

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS DE LOS TALLERES DE MECÁNICA Y LATONERÍA Y PINTURA DE
CODIESEL S.A

LEIDY NATHALIA GARCÍA SUAREZ
GABRIEL DE JESÚS NUÑEZ ROA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2013

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS DE LOS TALLERES DE MECÁNICA Y LATONERÍA Y PINTURA DE
CODIESEL S.A

LEIDY NATHALIA GARCIA SUAREZ
GABRIEL DE JESÚS NUÑEZ ROA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR
JABID EDUARDO QUIROGA
MSC.ING. MECANICO.

CO-DIRECTOR
EYBAR FARITH CONTRERAS
ING. MECÁNICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2013

DEDICATORIA

*Este proyecto de grado está dedicado a
A mi mami y a mi abuelo Ernesto
que son la razón de mi vida
a mis amigos por su compañía y apoyo
A todas aquellas personas
que contribuyeron con su granito de arena
que este sueño fuera posible y
A Dios por ponerlos a todos en mi camino*

NATHALIA G.S

DEDICATORIA

*A Dios,
Por estar en cada instante de mi vida, siendo el mi sendero
el cual deseo trasegar en todos los campos de la vida*

*A mis padres,
Gabriel Nuñez Moreno y Mery Roa Daza, quienes con su
Dedicación esfuerzo amor y ejemplo
Me enseñaron a crecer y mejorar en todos los instantes de la vida
Siendo hoy por hoy un soñador
Queriendo cultivar los mejores frutos de la vida.*

*A mis hermanos
Ximena, Liliana, Diana, José, Maria
Cada uno de ellos aporta experiencia
Y ejemplos positivos para mi vida*

*A mis sobrinos,
Valentina, Isabel, José, Sebastián, Camila
Fuente de inspiración de vivir cada
Momento con pasión y alegría*

*A mi novia,
Lina Marcela por su apoyo, y ejemplo de constancia
Amor, entrega, dulzura y valentía
Quien es parte de tantos sueños que tengo en la vida*

GABRIEL NUÑEZ

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	17
1 CODIESEL S.A.....	18
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	18
1.2 MISIÓN	19
1.3 VISIÓN.....	19
1.4 SERVICIOS OFRECIDOS.....	19
1.4.1 CRÉDITO DE CONSUMO Y COMERCIAL	20
1.4.2 LEASING.....	20
1.4.3 CHEVY SEGURO	20
1.4.4 GARANTÍA EXTENDIDA.....	20
1.4.5 MECÁNICA RÁPIDA.	21
1.4.6 MECÁNICA ESPECIALIZADA.....	21
1.4.7 LÁMINA Y PINTURA.....	22
1.4.8 REPUESTOS	22
2 MARCO TEÓRICO	24
2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	24
2.2 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	25
2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	25
2.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	26
2.4.2 VENTAJA DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO	27
2.4.3 DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.	27
2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	28
2.5.2 VENTAJAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	29
2.5.3 DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	30
2.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	31
2.6.1 VENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	31
2.6.2 DESVENTAJAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.	32
3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	33

3.1	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LA EMPRESA...	33
3.2	ESTADO DE LOS EQUIPOS	34
3.3	DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	41
3.4	PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	41
3.5	ÁREA FÍSICA	41
3.6	APOYO INFORMÁTICO.....	42
3.7	ALMACÉN DE REPUESTOS	42
3.8	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	42
3.9	CONTROL DE COSTOS.....	43
4	ESTRUCTURACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	44
4.1	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	44
4.1.1	JEFE DE MANTENIMIENTO - COORDINADOR DE TALLER.....	44
4.1.2	TÉCNICO DE MANTENIMIENTO.....	45
4.1.3	AUXILIAR DE MANTENIMIENTO.	46
4.2	OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	46
4.3	POLÍTICA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	47
4.4	PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO.....	47
4.4.1	INVENTARIOS.....	49
4.4.2	SOLICITUD DEL SERVICIO	52
4.4.3	ORDEN DE TRABAJO	55
4.4.4	HOJA DE VIDA	56
4.4.5	FORMATO PARA LA BAJA DE EQUIPOS.....	57
4.5	INDICADORES DE GESTIÓN.....	59
4.5.1	ÍNDICES PARA LA GESTIÓN OPERATIVA.....	61
4.5.2	ÍNDICES DE GESTIÓN DE RECURSOS	63
4.5.3	ÍNDICES DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN.	64
5	DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	66
5.1	ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	66
5.2	INVENTARIO DE EQUIPOS	67

5.3	Codificación de los Equipos.....	68
5.4	Análisis de criticidad	68
5.5	Actividades de mantenimiento	75
5.6	Cronogramas de mantenimiento.....	76
5.6.1	Rondas de mantenimiento.....	76
6	SISTEMAS DE INFORMACIÓN	79
6.1	características de la información producida por el sistema de información. 80	
6.2	TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	81
6.2.1	Sistemas de Información Manuales.....	81
6.2.2	Sistemas de información computarizados.	82
6.3	Antecedentes de los sistemas de información	83
6.4	Importancia de los sistemas de información en mantenimiento.	83
6.5	Objetivos de los sistemas de información en mantenimiento.....	85
7	DISEÑO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LOS TALLERES DE LATONERIA Y PINTURA DE CODIESEL S.A.	87
7.1	Requerimientos del sistema de información	87
7.2	Variables de entrada y de salida del sistema de información.....	88
7.3	Diseño del sistema de información	89
7.4	REQUERIMIENTOS DE INGRESO Y UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE....	90
7.5	leNguaje de programación.....	90
7.5.1	Características de PHP	91
7.5.2	MICROSOFT SQL SERVER	92
7.5.3	SERVIDOR WEB APACHE.....	93
7.5.4	LENGUAJE JAVASCRIPT	94
7.6	descripcion de la herramienta administrativa.....	95
7.6.1	Ingreso al sistema	95
7.6.2	Administradores	98
7.6.3	Modulo inventario	99
7.6.4	Mantenimientos.....	106
7.6.5	Solicitud de servicio.....	109
7.6.6	Ordenes	109
7.6.7	Indicadores.....	111

**8 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
118**

8.1	Forma de implementar el programa de mantenimiento preventivo...	118
8.2	Capacitación del personal	119
	CONCLUSIONES	120
	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA	122

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del mantenimiento dentro de la empresa	34
Figura 2: Organigrama de mantenimiento	46
Figura 3: Formato inventario de herramienta.....	50
Figura 4: Inventario de repuestos.....	51
Figura 5: Formato de ficha técnica de equipos.....	52
Figura 6: Formato Solicitud de servicio	54
Figura 7: Formato orden de trabajo	55
Figura 8: Formato hoja de vida de equipos	57
Figura 9: Formato para la baja de equipos	58
Figura 10: Esquema para mejorar el valor de los indicadores de gestión.....	59
Figura 11: Indicadores de gestión de mantenimiento	60
Figura 12: Matiz de criticidad	70
Figura 13: Elementos del sistema de información	79
Figura 14: Estructura General del Sistema de Información	89
Figura 15: Modo de inicio del sistema.	96
Figura 16: Pantalla de inicio al sistema	97
Figura 17: Modulo Administradores.....	98
Figura 18: Modulo de inventarios	100
Figura 19: Formato Registro de Equipos.....	101
Figura 20: Inventario de Equipos.....	101
Figura 21: Registro de Repuestos.....	102
Figura 22: Registrar nueva herramienta	103
Figura 23: Movimiento de herramienta	103
Figura 24: Inventario de insumos	104
Figura 25: Formulario de Solicitud para bajas de equipos	105
Figura 26: Precio de repuestos	105
Figura 27: Modulo de Mantenimiento	107
Figura 28: Crear plan de mantenimiento	108
Figura 29: Próximos mantenimientos	108
Figura 30: Solicitud del servicio.....	109
Figura 31: Módulo de Ordenes.....	110
Figura 32: Formato para Orden de trabajo	111
Figura 33: Índice de disponibilidad	112
Figura 34: Disponibilidad del Elevador de tijera sencilla	113
Figura 35: Índice de costo global.....	114
Figura 36: Índice de costo global mes de diciembre sede girón	114
Figura 37: Índice de cumplimiento de la planificación.....	115
Figura 38: Índice de cumplimiento de la planificación.....	116
Figura 39: Índice de órdenes de trabajo de emergencia.....	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Criterio evaluación de equipos	35
Tabla 2: Listado de equipos y de documentos técnicos sede la Rosita	35
Tabla 3: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de mecánica rápida y accesorios.....	36
Tabla 4: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de latonería y pintura	37
Tabla 5: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de mecánica especializada.	38
Tabla 6: Listado de equipos y documentos técnicos de la sede de Cúcuta	39
Tabla 7: Listado de equipos y documentos técnicos de la sede de Barrancabermeja.	40
Tabla 8: Protocolos para el programa de mantenimiento preventivo	48
Tabla 9: Formato d inventario de equipos	49
Tabla 10: Factores ponderados	70
Tabla 11: Resultados del análisis de criticidad sede la Rosita.....	71
Tabla 12: Resultados del análisis de criticidad taller de lámina y pintura sede Girón	72
Tabla 13: Resultados del análisis de criticidad taller de Mecánica sede Cúcuta..	74
Tabla 14: Resultados del análisis de criticidad taller de Mecánica sede Barrancabermeja.	74
Tabla 15: Requerimientos del sistema de información	88

RESUMEN

TÍTULO: IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE MECÁNICA Y LATONERÍA Y PINTURA DE CODIESEL S.A

**¹AUTORES: LEIDY NATHALIA GARCÍA SUAREZ
GABRIEL DE JESÚS NUÑES ROA**

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Criticidad, Sistema de información.

DESCRIPCIÓN

El presente trabajo de grado se realizó con el objetivo de estructurar el nuevo departamento de mantenimiento y elaborar una herramienta informática para administrar las actividades que se realizaran a los equipos que se encuentran en los talleres de las diferentes sedes de la empresa Codiesel S.A.

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo de la siguiente manera:

Primero se realizó un diagnóstico de las instalaciones de la empresa, la gestión de mantenimiento existente en ese momento y de la cantidad y el estado en el que se encuentran los equipos de los talleres.

Luego se llevó a cabo un estudio de criticidad para determinar los equipos desde el más hasta el menos crítico, con el fin de priorizar la atención del personal técnico, y, apoyados por los manuales de los fabricantes y la experiencia del personal encargado del mantenimiento, se estableció el plan de mantenimiento preventivo que se implementará únicamente en los equipos que hacen parte de los talleres de mecánica y lamina y pintura.

Por último se establecieron los parámetros más importantes para la elaboración del sistema de información en el cual se genera un registro detallado de herramientas, repuestos y costos con el fin de contar con indicadores que permitan valorar el estado de la gestión realizada.

¹ Trabajo de grado

Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela De Ingeniería Mecánica, Director: Jabid Eduardo Quiroga Co-Director: EybarFarith Contreras

SUMMARY

TITLE: IMPLEMENTATION OF THE PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE EQUIPMENT OF THE MECHANICS AND BODYWORK AND PAINTING WORKSHOPS OF CODIESEL S.A.

**²AUTHORS: LEIDY NATHALIA GARCÍA SUAREZ
GABRIEL DE JESÚS NUÑES ROA**

KEY WORDS: Maintenance, Critical nature, Information system.

DESCRIPTION

computer tool to administrate the steps and actions in order to provide technical support to the equipment of Rosita, Giron, Cucuta and Barrancabermeja of Codiesel S.A branches.

This Project was developed in the following way:

First of all, the facilities, the maintenance management existing at that moment, and the quantity and conditions of the equipment were analyzed.

Then, a critical nature study was carried out to determine the specific conditions of the equipment, from the most to the least critical, to catch the attention of the technical personnel; and, supported by the manuals and the maintenance workers experience, the preventive maintenance plan was established. This plan will be implemented only on the equipment that is part of the mechanics and bodywork and painting workshops.

Finally, the most important parameters were established for the elaboration of the information system which will include a detailed register of tools, parts, and prices, with the purpose of having indicators that will permit to assess and value the implemented process.

This methodology sought to implement best practices for the area of maintenance workshops CODIESEL SA achieving continuous improvement within the company.

²Final Project

Faculty of Physical Chemical engineering, Mechanical Engineering School, Director: Jabid Eduardo Quiroga, Co-Director: EybarFarith Contreras

INTRODUCCIÓN

La fiabilidad y la disponibilidad de los equipos de una empresa dependen, en primer lugar, de su diseño y de la calidad de su montaje, en segundo lugar de la forma y buenas costumbres del personal encargado de su operación y en tercer lugar, dependen del mantenimiento que se les realice, por ello es importante tener una buena gestión de mantenimiento.

El presente trabajo está enfocado en la estructuración del departamento de mantenimiento de los talleres de mecánica, latonería y pintura de CODIESEL S.A, el cual surgió debido a la necesidad de implementar procedimientos para manejar de forma efectiva los recursos que son dirigidos a esta área, y de esta forma optimizar los indicadores de gestión dentro de la entidad, reduciendo costos, aumentando la disponibilidad de los equipos, ampliando la seguridad en la operatividad y optimizando la labor del personal encargado.

Una buena gestión de mantenimiento solo puede ser posible mediante la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo que se ajuste a las necesidades de la empresa y que garantice el alcance de las metas propuestas por el jefe de mantenimiento, basándose en los objetivos de calidad de la misma, el cual debe ser apoyado por un sistema de información el cual facilite el manejo de la forma de administrar los tiempos y los recursos de una forma estadística con el fin de evaluar su buena marcha y tomar decisiones oportunas para mejorar el funcionamiento del mismo.

1 CODIESEL S.A

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

En el año 1982 Codiesel S.A obtiene la concesión de los productos diésel de Chevrolet (brigadier 151 y 221, chr580, c-70), debido a que en el año de 1979 General Motors Corporation adquirió las acciones que Chrysler International (fabricante de la marca Chrysler, Dodge y jeep) poseía en Chrysler Colmotores, dando paso a una nueva unión conocida hoy como GM Colmotores, ensambladora y distribuidora en nuestro país toda la gama de productos Chevrolet.

La compañía empieza sus operaciones, en la ciudad de Bucaramanga, con sus instalaciones ubicadas en la puerta del sol y operaba como concesionario de vehículos Dodge diésel para transporte pesado.

para 1986, con el objetivo de tener una infraestructura adecuada al volumen de ventas en ese momento y ofrecer un mejor servicio, Codiesel S.A se traslada a unas instalaciones alquiladas en el kilómetro 8 de la vía a girón; simultáneamente inicia la construcción de unas modernas instalaciones ubicadas en el kilómetro 7 de la autopista a girón en la intersección de la misma con el anillo vial, sitio donde actualmente funciona la sede principal del concesionario desde el año 1988, con más de 6.000 metros cuadrados construidos.

En 1992 GM Colmotores concede a Codiesel S.A la línea completa de diésel y gasolina, al mismo tiempo que en Colombia se inicia el proceso de apertura económica, lo cual obliga a la compañía a un desarrollo acelerado de todos los recursos, con el fin de alcanzar niveles de competencia acordes con la proliferación de la oferta de vehículos en el ámbito local.

En el año 2006 Codiesel S.A amplía su abertura geográfica e inicia operaciones en la ciudad de Barrancabermeja bajo un concepto denominado Chevy express y

en enero de 2008 debido al crecimiento de la industria automotriz en Colombia y al sostenimiento de la participación de Codiesel S.A en el mercado regional, inicia operaciones el Chevy express la rosita, en la ciudad de Bucaramanga, como una respuesta directa a las sugerencias y necesidades de nuestros clientes.

1.2 MISIÓN

Somos el concesionario Chevrolet de mayor trayectoria y experiencia del oriente colombiano. Nuestro principal objetivo es proporcionar felicidad a nuestros clientes a través de la comercialización de los vehículos, asesoría especializada en gestión financiera, suministro de mano de obra calificada en nuestros talleres y repuestos originales, siempre trabajando bajo el enfoque de mejoramiento continuo en nuestros procesos internos y en el bienestar del equipo humano para así de esta manera lograr crear clientes para toda la vida.

1.3 VISIÓN

Para el año 2016, seremos líderes en el oriente colombiano en la comercialización de vehículos, teniendo una operación de posventa con calificación de excelencia en la industria, con una alta retención de clientes y una gestión integral de la compañía enfocada a lograr y mantener la felicidad de clientes, empleados, proveedores y comunidad en general.

1.4 SERVICIOS OFRECIDOS

La actividad económica de la compañía se basa en dos procesos diferentes, uno de ellos es la venta de vehículos Chevrolet y la otra es la prestación de servicio de mantenimiento a los automotores, a continuación se describirán los servicios que actualmente está prestando la compañía en estas dos áreas.

1.4.1 Crédito de consumo y comercial

Para vehículos particulares y de servicio público: gracias a la alianza estratégica entre GMAC (general motor Acceptance corporación) y Codiesel. Mediante la conformación del departamento de negocios, la empresa les ofrece a los clientes el dinero necesario para la compra de su vehículo, con la facilidad de realizar todo el trámite del crédito dentro del mismo concesionario y sin tener que desplazarse.

1.4.2 Leasing

Arrendamiento financiero que permite ofrecer a los clientes la opción de comprar sus vehículos y financiar hasta el 100% de su valor. Recibiendo beneficios fiscales tales como, el valor del canon de arrendamiento 100% deducible de gastos y no contabilizar el bien dentro de sus activos.

1.4.3 Chevy seguro

GMAC y GM se unieron para su creación, permitiéndole ala empresa ofrecer al cliente el seguro para su vehículo por medio de una póliza colectiva cuyo corredor es AON. Esta póliza ofrece la posibilidad de reponer el vehículo al cliente en caso de siniestro (pérdida total) por otro vehículo de las mismas condiciones y lo que es mejor cubre un incremento en precio hasta del 11% adicional al precio de venta inicial.

1.4.4 Garantía extendida

Esta permite extender la garantía original de fábrica durante 1 año más o hasta 70.000 km con los mismos cubrimientos. La filosofía de esta estrategia es ofrecer a los clientes la opción de encontrar todo en un mismo lugar, buscando establecer relaciones duraderas y satisfactorias con los clientes, que le garanticen a la marca y al concesionario la fidelidad del cliente. Dentro del portafolio de servicios de la gerencia de negocios, se ofrecen también los servicios de las demás financieras,

este servicio permite asesorar al cliente de acuerdo con su perfil y enfocar con cuál de las financieras tiene mayor viabilidad para la financiación.

1.4.5 Mecánica rápida.

El servicio de mecánica rápida de la empresa está fundamentado en puntos de atención de servicio rápido (Chevy express) y operaciones cuya duración no sea mayor a dos horas; adicionalmente, para una mayor comodidad, los clientes pueden esperar y presenciar las reparaciones o intervenciones realizadas a su vehículo en una moderna sala de espera.

Los servicios disponibles actualmente son:

- Mantenimiento preventivo.
- Cambio de aceite y filtros.
- Alineación y balanceo.
- Revisión de frenos.
- Revisión de suspensión.
- Revisión y alineación de luces.
- Sincronización de motor.
- Lavado de inyectores por ultrasonido.
- Venta de repuestos originales Chevrolet.

1.4.6 Mecánica especializada

la empresa tiene un conocimiento acumulado en más de 35 años de experiencia en mecánica automotriz, la presencia de equipos especializados y el trabajo con altos estándares de calidad de técnicos expertos conocedores de la marca, facilitan adecuados procesos de diagnóstico y corrección de los diferentes tipos de fallas mecánicas, eléctricas o electrónicas de los vehículos.

Los talleres de mecánica rápida de la empresa cuenta con equipos especializados para:

- Analizador de gases.
- Alineador y balanceadora computarizado.
- Equipo de diagnóstico computarizado.
- Detector de fugas para aire acondicionado.

1.4.7 Lámina y pintura

En el taller de lámina y pintura se realiza la reparación express (máximo dos piezas) y especializadas. El personal es experto en reparación de estructuras autoportantes y reparación de chasis de bastidor de todas las marcas; se tiene convenio de servicio con todas las compañías aseguradoras del país. La calidad de los productos que se utilizan y la tecnología aplicada en todos los procesos permite ofrecer una garantía en pintura de 3 años.

La empresa cuenta con equipos especializados para:

- Cabina doble de pintura para cualquier tipo de vehículo (liviano y pesado).
- Sierra neumática.
- Enderezador de chasis en frío.
- Medidor electrónico de carrocerías y estructuras con rayos láser computarizado.
- Laboratorio de pintura.
- Cabina de lijado en seco.
- Lámparas infrarrojas de secado rápido.

1.4.8 Repuestos

El departamento de partes y accesorios cuenta con amplio cubrimiento, haciendo presencia en las ciudades más importantes del oriente colombiano:

Cúcuta: a través de solo Chevrolet.

Barrancabermeja: con Chevy express.

Bucaramanga: con Chevropartes, Codiesel girón y Chevy express la rosita.

En sus puntos de servicio se encontrarán todas las partes que el cliente necesite para reparar su vehículo Chevrolet y los accesorios para embellecerlo y personalizarlo 100% originales.

Todas las partes cuentan con una garantía de un año o 20 mil kilómetros, sí son instalados en los talleres de la empresa.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

La palabra mantenimiento se emplea para designar las técnicas utilizadas para asegurar el correcto y continuo uso de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios. Durante la revolución industrial el mantenimiento era correctivo (de urgencia), los accidentes pérdidas que ocasionaron las primeras calderas y la apremiante intervención de las aseguradoras exigiendo mayores y mejores cuidados, proporcionaron la aparición de talleres mecánicos.

A partir de 1925, se hace patente en la industria americana la necesidad de organizar el mantenimiento con una base científica. Se empieza a pensar en la conveniencia de reparar antes de que se produzca el desgaste o la rotura, para evitar interrupciones en el proceso productivo, con lo que surge el concepto del mantenimiento preventivo.

A partir de los años sesenta, con el desarrollo de las industrias electrónica, espacial y aeronáutica, aparece en el mundo anglosajón el mantenimiento predictivo, por el cual la intervención no depende ya del tiempo de funcionamiento sino del estado o condición efectiva del equipo o sus elementos y de la fiabilidad determinada del sistema.

Actualmente el mantenimiento afronta lo que se podría denominar como su tercera generación, con la disponibilidad de equipos electrónicos de inspección y de control, sumamente fiables, para conocer el estado real de los equipos mediante mediciones periódicas o continuas de determinados parámetros: vibraciones, ruidos, temperaturas, análisis físico-químicos, tecnografía, ultrasonidos, endoscopia, etc., y la aplicación al mantenimiento de sistemas de información

basados en ordenadores que permiten la acumulación de experiencia empírica y el desarrollo de los sistemas de tratamiento de datos³.

2.2 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es el conjunto de acciones, operaciones y actitudes tendientes a poner o restablecer un bien a un estado específico que le permitan asegurar un servicio determinado.

Mantener es realizar operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras que permitan conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.

Mantener bien o mantener con calidad es: utilizar inteligentemente la planeación, la programación y el control, de manera que mejoren la efectividad y la productividad, disminuyan las paradas y los costos de mantenimiento sean mínimos logrando una rentabilidad óptima de la función del mantenimiento. En conclusión, mantener es obtener utilidades, porque es la única forma de conservar los equipos y las plantas en el más alto grado de productividad y competencia. Retarda la compra de bienes nuevos, prolongando la vida útil de los actuales, sin descartar la utilización de tecnologías más eficaces y rentables⁴.

2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Hoy en día existe diferentes formas de clasificación del mantenimiento, escoger con cual queremos trabajar depende de los objetivos para el cual es puesto en marcha, los recursos utilizados y el tiempo en el que se debe realizar, los tipos de mantenimiento más comunes se describen a continuación.

³ (Abella s.f.).

⁴ (Scribd s.f.).

2.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo puede ser definido como la reparación de las fallas que se presentan sin previo aviso. Estas fallas pueden ser originadas por el malfuncionamiento del equipo, negligencia por parte del personal que opera el equipo o fallas en la calidad y el diseño de la máquina o equipo.

Este tipo de mantenimiento se realiza cuando a consecuencia de una de las fallas mencionadas anteriormente en el equipo o en la maquina no proporciona la calidad de servicio esperado.

A su vez el mantenimiento correctivo puede sub clasificarse de la siguiente manera:

2.4.1.1 Mantenimiento correctivo normal: Este tipo se aplica a los equipos que al fallar no afectan la seguridad ni la producción, por lo tanto, su reparación puede ser programada y resuelta con los recursos normales.

2.4.1.2 Mantenimiento correctivo urgente: Se aplica a equipos que al fallar deben ser reparados en un lapso razonable de tiempo para prevenir un posible paro de cualquier área de producción o, inclusive, de planta.

2.4.1.3 Mantenimiento correctivo emergente: En éste caso, se realiza este tipo de mantenimiento cuando las fallas que han tenido lugar en los equipos ponen en peligro la seguridad o integridad física del personal, instalaciones, inmediaciones o la suspensión de la producción⁵.

2.4.1.4 Mantenimiento correctivo contingente: Se refiere a las actividades que hay que hacer en forma inmediata, debido a que algún equipo que estaba proporcionando servicio vital ha dejado de hacerlo por cualquier causa y tenemos que actuar en forma emergente y en el mejor de los casos bajo un plan contingente.

⁵ (itescam s.f.)

2.4.1.5 Mantenimiento correctivo programable: Se refiere a las actividades a desarrollar en los equipos o máquinas que estaban proporcionando un servicio trivial y este aunque es necesario es mejor programar su atención por cuestiones económicas; de esta forma pueden compaginarse éstos trabajos con el resto de los programas de mantenimiento.

2.4.1.6 Mantenimiento correctivo crítico: Es el que tiene lugar cuando la falla es urgente, de la manera más directa, en el menor tiempo posible y con la mejor preparación que permitan las circunstancias.

2.4.2 Ventaja del mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo no ofrece ninguna ventaja o beneficio para las empresas que lo aplican, debido a que los costos que se generan por la aplicación de este, son bastante elevados.

2.4.3 Desventajas del mantenimiento correctivo⁶.

- Como no existe un historial de maquinaria se da la desventaja de no poder pronosticar cuándo ocurrirá la avería, por lo que puede darse en cualquier momento, en especial si la máquina es sometida a grandes cargas de fabricación y tiene bastante tiempo en uso.
- Como las fallas a veces no son detectadas a tiempo, por la falta de control del equipo, al presentarse estas, puede ocurrir que no solo la pieza que va a fallar resulte rota, sino que también sean dañadas otras piezas que estén en buen estado, causando mayores daños a la máquina con la probabilidad de dejarla inservible, implicando una mayor inversión de tiempo y costo para su reparación.

⁶ (González 2004)

- Se debe contar con un presupuesto alto para la compra de piezas que se deben cambiar y el cual debe estar disponible en cualquier momento, este presupuesto debe ser elevado, debido a que no se sabe que pieza es la que va a fallar y si se presentarán otras averías por causa de la falla principal.
- Se debe tener un inventario de repuestos, que por no tener un análisis de las piezas de falla más frecuente, se almacenan piezas que por lo regular no presentan averías de una forma continua, este inventario ocasiona costos por almacenamiento y control del mismo.
- Pérdida de tiempo en la producción, durante la atención de la máquina, debido a la falta de repuestos, materiales para efectuar la reparación o por falta de personal para efectuar dicha reparación, porque a veces las fallas pueden presentarse de manera simultánea.
- Aumento de los costos de reparación, por la utilización de este tipo de mantenimiento, para desarrollar las reparaciones en la maquinaria.

2.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este tipo de mantenimiento podemos definirlo como: la actividad humana desarrollada con el fin de garantizar que la calidad de servicio que los equipos o maquinas proporcionan y continúen dentro de los límites establecidos.

Este tipo de mantenimiento siempre es programable y existen en el mundo muchos procedimientos para llevarlo al cabo; los principales son los siguientes:

2.5.1.1 Mantenimiento periódico: Es un procedimiento de mantenimiento preventivo que como su nombre lo indica es de atención periódica bajo rutinas estudiadas a fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo; se le hacen pruebas y se cambian partes por término de vida útil o fuera de especificación

2.5.1.2 Mantenimiento analítico: Este sistema se basa en el análisis profundo de la información proporcionada por captores y sensores dispuestos en equipos vitales e importantes; esto proporciona las rutinas de mantenimiento preventivo.

2.5.1.3 Mantenimiento progresivo: Como lo indica su nombre éste sistema de mantenimiento se basa en progresar a través de las diferentes partes del equipo bajo un programa que se aplica sin fecha prevista, sólo por oportunidad de poder disponer del equipo y se avanza dentro de él por subsistemas y dependiendo del tiempo que se tenga para su atención. Es el menos fiable de los sistemas.

2.5.2 Ventajas de mantenimiento preventivo⁷.

- Disminución de los tiempos muertos y tiempos de parada de los equipos de producción.
- Reduce el tiempo de paro en las líneas de producción permitiendo elevar así los tiempos de fabricación.
- Mejor funcionamiento de los equipos de producción, mejores condiciones de seguridad para laborar, mejor conocimiento del estado de la maquinaria y sus condiciones de mantenimiento.

⁷ (González 2004)

- Menor costo de las reparaciones de los equipos de producción evitando fallas adicionales a causa de otras.
- Optimiza las actividades y hace que las cargas de trabajo del personal de mantenimiento sean más uniformes, debido a que todas las actividades son programadas y no surgen de la necesidad o demanda del operario al presentarse una falla de emergencia durante la operación de la maquinaria.
- Verificar el estado de la maquinaria de forma periódica, permitiendo elaborar archivos históricos del comportamiento del equipo.

2.5.3 Desventajas del mantenimiento preventivo

- Para la aplicación del mantenimiento preventivo se debe contar principalmente con los manuales de la maquinaria, debido a que este es un apoyo importante para el programa. Este es el principal inconveniente para las empresas, debido a que en su mayoría las empresas no cuentan con la totalidad de los manuales.
- Si la empresa donde se aplicará el mantenimiento preventivo, se ha aplicado solamente mantenimiento correctivo y no se lleva registros de las distintas actividades de reparación que a realizado a la maquinaria, será difícil establecer los intervalos de tiempo en los que deberán ser intervenidas las máquinas, en especial si no se cuenta con los manuales.
- Si existe la falta de manuales e información, se debe esperar un tiempo prudencial para generar información confiable que sirva para mejorar el programa de mantenimiento preventivo, por lo que será difícil que funcione correctamente al principio y se pierda el empuje inicial con que se deseaba implementarlo. También se tendrá que esperar un tiempo prudencial para que la retroalimentación de información contribuya a corregir áreas olvidadas en la aplicación del mantenimiento preventivo dentro de la planta.

2.6 MANTENIMIENTO PREDICTIVO⁸

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se puede hacer uso de evaluaciones subjetivas, las cuales se basan en los conocimientos empíricos adquiridos sobre la maquinaria; o evaluaciones objetivas las cuales se basan en el uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

2.6.1 Ventajas del mantenimiento predictivo

- Reducción en el tiempo de paro de los equipos y maquinaria de producción permitiendo tiempos de línea de producción continuos.
- Reducción del número de accidentes a causa de las fallas en la maquinaria.
- Nos obliga a dominar el proceso de producción y a tener unos datos técnicos que nos permitan elaborar archivos históricos del comportamiento de equipo y el proceso.
- Permite conocer con mayor exactitud el tiempo entre fallas de la maquinaria, y de esta manera conocer la confiabilidad del funcionamiento de los distintos equipos y maquinaria.

⁸ (González 2004)

- Nos facilita la implementación de un control estadístico del proceso así como un análisis de fallas más detallado.
- Ayuda a la reducción de costos de producción asociados con la detención de maquinaria y producto defectuoso.

2.6.2 Desventajas del mantenimiento predictivo.

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado.
- Se debe destinar un personal para realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, o bien realizar outsourcing de este personal, y dado el conocimiento técnico elevado de la aplicación requerida se vuelve muy costoso

3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Para conocer el estado actual del departamento de mantenimiento con el que cuenta la empresa Codiesel S.A, se realizó un diagnóstico, el cual consistió en una revisión a la documentación técnica, a la gestión de repuestos, al estado de los equipos y a los procedimientos llevados a cabo para la gestión del mantenimiento, esto para establecer las medidas correctivas que se deben implementar para un mejoramiento del área de mantenimiento con el fin de contribuir con las políticas de la empresa de estar siempre mejorando continuamente.

3.1 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DENTRO DE LA EMPRESA.

Codiesel S.A se encuentra comprometido con un sistema de mejora continua que le permite la optimización de sus procesos administrativos, mejorando los índices de calidad en la prestación de sus servicios, la gerencia de servicios es consciente de la necesidad de garantizar la disponibilidad de los equipos y reducir los costos de mantenimiento, por esta razón se decidió crea el departamento de mantenimiento el cual ocupa un lugar importante dentro de la estructura organizacional de la compañía.

El mantenimiento en Codiesel S.A esta dividido en dos partes:

- **Mantenimiento externo:** se encarga del mantenimiento de la estructura física de la empresa, aires acondicionados y demás equipos que tienen que ver con el área administrativa de la empresa en todas sus sedes.

También se contrata mantenimiento externo para algunos equipos que hacen parte de los talleres de mecánica, lámina y pintura que requieren de mantenimiento electrónico.

- **Mantenimiento interno:** el mantenimiento interno es el encargado del mantenimiento de los equipos en los talleres de las cuatro sedes de la empresa, este tipo de mantenimiento es de tipo mecánico y eléctrico.

Figura 1: Ubicación del mantenimiento dentro de la empresa



Fuete: autores

El área de mantenimiento cuenta con personal calificado para llevar a cabo las actividades de mantenimiento de manera rápida y eficiente.

3.2 ESTADO DE LOS EQUIPOS

Para realizar el diagnóstico del estado de los equipos se realizó un inventario y una inspección visual en cada uno de los talleres de Codiesel S.A con la ayuda del personal técnico quien nos suministró la información necesaria.

Para la realización del inventario fue necesario identificar cada uno de las zonas o áreas que comprende cada uno de los talleres, no se trata de incluir todos los elementos y equipos hasta el más mínimo elemento, se debe encontrar el equilibrio práctico de detalle de gestión que es de mayor interés para las actividades de mantenimiento de los vehículos.

En la siguiente tabla se mostrara la forma como se evaluó el estado de los equipos dentro de los diferentes talleres.

Tabla 1: Criterio evaluación de equipos

ESTADO	VALOR
Operativo	8-10
Aceptable	4-7
No operativo	0-3

Fuente: autores

A. Sede la Rosita

Esta sede se encuentra ubicada en la ciudad Bucaramanga en la av. la rosita No 24-40, en esta sede se cuenta con una sala de ventas y con un taller de mecánica rápida.

Tabla 2: Listado de equipos y de documentos técnicos sede la Rosita

CANT	EQUIPO	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
1	Alineador de luces	10	si	no	no
1	Alineador de direcciones	10	no	no	no
1	Balancadora de rines	8	si	no	no
2	Elevador de tijera doble	10	si	incompleta	no
		10		incompleta	no
4	Carrete de manguera	8	no	incompleta	no
		8		incompleta	no

		8		incompleta	no
		8		incompleta	no
1	Compresor de aire tipo pistón	10	si	incompleta	no
1	Prensa hidráulica	8	no	incompleta	no
3	Gato zorra	0	no	no	no
		5		no	no
		5		no	no
1	Bomba de vacío	8	no	no	no
3	Recolector de aceite	8	no	incompleta	no
		8	no	incompleta	no
		8	no	incompleta	no
1	Ecolavador de partes	10	no	incompleta	no
1	Esmeril. .	5	si	incompleta	no
3	Elevadores de tijera sencilla	8	si	incompleta	no
		8		incompleta	no
		8		incompleta	no

B. Sede Girón.

en esta es la sede principal de la empresa, esta sede cuenta con una sala de ventas y un taller de mecánica el cual está dividido en 4 sub talleres, aquí podemos encontrar los servicios de mecánica rápida, mecánica especializada, mecánica diésel y latonería y pintura.

Esta sede se encuentra ubicada en el km 7 vía autopista girón.

Tabla 3: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de mecánica rápida y accesorios.

CANT	EQUIPO	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
1	Alineador de direcciones	8	si	no	no
1	Balancadora de rines	8	si	no	no
1	Alineador de luces	8	no	no	no
3	Recolector de aceite	0	no	no	no
		0	no	no	no

		10	no	no	no
1	Lavador de inyectores		no	no	no
1	Elevador de tijera	8	si	no	no
4	Elevadores de tijera doble	8	si	incompleta	no
1	Gato zorra	5	no	no	no
1	Gato zorra neumático	5	no	no	no
1	Grasera neumática	4	no	no	no
1	Aspiradora	4	no	no	no

Tabla 4: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de latonería y pintura

CANT	EQUIPO	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
1	Aspiradora	6	no	no	no
1	Bomba de vacío	7	no	no	no
2	Cabinas de pintura	9	si	no	no
		9	si	no	no
1	Cabina de retoques	8	no	no	no
1	Cabinas de lijado	9	no	no	no
1	Compresor de aire tipo pistón	8	no	no	no
1	Compresor de aire tipo tornillo	10	si	no	no
1	Elevador de tijera sencilla	8	si	no	no
1	Elevador de columnas independientes (6 columnas)	8	si	no	no
2	Enderezador de chasis	8	no	no	no
		10	si	no	no
1	Equipo de plasma	5	no	no	no
4	Gato zorra	5	no	no	no
		5	no	no	no
		5	no	no	no
		5	si	no	no
1	Gato zorra neumático	5	no	no	no
	Lámparas de secado	8	si	no	no
		8	si	no	no
3	Martillo de inercia	10	si	no	no
		7	si	no	no
		7	si	no	no
1	Oxigeno-acetileno	7	no	no	no
2	Polichadora dwb 849-b3	8	no	no	no
		8	no	no	no

1	Polichadora dwb 849	7	si	no	no
4	Soldadura mig	6	si	no	no
		6	si	no	no
		6	si	no	no
		10	si	no	no

Tabla 5: Listado de equipos y documentos técnicos del taller de mecánica especializada.

CANT	EQUIPO	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
2	Brazo grúa	7	no	no	no
		7	no	no	no
1	Ecolavador de partes	7	no	no	no
1	Prensa hidráulica	3	no	no	no
1	Esmeril.	5	si	no	no
2	Gato zorras	5	no	no	no
		5	no	no	no
1	Diagnosticador de baterías	8	si	no	no
5	Elevadores de balón	8	no	no	no
		8	no	no	no
		8	no	no	no
		8	no	no	no
		8	no	no	no
2	Elevadores de tijera sencilla	8	si	no	no
		8	si	no	no
2	Elevadores de 2 columnas	8	si	no	no
		8	si	no	no
2	Elevadores de doble tijera	8	si	no	no
		8	si	no	no

- Sede de Cúcuta

Esta sede se encuentra ubicada en la Cra 11No 24N-261 en la Autopista internacional en lomas villa del rosario, en esta sede se prestan los servicios de mecánica rápida y mecánica especializada además de la venta de repuestos para los vehículos.

Tabla 6: Listado de equipos y documentos técnicos de la sede de Cúcuta

CANT	Equipo	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
1	Elevadores de tijera doble	8	no	no	no
1	Compresor de aire	8	no	no	no
1	Elevador 4 columnas	8	no	no	no
3	Elevador de tijera sencilla	8	no	no	no
	Elevador de tijera sencilla	8	si	no	no
	Elevador de tijera sencilla	8	no	no	no
1	Balancedora de rines	8	no	no	no
1	Gato neumático de 1 tn	6	si	no	no
1	Alineador de direcciones	7	no	no	no
4	Gato zorra 3.5" toneladas	5	no	no	no
	Gato zorra 3.5" toneladas	5	no	no	no
	Gato zorra 3.5" toneladas	5	no	no	no
	Gato zorra 3.5" toneladas	5	no	no	no
1	Alineador de luces	8	si	no	no
1	Bomba de vacío	7	si	no	no
1	Prensa hidráulica	7	si	no	no
1	Ecolavadora de partes	7	si	no	no
1	Esmeril.	7	si	no	no
1	Pulidora eléctrica	7	no	no	no
1	Engrasadora neumática	5	no	no	no
1	Cargador de batería	7	no	no	no
1	Gato de cajas	6	no	no	no
1	Brazo grúa móvil	7	no	no	no
1	Limpiador de inyectores	7	no	no	no

- Sede de Barrancabermeja

Esta sede se encuentra ubicada en calle 67 n° 31-28 floresta baja, en esta sede se presta el mismo servicio que se presta en la sede de la rosita, el servicio de mecánica rápida.

Tabla 7: Listado de equipos y documentos técnicos de la sede de Barrancabermeja.

CANT	EQUIPO	ESTADO	CATALOGO	FICHA TÉCNICA	HOJA DE VIDA
1	Alineador de luces	10	no	no	no
1	Alineador de direcciones	10	no	no	no
1	Balanceadora de rines	8	no	no	no
3	Carrete de manguera	8	no	no	no
		8	no	no	no
		8	no	no	no
1	Compresor de aire tipo pistón	10	no	no	no
1	Prensa hidráulica	8	no	no	no
2	Gato zorra	5	no	no	no
		5	no	no	no
1	Recolector de aceite	8	no	no	no
1	Ecolavador de partes	10	no	no	no
1	Esmeril. .	5	no	no	no
1	Elevador de tijera sencilla	8	no	no	no
		8	no	no	no
1	Elevador de dos columnas	7	no	no	no
1	Lavador de inyectores	8	no	no	no

3.3 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Para realizar el diagnóstico del estado actual de la documentación técnica, se generó un inventario acerca de los documentos básicos con los que se debe contar para una buena gestión de mantenimiento entre estos documentos están los manuales, los catálogos, fichas técnicas, etc. encontrándose que la mayoría de los equipos no posee ningún tipo de información relacionada con operación y mantenimiento.

Respecto a documentación correspondiente a órdenes de trabajo se observó que no existen documentos de este tipo el cual no permite especificar la información del desempeño de las actividades del mantenimiento, repuestos y materiales utilizados.

La información contenida en las fichas técnicas y hojas de vida no permite conocer datos fundamentales sobre el equipo como son numero serie, modelo, marca, costos de mantenimiento, responsable de las actividades.

3.4 PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se realiza en la empresa es de tipo programado-correctivo, la programación del mantenimiento se obtuvo de los manuales de funcionamiento de los equipos y del supervisor del mantenimiento.

Para la elaboración de este cronograma de mantenimiento no se tuvo en cuenta criterios para establecer la frecuencia de inspección e intervenciones de mantenimiento.

3.5 ÁREA FÍSICA

El departamento de mantenimiento cuenta con una oficina para el supervisor de mantenimiento y el técnico auxiliar, pero no cuenta con un área establecida donde

se puedan encontrar los insumos, la herramienta y un espacio para la reparación de equipos, haciendo que el trabajo por parte del personal de mantenimiento sea en algunos casos algo incómodo.

3.6 APOYO INFORMÁTICO.

El área de mantenimiento cuenta con un computador, para la elaboración de informes y demás trabajos escritos que se requieran, pero no cuenta con el apoyo de un software de mantenimiento y tampoco cuenta con una base de datos en la cual se puedan encontrar de manera más eficiente los proveedores, los repuestos y los equipos en los talleres.

3.7 ALMACÉN DE REPUESTOS

El departamento de mantenimiento no cuenta con un almacén de repuesto dentro de la empresa, los repuestos se solicitan a los proveedores con anticipación para la elaboración del mantenimiento programando del equipo, en caso de emergencia no se cuenta con los repuestos necesarios generando algunas demoras en la reparación y generando un impacto negativo en la prestación del servicio.

3.8 PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento cuenta con personal de mantenimiento preparado tanto técnicamente como profesionalmente para el ejercicio de sus respectivas labores, ya sea mecánica, eléctrica o administrativa.

El jefe de mantenimiento y coordinador de talleres es ingeniero mecánico, el supervisor de mantenimiento es tecnólogo en electromecánica y el auxiliar es técnico en electromecánica y están estudiando ingeniería electromecánica en este momento.

3.9 CONTROL DE COSTOS

El departamento de mantenimiento no lleva un control de los costos, donde se puedan evidenciar los costos de los repuestos, los materiales y la mano de obra, la única forma de soporte de estos costos lo maneja el área de contabilidad a la cual se le hace entrega únicamente de las facturas de los repuestos utilizados y de los trabajos realizados en los equipos.

4 ESTRUCTURACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Luego de realizar el diagnóstico al departamento de mantenimiento, se pudo evidenciar el estado en el que se encuentra su sistema de gestión, con estos resultados se llevó a cabo la elaboración de una propuesta que tiene como objetivo organizar y mejorar los trabajos realizados, optimizando así las labores del personal, los costos y el tiempo empleado para su realización.

Principalmente se realizó la estructuración del área de mantenimiento en la cual se definen las funciones del personal, los objetivos, la política del departamento y la elaboración de los protocolos de mantenimiento.

4.1 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.

Como el departamento de mantenimiento fue creado recientemente no se tiene bien especificadas las funciones del personal, para lograr que la labor del departamento de mantenimiento sea más efectiva es de suma importancia definir las funciones del personal asignado a esta área y el perfil profesional de sus respectivos cargos.

4.1.1 Jefe de mantenimiento - Coordinador de taller

El jefe de mantenimiento debe ser un ingeniero mecánico con la habilidad de identificar, formular y resolver los problemas en el campo de la ingeniería del mantenimiento y debe poseer conocimientos en el área la electromecánica y administración de recursos humanos y económicos.

Sus funciones son:

- Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas acordadas con la gerencia de servicios.
- Administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con las metas fijadas.
- Establecer un registro y análisis de las fallas de los equipos y desarrollar procedimientos para su control o eliminación.
- Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento.

4.1.2 Técnico de mantenimiento

El supervisor de mantenimiento debe ser tecnólogo en electromecánica y además debe tener conocimientos de seguridad industrial, lectura e interpretación de planos, conservación de estructuras físicas y de equipos.

Sus funciones son:

- Coordinar y supervisar las labores de mantenimiento.
- Atender directamente las órdenes de trabajo y coordinar la ejecución de las mismas.
- Estimar los recursos necesarios para la realización de los trabajos de mantenimiento.
- Elaborar los pedidos de materiales, herramientas y repuestos.
- Elaborar los informes de las actividades realizadas mensualmente.

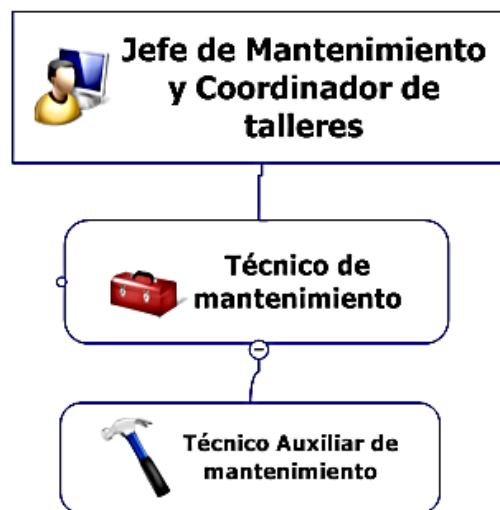
4.1.3 Auxiliar de mantenimiento.

El auxiliar de mantenimiento debe ser tecnólogo o técnico con conocimientos en mecánica, eléctrica e hidráulica.

Sus funciones son:

- Realizar reparaciones menores en los equipos.
- Auxiliar al supervisor de mantenimiento en la ejecución de las labores de mantenimiento.

Figura 2: Organigrama de mantenimiento



Fuente autores

4.2 OBJETIVOS DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Los objetivos del departamento de mantenimiento son:

- Llevar a cabo una inspección sistemática de todos los talleres, con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o rotura, manteniendo los registros adecuados.

- Mantener permanentemente los equipos e instalaciones, en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumentan los costos.
- Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación.
- Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones al máximo.
- Sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria y equipos para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, hombres y servicios.

4.3 POLÍTICA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El departamento de mantenimiento de Codiesel S.A tiene como política garantizar la disponibilidad de los equipos que se encuentran en los talleres de mecánica y lamina y pintura que se encuentran en las diferentes sedes.

Trabajando siempre con el enfoque que tiene la empresa de mejorar continuamente para ofrecer el mejor servicio, minimizando los costos de mantenimiento.

4.4 PROTOCOLOS DE MANTENIMIENTO.

Los protocolos de mantenimiento no son más que las fichas o formatos diseñados para facilitar la administración del programa de mantenimiento preventivo. Servirán para recopilar toda la información generada por el uso de los equipos e historial de fallas, permitiendo analizar su desempeño y evaluar el mantenimiento que necesita.

Además el correcto análisis de la información permitirá ir mejorando el programa de mantenimiento preventivo⁹.

Los protocolos manejados en varias industrias comúnmente son:

Tabla 8: Protocolos para el programa de mantenimiento preventivo

Aspecto	Documento
Aspecto técnico	Ficha técnica
	Inspección de equipos
Aspectos de costos	Orden de trabajo
Gestión	Solicitud de servicio
	Orden de trabajo
	Hoja de vida de equipos
	Control de paradas
	Inspección de equipos

Los objetivos de manejar este tipo de documentación para la gestión de mantenimiento son:

- Permitir un seguimiento de las fallas y su evolución después de intervenida el equipo.
- Optimizar las labores de mantenimiento de la empresa y uniformizar las cargas de trabajo del personal técnico.
- Tener un mejor control de los equipos, repuestos, herramienta y materiales para reparación.
- Recopilar la información para crear los archivos históricos de los equipos y facilitar el diseño de una base de datos para un mejor manejo de la información y una mejor evaluación de las fallas que se presenten en el equipo.
- Conocer el límite de la duración de las piezas y del servicio que se le da al equipo.

⁹ (González 2004)

Figura 5: Formato de ficha técnica de equipos

 CODIESEL	ELEVADOR DE TIJERA SENCILLA																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">MARCA</td> <td style="text-align: center;">MODELO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BEND PAK</td> <td style="text-align: center;">MD-6XP</td> </tr> </table>	MARCA	MODELO	BEND PAK	MD-6XP	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CRITICIDAD</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MEDIA</td> </tr> </table>	CRITICIDAD	MEDIA																												
MARCA	MODELO																																		
BEND PAK	MD-6XP																																		
CRITICIDAD																																			
MEDIA																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">DATOS DEL EQUIPO</td> <td style="text-align: center;">CODIGO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">122RM01</td> </tr> </table>		DATOS DEL EQUIPO	CODIGO		122RM01																														
DATOS DEL EQUIPO	CODIGO																																		
	122RM01																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">CAPACIDAD:</td> <td style="text-align: center;">2724/6000</td> <td style="text-align: center;">kg/Lbs</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">ALTURA DE MAXIMA DE ELEVACION:</td> <td style="text-align: center;">48" - 53"</td> <td style="text-align: center;">Pulg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">LONGITUD DEL ELEVADOR:</td> <td style="text-align: center;">81"</td> <td style="text-align: center;">Pulg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">ANCHURA DEL ELEVADOR:</td> <td style="text-align: center;">40"</td> <td style="text-align: center;">Pulg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">ALTURA MINIMA DE LAS ALMOADILLAS DE CAUCHO</td> <td style="text-align: center;">5-1/4"</td> <td style="text-align: center;">Pulg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">PESO TOTAL DEL ELEVADOR:</td> <td style="text-align: center;">387</td> <td style="text-align: center;">kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">REQUERIMIENTO ELECTRICO</td> <td style="text-align: center;">115</td> <td style="text-align: center;">V</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">POTENCIA</td> <td style="text-align: center;">2415</td> <td style="text-align: center;">kw</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">CORRIENTE</td> <td style="text-align: center;">21</td> <td style="text-align: center;">A</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">FRECUENCIA</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">hz</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">ESTADO</td> <td style="text-align: center;">En uso</td> <td></td> </tr> </table>	CAPACIDAD:	2724/6000	kg/Lbs	ALTURA DE MAXIMA DE ELEVACION:	48" - 53"	Pulg	LONGITUD DEL ELEVADOR:	81"	Pulg	ANCHURA DEL ELEVADOR:	40"	Pulg	ALTURA MINIMA DE LAS ALMOADILLAS DE CAUCHO	5-1/4"	Pulg	PESO TOTAL DEL ELEVADOR:	387	kg	REQUERIMIENTO ELECTRICO	115	V	POTENCIA	2415	kw	CORRIENTE	21	A	FRECUENCIA	60	hz	ESTADO	En uso			
CAPACIDAD:	2724/6000	kg/Lbs																																	
ALTURA DE MAXIMA DE ELEVACION:	48" - 53"	Pulg																																	
LONGITUD DEL ELEVADOR:	81"	Pulg																																	
ANCHURA DEL ELEVADOR:	40"	Pulg																																	
ALTURA MINIMA DE LAS ALMOADILLAS DE CAUCHO	5-1/4"	Pulg																																	
PESO TOTAL DEL ELEVADOR:	387	kg																																	
REQUERIMIENTO ELECTRICO	115	V																																	
POTENCIA	2415	kw																																	
CORRIENTE	21	A																																	
FRECUENCIA	60	hz																																	
ESTADO	En uso																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">OBSERVACIONES</td> </tr> </table>			OBSERVACIONES																																
OBSERVACIONES																																			

Fuente: autores

4.4.2 Solicitud del servicio

La solicitud de servicio es la base del trabajo de planeación y programación, se crea con el objetivo de ir registrando todas las fallas y desajustes que se generan en los equipos por la utilización de los mismos, así como para ir identificando las equipos que más se deterioran para aplicarles el mantenimiento preventivo más

frecuente o determinar si al equipo no se le está aplicando correctamente el mantenimiento preventivo y/o reparaciones.

En este documento se puede encontrar la siguiente información:

- Nombre del equipo
- Ubicación
- Tipo de daño
- Descripción de la falla
- Sugerencia de o que se debe hacer
- Fecha de emisión
- Fecha de cumplimiento
- Solicitante
- Observaciones
- Firma del técnico
- Grado de prioridad

Figura 6: Formato Solicitud de servicio

SOLICITUD DE SERVICIO		CODIGO	
		VERSION	
	NOMBRE DEL EQUIPO		
	CODIGO	NIVEL DE CRITICIDAD	
	UBICACION		
	SOLICITANTE		
	FECHA DE EMISION :	FECHA DE CUMPLIMIENTO:	
DESCRIPCION DE LA FALLA			
TIPO DE DAÑO			
MECANICO	ELECTRICO	ELECTRONICO	
HIDRAULICO	NEUMATICO	OTRO	
GRADO DE PRIORIDAD			
URGENTE		NORMAL	
SUGERENCIA DE LO QUE SE DEBE HACER			
OBSERVACIONES			
FIRMA DEL TECNICO		REVISADO POR	

Fuente: Autor

4.4.3 Orden de trabajo

Este formato es parte importante de los protocolos de mantenimiento, la orden de trabajo servirá para autorizar la reparación de la maquinaria que ha sufrido una falla o autorizar la visita/inspección del equipo aplicando el mantenimiento preventivo que estará indicado en el cronograma de trabajo de mantenimiento.

Figura 7: Formato orden de trabajo

ORDEN DE TRABAJO		CODIGO	
		VERSION	
 CODIESEL	FECHA:	No. DE ORDEN:	
	SOLICITANTE:		
	UBICACION:		
	NOMBRE DEL EQUIPO:		
	CODIGO:	NIVEL DE CRITICIDAD:	
TRABAJO SOLICITADO			
TRABAJO REALIZADO POR:		AUXILIAR:	
FECHA DE ASIGNACION:		FECHA LIMITE DE EJECUCION:	
TIEMPO ASIGNADO:	HORA DE INICIO :	TIEMPO UTILIZADO:	
TIPO DE MANTENIMIENTO			
MECANICO	ELECTRICO	ELECTRONICO	
HIDRAULICO	NEUMATICO	OTRO	
TIPO DE INTERVENCION			
REALIZADO POR LA EMPRESA		MANTENIMIENTO CONTRATADO	
PREVENTIVO		CORRECTIVO	
COSTOS			
COSTOS H.H	COSTOS RTOS:	OTROS	
REPUESTOS UTILIZADOS			
OBSERVACIONES			
FIRMA DEL TECNICO		REVISADO POR	

La orden de trabajo será solicitada por el jefe de taller y aprobada por el encargado del mantenimiento, y se debe tener en cuenta que ningún trabajo podrá iniciarse sin la respectiva orden, entre la información importante con la que contará este formato esta:

- Código y nombre del equipo
- Nivel de criticidad del equipo
- Número de orden
- Descripción del trabajo (herramientas y materiales a utilizar)
- Fecha y hora de ejecución de trabajo a hacerse
- Tipo de intervención
- Costo de mantenimiento
- Hora de inicio y finalización de trabajos, duración
- Firma de técnico de mantenimiento
- visto bueno de supervisor o gerente de mantenimiento.


4.4.4 Hoja de vida

Es el documento donde se consignan todos los trabajos que se le han realizado a un equipo en orden cronológico, de manera tal que se accede a esta información sin necesidad de revisar órdenes de trabajo específicas o formatos individuales de cada actividad. Allí se le hace seguimiento a los tipos de mantenimiento y a los resultados arrojados por las diferentes reparaciones, los repuestos utilizados y el costo de los mismos, el personal asignado a las tareas y el tiempo de ejecución de las mismas.

En este formato encontraremos a siguiente información:

- Nombre del equipo
- Tipo de mantenimiento realizado
- Fecha de realización
- Descripción del trabajo realizado
- Repuestos utilizados
- Responsable de la ejecución.

Figura 8: Formato hoja de vida de equipos

			HOJA DE VIDA DEL EQUIPO				CODIGO		
							VERSION		
			NOMBRE DEL EQUIPO			CODIGO		NIVEL DE CRITICIDAD	
			MARCA		UBICACION		PAGINA		
FECHA	No O.T	TIPO MTO	DESCRIPCION	REPUESTOS UTILIZADOS	COSTO MTO	RESPONSABLE MTO			


4.4.5 Formato para la baja de equipos

Este formato tiene como objetivo llevar un control sobre los equipos dados de baja en los diferentes talleres de la empresa y las razones por las cuales se llegó a la toma de esta decisión.

En este formato encontraremos a siguiente información:

- Nombre del equipo
- Código del equipo
- Fecha de realización
- Sede de ubicación del equipo
- Justificación
- Nombre y firma de quien solicita la baja
- Nombre y firma de quien aprueba la baja
- Observaciones

Figura 9: Formato para la baja de equipos

	CONCEPTO TÉCNICO DE BAJA DE EQUIPOS		CODIGO:	
			VERSION:	
			FECHA:	
PARA:				
CARGO:				
IDENTIFICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA BAJA:				
# CODIGO DEL EQUIPO	NOMBRE DEL EQUIPO	SEDE	JUSTIFICACIÓN	
			<input type="checkbox"/>	Deterioro
			<input type="checkbox"/>	Daño irreparable
			<input type="checkbox"/>	Obsoleto
			<input type="checkbox"/>	Desuso
			<input type="checkbox"/>	Perdida, robo o hurto
			<input type="checkbox"/>	Parte de pago
			<input type="checkbox"/>	Otro
OBSERVACIONES				
SOLICITA LA BAJA:				
FIRMA				
APRUEBA				
FIRMA				

4.5 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión se entienden como la expresión cuantitativa del comportamiento o el desempeño del departamento de mantenimiento, cuya magnitud al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se tomaran acciones correctivas o preventivas según el caso¹⁰.

Es importante tener en cuenta que no sólo es importante conocer el valor de un índice, sino también su evolución, ya que con esto podemos observar si la situación del departamento de mantenimiento mejora o empeora comparándola con valores de meses anteriores, en el caso que los indicadores de mantenimiento no tengan unos valores aceptables se debe seguir el procedimiento descrito en el siguiente esquema, con el objetivo de mejorar continuamente los procesos de gestión que estamos implementando.

Figura 10: Esquema para mejorar el valor de los indicadores de gestión

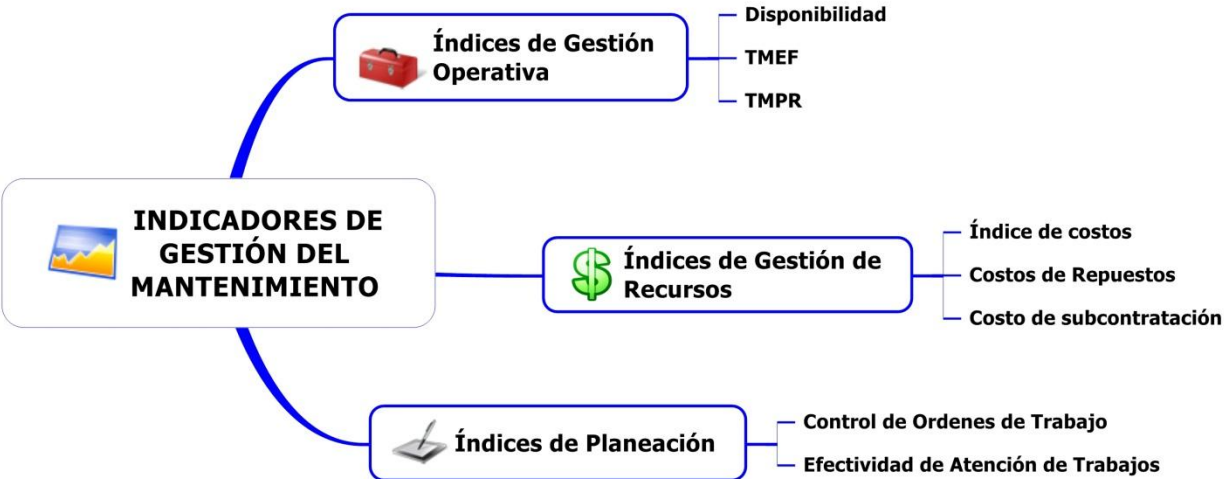


¹⁰ (Mojica 2010)

Actualmente existe una gran cantidad de índices que nos permiten evaluar el estado en el que se encuentra el departamento de mantenimiento, lo ideal sería manejar tantos indicadores como sea posible pero debemos definir cuáles serán los indicadores que vamos a tener en cuenta para medir la eficiencia del departamento de mantenimiento. Hay que tener cuidado en la elección, pues corremos el riesgo de utilizar una serie de valores que no nos aportan ninguna información útil o caigamos en redundancia manejando diferentes indicadores que nos representan lo mismo.

Para lograr una evaluación objetiva de los elementos que intervienen en el proceso de mantenimiento, es importante implementar los indicadores que se presentan a continuación, estos índices se determinaron teniendo en cuenta que los indicadores seleccionados nos sirvan para identificar los problemas técnicos o de organización del departamento de mantenimiento, justificar los costos del mantenimiento, comprobar si se están cumpliendo los objetivos plantados de acuerdo a las necesidades.

Figura 11: Indicadores de gestión de mantenimiento



4.5.1 Índices para la gestión operativa

La gestión operativa de mantenimiento consta de las actividades técnicas y operativas, de las cuales el departamento de mantenimiento es el responsable y que repercuten en el buen funcionamiento de los equipos para el desempeño de la actividad productiva de la empresa. Este aspecto será medido bajo los índices descritos a continuación¹¹.

4.5.1.1 Disponibilidad

La disponibilidad es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, este nos indica el porcentaje del tiempo, en que el equipo está disponible para la prestación del servicio, en el período que estamos analizando, sea un mes, trimestre, semestre o el año completo, el cálculo de este indicador es sencillo, contabilizamos las horas calendario de ese período y le restamos todas las horas que el equipo en cuestión estuvo detenido por intervenciones de mantenimiento.

Es recomendable obtener el valor de este indicador mensualmente y analizar la tendencia mes por mes, para determinar si es creciente, decreciente o estable para así poder tomar las medidas correctivas necesarias.

El índice de disponibilidad no es más que el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el nº de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} \times 100$$

¹¹ (Danny Mora Rincón 2011).

4.5.1.2 Tiempo medio entre fallas (TMEF)

Este indicador nos permite detectar la necesidad de aplicar mejores prácticas de mantenimiento, para así mejorar la fiabilidad de los equipos, el TMEF nos da una idea clara del tiempo promedio que un equipo puede funcionar sin detenerse, lo que es lo mismo funcionar sin fallar.

Los datos de la siguiente ecuación se toman dentro del período seleccionado para obtener el indicador, puede ser un año, un semestre, trimestre, un mes o varios años, tal como la antigüedad de la instalación. Esto depende del objetivo de nuestro análisis.

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{No. de fallas}}$$

4.5.1.3 Tiempo Medio Para Reparar (TMPR)

Este indicador nos da una idea aproximada del tiempo promedio que se demora en ejecutar el mantenimiento del equipo tras una falla (mantenimiento correctivo). Analizando este indicador podemos actuar para reducir los tiempos de equipo detenido por mantenimientos correctivos.

Una de las maneras de mejorar este indicador es aplicando los siguientes tres puntos característicos

- Procedimientos claros
- Herramientas adecuadas
- Capacitación del personal

Indudablemente estas mejoras incrementa el valor del TMPR, aumentando así la disponibilidad y mantenibilidad de las instalaciones. Este indicador es muy fácil de

obtener, por lo que no debería faltar en ningún departamento de mantenimiento y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{TMPR} = \frac{\text{Horas de paro por falla}}{\text{No. de fallas}}$$

4.5.2 Índices de gestión de recursos

La gestión de recursos se refiere al manejo administrativo del presupuesto asignado al departamento de mantenimiento y dentro del cual se tienen en cuenta la distribución de los gastos.

Aunque los costos no parecen en principio un indicador de mantenimiento, se debe hacer referencia a que este tipo de índices son tan importantes como los índices técnicos tal como la disponibilidad, ya que estos son parámetros que el jefe de mantenimiento debe manejar constantemente, porque la información que le aportan es determinante en para su gestión.

El propósito de este proyecto no es realizar un análisis de costos ni presupuesto referente al mantenimiento de los equipos que hacen parte de los talleres de mecánica y latonería y pintura de CODIESEL S.A, la intención de establecer índices es para que el jefe de mantenimiento pueda tener un mayor control sobre los gastos generados por el departamento.

4.5.2.1 Índice de costos global

El índice de costo global nos permite determinar qué tan acertada es la elaboración del presupuesto para el departamento de mantenimiento, para calcular este índice se tienen en cuenta los costos administrativos, de mano de

obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.

$$IC = \frac{\text{costo total de mantenimiento}}{\text{costo total presupuestado}} \times 100$$

4.5.2.2 Costo de subcontratación

Este indicador nos permite conocer el porcentaje entre los gastos totales de mano de obra externa (contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes) y el costo total de mantenimiento, durante el período considerado

$$CSUB = \frac{\text{costo mto subcontratado}}{\text{costo total mantenimiento}} \times 100$$

4.5.2.3 Costo de repuestos e insumos

Este indicador relaciona entre los gastos de materiales e insumos utilizados para el mantenimiento de los equipos y el costo total del departamento de mantenimiento en el periodo considerado.

$$CRM = \frac{\text{Costo repuestos e insumos}}{\text{Costo total de mantenimiento}} \times 100$$

4.5.3 Índices de Planeación y Programación.

Además de los indicadores mencionados anteriormente, se requiere establecer un sistema de indicadores de gestión que permita llevar un control sobre el

funcionamiento, desempeño y cumplimiento de los objetivos determinados por el departamento de mantenimiento.

4.5.3.1 Índice de cumplimiento de la planificación

Este indicador evalúa la cantidad de trabajos realizados de acuerdo a la programación del mantenimiento realizada, suele ser muy útil para el ingeniero de mantenimiento conocer cuál es el número de Ordenes de trabajo acabadas en relación al número de órdenes generadas.

$$\text{ICP} = \frac{\text{No de Ordenes acabadas en la fecha planificada}}{\text{No. de ordenes totales}} \times 100$$

4.5.3.2 N° de Órdenes de trabajo de Emergencia (prioridad máxima)

Una referencia muy importante del estado de los talleres es el número de O.T de emergencia que se han generado en un periodo determinado con esto sabremos el porcentaje de mantenimientos de emergencias que se presentaron en el periodo de tiempo seleccionado.

$$\text{OTE} = \frac{\text{Ordenes de trabajo de prioridad maxima}}{\text{Ordenes totales de mantenimiento}} \times 100$$

5 DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Después de realizar la estructuración del departamento de mantenimiento donde se indican las funciones del personal, la política del departamento, los objetivos y la documentación básica que debe tener, se procederá a la realización del plan de mantenimiento que se requiere en los talleres de mecánica y latonería y pintura de las diferentes sedes con las que cuenta CODIESEL S.A.

El tipo de mantenimiento a realizar en la empresa es de tipo preventivo basado en el concepto de Riesgo, esta metodología permite identificar y jerarquizar por su importancia los equipos de una planta sobre los cuales vale la pena dirigir los recursos (humanos, económicos y tecnológicos).

Además con este tipo de mantenimiento se tiene bajo costo en relación al mantenimiento predictivo y correctivo, se tiene una reducción importante del riesgo por fallas o fugas, reduciendo la probabilidad de paradas imprevistas, además de que permite llevar un mejor control de la planeación sobre el propio mantenimiento aplicado en los equipos y se tiene total disponibilidad de los técnicos en caso de alguna emergencia.

5.1 ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para la elaboración de un plan de mantenimiento se debe realizar un análisis de todas las fallas posibles, y cuales han sido las acciones que se han tomado para evitarlas. Eso quiere decir que para elaborar un buen plan de mantenimiento es absolutamente necesario realizar un análisis detallado de las fallas de cada uno de los equipos de la empresa.

Por desgracia, esto raramente se realiza, y en la mayoría de las empresas el mantenimiento de los equipos principales debe seguirse según lo indicado por el

fabricante.

Muchas veces ocurre a veces que no se dispone de los recursos necesarios para realizar este estudio de forma previa en esos casos, es conveniente realizar el plan de mantenimiento siguiendo los siguientes pasos:

1. Generar un inventario de equipos
2. Codificar los equipos
3. Realizar un análisis de criticidad
4. Realizar las actividades de mantenimiento para cada equipo teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes y la experiencia del personal técnico.
5. Cronograma de las actividades de mantenimiento.

5.2 INVENTARIO DE EQUIPOS

La realización de un inventario de equipos es el primer paso para la elaboración del plan de mantenimiento ya que con esto se tiene un dato exacto de los equipos con los que cuenta la empresa y poder identificar cuales los equipos de operación y cuáles son las herramientas de trabajo.

La descripción de los equipos de operación con los que cuenta la empresa se describió en el apartado 3.2 Estado de los equipos en el cual no solo se realizó el inventario de los equipos sino también de los documentos maestros con los cuales cuenta la empresa.

5.3 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

El segundo paso que se debe realizar para la elaboración de un plan de mantenimiento es la codificación de los equipos, este paso es muy importante porque así podemos identificar cada uno de ellos ya que poseen un código único.

En este caso no hubo necesidad de realizar una codificación de los equipos en la empresa por que la mayoría de estos ya contaban con su respectivo código.

La codificación de los equipos está compuesto por un sistema alfanumérico en el cual se encuentra el tipo de familia del equipo, la ubicación, el área y su correspondiente consecutivo.

5.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es conocido como una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, con el fin de facilitar la toma de decisiones de manera acertada y efectiva, enfocando el esfuerzo y los recursos hacia áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional.

Esta metodología permite generar una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de los equipos analizados diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, media criticidad y baja criticidad.

La información recolectada en el estudio podrá ser utilizada para:

- Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.

- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

El método de criticidad que se utilizara para el análisis es el modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo, este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. “**Criticality Analysis Revisited**”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: **frecuencia de fallas x consecuencias**.

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias de fallas}$$

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto. + Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene)¹²

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

¹² (Bohorquez 2008)

Tabla 10: Factores ponderados ¹³

Factores Ponderados a ser evaluados			
Frecuencia de Fallas:	Factor	Costo de Mtto	Factor
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 35 millones	2
Promedio: 1- 2 fallas/año	3	Menor de 35 millones	1
Buena: 0,5 - 1 fallas/año	2	Impacto en seguridad Ambiental e Higiene (SAH)	Factor
Pobre: mayor a 2 fallas/año	1	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Impacto Operacional	Factor	Afecta el ambiente/instalaciones	7
Perdida de todo el despacho	10	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusiones en otros sistemas	7	Provoca daños menores(ambiente-seguridad)	3
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
No genera ningún efecto significativo sobre operación o producción	1		
Flexibilidad Operacional	Factor		
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4		
hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad - valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X.

Figura 12: Matiz de criticidad

Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		Consecuencia				

¹³ (Bohorquez 2008)

A continuación se presentara el resultado del análisis de criticidad de las diferentes sedes:

Tabla 11: Resultados del análisis de criticidad sede la Rosita

CODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
125RM02	Elevador de tijera doble	4	17	68
125RM01	Elevador de tijera doble	4	17	68
155RM01	Alineador de dirección	3	17	51
122RM01	Elevadores de tijera sencilla	3	17	51
122RM02	Elevadores de tijera sencilla	3	17	51
122RM03	Elevadores de tijera sencilla	3	17	51
044RM01	Compresor de aire tipo pistón	4	12	48
131RM01	Balancadora de rines	3	10	30
089RM01	Ecolavador de partes	4	6	24
049RM02	Gato zorra	4	5	20
049RM01	Gato zorra	4	5	20
048RM01	Prensa hidráulica	2	8	16
043RM04	Carrete de manguera	4	3	12
043RM01	Carrete de manguera	4	3	12
043RM02	Carrete de manguera	4	3	12
043RM03	Carrete de manguera	4	3	12
085RM03	Recolector de aceite	4	3	12
085RM02	Recolector de aceite	4	3	12
085RM01	Recolector de aceite	4	3	12
111RM01	Esmeril	3	3	9
132RM01	Alineador de luces	2	3	6
084RM01	Bomba de vacío	2	3	6

Tabla 12: Resultados del análisis de criticidad taller de lámina y pintura sede Girón

CODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
044GC02	Compresor de aire tipo tornillo	4	44	176
141GC03	Cabinas de pintura	4	20	80
142GC02	Cabinas de pintura	4	20	80
095GC02	Enderezador de chasis	4	20	80
123GL05	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
123GM01	Enderezador de chasis	1	20	20
044GC01	Compresor de aire tipo pistón	4	4	16
038GC01	Equipo de plasma	4	4	16
036GC01	Martillo de inercia	4	4	16
036GC02	Martillo de inercia	4	4	16
026GC01	Oxigeno-acetileno	4	4	16
037GC02	Soldadura mig	4	4	16
037GC03	Soldadura mig	4	4	16
037GC01	Soldadura mig	4	4	16
119GC01	Aspiradora	4	3	12
084GC01	Bomba de vacío	4	3	12
049GC07	Gato zorra	4	3	12
049GC06	Gato zorra	4	3	12
049GC05	Gato zorra	4	3	12
049GX02	Gato zorra neumático	4	3	12
034GC02	Lámparas de secado	3	4	12
034GC01	Lámparas de secado	3	4	12
141GC01	Cabina de retoques	2	4	8
141GC02	Cabinas de lijado	2	3	6
114GC02	Polichadora dwb 849-b3	2	3	6
114GC03	Polichadora dwb 849-b4	2	3	6
114GC01	Polichadora dwb 849	2	3	6

Tabla 12: Resultados del análisis de criticidad taller de Mecánica Girón

CODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA DE FALLO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
124GM01	Elevadores de doble tijera	4	25	100
124GM02	Elevadores de doble tijera	4	25	100
124GM03	Elevadores de doble tijera	4	25	100
124GM04	Elevadores de doble tijera	4	25	100
121GX01	Elevadores de balón	3	25	75
121GX02	Elevadores de balón	3	25	75
121GX03	Elevadores de balón	3	25	75
121GX04	Elevadores de balón	3	25	75
121GX05	Elevadores de balón	3	25	75
155GL01	Alineador de direcciones	4	18	72
122GX03	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
122GX04	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
123GM02	Elevadores de 2 columnas	3	17	51
123GM01	Elevadores de 2 columnas	3	17	51
131GL01	Balancadora de rines	4	10	40
089GL02	Ecolabrador de partes	4	10	40
039GM01	Cargador de baterías	2	18	36
039GM02	Cargador de baterías	2	18	36
039GC01	Cargador de baterías	2	18	36
111GL01	Esmeril	3	10	30
048GL01	Prensa hidráulica	4	5	20
083GX01	Lavador de inyectores	4	4	16
119GX01	Aspiradora	4	3	12
129GL01	Brazo grúa	4	3	12
129GL02	Brazo grúa	4	3	12
049GM01	Gato zorra	4	3	12
049GM02	Gato zorra	4	3	12
049GX01	Gato zorra neumático	4	3	12
088GL02	Grasera neumática	4	3	12
085GM02	Recolector de aceite	4	3	12
085GM01	Recolector de aceite	4	3	12
132GM01	Alineador de luces	3	3	9

Tabla 13: Resultados del análisis de criticidad taller de Mecánica sede Cúcuta.

CODIGO	Equipo	FRECUENCIA DE FALLO	CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
122CM01	Elevadores de tijera doble	4	25	100
044CM01	Compresor de aire	3	25	75
123CM01	Elevador 4 columnas	3	25	75
121CM01	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
121CM02	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
122CM02	Elevador de tijera sencilla	3	17	51
131CM01	Balanceadora de rines	2	25	50
049CM06	Gato neumático de 1 tn	4	10	40
155CM01	Alineador de direcciones	2	17	34
049CM01	Gato zorra 3.5" toneladas	3	11	33
049CM02	Gato zorra 3.5" toneladas	3	11	33
049CM03	Gato zorra 3.5" toneladas	3	11	33
049CM04	Gato zorra 3.5" toneladas	3	11	33
096CM01	Alineador de luces	2	11	22
084CM01	Bomba de vacío	2	11	22
048CM01	Prensa hidráulica	2	10	20
089CM01	Ecolavadora de partes	2	10	20
111CM01	Esmeril.	3	5	15
114CM01	Pulidora eléctrica	3	5	15
089CM01	Engrasadora neumática	3	4	12
039CM01	Cargador de batería	3	4	12
049CM05	Gato de cajas	1	11	11
129CM01	Brazo grua movil	3	3	9
083CM01	Limpiador de inyectores	3	3	9

Tabla 14: Resultados del análisis de criticidad taller de Mecánica sede Barrancabermeja.

CODIGO	Equipo	FRECUENCIA DE FALLO	COSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
049BM02	Compresor de aire tipo pistón	3	12	36
155BM01	Elevador de 2 columnas	2	17	34
044BM01	Carrete de manguera	4	6	24
044BM02	Carrete de manguera	4	6	24
044BM03	Carrete de manguera	4	6	24
049BM03	Prensa hidráulica	3	8	24
132BM01	Elevador de tijera sencilla	2	11	22

155BM01	Balancadora de rines	2	10	20
155BM01	Alineador de direcciones	3	6	18
084BM01	Gato zorras	4	3	12
111BM01	Gato zorras	4	3	12
085BM01	Recolector de aceite	4	3	12
89BM01	Ecolavadora de partes	4	3	12
156BM01	Alineador de luces	3	3	9
083CM01	Limpiador de inyectores	3	3	9
131BM01	Esmeril.	2	3	6

5.5 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo que se implementaran en Codiesel se realizó en dos fases:

Fase 1: Recopilación de manuales y de instrucciones de los fabricantes

Para conocer mejor el funcionamiento de los equipos y sus componentes se realizó la recopilación de toda la información existente en los manuales de operación y mantenimiento de estos.

Luego se seleccionó toda la información contenida en el apartado 'mantenimiento preventivo' que figura en esos manuales, y se agrupo de forma operativa.

Fase 2: Recopilación de la experiencia de los técnicos

Con esta recopilación, el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables de mantenimiento, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en las recomendaciones de los fabricantes.

5.6 CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO

Para realizar la estructura de la programación del mantenimiento preventivo se debe tener un plan o recorrido, de cómo se van a inspeccionar los equipos. Para esto existen varias formas, según el criterio de la empresa en donde se aplique el programa, uno de ellos es hacer las inspecciones por tipo de equipo, es decir inspeccionar los equipos de un solo tipo antes de pasar a otro tipo.

Otra forma que se utiliza es el de agrupar los equipos por línea de trabajo, es decir que en esta agrupación se encuentran distintos tipos de máquinas en las cuales un proceso depende del otro, o también se puede programar de forma alterna los equipos, programando desde los utilizados hasta los que tengan menor carga de trabajo.

Para escoger el tipo de recorrido del mantenimiento preventivo que se realizara, se debe realizar un diagnóstico inicial el cual permite analizar el estado de cada equipo, además de observar el funcionamiento y la importancia de cada uno dentro de los talleres y de la cantidad de mantenimientos para automóviles que se hagan en la empresa o si existen otras máquinas que puedan realizar la misma función.

El cronograma de las actividades de mantenimiento mostrará las distintas fechas en las que deberá intervenir los equipos, ya sea con visitas o inspecciones. Este cronograma también servirá como un aviso para que el coordinador de talleres tome en cuenta estas fechas al momento de programar la cantidad de automóviles que ingresaran al taller.

5.6.1 Rondas de mantenimiento

Una vez elaborada la lista de tareas que componen el plan de mantenimiento,

según se ha detallado en los apartados anteriores, es conveniente agruparlas, a fin de facilitar su ejecución, puede hacerse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

5.6.1.1 Rondas diarias

Las rondas diarias contienen tareas que se realizan fácilmente. La mayor parte de ellas se refieren a controles visuales (ruidos y vibraciones extrañas, control visual de fugas), mediciones (tomas de datos, control de determinados parámetros) y pequeños trabajos de limpieza y/o engrase.

En general, todas las tareas pueden hacerse con los equipos en marcha. Son la base de un buen mantenimiento preventivo, son llevadas a cabo por el personal que opera los equipos.

5.6.1.2 Gamas semanales y mensuales

Las gamas semanales y mensuales contemplan tareas más complicadas, que no está justificado realizar a diario. Implican en algunos casos desmontajes, paradas de equipos o tomas de datos más laboriosas. Es el caso de limpiezas interiores que necesiten del desmontaje de determinados elementos, o medidas del consumo de un motor (medida de intensidad) en cuadros de acceso complicado, etc. También incluyen tareas que no se justifica realizar a diario, como los engrases.

5.6.1.3 Gamas anuales

Suponen en algunos casos una revisión completa del equipo (denominado a menudo por su término en inglés, *Overhaul*), y en otros, la realización de una serie de tareas que no se justifica realizar con una periodicidad menor. Es el caso de cambios de rodamientos, limpieza interior de una bomba, medición de

espesores en depósitos, equilibrado de aspas de un ventilador, por citar algunos ejemplos. Siempre suponen la parada del equipo durante varios días, por lo que es necesario estudiar el momento más adecuado para realizarlas.

6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN

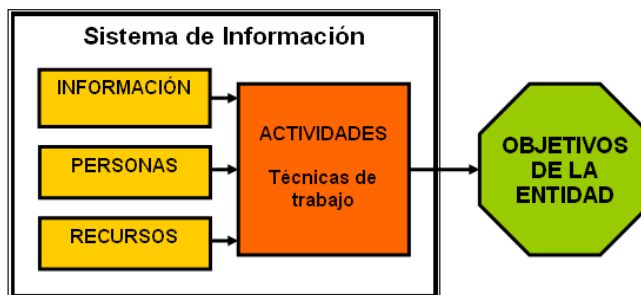
En este capítulo, se establecerá un marco teórico que permita identificar la importancia que tienen los Sistemas de Información dentro de una organización y especialmente resaltar su utilidad en la Gestión del área de mantenimiento.

Un sistema de información (SI) es un conjunto de elementos orientados al tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso posterior, generados para cubrir una necesidad u objetivo. Dichos elementos formarán parte de alguna de las siguientes categorías¹⁴:

- Personas
- Datos
- Actividades o técnicas de trabajo
- Recursos materiales en general (generalmente recursos informáticos y de comunicación, aunque no necesariamente).

Todos estos elementos interactúan para procesar los datos (incluidos los procesos manuales y automáticos) y dan lugar a información más elaborada, que se distribuye de la manera más adecuada posible en una determinada organización, en función de sus objetivos.

Figura 13: Elementos del sistema de información



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n

¹⁴ (Castellanos, 2011)

Los objetivos que persigue un Sistema de Información son:

- Automatizar los procesos operativos.
- Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.
- Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso¹⁵.

6.1 CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION PRODUCIDA POR EL SISTEMA DE INFORMACION.

La información de más alto nivel debe obtenerse como un producto secundario del procesamiento de datos, desarrollando modelos y métodos que presenten información adecuada a cada nivel administrativo teniendo en cuenta el alcance y la naturaleza de la información y debe presentar las siguientes características:

- **Accesibilidad:** Facilidad y rapidez con que se puede obtener la información resultante.
- **Comprensibilidad:** Integridad del contenido de la información. No se refiere necesariamente al volumen, si no a que el resultado sea completo.
- **Precisión:** Ningún error en la información obtenida, cuando se trata de grandes volúmenes de datos, se producen dos clases de errores: de transcripción y de cálculo.
- **Propiedad:** El contenido de la información debe ser apropiado para el asunto al cual está enfocado, tiene una estrecha relación con lo solicitado por el usuario.

¹⁵ (Monografías)

- Oportunidad: Se relaciona con una menor duración del ciclo de acceso: entrada, procesamiento y entrega al usuario. Comúnmente para que la información sea oportuna.
- Claridad: el grado en el que la información está exenta de expresiones ambiguas.

Por otra parte, el exceso de información también puede ser causa de problemas y suponer un obstáculo en vez de una ayuda para la toma de decisiones. En este sentido conviene indicar que acotar las necesidades de información de cualquier organización es un proceso que debería ser continuado o sistemático.

6.2 TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información que manejar, ya sea sobre los equipos, los manuales y catálogos de operación, proveedores, repuestos, etc., y es necesario para cualquier empresa y sistema de información delimitar el nivel en el cual se piensa manejar la información; de tal manera que de acuerdo con esto y con las políticas gerenciales del mantenimiento se puede implantar sistemas de información manuales o sistemas de información computarizados.

6.2.1 Sistemas de Información Manuales.

Dentro de esta clasificación se pueden catalogar todos aquellos sistemas de información en los cuales los formatos y la toda información que allí se genere son manejados única y exclusivamente mediante documentos físicos. En la mayoría de las empresas en las que la gestión de mantenimiento es de tipo correctivo, este tipo de sistema manual es el indicado e implantado; y generalmente ofrecen buenos resultados. Este tipo de sistema de información debe estar apoyado por los elementos básicos ya mencionados como: el registro de equipo, la solicitud de

servicio, la orden de trabajo, el registro de empleados, las rutinas de mantenimiento, los inventarios, la programación de mantenimiento, etc.

La gran desventaja que presentan los sistemas de información de tipo manual es que no permiten que la administración de mantenimiento pueda tomar decisiones acertadas para la solución de problemas, esto debido a que no se permite un manejo fácil de un volumen alto de información y por lo tanto dificultan un análisis y evaluación de la gestión y eficiencia de la función mantenimiento.

6.2.2 Sistemas de información computarizados.

Fundamentalmente este tipo de sistemas de información surgen de la necesidad para el mantenimiento de equipos de manejar grandes volúmenes de información con un mínimo de esfuerzo. Un sistema de información computarizado es un sistema de clasificación, almacenamiento y recuperación de datos que ayuda y soporta el proceso de toma de decisiones. Es un sistema abierto ya que interactúa con su ambiente intercambiando información, tornándose en un sistema hombre – máquina, en el cual es fundamental el uso de computadores, los cuales son dirigidos y controlados, y además en donde las entradas son datos y sus salidas son información. Este tipo de sistemas permite obtener los programas de trabajo diario en forma inmediata, el canje de información entre los diferentes formatos, manejar adecuadamente y con gran facilidad los inventarios de repuestos y materiales, indicadores de gestión en forma continua, además de planificar y programar las labores de mantenimiento con exactitud y rapidez.

6.3 ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN¹⁶

Los inicios de la utilización de los sistemas de información en los departamentos de mantenimiento de las empresa se dieron a partir de los criterios que manejaban los encargados del área de mantenimiento y se desarrollaron manualmente mediante esquemas propios que contenían la información básica de la maquinaria y las actividades de tipo correctivo que se realizaban sobre las mismas, poniendo de un lado o en total descuido las acciones de tipo preventivo o predictivo, el control de costos, inventarios y el personal.

El reporte manual de las acciones de tipo correctivo que se manejaba en el pasado y que actualmente en algunas empresas aún se usa, no proporciona la información suficiente acerca del panorama real de las actividades de mantenimiento, por ello la toma de decisiones por parte de la administración referentes a cambios en la organización, manejo del personal, control de costos e inventarios, aumento de las instalaciones entre otras, son inadecuadas, debido a que este tipo de sistema elimina en gran medida una visión retrospectiva que permita verificar hasta qué punto son correctas las decisiones.

6.4 IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO.

La importancia de los sistemas de información en mantenimiento se deriva de la necesidad de que en mantenimiento se cuente con una organización sólida que permita restablecer en el menor tiempo las condiciones de operación de cualquier equipo o sistema para reducir al mínimo las pérdidas de producción. En consecuencia, el mantenimiento con un buen sistema de información es un medio eficaz para obtener utilidades, ya que es un soporte para conservar la planta en el

¹⁶ (EDINSON NOE GAMBOA RUEDA, 2012)

grado más alto de productividad y competencia al impedir las interrupciones de operación de las máquinas.

Debido a la gran cantidad de información que se necesita tener organizada y actualizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, resulta necesario auxiliarse de un sistema computarizado que permita documentar y mantener accesible toda esa información, la cual debe garantizar una continuidad en los procesos de producción y además prolongue la vida útil de los equipos.

Una eficiente gestión de mantenimiento sólo puede ser posible con un eficiente sistema de información que lo asista. Los sistemas de información ofrecen a la gestión de mantenimiento el dato preciso en el instante oportuno, son fuente para la obtención de los indicadores de gestión, los costos del sistema de mantenimiento implantado, y el análisis estadístico, además de facilitar la presentación de informes y contribuir con el control de las posibles variaciones en los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento. Para llevar a cabo una buena Gestión de Mantenimiento es necesario ejercer un control inteligente sobre los siguientes factores:

- La planeación y la programación de los trabajos de mantenimiento organizados en un sistema de información. Esto con el objetivo de disminuir el costo mínimo unitario para obtener una rentabilidad óptima del mantenimiento
- Las reparaciones de emergencia.
- El tiempo muerto en reparación que pueda ser causa del mantenimiento.
- Las reparaciones del equipo.

- Los materiales usados en las reparaciones y el desperdicio de los mismos que pueda ser imputado a mantenimiento.
- La seguridad de los trabajadores y de la planta.
- La cantidad de mano de obra de mantenimiento.
- La depreciación de los equipos y las instalaciones.

6.5 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN MANTENIMIENTO

En el departamento de mantenimiento de cualquier organización se realiza un gran número de actividades dirigidas a mejorar el rendimiento del proceso de producción, tales como: la planeación, el desarrollo, ejecución de planes de conservación de las instalaciones. Igualmente son parte de estos programas la selección, instalación y operación de nuevos equipos, proyectos y sistemas de protección ambiental, siendo para esto de vital importancia realizar una adecuada selección del personal, solicitar materiales, repuestos y herramientas, además de supervisar su almacenamiento.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión.

Los objetivos de los sistemas de información automatizados para el mantenimiento, deben ser los mismos objetivos del sistema de mantenimiento al que va a soportar, manejados todos estos dentro de criterios económicos y en causados a obtener una reducción en los costos generales de producción; tales objetivos son:

- Proporcionar datos oportunos y exactos que permitan tomar decisiones acertadas.
- Garantizar información exacta y confiable, así como su almacenamiento de tal forma que esté disponible cuando se necesite.
- Prolongar la vida útil de las instalaciones al máximo posible.
- Sugerir y proyectar mejoras en las unidades para disminuir las posibilidades de daño y rotura.
- Controlar el costo directo de mantenimiento, mediante el uso adecuado y eficiente del tiempo, materiales, mano de obra y servicios.

7 DISEÑO DEL SOFTWARE DE MANTENIMIENTO PARA LOS TALLERES DE LATONERIA Y PINTURA DE CODIESEL S.A.

A continuación se describirá el diseño del sistema de información para el departamento de mantenimiento de la empresa CODIESEL S.A, se explicaran los elementos de entrada, de salida, las especificaciones, los requerimientos y la forma como se relacionan cada uno de los módulos que hacen parte de la estructura.

El diseño del sistema de información se realizó con base a la información brindada por el personal encargado del mantenimiento y las recomendaciones del departamento de sistemas de la empresa, porque este nuevo aplicativo debía cumplir con unos parámetros ya establecidos tales como el entorno gráfico y operativo, ya que la empresa cuenta con un sistema de información integral donde se relacionan todos los departamentos, áreas y sedes que hacen parte de la compañía.

7.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Los requerimientos son aquellas actividades que hacen de un sistema algo funcional y aplicable a ciertas características que se deseen obtener o implementar, en este caso la identificación de los requerimientos se realizó en base a las necesidades de organizar y gestionar mejor este nuevo departamento.

En todo este conjunto de requerimientos se incluyen las entradas, salidas y el procesamiento de información en el sistema, la forma de controlar dicha información y la administración más adecuada, que se genere en un bien para la empresa. La lista completa de cada uno de estos requerimientos se describe en la siguiente tabla:

Tabla 15: Requerimientos del sistema de información

REQUERIMIENTO	DESCRIPCION
Acceso	Aplicación de fácil manejo
	Tener permisos de seguridad en el manejo de la información
Equipos	Mostrar la ficha técnica de los Equipos
	Información sobre proveedores y fabricantes
	Rutinas de mantenimiento para cada uno de los equipos
Gestión	Generación y consulta de Solicitudes de servicio
	Generación y consulta de órdenes de trabajo
	Consulta de la hoja de vida de los equipos
Inventarios	Inventarios de equipos
	Inventario de Repuestos
	Inventario de Insumos
Indicadores	Indicadores de la gestión operativa
	Indicadores de la gestión de recursos
	indicadores de planeación

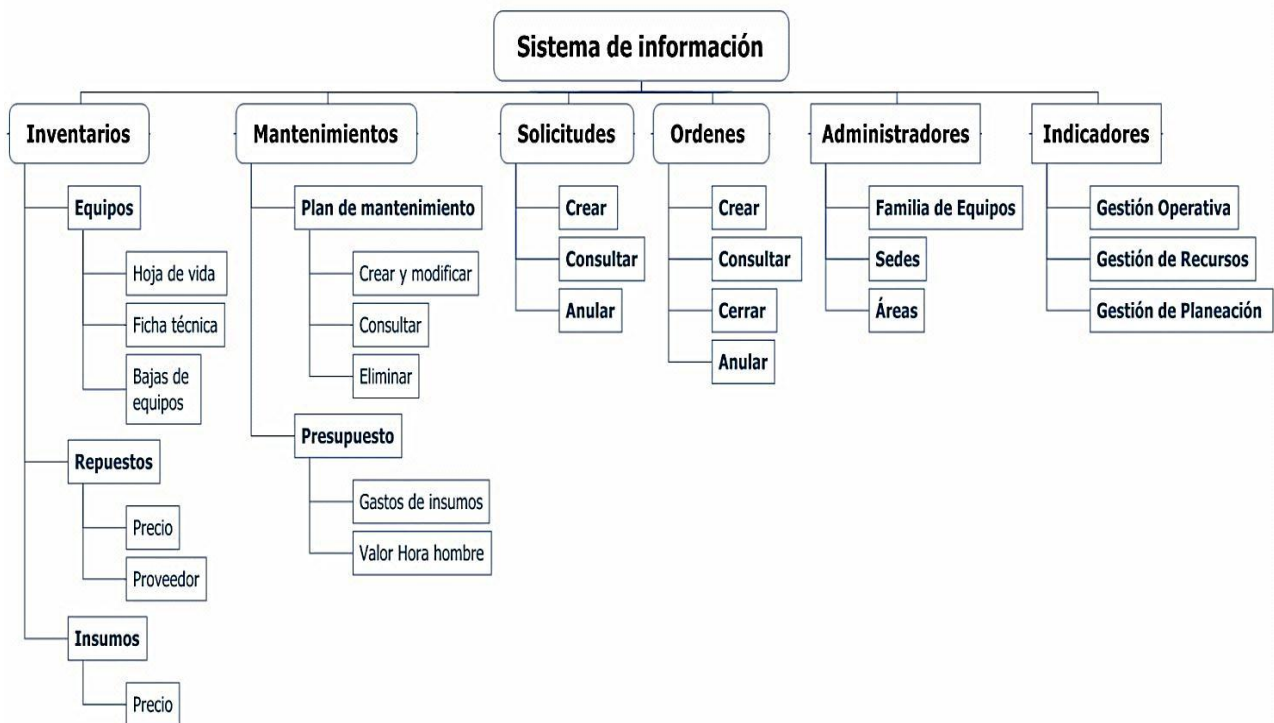
7.2 VARIABLES DE ENTRADA Y DE SALIDA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.

Ordenar las variables de entrada y de salida de una manera adecuada es un elemento esencial que se debe tener en cuenta para crear el modelo de un sistema físico. Cualquiera que sea la estructura utilizada como base para la identificación, la configuración de las entradas y salidas tendrá influencia sobre el número de parámetros a adaptar. Una buena identificación de las entradas al sistema repercutirá en la óptima y adecuada información de salida del sistema.

7.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

La estructura del sistema de información para el departamento de mantenimiento de CODIESEL S.A esta conformado por seis módulos principales, estos módulos son los encargados de manejar toda la información relativa al mantenimiento, la planeación y la obtención de los indicadores de gestión, los cuales a su vez están divididos en diferentes secciones que agrupan la información, la procesan y genera las diferentes salidas para garantizar una gestión eficiente y cuenta con un sistema de seguridad permitiendo a los usuarios tener ciertos permisos otorgados según el perfil de trabajo que tenga dentro de la compañía.

Figura 14: Estructura General del Sistema de Información



7.4 REQUERIMIENTOS DE INGRESO Y UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE

El Sistema de Mantenimientos Preventivo puede ser utilizado por cualquier usuario desde cualquier computador en el mundo con acceso a Internet.

El usuario debe estar creado en la base de datos del sistema general de la empresa, debe tener asignada una contraseña y habilitados los permisos de acceso a los diferentes módulos.

Según el perfil de usuario el sistema permitirá el acceso a diferentes módulos y funcionalidades.

7.5 LENGUAJE DE PROGRAMACION

Para la elaboración del programa se trabajó con diferentes herramientas ya que este aplicativo debía cumplir con las mismas condiciones con las que cuenta el sistema general de la empresa.

Se utilizó el lenguaje de programación PHP que fue creado originalmente por Rasmus Lerdorf en 1995 y es un lenguaje de programación de uso general de script, originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico. Fue uno de los primeros lenguajes de programación que se podían incorporar directamente en el documento HTML en lugar de llamar a un archivo externo que procese los datos. El código es interpretado por un servidor web con un módulo de procesador de PHP que genera la página Web resultante. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. PHP puede ser usado en la mayoría de los servidores web al igual que en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin ningún costo.

Permite la conexión a diferentes tipos de servidores de bases de datos tales como MySQL, PostgreSQL, Oracle, ODBC, DB2, Microsoft SQL Server, Firebird y SQLite.

PHP también tiene la capacidad de ser ejecutado en la mayoría de los sistemas operativos, tales como Unix (y de ese tipo, como Linux o Mac OS X) y Microsoft Windows, y puede interactuar con los servidores de web más populares ya que existe en versión CGI, módulo para Apache, e ISAPI.

7.5.1 Características de PHP

- Orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una base de datos.
- Es considerado un lenguaje fácil de aprender, ya que en su desarrollo se simplificaron distintas especificaciones, como es el caso de la definición de las variables primitivas, ejemplo que se hace evidente en el uso de php arrays.
- El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador web y al cliente, ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador. Esto hace que la programación en PHP sea segura y confiable.
- Capacidad de conexión con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.
- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos (llamados *ext's* o extensiones).
- Posee una amplia documentación en su sitio web oficial, entre la cual se destaca que todas las funciones del sistema están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
- Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos.
- Permite aplicar técnicas de programación orientada a objetos. Incluso aplicaciones como Zend framework, empresa que desarrolla PHP, están totalmente desarrolladas mediante esta metodología.

- No requiere definición de tipos de variables aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.
- Tiene manejo de excepciones (desde PHP5).
- Si bien PHP no obliga a quien lo usa a seguir una determinada metodología a la hora de programar, aún haciéndolo, el programador puede aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación o de desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable.

Un ejemplo de esto son los desarrollos que en PHP se han hecho del patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes independientes.

7.5.2 MICROSOFT SQL SERVER

Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T-SQL y ANSI SQL. Microsoft SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son *Oracle*, *PostgreSQL* o *MySQL*.

7.5.2.1 Características

- Soporte de transacciones.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además permite administrar información de otros servidores de datos.

7.5.2.2 Selección del Motor de Base de Datos

En la selección del lenguaje del motor de base de datos se tuvieron en cuenta las siguientes ventajas:

1. Es un motor de base de datos estable.
2. Facilidad para integrar el nuevo sistema con la intranet existente en la empresa.

7.5.3 SERVIDOR WEB APACHE.

El servidor HTTP Apache es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Microsoft Windows, Macintosh y otras, que implementa el protocolo HTTP y la noción de sitio virtual. Cuando comenzó su desarrollo en 1995 se basó inicialmente en código del popular NCSA HTTPd 1.3, pero más tarde fue reescrito por completo. Su nombre se debe a que Behelendorf quería que tuviese la connotación de algo que es firme y enérgico pero no agresivo, y la tribu Apache fue la última en rendirse al que pronto se convertiría en gobierno de EEUU, y en esos momentos la preocupación de su grupo era que llegasen las empresas y "civilizasen" el paisaje que habían creado los primeros ingenieros de internet. Además Apache consistía solamente en un conjunto de parches a aplicar al servidor de NCSA. En inglés, *a patchy server* (un servidor "parcheado") suena igual que *Apache Server*.

El servidor Apache se desarrolla dentro del proyecto HTTP Server (httpd) de la Apache Software Foundation.

Apache presenta entre otras características altamente configurables, bases de datos de autenticación y negociado de contenido, pero fue criticado por la falta de una interfaz gráfica que ayude en su configuración.

Apache tiene amplia aceptación en la red: desde 1996, Apache, es el servidor HTTP más usado. Alcanzó su máxima cuota de mercado en 2005 siendo el

servidor empleado en el 70% de los sitios web en el mundo, sin embargo ha sufrido un descenso en su cuota de mercado en los últimos años.

La mayoría de las vulnerabilidades de la seguridad descubiertas y resueltas tan sólo pueden ser aprovechadas por usuarios locales y no remotamente. Sin embargo, algunas se pueden accionar remotamente en ciertas situaciones, o explotar por los usuarios locales malévolos en las disposiciones de recibimiento compartidas que utilizan PHP como módulo de Apache.

7.5.3.1 Ventajas

- Modular
- Código abierto
- Multi-plataforma
- Extensible
- Popular (fácil conseguir ayuda/suporte)

7.5.4 LENGUAJE JAVASCRIPT

JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas, en bases de datos locales al navegador. Aunque existe una forma de JavaScript del lado del servidor (Server-side JavaScript o SSJS). Su uso en aplicaciones externas a la web, por ejemplo en documentos PDF, aplicaciones de escritorio (mayoritariamente widgets) es también significativo.

JavaScript se diseñó con una sintaxis similar al C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación Java. Sin embargo Java y JavaScript no están relacionados y tienen semánticas y propósitos diferentes.

Todos los navegadores modernos interpretan el código JavaScript integrado en las páginas web. Para interactuar con una página web se provee al lenguaje JavaScript de una implementación del Document Object Model (DOM).

Tradicionalmente se venía utilizando en páginas web HTML para realizar operaciones y únicamente en el marco de la aplicación cliente, sin acceso a funciones del servidor. JavaScript se interpreta en el agente de usuario, al mismo tiempo que las sentencias van descargándose junto con el código HTML.

Este lenguaje de programación fue utilizado dentro del nuevo sistema de mantenimientos preventivos, para realizar las validaciones de datos capturados en los formularios del sistema.

7.6 DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA ADMINISTRATIVA

7.6.1 Ingreso al sistema

El ingreso al sistema se realiza vía internet, utilizando cualquier navegador disponible, ingresando a la página principal de la empresa <http://www.vivecodiesel.com> y se da un click a la opción de intranet.

Figura 15: Modo de inicio del sistema.



Inmediatamente el usuario es dirigido a otra ventana donde el sistema solicita el nombre de usuario, en este caso es la cedula del personal y su clave de ingreso, el acceso a los diferentes módulos de la información está clasificado según el perfil de trabajo que maneje el usuario donde se clasifica según su área de trabajo, para el caso de la aplicación de mantenimiento se manejaron 4 tipos de usuarios:

- Jefe de mantenimiento: Es el único usuario a parte de la ingeniera de sistema que tiene acceso todos los módulos que conforman el aplicativo de mantenimiento.
- Técnico de mantenimiento: El técnico encargado del mantenimiento tiene acceso a la mayoría de los módulos con la excepción del módulo de indicadores.

- Auxiliar de mantenimiento: Este usuario tiene los mismos accesos que el técnico de mantenimiento.
- Jefe de Taller: Este solo cuenta con los permisos para los módulos de inventarios y solicitudes.

Figura 16: Pantalla de inicio al sistema



Luego de ingresar los datos solicitados el sistema muestra todos los módulos a los cuales tiene acceso el usuario incluyendo los módulos asignados por la administración según el perfil laboral que tenga este usuario.

Por políticas de seguridad de la empresa solo se mostrara el ingreso al aplicativo de mantenimiento en el cual se mostrara con detalle cada uno de los sub-módulos que lo componen.

Cada uno de los módulos contiene las opciones de operación de crear, modificar o eliminar la información del sistema.

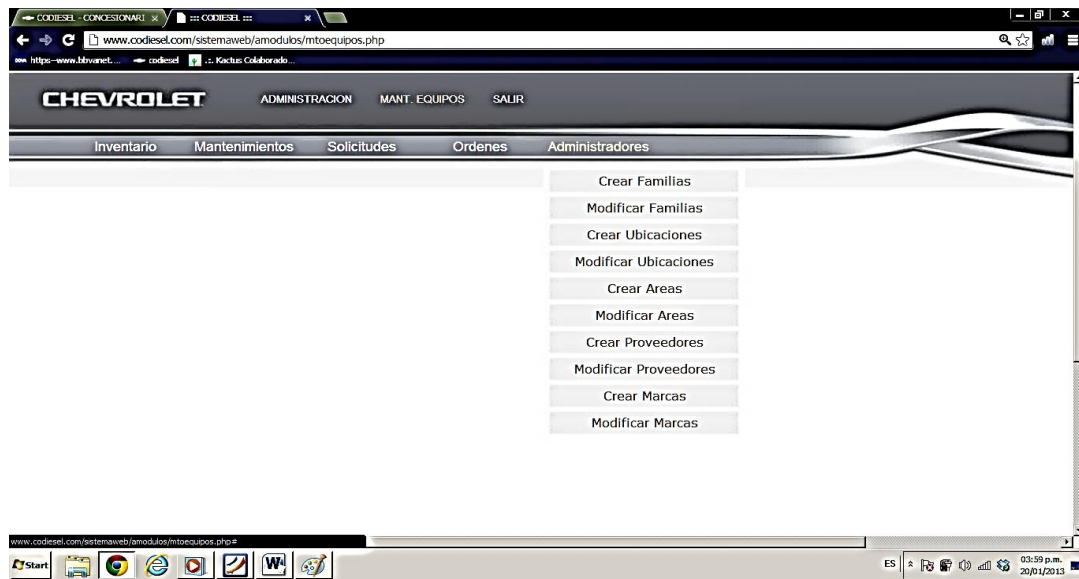
7.6.2 Administradores

Este módulo nos permite crear o modificar las marcas de los equipos, repuestos, los proveedores, las familias de los equipos (forma como están codificado los equipos), las áreas de trabajo y su respectiva ubicación.

La creación del área, ubicaciones y las familias de equipos es muy importante ya que esta información contribuye de manera significativa a la hora de ingresar un equipo al sistema, ya que con esta información se genera automáticamente el código del equipo nuevo.

También contamos con una lista de proveedores y marcas ya sean de equipos o de repuestos, la creación de las marcas está asociada a la elaboración del plan de mantenimiento para cada equipo que se explicara más adelante.

Figura 17: Modulo Administradores



- Crear familias: Esta opción nos permite crear un nuevo tipo de familia de equipo o incluir una nueva categoría en una familia principal ya creada.

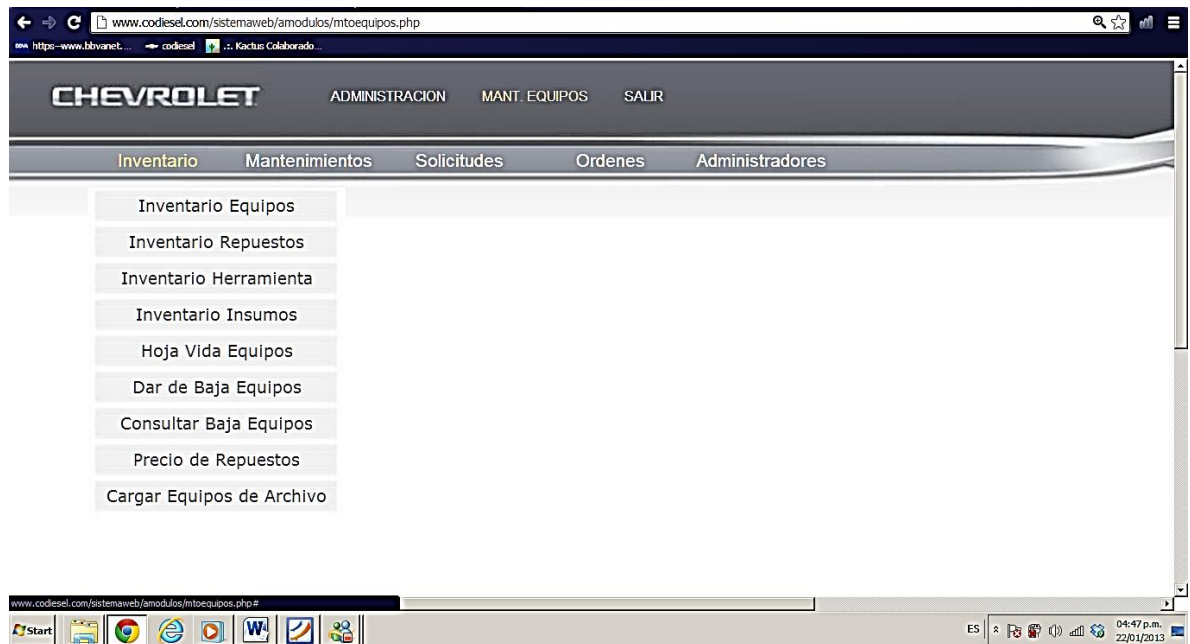
- Crear ubicaciones: Permite crear la sede de ubicación en la estaría el equipo, y asignarle su respectivo código.
- Crear área: Permite crear el área de trabajo en la estaría el equipo, y asignarle su respectivo código.
- Crear marcas: Permite ingresar al sistema cada una de las marcas de repuestos y equipos.
- Crear proveedores: Permite registrar la información más relevante de los proveedores asociados a la empresa, tal como el nombre de del proveedor, el contacto directo, los teléfonos, dirección y correo electrónico.

Cada uno de los sub-módulos descritos anterior mente tiene la opción de ser modificados.

7.6.3 Modulo inventario

En este módulo está compuesto por una serie de sub-módulos que relacionan información relevante de los equipos, repuestos, insumos y herramienta.

Figura 18: Modulo de inventarios



7.6.3.1 Inventario de Equipos.

Este permite el ingreso de un equipo al sistema, el cual solicita información básica como:

- El nombre del equipo
- La familia a la que pertenece
- La marca
- La sede de ubicación
- El área de ubicación
- La serie
- El año de fabricación
- El nivel de criticidad

Con esta información el sistema genera automáticamente el código del equipo y lo asocia a una rutina de mantenimiento ya establecida en caso que ya exista un equipo gemelo que tenga las mismas características.

Figura 19: Formato Registro de Equipos

Registrar Equipos | Registrar | Actualizar | Eliminar | Inventario

Datos del Equipo

Notas Importantes:

- Antes de registrar un nuevo Equipo verifique en el enlace **Actualizar**, que no este creado en el Inventario.
- Los campos marcados con (*) son obligatorios.
- Cargue el archivo de la Ficha Técnica despues de haber completado el formulario de datos y las Fechas de Últimos Mantenimientos

* Nombre del Equipo

* Ubicación

* Familia

* Area

* Marca

* Modelo

Serie

* Criticidad

Responsable

Descripción

Registrar Fechas Mantenimientos

Figura 20: Inventario de Equipos

CHEVROLET ADMINISTRACION MANT. EQUIPOS SALIR

Inventario Mantenimientos Solicitudes Ordenes Administradores

CODIESEL Linea empujon CHEVROLET

Inventario Equipos | Registrar | Actualizar | Eliminar | Inventario de Equipos

Formato Inventario de Equipos

CODIESEL		INVENTARIO DE EQUIPOS				
CODIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO/SERIE	CRITICIDAD	VERSION	PAGINA
155GL001	ALINEADOR DE DIRECCIONES	CAR O LINER	2003 / NO DISPONIBLE	MEDIA	SEDE	RESPONSABLE DEL EQUIPO
132GM001	ALINEADOR DE LUCES	SPANNESI	2000 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	RICARDO PARRA
132RM001	ALNEADOR DE LUCES	SPANNESI	2006 / LH5404-01	BAJA	LA ROSITA	FREDDY GAMBOA
86GL001	ANALIZADOR DE GASES	OTC	2009 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	Henry Bonilla
119CC001	ASPIRADORA	CRAFSTMAN	2000 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	ALCIDEZ SUAREZ
131RM001	BALANCEADORA DE RINES	RAYAGLOUJ	2005 / RAVG1.111-G2.120	BAJA	LA ROSITA	SERGIO GUTIERREZ
131GL001	BALANCEADORA DE RINES	ATLAS	2010 / WB-49-01	MEDIA	GIRÓN	RICARDO PARRA
141GC001	CABINA DE PINTURA	NOVAVERTA	1993 / NO DISPONIBLE	MEDIA	GIRÓN	
141CC002	CABINA DE PINTURA	NOVAVERTA	1993 / NO DISPONIBLE	MEDIA	GIRÓN	
142CC001	CABINAS DE LUADO	Lagos	1993 / NO DISPONIBLE	MEDIA	GIRÓN	
142CC002	CABINAS DE LUADO	Lagos	1993 / NO DISPONIBLE	MEDIA	GIRÓN	
39GM001	CARGADOR DE BATERIA	INCAN	2009 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	
39GM002	CARGADOR DE BATERIA	MID-TRONICS	2009 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	
39GC001	CARGADOR DE BATERIAS	INCAN	2000 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	
44RM001	COMPRESOR DE AIRE	HANSHIN	2006 /	MEDIA	LA ROSITA	EDINSON NIÑO
		SOLDHER	2000 / NO DISPONIBLE	BAJA	GIRÓN	

Además nos permite realizar modificaciones a los datos ya almacenados, eliminar equipos y consultar el inventario de los equipos con los que cuenta la compañía

7.6.3.2 Inventario de repuestos.

Este permite el ingreso de los repuestos que se necesitan para la elaboración del mantenimiento al sistema, este repuesto es asociado a los equipos que lo necesiten a la hora de generar el plan de mantenimiento, además podemos asociar el repuesto con el proveedor y su respectivo valor y marca disponible.

Figura 21: Registro de Repuestos

Registrar Repuesto Nuevo [Registrar](#) | [Actualizar](#) | [Inventario de Repuestos](#)

Datos del Repuesto

Notas importantes:

- Antes de registrar un nuevo Repuesto verifique en el enlace **Actualizar**, que no este creado en el Inventario.
- Los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios.

* Nombre del repuesto * Cantidad

Descripción

Marcas y Proveedores

Cantidad de marcas y/o proveedores: **Continuar**

Familias de Equipos

Cantidad de Familias de Equipos que usan este repuesto: **Continuar**

Crear Repuesto

7.6.3.3 Inventario de herramienta.

Esta opción no solo nos permite ingresar al sistema la herramienta con la que cuenta el departamento de mantenimiento, la marca, la cantidad y el costo, sino también nos permite llevar un control sobre esta, indicando las entrada y las salidas, fechas y horas en las cuales se realiza los movimientos y la persona que está haciendo uso de ella.

Figura 22: Registrar nueva herramienta

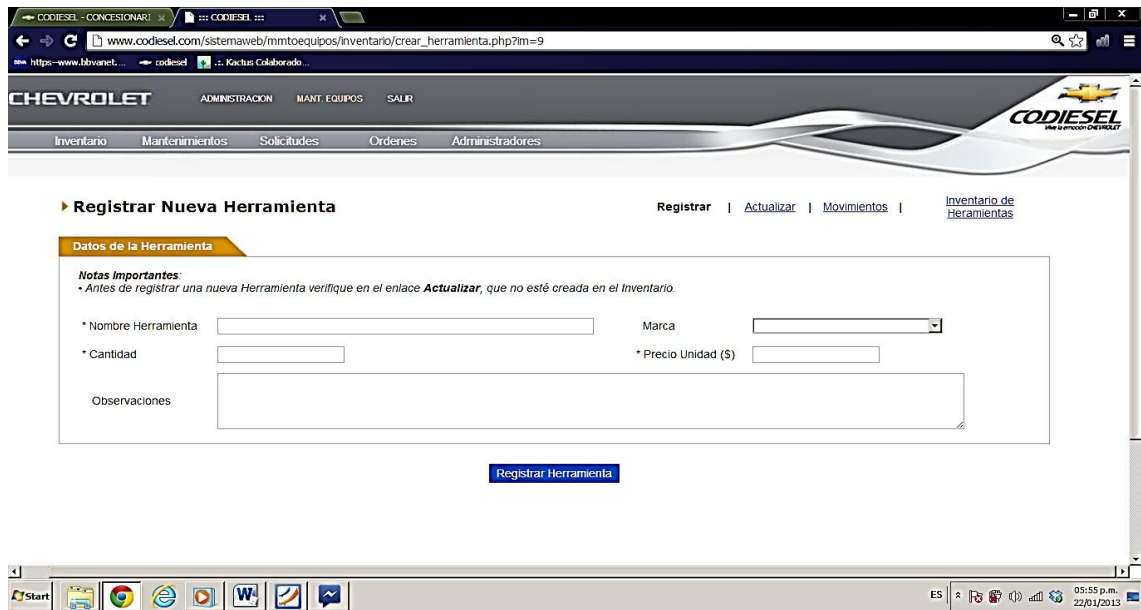
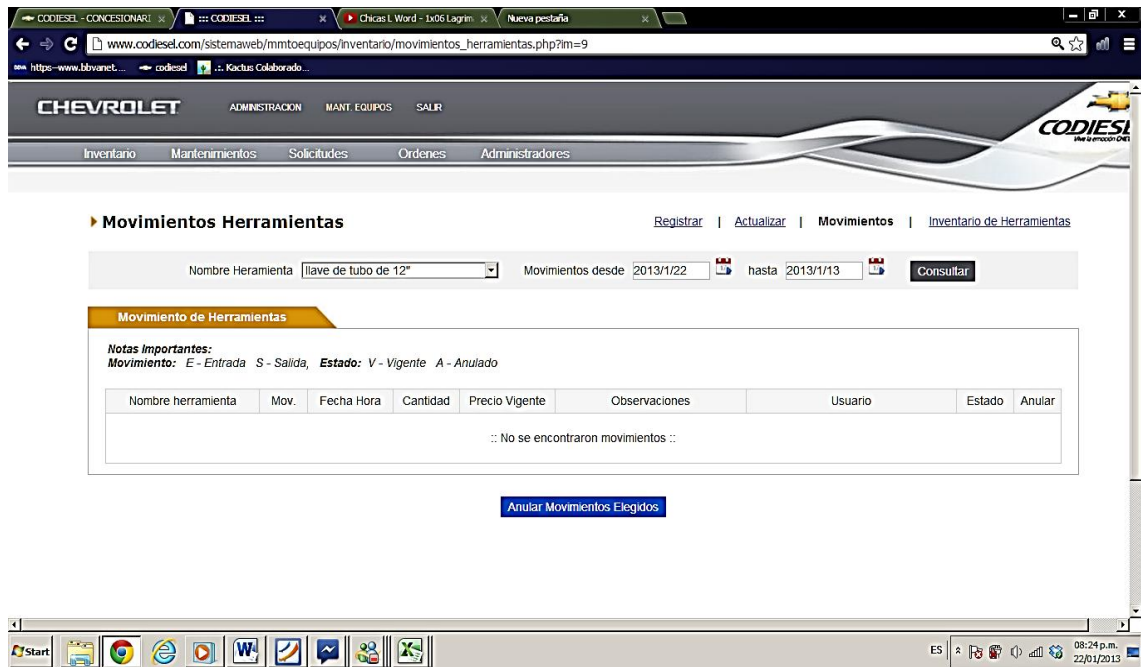


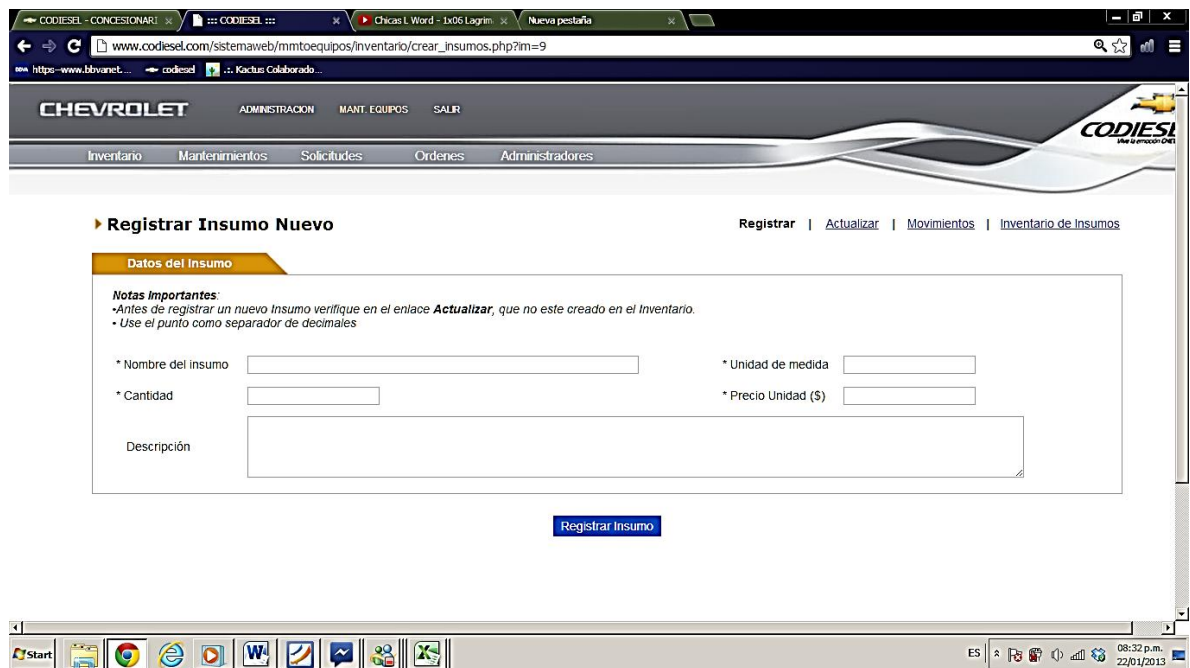
Figura 23: Movimiento de herramienta



7.6.3.4 Inventario de insumos.

Al igual que en los apartados anteriores este enlace permite administrar el inventario de los insumos que se utilizan para llevar a cabo las labores de mantenimiento, se pueden registrar, actualizar y seguir el movimiento de estos.

Figura 24: Inventario de insumos



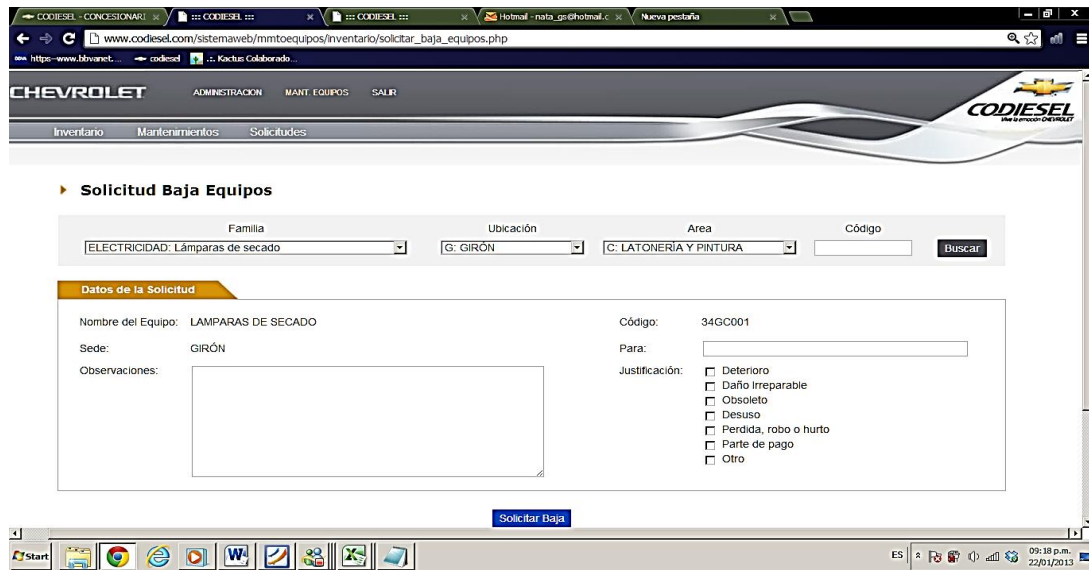
The screenshot displays a web browser window with the URL www.codiesel.com/sistema/web/mntoequipos/inventario/crear_insumos.php?m=9. The page features a navigation menu with options: Inventario, Mantenimientos, Solicitudes, Ordenes, and Administradores. The main content area is titled 'Registrar Insumo Nuevo' and includes a sub-section 'Datos del Insumo'. Below this, there are 'Notas importantes' and a form with the following fields: 'Nombre del insumo', 'Cantidad', 'Descripción', 'Unidad de medida', and 'Precio Unidad (\$)'. A 'Registrar Insumo' button is located at the bottom of the form. The Windows taskbar at the bottom shows the system clock as 08:32 p.m. on 22/01/2013.

7.6.3.5 Baja de equipos

Para la solicitud de la baja de equipos está habilitada para los usuarios: jefe de taller ellos son los encargados de elaborar este formato para que el personal de mantenimiento revise el equipo y tome la decisión.

Al momento de ingresar al sistema a solicitar la baja del equipo se debe ingresar el nombre del equipo y la ubicación y el código del equipo solicitado de baja, y se debe diligenciar el formulario argumentando las razones por las cuales se solicita la baja del equipo.

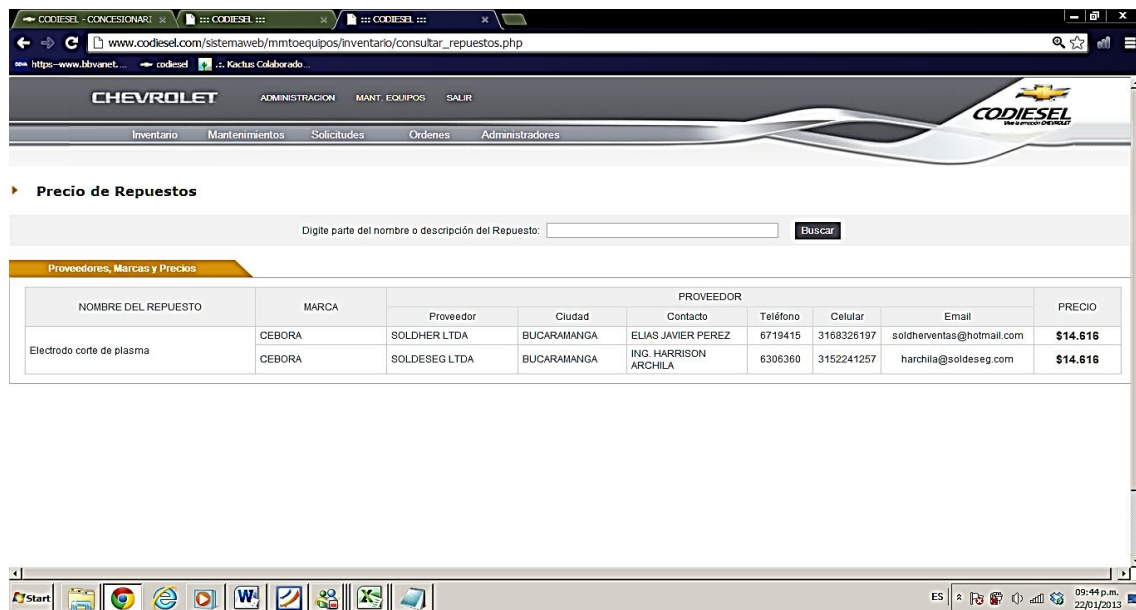
Figura 25: Formulario de Solicitud para bajas de equipos



7.6.3.6 Precio de los repuestos.

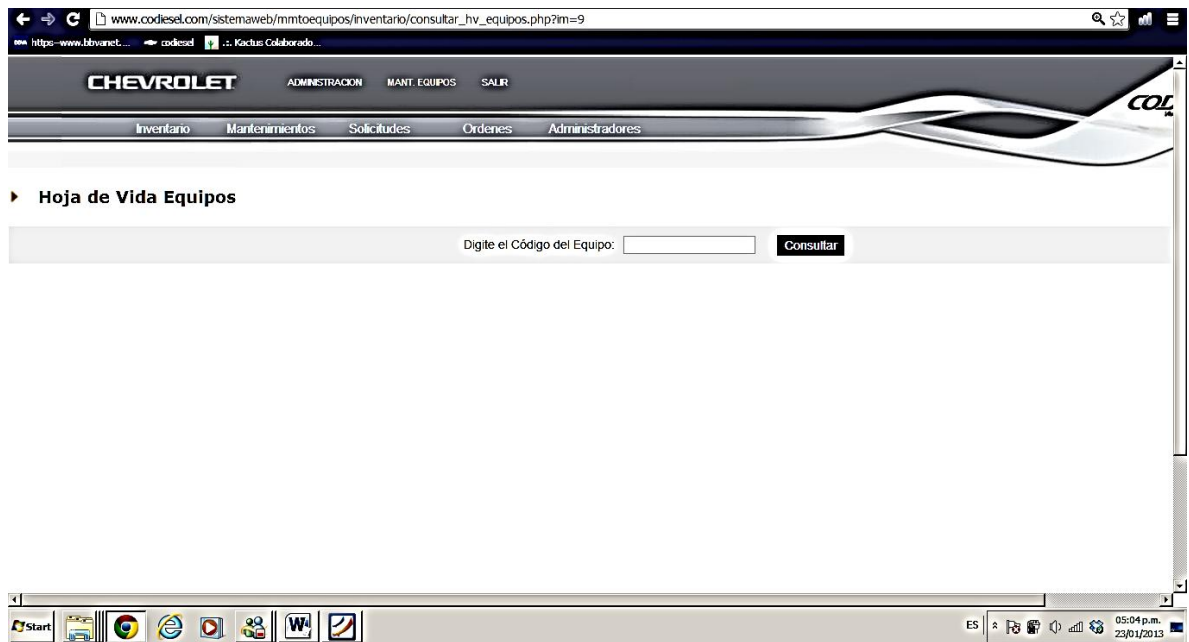
Esta ventana nos permite consultar el valor comercial que tiene un repuesto en la actualidad, además nos permite visualizar los proveedores y las marcas en las que se encuentra más frecuentemente.

Figura 26: Precio de repuestos



7.6.3.7 Hoja de vida de los equipos.

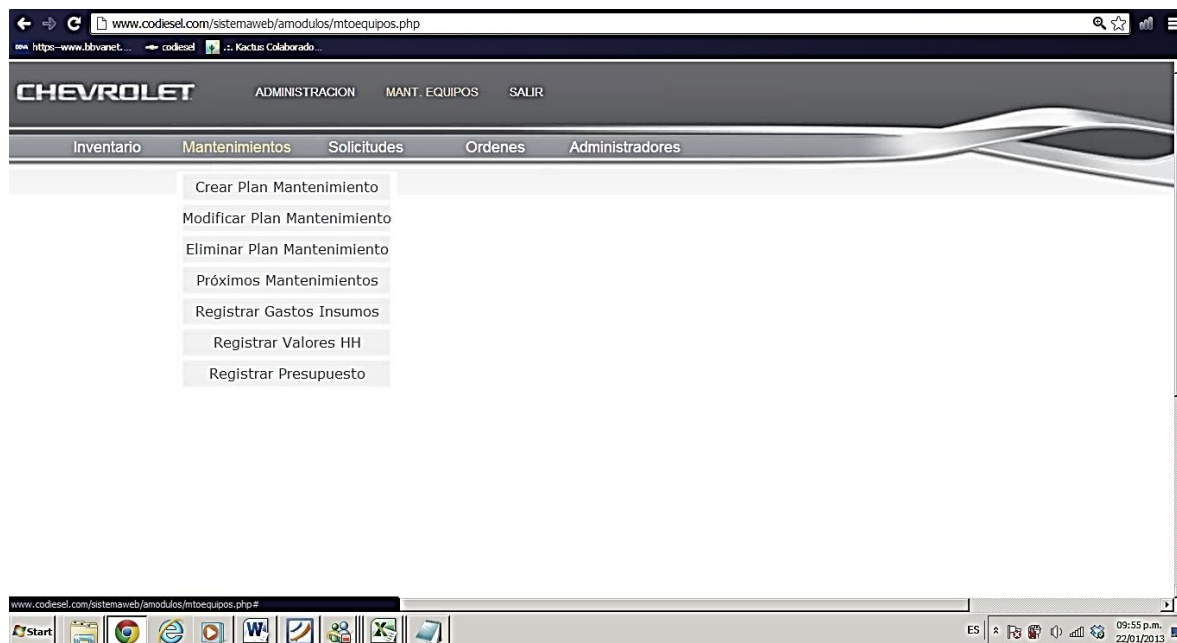
Cada vez que se cierra una orden de trabajo el sistema automáticamente carga los datos de la fecha, costo y tipo de intervención que se le realizó al equipo. Para consultar la hoja de vida de los equipos el sistema solicita el código del equipo e inmediatamente muestra el histórico de cada uno de ellos.



7.6.4 Mantenimientos.

Este es quizás uno de los módulos más importantes del programa ya que es en este módulo donde se pueden crear, eliminar, modificar y consultar las rutinas de mantenimiento de cada uno de los equipos y las fechas en las cuales están programadas.

Figura 27: Modulo de Mantenimiento



7.6.4.1 Crear plan de mantenimiento.

Para la creación de un rutina de mantenimiento el sistema nos solita el nombre del equipo, la marca, modelo, la cantidad de operaciones que se le deben realizar, la duración en días y la frecuencia en la que se debe realizar, al crear el plan de mantenimiento se le asociara automáticamente a todos los equipos que hagan parte de esa familia, marca y modelo al igual que los repuestos que se deben utilizar.

Figura 28: Crear plan de mantenimiento

7.6.4.2 Consultar plan de mantenimiento.

Permite consultar los próximos mantenimientos en cualquier época del año, se pueden consultar los mantenimientos de la semana, el mes o el año, además del repuesto que se van a utilizar.

Figura 29: Próximos mantenimientos

etiales	Fecha	Cod. Equipo	Equipo	Sede	Mantenimiento	Observaciones	Repuestos Requeridos
⊖	21/01/2013	39GM001	CARGADOR DE BATERIA	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisión del cable de conexión, limpieza del equipo. revisión general	
⊖	21/01/2013	39GM002	CARGADOR DE BATERIA	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisión del sistema eléctrico, revisión del sistema electrónico, limpieza	
⊖	21/01/2013	39GC001	CARGADOR DE BATERIAS	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisión del cable de conexión, limpieza del equipo. revisión general	
⊖	28/01/2013	44GC002	COMPRESOR DE AIRE TIPO TORNILLO	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisión del sistema eléctrico, revisión del motor y limpieza	
⊖	17/02/2013	44GC002	COMPRESOR DE AIRE TIPO TORNILLO	GIRÓN	Revisión del sistema Neumático	Revisión de la mangueras, racores	
⊖	19/03/2013	114GC001	POLICHADORAS	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisar el sistema eléctrico, el sistema de control, de accionamiento y el cable de conexión	
⊖	19/03/2013	114GC001	POLICHADORAS	GIRÓN	Revisión del sistema Mecánico	Revisar las escobillas, el gatillo, buerca de seguridad, limpieza y lubricación en general	
⊖	19/03/2013	114GC002	POLICHADORAS	GIRÓN	Revisión del sistema eléctrico	Revisar el sistema eléctrico, el sistema de control, de accionamiento y el cable de conexión	

7.6.5 Solicitud de servicio.

Aquí podemos encontrar las opciones de crear, consultar o anular las solicitudes de servicio que se generan en la empresa independientemente de la sede.

Para generar la solicitud del servicio el sistema solicita el nombre del equipo y la sede en la que se encuentra, se debe ingresar además de los datos anteriores el grado de prioridad de la solicitud, la fecha de cumplimiento, el tipo de daño y una breve descripción de la falla.

Figura 30: Solicitud del servicio.

The screenshot displays a web interface for creating a service request. At the top, there are search filters: 'Familia' (ELECTRICIDAD: Lámparas de secado), 'Ubicación' (G: GIRÓN), 'Area', and 'Código del Equipo'. A 'Buscar' button is located to the right of these filters. Below the filters is a section titled 'Datos de la Solicitud'. It contains a note: 'Notas Importantes: Los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios'. The form fields are as follows:

Nombre del Equipo	LAMPARAS DE SECADO	Código	34GC001
Ubicación	GIRÓN	Nivel Criticidad	BAJA
* Fecha Cumplimiento	<input type="text"/>	* Tipo de Daño	<input type="checkbox"/> MECANICO <input type="checkbox"/> ELECTRICO <input type="checkbox"/> ELECTRONICO <input type="checkbox"/> HIDRAULICO <input type="checkbox"/> NEUMATICO <input type="checkbox"/> OTRO
Grado de Prioridad	<input checked="" type="radio"/> NORMAL <input type="radio"/> URGENTE		
* Descripción de la Falla	<input type="text"/>		
Sugerencias de lo que se debe hacer	<input type="text"/>		
Observaciones	<input type="text"/>		

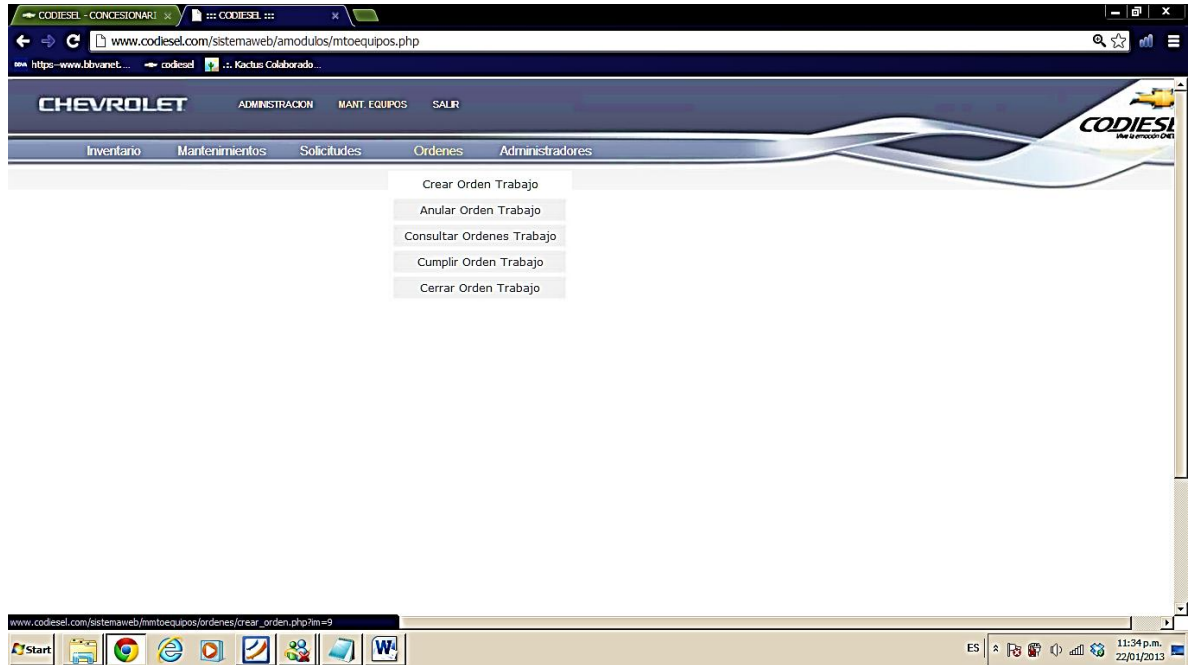
At the bottom of the form is a blue button labeled 'Solicitar Servicio'.

7.6.6 Ordenes

En este módulo se pueden crear, anular, consultar y cerrar las órdenes de trabajo que se tengan en ese momento pendiente, para crear una orden de trabajo se debe especificar si es un mantenimiento correctivo o preventivo, en caso de ser

correctivo se debe digitar el código de la solicitud para acceder a ella y en caso de ser preventivo no se debe digitar nada solo dar click en generar orden.

Figura 31: Módulo de Ordenes



Para generar la orden de trabajo el sistema el código del equipo, se debe seleccionar el tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo) y se debe seleccionar las fechas, la clase de mantenimiento.

Figura 32: Formato para Orden de trabajo

► Generar Orden de Trabajo

Código del Equipo: Tipo de Mantenimiento: PREVENTIVO CORRECTIVO

Datos de la Orden

*Notas importantes:
* Los campos marcados con asterisco (*) son obligatorios
* Debe digitar el Código del Equipo y presionar el botón Tabulador*

Código del Equipo	125GM004	Fecha	23 / 01 / 2013
Nombre del Equipo	ELEVADORES DE DOBLE TUERA	No. Solicitud	<input type="text"/>
Ubicación	GIRÓN	Nivel Criticidad	ALTA
* Solicitante	<input type="text"/>	* Fecha Asignación	<input type="text"/> <input type="button" value="Cal"/>
* Trabajo Solicitado	<input type="text"/>	* Fecha Limite Ejecución	<input type="text"/> <input type="button" value="Cal"/>
Tiempo Asignado	<input type="text"/> (Dar el tiempo en horas)	* Trabajo realizado por	<input type="text"/>
Tiempo Utilizado	<input type="text"/>	Auxiliar	<input type="text"/>
Costos Rtos	<input type="text"/>	Hora de Inicio	<input type="text"/>
* Tipo Mantenimiento	<input type="checkbox"/> MECANICO <input type="checkbox"/> ELECTRICO <input type="checkbox"/> ELECTRONICO <input type="checkbox"/> HIDRAULICO <input type="checkbox"/> NEUMATICO <input type="checkbox"/> OTRO	* Tipo de Intervención	<input type="radio"/> Realizado por la Empresa <input type="radio"/> Mantenimiento Outsourcing
		Observaciones	<input type="text"/>

Seleccione los mantenimientos que va a realizar:

Elegir	Operación	Periodicidad (días)	Observaciones	Fecha Programada	Repuestos Necesarios
<input type="checkbox"/>	Revisión del sistema eléctrico	90	Revisión general del sistema eléctrico	18 / 04 / 2013	
<input type="checkbox"/>	Revisión del sistema Mecanico	90	Revisión del sistema de seguridad y del sistema de anclaje, lubricacion de partes moviles	18 / 04 / 2013	
<input type="checkbox"/>	Revisión del sistema Hidraulico	90	Revisión de la bomba, verificación del nivel de aceite, revisión de fugas	18 / 04 / 2013	
<input type="checkbox"/>	Lubricacion	365	cambio de aceite y pintura de la estructura	18 / 01 / 2014	

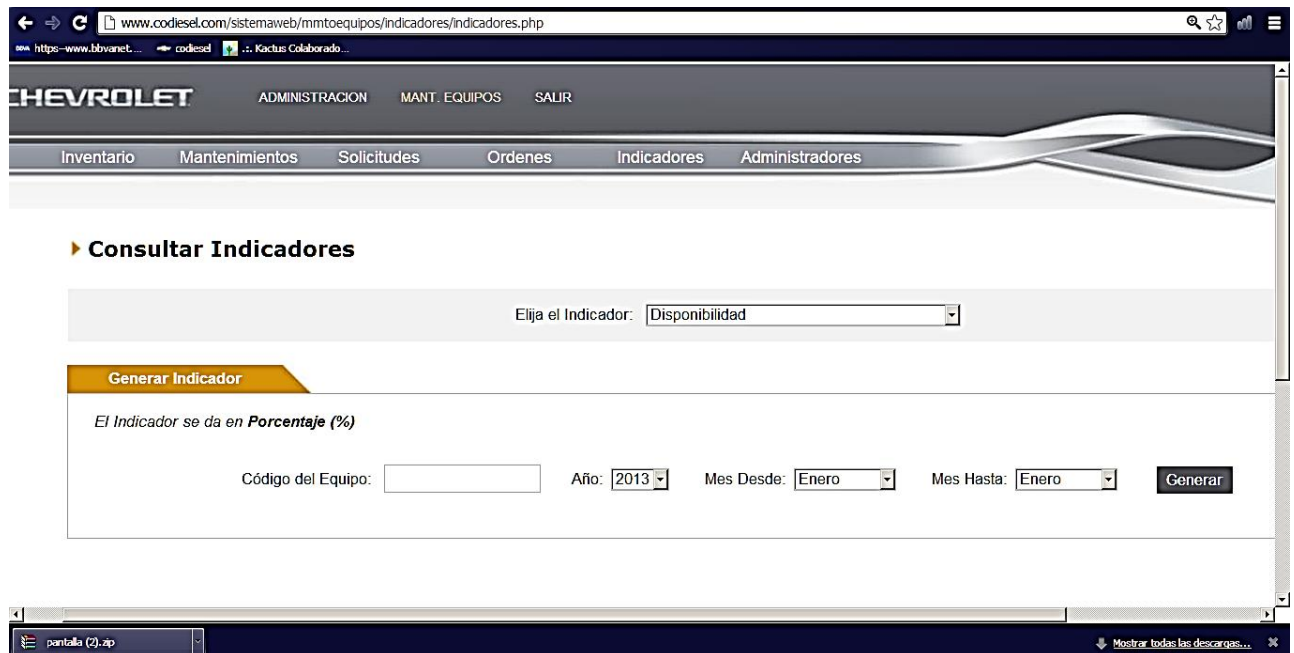
7.6.7 Indicadores

Este módulo es el más importante dentro del aplicativo, ya que aquí es donde se evalúa constantemente el departamento de mantenimiento de la empresa, aquí se mostrara la disponibilidad del mantenimiento, efectividad de mantenimiento y el índice de cumplimiento de trabajos, además de hacer una relación completa de los gastos generales globales de la empresa en mantenimiento.

7.6.7.1 Disponibilidad de quipos

Nos muestra la disponibilidad de cada uno de los equipos que se encuentran en los talleres este indicador se muestra en porcentaje y se nos indica no solo la disponibilidad del equipo mes a mes sino que nos da el valor de la disponibilidad del equipo durante el año.

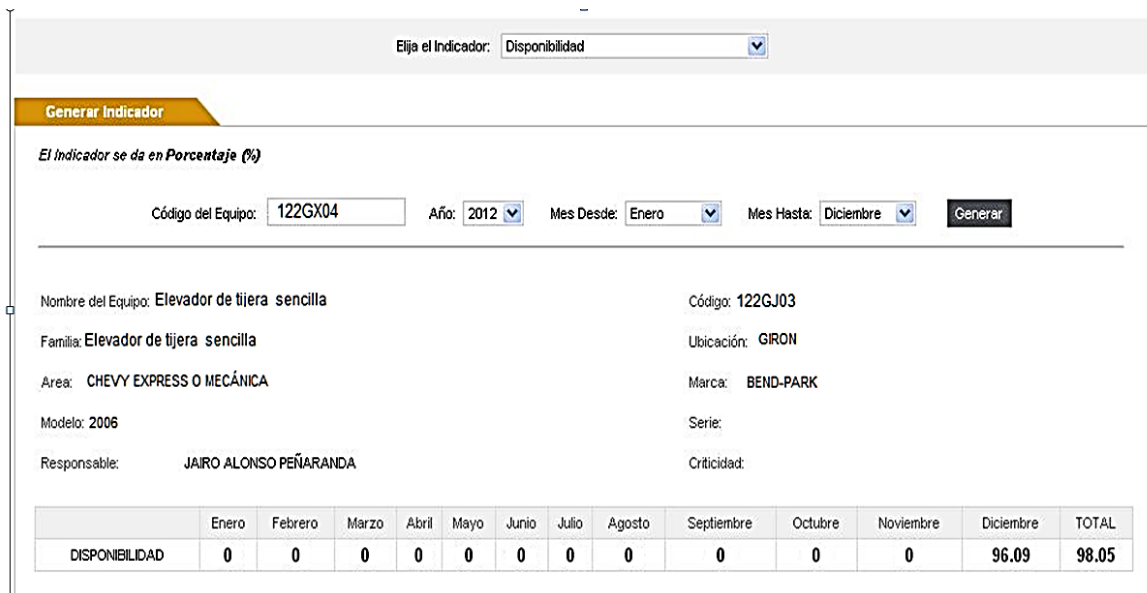
Figura 33: Índice de disponibilidad



The screenshot shows a web browser window with the URL `www.codiesel.com/sistema/web/mmtoequipos/indicadores/indicadores.php`. The page features a navigation menu with the Chevrolet logo and options: ADMINISTRACION, MANT. EQUIPOS, and SALIR. Below this is a secondary menu with links: Inventario, Mantenimientos, Solicitudes, Ordenes, Indicadores, and Administradores. The main content area is titled 'Consultar Indicadores' and includes a dropdown menu labeled 'Elija el Indicador:' with 'Disponibilidad' selected. A section titled 'Generar Indicador' contains the instruction 'El Indicador se da en Porcentaje (%)' and a form with the following fields: 'Código del Equipo:' (text input), 'Año:' (dropdown menu set to 2013), 'Mes Desde:' (dropdown menu set to Enero), 'Mes Hasta:' (dropdown menu set to Enero), and a 'Generar' button. The browser's taskbar at the bottom shows a file named 'pantalla (2).zip' and a download notification for 'Mostrar todas las descargas...'.

Para poder ver la disponibilidad del equipo se debe digitar el código del equipo al que se le desea hacer un seguimiento al igual que el año, y el mes (puede ser de enero a enero o de enero a diciembre), en la figura 34 se observa la disponibilidad de un elevador de tijera sencilla mes a mes donde los meses de enero a noviembre tuvieron un valor de 0 ya que el sistema se empezó a implementar a partir del mes de diciembre.

Figura 34: Disponibilidad del Elevador de tijera sencilla



La disponibilidad del equipo no es del 100% ya que este entro en mantenimiento correctivo, por fugas en los cilindros, generando una disponibilidad del equipo en el mes de diciembre del 96.09% y un total anual del 98.05%.

7.6.7.2 Indicadores de costos

Los indicadores de costos también se presentan en forma de porcentaje, para ver el indicador de coto global de mantenimiento se debe ingresar en el sistema el año y el mes o los meses en los cuales se desea realizar la consulta.

Figura 35: Índice de costo global

Estos costos nos indican no solo el porcentaje de los gastos mes a mes sino también nos indica el porcentaje del presupuesto destinado a mantenimiento que se invierte en las diferentes sedes y en los diferentes equipos que tiene cada una de ellas.

Figura 36: Índice de costo global mes de diciembre sede girón

SEDE	INDICADOR SEDE	COD. EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	FAMILIA	INDICADOR EQUIPO
GIRÓN	0.21733333333333%	122GM01	ELEVADOR DE TUJERA	Elevadores tipo tujera sencilla	0.04%
		123GM01	ELEVADOR DE 2 COLUMNAS	Elevadores de columna	0%
		34GC01	LAMPARAS DE SECADO	Lámparas de secado	0%
		34GC02	LAMPARAS DE SECADO	Lámparas de secado	0%
		37GC01	SOLDADURA MIG	Equipos de soldadura	0.07%
		125GM01	ELEVADOR DE TUJERA DOBLE	Elevadores de tujera doble	0%
		125GM02	ELEVADOR DE TUJERA DOBLE	Elevadores de tujera doble	0%
		125GM03	ELEVADOR DE TUJERA DOBLE	Elevadores de tujera doble	0%
		131GL01	BALANCEADORA DE RINES	Equipo de balance de ruedas	0%
		49GC01	GATO HIDRAULICO	Gatos	0.01%
		49GC02	GATO HIDRAULICO	Gatos	0.01%

Aunque en la figura 36 no se muestra la totalidad de los equipos se puede observar que el porcentaje invertido en mantenimiento para la sede de girón (las demás sedes no estaban programadas para el mes de diciembre) es de un 0.271%, del cual el 0.04% se invirtió en el elevador de tijera sencilla mencionado anteriormente, un 0.07% en un equipo de soldadura y el 0.01% para dos gatos hidráulicos.

Los equipos descritos anteriormente son solo algunos de los equipos que entraron en mantenimiento en el mes de diciembre indistintamente de si era correctivo o preventivo.

7.6.7.3 Indicadores de planeación y emergencia

Este sub-modulo le permite al jefe de mantenimiento llevar un mayor control sobre la efectividad de los trabajos realizados por el departamento.

Figura 37: Índice de cumplimiento de la planificación

The screenshot shows a web browser window with the URL `www.codiesel.com/sistemaweb/mntoequipos/indicadores/indicadores.php`. The page features a navigation menu with the following items: **CHEVROLET**, ADMINISTRACION, MANT. EQUIPOS, SALIR, Inventario, Mantenimientos, Solicitudes, Ordenes, Indicadores, and Administradores. The main content area is titled **Consultar Indicadores** and contains a form with the following elements:

- A dropdown menu labeled "Elija el Indicador:" with the selected option "Índice de Cumplimiento de la Planificación".
- A button labeled "Generar Indicador".
- Input fields for "Año:" (set to 2013), "Mes Desde:" (set to Enero), and "Mes Hasta:" (set to Enero).
- A "Generar" button.

Como se mencionó en la definición de cada uno de los indicadores el índice de planeación es el que nos indica la efectividad del departamento de mantenimiento.

Figura 38: Índice de cumplimiento de la planificación



Figura 39: Índice de órdenes de trabajo de emergencia



En la figura 38 se muestra el porcentaje de las ordenes cumplidas en el mes de diciembre y la figura 39 el porcentaje de órdenes de emergencia, este índice nos muestra el porcentaje de las ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo cerradas en las fechas establecidas y el porcentaje de las ordenes de emergencia

que se presentaron durante el mes de diciembre, nos podemos dar cuenta que en este mes los porcentaje no fue lo suficientemente buenos como se esperaba, generando un porcentaje de cumplimiento del 33.33% y uno de emergencias del 20%, estos resultados se debieron a que no siempre es fácil adaptarse a las nuevos cambio, y a que el plan de mantenimiento preventivo hasta hora comenzó a implementarse.

8 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para que el trabajo realizado cumpla los objetivos para el cual fue elaborado se requiere realizar una introducción del programa, permitiendo que el personal operativo, técnico y administrativo se adapte a los nuevos cambios en el sistema para las operaciones de mantenimiento.

8.1 FORMA DE IMPLEMENTAR EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La implementación del programa de mantenimiento necesita del apoyo de la alta gerencia, la aplicación del programa debe basarse en las políticas administrativas de la empresa para una mejor implementación.

Para llevar a cabo la implementación del mantenimiento se necesitará realizar las siguientes actividades para que el trabajo realizado funcione:

- Analizar la situación de la empresa, para tener una mejor visión, de cómo aplicar el mantenimiento preventivo dentro de la los talleres.
- Informar al gerente para programar una reunión con los jefes de taller, personal de mantenimiento y con el personal de sistemas para realizar una capacitación sobre el funcionamiento de la nueva herramienta.
- Durante la implementación del nuevo sistema de trabajo se deberá estar dispuesto a escuchar las sugerencias del personal para mejorar el programa y ser mucho más eficientes.

- Realizar un análisis de la información que se va recopilando, esto permitirá evaluar mejor y controlar el funcionamiento del programa de mantenimiento, permitiendo retroalimentar al programa con lo que se podrán efectuar las mejoras necesarias del mismo.

8.2 CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

La capacitación del personal que va a interactuar con la herramienta informática es muy importante, ya que esta va a participar en la implementación del programa de mantenimiento preventivo, por lo que se le debe tomar en cuenta y diseñar la capacitación que se adapte a la participación que estos tendrán en la implementación del programa.

Se debe tener en cuenta que el personal encargado de la operativa de los equipos no está familiarizado con los conceptos de mantenimiento y tampoco tiene los conocimientos necesaria para realizar trabajos de reparación y/o ajuste de la maquinaria por ser estas tareas completamente del departamento de mantenimiento, por lo que la capacitación se pueden enfocar al uso correcto del sistema de información.

En esta charla de capacitación se explica el funcionamiento del programa y los permisos que tiene cada usuario, y el rol que debe desempeñar cada uno de los usuarios para cumplir con los objetivos propuestos.

En esta charla deben estar presentes el gerente de servicios, el jefe de mantenimiento, los jefes de los respectivos talleres y el personal de encargado del mantenimiento, además del personal del departamento de sistemas que son los encargados del correcto funcionamiento del aplicativo y de sus futuras actualizaciones.

CONCLUSIONES

- Con los resultados del análisis de criticidad nos pudimos dar cuenta que los equipos que hacen parte de los talleres de la empresa no tienen un nivel de criticidad muy elevado, y los equipos tienen una disponibilidad aceptable.
- Con la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa CODIESEL S.A, se logra mantener un mejor control de las actividades de mantenimiento y se integrara de una mejor forma los programas de mantenimiento de equipos y mantenimiento de vehículos.
- El plan de mantenimiento preventivo se elaboró con el fin de disminuir los tiempos muertos, elevando su rendimiento y reducir los costos de mantenimiento sub-contratado.
- El objetivo fundamental del sistema de información es apoyar la gestión de mantenimiento de una forma mucho más práctica y contribuir de una manera más eficiente en la toma de decisiones referentes al departamento de mantenimiento.
- Es muy importante la generación de proyectos UNIVERSIDAD-INDUSTRIA, como un convenio de mutuo beneficio, ya que esto permite al estudiante enfrentarse a los problemas reales y aportar soluciones utilizando los conceptos aprendidos en el aula de clase.
- En la implementación de un plan de mantenimiento preventivo se deben establecer unos rangos establecidos para definir si es malo, bueno, excelente, los cuales se deben ir modificando a la hora de evaluar los resultados, ya que los resultados que se desean no se obtendrán en un mes o dos sino durante un periodo de tiempo y con el esfuerzo y compromiso del personal involucrado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la creación de un almacén de repuestos críticos únicamente para el mantenimiento de los equipo, en caso de ocurrir una emergencia se podría contar con los repuesto y solucionar la incidencia de una forma inmediata.
- El departamento de mantenimiento debe contar con un área establecida donde se puedan realizar la reparación de los equipos que se puedan sacar del área de talleres, ya que resulta incómodo para los técnicos como para los operarios estar en el mismo espacio de trabajo.
- Se deben respetar las fechas que se tienen programados los mantenimientos de los equipos, ya que los jefes de taller deben programar la cantidad de trabajo sobre los equipos que estarían en mantenimiento.
- Ampliar la cobertura del departamento de mantenimiento para que este no sea restringido solo al área de talleres, si no también se tenga en cuenta para el mantenimiento de los demás equipos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

Abella, M^a Belén Muñoz. <http://ocw.uc3m.es>. [En línea]
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>.

Bohorquez, Carlos Ramon Gonzalez. 2008. Principios de Matenimiento. s.l. : Universidad Industrial de Santander, 2008.

Castellanos, Luis. 2011. *Desarrollo de Sistemas de Información* . Maracaibo : Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada , 2011.

GAMBOA RUEDA EDINSON NOE, CORREAL OCHOA ROSAURA. 2012.
SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA EMPRESA EXTRACTORA SAN FERNANDO S.A.
Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2012.

itescam. [En línea]
<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r62095.PDF>.

Mantenimiento Planificado. [En línea] <http://www.mantenimientoplanificado.com/>.

Mojica, Ricardo Arturo. 2010. Plan De Mantenimiento Preventivo Para La Línea De Producción De Baldosines En La Planta Baldosines Torino S.A. *Trabajo de Grado*. Bucaramanga : Universidad Industrial De Santander, 2010.

Monografias. [En línea] <http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml>.

Mora Rincón Danny, Tarazona Emer Alexis. 2011. *Programa de mantenimiento preventivo para el hotel Dann Carlton de Bucaramanga.* Bucaramanga : Universidad Industrial de Santander, 2011.

Renovatec . [En línea] <http://www.renovatec.cl/actualiza/>.

Scribd. [En línea] <http://es.scribd.com/doc/46045015/Mantenimiento-Preventivo-Y-Predictivo>.

Tello, Carlos Roberto Kloth. 2006. *PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UN ÁREA PILOTO EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ALGODÓN ABSORBENTE.* Guatemala : Universidad de San Carlos Guatemala, 2006.