	Si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
Funciona con argón y co2 preferiblemente		Diariamente	5 horas
		Esporadicamente	
 BELMARAUTOPARTES LTDA. FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
	Prensado de laminas metalicas, compresion vertical de piezas que varian en su tamaño		
Nombre:	PRENSA HIDRAHULICA DE 40 TONELADAS		
Código:	02PRE1		
Datos del equipo	Caractéticas mecánicas		
Marca	-	Potencia	6 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1995	Dimensiones	2X2,5 m2
Criticidad	Alta	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	No
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	Si
Número de fases	2	Temp ambiente	Si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Este es un equipo especial para el plegado y también para realizar agujeros en chapas de metal

Nombre:	TROQUELADORA 5 TONELADAS		
Código:	04COR1		
Datos del equipo		Características mecánicas	
Marca	-	Potencia	2 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	-
Criticidad	Media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	No
Voltaje	220 V	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Temple y enfriamiento con soluble, trabaja con gas industrial

Nombre:	HORNO DE PAVONADO		
Código:	03PAV1		
Datos del equipo		Características mecánicas	
Marca	BELMAR	Potencia	-
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	BELMAR	Peso	200 Kg
Año de instalación	2005	Dimensiones	60x60x70 cm3
Criticidad	Baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	No
Voltaje	-	Bajo techo	si
Frecuencia	-	Ambiente corrosivo	si
Número de fases	-	Temp ambiente	320 °C
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
Aislar con macilla especial		Diariamente	4 horas
Cambiar ladrillos por agretamientos		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Este es un equipo especial para el plegado y tambien para realizar agujeros en chapas de metal

Nombre:		TROQUELADORA 15 TONELADAS	
Código:		04COR2	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	3 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	-
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Este es un equipo especial para el plegado y tambien para realizar agujeros en chapas de metal

Nombre:		TROQUELADORA 30 TONELADAS	
Código:		04COR3	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	4 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	-
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Este es un equipo especial para el plegado y tambien para realizar agujeros en chapas de metal en este caso metal con espesor mayor

Nombre:		TROQUELADORA 40 TONELADAS	
Código:		04COR4	
Datos del equipo		Caractéticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	6 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	-
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Este es un equipo especial para el plegado y tambien para realizar agujeros en chapas de metal en este caso metales con espesor mayor

Nombre:		TROQUELADORA 90 TONELADAS	
Código:		04COR5	
Datos del equipo		Caractéticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	12 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	-
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	3	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Por medio de choques y un poco de acerrin el tambor hace que las piezas provenientes de los troques pierdan su filo y asperezas

Nombre:		TAMBOR	
Código:		05LIM1	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	BELMAR	Potencia	1 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	BELMAR	Peso	150 kg
Año de instalación	2005	Dimensiones	1,2x1,5x1,2 m3
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	6 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Realiza un proceso de limado de asperezas de piezas previamente troqueladas

Nombre:		RECTIFICADORA DE SUPERFICIES PLANAS	
Código:		05LIM2	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	siemens	Potencia	1,5 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	-
Año de instalación	2000	Dimensiones	0,7x0,7x1,5 m3
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	2 horas
		Esporadicamente	

**BELMARAUTOPARTES LTDA.**

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Esta máquina-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar, su principal función es el roscado y refrentado

Nombre:		TORNO REVÓLVER	
Código:		06TOR1	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	WARNER & SWASEY	Potencia	5,5 hp
Modelo	4	RPM	variables 24-800
Fabricante	Jose manuel de zabala S.A	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	3,2x1,5x1,2 m3
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	3	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8
		Esporadicamente	

**BELMARAUTOPARTES LTDA.**

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Principalmente roscado y refrentado

Nombre:		TORNO SEMIREVÓLVER	
Código:		06TOR2	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	WARNER & SWASEY	Potencia	5 hp
Modelo	-	RPM	variables 24-800
Fabricante	Jose manuel de zabala S.A	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	3,2x1,5x1,2 m3
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	3	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución.
Principalmente roscado y refrentado

Nombre:		TORNO SEMIREVÓLVER	
Código:		06TOR3	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	WARNER & SWASEY	Potencia	5 hp
Modelo	-	RPM	variables 24-800
Fabricante	Jose manuel de zabala S.A	Peso	-
Año de instalación	1990	Dimensiones	3,2x1,5x1,2 m3
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	3	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	8
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Su principal función es el roscado , funciona con una caja de velocidades y
bomba de automovil

Nombre:		ROSCADO BELMAR	
Código:		06TOR4	
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	BELMAR	Potencia	4 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	BELMAR	Peso	-
Año de instalación	2000	Dimensiones	-
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	si
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	5 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Su característica principal es la rotación de un husillo vertical en una posición fija , Se hacen orificios medianamente profundos

Nombre:	TALADRO VERTICAL		
Código:	07TAL1		
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	Franco hnos	Potencia	1/2 hp
Modelo	2257	RPM	1700
Fabricante	franco hermanos	Peso	-
Año de instalación	2000	Dimensiones	-
Criticidad	baja	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	110 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	1	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	3 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Se realiza proceso de corte metalico

Nombre:	SIERRA SIN FIN		
Código:	08COR1		
Datos del equipo		Caractetísticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	3 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	100 kg
Año de instalación	2000	Dimensiones	70x40x100 cm3
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	no
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	3 horas
		Esporadicamente	



BELMARAUTOPARTES LTDA.
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO



Corte de tubería para diferentes tipos de tuerca

Nombre:		SEGUETA INDUSTRIAL	
Código:		08COR2	
Datos del equipo		Caractéticas mecánicas	
Marca	-	Potencia	3 hp
Modelo	-	RPM	-
Fabricante	-	Peso	120 kg
Año de instalación	1995	Dimensiones	1x0,6x1 m3
Criticidad	media	Condiciones de trabajo	
Características eléctricas		Interperie	no
Voltaje	220 v	Bajo techo	si
Frecuencia	60 hz	Ambiente corrosivo	si
Número de fases	2	Temp ambiente	si
Recomendaciones del fabricante		Tiempo de funcionamiento	
		Diariamente	4 horas
		Esporadicamente	

Anexo B. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y SUS FRECUENCIAS

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
PRENSA HIDRAULICA 40 TON	Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general	semanal
			limpieza de area de trabajo, general	diario
		cilindro pistón	comprobar alineacion entre punzón y yunque	semanal
		bomba	cambio sello mecánico	semestral
	revisión de lubricacion		trimestral	
	cuchillas	cambio de cuchillas	semestral	
	Hidraulico	tanque	revisión de nivel de aceite	diario
			revisión del estado de la carcaza , pintura y fugas	semanal
			cambio de aceite	trimestral
			revisión de filtros	2 semanas
		mangueras y acoples	revisión lineas hidraulicas (mangueras)	2 semanas
			acoples bien colocados	2 semanas
	válvula direccional	inspeccion visual de fugas	2 semanas	
	cilindro piston	cambio de sellos mecanicos	semestral	
	Eletrico	motor	revisar giro (rpm)	mensual
			Revisar voltaje, amperaje	mensual
inspeccion auditiva general			mensual	
revisar estado cableado			semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 90 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas	trimestral
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		embrague	revisión de clutch	semestral
			revisión de volante	semestral
			revisión de resorte de tencion en buen estado	semanal
			revisión de cucñas y balancin	semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
			cambio de cuchilla de corte	trimestral
		bástidor	limpieza general	diaria
	apriete de tornillería		semanal	
	carro	alineación con la platina	semanal	
	Eléctrico	motor	inspeccion auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
revisar estado cableado y contactores			semanal	
tablero		revisar fusibles, interruptor	semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 5 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas	trimestral
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		embrague	revisión de clutch	semestral
			revisión de volante	semestral
			revisión de resorte de tensión en buen estado	semanal
			revisión de cucñas y balancín	semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
			cambio de cuchilla de corte	trimestral
		bástidor	limpieza general	diario
	apriete de tornillería		semanal	
	carro	alineación con la platina	semanal	
	Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
revisar estado cableado y contactores			semanal	
tablero		revisar fusibles, interruptor	semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 40 TON	Mecánico	transmisión	revisión dientes de engranajes	mensual
			engrase de engranajes	diario
			cambio de correas	trimestral
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		embrague	revisión de clutch	semestral
			revisión de volante	semestral
			revisión de resorte de tensión en buen estado	semanal
			revisión de cucñas y balancín	semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
	cambio de cuchilla de corte		trimestral	
	bástidor	limpieza general	diaria	
		apriete de tornillería	semanal	
	carro	alineación con la platina	semanal	
Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual	
		barniz al bobinado	mensual	
		revisar estado cableado y contactores	semanal	
	tablero	revisar fusibles, interruptor	semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 30 TON	Mecánico	transmisión	revisión de dientes de engranajes	mensual
			engrase engranajes	diario
			cambio de correas	trimestral
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		embrague	revisión de clutch	semestral
			revisión de volante	semestral
			revisión de resorte de tensión en buen estado	semanal
			revisión de cucñas y balancín	semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
			cambio de cuchilla de corte	trimestral
		bástidor	limpieza general	diaria
	apriete de tornillería		semanal	
	carro	alineación con la platina	semanal	
	Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual
barniz al bobinado			mensual	
revisar estado cableado y contactores			semanal	
tablero		revisar fusibles, interruptor	semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TROQUELADORA 15 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas	trimestral
			rodamientos	engrase de rodamientos
		rodamientos	cambio de rodamientos	semestral
			embrague	revisión de clutch
		revisión de volante		semestral
		revisión de resorte de tensión en buen estado		semanal
		revisión de cucñas y balancín		semanal
		cuchillas	engrase de tornillo de ajuste	diario
			cambio de cuchilla de corte	trimestral
		bástidor	limpieza general	diaria
			apriete de tornillería	semanal
		carro	alineación con la platina	semanal
	Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
			revisar estado cableado y contactores	semanal
tablero		revisar fusibles, interruptor	semanal	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
SEGUETA MECÁNICA	Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general	mensual
			limpieza de area de trabajo, general	diario
		bomba	cambio sello mecánico	anual
			revisión de lubricación	semestral
		correa	cambio de correa	trimestral
	segueta	cambio de segueta	2 meses	
		engrase	diario	
	Hidraulico	tanque	revisión de nivel de aceite	diario
			revisión del estado de la carcaza , pintura y fugas	semanal
			cambio de aceite	semestral
			revisión de filtros	semanal
		mangueras y acoples	revisión líneas hidráulicas (mangueras)	2 semanas
			acoples bien colocados	2 semanas
	válvula direccional	inspección visual de fugas	semanal	
	Eletrico	motor	revisar giro (rpm)	mensual
			Revisar voltaje, amperaje	mensual
inspección auditiva general			mensual	
revisar estado cableado			mensual	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
TAMBOR	Mecánico	transmisión	engrase de cadena	semanal
			tensado de cadena	mensual
			cambio del plato de cadena	anual
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal
			cambio de rodamientos	semestral
		bástidor	limpieza general	diaria
			apriete de tornillería	semanal
	reductor de velocidad	engrase	2 meses	
	Eléctrico	motor	inspección auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
			revisar estado cableado y contactores	mensual
tablero		revisar fusibles, interruptor	mensual	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia
ROSCADO BELMAR	Mecánico	transmisión	engrase de cadena	mensual
			tensado de cadena	trimestral
			cambio de correa	semestral
		rodamientos	cambio de rodamientos	semestral
			bástidor	limpieza general
		apriete de tornillería		semanal
	Hidraulico	riel cabezal	engrase	diario
		tanque	revisión estado carcaza, pintura y fugaz	mensual
		manguera	inspeccion visual mangueras	semanal
		bomba	limpieza filtros	diario
	Eléctrico	motor	inspeccion auditiva	mensual
			barniz al bobinado	mensual
			revisar estado cableado y contactores	mensual
tablero		revisar fusibles, interruptor	mensual	

Equipo	Sistema	Componente funcional	Actividades	Frecuencia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic		
TROQUELADORA 90 TON	Mecánico	transmisión	cambio de correas	trimestral														
		rodamientos	engrase de rodamientos	semanal														
			cambio de rodamientos	semestral														
			revisión de clutch	semestral														
			revisión de volante	semestral														
			revisión de resorte de tensión en buen estado	semanal														
			revisión de cuñas y balancín	semanal														
			engrase de tornillo de ajuste	diario														
			cuchillas	cambio de cuchilla de corte	trimestral													
			bástidor	limpieza general	diaria													
				apriete de tornillería	semanal													
			carro	alineación con la platina	semanal													
				inspección auditiva	mensual													
			eléctrico	motor	barniz al bobinado	mensual												
			revisar estado cableado y contactores	semanal														
		tablero	revisar fusibles, interruptor	semanal														

Anexo D. LISTAS DE CHEQUEO DE LOS EQUIPOS

LISTA DE CHEQUEO No. _____				
Nombre del equipo:			Código del equipo:	
Responsable:			Hora inicio:	
Fecha:			Hora culminación:	
Sistema	Componente funcional	Actividades	Check	Observaciones
Mecanico	bastidor	inspeccion auditiva general		
		apriete de tornillería		
		limpieza de area de trabajo, general		
	cilindro pistón	comprobar alineacion entre punzón y yunque		
	bomba	cambio sello mecánico		
		revisión de lubricacion		
	rodamientos	engrase de rodamientos		
		cambio de rodamientos		
	embrague	revisión de clutch		
		revisión de volante		
		revisión de resorte de tencion en buen estado		
		revisión de cucñas y balancín		
	transmisión	revisión dientes de engranajes		
		engrase de engranajes		
		engrase de cadena		
tensado de cadena				
cambio del plato de cadena				
riel cabezal	cambio de correas			
	engrase			
carro	alineación con la platina			
segueta	cambio de segueta			
	engrase			
cuchillas	engrase de tornillo de ajuste			
	cambio de cuchillas			
Hidraulico	tanque	revisión de nivel de aceite		
		revisión del estado de la carcaza , pintura y fugas		
		cambio de aceite		
		revisión de filtros		
	mangueras y acoples	revisión lineas hidraulicas (mangueras)		
		acoples bien colocados		
	válvula direccional	inspeccion visual de fugas		
cilindro piston	cambio de sellos mecanicos			
Eletrico	motor	revisar giro (rpm)		
		Revisar voltaje, amperaje		
		inspeccion auditiva general		
		barniz al bobinado		
		revisar estado cableado		
	tablero	revisar fusibles, interruptor		

Anexo E. ESQUEMAS Y FLUJOGRAMAS

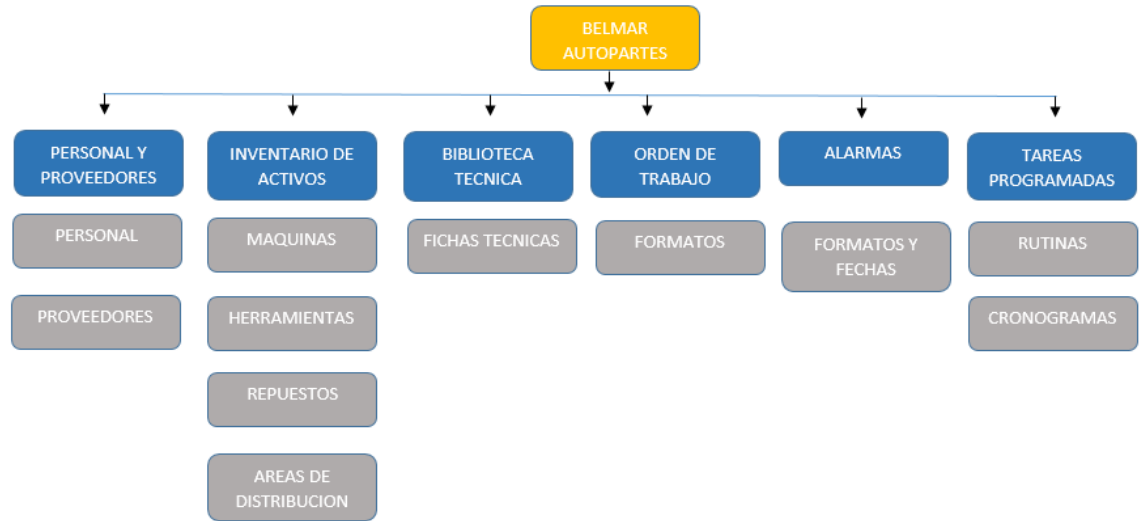


Diagrama de flujo del ingreso al sistema

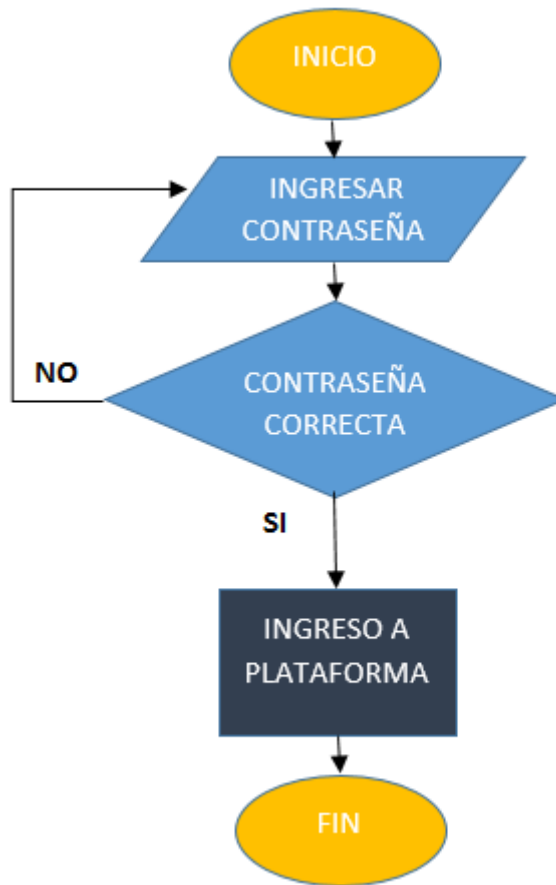
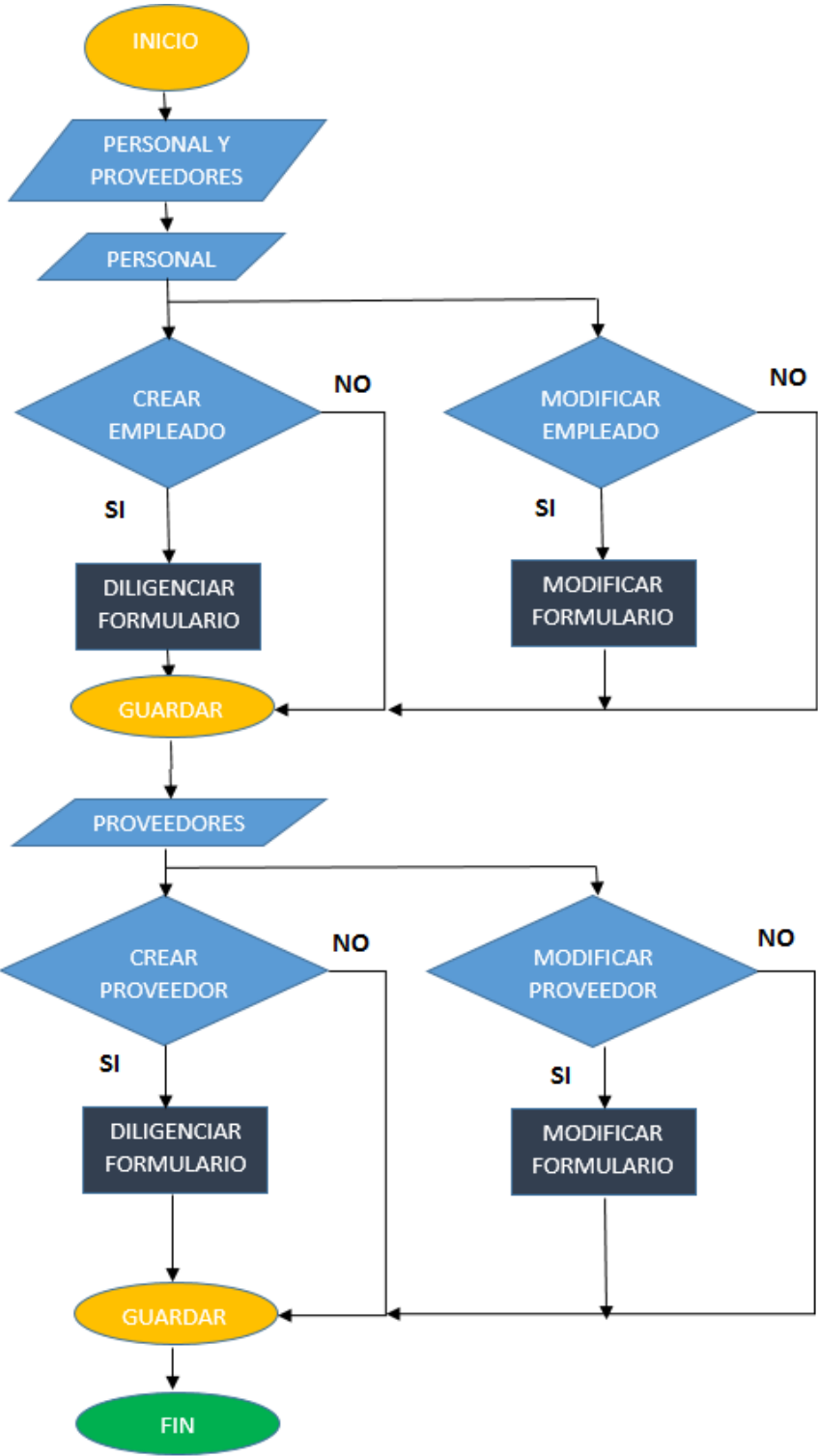
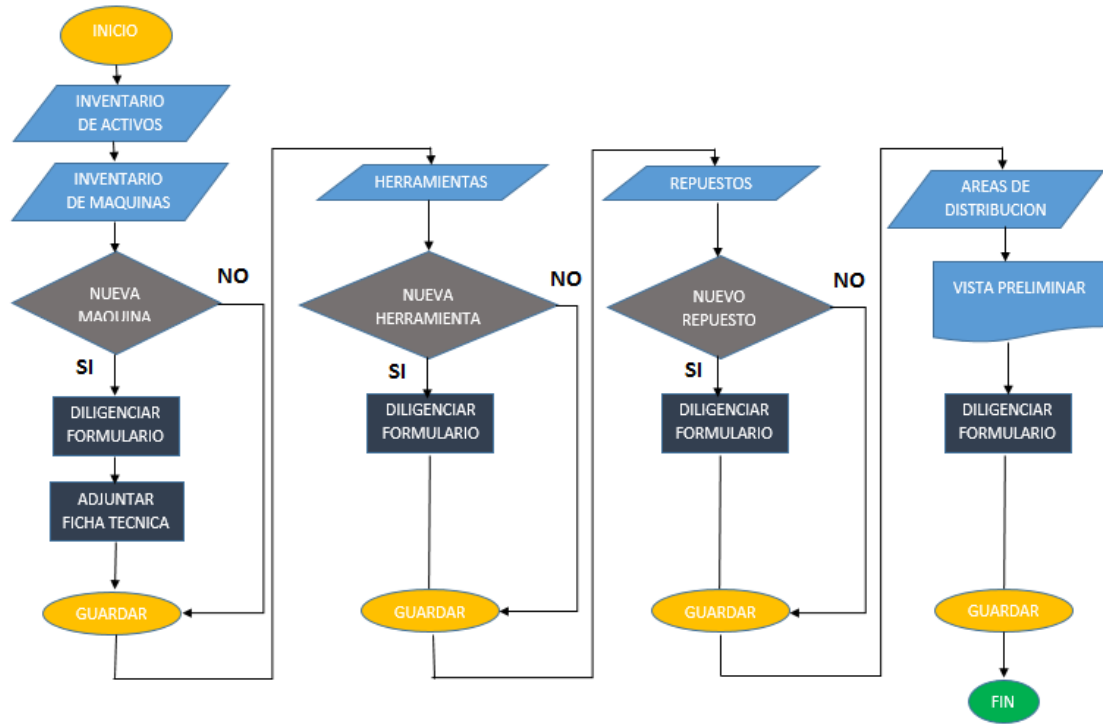


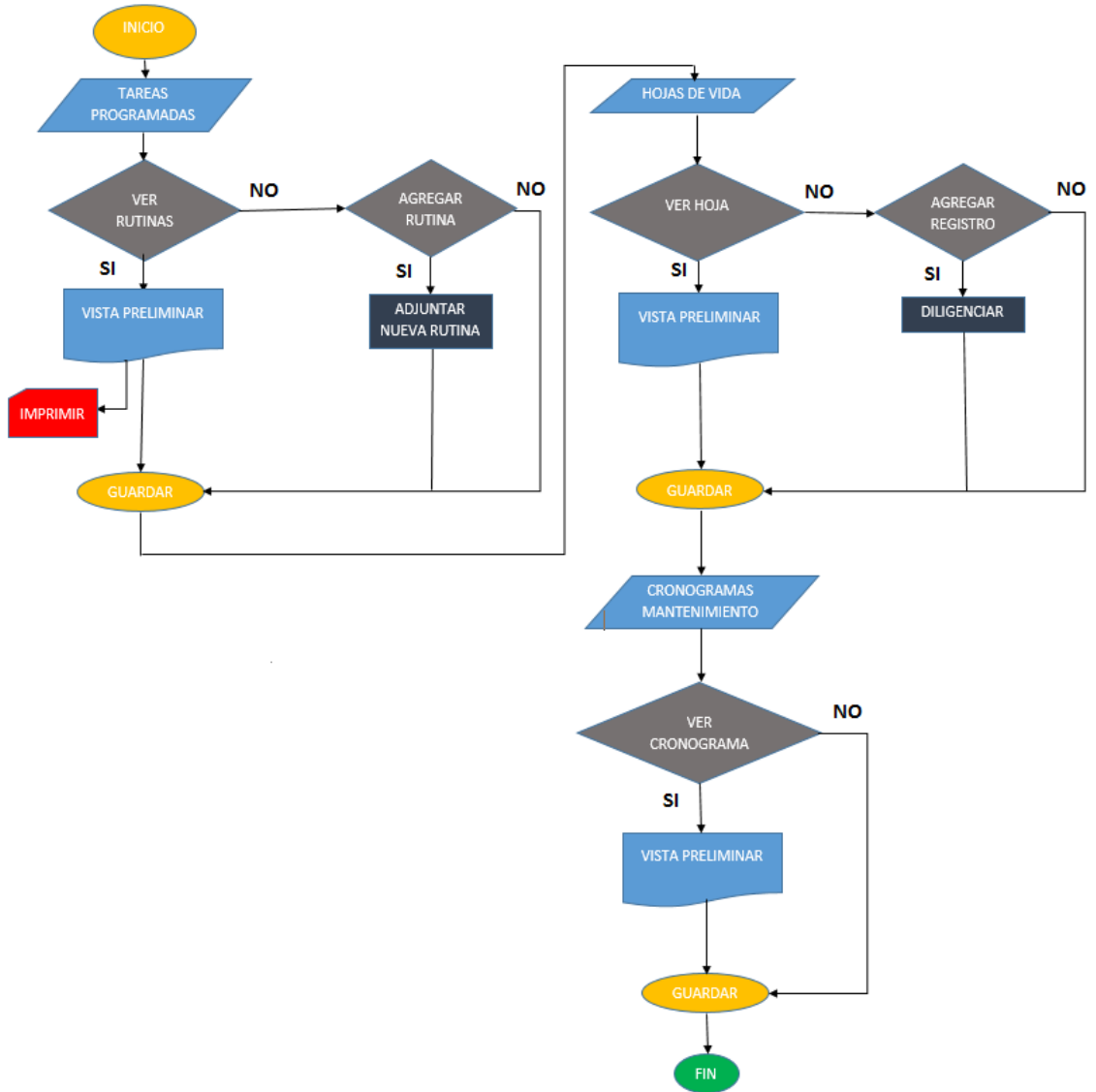
DIAGRAMA DE FLUJO MODULO PROVEEDORES Y PERSONAL



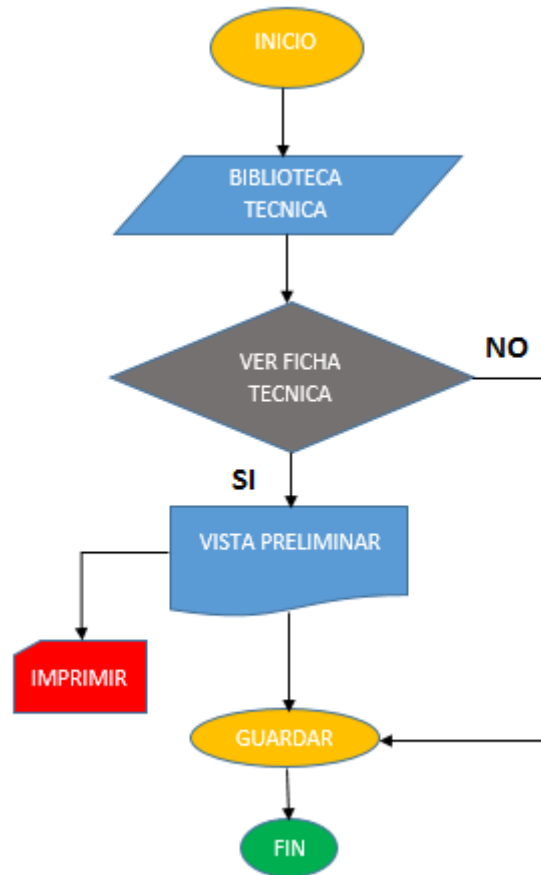
MODULO INVENTARIOS Y ACTIVOS



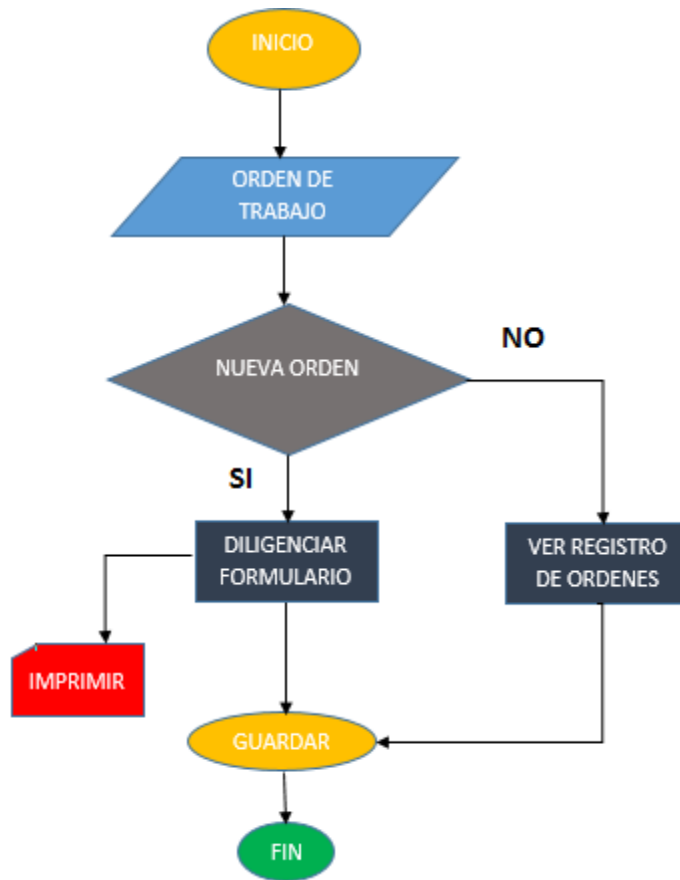
MODULO TAREAS PROGRAMADAS



MODULO BIBLIOTECA TECNICA



MODULO ORDEN DE TRABAJO



MODULO ALARMAS

